

JARLSBERGOSTEN
JARLSBERG CHEESE

ROGER K. ABRAHAMSEN | ODD BYRE | KJELL STEINSHOLT | ARNE HENRIK STRAND

JARLSBERGOSTEN HISTORIE OG UTVIKLING

JARLSBERG CHEESE HISTORY AND DEVELOPMENT

TRANSLATION BY JUDITH A. MARVHUS, PROFESSOR IN DAIRY SCIENCE

Tun Forlag

INNHOLD • CONTENTS

INNLEDNING	11
INTRODUKSJON	
ARNESTEDET FOR DAGENS JÄRSBERGOST	13
THE BIRTH PLACE OF TODAY'S JÄRSBERG CHEESE	
PERSONENE BAK OSTEN	25
THE PEOPLE BEHIND THE CHEESE	
UTVIKLING AV OSTENS TEKNOLOGI	35
DEVELOPMENT OF JÄRSBERG CHEESE TECHNOLOGY	
EN EGEN OSTETYPE	79
A UNIQUE CHEESE TYPE	
ETABLERING AV PRAKTISK PRODUKSJON	99
THE START-UP OF COMMERCIAL PRODUCTION	
REFERANSER	121
REFERENCES	
FORFATTARNE	126
THE AUTHORS	



FORORD Jarlsbergost er blitt norsk meieriindustriens fremste internasjonale merkevare. Osten er en suksess som eksportvare og også på det innenlandske markedet. I de senere år har etterspørselen i utlandet vært så stor at TINE BA har etablert produksjon av Jarlsbergost både i USA og i Irland. Aldri før har en norsk utviklet ostetype blitt en slik salgssuksess.

Den Jarlsbergost vi kjenner i dag bygger på resultatene av en langvarig forskning og utvikling utført av forskere ved Meieriinstituttet ved Norges landbrukshøgskole. Utviklingen fant sted fra 1956 og holdt fram i ca. 10 år før professor Ole Martin Ystgaard, som ledet forskningsarbeidet, anså det forskningsbaserte utviklingsarbeidet som avsluttet. Det er nå ca. 50 år siden det i hovedoppgavearbeidet til meieristudent Per Sakshaug, under veiledning av professor Ystgaard, ble fremstilt ost som dannet utgangspunktet for et langt forskningsprosjekt som ga oss Jarlsbergosten som resultat.

Boken viser et eksempel på fruktbart samarbeid mellom forskningsmiljø og industri. Den viser på en interessant måte hvordan forskerne var i stand til også å bringe kunnskapen om fremstillingsmetoden for osten til meieriindustrien, og hvordan de bidro aktivt med det faglige ved etableringen av den praktiske produksjonen.

Dagens Jarlsbergost er resultatet av målbevisst forskning og har bare navnet felles med ost ystet i Vestfold i eldre tid.

Den forskningsbaserte utviklingen av verdensosten Jarlsbergost representerer en historie om suksess som forfatterne mener det er grunn til gjøre kjent. Vi tror dette kan være interessant informasjon for mange osteinteresserte både i Norge og i utlandet. Boken er derfor skrevet på norsk og engelsk. Det internasjonale meierifagmiljøet får nå innsikt i denne historien. Mange er levende interessert i oster og deres opprinnelse på samme måte som mange er interessert i viner.

Professor Ystgaard døde i 1970, men noen av dem som var med i hans forskerleam og som arbeidet med ysting av Jarlsbergost i utviklingsperioden ved Meieriinstituttet, lever. Forfatterne Strand, Steinholt og Byre var aktivt med under utviklingen av osten. Disse har derfor kunnet bidra med detaljer om ostens utvikling på en måte som ingen andre ville ha kunnet. I tillegg har en hatt gleden av å intervju andre som var med som viktige personer i utviklingsarbeidet og i forsøksproduksjonen av osten. Vi vil derfor rette en takk til tidligere meieribestyrer ved Forsøksmeieriet ved Meieriinstituttet, Willy Authen, for viktig muntlig informasjon. Intervjuer med tidligere driftsleder ved Forsøksmeieriet, Einar Utne Ogre og tidligere yster samme sted, Arne Månun, har gitt interessant innsikt i arbeidsforhold og arbeidsmetodikk i deler av utviklingsarbeidet.

Da deler av historien angående utviklingen av dagens Jarlsbergost er klart knyttet til TINE BA, har det vært viktig for arbeidet

med boken at sentrale personer i TINE har støttet arbeidet. En stor takk til tidligere administrerende direktør i TINE BA, Jan Ove Holmen, som på en entusiastisk måte støttet arbeidet med boken, og som også ga finansiell støtte til forfattergruppen for dekkning av løpende driftutgifter under selve skrivefasen. Fagleder Rolf Heskestad i TINE fortjener honør for sitt viktige bidrag til boken. Hans lange erfaringsom fagleder innen ost og ysting og hans betydelige ostefaglige kunnskap gjør ham spesielt godt kvalifisert til å skrive avsnittet: "Noen hovedtrekk i den teknologiske utviklingen av Järlsbergost etter 1965".

Også ledelsen ved Norges landbruks-høgskole (nå Universitetet for miljø- og biovitenskap) har støttet arbeidet med boken. Informasjonsrådgiver Knut Werner Alsén ved universitetet har tatt hånd om kontakten med forlaget og har lagt ned et stort arbeid med utvelgelse og tilrettelegging av mange av illustrasjonene. Han har også vært sakkyndig overfor forfatterne når det gjelder momenter

knyttet til grafisk design og tekniske utføringer.

Entakk også til forlagsredaktør Henriette Seyffarth som har utvist stor tålmodighet overfor oss som meierifagfolk.

Professor Judith A. Narvhus påtok seg den store oppgaven å oversette det norske manuskriptet til engelsk. Professor Narvhus er engelsk og har, med sin doktorgrad i mikrobiologi og sin lange erfaring og virksomhet som forsker og professor innen meieriteknologi, de beste forutsetningene for å gjennomføre en så krevende oppgave. Nomenklaturen er karakteristisk for faget og vanskelig å beherske for de som ikke arbeider innen feltet. Vår varmeste takk til professor Narvhus.

Ås, august 2006

FORFATTERNE

PREFACE Jarlsberg cheese has become the Norwegian dairy industry's top international brand – a success on both the home and export markets. In recent years, the demand on the international market has become so great that TINE BA has established production of Jarlsberg cheese in the USA and Ireland. Never before has a Norwegian cheese type been such a sales success.

The Jarlsberg cheese that we know today is a result of a long period of research and development which was carried out by researchers at the Dairy Institute at the Agricultural University of Norway. The development began in 1956 and continued for about 30 years until Professor Ole Martin Ystgaard, who led the research work, decided that the research-based development was complete. It is now about 50 years since student of Dairy science, Per Sakshaug, under supervision of Professor Ystgaard, produced a cheese in his Masters' research that became the starting point of the long research project that gave us Jarlsberg cheese.

This book describes the fruitful cooperation between a research establishment and industry. It reveals how researchers were able to share their

knowledge of the cheese's production technology with the dairy industry and how their professional skills actively contributed to the establishment of commercial production.

Today's Jarlsberg cheese is a result of purposeful research and has only its name in common with the cheese produced in Vestfold in the old days.

The authors consider that the research-based development of the world-famous Jarlsberg cheese is a success story that should be told. We think this book will be of interest to people all over the world who are interested in cheese and it is therefore written in both Norwegian and English. The international dairy community will now gain insight to this story. Many people are deeply interested in cheeses and their origins, in the same way as many are interested in wine.

Professor Ystgaard died in 1970, but several members of his research team, who worked with the making of Jarlsberg cheese during its development at the Dairy Institute are alive today. Authors Strand, Steinsholt and Byre actively participated in the development of the cheese and have there-

fore been able to make unique contributions with details on the development of the cheese. In addition, we have had the pleasure of interviewing people who were important in the development of the cheese and in the cheesemaking trials. We therefore wish to thank Willy Authen, former manager of the Research Dairy at the Dairy Institute, for important information. Interviews with former operational manager of the Research Dairy, Einar Utne Ögre and former cheesemaker Arne Månnum have provided interesting insight in the working situations and methods used in parts of the development work.

Part of the story of the development of today's Jarlsberg cheese is clearly connected to TINE BA and support from key persons there has been of great importance. We wish to thank former Managing Director in TINE BA, Jan Ove Holmen, who enthusiastically supported the work and also gave financial support to the authors for covering expenses incurred during the writing of the book. Rolf Heskestad, Manager of Cheese Technology in TINE, deserves a special mention for his important contribution to the book. His long experience in

cheese and cheesemaking, and his considerable knowledge about cheese makes him especially qualified to write the chapter: "Some main features of the technological development of Jarlsberg cheese since 1965".

The administration at the Agricultural University of Norway (now the Norwegian University of Life Sciences) has encouraged the writing of this book. Information consultant at the University, Knut Weimer Alsén, has liaised with the publishers and has greatly contributed by selecting many of the illustrations and giving expert advice to the authors in matters of graphic design and other technical aspects concerning this publication.

Thanks are also due to publishing editor Henriette Seyffarth who has shown us great patience.

Professor Judith A. Narvhus took on the considerable job of translating the book into English. Professor Narvhus is English and has, with her PhD in microbiology and long experience as researcher and professor in dairy technology, the best qualifications for carrying out this demanding work with its specialist vocabulary. Our warmest thanks are conveyed to Professor Narvhus.

INNLEDNING

Jarlsbergosten ble utviklet ved Meierinstituttet på Norges landbruks høyskole. Et stort team av meieriforskere og teknisk personale ved instituttet, under ledelse av professor i meieriteknologi Ole Martin Ystgaard, gjennomførte den omfattende forskningen som skapteosten.

Jarlsbergosten er blitt en suksess både nasjonalt og ikke minst internasjonalt. På det internasjonale markedet vurderes den som en eksklusiv ost og selges til høy pris. Den er blitt en «verdensost» og oppfattes gjerne som en prototyp for en gruppeoster som har det tilfelles at de i prinsippet er ystet som en ost av gouda typen, men med Sveitserostens hullsetning.

For mange internasjonale ostetyper er opprinnelsen kjent og beskrevet. Opprinnelsen til og utviklingen av dagens Jarlsbergost er ikke tidligere omtalt. En autorisert redigjæreelse for ostens historie og opprinnelse foreligger derfor verken i norsk eller i internasjonal faglitteratur. Denne boken er skrevet av meierifagfolk. To av

disse var med under selve utviklingsarbeidet; professor Anne Henrik Strand og professor Kjell Steinsholt. En av forfatterne, tidligere visedirektøren i TINE, Odd Byre, var student ved Meierinstituttet da Jarlsbergosten ble utviklet, og skrev sin hovedfagsoppgave om den. Han arbeidet senere, både som forskningsassistent ved Meierinstituttet og som ansatt i TINE, mye med Jarlsbergost. Roger K. Abrahamsen er professor i meieriteknologi og innehar den samme stillingen som professor Ole Martin Ystgaard og professor Anne Henrik Strand har hatt tidligere.

De første ystingene som ga forskerne inspirasjon til å starte opp forskningen som ledet til dagens Jarlsbergost, ble utført i forsøkskystellet ved Meierinstituttet høsten 1955. Ystingene var en del av en hovedfagsoppgave utført av meieristudent Per Salshaug. Ostene ble vurdert og analysert i 1956, og hovedfagsoppgaven ble levert 30. april samme år. I 1956 startet også de egentlige forskningsarbeidene som ga det faglige grunnlaget for etableringen av den spesielle ystings teknikken. Det er derfor logisk

INTRODUCTION

Jarlsberg cheese was developed at the Dairy Institute at the Agricultural University of Norway. Under the leadership of Professor of Dairy technology Ole Martin Ystgaard, a large team of the Institute's dairy researchers and technical staff conducted the extensive research and development that culminated in the cheese.

Jarlsberg cheese has become both a national and international success. On the international market, it is considered an exclusive cheese and commands a high price. It has become a "cheese of the world", and is regarded as the prototype for a group of cheeses that are made like a Gouda cheese, but have holes, or eyes, like a Swiss cheese.

For many international cheeses, their origin is known and described. The origin and development of today's Jarlsberg cheese has not previously been documented. An authorized account of the cheese's history and origin cannot be found in any Norwegian or international scientific literature. This book is written by dairy scientists, two of whom were involved in the actual development

work: Professors Anne Henrik Strand and Kjell Steinsholt. One of the authors, former Deputy Managing Director of TINE, Odd Byre, was a student at the Dairy Institute at the time Jarlsberg cheese was developed and wrote his Masters Thesis on it. He later worked a great deal with Jarlsberg cheese, both as a research assistant at the Dairy Institute and as an employee at TINE. Roger K. Abrahamsen is Professor of Dairy Technology in the same Professorial chair previously occupied by Professors Ystgaard and Strand.

The first cheesemaking experiments to inspire researchers to initiate the work that led to the Jarlsberg cheese we know today were conducted in the Research Dairy at the Dairy Institute in the autumn of 1955. These cheesemaking experiments were a part of dairy science student Per Salshaug's Masters Thesis. The cheeses were evaluated and analyzed in 1956, and the thesis was submitted on April 30 that year. The real research that provided the scientific foundation for the establishment of the special cheesemaking techniques for Jarlsberg also began in 1956. It is therefore logical to define 1956 as the year of the birth of Jarlsberg cheese.

å definere 1956 som Jarlsbergostens fødselsår, selv om det krevde flere års forskningsarbeid før en anså selve utviklingsfasen som avsluttet. I 2006 er det altså om trent 50 år siden Jarlsbergosten ble skapt. Den historien som fortelles her, har vært nesten ukjent for de som ikke var direkte involvert i arbeidet. Opp gjennom årene har det dukket opp flere historier om dagens Jarlsbergost som sakner rot i virkeligheten. Det er enda en grunn for å skrive ned den virkelige historien.

I boken legges hovedvekten på den meierifaglige siden ved Jarlsbergostens utvikling, fordi noen av dem som var med i det grunnleggende forskningsarbeidet og i den praktiske

utviklingen av teknologien, har bidratt med faktekunnskap om prosessen. Slik har vi kunnet vise hvordan grunnleggende og anvendt forskning kan danne grunnlag for kommersielle suksesser. Utviklingen av Jarlsbergosten er et godt eksempel på hvordan man kan utnytte ressursene ved en akademisk forsknings- og utdanningsinstitusjon som Norges landbruks-høgskole, til fordel for meieriindustrien i Norge. Historien og beskrivelsen er således en dokumentasjon av en innovasjonsprosess som kan benyttes også i dagens samfunn, hvor det er viktig at forskning, innovasjon og etablering av virksomhet går hånd i hånd.

although several years' research was required before the original development work was deemed completed. Thus, 2006 celebrates the 50th anniversary of the birth of Jarlsberg cheese. The history related here is almost unknown except to those who were directly involved in the work or in some other way had a special interest. Over the years, several stories have been told about Jarlsberg cheese, but they are not based on fact – yet another reason to finally write the real history of Jarlsberg cheese.

Most of this book is dedicated to the dairy science aspects of the development of Jarlsberg cheese because some of those who partook in the original research and in the practical

technology development have contributed with information about the process. In this way, we have been able to show how both basic and applied research can form the foundation for commercial successes. The development of Jarlsberg cheese is a good example of how the resources of an academic institution, such as the Agricultural University of Norway, can be an asset for the Norwegian dairy industry. This history is thereby a documentation of an innovation process that is still relevant today, where it is important that research, innovation and commercial establishment of a production process proceed hand-in-hand.

ARNESTEDET FOR DAGENS JARLSBERGOST
THE BIRTHPLACE OF TODAY'S JARLSBERG CHEESE





Flyfoto av området som viser det nye Meieriinstituttet med Forsøksmeieriet. Høgskolens gamle meieri ses i forgrunnen.

Air photo showing the new Dairy Institute at the campus area. The old dairy is in front.

Den osten vi i dag kjenner som Jarlsbergost, er på mange måter en mellomting mellom Goudaost og Emmentalerost (Sveitserost). Da Jarlsbergosten ble utviklet, kjente man ikke til noen andre steder som fremstilte liknende ost. Det hele var altså en nyskaping innen ostesektoeren. Hele utviklingsarbeidet ble utført ved Meieriinstituttet og Forsøksmeieriet ved Norges landbrukshøgskole. Et team av fagfolk arbeidet med dette utviklingsprosjektet under ledelse av professor Ole Martin Ystgaard.

Forskerne og fagfolkene ved Meieriinstituttet og Forsøksmeieriet konsentrerte seg om forskningsbasert produktutvikling på meieriproduktsektoren, og da særlig innen ysting og osteteknologi. Det var nemlig langt fra tilfeldig at det nettopp var her Jarlsbergosten ble til. Ved Meieriinstituttet var man i om trent samme periode i gang med studier av ystingsteknikken for det som ble Liten Sveitserost, Norsk Saint Paulin, Ridderost og den ekte, hvite geitosten Rosendalsost. Omfattende ystingstekniske studier ble også utført for norsk Goudaost. Miljøet hadde meget lang tradisjon for å arbeide med forskning

angående melk som råstoff og med foredling av melk til forskjellige meieriprodukter, altså med meieriteknologi som fagdisiplin.

STATENS MEIERIFORSØK OG MEIERIFAG VED NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

Den Høiere Landbruksskole i Ås ble etablert i 1859. I 1897 ble den lagt ned, og Norges landbrukshøgskole ble etablert på samme sted. Loven om Norges landbrukshøgskole ble vedtatt i Stortinget i 1897 og sanksjonert av kong Oscar II, 22. mai samme år. Etableringen av Norges landbrukshøgskole åpnet for en langt mer omfattende forsøks- og forskningsvirksomhet, og undervisningen ble også preget av dette.

Helt fra etableringen av Den Høiere Landbruksskole i Ås var studier av melk og foredling av melket virkefelt. Skolens første direktør, Frederik August Dahl, gjorde for eksempel forsøk sammen med kjemikeren Anton Rosing for å finne frem til de beste betingelsene for fløteavsetning i melk. Dette ble gjort med sikte på å effektivisere smørproduksjonen. Resultatene av disse forsøkene fikk direkte betydning for det praktiske

meieribruket, fordi det førte til innføring av den såkalte «isme loden» for å få bedre kontroll på fløteavsetningen. Metoden ble enerådende frem til den kontinuerlige mekaniske melkeseparatoren ble lansert av Gustaf de Laval i 1878.

Allerede i 1866 ble det utført undersøkelser om fremstillingen av Nøkkelosost ved Den Høiere Landbruksskole i Ås. Man så også på ulike kjemiske forhold ved melken og arbeidet med studier av forskjellige metoder for å bestemme fettinnholdet i melk (25,56).

I 1900 etablerte Norges landbrukshøgskole sitt eget meieri. Det var et lite, men moderne meieri etter datidens krav. Likevel var ikke betingelsene for forskning på melk og melkebehandling spesielt gode. Selv om høgskolens meieri hadde utstyr for ysting, var utstyret helt utilstrekkelig for å kunne gjennomføre kontrollerte forsøk på et så produkteknologisk vanskelig produkt som ost. Avprøving av nye maskiner og nytt utstyr i samarbeid med det som den gang het Maskinprøveanstalten ved Norges landbrukshøgskole, var imidlertid et viktig arbeidsområde.

The cheese we know today as Jarlsberg is, in many ways, a cross between Gouda and Emmental (Swiss) cheeses. When Jarlsberg cheese was developed, no similar production technology was known or used anywhere else in the world. In other words, a completely new cheese had been created. It was not by chance that Jarlsberg cheese was developed at the Dairy Institute and the Research Dairy, for it was here that research-based dairy product development, in particular of cheese, was concentrated. Around this time at the Dairy Institute, the technology for making Swiss cheese, Norwegian Saint Paulin, Riddler cheese and the true white goat's milk cheese, Rosendal, was being studied. Considerable cheesemaking research was also carried out on Norwegian Gouda. The Institute had a long tradition of research in milk as a raw material and with the processing of milk into various dairy products, a academically based on dairyscience and technology.

THE NATIONAL CENTER FOR DAIRY RESEARCH AND DAIRY EDUCATION AT THE AGRICULTURAL UNIVERSITY OF NORWAY

The Agricultural College was established at Ås in 1859. It was closed in 1897, and the Agricultural University of Norway was then established at the

same location. The Act relating to The Agricultural University of Norway was passed by the Norwegian Parliament (Storting) in 1897 and sanctioned by King Oscar II on May 22 the same year. The establishment of the University paved the way for a more extensive research activity, which was very beneficial for the quality of teaching at the University.

Right from the establishment of the Agricultural University at Ås, the study of milk and milk processing was a native area. In order to improve the efficiency of butter production, the College's first Director, Frederik August Dahl, and Chemist Anton Rosing experimented with optimization of conditions during the separation of cream from milk. The results of this work were of direct commercial application for the dairy industry since they led to the introduction of the so-called "ice method". This method became the technology of choice until the continuous cream separator was developed by Gustaf de Laval in 1878.

As early as 1866, the process of Nøkkelosost (Leydner cheese) production was studied at the Agricultural University at Ås. Various chemical aspects of milk, including different methods for determining the fat content in milk, were also studied (25,56).

Etter hvert ble det et uttalt behov for nærmere undersøkelser og mer vitenskapelige studier av de ulike teknologiene som ble benyttet ved ysting. I 1913 opprettet Landbruksdepartementet Statens Meieriforsøk. Det var viktig å etablere en forsøksstasjon i meieribruk. I planleggingsfasen vedtok man å undersøke om en slik forsøksstasjon kunne legges til Norges landbrukshøgskole. Fagfolk ved Norges landbrukshøgskole pekte imidlertid på at man manglet både lokaler og melk, og at overlæreren i meieribruk, senere professor, K. Støren, hadde for mange undervisningstimer til å kunne lede en slik forsøksstasjon. Statens Meieriforsøk ble derfor etablert uten tilgang til noen spesiell forsøksstasjon i meieribruk. Kontoret skulle ligge i Oslo, mens de praktiske meieriforsøkene ble utført ved forskjellige meierier omkring i landet. Meierikandidat Ludvig Funder ble leder for virksomheten.

Funder hadde eksamen fra landbruksskole, meieriskole og meieriavdelingen ved Norges landbrukshøgskole. Han var student i det første kullet (1899–1901) som avla eksamen ved høgskolens meieriavdeling.

Under hans ledelse gjennomførte Statens Meieriforsøk en rekke større meieriteknologiske undersøkelser. Flere av disse er imponerende arbeider når en tar i betraktning at all forsøksvirksomhet frem til 1953 måtte gjennomføres i forskjellige meieriers ordinære produksjon. Funder gjorde også mye innen produktutvikling og direkte produktforbedring. Det ble for eksempel tidlig lagt ned mye arbeid i å undersøke systemelkas modning, utviklingen av hvitost av geitemelk og ysting av Pultost (12, 13, 14, 15, 16, 17).

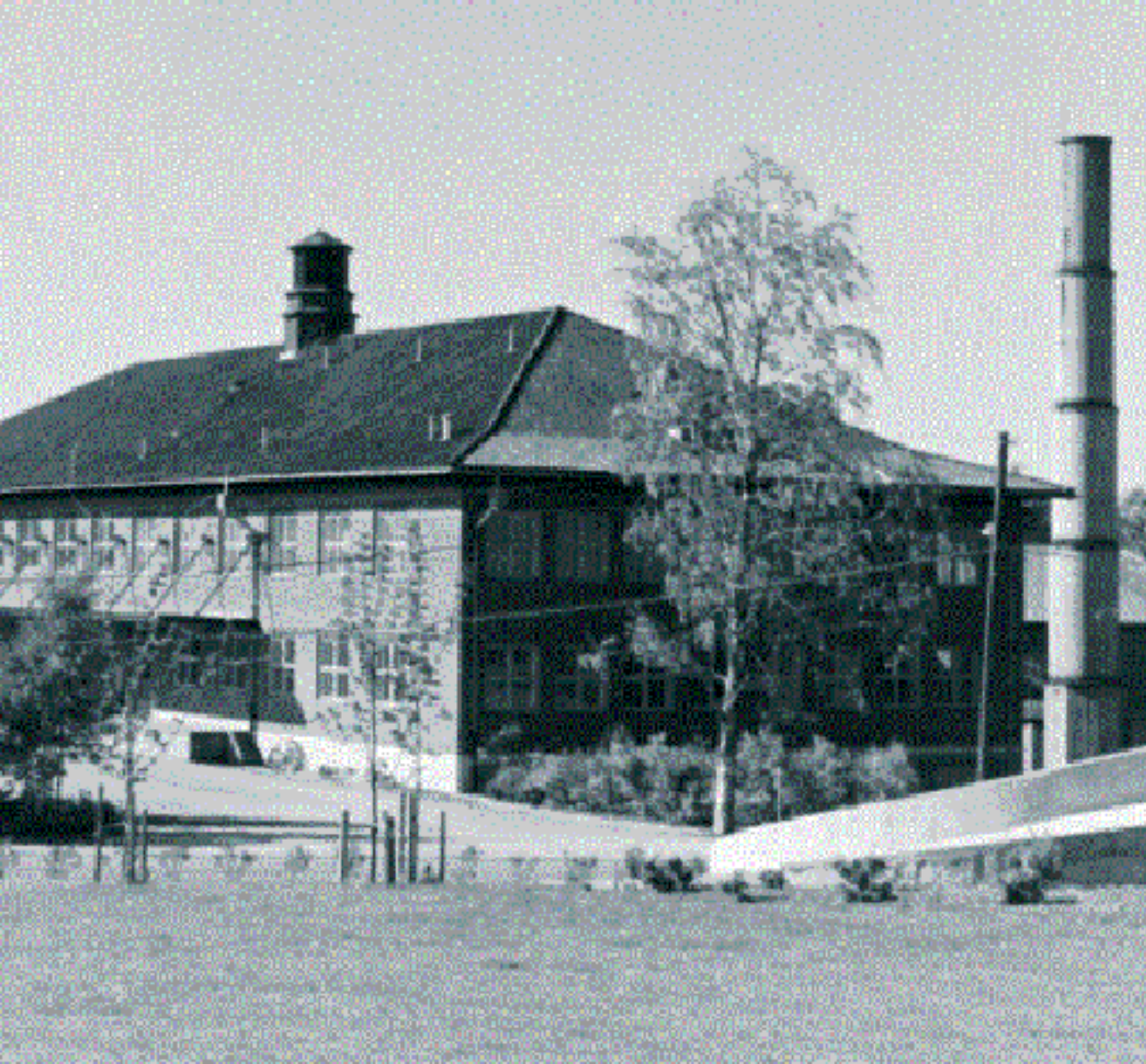
NYTT MEIERIINSTITUTT VED NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

Den store faglige forsøksvirksomheten ved Statens Meieriforsøk gjorde det igjen aktuelt å drøfte en tilknytning til meieriavdelingen ved Norges landbrukshøgskole. Behovet for opprettelsen av et eget forsøksmeieri med moderne fasiliteter var blitt mer og mer påtrengende. I april 1940 skulle et utvalg vurdere mulighetene for dette. Allerede i juni 1940 avga utvalget en betenkning. I den ble det foreslått å flytte hele virksomheten til Norges landbrukshøgskole, noe som ble realisert i

Det nye instituttet med forsøksmeieristoilrett til innvielse høsten 1953. Forsøksmeieriet mottok den første leveranse av melken den 8. september d.å.

Autumn 1953 the new Institute and Research Dairy was completed. At the eighth of September the first milk delivery was made to the dairy.





The Agricultural University of Norway established its own dairy in 1900. Although small, it was a modern dairy according to the standards of that time. However, it was not particularly suitable for research on milk and milk treatment. Although the University's dairy did have cheesemaking equipment, this was totally unsuited for research on a product as complicated as cheese. An important activity at the Agricultural University was the testing of new machines and equipment before they were taken into use by the dairy industry.

Eventually, the need for deeper and more scientific research in cheesemaking technology became apparent. In 1933, Statens Meieriforsøk was established by the Ministry of Agriculture. It was important to build up a dairy research station, and the possibility of this being located at the Agricultural University was actually considered. However, it was pointed out that neither premises nor milk were available, and that the senior teacher in Dairy science, (later Professor) Kristoffer Støren, had too heavy a teaching load to head such a research institute. Statens Meieriforsøk was therefore established without access to a suitable locality for dairy research. The main offices were in Oslo and the dairy research was conducted at various

1942. I januar 1941 avgjorde det samme utvalget en tilleggsbetenking som konkluderte med å foreslå en full sammenslutning av Statens Meieriforsøk og meieriavdelingen ved Norges landbruks-høgskole. Det ble da foreslått å opprette et eget institutt, Meieri-instituttet, med tilhørende forsøksmeieri.

Da Statens Meieriforsøk ble flyttet til Norges landbruks-høgskole, fratrådte Ludvig Funder som leder på grunn av sviktende helse. Professor Støren ved meieriavdelingen ved Norges landbruks-høgskole overtok ledelsen, og han ble etterfulgt av professor Rasmus Mørk. Da professor Ystgaard ble ansatt i 1951 var det naturlig at han, som professor i meieriteknologi, fikk ansvaret for å videreføre den aktivitet som tidligere var utført i regi av Statens Meieriforsøk.

Utvalget som hadde konkludert med tiltakene, fikk også i oppdrag å utarbeide nærmere planer for den fremtidige organiseringen av det som ble det nye Meieriinstituttet. Utvalget la frem sin neste innstilling 22. desember 1942. Ifølge Mørk (25) gikk denne innstillingen i korthet ut på:

- 1) Det skulle bygges et forsøksmeieri på Landbruks-høgskolens grunn.
- 2) Den nødvendige mellommengden på bortimot 4 mill. kg skulle skaffes ved å overføre melke fra Ås Aktiemeieri.
- 3) Det skulle utarbeides planer for meieri-anlegget og for bygninger som skulle benyttes til foreleingslokaler, undervisningslokaler, undervisningslaboratorier og kontorrom.

Etter et omfattende utredningsarbeid kunne planene for organisasjon, administrasjon og romprogram presenteres i 1946. Disse planene fikk full tilslutning.

Finansieringen bød selvsagt på problemer. Prosjektet ble først fullfinansiert da Norske Melkeprodusenters Landsforbund gikk med på å yte et rentefritt lån på 1,2 millioner kroner. Da ble byggetillatelse gitt for oppførelse på Norges landbruks-høgskolens grunn. Arbeidet ble satt i gang i 1949. Høsten 1953 kunne det nye Meieriinstituttet med Forsøksmeieriet innvies og den første melkeleveransen mottas. Ås Aktiemeieri ble nedlagt, og leveransene av melk ble overført

dairies around the country. Ludvig Funder was appointed to lead Statens Meieriforsøk. Funder had studied at agricultural college, at dairy school and then Dairy Science and Technology at the Agricultural University (1899-1901), where he was among the first students to qualify with a Masters Degree in Dairy Technology. Numerous comprehensive research experiments in dairy technology were conducted under his leadership, many of which are impressive studies considering that all research up until 1953 had to be conducted as part of ordinary production in commercial dairies. Funder also made great achievements in the development and improvement of dairy products. Cheese milk ripening, development of goat's milk cheese and the production of Pultost (a Norwegian speciality) were among the topics studied in the early days at Statens Meieriforsøk.

A NEW DAIRY INSTITUTE AT

THE AGRICULTURAL UNIVERSITY OF NORWAY

As the research activity at Statens Meieriforsøk increased, it again became relevant to discuss a formal collaboration with the Department of Dairy Science and Technology at the Agricultural University. The need for a research dairy with modern

facilities was becoming increasingly pressing. A committee began evaluating the possibilities in April 1940 and delivered their report in June. They recommended moving all of the research activity to the Agricultural University and this eventually took place in 1942. In January 1941, the same committee proposed that Statens Meieriforsøk be totally amalgamated with the Department of Dairy Science and Technology, and recommended the establishment of a new Department, the Dairy Institute, with its own Research Dairy.

Due to failing health, Ludvig Funder gave up his job as leader of Statens Meieriforsøk when it moved to Ås. The post was first taken over by Professor Støren and later by Professor Rasmus Mørk. When Professor Ystgaard was appointed in 1951, it was natural that he, as Professor of Dairy Technology, was given responsibility to further the activity earlier conducted by Statens Meieriforsøk.

The committee that had proposed the amalgamation was also instructed to develop plans for the future organization of the new Dairy Institute, and these were delivered on December 22, 1942. According to Mørk (25), these plans proposed that:

- 1) A research dairy be built on the University campus;
- 2) The amount of milk needed annually, about 4 million kilos, would be obtained from Ås Dairy Cooperative; and
- 3) Plans should be drawn up for the dairy and for other buildings that were to be used for teaching laboratories, lecture rooms and offices.

After extensive debate, the plans for the organization, administration and locality were finally presented in 1946 and received unanimous acceptance.

Financing was naturally a problem. The project was eventually fully financed when the Norwegian Milk Producers' National Association (Norske Melkeproducers Landsforbund) supplied an interest-free loan of 1.2 million Norwegian Kroner (NOK). Planning permission for the Institute was received and construction work began in 1949. In the autumn of 1953, the new Dairy Institute and Research Dairy were opened and the first milk was delivered. The milk supply to Ås Dairy was transferred to the Research Dairy and Ås Dairy itself closed. The Manager of Ås Dairy, Willy Authen, who

til Forsøksmeieriet. Meieriingeniør Willy Authen, utdannet ved Norges landbrukshøgskoles meieriavdeling, var på det tidspunktet meieribestyrer ved Aas Aktiemeieri. Han ble ansatt som leder av det nye Forsøksmeieriet. Han fungerte også som sekretær for byggekomiteen for Forsøksmeieriet og Meieriinstituttet fra 1952 (3).

Byggingen av det nye Meieriinstituttet og Forsøksmeieriet skapte ulike muligheter for forskning på alle områder i tilknytning til meierivirksomhet i videste forstand. Moderne og rommelige laboratorier og undervisningsrom ga gode betingelser for både forskere og studenter. Ferske meierikandidater fra Norges landbrukshøgskoles meieriavdeling ble ofte engasjert som forskingsassistent i kortere eller lengre perioder. Det var et ungt og entusiastisk miljø ved det nye instituttet, og nå kunne grunnleggende forsøk utføres under nøye kontrollerte betingelser i laboratoriene og i Forsøksmeieriet (34, 51).

På dette tidspunktet ble de trefagområdene ved meieriavdelingen og Meieriinstituttet ledet av professor Peter Solberg, Avdeling for kjemi, bakteriologi og konsummelkebe-

handling, professor Ole Martin Ystgaard, Avdeling for meieriteknologi, og professor Rasmus Mørk, Meieriekonomisk avdeling. Meierimaskinlære var den gang en del av meieriekonomien. Senere ble dette et eget fag ved instituttet. Avdeling for Meierimaskiner ble da ledet av professor Olav Framhus.

Planløsningen av Forsøksmeieriet var svært god for utførelse av ystingsforsøk under kontrollerbare betingelser (59). Da forsøkssystemet med tilhørende ostelag var ferdig innredet i 1956, konsentrerte man seg først og fremst om å studere ystingstekniske problemer og faktorer. Praktisk relaterte forsøk med god forskningsdesign kunne utføres i både halvt teknisk skala (400 liters ystekar) og i ystekar som tilsvarte det som den gang ble benyttet i kommersiell ysting ved meieriene (4000 liter). Denne ulike tilgangen på nye, praktiske forsøksfasiliteter hadde ikke bare betydning for undersøkelser av fremstillingsteknikken for tradisjonelle produkter. Fasilitetene var også velegnet for forskning og forsøksvirksomhet med sikte på utvikling av nye ostel varianter og ostetyper. Det nye Meieriinstituttet og Forsøksmeieriet

had been educated at the Agricultural University's Dairy Department, was then employed as the first Manager of the new Research Dairy. Starting in 1952, he also became Secretary of the Building Committee for both the Research Dairy and the Dairy Institute (3).

Construction of the new Institute and dairy provided a unique potential for dairy research in its broadest sense. Modern and spacious laboratories and lecture rooms provided stimulating conditions for researchers and students alike, and dairy graduates were often engaged as long- or short-term research assistants. The new Institute had a young and enthusiastic staff and fundamental research could now be conducted in the laboratories and Research Dairy under strictly controllable conditions (34, 51).

At that time, the Dairy Institute was divided into three sections which were led by Professor Peter Solberg (Section for Chemistry, Bacteriology and Market Milk Technology), Professor Ole Martin Ystgaard (Section for Dairy Technology) and Professor Rasmus Mork (Section for Dairy Economy). Dairy Engineering was then a part of the Dairy Economy section, but later became a separate section led by professor Olav Frimhus.

The design of the Research Dairy made it ideally suited for cheesemaking experiments under controlled conditions (59). After the Research Dairy and the ripening and storage rooms were completed in 1956, early research was primarily on technological problems and factors associated with cheesemaking. It was possible to conduct well-designed experiments in pilot scale (400-liter cheese vats) and in vats equivalent in size to those used in commercial dairies at that time (4,000 liters). Not only was this unique capacity of the new practical research facilities important for studying traditional products, it was well suited for product development research aimed at new cheese varieties and types. The new Dairy Institute and its Research Dairy were an absolute necessity for the initiation of the work to develop the cheese that was to become known as Jarlsberg. Ystgaard wrote: "In our cheesemaking experiments, we have concentrated on the development of new cheese types. In particular, we have worked with Swiss-type cheese made from pasteurized milk. We have succeeded in developing two types, Jarlsberg and a Small Swiss cheese (Liten Sveitserost), both of which have been well





Produksjonshallen i Forsøksmeieriet sett fra tanigalleriet før ferdigstilling. Hallen ble innredet med kjerner i lengst bak, skumming og pasteuriseringsavdeling i midten og utstyr for ysting i forgrunnen.

The production area in the new research dairy under construction. When finished, the main production area was organized with churning equipment at the back, pasteurizers and separators in the middle and cheese factory in front of the hall.

var en avgjørende forutsetning for at man kunne ta fatt på arbeidet med å utvikle det som ble den nye Jarlsbergosten. Ystgaard (59) skrev: «Gjennom ystingsforsøkene har en også lagt stor vekt på å søke å utvikle nye ostetyper. Spesielt har en arbeidet med ost av sveitserosttypen som er ystet av pasteurisert melk. Det har lyktes å komme frem til to typer, Jarlsbergost og Lilen Sveitserost. Begge disse ostetypene er blitt vel mottatt av konsumentene. Arbeidet med å utvikle ystingsteknikken for disse ostetypene mot en stadig sikrere og mer stabil produksjon av kvalitetsvarer fortsetter.»

Fremstilling av ost bygger på kompliserte biokjemiske omdanninger av melkens og ostens komponenter, og på en rekke tekniske operasjoner. Disse må kunne styres på en tilfredsstillende måte for å oppnå et godt sluttprodukt. For å forstå og for å kunne kontrollere alle de faktorer som er av avgjørende betydning for ostens kvalitet, som for eksempel tid, temperatur, fuktighet, saltkonsentrasjon og surhetsgrad, er det nødvendig å ha kunnskap om et meget komplekst samspill mellom mange faktorer. Det er nesten umulig

Noen av Norges landbruks-
skoles melkekyr på beite foran
høgskolens driftsbygning i siste
halvdel av 1950-årene.

Some of the milking cows
belonging to the Agricultural
University of Norway on pasture
in front of the University barn
in late 1950s.





Å si noe om dette samspillet uten å registrere både kjemiske, mikrobiologiske og fysiske forhold og sensoriske egenskaper under både ystingen og modningen. Moderne forsøksdesign og matematisk statistisk behandling av forsøksresultatene er helt nødvendig for å forstå de forskjellige faktorenes innvirkning på ostens kvalitet. Ved Meieriinstituttet og Forsøksmeieriet var forutsetningene for denne typen forskningsarbeid til stede, slik vi så under utviklingen av Jarlsbergosten. I tillegg behersket flere i den vitenskapelige staben moderne forsøksdesign og matematisk statistikk på en god måte. Dette var svært viktig for oppleggene av de enkelte ystingsforsøkene og for korrekt behandling av et stort datamateriale.

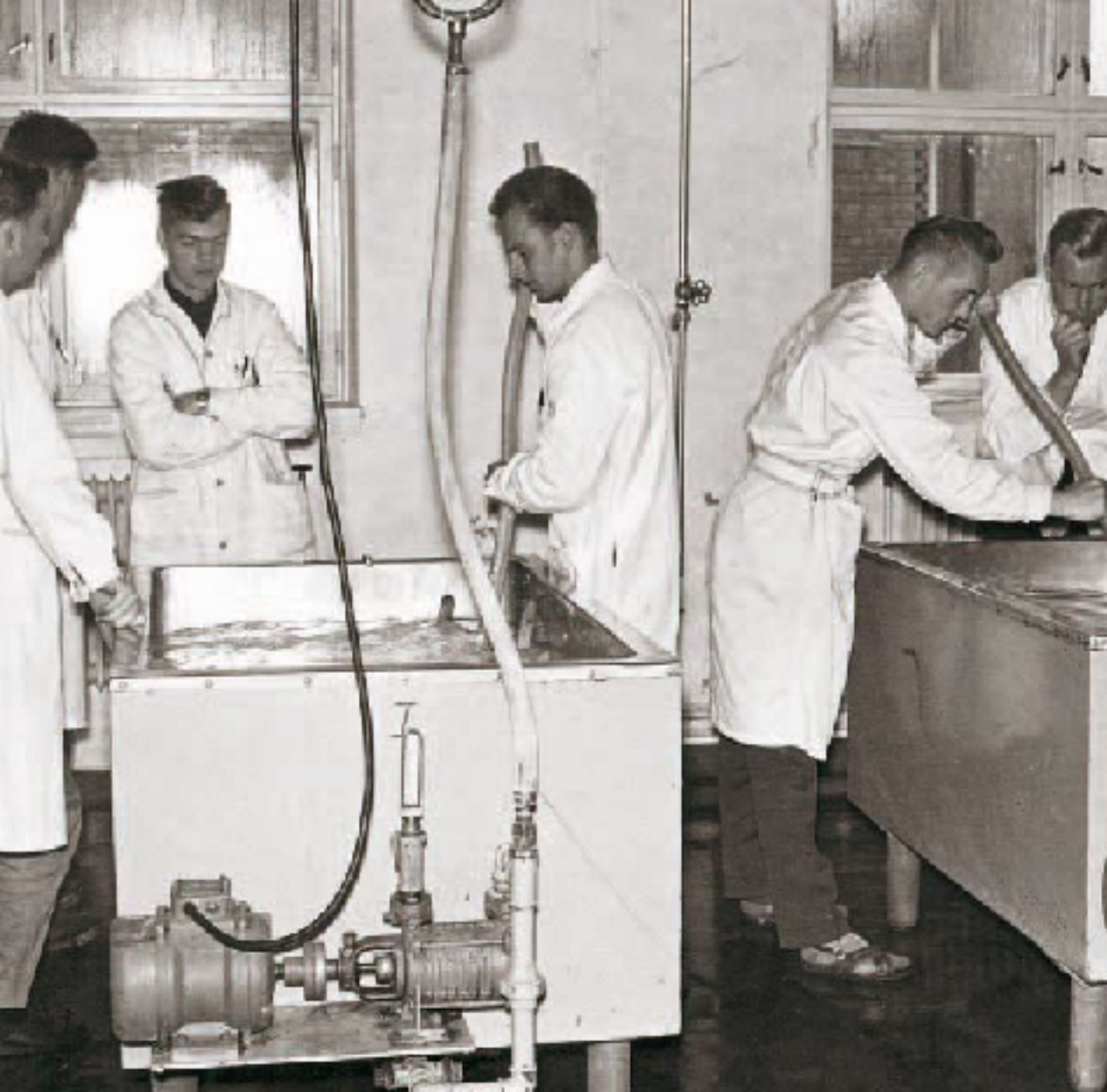
received by the consumers. We are continuing to develop the cheesemaking technology for these two cheeses in order to achieve greater production stability."

The making of cheese is dependent on a range of complicated biological changes to the components of milk and cheese and on the technology used. All of these have to be controlled in a satisfactory way in order to achieve a good end product. To understand and to be able to control all the factors that are important for cheese quality, such as time, temperature, humidity, salt concentration and acidity, knowledge of the complex interactions in cheese is necessary. It is almost impossible to describe these interactions without registering chemical, microbio-

logical and physical conditions and sensory properties during both cheesemaking and ripening. Modern experimental design and statistical treatment of the research data are critical for understanding the effect of the various factors on the quality of the cheese. The prerequisites for this type of research were available at the Dairy Institute and Research Dairy, as was seen during the development of Jarlsberg. The scientific staff was also familiar with modern experimental design and statistics, which was important for the design of the cheesemaking experiments and essential for the correct treatment of the large amounts of data thus obtained.

PERSONENE BAK OSTEN
THE PEOPLE BEHIND THE CHEESE





Billedet viser to af forsøksystemet på 400 liter. Disse blev benyttet under alle ystningsforsøgene. Forsøksystemet var udstyret med i alt seks slike kar. En kan vel si at disse ystekarene utgjorde Jarlsbergostens vugge. På bildet er det hovedfagsstudenter som gjør forsøk med ysting.

Students in action with cheese making. All cheese making trials, also with the Jarlsberg cheese, were conducted in semi technical scale in batches of 400 liters of milk. Six cheese vats of this capacity were available for this purpose.

Arbeidet med utviklingen av Jarlsbergosten var organisert som et moderne teamarbeid under ledelse av professor Ole Martin Ystgaard. En rekke av Meieriinstituttets og Forsøksmeieriets ressurspersoner medvirket både i planlegging, gjennomføring av praktisk ysting og lagerarbeid med osten, samt i det omfattende analysearbeidet som var nødvendig for å få frem de data som danner grunnlaget for utviklingen av teknologien.

På den tiden en startet arbeidet med utviklingen, var medarbeiderne ved instituttets avdeling for Meieriteknologi særlig opptatt av studier av modningsprosesser i ost og av de mikroorganismene som deltar i ostens modning. Dette arbeidet ble ledet av forsøksleder Erling Brandsæter, med forskningsassistent Torleif Korvald og meierske Kjerstine Fjøsne (senere Lysø) som medarbeidere.

Da Jarlsbergosten var blitt en realitet, var det Kjerstine Lysø som hadde ansvaret for vedlikehold og produksjon av den bakteriekulturen av *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* som var avgjørende for ostens mest karakteristiske kvalitetsegenskaper. Kulturen ble dyrket

ved instituttets laboratorium og hver uke sendt til alle ysteriene for bruk i osteproduksjonen. Hele produksjonen var således avhengig av Kjerstine Lysøs særdeles grundige arbeid med bakteriekulturen og at den til enhver tid ble sendt til meieriene som avtalt. Fra 1991 ble denne oppgaven overført til TINE FoU, Voll.

Det nye Forsøksmeieriet var tilstrekkelig innredet mot slutten av 1955. Da ble forskningen ved avdeling for Meieriteknologi i større grad rettet inn mot studier av ystingstekniske spørsmål og problemstillinger. Forskningsassistent, senere professor, Arne-Henrik Strand ble særlig engasjert i gjennomføringen av alle de forskjellige ystings tekniske forsøkene. Flere ostetyper ble etter hvert gjenstand for grundige studier, for eksempel ble ystingsteknikken for norsk Goudaost og Liten Sveitserost studert i detalj (42, 43, 44, 61, 62).

Alle forsøkene, både med Jarlsbergost og med de andre osteslagene, ble utført som faktorforsøk. Forsøksdesign og den statistiske bearbeidingen av forsøksresultatene var utført i nært samarbeid med amanuensis, senere professor i Meierigøkonomi og Næringsmiddelindustriell økonomi,

Professor Ole Martin Ystgaard var viktig for utviklingen av Jarlsbergosten.

Professor Ole Martin Ystgaard, the leading researcher in the development of Jarlsberg cheese.



Led by Professor Ole Martin Ystgaard, the work of developing Jarlsberg cheese was organized as modern teamwork. Several resourceful members of staff at the Dairy Institute and Research Dairy took part in planning and conducting the cheesemaking and ripening experiments, as well as in the comprehensive analysis work that was necessary to generate the data that formed the basis for the development of the technology for the cheese.

At the time when Jarlsberg cheese was being developed, the scientific staff at the Dairy Institute was occupied particularly with studies of cheese ripening and of the microorganisms involved in the ripening process. Associate professor Erling Brandsater led this work, accompanied by Research Assistant Torleif Korvald and Research Technician Kjerstine Fjøsne (later Lyse).

After Jarlsberg cheese became a reality, Kjerstine Lyse was given responsibility for maintenance and production of the bacteria culture of *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii*, which was crucial for the development of the cheese's characteristic properties. The culture was propagated in the Institute's laboratory and was sent out each week to all the dairies for cheese production. Thus, the entire commercial production was dependent on both the thoroughness of Kjerstine Lyse's work with the culture and

its timely dispatch to the dairies. After 1991, this work was transferred to TINE R&D, Vøll.

Towards the end of 1955, the installation of equipment for the new Research Dairy was complete. Research conducted by the Dairy Technology Section then increased its focus on cheese technology. Research Assistant (later Professor) Anne Henrik Strand became particularly engaged in all the various cheesemaking experiments. Several other cheese types were also thoroughly studied, including the technology for Norwegian Gouda-type cheese and Small Swiss cheese (42, 43, 44, 61, 62).

All of the experiments, on both Jarlsberg cheese and the other cheese types, were conducted as factorial experiments. The design of the experiments and the statistical treatment of the data from the results were done in close collaboration with assistant professor (later Professor of Dairy Economics and Food Industrial Economics) Gudmund Symist, and Research Assistant (later Professor of Food Technology) Kjell Steinholt.

The experimental design comprised four parallel cheesemakings each day. This could only be achieved with considerable work input and teamwork from qualified personnel. Many people, well-versed in practical cheesemaking and research work, took part in the research during

OLE MARTIN YSTGAARD (1910–1970), født i Sparbu. Eksamen artium 1931, Statens Meieriskole 1936, NTH 1939. Som lærer ved Statens Meieriskole i årene 1940–1951 gjennomførte han en rekkje studieopphold i inn- og utland av kortere og lengre varighet, avsluttet med graden Master of Science ved Iowa State University i 1950. Professor i meieribruk ved Norges landbrukshøgskole fra 1951. Her var han med på å planlegge og realisere det nye Meieristiftet, der han fikk muligheter til å utfolde sin store lidenskap og fagkunnskap både i forskning og undervisning. Ystgaard likte å forelese, og alle som har sittet ved hans kateber husker ham med taknemlighet. Han var høyt respektert innen meieriteknologi og var spesielt interessert i osteteknologi. I 1963 ble han tildelt Jon Sundbys Ærepris for sitt virke på yststesteknologiens område. På bakgrunn av sin store faglige kompetanse hadde Ystgaard en rekke tilsette og medlemskap i statlige og faglige utvalg, som forelesepanel som Norges representant i Det permanente råd ved Den internasjonale Ostekonvensjon.



to kinemlighet. Han var høyt respektert innen meieriteknologi og var spesielt interessert i osteteknologi. I 1963 ble han tildelt Jon Sundbys Ærepris for sitt virke på yststesteknologiens område. På bakgrunn av sin store faglige kompetanse hadde Ystgaard en rekke tilsette og medlemskap i statlige og faglige utvalg, som forelesepanel som Norges representant i Det permanente råd ved Den internasjonale Ostekonvensjon.

OLE MARTIN YSTGAARD (1910–1970), born in Sparbu. Exam Artium (GCE) 1931, Dairy College 1936, Agricultural University of Norway, Dairy Science and Technology, 1939. As a teacher at Dairy College from 1940–1951, he completed a number of short- and long-term studies both at home and abroad, and finished with a Master of Science degree at Iowa State University in 1950. Professor of Dairy Science and Technology at the Agricultural University of Norway from 1951. Here, he helped plan and realise the new Dairy Institute, where he had opportunities to develop his great wealth of ideas and expert knowledge in both research and teaching. Ystgaard enjoyed lecturing, and everyone who has listened to him remembers him with gratitude. He was highly respected in his field of dairy technology and was particularly interested in cheesetechnology. In 1963, he received Jon Sundby's special award for his work in cheesemaking. On the basis of his great expertise in his field, Ystgaard held a number of honorary posts and was a member of various government and expert committees, such as Norway's representative in the Permanent Council at the International Cheese Convention.

PER SAKSHAUG (1927–1992) Per Sakshaug trådte sine barneskole ved Odals meieri på Skarnes der hans far var bestyrer. Etter eksamen artium og Statens Meieriskole fulgte meieringeniør-studiet ved Norges landbrukshøgskole der han gikk ut i 1956. Før han så startet sin omfattende yrkeskarriere idet praktiske meieribruk var han ett år vitass. ved Meieriforskningsinstituttets avdeling for Meieriekonomi. Som disponent for Jærens Meieri, Bryne, var han også rektor på Meieriskolen samme sted i 5 år, men hadde sin lengste tilknytning

till Rogalandsmeleriet avd. Frue Meieri der han gikk av som direktør i 1992. Per Sakshaug var en markant personlighet med stor arbeidskraft. Som lærer var han en god pedagog. Han levde mye av sine medarbeidere, men mest av seg sjel. Systematisk og orden var egenskaper som særpreget Per Sakshaug.

PER SAKSHAUG (1927–1992). Per Sakshaug spent his childhood years at Odals Dairy at Skarnes,

where his father was Manager. After Exam Artium (GCE) and Dairy College, he studied Dairy Science and Technology at the Agricultural University of Norway, from where he graduated in 1956. Before starting his extensive career in practical dairying, he spent one year as Research Assistant at the Dairy Institute's Section for Dairy Economy. As Manager of Jæren Dairy in Bryne, he was also Headmaster at the Dairy College at the same place for five years, but had his longest association with Rogaland Dairy's Frue Dairy, where he retired as Director in 1992. Sakshaug was a prominent figure with a great capacity for work. As a teacher, he was a good educationalist. He demanded a lot of his fellow workers, but most of all, of himself. Systematics and order were qualities that characterised Per Sakshaug.



ERLING BRANDSÆTER (1921–1961), født i Haugsbygd. Etter realartium og Statens Meieriskole fulgte meieristudiet ved Norges landbrukshøgskole der han gikk ut i 1951 med påfølgende ansettelse som assistent, først ved Meieriforskningsinstituttets Avdeling for Meierikjemi og Bakteriologi, fra 1952 ved Avdeling for Meieriteknologi. Samtidig fikk Erling Brandsæter stipend fra Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd for å studere videre ved Iowa State University. Studiet her ble i 1955 avsluttet med en doktorgrad på en undersøkelse over proteolytiske enzymsystemer hos forskjellige melkesyrebakterier. Erling Brandsæter ble nå ansatt som Forsøksleder

ved Meieriforskningsinstituttets avdeling for Meieriteknologi, en stilling han hadde til han så altfor tidlig gikk bort i 1961. I denne stillingen gjorde han en stor innsats både som forsker og lærer. Han hadde en spesiell interesse for ystings tekniske spørsmål. Det var han som planla arbeidet med selekteringen av den propionsyre kulturen som anvendes til dagens Jarlsbergost, og han deltok aktivt i opplegget for de ystingsforsøkene som ble utført.

ERLING BRANDSÆTER (1921–1961), born in Haugsbygd. After Realartium (GCE, Natural Science curriculum) and Dairy College, he studied

Dairy Science and Technology at the Agricultural University of Norway, where he graduated in 1951 with subsequent employment as Research Assistant, first at Dairy Institute's Section for Dairy Chemistry and Bacteriology, and then from 1952 at the Section for Dairy Technology. At the same time, Erling Brandsæter received a scholarship from Norwegian Agricultural Scientific Research Council to study at Iowa State University. His studies were completed there in 1955 with a Doctoral Degree based on a study of proteolytic enzyme systems in different lactic acid bacteria. He was then employed as Research Manager at Dairy Institute's Section for Dairy Technology, a position he held until his untimely death in 1961. In this position, he made great contributions both as a scientist and teacher. Brandsæter was particularly interested in cheesemaking technology. He planned the work with the selection of the propionic acid culture that is used in today's Jarlsberg cheese, and actively participated in the project for the cheese experiments that were conducted.



TORLEIF KORVALD, født i Kongsberg 1925. Realartium 1946, Statens meieriskole 1950 med meieripraksis fra Kongsberg Melkeforsyning, Oppdal- og Sarpsborg meierier. Ansatt Svarstad Meieri 1951. Forskningsassistent ved Meieriforskningsinstituttets avdeling for meieriteknologi 1954–1958.

Som flerårig konsulent ved Norske Meieriers Salgsentral og Statskonsulent 1964–1965 har Korvald aktivt vært med på oppstart og utvikling av produksjonen av Jarlsbergost ved Norske meierier. Bestyrer

av Oppdal meieri, 1979–1992.

TORLEIF KORVALD, born in Kongsberg 1925. Realartium (GCE, Natural Science curriculum) 1946, Dairy College 1950 with dairy practice from Kongsberg Melkeforsyning, Oppdal and Sarpsborg Dairies. Employed by Svarstad Dairy 1951. Research Assistant at Dairy Institute's Section for Dairy Technology 1954–1958. As Consultant at Norwegian Dairies' Sales Association for many years and Government Consultant 1964–1965, Korvald actively participated in the start-up and development of production of Jarlsberg cheese at Norwegian Dairies. Manager of Oppdal Dairy, 1979–1992.

KJERSTINE LYSØ, født i Oppdal 1925. Udannet ved Ørlandet Meieriskole 1950. Meieriske ved Oppdal Meieri 1950–1954. Meieriske med laboratorieansvar ved Tønsberg Meieri 1954–1956. Hun var ansatt ved

Meieriforskningsinstituttets avdeling for meieriteknologi med blant annet ansvar for vedlikehold og ugentlig forsendelse av kulturer til alle Jarlsbergostmeieriene

i perioden 1956–1991.

KJERSTINE LYSØ, born in Oppdal 1925. Educated at Ørlandet Dairy College 1950. Dairy maid at Oppdal Dairy 1950–1954. Dairy maid with laboratory responsibility at Tønsberg Dairy 1954–1956. Employed at Dairy Institute's Section for Dairy Technology with responsibilities that included maintenance and timely and weekly dispatch of the culture for Jarlsberg cheese to all the dairies producing the cheese in the period 1956–1991.

ANNE HENRIK STRAND, født i Trondheim 1927. Realartium Trondheim Katedralskole 1946, Statens Meieriskole 1951, med praksis fra Verdal Meieri og Gausdal Ysteri. Ansatt ved Gausdal Ysteri 1952. Meierilinjens ved Norges landbruks-

høgskole 1955. Forskningsassistent ved Meieriforskningsinstituttets avdeling for meieriteknologi 1955–1963. Forsøksleder samme sted 1963–1972. Professor i mei-

eriteknologi 1972–1992.

ANNE HENRIK STRAND, born in Trondheim 1927. Realartium (GCE, Natural Science Curriculum), Trondheim Cathedral School 1946, Dairy College 1951, with practice from Verdal Dairy and Gausdal Cheese Factory. Employed at Gausdal Cheese Factory 1952. Graduated in Dairy Science and Technology at the Agricultural University of Norway 1955. Research Assistant at Dairy Institute's Section for Dairy Technology 1955–1963. Research Manager at the same place 1963–1972. Professor of Dairy Technology 1972–1992.

GUOMUND SYRRIST, født i Hedrum 11.08.1923. Artium 1943, Statens Meieriskole 1948, meierilinjens ved Norges landbruks- og skogskole 1952, cand. oec. on. UIO. 1956. Forskningsstipendier fra Norges Landbruksvitenskaplige Forsknings-

råd 1956–1962 med studieopphold i USA. Syrrist ble amanuensis ved NMLH 1963 og professor i Meierilæren omi 1966–1990. Forsøksdesign og statistisk bearbeiding av alle forskningsresultater ble utført i nært samarbeid med Syrrist.

GUOMUND SYRRIST, born in Hedrum 1923. Exam Artium (GCE) 1943, Dairy College 1948, Graduated in Dairy Science and Technology at the Agricultural University of Norway 1952, cand. oec. on. (Master of Economy) University of Oslo 1956. Research scholarships from Norwegian Agricultural Scientific Research Council. 1956–1962 with studies in the USA. Assistant Professor at Agricultural University of Norway 1963. Professor of Dairy Economics 1966–1990.

KJELL STEINSHOLT, født i Hedrum 1929. Realartium, Larvik 1948, Statens Meieriskole 1952, meierilinjens ved Norges landbruks høgskole 1956, M.Sc. ved University of Wisconsin 1959 og Lic. Agric. ved MLH 1960.

Forskningsassistent ved Meierilinstituttets avdeling for Meierikjemi 1956–1958, Høgskoleskipendiat 1958–1960. Ansatt som konsulent i Norske Iskemfabrikkers Landsforbund 1960–1961. Deretter ansatt som forskningsstipendiat ved Meierilinstituttets avdeling for Meieriteknologi til 1966. Professor i næringsmiddelteknologi 1982–1996.



Kjell Steinholt, born in Hedrum 1929. Realartium (GCE, Natural Science curriculum), Larvik 1948, Dairy College 1952, Dairy Science and Technology at the Agricultural University of Norway 1956, MSc at University of Wisconsin 1959 and Lic. Agric. at the Agricultural University of Norway 1960. Research Assistant at Dairy Institute's Section for Dairy Chemistry 1956–1958, University College Research Fellow 1958–1960. Employed as Consultant in Norske Iskemfabrikkers Landsforbund 1960–1961. Thereafter employed at the Dairy Institute's Section for Dairy Technology until 1966. Professor of Food Technology 1982–1996.

ALF SVENSEN, født i Tune 1930. Realartium 1949. Præfilant ved A/S Borregård 1949–1950. Diplomingen i kjemi fra tekniske høyskolen i Graz, Østerrike. Ansatt ved Meierilinstituttets avdeling for meieriteknologi 1958–1982.



Derav ni år som forskningsleder i Norske Meieriers Salgssentral med arbeidssted Meierilinstituttet. Arbeidsoppgavene har vært analytisk kjemi med hovedvekt på metodeutvikling og aromaforskning.

Alf Svensen, born in Tune, 1930. Realartium (GCE, Natural Science curriculum) 1949. Apprenticeship at A/S Borregård 1949–1950. Diploma Engineer in Chemistry from Technical University in Graz, Austria. Employed at the Dairy Institute's Section for Dairy Technology 1958–1982, of which nine years as Research Manager in Norwegian Dairies' Sales Association with place of employment at Dairy Institute. His tasks have been in analytical chemistry with emphasis on method development and aroma research.

WILLY AUSTEN, født i Vestby 1915. Etter realskole og meieripraksis gjennomgikk han meieristkurs ved Dalum Meieriskole i Danmark, 1935. Han var deretter ansatt som meierist ved flere meierier før han gjennomførte studiet til meierikandidat ved Norges landbrukshøgskole 1942.



Han var så assistent i ett år hos professor Støren ved Meierilaboratoriet og ansatt ved Meieriekonomisk Institutt fra 1943 til 1945. Bestyrer av Ås Aktiemeieri fra 1945 til dets avvikling i 1953, hvorefter han tok over som bestyrer av det nye Forsøksmeieriet ved MLH, 1953–1985.

Willy Austen, born in Vestby, 1915. After lower secondary school and dairy practice, he completed the Dairy Course at Dalum Dairy College in Denmark, 1935. He was thereafter employed as Dairyman at several dairies before completing his degree in Dairy Science and Technology at the Agricultural University of Norway in 1942. He then worked for one year as an assistant to Professor Støren at the Dairy Section, the Agricultural University of Norway, and employed at the Institute of Dairy Economy, same place from 1943 to 1945. Manager of Ås Aktiemeieri dairy from 1945 until it was closed in 1953, after which he took over as Manager of the new Research Dairy at the Agricultural University of Norway, 1953–1985.

this developmental period. Much of the practical work was carried out by research technicians Kjerstine Lysø, Hedvig Rød, Borghild Steinsland and Gerd N. Tufto. Klara Nordby, Jorid Engan Skei and Brita Nilsen also participated. From the scientific staff, Research Assistant Arne Henrik Strand, Research Fellow Kjell Steinsholt and Chemical Engineer (later Associate Professor) Alf Svensen took active part in the cheesemaking in the large research experiments for Jarlsberg cheese. Most of these people also contributed to the comprehensive chemical and microbiological analyses that were done in connection with the cheesemaking experiments and with the cheese during maturation.

These analyses included the use of recently developed chromatographic methods to identify some chemical components that are important for the taste and aroma of Jarlsberg. In the early days, this was done by researcher Vincent Abate, but was later taken over by Alf Svensen, who systematically modernized these methods and became an expert in gas chromatographic analysis.

The Research Dairy's pilot scale cheesemaking equipment was used for all the cheesemaking experiments, but as the technology developed, the production was scaled up to full technical scale, using 4,000 liters of milk each time. The Research

Dairy had several skilled personnel during the time that Jarlsberg cheese was developed. The Manager of the dairy, Willy Authen, systematically followed up the scaling up of the cheesemaking to cheese production in commercial scale. Great interest and enthusiasm was shown for the further development of the technology necessary for this scaling up, and technical managers William Bue, Einar Utne Ogre and Gunnar Petersen were active in this work. Experienced cheesemakers Roald Pedersen, Arne Mårum and Gunnar Reitås were responsible for the actual cheesemaking.

Good teamwork in the dairy was imperative for the fundamental research and practical side of the cheesemaking technology. Professor Ole Martin Ystgaard led this work, and was full of both conventional and unconventional ideas. The other dairy researchers then turned these original ideas into good research projects based on modern research principles. They were also able to make use of the latest in analysis and control methods, and had a qualified technical staff at their disposal, without whom none of this work would have been possible. The development of the practical cheesemaking technology in the Research Dairy made it possible to continue this work right up to the establishment of commercial production.

Gudmund Syrrist og forskningsstipendiat, senere professor i Næringsmiddelteknologi, Kjell Steinsholt.

Opplegget som ble fulgt, krevde at det ble ystet fire parallelle ystinger hver ystingsdag. Dette krevde stor arbeidsinnsats og godt samarbeid av kvalifisert personale.

Iløpet av utviklingsperioden deltok en rekke fagfolk med stor innsikt i praktisk ysting og i forsøksarbeid spesielt. Mye av det praktiske arbeidet ble i denne perioden utført av meierskene Kjerstine Lysø, Hedvig Rød, Borghild Steinsland og Gerd N. Tufto. I tillegg deltok Klara Nordby, Jorid Engan Skei og Brita Nilsen i arbeidet. Av vitenskapelig ansatte deltok særlig forskningsassistent Arne Henrik Strand, forskningsstipendiat Kjell Steinsholt og sivilingeniør, senere førstamanuensis, Alf Svensen aktivt under ystingen av de store forsøksseriene av Jarlsbergost. De fleste i dette teamet arbeidet også med relativt omfattende kjemiske og mikrobiologiske analyser i forbindelse med ystingene og forsøksproduktene.

Arbeidet omfattet også bruk av nyere kromatografiske metoder for påvisning av viktige kjemiske komponenter av betydning

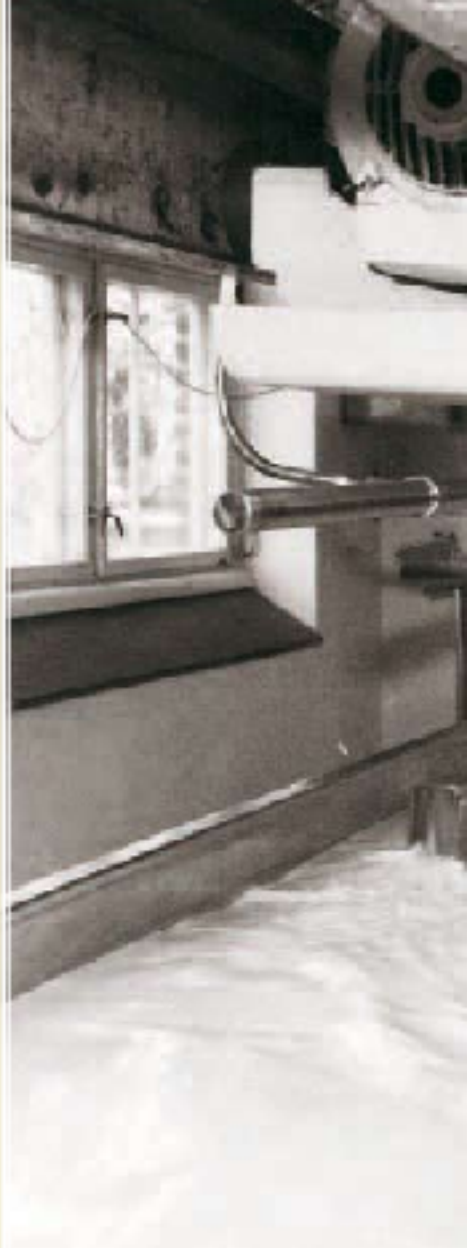
for Jarlsbergostens smak og aroma. Disse ble i den første tiden utført av forsker Vincent Abate. Etter hvert overtok sivilingeniør Alf Svensen. Han arbeidet systematisk med å modernisere analysemetodene ytterligere og ble ekspert på gaskromatografiske analysemetoder.

Forsøksmeieriets ysteri i halvteknisk skala ble benyttet til alle ystingene. Etter hvert som resultatene forelå og ystingsteknikken tok form, ble ystingen skalert opp til full teknisk skala. Det ble da gjennomført regulær praktisk ysting med 4 000 liter melk per gang. Forsøksmeieriet hadde flere dyktige fagpersoner ansatt i den perioden Jarlsbergosten var under utvikling. Personalet, under ledelse av meieribestyrer Willy Authen, hadde hele sin oppmerksomhet rettet mot en systematisk oppfølging i praktisk skala av de resultatene som ystingen i halvteknisk skala hadde gitt. Det ble utvist stor interesse og entusiasme for å tilrettelegge en praktisk produksjon av osten. Driftsassistentene William Bue, Einar Utne Ogre og Gunnar Petersen var aktive i forbindelse med den praktiske tilretteleggingen av teknologien. Dyktige ystere sto for den faglige kvalitetssikringen av arbeidene. I

denne perioden hadde Roald Pedersen, Arne Månum og Gunnar Reitås ansvaret for ystingen.

Arbeidet med det forskningsmessige grunnlaget og den mer praktiske tilretteleggingen av god ystingsteknikk var et utpreget teamarbeid. Den innovative og idérike professor Ole Martin Ystgaard tok ledelsen, men andre meieriforskere ved Meierilinstituttet tok tak i ideene og omsatte disse i gode forskningsarbeider designet etter helt moderne forskningsprinsipper. Disse var også i stand til å ta i bruk de nyeste av analyse- og kontrollmetodene. Forskerne hadde en kvalifisert teknisk stab til sin disposisjon. Uten denne ville ikke det omfattende arbeidet vært mulig å gjennomføre. Den praktiske tilretteleggingen av ystingsteknikken i Forsøksmeieriets produksjonsystemer gjorde det mulig å føre arbeidet helt frem til etablering av Jarlsbergostysting i det praktiske meieribruk i Norge.

UTVIKLING AV OSTENS TEKNOLOGI
DEVELOPMENT OF JARLSBERG CHEESE TECHNOLOGY



Etter hvert som resultatene forelå fra ystingene i halvt teknisk skala ble ystingene skalert opp til full teknisk skala i Forsøksmeieriets ystekar på 4000 liter. På bildet, professor Arne Henrik Strand.

When results from the semi-technical production developed the cheese making was scaled up to 4000 l of milk. Here the vat of 4000 l in the Research Dairy.



UTGANGSPUNKTET

Meieristudent, og senere meieri- og mejeribestyrer ved Jæren Meieri, og rektor ved Jæren Meieriskole, Per Sakshaug utførte høsten 1955 de ystingsforsøkene som dannet grunnlaget for hans hovedoppgave under avsluttende del av kandidatutdanningen som meieringeniør ved meieriavdelingen ved Norges landbruks-høgskole (32). Hovedoppgaven hadde tittelen «Propionsyrebakteriekultur som tilsetning til ystingssystem jøllika». Professor Ystgaard var veileder for oppgaven. Interessante resultater ble oppnådd, og av god kvalitet ble fremstilt i Forsøksmeieriets forsøksystem. Interessen for å arbeide videre med utviklingen av en storhullet Goudaost var vekket.

En Goudaost der kraftig hullsetning i ostens skyldtes propionsyrebakterier, var fra da av under utvikling under ledelse av professor Ystgaard. Dette arbeidet ledet frem til dagens Jarlsbergost. I tillegg til effekten på ostens hullsetning regnet en med at propionsyrebakterier (*Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii*) tilsatt i form av renkultur ville gi et interessant bidrag til smakutviklingen i Goudaost.

I det videre utviklingsarbeidet var det hele tiden viktig for Ystgaard å holde fast ved

ideen om å benytte Goudaostens ystings-teknikk. Dette forutsatte for eksempel at det utelukkende ble benyttet blandingskulturer av såkalte mesofile melkesyrebakterier i tillegg til propionsyrebakteriene. Disse melkesyrebakteriene kalles mesofile fordi de har sin optimale vekst ved temperaturer omkring 30 °C. Etter varmings temperaturen (den høyeste temperaturen oslemassen og mysa varmes opp til i ystekar) skulle tilsvarende relativt lave ettervarmings temperaturen som benyttes for Gouda. Slike temperaturer hemmer ikke de mesofile melkesyrebakteriene i deres omsetning av melkesukker og sitronsyre i melka. De skulle med andre ord sikres gode livsbetingelser gjennom den ystingsteknikken som ble valgt.

I redegjørelsen om utviklingen av ostens teknologi vil vi i hovedsak begrense oss til å omtale noen av de forsknings- og hovedoppgavearbeidene som ble utført ved Meieriinstituttet i en periode fra 1956 til 1965, da professor Ystgaard anså ostens som ferdig utviklet som egen ostetype. Redegjørelsen bygger således i hovedsak på arbeider som enten er publisert fra instituttet under utviklingsarbeidet eller er levert som avsluttende eksamenarbeid ved Norges landbruks-høg-

THE STARTING POINT

In the autumn of 1955, dairy science student Per Sakshaug (later Manager of Jæren Dairy and Headmaster of Jæren Dairy College), under the supervision of Professor Ystgaard, conducted cheesemaking experiments for his Masters Thesis, "Addition of propionibacteria culture to cheese milk", at the Agricultural University of Norway (32). Interesting results were obtained, and a good-quality cheese was produced using the Research Dairy's cheese vats. Interest was awakened to further the development of a Gouda with large eyes. From that point on, the development of a Gouda with large eyes resulting from propionibacteria metabolism was led by Professor Ystgaard, and it was this work that eventually led to today's Jarlsberg cheese. In addition to the effect on eye production, it was also expected that the addition of a pure culture of *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* would add an interesting taste to the cheese.

As the work progressed, Professor Ystgaard felt it was important to retain the Gouda technology. This meant, for example, that only mixed cultures of so-called mesophilic lactic acid bacteria were used in addition to the propionibacteria. These lactic acid bacteria are called mesophilic because their optimal growth temperature is around 30 °C. It was decided that the cheese cooking

temperature, that is, the highest temperature to which the cheese mass and whey is heated in the vat, was to be the same as the relatively low temperature used for Gouda. This low temperature does not inhibit the mesophilic lactic culture and its metabolism of lactose and citric acid in the milk. In other words, the necessary good growth of the starter bacteria should be guaranteed by using these conditions.

In the following description of the development of the cheese technology, we will limit ourselves to some of the research projects and Masters research work conducted at the Dairy Institute from 1956 to 1965, the year when Professor Ystgaard concluded that the cheese was fully developed as a new cheese type. Our description, therefore, builds largely on work published from the Institute during the development period or submitted as MSc theses at the Agricultural University. Later, several Masters Theses and other research reports were also written about Jarlsberg cheese or about the propionibacteria culture, but only a few of these will be mentioned.

THE FIRST CHEESEMAKING EXPERIMENTS THAT LED TO A NEW CHEESE

From about 1910, the most important cheese produced in Norway was the so-called large-eyed

skole. Også etter selve utviklingsperioden er det skrevet flere hovedfagsoppgaver og andre forskningsarbeider med Jarlsbergost, eller propionsyre-kulturen, som forsknings-tema. Bare et par av disse arbeidene vil bli omtalt.

DE FØRSTE YSTINGSFORSØKENE SOM LEDET TIL EN NY ØST

Fra omkring 1910 var såkalt storhullet Gouda ost den viktigste østetypen som ble ystet i Norge. Tidligere hadde man ystet en såkalt småhullet eller pipete variant av østen. I flere år før 1955 var det registrert et økende problem med å oppnå en god hullsetning og et tilstrekkelig antall store hull i norsk Goudaost.

I sin hovedoppgave tok Sakshaug i sin hypotese utgangspunkt i at man antagelig hadde hatt god bistand fra propionsyre-bakterier når det gjaldt hulldannelsen i den opprinnelige norske goudaosten. Propionsyre-bakterier er opprinnelig gjødselbakterier og vil således være en del av den normale mikrobiologiske floraen i fjøs. Når fjøs- og melkingshygiene ble gradvis bedre, antok Sakshaug at forekomsten av propionsyre-bakterier i melka ble redusert. Kombinert med

pasteurisering av all ystemelk kan dette ha ført til et minimalt antall propionsyre-bakterier i ystemelka.

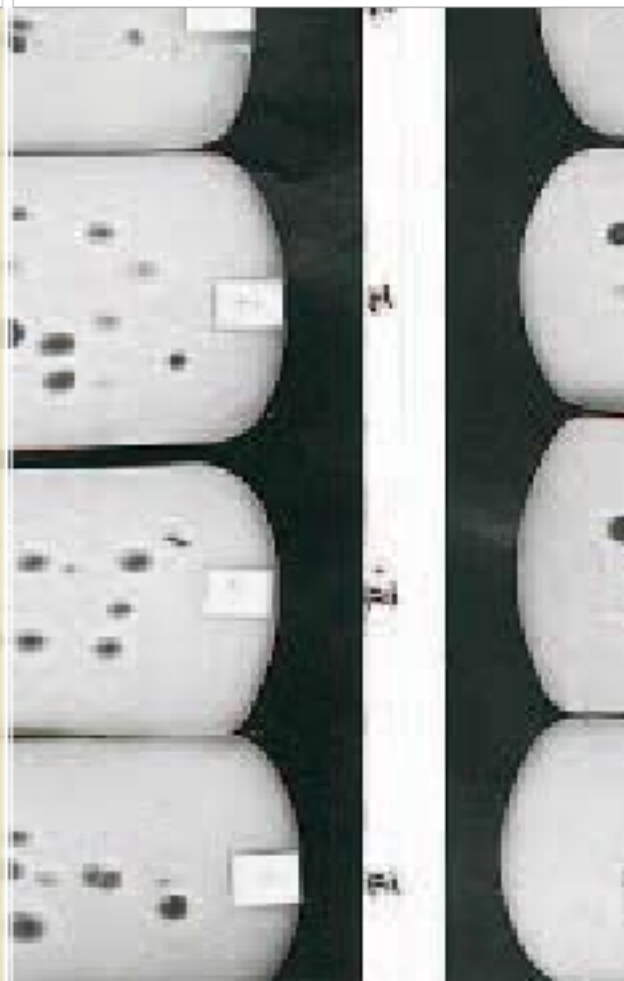
Den rike hullsetningen i øst av emmentaler-typen skyldes i hovedsak vekst av propionsyre-bakterier. Disse danner betydelige mengder karbondioksid (CO_2) ved omdanning av melkesyre som er dannet fra melkens melkesukker (laktose) av de andre melkesyre-bakteriene i østen. Propionsyre-bakteriene omdanner saltet av melkesyre (laktat), til propionsyre, eddiksyre og CO_2 . Sakshaugs hypotese ble derfor at om man ved ysting av Goudaost tilsatte renkulturer av propionsyre-bakterier til ystemelka etter pasteurisering av melka, burde hullsetningen i goudaosten bli bedre og mer lik den en var kjent med fra flere år tilbake.

Gjennomgang av tilgjengelig litteratur viste at mange forskningsgrupper, over ganske lang tid, hadde publisert arbeider der de hadde studert effekten av tilsetning av kulturer av propionsyre-bakterier til ystemelka ved ysting av Emmentalerost. Det kunne imidlertid ikke rapporteres om publikasjoner der de hadde tilsatt kulturer av propionsyre-bakterier til den pasteuriserte ystemelka ved ysting av Goudaost etter den ystings-teknikk

Figur 1.

Hullsetning og utseende av snittflaten av de første eksemplarene av Goudaost, ystet av melk tilsatt propionsyre-bakterier i tillegg til vanlig blandingskultur av mesofile melkesyre-bakterier (32).

Eye formation and appearance of the cut surface of the first examples of Gouda cheese made from milk added propionibacteria in addition to usual mesophilic lactic culture (32).





som var vanlig i Norge. Forskere ved Iowa State College (4) hadde rapportert om et utviklingsarbeid av en ostetype som fikk betegnelsen Iowa Swiss. Ystingsteknikken som ble rapport for denne osten, minner mye om en gouda osteteknologi, men deler av forsøksarbeidet benyttet ettervarmingstemperatur på 41,1°C. Dette er for høyt for Goudaost.

Hovedoppgavearbeidet til Sakshaug omfattet 24 ystekar à 400 liter melk, der den samme ystingsteknikken ble benyttet for alle karene. Fra hvert kar ble det formet 16 runde oster. Hver ost hadde en vekt på ca. 2,5 kg. Det vil føre for langt å gjennomgå hele ystingsteknikken her, men det er viktig å nevne at det ble benyttet en vanlig blandingskultur av mesofile melkesyrebakterier. Dette var den samme blandingskulturen av melkesyrebakterier som ble benyttet for smør- og osteproduksjon i Norge. Ettervarmingstemperaturen var på 37°C.

Det eksperimentelle opplegget omfattet tilsetning av en stamme av propionsyrebakterien *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* i tre forskjellige mengder i tre ystekar. Ystekarene ble også tilsatt én prosent av den mesofile blandingsyrekulturen av melkesyrebakterier. I det fjerde ystekaret ble

Gouda. Before that, a variant with very small eyes had been produced. However, for several years leading up to 1955, achieving sufficient numbers of large eyes in the cheese became an increasing problem.

In his Masters research, Sakshaug began with the hypothesis that in the original Norwegian Gouda cheese, propionibacteria were probably an important aid to achieving satisfactory eye formation. Propionibacteria are principally gut bacteria and would therefore be a part of the normal flora of the milking parlor. Sakshaug speculated that because parlor and milking hygiene had improved, the incidence of propionibacteria had been reduced. These factors, combined with pasteurization of the cheese milk, could have resulted in minimal amounts of propionibacteria in the cheese milk.

The formation of very large eyes in Emmentaler-type cheese is primarily due to propionibacteria which form large amounts of carbon dioxide (CO₂) by metabolizing the lactic acid that has been formed from lactose in the milk by the lactic acid starter bacteria in the cheese. Propionibacteria metabolize the salt of lactic acid (lactate) to propionic acid, acetic acid and CO₂. Sakshaug's hypothesis was that the eye formation in Gouda would be improved and more like that in cheese produced

earlier if a pure culture of propionibacteria was added to the cheese milk following pasteurization. A review of the literature showed that many research groups had previously studied the effect of adding propionibacteria to Emmentaler cheese milk. However, no reports could be found referring to the addition of propionibacteria to pasteurized cheese milk for Gouda production using the technology that was common in Norwegian dairies. Researchers at Iowa State College (4) had reported the development of a cheese they called Iowa Swiss. The technology used for this cheese was similar to that used for Gouda, but some of the research used a cooking temperature of 41.1°C, which is too high for Gouda.

Sakshaug's MSc research project comprised 24 cheese vats, each with 400 liters of milk. The same cheesemaking technology was used for all vats. Sixteen round cheeses were made from each vat, each weighing 2.5 kg. To detail the cheesemaking technology used would take too long, but it is important to mention that an ordinary mixed mesophilic culture of lactic acid bacteria was used, the same as is used for butter and cheese production in Norway. The cooking temperature was 37°C. The experimental setup involved the addition of a strain of *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* at three different levels to three cheese

det bare tilsatt én prosent av den aktuelle melkesyrebakteriekulturen. Ystingene ble utført parallelt og samtidig på en og samme dag, og det ble ystet av samme melk i alle fire karene. Dette forsøket ble gjentatt seks dager i perioden 4. september til 3. oktober 1955.

Den aktuelle stammen av *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* var tatt med til Meierilinstituttet fra Iowa State University av professor Ystgaard. Han hadde noen år tidligere utviklet et godt samarbeid med dr. F.E. Nelson under et studieopphold der. Nelson lot Ystgaard lå med seg den aktuelle kulturen som senere ble helt avgjørende for Jarlsbergostens egenskaper.

Etter pressing sto alle ostene i formene natten over. Halvparten av ostene (8) ble så overført til 20 prosent saltlake med 8–12°C og saltet i denne laken i to døgn. Den andre halvparten av ostene sto i formene i to døgn på salterommet før de ble tatt ut av formene og overført til saltlaken for salting i to døgn.

Ostene fra hvert av de 24 ystekarene ble fordelt på tre gjæringsbuer (svarm-lager/modningslager) med henholdsvis 16°C, 19°C og 22°C. Osten ble hele tiden vurdert

på gjæringsbu slik at den kunne overføres til ettermodningslager (kaldlager) med en gang den var ferdig. Antall dager på gjæringsbu varierte fra 12 til 26. Etter ca. tre måneder på kaldlager ble ostene analysert og bedømt sensorisk. Eksempler på hullsetning og utseende for øvrig for oster ystet i den første ystingsserien til Sakshaug er vist i figur 1.

Sakshaug understreker at hans materiale var for sparsomt til å trekke generelle konklusjoner om den effekten tilsetning av renkulturer av propionsyrebakterier hadde på hullsetningen i Goudaost. Han nøyde seg med å peke på noen tendenser i materialet:

- Det ble oppnådd ganske god hullsetning på kontrollosten. Utgangspunktet ble derfor ikke en tett Goudaost, slik som ofte var tilfelle ved norske ysterier på den tiden. De sensoriske resultatene fra bedømmelsen av ostene ga grunnlag for å hevde at tilsetning av *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* til ystemelke ga en svak bedring av forsøksostens kvalitet.
- Ost med midlere og lavest podemengde av propionsyrebakterier hadde en tendens til å ha bedre smak enn kontrollosten. Tilsetning av kultur av propionsyrebakterier ga

vats containing 1% of the mesophilic lactic culture. In a fourth vat, only the lactic culture was added. The cheeses were made on the same day and the same milk was used in each of the four vats. This experiment was repeated six times during the period September 4 to October 3, 1955.

The strain of *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* originally came from Iowa State University. Professor Ystgaard had developed a good collaboration with Dr. F.E. Nelson following a study trip to Iowa State. Nelson gave the culture to Professor Ystgaard, and it was later found to be crucial for Jarlsberg's special properties.

After pressing, the cheeses rested in the moulds overnight. Half of the cheeses (8) were then placed in 20% brine at 8–12°C and salted for two days. The remaining eight were left in the moulds for an additional two days and were then transferred to the brine and salted for two days. The cheeses from each of the 24 vats were divided between three warm Ripening Rooms (16°, 19°, and 22°C, respectively), and were continually assessed such that they could be transferred to cold storage as soon as they were ready. The number of necessary days in the Ripening Room varied from 12 to 26. After three months of cold storage, the cheeses were analyzed and organoleptically assessed. Examples of eye formation

and the general appearance of the cheeses made during Sakshaug's first cheesemaking series are shown in Figure 1.

Sakshaug emphasized that his research material was too small to draw general conclusions concerning the effect of adding the propionibacteria culture on eye formation, but he pointed out some tendencies in the results:

- The control cheese showed good eye formation. The produced Gouda was not without eyes, such as was often the problem in Norwegian dairies at that time. The results of the sensory assessment gave reason to maintain that the addition of *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* to the cheese milk made a slight improvement in the quality of the experimental cheese.
- Cheeses with the lowest and medium levels of propionibacteria generally tasted better than the control cheese. The addition of this culture had an clear effect on the concentrations of volatile organic acids in the mature cheese, but no measurable influence on the protein breakdown in the cheese. Volatile organic acids are considered important for cheese flavor.
- The variation in temperature in the Ripening Rooms within the range used in this



Bildet viser yster Bjarne Harang ved Elnessvågen som tar Gerber-prøver av fettinnholdet i ystemelke. Han var tidligere yster ved forsøksmeieriet.

Controlling the fat content of cheese milk with Gerber analysis.

Imidlertid klart utslag for mengden flyktige syrer i den modnede osten, mens slik tilsetning ikke hadde dokumentert innvirkning på proteinedbrytningen i osten. Flyktige syrer regnes å være av betydning for ostens smak og aroma.

- Resultatene viste også en bedre fordeling av hullene over hele ostens snittflate i oster som lå i formene i saltlake rommet i to døgn før de ble overført til saltlake, sammenlignet med hullfordelingen i oster som ble overført til saltlake etter ett døgn i formene. Den noe forsinkede saltingen ga også en svak tendens til sterkere proteinedbrytning og en noe større mengde flyktige syrer.
- En variasjon av temperaturen på gjæringsbu (modningslager) i det temperaturområdet som ble benyttet i forsøkene, hadde liten innvirkning på ostens generelle kvalitet, men det ble likevel fremholdt at det var en tendens til bedre tekstur og smak for ost som hadde ligget ved 19°C.

Sakshaugs kommentarer til den sensoriske bedømmelsen av ostene røper at det hadde vært en stor utfordring å samordne de tre autoriserte ostedommerne som bedømte osten. Ostenes sensoriske egenskaper avvok nemlig på flere områder relativt mye fra det

dommerne var vant til å bedømme. På den tiden var man vant til å kvalitetsvurdere Goudaost. I avsnittet om ostens bedømmelse heter det i Sakshaugs hovedoppgave at: *«Bortsett fra at ostens konsistens ble bedømt etter goudaostens normer, ble de andre egenskapene verdsatt som om osten var en ny type.»*

Når det gjaldt resultatene av den sensoriske bedømmelsen, uttrykte han: *«Forskjellen i smaks poeng er imidlertid forbausende små til tross for at det er stor forskjell i smaken på ost med og uten tilsetning. Det kan ikke forklares på annen måte enn at kontrollosten har blitt bedømt som vanlig goudaost, mens de andre har blitt bedømt som en egen type. Dette viser at vi ved ostebedømmelser får inn så mye subjektivt skjønn at det ikke har noen hensikt å bearbeide slikt materiale statistisk.»*

ARBEID MED PROPIONSYREKULTUREN

Selv om hovedoppgaven til Sakshaug bare kunne vise tendenser, var lagmiljøet ved Meier instituttet opptatt av å gå videre med forsøk med tilsetning av propionsyrekultur til ystemelke ved ysting av Goudaost. Man var opptatt av å studere de positive tendensene i det tilgjengelige materialet nærmere. Derfor ble et større og langvarig forskningsarbeid

Mikroskopering inngikk som fast rutinemessig kontroll av Propionsyre-kulturen. Ved mikroskopet, Arne Henrik Strand.

Checking the propionic culture in the Microscope was carried out as routine work.



research did not have a marked effect on the general quality of the cheese, although it was felt that the texture and taste were better in cheeses that had been stored at 19°C.

Sakshaug's comments on the sensory assessment disclose that coordination of the three authorized cheese graders had been a challenge. The cheese's sensory characteristics were different in several respects from the Gouda they were used to assessing. In the section on sensory assessment of the cheeses, Sakshaug wrote: *"The texture of the cheese was assessed according to the norms for Gouda cheese, but the other characteristics were judged as though the cheese were a new type."* Concerning the sensory results, he said: *"The differences in the scores for taste are, however, surprisingly small since there is a marked difference in the taste between cheeses with and without addition. This cannot be explained in any way other than that the control cheese has been judged as a Gouda cheese and the others have been judged as a different type. This shows that the cheese assessment was so subjective that it is pointless to statistically analyze the data."*

WORK WITH THE PROPIONIBACTERIUM CULTURE

Even though Sakshaug's research could only show tendencies, the staff at the Dairy Institute was

for å utvikle ystingsteknikken slik at det kunne bli en «nye» type ost, startet.

Parallelt med utviklingen av ystingsteknikken for den nye ostetypen, ble det viktig å sørge for best mulig vedlikeholdsbetingelser for den spesielle stammen av propionsyrebakterier som hadde vært benyttet av Sakshaug. En måtte anta at denne kulturen var viktig både for den gode hullsettingen og for den spesielle smaken som var oppnådd i ostene. Arbeidet med å optimalisere rutinene for fremstilling av kulturen i de mengder som ville være aktuelle i praktiske forsøksystinger og ved anvendelse i eventuell annen praktisk produksjon, ble derfor startet. Over en relativt lang periode ble det foretatt inngående studier av selve mikroorganismen, dens vekstbetingelser og morfologi. Dette arbeidet ble imidlertid ikke behandlet for videre publisering, men ble i større grad ansett som et nødvendig arbeid i laboratoriet for å oppnå størst mulig sikkerhet og stabilitet i de praktiske ystingene. De laboratoriemessige opptegnelsene fra dette arbeidet er ikke tilgjengelige i dag, men professor Strand, som er en av forfatterne av denne boken, deltok aktivt i

dette arbeidet. Arbeidet var i hovedsak tilrettelagt og ledet av forsøksleder i meieriteknologi, Erling Brandsæter.

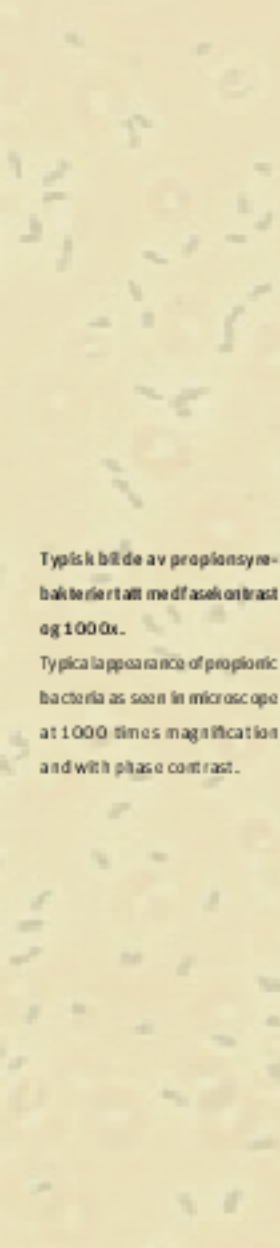
For å selektere de mest robuste variantene av den aktuelle stammen, dyrket forsøksleder Brandsæter kulturen på forskjellige substrater over lengre tid. Etter vanlig platespredning på forskjellige faste substrater, plukket han systematisk ut de største koloniene. Dette arbeidet resulterte blant annet i at man sto igjen med en kultur som var mer salttolerant enn den opprinnelige kulturen. Denne modifiserte kulturen er den samme som den som benyttes i dagens produksjon. Den hemmes ikke vesentlig av de saltkonsentrasjoner som forekommer i ostene. Propionsyrebakterier er generelt karakterisert ved en meget lav salttoleranse. En utvelgelsesstrategi med hensyn på økt salttoleranse var altså nødvendig for å komme frem til en godt egnet kultur av propionsyrebakterier for praktisk bruk i en ost av goudatypen.

Propionsyrebakterier defineres gjerne som mikroaerofile. De liker seg altså i miljøer der det er lite luft. Det var derfor nødvendig å etablere et mest mulig anaerobt miljø under oppdyrking av kultu-

ren. I tillegg til forskjellige arbeider med spredning på vanlige petriskåler, ble det også gjort forsøk med den såkalte «plastpose-metoden» (Pouch method). Denne metoden ble introdusert ved Meieriinstituttet av dr. Georg Reinbold fra Iowa State University under et gjesteforskeropphold ved instituttet.

Det var også meget viktig å undersøke om andre tilgjengelige typer og stammer av propionsyrebakterier kunne gi ost med de egenskapene en oppnådde med den stammen som var anvendt til nå. Mens dr. Reinbold oppholdt seg ved instituttet, ble det i samarbeid med ham gjennomført et større ystingsforsøk med en annen amerikansk propionsyrekultur enn den som var benyttet i hovedoppgavearbeidet til Sakshaug. Denne nye kulturen hadde en relativt svak CO_2 -produksjon. Resultatene var imidlertid ikke lovende, særlig fordi kulturen viste seg å gi en atypisk smak på ostene.

Ved Meieriinstituttets avdeling for kjemi, bakteriologi og konsummelkebehandling hadde man dyrket frem et antall isolater av propionsyrebakterier. Arne Henrik Strand gjennomførte derfor også



Typisk bilde av propionsyre-
bakterier tatt med fasekontrast
og 1000x.

Typical appearance of propionic
bacteria as seen in microscope
at 1000 times magnification
and with phase contrast.



enkelstående ystinger med kulturer basert på ti forskjellige av disse isolatene. Ingen av disse ystingene resulterte i oster med ønskelig, typisk smak og hullsetning. En fant det derfor mest interessant å fortsette utviklingsarbeidet med anvendelse av den samme propionsyrekulturen som hadde vært benyttet i Sakshaugs hovedoppgave, men med en mer salttolerant variant av denne kulturen.

Denne kulturen ble i mange år vedlikeholdt ved instituttets laboratorium og dyrket for bruk i praktiske ystinger. Forsøksmeieriet ved Meieriinstituttet fungerte helt til begynnelsen av 1990-årene som «kontrollysteri» for kulturen, i og med at det daglig ble ystet ett kar (4000 liter melk) med Jarlsbergost som et ledd i Forsøksmeieriets ordinære meieridrift. Disse ystingene ble fulgt nøye, særlig med hensyn på propionsyrekulturens funksjon og egenskaper, og var således et ledd i kvalitetssikring av Jarlsbergost produsert over hele landet. Instituttet holdt på med denne «kontrollproduksjonen» helt frem til juni 1993. Fordi TINE selv hadde overtatt ansvaret for kulturen, anså en at den praktiske ystingen av Jarlsbergost ved Forsøksmeieriet ikke lenger var nødvendig.

STUDIER AV YSTINGSTEKNISKE FAKTO- RERS BETYDNING FOR ØSTEKVALITETEN

I løpet av de om lag ti årene som Ystgaard selv regnet som perioden for utvikling av Jarlsbergost som egen ostetype, ble det gjennomført en serie ystingsforsøk. Ikke alle disse ble nedtegnet med sikte på publisering. Det foreligger imidlertid ubehandlede opp-tegninger fra alle fall åtte forskjellige forsøk fra høsten 1957 til juni 1958. Disse studiene hadde som målsetning å utvikle en optimal ystingsteknikk for osten. Forsøkene omfattet blant annet undersøkelser av tilsetning av salt og nitrat til systemelka, et tennering og ettervarming av osten i ystekaret, studier av lagringstemperaturer og bruk av såkalt mellomlagring og kjølelagring av osten før vasking. I tillegg ble det utført hovedoppgaver og andre studier. Enkelte av arbeidene omtales i senere avsnitt.

Det utviklet seg etter hvert en oppfatning om at det ikke ville være god politikk å publisere for mye fra utviklingsarbeidet av en ny ostetype. Slik publisering ville utlevere for mange detaljer i en produksjonsteknologi som det kunne være av interesse for norsk meieriindustri å hemmeligholde for mulige konkurrenter. Nedenfor vil en derfor

determined to continue studying the addition of propionibacteria to Gouda cheese in greater depth. Thus, a more extensive research project was initiated, focused on developing the cheese-making technology in order to produce a "new" cheese type.

At the same time as the technology was being developed, it was also important to look into the best conditions for maintaining the propionibacteria culture Sakshaug had used. It was assumed that this particular culture was responsible for the good eye formation and the individual taste in the experimental cheeses. Research was begun to optimize the routines for culture production in the volumes that would be necessary for both the research cheese development and also potentially in commercial production. In-depth studies of the microorganism, including growth conditions and morphology, were conducted. However, this work was not published as it was simply regarded as laboratory work aimed at achieving the necessary greatest possible stability in the full-scale cheesemaking. The laboratory data from this work is not available today, but Professor Strand, one of the authors of this book, participated actively in this work. The work was largely organized and led by associate professor in Dairy Technology, Erling Brandsæter.

In order to select robust variants of the strain, Brandsæter cultivated the strain on various agar substrates and systematically selected the largest colonies that developed. This work resulted in the selection of a culture that was more salt-tolerant than the original culture. The modified culture so obtained is the same as is used in today's production, and is not particularly inhibited by the salt concentrations found in cheese. This selection strategy, aimed at increasing salt tolerance, was necessary to produce a culture of propionibacteria suitable for adding to a Gouda-type cheese.

Propionibacteria are microaerophilic and therefore thrive in an atmosphere with less oxygen than in air. For cultivation of the culture, it was therefore necessary to establish an environment that was as anaerobic as possible. In addition to the usual work of plating out on ordinary Petri dishes, various methods were introduced to the Dairy Institute by visiting Researcher Dr. Georg Reinhold from Iowa State University.

It was also important to investigate whether other strains of propionibacteria could produce cheese with the same characteristics. While visiting the Institute, Dr. Reinhold collaborated in cheesemaking experiments using another strain of propionibacteria from America. This new

culture had a comparatively weak CO₂ production. However, the results were not promising as the cheese produced using this culture had an atypical taste.

A number of strains of propionibacteria had been isolated in the Dairy Institute's Section for Chemistry, Bacteriology and Market Milk Technology. Arne Henrik Strand conducted single cheesemaking experiments using ten of these isolates, but none of them resulted in a cheese with a desirable typical taste and eye formation. It was therefore decided that the development research should continue using the strain Sakshaug had used in his MSc research, but a more salt-tolerant variant was selected. This propionibacteria culture was maintained at the Institute's laboratories for many years and propagated for use in commercial cheesemaking. The Research Dairy at the Institute functioned as a "control dairy" for the culture up until the 1990s because one vat of Jarlsberg cheese (4,000 liters of milk) was produced daily in the dairy. This cheese production was closely followed, particularly regarding the propionibacteria culture's function and properties, and in this way acted as a quality assurance for Jarlsberg cheese production in the whole of Norway. The Institute continued with these "control productions" until June 1993, by

bare omtale noen eksempler på hvordan man rent forskningsmessig gikk frem ved utviklingen av østen, og bare vise til forsøk som ble publisert. Men først er det behov for en liten introduksjon til planleggingen av de forskjellige forsøkene som utgjorde selve utviklingsarbeidet for Järlsberg østen.

FOR SØKSPLANER

Forsøkene som ble gjennomført for å etablere en best mulig ystingsteknikk for fremstilling av Järlsberg øst, foregikk i en periode da forsøksplanlegging, statistisk bearbeiding av data og ikke minst de regnelekniske metodene var i støpeskjeen. Riktignok var de statistiske teoriene vel etablert langt tidligere. Noen av teoriene var faktisk behandlet av amerikanerne som topp hemmelige under andre verdenskrig. På 1950-tallet ble det imidlertid publisert en rekke gode lærebøker som gjorde statistikken tilgjengelig også for forskere uten spesiell matematisk bakgrunn. Lærebøker som *Experimental Design. Theory and Application* av Federer (30), *Statistical Methods* av Snedecor (36) og *Experimental Design* av Cochran & Cox (9) var eksempler på lærebøker som gjorde matematisk statistikk og forsøksplanlegging tilgjengelig på en ny



Forsøksleder Erling Brandsaeter, til venstre, i faglig samtale med kjemiker Vincent Abate. Left, Associate Professor Erling Brandsaeter in professional communication with Chemical Engineer Vincent Abate.

måte. Disse ble benyttet som oppslagsverk ved planleggingen av forsøk ved Meieriinstituttet sist i 1950- og i 1960-årene.

Ved Norges landbruks-høgskole var spesielt to personer sterkt involvert i den metodiske utviklingen innen matematisk statistikk og forsøksplanlegging, nemlig professorene Per Ottestad og Øyvind Nissen. Ottestad var professor i matematiske fag. Han la særlig vekt på at forsøksdata ble behandlet på en mest mulig matematisk korrekt måte. Professor Nissen, som i utgangspunktet var professor i plantefag, var kanskje mer praktisk orientert enn Ottestad. Han utarbeidet blant annet tillegninger innen statistiske metoder som resulterte i nye programpakker for statistisk analyse. To av hans internasjonalt mest kjente programmer var FDB-pro og M-stat. Både Ottestad og Nissen deltok med verdifulle råd i forbindelse med de forholdsvis store ystingsforsøkene som ble utført ved Meieriinstituttet i denne perioden.

Parallelt med arbeidene for å videreutvikle statistiske metoder og forsøksplanlegging i henhold til ny kunnskap om bruk av de statistiske metodene, fant det sted en rivende utvikling i selve regneteknikken. Denne utviklingen gjorde det etter hvert mulig

å behandle store datamengder på en relativt rask måte. Utviklingen skjedde først innenfor den mekaniske regneteknikken med mer avanserte manuelle regnemaskiner, men etter hvert tok den elektroniske behandlingen av data over.

Ved Meieriinstituttet ble det i denne perioden laget et program for variansanalyse i programmeringsspråket Fortran II. Programmet ble laget for en ganske enorm hullkortmaskin som ble disponert av professoren i husdyravl, professor Harald Skjervold. Ved bruk av dette programmet og den tilgjengelige regnemaskinen kunne tidsforbruket for å beregne nødvendige kvadratsummer for opptil fem variable forkortes betydelig.

En rekke store ystingsforsøk som ble utført i første halvdel av 1960-tallet, hadde som hovedmålsetning å studere effekten av flere ystings tekniske faktorer på kvaliteten av ost med hullsetning. Alle disse arbeidene fulgte omtrent samme type forsøksopplegg, basert på den kompetanse som var bygget opp ved Norges landbruks-høgskole og Meieriinstituttet når det gjaldt forsøksplanlegging og statistisk behandling av data fra flerfaktorielles forsøk. Disse arbeidene er publisert som meldinger fra Meieriinstituttet.

Fire av studiene omhandlet ysting av ost av Gouda typen, og ett av arbeidene tok for seg ystings teknikken for ost av Sveits ost typen ystet av pasteurisert melk.

Det var tidlig klart at Jarlsberg ostens kvalitets egenskaper ville være avhengig av hvor godt en lyktes i å styre propionsyre gjæringen under ostens modning. En god forståelse og styring av de ystingstekniske faktorene som kunne bidra til å regulere denne gjæringen, måtte derfor stå i sentrum for forskningen. Fordi propionsyrebakteriene som gruppe er ømfintlige for salt og syre, var det for eksempel viktig å kunne regulere ostens saltinnhold, vanninnhold og surhetsgrad innen de nivåer som var nødvendige for en god propionsyregjæring. I et større ystingsforsøk undersøkte en derfor hvordan vann tilsetning til mysa regnet i prosent av ystemelk, salt tilsetning i mysa regnet som g/100 liter ystemelk, og tilsetning av nitrattil ystemelk regnet som g/100 liter ystemelk, påvirket propionsyregjæringen og derved ostens kvalitets egenskaper. De tre forsøksfaktorene ble variert i fire nivåer. Dette ga 64 kombinasjoner som ble ystet i tilfeldig rekkefølge. Hver ysting i kar med 400 liter ystemelk ga fire oster på ca. 10 kg. Disse fire ostene ble lakesaltet

i forskjellig tid. Antall døgn i saltlake var derfor en såkalt sub-plot-faktor etter terminologi fra jordbruksforskningen (36).

Resultatene fra dette arbeidet er publisert i et minneskrift for professor Ystgaard. Skriftet er basert på opptegnelser Ystgaard hadde gjort med sikte på videre bearbeiding for publisering. Han døde imidlertid før dette arbeidet var kommet i gang. Skriftet er trykket i 200 eksemplarer og distribuert til nære forbindelser til og venner av Ystgaard. I neste avsnitt vil vi derfor bare foreta en begrenset redegjørelse for det arbeidet som er beskrevet i dette skriftet. Det er likevel riktig å bruke dette som eksempel på hvordan man arbeidet med ostens utvikling. En statistisk orientert publikasjon basert på materialet fra det samme ystingsforsøket er publisert (41). Dette arbeidet omfatter en statistisk analyse av 256 oster fra det faktorforsøket som er omtalt ovenfor.

Et eksempel på variansanalyse benyttet i dette forsøket er vist i tabell 1. I tabellen er forsøksfaktorenes innvirkning på kvalitetspoengene fra fire dommeres vurdering av ostens "helhetsinntrykk" vist.

Tabell 1: Beregning av innvirkningen av nitrattilsetning til mysa, vann tilsetning til mysa, salttilsetning til mysa og tid i saltlake på sensorisk bedømt helhetsinntrykk av kvaliteten av jærbergost. (Basert på materiale fra 41, 63)

Table 1. Calculation of the effect of whey dilution, nitrate and salt addition to the cheese whey and brining time upon the general sensory quality of Jærberg cheese. (Based on data from 41, 63)

VARIASJONSÅRSÅK Source of Variation	FRIDHETSGRADER Degrees of freedom	MEDELKVADRAT Mean Square	F	P
Nitrat (N)/Nitrate	3	7,43	4,5	0,01
Vann til mysa (V)/Dilution of the whey with water	3	22,92	13,89	<0,01
Salt til mysa (S)/Salt added to the whey	3	0,45	0,27	0,85
N*V	9	3,62	2,19	0,06
N*S	9	0,93	0,65	0,76
V*S	9	2,07	1,25	0,76
N*V*S (Feil I/ Error I)	27	1,65		0,31
Tid i saltlake (T)/Brining time	3	6,36	30,66	<0,01
N*T	9	0,27	1,23	0,29
V*T	9	1,68	1,66	<0,01
S*T	9	0,16	0,64	0,76
N*V*T	27	0,23	1,05	0,42
N*S*T	27	0,26	1,09	0,37
V*S*T	27	0,32	1,45	0,1
N*V*S*T (Feil III/ Error III)	81	0,22		

Tabellen viser at nitrattilsetning og tilsetning av vann i mysa var av stor betydning for ostens hovedpoeng eller helhetsinntrykk. Hvor lenge ostene lå i saltlake, hadde også innvirkning. Ut fra tabellen kan man lese at det var et signifikant samspill mellom tid i saltlake og vann tilsetningen til mysa. Dette betyr at den innvirkningen som tiden i saltlake hadde på desensoriske poengene som ble gitt ut fra dommeres helhetsinntrykk av ostene, var avhengig av hvor mye vann som varsatt til mysa under ystingen.

I den statistiske behandlingen av data brukte en middelkvadratet for tre og firefaktors samspillene som estimat for feilvariansen. Videre ble signifikante effekter spaltet i lineære, kvadratiske og kubiske komponenter. Disse ble deretter testet for signifikans. På grunn av de mange F-verdiene som var beregnet med samme estimat av feilvariansen, ble Ottestads metode for korrigering av F-verdiene benyttet (28). Den statistiske behandlingen av forsøksresultatene omfattet også regresjonsanalyser hvor alle signifikante effekter med 5 prosent forkastingsnivå ble tatt med som forklaringsvariabler. Denne relativt omfattende bruk av matematisk statistikk i behandlingen og



Det gamle meieriet ved Moen-
ges landbruks-høgskole fra
1900. Det gamle meieriet er
nå meierimuseum. Taket av
det nye Meieriinstituttet med
Forsøksmeieri i forgrunnen.
Bildet er fra 1953.

The old dairy at the Agricul-
tural University of Norway from
1900. The old dairy is now a
Dairy Museum. The roof of the
new Dairy Institute and Reso-
arch Dairy in front. The picture
is taken around 1953.





Brukskulturen av propionsyre-
bakterier tilsettes ystetanken
ved Elnessvågen Meieri 2002. På
bildet Inger-Anne Smevoll.
Starter culture of propionibacto-
ria is poured into the cheese vat
at Elnessvågen Dairy 2000.

tolkingen av forsøksdataene, gjorde det mulig å optimalisere fremstillings teknikken for Jarlsbergost på en rasjonell måte. Metoden gjorde det også mulig å forstå faktorenes innvirkning på ostens kvalitet på en bedre måte enn ved tidligere ystingsforsøk.

NOEN RESULTATER FRA YSTINGSFORSØKENE

Det tas utgangspunkt i det ystingsforsøket som er omtalt ovenfor, og som ble gjennomført i 1961. Dette studiet omfattet 64 ystekar og analyser av 256 oster fra disse ystekarene. Som nevnt ovenfor var mengden nitrattilsetning i systemelka, vannfortynningen av mysa og mengden salt tilsatt i mysa hovedfaktorer, og tid i saltlake var en såkalt «sub-plot»-faktor i forsøksopplegget. Alle faktorene ble variert i fire nivåer.

Resultatene som danner grunnlaget for de statistiske beregningene som er nevnt ovenfor, kom etter analyse av følgende parametere:

I. Analyse av myse og fersk ost

- $^{\circ}\text{SH}$ i mysa (tiltrørt surhetsgrad)
- pH i fersk ost
- Kg fersk ost per 100 l melk

II. Analyser av moden ost

- pH i ost
- % vann i ostem
- % salt i ostem
- % salt i ostens vann
- % løselig nitrogen av totalt nitrogen
- % amino-nitrogen av totalt nitrogen
- Totalt innhold av flyktige syrer (ml 0,1 N/200 g ost)
- Eddiksyreinnhold (ml 0,1 N/200 g ost)
- Propionsyreinnhold (ml 0,1 N/200 g ost)
- Smørsyreinnhold (ml 0,1 N/200 g ost)
- Ostens diameter (cm)
- Sensorisk bedømmelse
 - Helhetsspoeng (skala 1–15)
 - Hullsetning (skala 1–15)
 - Antall hull (skala 1–5)
 - Hullenes størrelse (skala 1–5)
 - Sprekker (skala 1–5)
 - Konsistens (skala 1–15)
 - Lukt og smak (skala 1–15)

De mange sensoriske kriteriene ble forklart med forsøksfaktorene og de forskjellige analysene. Noen av resultatene fra analyse materialet omtales nedenfor som eksempler på hvordan resultatene fra et slikt materiale kunne gi informasjon om ostens kvalitetssegenskaper og om optimalisering av ostens fremstillings teknologi.

which time TIME had taken over responsibility for production of the culture and the production of Jarlsberg cheese in the Research Dairy was therefore deemed no longer necessary.

STUDIES OF THE TECHNOLOGICAL FACTORS IMPORTANT FOR THE QUALITY OF JARLSBERG CHEESE

During the ten years Ystgaard considered was the period it took to develop Jarlsberg cheese as a specific cheese type, a series of cheesemaking experiments were conducted. Not all of these were recorded with publication in mind, but laboratory records are available from at least eight experiments that took place between the autumn of 1957 and June 1958. This research aimed at discovering the optimum cheesemaking technology for Jarlsberg cheese. The experiments included the addition of salt and nitrate to the cheese milk, stirring and heating (cooking) of the cheese in the vat, various storage and ripening temperatures and the use of intermediate and refrigerated storage of the cheese before waxing. In addition, this topic was studied in several MSc research theses and other research projects. Some of these will be described in later chapters.

It gradually became obvious that it would be strategically unwise to publish too much of the work on the development of this new cheese

type. Too many technological details would be made available, and it would be in the interests of the Norwegian dairy industry to keep these details secret from possible competition. For this reason, only some examples of how the pure developmental research was conducted will be described here and only published reports will be cited. First, a short introduction to the planning of the various experiments that comprised the actual developmental research of Jarlsberg cheese is needed.

THE DESIGN OF THE EXPERIMENTS

The research experiments that were conducted to establish the optimum cheesemaking technology for Jarlsberg cheese took place at a time when experimental design, statistical data treatment and, not least, the technical equipment for doing the calculations were just developing. Of course, the statistical theories were established much earlier, and some of these theories were in fact treated as "Top Secret" by the Americans during World War II. During the 1950s, however, several good statistical textbooks were published that made statistics accessible to researchers who did not have much of a mathematical background. Books such as *Experimental design. Theory and application* by Federer (10), *Statistical Methods* by Snedecor

Den titrerte surhetsgraden, uttrykt som $^{\circ}\text{SH}$, som ble registrert i mysa ved ystingens slutt, viste seg å være meget viktig for ostens forskjellige kvalitetsegenskaper som konsistens, hullsetning, lukt og smak, samt for helhetsinntrykket av ostens kvalitet. Det ble derimot ikke funnet at pH i fersk ost ga noen tilfredsstillende forklaring av variasjoner i kvaliteten av oster fra de forskjellige ystingene. Resultatene fra dette arbeidet viste derfor at $^{\circ}\text{SH}$ i mysa ved ystingens slutt var viktigere enn pH i fersk ost som indikator for den ferdige ostens kvalitet.

LITT OM DE ENKELTE FOR SØKSFAKTORENE

Forsøksdesignet omfattet ysting uten tilsetning av nitrattil systemelka og ysting av melk tilsatt nitrattil tre nivåer. Nitrattilsetning til systemelka er et alminneliggjentystingsteknisk hjelpemiddel for å unngå utvikling av smørsyregjæring i osten. Smørsyregjæring i ost forårsakes av vekst av anaerobe sporedannende bakterier av slekten *Clostridium*, de såkalte smørsyrebakteriene. Av disse er *Clostridium tyrobutyricum* den vanligste i ost. Vekst av slike bakterier i osten vil kunne gjøre osten totalt uspiselig, særlig ved at det

dannes store mengder smørsyre. Dessuten vil det oppstå en meget kraftig utvikling av hydrogengass som vil ødelegge ostens struktur. Denne gassen er uoppløselig i ostens vann og gir derfor store og uregelmessige hull og sprekker. Effekten av tilsetning av nitrattil systemelka var avhengig av forekomsten av smørsyrebakterier i melka og smørsyrebakterienes mulighet for å utvikle seg i osten.

Som nevnt omfattet forsøket også faktoren vannfortynning av mysa. Dette er en alminneliggjentystingsteknisk faktor som bidrar til å redusere mengden laktose i den ferske osten. Vannfortynning foregår ved at en bestemt mengde av den mysa som er frigjort fra løpekoagellet etter skjæring og en viss røring, fjernes fra ystekarret. Deretter tilsettes vann til ystekarret, gjerne i samme mengde som den mysemengden som ble fjernet. På denne måten fortynnes mysas komponenter.

Laktose er den komponenten det er mest av i myse. En vannfortynning av mysa fører altså til at ysteren kan regulere innholdet av laktose i ostekornene. Laktosen er kil-den til dannelsen av melkesyre ved hjelp av melkesyrebakterier som tilsettes melka i form av såkalt syrekultur. En regulering av

(36) and *Experimental Design* by Cochran and Cox (9) were examples of statistical textbooks that opened up this field. These books were used as reference books for planning the research at the Dairy Institute in the 1950s and 1960s.

At the Agricultural University of Norway, two people who were particularly involved in the development of statistical mathematics and experimental design were Professors Per Ottestad and Øyvind Nissen. Ottestad was Professor of Mathematics and was particularly concerned that experimental data be treated in a way that was as mathematically correct as possible. Professor Nissen, who was Professor of Horticulture, was perhaps more practically orientated than Ottestad. His modification of certain statistical methods resulted in new statistical programs, including the internationally known FDB-pro and M-stat. Both Ottestad and Nissen made valuable contributions to the design of the relatively large cheesemaking experiments at the Dairy Institute.

At the same time as statistical and experimental design methods were being developed, there was an enormous development in the technology for performing the necessary calculations and large amounts of data could now be analyzed relatively quickly. The advance was first mechanical, as more advanced manual calculators were





ostemassens laktoseinnhold ved vannfortynning er derfor det samme som en regulering av ostens surhet, målt som pH. Den ferske ostens surheter avgjørende for utviklingen av ostens kvalitetsegenskaper, som smak og konsistens. De mikrobiologiske og biokjemiske prosessene som skal finne sted under ostens modning, gir ostens smak, konsistens og hullsetning (ide ostersom skal ha hullsetning). Disse prosessene vil i stor grad påvirkes av den ferske ostens pH.

Vannfortynning av mysa ble tatt i bruk i Norge i 1930-årene som et praktisk hjelpemiddel til å regulere ostens innhold av laktose og melkesyre. Frem til da hadde laktoseinnholdet og pH i ost blitt avgjort av den mysemengde som ble innesluttet i ost. Dersom ostene ikke skulle bli for sure, måtte det være lite myse innesluttet i ostemassen. Det vil si at ostene måtte ystes faste, altså med et relativt høyt tørrstoffinnhold. Dette tørrstoffinnholdet kunne man oppnå ved å benytte en såkalt ettervarming av ostemassen mens ostens fremdeles var fordelt i mysa i ystekar. Emmentalerost er typisk eksempel på ost som ystes med en høy ettervarmings temperatur i ystekar. Det vil si at mot slutten av røperioden settes

temperaturen så mye opp at man får ut mer myse fra de enkelte ostekorn. Ostekornas evne til å holde på mysa, eller ostekornas evne til å trekke seg sammen og avgimyse, er nemlig temperaturavhengig. Høy temperatur gir mindre myse i ostekorna. Mindre myse i ostekorna gir fastere ost.

Tilsetningen av vann gjør det mulig å regulere ostens surhet uten samtidig å endre ostens vanninnhold. En slik teknologi åpnet altså muligheten for å yste ost med mindre tørrstoff og smidigere konsistens, slik vi er vant med i dag, uten at ost ble for sur. I for sur ost går de ønskede mikrobiologiske og biokjemiske omsetningene av både restlaktosen, proteinet og fett til mye langsommere, og kan til og med nesten helt utebli. Slike omsetningsprosesser er avgjørende for å få frem de forskjellige ostetyperes karakteristiske egenskaper. For Jarlsbergost gjelder dette i særlig grad den ønskede omdanningen av melkesyre til propionsyre, eddiksyre og karbondioksid. Propionsyrebakteriene som tilsettes ystemelka, står ansvarlig for denne omdanningen av melkesyre. Ystgaard publiserte en artikkel i 1969 der han sammenlignet effekten av vanntilsetning til mysa som ystings teknisk

developed, and later data could be analyzed electronically. During this period, a program for variance analysis was written in Fortran II at the Dairy Institute. The program was designed for the enormous card-punch machine used by Professor of Animal Husbandry, Harald Siljervold. Using this program and the available calculator equipment, it was possible to considerably shorten the length of time necessary to calculate the sum of squares for up to five variables. A number of the cheesemaking experiments that were conducted in the first half of the 1960s were designed to study the effect of several cheesemaking factors on the quality of cheese with eyes.

All of these experiments used the same design concepts and were based on the new expertise in experimental design and data analysis of multivariate experiments at the Agricultural University of Norway and the Dairy Institute. The work is published as reports from the Dairy Institute: Four of the reports concern the making of Gouda-type cheese, and one describes the technology of making Swiss-type cheese from pasteurized milk.

It quickly became obvious that the quality of Jarlsberg cheese was dependent on how well the metabolism of the propionibacteria culture was controlled during the cheese ripening. It was therefore important to gain an understanding of how this

could be regulated by technological factors during cheesemaking. Propionibacteria are sensitive to both salt and acid, and thus regulation of the salt, water and acidity levels in the cheese would optimize the desired propionic acid metabolism. In a large cheesemaking experiment, the effect of the following factors on propionic acid fermentation, and thereby cheese quality, were studied: dilution of whey with water calculated as a percentage of the cheese milk volume; a addition of salt to whey calculated in g/100 liters of cheese milk; a addition of nitrate to the cheese milk calculated as g/100 liters of cheese milk. Four levels of each of the three experimental variables were used, resulting in 64 combinations. The cheeses were made in random order. Four cheeses weighing about 10 kg were obtained from each vat containing 400 liters of milk. These were then brine salted for different lengths of time. The number of days in brine was therefore a sub-plot factor, a terminology used in agricultural research (36).

Results from this research were published in a memorial volume for Professor Ystgaard based on some of his writings which were not published due to his untimely death. Two hundred examples of the manuscript were printed and sent to close colleagues and friends of Ystgaard. In the following paragraph, a short summary of the work

described in this manuscript will be provided. It is, however, important to use this work to illustrate how the cheese was developed. A more statistically oriented publication of this work comprises a statistical analysis of 256 cheeses produced in the factorial experiment outlined above (41).

An example of the use of Analysis of Variance in this experiment is shown in Table 1. The Table shows the effect of the experimental design factors on the scores given by four judges when assessing the general quality of the cheese. The table shows that the addition of nitrate, whey dilution and brining time had a significant effect on the general quality of the cheese. It can also be seen from the Table that there is a significant interaction between brining time and whey dilution. This means that the effect that brining time had on the score for general quality given by the judges was dependent on the degree of whey dilution during cheesemaking.

In the statistical data analysis, Mean Squares of the three and four factors interactions were used as an estimate for the error variance. Further, significant effects were divided into linear, quadratic and cubic components which were then tested for significance. However, because so many F-values were calculated using the same estimate for error variance, Ottestad's method for correc-

tion of F-values was used. The statistical analysis of the data also included regression analysis where all effects significant at a 5% level were included as explanatory variables. This relatively extensive use of mathematical statistics for the analysis of experimental data made it possible to optimize the production technology of Jarlsberg cheese in a rational way. The method also made it possible to understand how the experimental factors affected the cheese quality in a way not previously possible in cheese research.

SOME RESULTS FROM THE CHEESEMAKING EXPERIMENTS

The cheesemaking experiments described above were conducted in 1961 and comprised 64 cheese vats and the analysis of 256 cheeses therefrom. The main experimental design factors were: the level of addition of nitrate to the whey, dilution of whey and the level of salt added to the whey. Brining time was a "sub-plot" factor. All of the factors were varied at four levels.

The results that provided the basis for the statistical analyses were from the following analyses:

1. **Analysis of whey and fresh cheeses**
 - °SH in whey (titratable acidity)
 - pH in fresh cheeses

- Kg fresh cheese per 100 l milk
- 2. **Analysis of mature cheeses**
 - Cheese pH
 - % salt in the cheese
 - % salt in cheese moisture
 - Soluble nitrogen, as % of total nitrogen
 - Amino nitrogen, as % of total nitrogen
 - Total concentration of volatile organic acids (ml 0.1 N/200 g cheese)
 - Acetic acid content (ml 0.1 N/200 g cheese)
 - Propionic acid content (ml 0.1 N/200 g cheese)
 - Cheese diameter (cm)
 - Sensory assessment
 - General quality (scale 1-15)
 - Eye formation (scale 1-15)
 - Number of eyes (scale 1-5)
 - Size of eyes (scale 1-5)
 - Cracks (scale 1-5)
 - Consistency (scale 1-15)
 - Taste and aroma (scale 1-15)

The criteria assessed by sensory evaluation could be explained by the design variables and the various analyses performed. Some of the analysis results are described below to show how results from this kind of work can provide information on

hjelpemiddel ved ysting av Liten Sveitserost, Norsk Goudaost og Jarlsbergost (60). Artikkelen er basert på resultater fra studier utført ved Meieriinstituttet og viser hvilke forskjeller en finner mellom disse tre ostetypene når det gjelder forskjellige kvalitetsegenskaper som påvirkes av vanntilsetningen til mysa.

Den tredje forsøksfaktoren var tilsetning av salt i mysa. Propionsyrebakteriene er relativt saltømfintlige, og de vokser dårlig i surt miljø. Også melkesyrebakterienes vekst og omdanning av laktosen kan påvirkes av saltet. Det er derfor rimelig å forvente at salting i mysa kan ha innvirkning på aktiviteten til disse bakteriene både under ystingen, i den ferske osten og under modningen av osten.

Smørsyrebakterier regnes også som relativt saltømfintlige, men de levende cellene går til grunne ved pasteurisering av ystelmelka. Smørsyrebakterienes sporer påvirkes imidlertid ikke av melkas pasteurisering. Det blir derfor viktig å etablere forhold under ystingen, og i den ferske osten, som reduserer mulighetene for at smørsyrebakterienes sporer kan spire og vokse frem til vegetative celler. Sporene er meget salttolerante, men det viser seg at relativt lave saltkonsentrasjoner kan hindre sporene i å danne vegetative

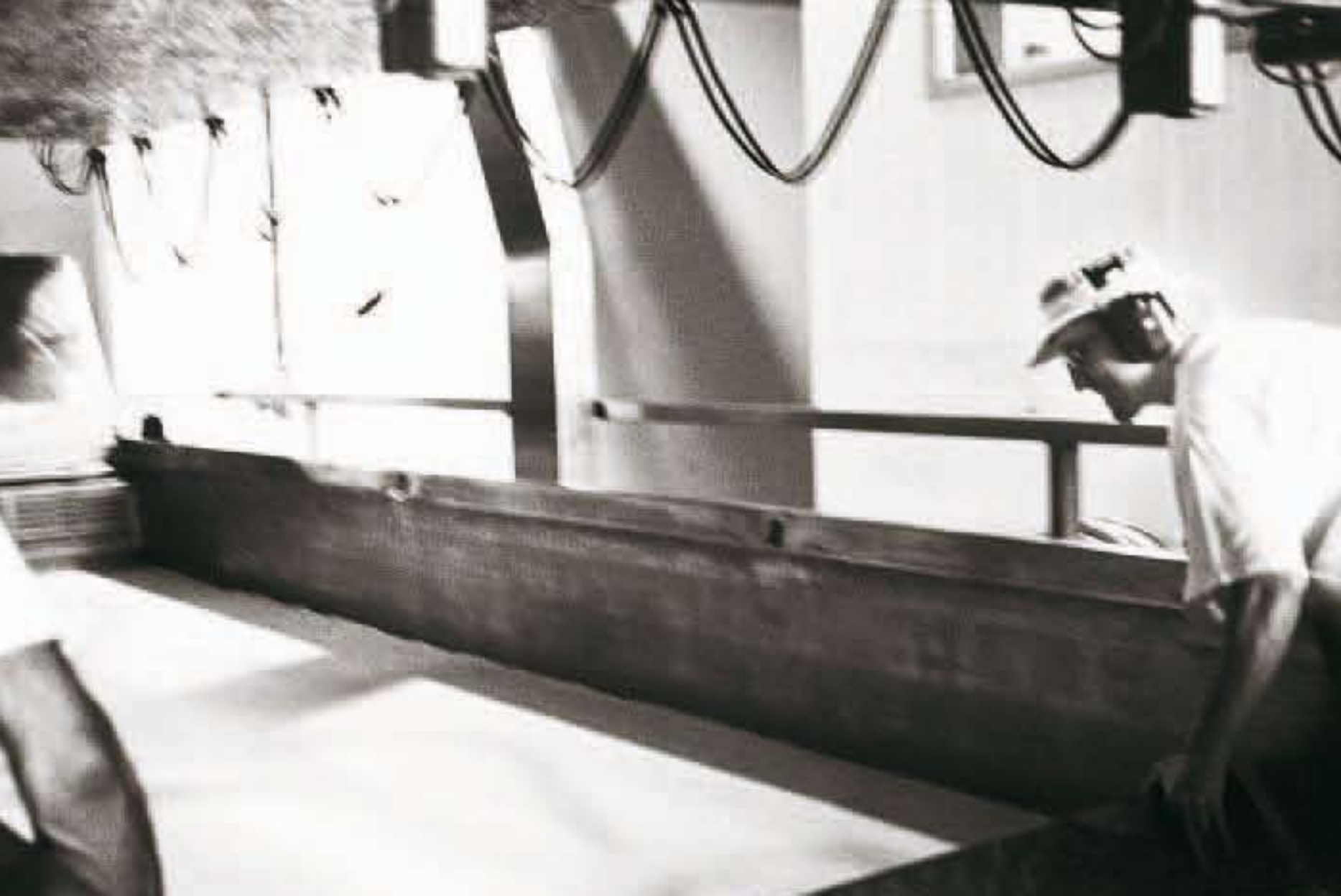
celler. Tilførsel av salt på et tidlig stadium i ysteprosessen, for eksempel til mysa, kan derfor være et hjelpemiddel til å hemme smørsyrebakteriers vekst og aktivitet i osten.

Salting i mysa vil også kunne påvirke melkesyrebakterienes vekst og evne til å danne melkesyre. Dette vil igjen påvirke ostens pH og derved ostemassens (kaseinets) evne til å swelle og binde vann. Små saltkonsentrasjoner vil stimulere melkesyrebakterienes dannelse av melkesyre samt fremme vannbindingen i ostemassen og svellingen av kaseinet. Større konsentrasjoner av salt vil kunne hemme melkesyreproduksjonen og redusere kaseinets vannbindingsevne og dets svelling.

Salting i saltlake er vanlig for halvaste og faste laseoster som for eksempel Jarlsbergost. Etter pressing overføres osten til en saltlake som er nærmest mettet med salt. Vanligvis benyttes 20 prosent saltlake. Temperaturen i saltlaken holdes vanligvis på omkring 10 °C. Saltingstiden varierer med ostetypen og avgjøres særlig av ostens størrelse. Større oster må ha lengre oppholds tid i saltlaken for å oppnå en ønsket saltprosent i ostens vann. I det forsøket som omtales

Ostemassen samles i presselår forforming. På bildet Inger-Anne Smevoll, Elnesvågen 2002. Collecting the cheese mass in a pressing vat before moulding. Elnesvågen Dairy.





her, ble saltingstiden i laken benyttet som såkalt «sub-plot». Det ble tatt opp oster av saltlaken etter forskjellig saltingstid. Opptak av ost fra saltlaken fulgte samme tidsmønster for alle ystingene.

EFFEKTEN AV NITRATTILSETNING TIL SYSTEMELKA

De ystingene som refereres her, var i liten grad utsatt for smørsyregjæring. I hele materialet ble det bare gitt anmerking for såkalt est ost, som tegn på smørsyregjæring, i to tilfeller. I begge tilfellene forekom kvalitetsfeilen i produkter som var ystet uten nitrat.

I oster fra ystinger der det var anvendt nitrat, ble det registrert en klar sammenheng mellom økningen i mengden nitrat som ble tilsatt systemelka, og nedgang i mengden av flyktige syrer i moden ost. Det ble også registrert at nitrat hadde en markant hemnings effekt på propionsyregjæringen i osten.

Den statistiske behandlingen av resultatene viste at det var et signifikant samspill mellom forsøksfaktorene nitrattilsetning og vannfortynning. Som nevnt fant man at tilsetning av nitrat virket hem-

mende på propionsyregjæringen. Når det imidlertid ble benyttet vannfortynning av mysa, ble også konsentrasjonen av nitrat i mysa og osten for tyntet. Dessuten førte vannfortynningen til en heving av ostens pH.

Økningen av vann tilsetningen til mysa stimulerte propionsyregjæringen så vidt sterkt at nitrats hemmende virkning på propionsyrebakteriene gjorde seg mindre gjeldende. Samspillet mellom nitrat og vann tilsetning hadde ikke noen påvisbar effekt på dannelsen av propionsyre og eddiksyre fra propionsyrebakteriene. Dette var en viktig indikasjon på at propionsyregjæringen gikk som normalt og ønsket. Resultatet ble at kvalitetspoengene som ble gitt for ostenes helhetsinntrykk og hullsetning, ble bedre for oster som var tilsatt nitrat, enn for oster som var ystet uten tilsetning av nitrat. Ostenes lukt og smak ble best ved visse kombinasjoner av nitratmengde og vannfortynning av mysa. Forsøkene konkluderte med at både for stor og for liten tilsetning av nitrat virket negativt på ostens kvalitetsegenskaper.

Ved fremstilling av Jarlsbergost ble det viktig å være klar over at virkningen av å

benytte nitrattilsetning ville variere med melkas mikroflora og med den produksjonsteknikk som ble benyttet. Dersom en disponerte melk som inneholdt relativt mange av de sporedannende smørsyrebakteriene, ville effekten av bruk av nitrat være markant positiv.

EFFEKTEN AV VANNFORTYNNING AV MYSA

Fortynningen av mysa med vann ga som ventet en økning i den ferske ostens pH. Denne økningen var lineær med fortynningsfaktoren. Beregninger viste at omtrent 70 prosent av variasjonen i pH i fersk ost kunne forklares med effekten av vann tilsetning til mysa. Også pH i moden ost var signifikant påvirket av mysefortynningen. I moden ost var effekten kurvilinear. Forskjellen mellom pH i fersk ost og pH i moden ost økte med økende vann tilsetning til mysa.

Analyser av ostens modning, målt som nedbrytning av ostens protein, viste at vann tilsetning til mysa hadde signifikant betydning for modningen. I denne typen studier var det vanlig å følge modningen av osten ved å analysere mengden av såkalt løselig nitrogen og aminos nitrogen. Mengden løselig

nitrogen var en kvalitets karakteristikk av ost og derav ble den benyttet til å optimere cheesemaking technology.

Titrebar syde, uttrykt som %SH, ble målt i whey ved slutten av cheesemaking og ble vist å være viktig for ostens egenskaper som konsistens, eye formation, taste, aroma og generell kvalitet. Likevel, ble pH i den ferske ost ikke vist å gi en tilfredsstillende forklaring på variasjonen i kvaliteten av ost fra de forskjellige cheesemaking. Disse resultatene viste at %SH var mer viktig enn pH som parameter for å predikere moden ost kvalitet.

EXPERIMENTAL DESIGN FACTORS

Det eksperimentelle designet omfattet produksjonen av ost uten tilsetning av nitrat og med tilsetning av nitrat ved tre nivåer. Tilsetning av nitrat er en velkjent teknisk hjelp i cheesemaking for å unngå butyriske fermentasjoner. Butyriske fermentasjoner i ost er på grunn av vekst av sporebildende bakterier i slekten *Clostridium*, såkalte butyriske bakterier, og den arten *Clostridium tyrobutyricum* er den vanligste i ost. Vekst av slike bakterier i ost kan gjøre den helt uevnerlig, hovedsakelig på grunn av store mengder butyriske syrer som dannes. I tillegg, så mye hydrogen som produseres ødelegger ostens struktur. Ulik CO_2 , hydrogen er

not soluble in the cheese moisture and large holes and cracks are produced in the cheese. The effect of adding nitrate to the cheese milk was dependent on the presence of butyric acid bacteria in the milk and the potential for them to develop in the cheese.

Dilution of the whey during cheesemaking was another experimental factor. Whey dilution is used to reduce the amount of lactose in the cheese curd at the end of cheesemaking. This is done by draining off a specific amount of whey after cutting and stirring. Water is then added, usually about the same as the amount of whey removed.

Lactose is the source of lactic acid production by lactic acid bacteria added as a starter culture. Reduction of the lactose content by dilution of the whey is thus a way to regulate cheese acidity, measured as pH. The acidity of the fresh cheese is important for the development of cheese quality parameters such as taste and consistency. The microbiological and biochemical processes that occur during cheese ripening give the cheese its flavor, consistency and eyes (in those cheeses that are meant to have eyes). These processes are strongly affected by the pH of the fresh cheese.

Dilution of the whey as a method to regulate the content of lactose and thereby lactic acid

in the cheese was first used in Norway in the 1930s. Before that, the cheese was prevented from becoming too acidic by employing a higher cooking temperature in the cheese vat, thereby limiting the amounts of whey and thus lactose that were retained in the cheese curd. This process produced a hard cheese with relatively high dry matter content. Emmental cheese is a typical example of cheese that are produced using a high cooking temperature at the end of the stirring period to expel more whey from each individual cheese curd cube. The ability of the cheese curd to withhold whey or its potential to contract and expel whey is dependent on temperature. Raising the cooking temperature results in less whey in the cheese curd and this gives a harder cheese.

The addition of water to the cheese whey allows for regulation of the cheese acidity without simultaneously changing the level of moisture in the cheese. Using such technology, a cheese with lower dry matter and a softer consistency is produced without the cheese becoming too acidic. In an acidic cheese, microbiological and biochemical metabolism of lactose, fat and protein proceeds at a much slower rate and can even be totally inhibited. These metabolic processes are essential for development of the characteristic properties of the cheese. In Jarlsberg cheese, the

metabolic conversion of lactic acid to propionic acid, acetic acid and CO_2 by an added culture of propionibacteria is very important. In 1969, Ystgaard published an article from studies conducted at the Dairy Institute wherein he showed the importance of the degree of dilution of the cheese whey on the quality of Small Swiss, Norwegian Gouda and Jarlsberg cheeses (60).

The third experimental factor was the addition of salt to the cheese whey. The addition of salt in the early stages of cheesemaking affects the growth and metabolism of the lactic acid starter culture. The growth and metabolism of propionibacteria are not only sensitive to salt, but also to acid. Salt addition to the whey can therefore be expected to have an effect on the activity of these bacteria during cheesemaking, in the fresh cheese and during ripening. Butyric acid bacteria are considered to be relatively salt sensitive. In addition, although their vegetative cells are destroyed by pasteurization, the spores are not affected. It was therefore important to establish the conditions during cheesemaking and in the fresh cheese that reduce the spores' potential for germination and development into vegetative cells. Although the spores are very salt tolerant, their germination can be prevented by low salt concentrations. The addition of salt

nitrogen regnet i prosent av ostens totale nitrogeninnhold gir et uttrykk for hvor mye av ostens protein som er spaltet til såkalte peptider. Mengden aminonitrogen regnet i prosent av totalt nitrogeninnhold forteller hvor mye av proteinet som er brutt helt ned til aminosyrer.

62 Dette forsøket viste at ostens innhold av løselig nitrogen i prosent av totalt nitrogen økte kurvlineært med vanntilsetningen til mysa. Resultatene viste også at nedbrytningen av protein til aminosyrer økte når vanntilsetningen til mysa økte. For aminonitrogen i prosent av totalt nitrogen var effekten lineær.

Som nevnt tidligere omdannes melkesyre til propionsyre, eddiksyre og karbondioksid av propionsyrebakteriene. Dette er karakteristisk for Jarlsbergost, og av alle de flyktige syrene ble det registrert størst konsentrasjon av propionsyre. Eddiksyre dannes også av enkelte melkesyrebakteriers omdanning av melkas naturlige innhold av sitronsyre. Mengden eddiksyre i Jarlsbergost er derfor alltid noe høyere enn den mengden som kommer fra propionsyregjæringen. Undersøkelsen viste at innholdet av propionsyre og eddiksyre økte kurvlineært med nivået av vanntilsetning til mysa. Dette var som ventet

fordi propionsyrebakteriene er ømfintlige for syre, så vannfortynningen av mysa er et viktig ystingsteknisk hjelpemiddel for å unngå at osten blir surere enn ønsket. Forsøket viste at det var mulig å nå en maksimal propionsyregjæring ved å kombinere en bestemt vanntilsetning til mysa og en bestemt oppholdstid for osten i saltlake.

Det viste seg at vanntilsetning til mysa hadde signifikant innvirkning på alle ostens sensoriske egenskaper. Således var konsistensen best ved en middels vanntilsetning. For liten vannfortynning ga ost som var kort og fast. For høy vannfortynning ga seig ost. Vanntilsetningens innvirkning på kvalitetspoengene for ostens lukt og smak og hullsetning fulgte stort sett samme variasjonsmønster som kvalitetspoengene for ostens konsistens. Også tendensen til dannelsen av sprekker i osten var klart påvirket av vanntilsetningen til mysa. Sprekkekannelse i osten avtok med økende vanntilsetning.

EFFEKTEN AV TILSETNING AV SALT TIL MYSA

Forsøksfaktoren tilsetning av salt til mysa og også flere utslag på de forskjellige analysene som ble utført.



Ystingsprosessen i dag er sterilt automatisert. På bildet yster Jon Serås ca. 1980. Modern cheese making process is highly automated.

Som ventet økte saltinnholdet i moden ost lineært med nivået av salting i mysa. Økt saltinnhold i ostene ga imidlertid en svakere nedbrytning av ostens protein, dvs. modningen gikk med andre ord langsommere. Dette dokumenteres ved at mengden løselig nitrogen i prosent av totalt nitrogen og mengden aminosalt nitrogen i prosent av totalt nitrogen økte lineært med mengden salt tilsatt i mysa. Mengden av propionsyre og eddiksyre som ble dannet i ostene, ble også sterkt påvirket av mengden salt tilsatt i mysa. Begge de flyktige syrene ble dannet i langt mindre mengder når saltmengden i mysa økte – et klart bevis på at salt i mysa ga en langt mindre aktiv propionsyregjæring.

Sterk salting i mysa viste seg å virke uheldig på ostens smak og konsistens når ostene hadde litt lav pH. I mindre sure øster hadde salting i mysa en gunstig effekt på smaken og liten eller ingen effekt på konsistensen. Økning av salttilsetningen til mysa ga imidlertid en økning i antall anmerkninger for kort og fast konsistens og sur smak. Antall anmerkninger for besk/bitterus smak økte derimot med økende salttilsetning til mysa. Saltingen i mysa hadde ingen klar

effekt på smaken i de fleste øster, men i et tidlig stadium i ostelaget, for eksempel i mysa, kan derfor salt hjelpe til med å kontrollere vekst og aktivitet av butyriske bakterier i ost.

Legg til salt i mysa kan påvirke produksjonen av laktisk acid ved starterkultur. Dette vil påvirke pH i ostmassen (casein) og dens evne til å svells og binde vann. Lavt saltnivå vil både stimulere vekst av laktiske bakterier og øke vannbindingen i ostkornet og svelling av casein. Omvendt, høyere saltkoncentrasjoner vil hemme laktisk starter og redusere vannbinding og svelling av casein. Brinsalting brukes vanligvis for halv- og hardost. Lavt saltnivå vil både stimulere vekst av laktiske bakterier og øke vannbindingen i ostkornet og svelling av casein. Omvendt, høyere saltkoncentrasjoner vil hemme laktisk starter og redusere vannbinding og svelling av casein. Brinsalting brukes vanligvis for halv- og hardost. Lavt saltnivå vil både stimulere vekst av laktiske bakterier og øke vannbindingen i ostkornet og svelling av casein. Omvendt, høyere saltkoncentrasjoner vil hemme laktisk starter og redusere vannbinding og svelling av casein. Brinsalting brukes vanligvis for halv- og hardost.

THE EFFECT OF NITRATE ADDITION TO THE CHEESE MILK

I disse ostelagingseksperimentene, ble butyriske acidfermentering bevist å være et stort problem. Blant alle ostene produserte, kun to ble bedømt som gode, en indikasjon på butyriske acidfermentering. I begge tilfeller, ble dette observert i ostene som ikke hadde fått tilført nitrat. I ostene som hadde fått tilført nitrat, ble det observert en klar forbindelse mellom økende nitratkonsentrasjon og en reduksjon i mengden av flyktige organiske acider dannet i ostene. Propionisk acidfermentering ble tydelig hemmet. Analysen av dataene viste en statistisk signifikant interaksjon mellom tilførsen av nitrat og mysaforvelling. Tilførsen av nitrat hemmet propionisk acidfermentering, men når mysa ble forvelling, ble konsentrasjonen av nitrat i mysa og i ostene også redusert. En ytterligere effekt av mysaforvelling var en økning i ostens pH.

Mysaforvelling stimulerte veksten av propioniske bakterier til en slik grad at den hemmende effekten av nitrat ble mindre tydelig. Interaksjonen mellom nitrattilførsen og mysaforvelling hadde ingen demonstrerbar effekt på produksjonen av propionisk og acetic acider av propioniske bakterier, en viktig indikasjon på at denne aktiviteten var uavhengig

av mysaforvelling. Som et resultat, ble ostene som hadde fått tilført nitrat bedømt som bedre i generell kvalitet og østforming enn ostene som ikke hadde fått tilført nitrat. Aromastoffet og smaken av ostene var bedre, med mellomnivåer av nitrattilførsen og mysaforvelling. Konklusjonen var derfor at både for mye og for lite nitrat hadde en negativ effekt på ostkvaliteten.

I produksjonen av Jarlsberg ost er det viktig å merke seg at effekten av å tilføre nitrat kun er tydelig hvis melken som brukes inneholder relativt høye mengder av sporedannende butyriske acidbakterier.

THE EFFECT OF WHEY DILUTION

Som forventet, ble pH i mysa øket ved vannfortjning under ostelagningen. Dette økte pH i de ferske ostene. Denne økningen var lineær med hensyn til fortjningsgraden, og faktisk, var en økning på 70% i pH i den ferske ostene kunne forklares ved effekten av mysaforvelling. pH i den modne ost var også sterkt påvirket av mysaforvelling, men denne sammenhengen var ikke lineær. Forskjellen mellom pH i fersk ost og moden ost økte med økende mysaforvelling.

Analysen av proteinoppløsning i ostene under ripningen, viste at mysaforvelling hadde

effekt på kvalitetspoengene for ostens helseinntrykk.

EFFEKTEN AV TID I SALT LAKE

Som ventet fant en at saltinnholdet i osten var avhengig av tiden ostene oppholdt seg i saltlaken. Saltopptaket per tidsenhet var dessuten størst den første tiden i saltlake, og avtok etter hvert som tiden i lake økte. Ved økende saltinnhold ble pH-økningen under modningen redusert. Samtidig avtok mengden løselig nitrogen i prosent av totalt nitrogeninnhold og mengden aminosyrer i prosent av totalt nitrogeninnhold. Sammen med redusert innhold av propionsyre og eddiksyre ved økende saltinnhold i osten ga dette klar beskjed om at økt saltinnhold førte til redusert biologisk aktivitet under modningen.

Disse observasjonene henger klart sammen. Saltets hemmende effekt på propionsyregjæringen vil gi relativt mye uomsatt melkesyre i osten. Både propionsyre og eddiksyre er svakere syrer enn melkesyre. Lite omsatt melkesyre vil derfor gi en surere ost enn om mer melkesyre hadde vært omsatt til propionsyre og eddiksyre. Saltets hemming av omsettingen av proteinet



a significant effect on the ripening process. In this type of study, it was usual to follow cheese ripening by measuring the amount of so-called soluble nitrogen and amino nitrogen. The amount of soluble nitrogen, expressed as a percentage of the total nitrogen in the cheese, gives an indication of how much protein has been broken down to peptides, while the amount of amino nitrogen shows how much protein has been completely broken down to amino acids.

This study showed that the soluble nitrogen content increased with whey dilution. The results also showed that the amino nitrogen levels were similarly affected, except that this relationship was linear. Propionibacteria metabolize lactic acid to propionic acid, acetic acids and CO_2 . This is characteristic for Jarlsberg cheese and propionic acid was the volatile organic acid measured in greatest concentration. Certain lactic acid bacteria can also produce acetic acid from citrate naturally present in the milk. The amount of acetic acid in Jarlsberg cheese is therefore always slightly higher than would be expected from just the propionic metabolism of lactic acid. The study showed that the concentrations of propionic acid and acetic acid increased quadratically with whey dilution. This is to be expected, since propionibacteria are sensitive to acid and whey dilution is a useful

technology to limit the acidity of the cheese. The study also showed that it was possible to achieve maximal propionic acid fermentation by combining a particular level of whey dilution with a particular brining time.

Whey dilution significantly affected all of the sensory properties of the cheese, and the consistency was best when moderate dilution was used. Too little dilution gave a hard and crumbly cheese; too high a dilution gave a rubbery cheese. The effect of whey dilution on the score for taste and aroma in the cheese followed similar trends on the whole, and the tendency to form cracks was clearly reduced by increasing dilution levels.

THE EFFECT OF SALT ADDITION TO THE WHEY

The addition of salt to the cheese whey also had a significant effect on the results of the various analyses that were conducted.

As expected, the amount of salt in ripened cheese increased with increasing addition of salt to the whey. However, this resulted in slower ripening as the amount of soluble and amino nitrogen decreased linearly with increasing salt addition to the whey, indicating a weaker protein breakdown. The production of propionic and acetic acids was also strongly reduced by the addition of salt to the whey, indicating that

the propionic acid fermentation was strongly inhibited.

In cheeses with a low pH, high levels of salt addition to the whey negatively affected consistency and flavor, but, if the cheese was less acidic, the effect on taste was positive and consistency was not affected. As the salt levels in the whey were increased, the graders noted that the cheese more often had a short and hard consistency and sour taste, but that it was less often bitter. The score for the general cheese quality did not seem to be affected by the addition of salt to the whey.

THE EFFECT OF BRINING TIME

Naturally, the concentration of salt in the cheese increased with a longer brining time. The rate of salt uptake was greatest during the first hours in the brine. As the salt concentration in the cheese increased, the increase in pH during ripening was reduced and soluble and amino nitrogen decreased. A reduction in production of propionic and acetic acids was also observed, giving a clear indication that salt inhibited biological activity in the cheese during ripening.

These observations have a clear connection. If the propionic acid fermentation is inhibited due to increasing salt, then less lactic acid is metabolized. Since both propionic and acetic acids

og smaksfeil i ost» (40). Dette arbeidet ble etter hvert videreført for å oppnå en klarere identifisering av årsaken til den uønskelige feilen (39). Arbeidene bygger på det fenomen at det fra 1958 og i noen år fremover oppsto en meget spesiell lukt- og smaksfeil i faste og halvaste løpeoster, inkludert Jarlsbergost. Feilen ble et alvorlig problem for meieriene som produserte denne typen oster. Det var avgjørende for økonomien for ysteriene at årsaken til feilen ble funnet og eliminert. I en periode i 1958 hadde all ost fra Forsøksmeieriet denne feilen. Dette gjaldt også forsøksystinger med Jarlsbergost.

Feilen ble først merkbar i osten etter en viss lagringstid. Når ostene var to til tre måneder gamle, ble den tydelig. Da ble det utviklet en lukt som minnet om katteurin. Blant fagfolk gikk feilen derfor under betegnelsen kattelukt og -smak, ofte forkortet til «kp-feil». Ost med denne feilen gikk under betegnelsen «kp-ost». Da en begynte å sette fokus på «kp-lukt» og «kp-smak», viste det seg at dette hadde forekommet tidligere i andre land. Flere ystere kunne fortelle at feilen oppsto fra tid til annen, men at den forsvant like plutselig som den oppsto. Det var ingen som forsto hva som var årsaken

til feilen, eller hvilke kjemiske komponenter som var ansvarlige for den.

Høsten 1962 besøkte professor Johns fra Department of Agriculture i Ontario, Canada, Meieriinstituttet. Han smakte på «kp-ost» og kunne fortelle at smaken var identisk med en smaksfeil som hadde forekommet i kanadisk ost. Der var den betegnet som «catty flavor». I et senere brev fra samme institusjon i Canada bekreftet professor Irvine at feilen ofte forekom på eksportcheddar i 1959–1960.

I tillegg til studier av egen Jarlsbergost fikk instituttet i perioden 1959–1960 tilsendt oster med den samme karakteristiske smaksfeilen fra forskjellige meierier. Arbeidet med å kartlegge forekomsten viste etter hvert at det på samme meieri kunne forekomme oster med og uten denne smaksfeilen selv om ostene var styet på samme dag. Man registrerte dessuten at smaken var mest fremtredende i ostenes ytre lag, og at lukta var ubestendig. Ostens konsistens og tekstur var normal, men det ble registrert at produkter med «kp-lukt» gjennomgående hadde noe sterkere gul farge enn de uten denne feilen.

I arbeidet med å forstå «kp-smaken» hadde man tidlig en mistanke om at svo-

are weaker than lactic acid, a greater amount of remaining lactic acid will result in a more acidic cheese. In addition, inhibition of proteolysis during ripening due to increasing salt concentration leads to a less pronounced increase in pH than occurs in cheeses where proteolysis is more active. Thus, both weak propionic acid fermentation and reduced proteolysis will result in a more acidic mature cheese.

Brining clearly affected most of the sensory attributes. An inadequate brining time resulted in the formation of very large eyes, implying that the propionic acid fermentation was too active. This clearly shows that salt can be used to control the propionic acid fermentation at the desired level. Interaction was observed between brining time and whey dilution, and it was possible to identify the optimal combinations of these factors through this work. The combinations that gave optimal eye formation also resulted in the best scores for quality. An optimal combination was also found for the best cheese flavor.

All of this experimental work made it possible to arrive at combinations of whey dilution and brining time that produced the best quality Jarlsberg cheese and was therefore important for the further development of the Jarlsberg cheese technology.

SOME INDIVIDUAL STUDIES ON JARLSBERG

Both during and after the main research and development of Jarlsberg cheese technology, various smaller studies were conducted to solve problems that appeared during the main cheesemaking experiments.

The team that studied Jarlsberg cheese development was also interested in adjusting the technology to various new technological advances. Similarly, new methods of analysis were employed to study the cheese's quality attributes. Some of these smaller research experiments will be described in this section in order to give an indication of how the research environment at the Institute was concerned with solving a succession of questions of importance for the development and commercialization of Jarlsberg cheese.

AN UNUSUAL TASTE AND ODOR

In 1963, an article entitled "Investigations of an unusual odor and flavour defect in cheese" was published (40). Later, further work was done on this defect in order to clarify the cause of this unusual problem (39). A phenomenon had occurred for several years from 1958 – a very distinctive, bad odor and taste in hard and semi-hard cheese, including Jarlsberg cheese. This defect became a very serious problem for the dairies producing

vel kunne være involvert. Ved tilsetning av sølvklorid i oppmalt ost med «k-p-smak» forsvant lukten. Dette var en indikasjon på at svovelbaktisk var en del av smaksproblematikken. Gasskromatografiske studier av vandampdestillat av «k-p-ost» viste at den inneholdt noe større mengder flyktige syrer enn ost med normal smak. Diagrammene viste en markert topp i prøver fra «k-p-ost». Den samme toppen var ubetydelig i prøver fra normal ost. Ved vakuumdestillering av fett fra «k-p-ost» forsvant smaken fra fettet.

Det ble isolert en stamme av *Streptococcus faecalis* subsp. *liquefaciens* og en uidentifisert gjær fra flere eksemplarer med «k-p-smak». Begge disse mikroorganismerne ble benyttet i forsøksystinger for å undersøke om de bidro til dannelse av smaken. Forsøksostene fikk dårlig kvalitet, men ingen antydning til verken «k-p-lukt» eller «k-p-smak».

Endel av resultatene fra undersøkelsene som er omtalt ovenfor, kunne indikere at årsaken til smaksfeilen i osten verken var knyttet til melka, til melkebehandlingen eller til selve ystingen. Det fantes indikasjoner på at feilen hadde en «utenforliggende» årsak. Studier av hermetisk kjøtt viste at den kjemiske forbindelsen mesityloksid

kunne reagere med svovel og danne stoffet 2-mercapto-2-methyl-pentane-4-one. Denne kjemiske komponenten ga det hermetiske kjøttet en typisk «k-p-smak». Det viste seg at mesityloksid kunne isoleres fra lakken på innsiden av hermetikkåbningene (29).

Ved Meieriinstituttet ledet dette til at det ble gjennomført ystingsforsøk der en tilsatte mesityloksid til melka. Verken ystemelka eller den ferske osten hadde bismak. Derimot fikk ost fra ystemelk som var tilsatt mesityloksid, en tydelig «k-p-smak» etter 14 dagers lagring. Selv ost som var ystet av melk tilsatt en mengde mesityloksid på bare 0,1 part per million (ppm), ble entydig plukket ut med «k-p-smak» av 100 meierifolk som ble benyttet som testpersoner.

På denne tiden hadde ett meieri særlige problemer med «k-p-smak» på sin Jarlsbergost. Nærmere undersøkelser viste at dette meieriet nylig hadde lakkert sine ostehyller av tre. Analyser av lakken viste at den inneholdt mesityloksid. Den omfattende forekomsten av «k-p-smak» i perioden fra 1958 til begynnelsen av 1960-årene ble deretter forklart ved at det i denne perioden hadde blitt levert løpepåplastemballasje som inneholdt spor av mesityloksid. Å unngå at pro-

duktene kom i kontakt med lakk, maling og plastmaterialer som inneholdt mesityloksid, syntes derfor å være et godt råd for å unngå «k-p-smak» på faste og halvfast øster, slik som den nyutviklede Jarlsbergosten (39).

EFFEKTEN AV KOPPER PÅ JARLSBERGOST

Ysting av Emmentalerost i Sveits blir tradisjonelt utført i kopperkar, mens ysting i andre land foregår i rustfrie stållkar. På samme måte som ved fremstilling av Jarlsbergost betyr veksten av propionsyrebakterier mye for de karakteristiske egenskapene til Emmentalerost. I arbeidet med å studere Jarlsbergostens teknologi, var det derfor av interesse å utprøve effekten av kopper på propionsyrebakterienes utvikling. Man ønsket kunnskap om hvordan kopper eventuelt påvirket propionsyrebakterienes omdanning av melkesyre til propionsyre, eddisyre og karbondioksid, og ville derfor vurdere hvilken betydning kopper i melka kunne ha for kvaliteten. Dette ble studert nærmere i en undersøkelse som dannet grunnlaget for Paul Tronstads hovedoppgave ved Meieriinstituttet (53).

Problestillingene knyttet til «k-p-ost» var alminnelig kjent på det tidspunkt hoved-

oppgaven ble utført. Årsaken til feilen var imidlertid enda ikke klarlagt. Det er derfor verdt å merke seg at det i et tidligere arbeid ble nevnt at tilsetning av kopper til ystemelka muligens kunne blokkere omdannelser som kunne føre til bismak i ost (40). Dette hadde også blitt utprøvd av et meieri i forbindelse med arbeidet med å forstå «k-p-smaken». Tyske undersøkelser viste dessuten at små mengder kopper i ystemelka hadde gunstig virkning på kvaliteten til Emmentalerost, fordi kopperet muligens hindret smaksfeil som minnet om hydrogensulfid (21). En utelukkhet heller ikke at tilsetning av kopper til ystemelka kunne ha negative effekter på Jarlsbergostens kvalitet.

Hovedoppgaven til Tronstad var for lite omfattende til å trekke klare konklusjoner. Det var likevel mulig å si at resultatene støttet opp under noe av det man visste om kopperets betydning for kvaliteten av øster med propionsyregjæring. Lave konsentrasjoner av kopper i ystemelka, som 2,3 og 8 ppm, viste ingen negativ effekt på ostekvaliteten. Høyere konsentrasjoner av kopper ga tett ost etter lagring i tre måneder. Det ble imidlertid registrert en antydning til blå farge i ostens ytre lag. Videre lagring i 4,5

this type of cheese, and it was economically very important for them that the cause be identified and eliminated. For a period in 1958, all cheese produced in the Research Dairy had this defect, including all the experimental productions of Jarlsberg cheese. The defect was noticeable only after a while, and by the time the cheese was two to three months old, it was very distinct. An odor developed that was reminiscent of cat urine and was known in the trade as "catty flavor" (cf). When the "cf defect" was investigated, it was discovered that it had previously occurred in other countries. Several cheesemakers related that the defect cropped up from time to time and then disappeared just as abruptly as it had come. No one understood the cause of the defect or which chemical components were responsible. Professor Johns from the Department of Agriculture in Ontario, Canada visited the Institute in the autumn of 1962. He evaluated the "cf cheese" and said the taste was identical to a defect that had occurred in Canadian cheese. Later, in a letter from the same institution in Canada, Professor Irvine confirmed that the defect had often affected Export Cheddar from 1959-1960.

In addition to studying the Jarlsberg cheese produced at the Research Dairy, cheeses with the same characteristic flavor defect were sub-

mitted from other dairies. Documentation of the incidence of the defect showed that, even within one day, a single dairy could produce cheese both with and without catty flavor. It was also registered that the taste was strongest in the outermost layer of the cheese, but that the odor varied. The texture and consistency of the cheese were normal, but they noticed that cheese with the cf defect always had a darker yellow color. In trying to understand catty flavor, there had always been a suspicion that sulfur compounds could be involved. If silver chloride was added to grated cf cheese, the odor disappeared, an indication that sulfur played a part in this taste defect. Gas chromatographic analysis of steam distillates showed that cf cheese contained higher concentrations of volatile organic acids than normal cheese. More importantly, the chromatograms from samples of cf cheese also showed a large specific peak that was barely visible in samples from normal cheese, indicating that a specific compound was responsible. The taste could also be removed by vacuum distillation of the fat from cf cheese.

A strain of *Streptococcus faecalis* subsp. *liquefaciens* and an unidentified yeast were isolated from several samples of cf cheese. Both of these microorganisms were then used in cheesemaking experiments to test whether they were responsi-



Laboratorieassistent (Technical Assistant) Klara Nordby destillerer ostprøver for analyse av flyktige forbindelser.
Distillation of cheese samples for analysing volatile components.

ble for the flavor defect. Although these cheeses were not of good quality, there was no hint of catty flavor.

Some of the results from these studies indicated that the cause of the defect had nothing to do with the milk, milk handling or the actual cheesemaking, and that the defect probably did not have a dairy-related cause. Studies on canned meat had showed that the compound mesityl oxide could react with sulfur and form the compound 2-mercapto-2-methyl-pentane-4-one, which gave the meat a typical catty flavor. It was shown that mesityl oxide was present in the varnish on the inside of the cans (29). Research was then initiated at the Dairy Institute whereby mesityl oxide was added to the cheese milk. Neither the milk nor the fresh cheese had a catty flavor, but after 14 days' ripening, the distinctive flavor developed in the cheese. An addition to the cheese milk of tiny amounts of mesityl oxide, as low as 0.1 ppm, resulted in cheese that was easily identified by 100 dairy personnel who were used as tasters.

At that time, one particular dairy had problems with catty flavor in Jarlsberg cheese. It was discovered that the dairy had recently re-varnished the shelves in the Ripening Rooms, and an analysis of the varnish showed it to contain mesityl oxide. The considerable incidence of the c/d defect in

cheese from 1958 to the beginning of the 1960s was later explained by traces of mesityl oxide in the plastic of the rennet containers. From then on, it was recommended that there be no contact between the cheese and varnish, paint and plastic materials that contained mesityl oxide so as to avoid the catty flavor defect in hard and semi-hard cheeses, like the newly developed Jarlsberg cheese.

THE EFFECT OF COPPER ON JARLSBERG CHEESE

In Switzerland, Emmentaler cheese is traditionally made in copper vats while stainless steel vats are used for cheesemaking in other countries. As with Jarlsberg cheese, growth of propionic bacteria is very important for the characteristic properties of Emmentaler. In the studies of Jarlsberg cheese technology it was therefore of interest to investigate the effect of copper on the development of propionic bacteria in cheese. Knowledge was needed about the effect of copper on the conversion of lactic acid to propionic acid, acetic acid and carbon dioxide, and whether copper in the milk would have an effect on the cheese quality. Tronstad studied this in his MSc thesis at the Dairy Institute (53).

The problems associated with catty flavor were generally known at the time Tronstad's the-

sis research was conducted, although the cause was not yet elucidated. It is worth noting that it was suggested in an earlier study that the addition of copper to the cheese milk could possibly block chemical transformations that could lead to off-tastes in cheese (40). German studies had shown that the addition of small amounts of copper to the cheese milk improved the quality of Emmentaler because it prevented a flavor defect that was reminiscent of hydrogen sulphide (21). However, it was also possible that the addition of copper would negatively affect the quality of Jarlsberg cheese.

Tronstad's MSc thesis was not comprehensive enough to draw clear conclusions. Nevertheless, the results supported what was already known about the significance of copper for the quality of cheeses produced using propionic acid fermentation. Low concentrations of copper in the cheese milk, such as 2.3 and 8 ppm, did not have a negative effect on quality. When higher concentrations were added, the cheese showed no eye formation after three months' ripening, but it was satisfactory after 4.5 months. A tinge of blue color was registered in the outer layers of the cheese. The conclusion to this work was that copper most likely retarded the microbiological and biochemical changes in the milk such that the

ripening was somewhat delayed. No connection was found between the addition of copper and catty flavor.

EARLY BRINING

The period following 1960 saw great technological advances in molding and pressing equipment for cheese. These would save both time and work, but would require adjustments to the pressing and salting technologies. Due to the need for relatively large investment in the new expensive pressing equipment, it was important to discover whether the pressing time could be shortened and the cheese quickly transferred from the press to the brine. Studies were conducted at the Dairy Institute to find out whether, and if so, how, early brining of Jarlsberg cheese would affect the lactic fermentation in the cheese and its final quality.

In 1963, investigations were made into how variations in pressing time and in the time between pressing and transfer into the brine affected lacticose metabolism in the cheese (7). Four cheeses from each of 11 cheesemakings were treated in different ways and then later studied for sensory quality and a series of chemical parameters. Two of the cheeses were pressed in a standard steel mold lined with cheesecloth and pressed at $2.5 \cdot 10^5$ Pa pressure for three hours. One of these cheeses was

måneder førte til at også ostene som var ystet av melk med noe høyere koppertilsetning, oppnådde tilfredsstillende hulsætning. Konklusjonen ble at tilsetning av kopper til melk sannsynligvis forsinket den mikrobiologiske og biokjemiske omsetningen i ostene. Ostens normale modningsforløp ble altså noe forsinket. Man fant imidlertid ikke sammenheng mellom koppertilsetning og forekomst av «kopp-smak».

TIDLIG LAKESALTING

I årene etter 1960 ble det innen meieriteknologien arbeidet mye for å utvikle forme- og presseutstyr for ost, for å spare tid og arbeid. Det ble derfor nødvendig å studere pressings- og saltingsteknikker tilpasset de mulighetene nytt utstyr ga. Blant annet på grunn av behov for relativt store investeringer i kostbart presseutstyr, var det økende behov for å studere muligheten for kortere pressetid og rask overføring av osten fra presse til saltlake. Ved Meieriinstituttet tok en opp denne problemstillingen. Det ble derfor gjennomført forsøk for å studere om, og eventuelt hvordan, tidlig overføring av Jarlsbergost til saltlaken påvirket melkesyregjæringen i osten, og om ostens

kvalitetsegenskaper ble endret ved en tidlig lakesalting.

I 1963 ble det undersøkt hvordan forskjellige pressetider og tid fra pressings-slutt til overføring til saltlake virket inn på nedbrytningen av laktose i ostene (7). Fra hver av 11 ystinger ble fire oster som var behandlet på hver sin måte, undersøkt med hensyn til sensoriske egenskaper og med hensyn til en rekke kjemiske parametere.

To av ostene ble presset i vanlige stållormer med ostekledde med et trykk på $2,5 \cdot 10^5$ Pa i tre timer. Den ene av disse ostene ble lagt i 20-prosent saltlake rett etter avsluttet pressing. Den andre lå i formen i 24 timer før den ble overført til saltlaken. De to andre ostene ble presset i «perforatormer» (former med sterkt perforert overflate) ved et trykk på $1,5 \cdot 10^5$ Pa i en halv time. Også for disse ostene ble den ene overført til saltlake umiddelbart etter at pressingen var slutt, mens den andre osten ble lagt i saltlake 24 timer senere.

Undersøkelsen viste at det ikke var mulig å påvise laktose etter at saltingen var ferdig, i noen av ostene, selv om innholdet av laktose i ostene var forskjellig når de ble lagt i saltlaken. Ikke på noe tidspunkt under

omdanningen av laktosen var det mulig å identifisere glukose, som dannes når laktose spaltes til glukose og galaktose av melkesyrebakteriene. Dette var i overensstemmelse med resultater fra tidligere svenske studier (35). Det var derfor mulig å konkludere med at det også i Jarlsbergost skjer en spontan omsetning av glukose etter at laktosen er spaltet. Man kunne imidlertid ikke påvise kvalitetsforskjeller mellom ostene som var presset på forskjellig måte og oppbevart i ulik tid før lakesalting.

Arbeidet ble ført videre ved Meieriinstituttet. I denne delen av studiet var pressetidatre timer for ost i stållormer med ostekledde og 30 minutter for ost i «perforatormer». Igjen ble noen oster overført direkte til saltlake etter avsluttet pressing. Andre oster fikk en herstandstid på 15–16 timer etter pressing før de ble overført til saltlake. Ved Forsøksmeieriet var en slik herstandstid etter pressing i stållormer med kledde ordinær behandling for Jarlsbergost. Disse ostene ble derfor betraktet som kontrolloster i forsøket (48).

Ost som ble overført til saltlake umiddelbart etter avsluttet pressing, oppnådde en signifikant dårligere tekstur dersom sal-

placed in 20% brine immediately after pressing and the other was rested in the mold for 24 hours before transfer to the brine. The two remaining cheeses were pressed in the then recently developed Perfora cheese molds (molds with a strongly perforated surface) at $1.5 \cdot 10^{-5}$ Pa pressure for half an hour. As with the others, one of these was brined immediately after pressing and the other one was brined after 24 hours.

The experiment showed that lactose was not present in any of the cheeses when brining was complete, even though the levels of lactose in the cheeses had varied at the time of brining. At no time during breakdown of lactose was it possible to show the presence of glucose, confirming earlier work in Sweden (35). It was therefore possible to conclude that a spontaneous metabolism of glucose also takes place in Jarlsberg cheese, following cleavage of lactose. No differences could be perceived in the quality of the cheeses that were pressed in different ways and kept for different times before brining.

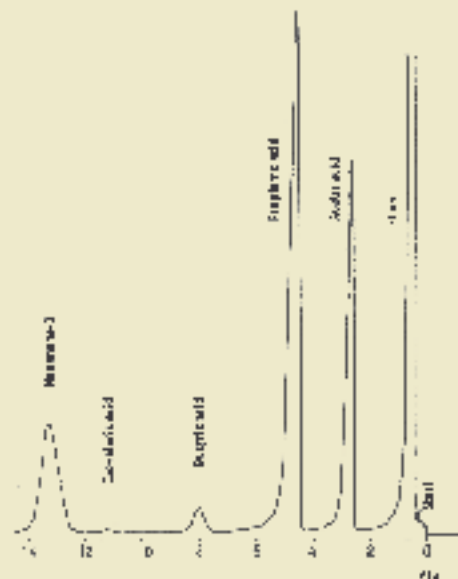
In a continuation of this work at the Dairy Institute, a pressing time of three hours for cheese in steel molds with cheesecloth and 30 minutes for cheese in Perfora cheese molds was used. As before, some cheeses were brined immediately after pressing and others were brined 15-16 hours

after pressing. At the Research Dairy, such a resting period following pressing in steel molds was the standard treatment for Jarlsberg cheese, and these cheeses were therefore regarded as controls in the experiment (48). The texture of cheese that was brined immediately following pressing was significantly poorer if the salting time was as long as for the control cheese. However, if the salting time was reduced, the quality of the cheese improved.

The average salt concentration in ripened cheese showed that early brining led to a greater uptake of salt compared to cheeses that had been brined later provided the same brining duration was used. Cheese pressed in Perfora molds and brined immediately after pressing attained the highest salt content brining time was held constant. This showed that it was important to reduce the brining time if the cheese was to be brined immediately after pressing. It was suggested that for Jarlsberg cheese, a reduction of 24-hours' brining time was suitable.

BACTOFUGATION OF CHEESE MILK

As mentioned in the section "The effect of nitrate addition to the cheese milk" page 63, one of the challenges with the production of cheeses like Jarlsberg cheese is to prevent the development of



Figur 2.
Kromatogram av flyktige syrer
i Jarlsbergost (50).
Chromatogram of volatile
hydrocarbon acids in Jarls-
berg cheese (50).

tingstiden var like lang som for kontrollosten. Ved en kortere saltingstid ble imidlertid ostens kvalitet bedre.

Middeltallet for saltinnholdet i moden ost viste at tidlig overføring av osten til saltlaken førte til større saltopptak i osten enn om den ble overført til saltlake på et senere tidspunkt. Dette forutsatte imidlertid samme oppholdstid i saltlaken. Oster presset i «perforalormer» og overført umiddelbart til saltlaken etter pressing fikk det høyeste saltinnholdet når saltingstiden var den samme som for de andre ostene. Resultatene fra denne undersøkelsen viste at det var viktig å finne en passende reduksjon i den tiden osten skulle ligge i saltlaken, dersom den ble overført til saltlaken umiddelbart etter pressing. For Jarlsberg ost ble det fremholdt at det antagelig var passende en reduksjon i saltingstiden på om lag ett døgn.

BAKTOFUGERING AV YSTEMELK

Som nevnt i avsnittet «Effekten av nitrattilsetning til ystemelk» side 60, er en av utfordringene ved fremstilling av oster som Jarlsberg ost å unngå at anaerobe sporedannende bakterier som *Clostridium tyrobutyricum* (småsyrebakterier) utvikler seg

i osten under lagring. Et visst omfang av slike bakterier vil gjøre osten uegnet som menneskeføde.

Et kjent hjelpemiddel for å unngå utvikling av slike bakterier i osten var nitrattilsetning i ystemelk eller i mysa. Et mulig alternativ til tilsetning av nitrat ville være bruk av det som ble omtalt som supersentrifugering, bakteriesentrifugering eller baktofugering. Denne teknikken ble utviklet for å redusere bakterieinnholdet i melk på meieriet i begynnelsen av 1960-årene. En rekke undersøkelser av anvendelsen av bakteriesentrifugering ble utført på denne tiden og publisert i midten av dette tiåret. Pionerarbeidet på dette området ble imidlertid allerede utført tidlig på 1950-tallet.

Bakteriesentrifugering er mulig fordi bakterienes spesifikke vekt er større enn melkas tyngste bestanddeler, slik at det er mulig å skille dem ut fra resten av melk ved hjelp av sentrifugalkrefter. Firmaet Alfa Laval konstruerte tidlig en bakteriesentrifuge som fikk betegnelsen «baktofuge». Senere har bakterieseparering i meierindustrien ofte gått under betegnelsen «baktofugering». I baktofugen fjernes bakteriene kontinuerlig gjennom en spesiell dyse i separatorkulens

anaerob spore-formende bakterier som *Clostridium tyrobutyricum* (butyric acid bacteria) during ripening as this can render the cheese unfit for human consumption. A well-known aid to this end was the addition of nitrate to the cheese milk or to the whey, but a possible alternative to this could be what was known as super-centrifugation, bacteria-centrifugation or bactofugation. Although the pioneer work on this technique was actually done in the early 1950s, it was further developed in the early 1960s to reduce the amount of bacteria in milk at the dairy. Many studies on the use of bacteria-centrifugation were conducted at that time and published in the mid-1960s.

Because the specific weight of bacteria is greater than any of the components of milk, it is therefore possible to separate the bacteria from the milk by centrifugal force. At an early stage, the company Alfa Laval constructed a bacteria centrifuge called a "Bactofuge". Since then, the separation of bacteria from milk in the dairy industry has often been called "bactofugation". In the bactofuge, the bacteria are continually removed from the milk through a special valve in the outside wall of the separator bowl. If optimal conditions are used, the bactofuge can reduce the number of bacteria in milk by about 90%. Bacteria spores, such as those from *Clostridium tyrobutyricum*, are

heavier than vegetative bacteria cells, and also cells containing spores are heavier than other bacteria cells. Because of these properties, the spore content in milk can be reduced by 99% by bactofugation.

Around 1964-65, the Dairy Institute began experimenting with cheesemaking from bactofuged milk. After preliminary investigations, a more comprehensive experiment was begun at the end of 1965, producing Jarlsberg cheese from bactofuged milk (45). The research comprised 23 cheese productions in full commercial scale, separated into two periods. The Institute was able to borrow a bactofuge from Alfa Laval with a capacity of 6,000 liters of milk per hour and a centrifugal force of nearly 10,000 x g. The centrifuge was mounted in the milk line in the Research Dairy's standard milk treatment line, immediately after the pasteurizer's holding cell. The milk was thus bactofuged immediately following pasteurization and at the temperature used for pasteurization.

The thermostat for the pasteurizer had a minimum temperature of 53°C. Thus, both this temperature and 73°C were chosen as the two alternative bactofugation temperatures in the preliminary experiments. In the main ex-

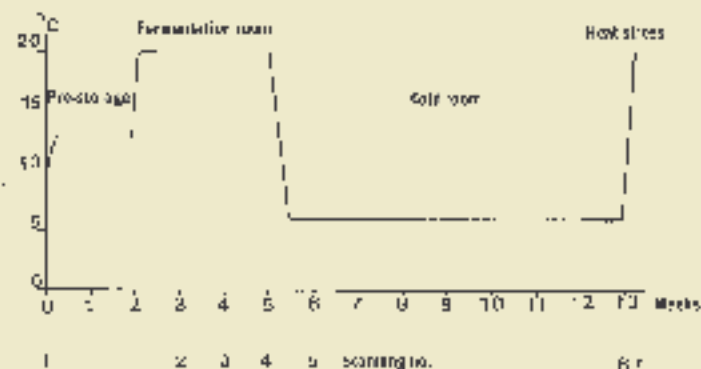
periment, however, only 73°C was used. In the preliminary experiments, bactofuged cheese milk both with and without added nitrate was used. It was found, however, that cheese from bactofuged milk with added nitrate ripened too slowly, so this combination was not used in the main experiment. The control cheese was produced according to the Jarlsberg cheese technology that was normally employed in the Research Dairy. These studies provided many interesting practical results that were of use for production of Jarlsberg cheese from bactofuged cheese milk. It was demonstrated that pasteurization and bactofugation at 73°C reduced the number of bacteria by over 99% and that the number of anaerobic spore-formers in the bactofuged cheese milk was very low, usually under one bacterium per ml milk. The milk loss from the bactofuge varied between 1.7 and 2.4% of the amount of milk treated, which was unacceptably high. Further development of the bactofuge technique therefore included sterilization of the lost material so it could be returned to the cheese milk.

It was also discovered that bactofugation reduced the protein content in milk by about 0.2%, which resulted in a lower cheese yield. Bactofugation produced a cheese with

fewer eyes. Despite this, however, sensory assessment of the general quality could not distinguish between the experimental and the control cheese. The conclusion was therefore that it was possible to make Jarlsberg cheese without the addition of nitrate to the cheese milk, provided bactofugation was used.

TASTE AND FLAVOR COMPOUNDS IN JARLSBERG CHEESE

Various chemical analyses were important research tools at the Dairy Institute. When the work on the development of Jarlsberg cheese began, it was essential to be able to analyze the content of various compounds responsible for taste and flavor in both mature cheese and at various stages of ripening. Researcher Alf Svensen held a key position in the work with the chemical analyses. An important part of some of this work was analysis of the cheese by gas chromatography (50). The Institute owned one of the best gas chromatographs available at the time, but it soon became apparent that more advanced studies of flavor compounds in dairy products and cheese required access to mass spectrometry. It was difficult to progress quickly in the identification of all the chemical compounds that formed different peaks on the





Figur 3.

Scanning av tre Jarlsbergoster. Bildene viser utvikling av østehull etter forskjellig tid på gjæringsbu. Grafen viser temperaturforløpet på ostelager og når scanning fant sted (46).

Photos from the scanning of three Jarlsberg cheeses by means of computer tomography. The photos show the development of eyes in the cheese during storage in the warm room. The graph shows the temperature and time for scanning during the storage of the cheese in the warm room (46).

yttervegg. Under optimale driftsbetingelser kan baktofugeneredusere melkas totale bakterieinnhold med omtrent 90 prosent. Sporer fra sporedannende bakterier, som for eksempel *Clostridium tyrobutyricum*, er tyngre enn bakterier, og bakterier som inneholder sporer, blir tyngre enn andre bakterier. Derfor oppnås en reduksjon av melkas innhold av sporer på hele 99 prosent ved hjelp av baktofugering.

Ved årsskiftet 1964/65 startet man opp forsøk ved Meieriinstituttet med ysting av baktofugert melk. Etter orienterende undersøkelser gikk man mot slutten av 1965 i gang med mer omfattende ystingsforsøk med Jarlsbergost fremstilt av baktofugert melk (45).

Forsøkene omfattet 123 ystinger fordelt på to perioder. Ystingene ble gjennomført i full praktisk målestokk. Instituttet fikk låne en Alfa Laval baktofuge med en kapasitet på 6000 liter melk i timen og med en sentrifugalkraft på nærmere 10 000 g av Alfa Laval AB. Sentrifugen ble montert inn i melkeløpet i Forsøksmeieriets normale melkebehandlingslinje. Her var den plassert umiddelbart etter pastorens holdercelle. Det vil si at baktofugeringen

kunne gjennomføres umiddelbart etter at pasteuriseringen hadde funnet sted, og ved den temperatur som ble benyttet ved pasteuriseringen.

Den laveste temperaturen som pastorens termostat kunne innstilles på, var 53°C. Denne temperaturen og 73°C ble valgt som alternative baktofugeringstemperaturer ved de innledende forsøkene. I hovedforsøkene benyttet en bare 73°C. I de innledende forsøkene benyttet en baktofugert ystemelk både uten og med tilsetning av nitrat. Da det viste seg at baktofugert melk tilsatt nitrat ga ost som modnet for langsomt, ble det ikke benyttet nitrat i kombinasjon med baktofugering i hovedforsøket. Kontrollosten ble ystet etter den teknologien som var vanlig for Jarlsbergost ved Forsøksmeieriet. Undersøkelsene ga mange interessante resultater for praktisk bruk av baktofugering av ystemelka ved fremstilling av Jarlsbergost. Det ble blant annet klart at pasteurisering og baktofugering ved 73°C reduserte bakterietallet i ystemelka med mer enn 99 prosent. I baktofugert ystemelk fant en at antallet av anaerobe sporedannere var blitt meget lavt, vanligvis mindre enn

en bakterie per mL melk. Melkesvinnet i baktofugen var i et mellom 1,7 og 2,4 prosent av mengden melk som ble behandlet. Dette var et uakseptabelt høyt svinn. Den videre utvikling av baktofugering som teknikk inkluderte da også sterilisering av det materialet som utgjorde dette svinnet, baktofugalet, slik at det kunne tilbakeføres til systemet.

Det ble også funnet at proteininnholdet i den baktofugerte systemet var 0,2 prosent lavere enn i melka før baktofugering. Dette resulterte i et redusert osteutbytte fra baktofugert systemet.

Baktofugeringen ga ost med færre hull. Ved den sensoriske bedømmelsen av ostens helhetsinntrykk ble det imidlertid ikke funnet forskjell mellom forsøksost og kontrollost. Undersøkelsen konkluderte med at det var fullt mulig å yste Jarlsbergost av god kvalitet uten tilsetning av nitrat til systemet, dersom en benyttet baktofugering.

SMAKS- OG AROMASTOFFER I JARLSBERGOST

I forskningen på Meieriinstituttet var forskjellige kjemiske analyser et viktig

redskap. Da utviklingsarbeidet med Jarlsbergost kom i gang, ble det viktig å kunne analysere innholdet av forskjellige smaks- og aromastoffer både i de modnede ostene og i ostene på forskjellige stadier i modningen. Forsker Alf Svensen sto helt sentralt i arbeidet med de kjemiske analysene.

I noe av dette arbeidet ble det lagt særlig vekt på gasskromatografiske analyser av ost (50). Instituttet disponerte en av de beste gasskromatografene som var å få tak i på denne tiden. Det ble imidlertid forklart at videre avanserte studier innen smaks- og aromakomponenter i meieriprodukter og Jarlsbergost krevde tilgang også på massespektrometri. Det var vanskelig å komme raskt videre i arbeidet med å identifisere alle de kjemiske komponentene som utgjorde de forskjellige toppene på gasskromatogrammene, uten å kombinere gassfraktometri med massespektrometri. Utstyr for massespektrometri ble dessverre ikke gjort tilgjengelige for forskningen ved Meieriinstituttet.

Figur 2 er et eksempel på et kromatogram fra gasskromatografisk analyse av Jarlsbergost. Figuren viser de karakteristiske og store toppene som represe-

rer propionsyre og eddiksyrer dannet av propionsyrebakteriene når disse omdanner melkesyre. Melkesyra er dannet av melkesyrebakteriene som benyttes som syrekultur for å syrne melka, og for å gi ostene en høyt bakterieinnhold. Dette høye bakterieinnholdet har betydning for ostens modningsforløp.

SKANNING AV JARLSBERGOST PÅ DATATOMOGRAF

I årene som fulgte etter at utviklingsperioden for Jarlsbergost var avsluttet, ble det utført en rekke studier av Jarlsbergost og av propionsyrekulturen, både av forskere og av hovedoppgavestudenter ved Meieriinstituttet. Det vil ikke være mulig å gå nærmere inn på alle disse arbeidene, men ett arbeid skal likevel nevnes fordi det representerte en helt ny bruk av moderne analysemetodikk anvendt på ost. Deler av dette arbeidet er publisert (46).

Det har alltid vært et ønske fra forskerne å kunne studere huldannelse i ost uten å måtte skjære over ostene eller på annen måte gå inn i ostene slik at den blir skadet. Man har ønsket å benytte en såkalt ikke-destruktiv metode for studier av

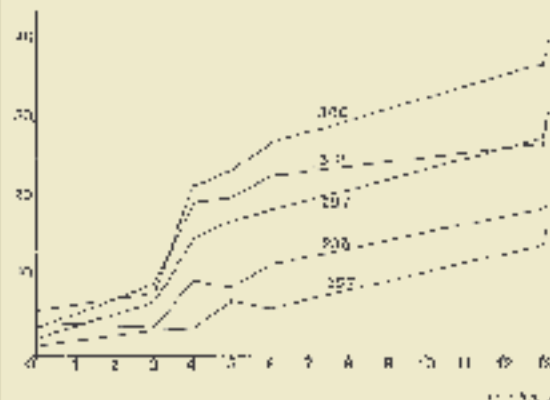
huldannelse i ost. Institutt for husdyrfag ved Norges landbrukskøleskole anskaffet en såkalt datatomograf for å kunne registrere sammensetningen av dyrekroppen in vivo. Forskerne ved Meieriinstituttet var interessert i å studere om instrumentet kunne benyttes for å studere huldannelsen i ost uten å skade den.

Særlig for oster med skorpe vil et prøveuttak under gjæringsperioden være uheldig. For det første vil en risikere infeksjon av mugg i snittflaten. Slik infeksjon vil kunne påvirke den kjemiske omdannelsen under ostens videre modning. For det andre vil en punktering av osteskorpen forskyve balansen i gasstrykket i ostene og sannsynligvis også øke redokspotensialet i ostene. En slik ost vil ikke oppføre seg normalt under fortsatt lagring. Det er selvsagt mulig å ta prøver av andre oster fra samme ysting senere i ostens modning, men en kan ikke være sikker på at disse er identiske med den første prøveosten i alle egenskaper, og forsøkene blir dessuten dyre når mange oster går med til analyse. I enkelte tilfeller vil antall tilgjengelige oster fra hver forsøksysting også være en kritisk faktor.

Figur 4.

Gassareale i prosent av
scannet areal for fem Jarls-
bergoster. De tre østene
vist i figur 3 er inkludert
i figuren (46).

The surface area of eyes
calculated in % of the
cheese surface area of five
different Jarlsberg cheeses.
The three cheeses shown
in figure 3 are included in
the figure (46).



gas chromatograms unless gas chromatography was combined with mass spectrometry. Unfortunately, this equipment was not made available for research at the Dairy Institute.

Figure 2 is an example of a chromatogram from a gas chromatographic analysis of Jarlsberg cheese. The Figure shows the characteristic large peaks of propionic acid and acetic acid formed from lactic acid by propionibacteria. Lactic acid is produced by the lactic acid bacteria starter culture used to acidify the milk and to give the cheese its high content of bacteria that are so important for the cheese-ripening process.

SCANNING JARLSBERG CHEESE WITH COMPUTER TOMOGRAPHY

In the years following the end of the developmental period for Jarlsberg cheese, researchers and MSc students at the Dairy Institute conducted a series of studies on Jarlsberg cheese and propionibacteria. It is not possible to go into the details of all these studies, but one particular work must be mentioned because it represents the completely novel use of a new analysis methodology for cheese research (46).

Cheese researchers have always wanted to study eye formation in cheese without

damaging the cheese by cutting or puncturing. A so-called non-destructive method for studying cheese eye formation has therefore been needed. The Department of Animal Husbandry at the Agricultural University had a computer tomograph that they used to study the composition of animal bodies *in vivo*. The researchers at the Dairy Institute were interested to see whether this instrument could be used to study eye formation in cheese without damaging it.

Sampling a cheese during ripening, particularly cheese with rind, can have unfortunate consequences. First of all, there is a risk of mold infection at the point of cutting, and such an infection will influence the chemical conversions during the further ripening of the cheese. Second, puncturing the rind causes a change in the balance of gas pressure in the cheese and probably an increase of the redox potential. Such a cheese would therefore not behave normally during further ripening. It is possible to sample other cheeses from the same production, but there is no way to be certain whether these are identical in all respects to the cheese first sampled. Also, such an experiment is extremely expensive when so many cheeses have to be sampled. In some

I 1983 ble det på forskjellige ukedager tatt ut 12 ystinger der en skannet ost fra fire forskjellige posisjoner i forpressekaret. En fulgte utviklingen av hullene i ett og samme snitt i to oster fra hver ysting. For hver ost ble det gjennomført seks-sju skanninger på forskjellig tidspunkter etter ysting: én i ferskost etter lagesalting, tre under ostens opphold på varmlager (gjæringsbu), der ostens hull dannes, én rett etter overføring av osten til kjølelager (modningslager) og en-to i forbindelsen med at osten ble utsatt for temperaturstress etter 13 uker.

Bruk av datatomograf for å studere hull dannelsen og det totale arealet av hull i osten var vellykket. Datatomografen viste seg som et meget nyttig hjelpemiddel til å registrere gassproduksjonen i ost. Denne metoden vil kunne gjøre det enklere å klarlegge faktorer som har innvirkning på ostens hullsetning. Figur 3 illustrerer at det var mulig å vise at den største gassutviklingen i osten skjedde i løpet av den andre uken på varmlageret. I figur 4 har en vist hvordan gassarealet utviklet seg i snittflaten til fem oster gjennom en periode på 13 uker etter ysting.

cases, the number of cheeses available for analysis from each production becomes a limiting factor for the size of the experiment.

In 1983, 12 cheese productions on different weekdays were selected. Cheeses from four different positions in the cheese pre-pressing vat were scanned, and the development of eyes was followed in exactly the same place in two cheeses from each production. For each cheese, six to seven scans were made at different times following production: once in the fresh cheese after brining, three times during the Warm Room period, when the eyes are formed, once immediately after transfer of the cheese to the refrigerated Ripening Room, and one or two scans after the cheese was exposed to temperature stress after 13 weeks. Computer tomography proved to be very useful because it successfully showed eye formation as the gas was produced in cheese and could thus be used to study the factors affecting eye formation. Figure 3 shows that it was possible to demonstrate that the greatest gas production took place in the second week in the Warm Room. In Figure 4, the development of eyes can be seen on the cut surface of five cheeses during 13 weeks following production.

EN EGEN OSTETYPE
A UNIQUE CHEESE TYPE



Liv Ellen Stokkeland inspisere ostenes overflater, Elnesvågen 2000.
Controlling the cheese surface, Elnesvågen 2000.



De forskningsmessige arbeidene, som til slutt førte til Jarlsbergost, tok som nevnt utgangspunkt i teknologien for Goudaost. Selv om denne teknologien i hovedsak er beholdt i dagens produksjon av Jarlsbergost, bør produktet etter vår oppfatning kategoriseres som egen ostetype og verken sammenlignes med Goudaost eller noen av Sveitserostene.

Jarlsbergost kan ikke uten videre karakteriseres som en Sveitserost, til tross for at propionsyrekulturten bidrar til en huldannelse og til en smaksutvikling i osten som minner om Sveitserost. Til tross for dette skrev Ystgaard selv i et kompendium i 1963 at Jarlsbergost var en ost av sveitserosttypen (58). Andre har også valgt å kategorisere den som en såkalt «Swiss-type variety» (31, 37). Dette kan imidlertid ikke klart bevises eller motbevises for det foreligger ikke noen internasjonalt anerkjent definisjon av sveitserosttyper som klart skiller disse fra andre ostetyper (37).

Jarlsbergostens konsistens, tørrstoffinnhold, flora av melkesyrebakterier, modningsforløp og andre kvalitetsegenskaper avviker fra det en finner i en Sveitserost. I en meget grundig artikkel: Norske ostesorter i

historisk perspektiv, skrevet av Anders Oterholm 2004, gis det også en god beskrivelse av den form for vurderinger som ble gjort i USA når Jarlsbergost skulle finne sin plass i det amerikanske systemet for klassifisering av ost. Også her ble det tatt utgangspunkt i en sammenligning mellom Emmentalerost og Jarlsbergost. En konklusjon på disse drøftingene ble at Jarlsbergost var forskjellig fra Emmentaler på en rekke punkter (27):

- **Fremskillingsteknikk**
- **Mikroorganismer anvendt i produksjonen**
- **Kjemisk sammensetning, blant annet tørrstoffinnhold og flyktige hydrokarbonsyrer**
- **Sensoriske egenskaper:**
 - **Hulsetning:** Jevnt fordelte hull med diameter på 10–25 mm, dvs. gjennomgående litt mindre enn i Emmentaler
 - **Konsistens:** Fast til halvfast, smidig og markant mindre fast og tørr enn Emmentaler
 - **Smak og lukt:** Mild, litt sølig og syrlig og nøttekjemaktig, men forskjellig fra den mer kraftige, sølige og nøttekjerneaktige smaken på Emmentaler

Konklusjonen var at selv om Jarlsbergost hadde visse likheter med Emmentaler, var

As previously explained, the research and development of Jarlsberg cheese was originally based on the production technology for Gouda cheese. This technology is largely preserved in today's Jarlsberg cheese technology. However, in our opinion, Jarlsberg cheese should be categorized as a unique cheese type and not compared to either Gouda or any of the Swiss cheeses.

Jarlsberg cheese cannot be characterized as a Swiss cheese despite the fact that propionibacteria are responsible for the eye formation and the development of flavor in the cheese is reminiscent of Swiss. Nevertheless, in 1963, Professor Ystgaard wrote in a compendium that Jarlsberg cheese was a type of Swiss cheese (58). Others have also chosen to characterize it as a so-called "Swiss-type variety" (31, 37). However, this cannot be proved or disproved since there is no acknowledged international definition of a Swiss cheese variety that clearly distinguishes itself from other cheese types (37).

Jarlsberg cheese's consistency, dry matter content, lactic acid bacteria flora, ripening progression and other quality characteristics deviate from that in a Swiss cheese. In a comprehensive article written by Anders Oterholm in 2004, "Norwegian cheeses in a historical perspective", a good description is given of the sorts of considerations

produksjonsprosessen, kjemisk sammensetning og sensoriske egenskaper så forskjellig at Jarlsbergost helst burde klassifiseres som en spesiell osteport som passet bedre i en annen gruppe i det amerikanske klassifiseringssystemet. Konklusjonen av denne vurderingsprosessen førte til at man valgte å betrakte Jarlsbergost som en spesiell osteport i USA.

De mesofile kulturene som benyttes ved ysting av osten, inneholder følgende bakterie typer: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* og *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*. En slik kultur står ansvarlig for ystemelkas og ostens syring, og produserer en viss mengde CO₂ gjennom nedbrytning av melkas innhold av sitronsyre og gjennom *Leuconostoc* bakterienes heterofermentative forgjæring av melkas og ostens laktose. Enkelte av de mesofile melkesyrebakteriene danner også flyktige aromakomponenter, først og fremst fra omdanning av melkas sitronsyre, og de deltar blant annet med sine proteolytiske enzymer i ostens modning.

Ved anvendelse av denne typen syrekulturer er det avgjørende at ettervarmingstem-

peraturen ikke overstiger ca. 40°C, for å unngå hemming av bakterienes utvikling. For Goudaost er det vanlig at ettervarmingen ligger i området 36–39°C. Siden fremstillingen av Jarlsbergost i prinsippet foregår som for Goudaost, anvendes tilsvarende temperatur (47). Både ettervarmingen og den påfølgende etterrøring er svært viktig for innstilling av ostens vanninnhold, og derved for ostens konsistens og videre modningsforløp. Jarlsbergost og Goudaost har omtrent det samme tørrstoffinnholdet: 58,5 prosent (1, 2). Både Jarlsbergost og goudaost typer i Norge markedsføres med forskjellig fettinnhold, men utgangspunktet for begge osteportene var en ost med 45 prosent fett i ostens tørrstoff. Dette fører til at Jarlsbergost og Norgeaost med 45 prosent fett i tørrstoff vil ha omtrent samme innhold av vann i fettfri ost: 60–57 prosent. Jarlsbergost blir derfor å anse som en halvfast løpeost både i forhold til klassifiserer ingen til International Dairy Federation (IDF) og i forhold til FAO/WHO's ostepstandard (47).

Den egentlige Sveitserosten går under betegnelsen Emmentaler. Tradisjonelt har Emmentalerost blitt ystet av upasteurisert melk. En sammenligning av teknologien for

that were made in the USA when Jarlsberg cheese was categorized in the American cheese classification system. Here, too, the starting point was a comparison between Jarlsberg cheese and Emmentaler. The conclusion of these discussions was that Jarlsberg cheese differed from Emmentaler in several ways (27):

- **Production techniques**
- **The microorganisms used in the production**
- **Chemical composition including dry matter content and volatile organic acids**
- **Sensory characteristics:**
 - Eye formation: even eye distribution with a diameter of 10–25 mm, generally smaller than Emmentaler
 - Consistency: hard to semi-hard, pliable and markedly softer and drier than Emmentaler
 - Taste and aroma: mild, slightly sweet, sour and nutty, but different from the stronger, sweeter and more nutty taste of Emmentaler

The conclusion was that even though Jarlsberg cheese has certain similarities to Emmentaler, the production process, chemical composition and sensory qualities were so different that Jarlsberg cheese should be classified as a unique cheese

variant that would be better placed in another group in the American cheese classification system. The conclusion of this evaluation process was that Jarlsberg cheese was to be considered a unique and distinct cheese type in the USA.

The mesophilic cultures used for the production of the cheese contain the following types of bacteria: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* and *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*. A culture such as this is responsible for the acidification of the cheese milk and the cheese, and produces a certain amount of CO₂ through breakdown of the citric acid in the milk and through the *leuconostoc*'s heterofermentative breakdown of lactose in the milk and cheese. Some of the mesophilic lactic acid bacteria also produce volatile aroma components, primarily from citrate metabolism, and participate with their proteolytic enzymes in cheese ripening.

When using this type of culture, it is very important that the cheese cooking temperature does not exceed about 40°C as this would inhibit the bacterial growth. In Gouda production, the cheese cooking temperature is usually between 36–39°C and because Jarlsberg cheese technology is in principle like that of Gouda, similar temperatures are used (47). Both this heating and the subsequent

ysting av Emmentaler og Jarlsbergost må imidlertid relateres til ysting av Emmentaler av pasteurisert melk. Ystingsteknikken for Jarlsbergost er utviklet med pasteurisert melk som utgangspunkt.

Ystingsteknikken for Emmentaler avviker vesentlig fra den som anvendes for Goudaost. For det første anvendes det andre kulturer av melkesyrebakterier, nemlig såkalte termofile kulturer. Disse kulturene inneholder melkesyrebakterier som vokser ved – og tåler – høyere temperaturer enn de mesofile melkesyrebakteriene som anvendes ved fremstilling av Goudaost. Renkulturer av melkesyrebakterier til Emmentaler omfatter oftest de to termofile kulturene: *Streptococcus thermophilus* og *Lactobacillus helveticus* (47). Andre kilder nevner også mulig bruk av termofile kulturer som for eksempel *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* og *Lactobacillus lactis* (24, 26, 33, 37). Også mesofile arter av melkesyrebakterier, som for eksempel *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* og *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, er nevnt i tillegg til termofile kulturer (33, 37). I omfattende studier ved Meierlinstituttet av ost av sveitserstypen ystet av pasteurisert melk, ble det benyttet en mesofil blandingskultur av melkesyrebak-

terier, av den typen som er nevnt tidligere, i kombinasjon med *Streptococcus thermophilus* og *Lactobacillus helveticus* (62).

Bruk av termofile melkesyrebakterier gjør det mulig å benytte høy ettervarmingstemperatur ved ysting av oster av sveitserstypen. Sveitsisk Emmentalerost ystes som en stor ost med en vekt som kan variere mellom 65 og 110 kg (31). En så stor ost krever et høyt tørrstoffinnhold i den ferske ostemassen for å være tilstrekkelig formbestandig. Høy ettervarming gir høyt tørrstoffinnhold. Fremstilling av en så vidt stor ost forutsetter derfor høy ettervarming. Forskjellige kilder oppgir forskjellige ettervarmingstemperaturer. For Emmentalerost oppgis for eksempel en temperatur på 52–54°C, samtidig som det understrekes at temperaturen under pressingen gjerne ligger på ca. 50°C i flere timer (37). Ved slik temperatur blir ostemassen vesentlig tørrere enn ved lavere temperaturer, og uønskede mikroorganismer elimineres i stor grad. Amerikanske forskere har oppgitt at Emmentalerost skal ha en ettervarmingstemperatur på 50–53°C (24, 33). Ved fremstilling av Finsk Emmentaler brukes en ettervarmingstemperatur i området 53–55°C (22).

stirring are very important for controlling the cheese moisture content, and consequently for the consistency and the ripening that then takes place. Jarlsberg cheese and Gouda have approximately the same dry matter content: 58.5% (1, 2). Both Jarlsberg and Gouda-type cheeses in Norway are now produced in several varieties with different fat content, but originally both cheeses contained 45% fat in the cheese dry matter. Both Jarlsberg cheese and Norvegia (a Norwegian Gouda-type) with 45% fat in the dry matter will therefore have approximately the same amount of moisture in the fat-free cheese: 60–57%. Jarlsberg cheese must therefore be regarded as a semi-hard rennet cheese both with regard to the International Dairy Federation (IDF) classification and in relation to FAO/WHO cheese standard (47).

The true Swiss cheese is called Emmentaler and is traditionally produced from unpasteurized milk. However, if the technology for Jarlsberg cheese and Emmentaler is to be filmed, we must compare with the production of Emmentaler from pasteurized milk because Jarlsberg cheese was developed with pasteurized milk as the starting point.

The technology for producing Emmentaler is considerably different from that used for Gouda. First, a different type of lactic acid bacteria culture is used, namely a thermophilic culture. This culture

I studiene av Sveitserost ved Meieriinstituttet (Liten Sveitserost) ble det benyttet en ettervarming i området 37–46°C (62). Temperaturen var en av forsøksfaktorene i dette arbeidet der man studerte ystingsteknikken for Liten Sveitserost med en gjennomsnittsvekt på 2,5 kg. Ved ysting av så små oster er det ikke lenger av vesentlig betydning for ostens formbestandighet at den oppnår så høyt tørrstoffinnhold som Emmentalerost. Forskerne fant at en ettervarming til 46°C kombinert med 5 prosent vanntilsetning til mysa og en lagertemperatur på 19 eller 22°C ga den beste smaken på Liten Sveitserost. Gode resultater ble også oppnådd med ettervarmings temperatur på 43°C når en også tok hensyn til andre egenskaper ved osten enn lukt og smak. Imidlertid kan ingen av de ettervarmings temperaturene som ga gode resultater for Liten Sveitserost, benyttes ved fremstilling av Jarlsbergost.

Det er vanlig å fremstille Emmentalerost med ca. 45 prosent fett i tørrstoff. På grunnlag av oppgitte tørrstoffprosent for Finsk (22), Fransk (33), Tysk (23) og Sveitsisk (31) Emmentalerost, har denne ostetypen et vanninnhold i fettfri ost i området 51,5–53,5 prosent. Dette plasserer Emmentalerost som

en typisk fast ost i den klassifisering som angis av IDF og av FAO/WHO (47). Jarlsbergost klassifiseres som nevnt som halvfast ost i henhold til denne klassifiseringen.

Propionsyrebakteriene som anvendes i oster av sveitserosttypen og i Jarlsbergost, gir ostene en karakteristisk smak. Den mest karakteristiske hullsetningen og smaken i begge sortene tilskrives propionsyregjæringen som finner sted. Slik sett vil karakteristiske deler av smaksprofilen i Emmentaler og i Jarlsbergost ha mye til felles. Det er imidlertid også klart at den biokjemiske omsetningen i en Emmentalerost og i en Jarlsbergost er forskjellig på flere punkter. I Jarlsbergost dannes det flyktige smakskomponenter fra melkesyrebakterienes omdanning av melkesitronsyre. Slik omdanning har ikke de termofile melkesyrebakteriene som anvendes som kulturer ved fremstilling av Emmentalerost. I Jarlsbergost kan dette dreie seg om smaksmessig bidrag fra for eksempel diacetyl. Det er ellers alminnelig kjent at lactobaciller, av den typen som brukes som kulturer ved fremstilling av Emmentalerost, har en langt sterkere evne til å spalte protein enn de mesofile bakteriene som benyttes ved ysting av Jarlsbergost.

Bufferbånd før pakking.
Chosser waiting to be
packaged.





En må forvente at dette fører til en annen proteinnedbrytning og derved forskjellig smaksprofil i de to ostetypene.

Produktene er også klart forskjellige når det gjelder nødvendig modningstid. Jarlsbergost er normalt salgsmoden etter ca. tre måneder, mens Emmentalerost gjerne modner i seks måneder (31, 47).

Summen av forskjellene mellom oster av sveitserosttypen, med Emmentalerost som den mest karakteristiske, og Jarlsbergost gjør at det kan oppfattes som uriktig å karakterisere Jarlsbergost som en sveitserosttype, til tross for at sveitserosttype ikke er klart definert. Dette har ført til at en fra tid til annen støter på en «ny» klasse oster som betegnes «Goutaler», altså en kombinasjon av Gouda og Emmentaler (52). Denne ostetypen fremstilles nå i flere europeiske land, men med varierende kvalitet. Oster som den Nederlandske «Leerdamer» og de Tyske «Alpsberg» og «Felsberg» er gruppert som «Goutaler»-ost i samme kategori som Jarlsbergost. Jarlsbergost er imidlertid ansett som «prototypen» for ostene i «Goutaler-familien» (52).

NAVNET JARLSBERG

Ideen som førte til utviklingen av Jarlsbergosten var, som omtalt foran, å utvikle en Goudaost med kraftigere hullsetning enn den man hadde på norskprodusert Goudaost på den tiden da arbeidet startet. Verken ved oppstarten av utviklingsarbeidet eller under utviklingsarbeidets første tid var det noen som drøftet hva en eventuell ny ost skulle hete. For forskerne ved Meieriinstituttet var det først og fremst om å gjøre å studere effekten av forskjellige ystingstekniske faktorer innvirkning på forsøksostens kvalitet. Arbeidet omfattet, som omtalt i større detalj i tidligere avsnitt, mange forskjellige undersøkelser der det ble benyttet en vitenskapelig tilnærming til det å utvikle en ny ostetype. Osten fikk ikke noe navn før man forsto at man var i ferd med å utvikle en ost som kunne komme til å bli en ny ostetype, og som kunne komme i produksjon ved et antall norske meierier. Da var det på tide å finne et passende navn.

I løpet av den tiden Jarlsbergosten har vært på markedet, har det versert en rekke historier om hvorfor osten fikk navnet Jarlsbergost. Enkelte har beskrevet en historie om at dagens Jarlsbergost skulle være et forsøk på

å bløtse liv i en ostetype som tidligere ble ystet på et meieri etablert på Jarlsberg Herregård, hovedgården i grevskapet Jarlsberg. Dette er ikke i overensstemmelse med virkeligheten. En kort omtale av meierivirksomheten på Jarlsberg Herregård og i Vestfold, og en regjeringssak om det som er kjent angående valg av navnet Jarlsbergost på dagens ost, er derfor nødvendig.

Det er ingen tvil om at det i Norge er et historisk sus over navnet Jarlsberg. Det som idag omtales som Jarlsberg hovedgård, hørte opprinnelig til kongsgården Sæheim. I dag benyttes stedsnavnet Sem på området i nærheten av Jarlsberg hovedgård. På kongsgården Sæheim residerte overhodet for Ynglingætten. I 1673 ble eiendommen omgjort til grevskap. Siden da har navnet Jarlsberg, av «Jarlv», vært brukt på stedet (11).

I meierimessig sammenheng har dette områdets spesiell interesse fordi det var her landets første meierible anlagt. Dette ble opprettet i 1815 og var et meieri som bare ble benyttet om sommeren, et «sommermeieri». Meieriet ble opprettet på gården Auli, som hørte inn under grevskapet Jarlsberg. Gården Auli var opprinnelig slått sammen med flere andre leilendingsbruk under grevskapet (5).

Mannen bak dette første «sommermeieriet» var Jacob Liv Borch Sverdrup. Han var femte generasjon av den danske fogden for Kambo, Idd og Marker, Peder Michelsen Sverdrup. Jacob Sverdrup levde fra 1775 til 1841. Han var utdannet ved universitetet i København der han ble uteksaminert i 1795 med hovedfag i historie, språk og botanikk. Han virket som lærer i København til 1806. Da ble han ansatt som overlærer i Kongsberg. Der gjorde han seg blant annet bemerket med en manstergyltig oppdyrking av lakkenene som hørte inn under det areal som tilhørte embetet.

Grev Herman Wedel Jarlsberg besøkte Kongsberg i 1812. Han ble orientert om de agronomiske tiltakene til overlærer Jacob Sverdrup. Dette imponerte greven, som gjorde Sverdrup til forvalter av Jarlsberg Herregård. På denne tiden var både hus og jordveier sterkt vanskjettet på herregården. Dette året var forøvrig også et stort nødsår i landet fordi avlingene slo feil. Den engelske blokaden under Napoleonskrigene stoppet dessuten på en effektiv måte kornleveransene fra Danmark til Norge.

Jacob Sverdrup viste seg raskt som en fremragende jordbruker. I løpet av få år klarte

contains lactic acid bacteria that grow at, and tolerate, higher temperatures than the mesophilic cultures used to produce Gouda. Pure cultures of lactic acid bacteria for Emmental usually comprise two thermophilic cultures: *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus helveticus* (47). Other sources mention the possibility of using other thermophilic cultures such as *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Lactobacillus lactis* (24, 26, 33, 37). Mesophilic species of lactic acid bacteria, such as *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* and *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, may be used in addition to the thermophilic cultures (33, 37). In comprehensive studies at the Dairy Institute of Swiss-type cheese produced from pasteurized milk, a mixed mesophilic culture was used, of the type mentioned earlier, in combination with *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus helveticus* (62).

The use of a thermophilic culture enables the use of a higher cooking temperature during the production of Swiss-type cheese. Swiss Emmental is produced as a very large cheese weighing between 65 and 110 kg. A cheese of this size requires a high dry matter content in the fresh cheese curd in order to retain its shape, and this is achieved by using a high cooking temperature (31). Different sources quote different cooking temperatures.

For Emmental, for example, a temperature of 52–54°C may be used, and the temperature during pressing can remain as high as 50°C for several hours after hooping. The cheese mass will become considerably drier than if lower temperatures are used, and many undesirable microorganisms will also be largely eliminated. American researchers have quoted the use of cooking temperatures of 50–53°C for Emmental (24, 33). In the production of Finnish Emmental, a cooking temperature of 53–55°C is used (22).

In studies of Small Swiss cheese at the Dairy Institute, cooking temperatures from 37 to 46°C were used (62). Temperature was one of the experimental factors employed when developing the technology for producing a Small Swiss cheese with an average weight of 2.5 kg. With a cheese of this significantly smaller size, it is less important for the shape to have as high dry matter as Emmental. The researchers found that a cooking temperature of 46°C combined with a 5% whey dilution and a Warm Room temperature of 19 or 22°C produced the best flavor in Small Swiss cheese. Good results were also obtained in relation to other cheese characteristics when a cooking temperature of 43°C was used. However, none of the temperatures that gave good results for Small Swiss can be used for Jarlsberg cheese production.

Emmental is usually produced with about 45% fat in dry matter. Based on published figures for Finnish (22), French (33), German (23) and Swiss (31) Emmental, this type of cheese contains 51.5–53.5% moisture in fat-free cheese. This places Emmental as a typical hard cheese in the classification laid down by the IDF and FAO/WHO, whereas Jarlsberg cheese is classified as a semi-hard cheese according to this classification (47).

The propionibacteria that are used in both Jarlsberg and Swiss-type cheeses give them a characteristic taste. The distinctive eye formation and taste in both these cheese types are partially ascribed to the propionic acid fermentation that occurs, and the taste profiles of these two cheese types will therefore naturally have certain characteristics in common. It is clear, however, that the biological changes that take place in Jarlsberg cheese and in Emmental differ on several counts. In Jarlsberg cheese, volatile aroma compounds are formed from the metabolism of citrate in the milk by mesophilic lactic acid bacteria, whereas the thermophilic bacteria used in the production of Emmental are citrate-negative. Thus, in Jarlsberg cheese, a compound such as diacetyl can contribute to the taste of the cheese. It is also generally known that lactobacilli of the type nor-

han å drive godset på en meget god måte og oppnådde store avlinger. Sverdrup var generelt svært opptatt av landbruk, og er kanskje mest kjent for etableringen av landets første jordbruksskole. Dette skjedde på Jarlsberg Herregård i 1825. Jordbruksskolen ble viden kjent og gikk under betegnelsen «Sem-sem inaret» (8, 18).

Under Sverdrups ledelse ble driften ved godset lagt om fra kjøttproduksjon til melkeproduksjon. Melka ble benyttet til ysting av Sveitserost i meieriet på Auli. I en dagbok fra juli 1821 skriver konsul W.M. Egeberg: «På denne gaarden (Auli) bliver dellige Schweitser Ostestede, hvor findes 374, som var ystede af 37 000 Potter Melk» (5).

For perioden 1826 til 1832 eksisterer det detaljerte regnskaper som gir full oversikt over meieridriften på Auli. Besetningen var på 131 kyr i 1826. Driftsperioden var fra mai til ut i september. Antallet kyr ble etter hvert noe redusert og driftsperioden avkortet. Likevel økte melkemengden og osteproduksjonen i denne perioden.

Med datidens kommunikasjon oppsto det imidlertid ganske store problemer med omsetningen av osten. Ikke sjelden hendte det at ostepartier ble ødelagt under distri-

bisjon og måtte returneres til Jarlsberg og benyttes til eget konsum der. Lønnsomheten ble etter hvert dårlig, og dette var nok hovedårsaken til at ysteriet på Auli ble lagt ned i 1832 (5).

Frem til denne tid hadde det vært tradisjon i Norge å kjerne smør av fløten og å benytte den fettfattige melka som var tilbake etter fjerning av fløten, til ysting av såkalt magerost. Pultost og Gammelost er typiske norske oster basert på ysting av melk der fettet er fjernet. Ysting av Sveitserost forutsatte at man ikke fjernet fettet fra melka før en ystet. Denne typen oster ble derfor generelt omtalt som «fetoster». Interessen for ysting av Sveitserost i Jarlsberg og Laurvigen Amt (Vestfold) ble etter hvert stor. Denne interessen må utvilsomt tilskrives det initiativ som Jacob Sverdrup tok for ysting av fetost i sitt distrikt. I sine *Forelesninger i meieribruks historie* skriver professor Støren (49): «I Jarlsberg og Larviks Amt dominerte fetostystingen som driftsretning. Det var overlærer Sverdrup som gjennom skolen på Sem hadde vakt en ensidig interesse for denne driftsformen.»

I årene 1860–1870 ble det opprettet en rekke fetostysterier i Vestfold, særlig i

Hovedbygningen på Jarlsberg Hovedgård.
The main building at Jarlsberg Manor.





Jailsberg Fogderi. De fleste av disse ysteriene var fellestilltak der flere melkeprodusenter hadde gått sammen om etablering og drift. Mange var imidlertid rene «privatmeierier» som ble startet opp på større gårder. Disse meieriene fikk da navn etter gården. En av foregangsmennene når det gjaldt meieridrift i dette området, var Anders Larsen Bakke på gården Østre Bakke i Våle. Etter hvert drev han flere meierier for egen regning (5, 54, 57).

Ett eksempel på et andelsmeieri var ysteriet på Ramnes som startet opp i 1860. Her gikk 26 bønder sammen om å fordele tap eller gevinst etter andeler basert på kutall. I alt var det 92 andeler med to kyr per andel, altså i alt 184 kyr. Ostemesteren ved dette meieriet var Marie Olsen. Hun hadde fått sin opplæring i ysting av sveitseren Andreas Kundert. Kundert var ansatt av Det Kongelige Selskap for Norges Vel som vandreleærer med spesiell vekt på ostelaging (5). I denne perioden var det flere sveitsere som ble engasjert for å bistå i utviklingen av ostefremstillingen i Norge. Noen av disse kom på eget initiativ, og noen ble hentet hit på initiativ av Det Kongelige Selskap for Norges Vel. Det antas at det på det meste kom over 100 sveitsere til Norge i perioden

1855 til 1870 (57). Disse hadde rimeligvis størst oppmerksomhet rettet mot fremstilling av oster av emmentaler typen. I Norge var det logisk at disse fetostenegjerne gikk under betegnelsen «Sveitseroster», både fordi de ofte var lagfolk fra Sveits som var læremestere, og fordi ostene liknet på oster som tradisjonelt var ystet i Sveits.

På mange av de nye ysteriene i Vestfold ble det ystet en ostetype som kunne betegnes som en liten Sveitserost. Ostene veide normalt 25–30 kilo. Disse ble markedsført under navnet Jarlsbergost. På det meste var det over 30 såkalte jarlsbergostysterier i Vestfold. Støren skriver (49): «Det var opprinnelig Sveitserost man begynte å innføre, men de mangfoldige små ysterier som ble opprettet, rådet over for lite melk og var altfor primitive anlagt og utrustet for at ystingen av denne krevende osten kunne lykkes. Kvaliteten av osten var overmåte ujevn, og mye av osten måtte selges til lave priser.» Den varierende og til dels dårlige kvaliteten på jarlsbergostene fra Vestfold ble et tema som mange var opptatt av på denne tiden (27). En av de som deltok aktivt i arbeidet for å bedre ostekvaliteten, var ysterimester Iversen.

I *Norsk Landmandsblad* fra 1915 skrev han likevel (19): «...for ysteridriften i Norge ville det vært en fordel om Jarlsbergystingen ikke var blitt innført.»

I tillegg til problemer med kvaliteten på osten er det nok riktig å hevde at selve markedsføringen av osten var et stort problem. Hvert ysteri måtte sørge for å bringe sin egen ost til kjøpmenn i byene. Der var det i stor grad prisgitt de forskjellige oppkjøperne. Til tross for disse vanskelighetene fortsatte produksjonen av denne lille Sveitserosten i mange år. En medvirkende årsak til at dette var mulig, var at driftsutgiftene var så små at det likevel kunne oppnås en rimelig tilfredsstillende melkepris.

Mot slutten av 1800-tallet skjedde det en rivende utvikling innen meieriteknologien. Dette førte til nyere former for foredling av melk i industriell skala. I denne perioden ble det blant annet opprettet flere fabrikker i Norge for kondensering av melk. Disse ble betydelige avtakere av melk. I 1904 fikk The Dale Milk Co. i Drammen tilført ny kapital ved salg av sin fabrikk. Firmaet bygde en ny stor melkekondenseringsfabrikk i Holmestrand. Den nye melkefabrikken betalte så gode melkepriser til

melkeprodusentene i distriktene omkring at de fleste av disse fant det fordelaktig å selge melken til fabrikkene. Derved ble de mange små ysteriene «som førte en ytterst kummerlig tilværelse», lagt ned. Osteproduksjonen i Vestfold var derved i henhold til våre kilder en saga blott, og den gamle Jarlsbergosten var gått over i historien (5, 55).

Da forskerne ved Meieriinstituttet startet arbeidet med utviklingen av dagens Jarlsbergost vel 50 år senere, var det nok svært få alminnelige forbrukere som hadde kunnskap om den gamle Jarlsbergosten. Denne kunnskapen fantes antagelig bare hos spesielt interesserte og blant dem som tok en meierifaglig utdanning, for eksempel ved meieriavdelingen ved Norges landbrukskøleskole. Der gikk denne typen historie inn i faget Meieribrukshistorie.

I 1957 var arbeidet ved instituttet med utviklingen av den nye storhullede osten som kom til å få navnet Jarlsbergost, kommet så langt at Norske Meieriers Salgsentral besluttet å iverksette produksjon på Nes Meieri, Ørland Meieri, Steinkjer Meieri og Jæren Meieri i tillegg til den industrielle produksjonen som også fant sted ved For-

mally used for Emmental production have far greater proteolytic powers than the mesophilic bacteria used for Jarlsberg production. These cheeses will therefore have a different protein breakdown profile and will thus be expected to have different taste profiles. The products are also noticeably different with respect to ripening time. Jarlsberg cheese is normally ready for sale after about three months' ripening, whereas Emmental is usually not considered mature until about six months (31, 47).

When we sum up all these differences between Emmental and Jarlsberg cheese, it is clearly wrong to characterize Jarlsberg cheese as a Swiss cheese type despite the fact that Swiss cheese is not a clearly defined type. This has led to occasional use of the name of "Goutaler" a new class of cheese, actually a cross between Gouda and Emmental (52). This type of cheese is now produced in several European countries, but has variable quality characteristics. Cheeses such as the Dutch "Leerdamer", the German "Alpsberg" and "Felsberg" are grouped as "Goutaler" cheeses and are in the same group as Jarlsberg cheese. Jarlsberg cheese, however, is considered the prototype for cheeses in the "Goutaler family" (52).

THE JARLSBERG NAME

The idea which led to the development of Jarlsberg cheese was to develop a Gouda with more pronounced eye formation than Norwegian producers were achieving at that time. What such a potentially new cheese should be called was not discussed either at the start of the work or in the early development period. The researchers at the Dairy Institute were primarily concerned with studying the effect of various cheesemaking technologies on the quality of the experimental cheese. As described in detail in an earlier chapter, the work comprised many different experiments and the development of the cheese was entirely scientific. The cheese had no name until it became obvious that a new cheese type was emerging and that it had a commercial potential for Norwegian dairies. The time was ripe to find a suitable name.

After Jarlsberg cheese was launched on the market, many stories have been proposed about why the cheese was named Jarlsberg. Some have described a story relating that today's Jarlsberg cheese was an attempt to revive a type of cheese that had previously been produced at a dairy at Jarlsberg Manor, the main farm on the Jarlsberg Estate. This is not true, however, and it is therefore necessary to give a short description not

only of the dairy activity at Jarlsberg Manor and in Vestfold, but also an account of what is in fact known about the choice of the name Jarlsberg cheese for the new cheese.

There is no doubt that the name Jarlsberg has a historical ring in Norway. The place now known as Jarlsberg Manor originally belonged to the Royal Farm Sæheim, and the area around Jarlsberg Manor is now called Sem. The chieftain of the Ynglinge clan resided at Sæheim. The property became an earldom in 1673, and the name Jarlsberg, from "jarl", the Norwegian word for earl, has been used since then. From a dairy point of view, this area has special interest as it was here the country's first dairy was established in 1815. The dairy was used only in the summer – a "summer dairy" – and was established on Auli Farm, which belonged to the Earldom of Jarlsberg and was originally one of several farms that comprised the earldom (5).

Jacob Liv Borch Sverdrup was the man behind the first "summer dairy". He was a fifth-generation descendant of Peder Michelsen Sverdrup, who had been the Danish Sheriff for the area of Kambo, Idd and Marker. Jacob Sverdrup lived from 1775 to 1841 and was educated at Copenhagen University, where he graduated in 1795 with specialization in his-

tory, languages and botany. He was employed as a teacher in Copenhagen until 1806 and then became Headmaster in Kongsberg, where he became well known for his exemplary cultivation of the fields on the land that belonged to the position.

When Earl Herman Wedel Jarlsberg visited Kongsberg in 1812, he was informed of the agricultural enterprise demonstrated by Headmaster Jacob Sverdrup. The Earl was impressed and appointed Jacob Sverdrup as Manager of Jarlsberg Manor. At that time, both the house and land suffered from lack of attention. That year was also one of great need because the harvest had failed and the English blockade during the Napoleonic Wars effectively hindered the delivery of grain from Denmark to Norway. Jacob Sverdrup proved himself a brilliant agriculturist and in just a few years, the Estate was well managed and large harvests were achieved. Sverdrup was extremely engrossed in agriculture and is probably best known for the establishment of Norway's first agricultural college at Jarlsberg Manor in 1825. This became known throughout the country and was called "Sem Seminary" (8, 18).

Under Sverdrup's leadership, the Estate changed from meat to milk production, which was then used for making Swiss cheese at Auli Dairy.

søksmeieriet på Norges landbrukshøgskole. Det ble derfor aktuelt å finne et navn på den nye osten.

I ettertid har det vært vanskelig å tilfeste presis når en ble enige om å benytte navnet Jarlsbergost på den nye osten. Siden osten var resultatet av en norsk produktutvikling, og siden denne typen ost ikke var kjent i noe annet land, ble det ført en argumentasjon om at det var viktig å gi osten et navn som ga assosiasjoner til produksjonslandet. Dessuten var man av den

oppfatning at osten burde ha navn med historisk klang. Ansatte som var direkte involvert i utviklingsarbeidet, deltok aktivt i diskusjonen om navnet på den nye osten. Et forslag på Jarlsbergost var tidlig fremme blant personalet ved Meieriinstituttet og ved Forsøksmeieriet. Andre mente at osten burde ha et navn som refererte seg til opprinnelsesstedet. Derfor var navn som Ås-ost, Follo-ost og til og med Vollebekknavnet vurdert som interessante navn. Vollebekk var på denne tiden postadresse for Norges landbrukshøgskole og var opprinnelig navnet på en av de gårdene som ble kjøpt opp i forbindelse med etableringen av Den høiere landbruksskole i Ås i 1859 (20). På det

tidspunktet ble det også foreslått å utlyse en navnekonkurranse. Det ble imidlertid aldri realisert.

I Forsøksmeieriets melkeutsalg ble osten fra forsøksstingene den første tiden solgt under betegnelsen «Forsøksost» og noe senere under navnet «Ekstraost». Osten ble solgt til samme pris som Norsk Gouda. Forsøksmeieriets melkeutsalg fikk etter hvert stor pågang av kunder som ønsket å kjøpe den nye osten. Folk kom helt fra Oslo for å kjøpe osten.

Professor Ystgaard mente det var nærliggende å trekke frem Jarlsbergost som et godt ostenaavn. Etter et møte mellom Ystgaard og direktør Slagsvold i Norske Meieriers Salgsentral kom meldingen om at de to hadde konkludert med at navnet skulle være Jarlsbergost. Data for dette møtet er ukjent, men muntlige beretninger fra ansatte ved Meieriinstituttet og Forsøksmeieriet, og fra Slagsvold bekrefter at dette møtet fant sted, og at det var her man besluttet navnet. Nåværende stamhusbesitter på Jarlsberg Hovedgård, Carl Nicolaus Wedel Jarlsberg, har bekreftet at han er kjent med at det på et tidspunkt forelå en henvendelse til Jarlsberg Hovedgård om an-

ledning til å benytte navnet Jarlsbergost på den nyutviklede osten. Han bekrefter også at slik tillatelse ble gitt, men at tillatelsen bare skulle gjelde navnet Jarlsbergost og ikke en alminnelig bruk av navnet Jarlsberg. Det har imidlertid ikke vært mulig å finne skriftlig dokumentasjon på dette, verken hos nåværende TINE, på Meieriinstituttet eller ved Jarlsberg Hovedgård. Der imot er det godtgjort at Landbruksdepartementet, etter søknad, i 1957 godkjente følgende navn og definisjon på den nye osten (6): «Jarlsberg: Helfet ost av Gruyértypen, sylindrisk form og vekt ca. 9 kg. Den skal ha sirkelrunde hull på ca. 2 cm i diameter, jevnt fordelt i massen. Konsistensen skal være smidig og smaken fyldig og lett søt.»

Allerede i løpet av 1957 fikk Forsøksmeieriet egne oblater og annen merking der navnet Jarlsbergost ble benyttet.

Det kan altså slås fast at dagens Jarlsbergost er en helt ny ostetype, som bare har navnet felles med den osten som ble lystet i Vestfold på 1800-tallet.

BESKYTTELSE AV NAVN OG MERKER

Omsetningen av Jarlsbergost på både det innenlandske og det utenlandske marke-

In a diary from July 1821, Consul W.M. Egeberg wrote: "Delicious Swiss cheeses made on this farm (Auli), and we saw 374 cheeses that had been made from 37,000 quarts of milk" (5).

Detailed economic accounts of the dairy were kept at Auli from 1826 to 1832. The livestock comprised 131 milk cows in 1826, and the dairy was in operation from May to late September. After a while, the number of cows was gradually reduced and the operative period shortened, but despite this, the amounts of milk and cheese produced increased during these years.

With the communication network of the time, distribution and sale of the cheese became a great problem. It was not unusual that consignments of cheese became spoiled during distribution and had to be returned to Jarlsberg, where it was used for own consumption. Profitability dwindle, which was undoubtedly why the Auli Dairy closed in 1832 (5).

Up until this time, it was customary in Norway to churn butter from cream and use the low-fat milk left after the cream was removed to produce low-fat cheeses such as the typical Norwegian cheeses, Pultost and Gammelost. However, the production of Swiss cheese presupposed that the fat was not removed from the milk. This type of cheese therefore became known as "fat cheese". The inter-

est for producing Swiss cheese in Jarlsberg and Laurvig County (known as Vestfold County today) greatly increased and must doubtless be attributed to Jacob Svendrup's initiative for making fat cheese in his area. In "Lectures in Dairy History", Professor Støren wrote (49): *"Cheese production in Jarlsberg and Larvik County was dominated by fat cheese. Headmaster Svendrup awakened a particular interest for this type of production through the college at Sem."*

From 1860 to 1870, several fat cheese dairies were established in Vestfold, particularly in Jarlsberg Sheriff's District. Most of the establishments were cooperatives between several milk producers, while others were purely private and started up on larger farms. These dairies were named after the farm. Anders Larsen Bakke from Østre Bakke Farm in Våle was one of the foremost men in dairying in this area and ran several private dairies (5, 54, 57). An example of such a cooperative dairy was started at Rannes in 1860. Twenty-six farmers formed a cooperative agreement to divide the profit or loss according to shares based on the number of cows. There were 92 shares of two cows per share, 184 cows in all. Marie Olsen was in charge of cheesemaking at this dairy. She had been taught by Andreas Kundert from Switzerland, who was employed by

the Royal Norwegian Society for Development as a district teacher with particular competency in cheesemaking (5). Several Swiss men were engaged in Norway at this time to assist in the development of cheese manufacturing. Some of them came to Norway under their own initiative; others were brought here under a scheme from the Royal Norwegian Society for Development. It has been estimated that there were around 100 Swiss in Norway during the period 1855 to 1870, and their attention was naturally directed to production of Emmentaler type cheese (57). It was logical then that these fat cheeses became known as Swiss cheeses, both because it was usually Swiss dairymen who had taught this method of production and because the cheeses resembled the sort of cheese that was traditionally produced in Switzerland.

Many of the new cheese dairies in Vestfold produced a cheese that could be described as a Small Swiss cheese. This cheese usually weighed around 25-30 kilo and was sold under the name Jarlsberg. At the zenith of production, there were over 30 so-called Jarlsberg dairies in Vestfold. Støren wrote (49): *"It was Swiss cheese that was originally imitated, but many of the dairies that were established had less efficient milk and were too primitive for this kind of production to be successful."*

The quality of the cheese was extremely inconsistent and much of it had to be sold off cheaply." At that time, many were concerned with the variable and often poor quality of Jarlsberg cheeses from Vestfold (27). Master Cheesemaker Iversen actively attempted to improve the quality of the cheese. However, in *Norsk Landmansblad* in 1915 he wrote (19): *"... it would have been an advantage for Norwegian cheese production if Jarlsberg cheesemaking had never been introduced."*

In addition to the problems of quality, there is no doubt that the actual marketing of the cheese was a great problem. Each dairy had to provide its own transport to shops in the towns and were at the mercy of the different buyers. Despite all these problems, production of the Small Swiss continued for many years. One of the reasons why this was financially viable at all was that the production costs were so low that a reasonable price could be paid to the producers for the milk.

At the end of the 1800s, an enormous development in dairy technology was taking place. This led to the introduction of new methods for milk processing on an industrial scale. For example, several factories were established for the production of condensed milk and these factories were considerable purchasers of milk. In 1904, Dale Milk Company sold its factory in Drammen and

det økte etter introduksjonen. En betydelig økning i salget fant sted fra 1970. Denne populariteten førte til at det ble naturlig og helt nødvendig for Norske Meieriers Salgsentral å sikre navnet Jarlsbergost. Norske Meieriers Salgsentral ble senere omdannet til dagens TINE.

Den første søknaden om beskyttelse av navnet Jarlsbergost ble levert Styret for det industrielle rettsvern, Patentsstyret⁹, 29. februar 1971. Søknaden ble presentert for Patentsstyret av firmaet Bryn & Aarflot A/S, Patentkontor, på vegne av Norske Meieriers Salgsentral.

I vurderingen av søknaden fant Patentstyret at navnet Jarlsberg var innlevert til registrering av Jarlsberg Mineralvann A/S den 15. september 1969. Det ble også påpekt at Fredrikstad Saapfabrik allerede i 1922 hadde søkt om registrering av navnet Jarl. Norske Meieriers Salgsentral hadde også selv søkt om registrering av dette navnet i 1960. Krav om beskyttelse av ordet Berg var inngitt av andre i 1962.

På grunn av disse tidligere registreringene var det Patentstyrets vurdering at ordet Jarlsbergost bare kunne registreres for ost under såkalt internasjonal klasse 29. Brevvekslingen om dette viser at Norske Meieriers Salgs-

entral aksepterte denne vurderingen. Dokumentene i Patentstyret viser blant annet at saksbehandleren hos firma Bryn & Aarflot A/S purret, på vegne av sin klient Norske Meieriers Salgsentral, Patentstyret på behandlingen av saken. Dette skjedde i brev av 20. juli 1971.

I dette brevet forekommer det en kort beskrivelse av «jarlsbergostens historie». Med utgangspunkt i åsnittene tidligere kan det hevdes at deler av denne beskrivelsen er historisk tvilssom, mens andre utsagn er historisk interessante. Fra brevet gjengis derfor følgende:

«Jarlsbergost ble først produsert allerede i slutten av forrige århundre. Produksjonen fant sted på ysteriet på Jarlsberg Hovedgård, et ysteri som ble i gang sått allerede i 1815 av Grev Herman Wedel Jarlsberg sammen med Jacob Sverdrup. [...] Produksjonen av Jarlsbergosten gikk imidlertid tilbake, men ble gjenopptatt i 1956 under ledelse av professor Ystgaard. [...] Norske Meieriers Salgsentral fikk av daværende stamhusbesitter Wedel Jarlsberg tillatelse og enerett til bruk av betegnelsen JARLSBERGOST.»

Denne teksten kan forstås som om produksjonen av Jarlsbergost forble kontinuerlig fra 1815. Som vist i forrige avsnitt var ikke dette tilfellet. Av tidligere avsnitt er det like klart at

initiativet til og utviklingen av den nåværende Jarlsbergosten ikke på noen måte var en gjenopptagelse av den tidligere produksjonen av Jarlsbergost slik den var ystet ved Jarlsberg Hovedgård. Professor Ystgaards arbeid dreide seg om utviklingen av en ny type ost, som senere i utviklingsarbeidet fikk betegnelsen Jarlsbergost.

Det er imidlertid av historisk interesse å merke seg at det i brevet fra Bryn & Aarflot A/S påpekes at Norske Meieriers Salgsentral fikk tillatelse og enerett til å bruke betegnelsen «JARLSBERGOST» av daværende stamhusbesitter. Det har som nevnt ikke vært mulig å finne tilbake til skriftlige dokumenter som bekrefter at en slik tillatelse ble gitt, men muntlige beretninger forteller den samme historien. I samtaler med nåværende Stamhusbesitter Carl Nicolaus Wedel Jarlsberg er det understreket fra hans side at den tillatelsen som ble gitt i sin tid, var kryttet til betegnelsen «Jarlsbergost» og ikke til bruk av betegnelsen «Jarlsberg» uten at det ble benyttet i sammenheng med ordet «ost».

Som et ledd i arbeidet med å argumentere for beskyttelse av navnet «Jarlsbergost» anbefalte fire større ostegrossister, Norges Kolonial- og Landhandlerforbund, Norges

with the capital so gained, built a new condensed milk factory in Holmestrand. The new factory paid the local milk producers such a good price that many of them found it advantageous to sell their milk to the factory instead. As a result, many small cheese factories "...that were leading an extremely wretched existence" were closed down. Cheese production in Vestfold and the old Jarlsberg became history (5, 55).

Over 50 years later, when the researchers at the Dairy Institute started developing today's Jarlsberg cheese, there were probably very few ordinary consumers who knew anything about the old Jarlsberg cheese. This knowledge was probably held by only a few people with a special interest for the cheese and also by those who had studied Dairy Technology at, for example, the Agricultural University where a story such as this would have been part of the course in Dairy History.

By 1957, the development of the new cheese with large eyes that would later be called Jarlsberg had progressed so far that the Norwegian Dairies' Sales Outlet decided to start production at its dairies in Nes, Ørland, Steinkjer and Jæren, in addition to the commercial production at the Research Dairy at the Agricultural University. Now the new cheese needed a name.

It is difficult to pinpoint the exact time when agreement was reached to call the new cheese "Jarlsberg cheese". The name was suggested at an early stage by the staff at the Dairy Institute and the Research Dairy. Others were of the opinion that the cheese name should reflect the place of origin and "Ås cheese", "Follo cheese" and even "Vollebekk" were names that were considered. At that time, Vollebekk was the postal address for the Agricultural University and was originally the name of one of the farms that was purchased in connection with the establishment of the Agricultural College in 1859 (20). A competition to find a name was also suggested, but this never materialized.

The cheese from the experiments was first sold from the Research Dairy's shop as "Research cheese" and later as "Extra cheese", and was sold for the same price as Norwegian Gouda. Many customers, from as far away as Oslo, came to the shop specifically to buy the new cheese. Professor Ystgaard thought the name "Jarlsberg cheese" was an obvious choice. Following a meeting between Ystgaard and Director Petter Slagsvold of the Norwegian Dairies' Sales Association, it was announced that the name "Jarlsberg cheese" had been chosen. The actual date of the meeting is unknown, but unwritten

reports from staff at the Dairy Institute and the Research Dairy, and also from Slagsvold, confirm that this meeting took place and that it was then the name was decided. The present owner of the Jarlsberg Estate, Carl Nicolaus Wedel Jarlsberg, has confirmed that an application was made to Jarlsberg Manor for permission to use the name for the new cheese. He also confirms that this permission was granted, but is only valid for the use of the name "Jarlsberg cheese" and not for general use of the name Jarlsberg. It has not been possible to find written documentation of this, either at TINE, the Dairy Institute or at Jarlsberg Manor. However, records are available showing that the Ministry of Agriculture, in 1957, sanctioned the application for the name and definition of the new cheese (6): "*Jarlsberg: Full fat cheese of Gruyère type, cylindrical shape and weight of ca. 9 kg. Round eyes of about 2 cm diameter, evenly distributed in the cheese. Soft pliable consistency with a rich and slightly sweet taste.*"

That same year, the Research Dairy obtained special labels printed with the name "Jarlsberg cheese". Today's Jarlsberg cheese is, without doubt, a totally new cheese type, and the only thing it has in common with the cheese that was produced in Vestfold in the 1800s is the name.

PROTECTION OF THE NAME AND LOGOS

Following its commercial introduction, the sale of Jarlsberg cheese increased both nationally and internationally. From 1970, a considerable increase in sales occurred and the popularity of the cheese made it natural and necessary for Norwegian Dairies' Sales Association to protect the name "Jarlsberg cheese". The Norwegian Dairies' Sales Association was renamed Norwegian Dairies (Norske Meierier) in 1984. TINE Norwegian Dairies (TINE Norske Meierier) was introduced in 1992, and after extensive reorganization in 2002, TINA BA became the official name of the company.

The first application for protection of the name was submitted to the Board for Industrial Legal Protection, Norwegian Patent Office, on February 29, 1971. The application was delivered to the Norwegian Patent Office by the company Bryn & Aarflot A/S, Patent Consultants, on behalf of the Norwegian Dairies' Sales Association. When the application was considered, it was discovered that the name Jarlsberg had been submitted for registration by Jarlsberg Mineral Water A/S on September 15, 1969. It was also pointed out that Fredrikstad Sæpefabrik (Soap Factory) had applied to register the name "Jarl" back in 1922. The Norwegian Dairies' Sales Association had also applied to register this name in 1960. An

Kooperative Landsforening – NKL, Joh. Johansson og Fetevaregrossistenes Landsforening, sterkt at Norske Meieriers Salgsentral fikk en beskyttet rett til navnet «Jarlsbergost». Norges Kolonial- og Landhandlerforbund skrev i sitt støttebrev, datert 21. mai 1971: «Etter vår oppfatning har det gjennom en rekke år vært gjort en aktiv og omfattende salgssinnsats for JARLSBERGOST, som i dag har en god posisjon i Norge som en innarbeidet merkevare. Det synes derfor både riktig og nødvendig at Jarlsberg-navnet blir beskyttet gjennom registrering, idet det er innlysende at ostetyper av forskjellig opprinnelse og kvalitet, men med samme navn og varemærke, kan skape stor forvirring hos både det kjøpende publikum og daglig varekjøpmennene.»

Den opprinnelige søknaden av 29. februar 1971 fra Norske Meieriers Salgsentral om beskyttelse av navnet «Jarlsbergost», ble lagt ut offentlig av Patentstyret 15. november 1971 og besluttet registrert 7. januar 1972. Beskyttelsen er senere fornyet og er nå gyldig til 7. januar 2012.

Mens prosessen for å få betegnelsen «Jarlsbergost» registrert i Patentstyret pågikk, søkte Norske Meieriers Salgsentral også om få registrert ordet «Jarlsberg». Pa-

tentstyrets svar og kommentarer til denne søknaden var omtrent som til søknaden om registrering av ordet «Jarlsbergost». Denne gangen nevner imidlertid Patentstyret også at navnet Carlsberg kunne føre til forveksling. Ordet «Jarlsberg» ble bare registrert for produktet ost i klasse 29. Registreringsdato var 5. april 1972. Det kan vel diskuteres om en slik registrering av navnet «Jarlsberg» er helt i overensstemmelse med den tillatelsen som ble gitt av Stamhusbesitter Wedel Jarlsberg til å benytte navnet «Jarlsbergost».

Etter at navnet «Jarlsberg» var godtatt av Patentstyret for registrering i en rekke land, støtte registreringen i England på vanskeligheter. The Patent Office i London skrev et brev den 24. juni 1974 til Norske Meieriers Salgsentral, via firma Elkington & Fife i London, der de var klart kritiske til søknaden om å registrere ordet «Jarlsberg» i England. Om den norske søknaden heter det blant annet:

«It is understood that recently the name has been registered in Norway as a trademark of the applicant company, but there is no evidence as to the effect of such registration or what the situation would be under Norwegian law if on other trades in the area formerly known as Jarlsberg, or elsewhere, started selling Jarlsberg cheese

or cheese of the bland Emmental type for which Jarlsberg had an earlier reputation.»

Norske Meieriers Salgsentral ønsket rimeligvis å få Patentstyrets syn på de innvendinger eller tvil som var kommet til uttrykk i brevet fra The Patent Office i London. Patentstyret anga en endelig erklæring som inneholder følgende tekst:

«Registreringshaverne antas å ha enerett til å bruke betegnelsen Jarlsberg for ost som selges i Norge. Tredjemanns bruk av ette varemærke for ost som selges i Norge, vil formentlig representere inngrep i den enerett registreringen inneholder antas å ha, uansett om osten produseres i det område som tidligere het Jarlsberg og Larvik om, og uansett om osten er av den type som for mange år siden ble produsert i dette området og solgt under betegnelsen Jarlsbergost.»

I redegjørelsen fra Patentstyret pekes det også på at registrerings gyldighet kan prøves for domstolene. Registreringen er senere fornyet flere ganger og gjelder nå frem til 5. april 2012. Norske Meieriers Salgsentral har gjennom tidene også registrert en rekke figurmerker for Jarlsbergost. Registreringen av slike merker synes ikke å ha møtt noen hindringer. Mange av disse er også fornyet og gitt fornyet utløpsdato.

aplikasjon for protection of the name "Berg" was presented by other companies in 1962. Because of these other registrations, the Patent Board decided that the name Jarlsberg could only be registered for cheese under the so-called International Class 29. Correspondence shows that the Norwegian Dairies' Sales Association accepted this decision. The documents at the Patent Board also show that the individual in charge at Bryn & Aarflot A/S pushed the case in a letter dated June 20, 1971 on behalf of their client, Norwegian Dairies' Sales Association.

A short description of "the history of Jarlsberg cheese" may be found in this letter. On the basis of the above paragraphs, it can be maintained that parts of it are historically incorrect, while certain other parts are historically interesting. Part of the letter read: "*Jarlsberg cheese was produced as early as the end of the last century. It was produced at the dairy at Jarlsberg Manor, which had been established in 1815 by Earl Herman Wedel Jarlsberg and Jacob Sverdrup. Production of Jarlsberg cheese dwindled, but was later revived by Professor O.M. Ystgaard. The owner of the Jarlsberg Estate at that time, Wedel Jarlsberg, gave Norwegian Dairies' Sales Association permission and monopoly to use the name JARLSBERG CHEESE.*"

From this text it could be understood that Jarlsberg cheese was produced continuously from 1815, but this, of course, was not the case, as has been explained. It is indisputable that the initiative for the development of today's Jarlsberg cheese was in no way a revival of the old production of Jarlsberg cheese from Jarlsberg Manor. Professor Ystgaard's work was the development of a new unique type of cheese that was later given the name "Jarlsberg cheese".

However, it is of interest to note the point made in the letter from Bryn & Aflot A/S that the Norwegian Dairies' Sales Association were given permission and monopoly to use the name "JARLSBERG CHEESE" by the Jarlsberg Estate owner at that time. It has not been possible to find the original documents that show that such permission was actually given, but anecdotal accounts tell the same story. The present owner of the Jarlsberg Estate, Carl Nicolaus Wedel Jarlsberg, has emphasized that the permission that was given at that time was only in connection with the use of "Jarlsberg cheese", and not to a general use of the word "Jarlsberg" when not referring to cheese.

At one stage in the argumentations for the protection of the name "Jarlsberg cheese", four cheese wholesalers, Norges Kolonial- og Landhandlerforbund (Norwegian Grocers Association),

Norges Kooperativ Landsforening – NKL (Norwegian Cooperative Association), Joh. Johansson and Feteva regrossisteres Landsforening strongly recommended that the Norwegian Dairies' Sales Association be given the rights to the name "Jarlsberg cheese". Norges Kolonial- og Landhandlerforbund wrote in a letter of support dated May 21, 1971: "In our opinion, there has been an active and extensive sales drive for JARLSBERG CHEESE for many years and the cheese now enjoys a good position in Norway as an established and well-known product. It would seem both correct and necessary that the Jarlsberg name should be protected by registration as it is obvious that cheese types of different origin and quality, but having the same name or label, can be a source of confusion for the consumer and food wholesalers."

The original application for the protection of the name "Jarlsberg cheese" was sent from the Norwegian Dairies' Sales Association on February 29, 1971. It was made public by the Patent Office on November 15, 1971, and the final decision to register the name was made on January 7, 1972. The registration was later renewed and is now valid until January 2012. While the application for the registration of "Jarlsberg cheese" was under consideration by the Patent Office, the Norwegian Dairies' Sales Association applied for registration of the word "Jarlsberg". The Patent Office's

response to this was similar to that for "Jarlsberg cheese", although they added that similarity to the word "Carlsberg" could cause confusion. The word "Jarlsberg" was only registered for cheese in Class 29. The registration was dated April 5, 1972. Whether registration of the word "Jarlsberg" is in agreement with the permission originally given by Wedel Jarlsberg regarding the use of "Jarlsberg cheese" is certainly a valid point for discussion.

Once the word "Jarlsberg" was approved by the Patent Office for registration in other countries, registration in the United Kingdom became a problem. The Patent Office in London wrote to the Norwegian Dairies' Sales Association on July 24, 1974, via the company Elkington & Fife in London, and was clearly critical of the application for registration of the word "Jarlsberg" in the United Kingdom. They wrote: "We understand that the name has recently been registered in Norway as a trademark of the applicant company, but there is no evidence as to the effect of such registration or what the situation would be under Norwegian law if another trader in the area formerly known as Jarlsberg, or elsewhere, started selling Jarlsberg cheese or cheese of the bland Emmental type for which Jarlsberg had an earlier reputation."

The Norwegian Dairies' Sales Association naturally wanted the opinion of the Norwegian Pat-

ent Office on the doubts and objections expressed by the London Patent Office. The Norwegian Patent Office then gave a final declaration that included the following text: "The owner of the registration is assumed to have exclusive rights to the use of Jarlsberg for cheese that is sold in Norway. A third person's use of this trademark for cheese sold in Norway would represent an infringement of these rights, whether or not the cheese is produced in the area that was previously called Jarlsberg and Larvik County, and also whether or not the cheese is the same type that was produced in that area many years ago and sold under the name Jarlsberg cheese."

The declaration from the Norwegian Patent Office also pointed out that the validity of the registration can be judged by court. The registration has been renewed several times and is now valid until April 5, 2012. The Norwegian Dairies' Sales Association has also registered several trademarks and logos for Jarlsberg cheese over the years, but these do not seem to have met any resistance. Several of these have also been renewed and given a new expiration date.

ETABLERING AV PRAKTISK PRODUKSJON
THE START-UP OF COMMERCIAL PRODUCTION





Tradisjonell forming av Järsberg-ost med osteklede og former av rustfritt stål. Frank Håseth, Nils Sandblåst, Arvid Ternes og Odd Førstadvoll fjerner osteklede, Elnesvågen ca. 1968.

Traditional procedure in moulding cheese, using cheese cloths and moulds of stainless steel. Here removing of cloths.

Den praktiske produksjonen av Jarlsbergost ved Forsøksmeieriet gjorde det mulig å få reaksjoner fra konsumentene meget raskt i løpet av forsøksarbeidet. Den nye ostetypen ble godt mottatt, noe som gjorde det enda mer interessant å fortsette utviklingsarbeidet. Den spesielle muligheten en hadde for å skalere opp produksjonen i det samme fagmiljøet som drev den forskningsbaserte utviklingen av osten, skapte gode forhold for produktutvikling. Det var også viktig å benytte den praktiske produksjonen i Forsøksmeieriet slik at systemene kunne opparbeide kompetanse i å arbeide med denne krevende osten. Det var også viktig å kunne vinne erfaring med en mer kontinuerlig produksjon av Jarlsbergost over en lengre periode. Dette var nødvendig blant annet for å studere eventuelle variasjoner i propionsyreproduktens egenskaper og hvordan variasjon i melkekvalitet og melkas sammensetning påvirket produktkvaliteten.

Resultatene fra forsøksarbeidet i 1956 og begynnelsen av 1957 var, som omtalt foran, så lovende at det ble interesse for å sette Jarlsbergosten i regulær produksjon ved et antall meierier. For å oppnå en mest mulig vellykket etablering av praktisk produksjon

utenom Forsøksmeieriet var det imidlertid nødvendig å formidle kunnskap om Jarlsbergosten og om ystingsteknikken til de aktuelle meieriene. Det var også nødvendig å foreta en god vurdering av hvilke meierier som i første omgang skulle etablere en slik produksjon.

PRODUKSJONEN SETTES I GANG

De nye Jarlsbergostysteriene ble valgt ut fra kvaliteten på den produksjonen meieriene hadde. Ved hjelp av statistisk bearbeiding av stømmelsen på de pristilleggene meieriene hadde fått på grunn av god kvalitet (kvalitetstilleggene) for den osteproduksjonen de allerede hadde, ble anleggene med høyeste kvalitetstillegg plukket ut.

Her sto man imidlertid overfor en utfordring. På den ene siden var det selvsagt ønskelig at produksjonen av Jarlsbergost ble etablert ved de beste produksjonsanleggene. På den annen side hadde disse anleggene etablert produksjoner av etablerte produkter som ga høye kvalitetstillegg, altså god pris for osten. Dette ga grunnlag for en høy utbetalingspris til melkeprodusentene som leverte melk til disse anleggene. Ved meieriene vegret en seg derfor for å utvikle

The full-scale production of Jarlsberg cheese at the Research Dairy at the Agricultural University made it possible to get a quick response from the consumers during the cheesemaking experiments. The new cheese type was well received and this made continuation of the cheese development even more interesting. The unique possibility for scaling up the production in the same scientific environment that was engaged in the research and development of the cheese provided good conditions for product development. It was also important to make use of the full-scale cheesemaking facilities at the Research Dairy so that the cheesemakers could build up their competence for working with this demanding cheese. It was also important to gain experience from continuous production of Jarlsberg cheese during an extended period. This was necessary for studying aspects such as the stability of the propionibacteria's properties and how variation in milk quality and composition could affect the production.

The results from the cheesemaking experiments in 1956 and the beginning of 1957 were so promising that it soon became of interest to start regular production at a number of dairies. However, in order for the establishment of full-scale production outside the Research Dairy to be successful, it was necessary to pass on the knowledge

of Jarlsberg cheese production to the selected dairies. It was also necessary to consider which dairies should be selected to start production.

PRODUCTION STARTS UP

The new Jarlsberg cheese dairies were selected according to the quality of their cheese production. By statistically analyzing the data regarding the amount of bonus that the dairies had received due to the good quality of cheese they were already producing, it was possible to select the best dairies. This decision, however, presented a challenge. On the one hand, it was obviously desirable that the best cheese factories be selected for Jarlsberg cheese production. On the other hand, these factories had a stable production of high-quality established products and therefore received a good price for their cheeses. This in turn gave the milk producers who delivered to these dairies a better price for their milk. The dairies therefore declined to give up their present production of familiar cheese in order to begin producing the new and unfamiliar Jarlsberg cheese. They also knew that the technology involved in producing Jarlsberg cheese would prove to be a greater challenge than the cheese types they were already producing. This dilemma was solved by introducing a so-called risk-bonus for Jarlsberg cheese produc-

produksjonen av kjente oster til fordel for noe nytt og ukjent som Jarlsbergosten. I tillegg var man nok oppmerksom på at ysting av Jarlsbergost ville være en større faglig utfordring enn ysting av de sortene de allerede ystet.

Dette dilemmaet ble løst ved at det over en periode ble etablert et såkalt risikotillegg for produksjon av Jarlsbergost. Risikotillegget ble gitt per kg produsert Jarlsbergost. Størrelsen på tillegget ble fastsatt ut fra kvalitetsstilleggene på den etablerte produksjonen ved de utvalgte anleggene. På denne måten søkte en å oppnå at disse anleggene fortsatt skulle ha den samme mulighet til å opprettholde sine utbetalingspriser til melkeleverandørene, selv om de gikk over til den nye og ukjente osteproduksjonen.

De ysteriene som ble valgt ut i første omgang, var Ørlandet Meieri, Steinkjer Meieri, Nes Meieri og Jæren Meieri. Alle disse meieriene hadde dyktige ystere med et godt renommé for god produktkvalitet. Men overføringen av ystingsteknikken fra Forsøksmeieriet, med meget god laboratoriestøtte, til produksjon ved vanlige kommersielle anlegg ble ansett som en spesiell utfordring. Det ble derfor innkalt til ystekurs ved Meieriinstituttet

til ysting av Jarlsbergost. Kurset ble etablert i regi av professor Ystgaard i 1957. Til dette kurset måtte følgende ystere: Schärer Uddu fra Nes Meieri, Lunnan fra Steinkjer Meieri, Hem fra Ørlandet Meieri og Schibevaag og Kvassheim fra Jæren Meieri. I tillegg deltok Pedersen fra Forsøksmeieriet. Disse ble således veteraner i Jarlsbergostysting.

Meieriforskerne på Meieriinstituttet arrangerte et nytt kurs for Jarlsbergostystere i 1959. Denne gangen deltok hele 16 ystere. Enda et kurs ble arrangert i 1962 med 23 deltagere. Dette kurset var i 14 dager, noe som må betraktes som lenge for et kurs av denne kategori. I tillegg til kursene for ysterne av Jarlsbergost ble det ved Meieriinstituttet avholdt kurs for meieribestyrere. I 1958 ble det for eksempel avholdt kurs for meieribestyrere både i februar og oktober. Temaet var ulike problemstillinger knyttet til fremstilling av Jarlsbergost.

PRAKTISKE PROBLEMER

Fagfolkene ved Meieriinstituttet var også engasjert på andre måter i formidling av kunnskap om ysting av Jarlsbergost, om bruken av propionsyre-kulturen og om kontroll og kvalitetsvurdering av både propionsyre-kulturen

og osten. Overfor de aktuelle meieriene ble det derfor utført det vi i dag kan kalle konsulentvirksomhet, fråde som hadde stått for selve utviklingen av Jarlsbergosten. Eksempel på dette var at forskningsassistent Arne Henrik Strand oppholdt seg ved Ørlandet Meieri i desember 1957 for å veilede i ysting av Jarlsbergost. Ved sporadiske uregelmessigheter og ved forekomst av kvalitetsfeil som kunne oppstå, forsøkte også instituttets fagpersonell, når de ble anmodet om det, å assistere ysteriene med å finne årsaker og botemidler.

Selv med normale og naturlige stedsavhengige variasjoner i melkekvalitet, viste det seg at selve ystingen normalt ikke bød på store vanskeligheter. Det hendte imidlertid at mislykkede brukskulturer av propionsyrebakterier kunne gi utypisk ost. Ysteriene ba særlig om assistanse når det gjaldt bruken av propionsyre-kulturen og i arbeidet med brukskulturene av denne bakterien. Slike temaer ble det også lagt særlig vekt på i de ystekursene som ble arrangert ved Meieriinstituttet.

Laboratoriet ved Avdeling for Meieriteknologi ved Meieriinstituttet forsynte Forsøksmeieriet med brukskultur av propi-

onsyrebakterier til den praktiske ystingen. De andre meieriene som etablerte ysting av Jarlsbergost, måtte imidlertid selv fremstille de nødvendige mengder brukskultur av propionsyrebakterier. Utgangspunktet for tilagning av brukskulturer ved de enkelte meierier var en såkalt moderkultur som ukentlig ble tilsendt i nødvendig antall enheter fra Meieriinstituttet.

De utvalgte meieriene var imidlertid ikke godt utstyrt til å lage sine egne brukskulturer. Ved fremstilling av propionsyre-kulturen blir det satt meget strenge krav til sterilitet av vekstmedier og i poderom. Meieriene kviet seg rimeligvis for å investere i nødvendig utstyr for å fremstille propionsyre-kulturen på en optimal måte før man visste om produksjonen av Jarlsbergost ble vellykket eller ikke. Man vegret seg for eksempel for å investere i egnede autoklaver for denne produksjonen. «Autoklaving» i vanlige trykkokere ble forsøkt, men ikke alltid med et tilfredsstillende resultat. For meierier med brunostfremstilling kunne man imidlertid etter mindre tillegninger, benytte brunostgryta som autoklav. Dette ble også gjort i stor utstrekning.

Til tross for enkelte praktiske problemer som oppsto ved etableringen av produksjo-

tion that was paid out per kilo of Jarlsberg cheese produced. The size of the bonus was determined by the amount of bonus each dairy was already receiving for their regular production. In this way, it was hoped that the dairies would retain their ability to pay the milk producers as well as before even though they had changed over to the new and unfamiliar cheese production.

The first dairies to be selected were Ørlandet Dairy, Steinkjer Dairy, Nes Dairy and Jæren Dairy. All of these dairies had very capable cheesemakers with good reputations for good product quality. However, it was considered a special challenge to transfer the Jarlsberg cheese production from the Research Dairy with its excellent laboratory support to a commercial factory. A course in the production of Jarlsberg cheese was therefore held at the Dairy Institute in 1957, led by Professor Ystgaard, attended by the following cheesemakers: Schiller Uddu from Nes Dairy, Lunna from Steinkjer Dairy, Hem from Ørlandet Dairy and Schibevaag and Kvassheim from Jæren Dairy. Pedersen from the Research Dairy also attended. These people eventually became the Jarlsberg cheese veterans.

The dairy researchers at the Dairy Institute arranged a further course for the Jarlsberg cheesemakers in 1959, and 16 cheesemakers attended.

In 1962, another course was attended by 23 participants and lasted for 14 days, which was a long course for its type. In addition to courses for Jarlsberg cheesemakers, courses for dairy managers were also held at the Dairy Institute. In 1958, these courses were held in February and October. Various problems and challenges associated with the production of Jarlsberg cheese was the main theme of these courses.

PRACTICAL PROBLEMS

The staff at the Dairy Institute was engaged in other ways in the transfer of knowledge about Jarlsberg cheese production, the use of propionibacteria and of control procedures and quality assessment of both the propionibacteria culture and the cheese. The people responsible for development of Jarlsberg cheese provided consultancy help for the Jarlsberg cheese dairies. Research Assistant Arne Henrik Strand visited Ørlandet Dairy in December 1957 to advise on Jarlsberg cheese production. When occasional irregularities or quality faults arose, the scientific staff at the Institute tried to help the dairies find the causes and solutions whenever their advice was requested.

Even with the normal and natural variations in milk quality due to locality, it became obvious that cheese production did not usually present great

difficulties. Sometimes, however, a faulty culture of propionibacteria could produce an atypical cheese. In fact, the advice most often sought by the dairies concerned the use of the propionibacteria culture and the handling of the bulk starter of this culture. This kind of topic was often brought up during the cheesemaking courses at the Dairy Institute.

The laboratory at the Department of Dairy Technology at the Dairy Institute supplied the Research Dairy with the bulk starter culture of propionibacteria for the full-scale production. However, when other dairies began Jarlsberg cheese production, they had to produce the necessary amount of bulk starter themselves. The starting point for the production of the bulk starter was a so-called mother culture that was sent out from the Dairy Institute each week. The selected dairies really did not have the facilities to prepare their own bulk starter. In the preparation of propionibacteria culture, sterility of growth media and the Inoculation Room was critical. The dairies were understandably reluctant to invest in the equipment necessary for optimal culture production, such as suitable autoclaves, particularly before it was certain that Jarlsberg cheese would be a success. Autoclaving in ordinary pressure cookers was attempted, but the result was not always satisfactory. However, those dairies that also

nen ved de utvalgte meieriene, kom disse raskt på markedet med ost av høy kvalitet. Den nye osten ble fort så populær at etterspørselen til å begynne med var større enn det en greide å produsere. Stadig flere meierier ble derfor satt inn i produksjonen. Allerede i 1961 var det ti meierier som til sammen produserte ca. 2000 tonn Jarlsbergost. Full markedsdekning ble det imidlertid først i 1962.

I tillegg til faglige arrangementer av og for meierifagfolk arrangeres det jevnlig utstillinger av meieriernes produkter. Disse blir da bedømt sensorisk av et autorisert dommerpanel og rangert og premiert etter kvalitet. Første gang Jarlsbergost ble presentert ved en slik produktutstilling, var i Trondheim 14. november 1957. Osten var produsert ved Ørlandet Meieri og oppnådde 11 poeng. Dette for teller at osten ble ansett for å være meget god.

Opplysninger viser at Jæren Meieri produserte til sammen 3168 kg Jarlsbergost i 1957. Året etter hadde produksjonen økt til 6884 kg, mens det på Nes Meieri ble produsert hele 68000 kg i 1958.

Produktutstillingene fra 1960 og til og med 1962 presenterte Jarlsbergost fra et

økende antall meierier. Alle ostene som ble stilt ut, oppnådde meget bra kvalitet. Alle tilfredsstilte de kvalitetskrav som ble stilt til det som den gang var anerkjent som et kvalitetsmerke innen meierisektoren, nemlig «Kløvermerket». I 1960 var det produktutstillinger både i Drammen og i Trondheim. Her deltok følgende meierier med Jarlsbergost av Kløvermerket kvalitet: Forsøksmeieriet, Fredrikshald Meieriblag, Stokke Ysteri, Odal Meieri og Steinkjer Meieri. På de forskjellige regionale produktutstillinger i 1961 og 1962 deltok hele ti meierier med Jarlsbergoster som tilfredsstilte kravet til Kløvermerket ost, eller som oppnådde enda bedre kvalitetsbedømmelse. Disse meieriene var: Bygstad Meieri, Forsøksmeieriet, Fredrikshald Meieriblag, Gjøvik Meieri, Nes Meieri, Odal Meieri, Sortland Meieri, Steinkjer Meieri, Stokke Meieri og Ørlandet Meieri. I denne perioden deltok visstnok ikke Jæren Meieri med Jarlsbergost på utstillingene, selv om osten ble produsert der.

Ingen nye meierier kom til som Jarlsbergostysterier i de nærmeste årene etter 1962. Imidlertid skjedde det en interessant utvikling ved Sortland Meieri og ved Nes Meieri. Her startet den nemlig opp produksjon

produced Brown Whey cheese could use the brown cheese kettles as autoclaves after a few small adjustments, and this was generally done.

Despite certain practical problems that occurred when production was established at the selected dairies, good quality cheese soon came on the market. The new cheese became popular so fast that demand began to exceed supply. More dairies began production, and by 1961, ten dairies were annually producing 2,000 tons of Jarlsberg cheese between them. Total coverage of the market was not achieved until 1962.

Exhibitions of the dairies' products are frequently arranged by and for dairy professionals. Their products are then graded for their sensory properties by an authorized panel and ranked and awarded according to their quality. Jarlsberg cheese first appeared at such an exhibition in Trondheim on November 14, 1957. The cheese had been produced by Ørlandet Dairy and was given a score of 11, indicating it was deemed "Very good".

Records show that Jæren Dairy produced 3,168 kg of Jarlsberg cheese in 1957. Production increased to 6,884 kg the following year. Nes Dairy produced 68,000 kg of Jarlsberg in 1958. At product exhibitions from 1960 to 1962, Jarlsberg cheese was displayed from an increasing number of dairies and all the cheeses were judged

to be of extremely good quality. All satisfied the demands for what was known at the time as the "Clover Mark", a mark of quality in the dairy sector. Product exhibitions were held in Drammen and Trondheim in 1960. The following dairies presented Jarlsberg cheese with "Clover Mark" quality: the Research Dairy; Fredrikshald Dairy; Stokke Cheese Factory; Odal Dairy and Steinkjer Dairy. At the regional product exhibitions in 1961 and 1962, ten dairies exhibited cheeses that achieved or even surpassed the quality required for the "Clover Mark". These dairies were: Bygstad Dairy; the Research Dairy; Fredrikshald Dairy; Gjøvik Dairy; Nes Dairy; Odal Dairy; Sortland Dairy; Steinkjer Dairy; Stokke Dairy and Ørlandet Dairy. Jæren Dairy apparently did not take part in these exhibitions, although Jarlsberg cheese was also produced there.

In the first few years after 1962, no further dairies commenced Jarlsberg cheese production. However, an interesting development took place at Sortland Dairy and at Nes Dairy. Until this time, all the dairies had produced Jarlsberg cheese with rind. These two dairies began production of rindless cheese. Sortland Dairy exhibited Jarlsberg cheese both with and without rind in 1966, and from 1968, Nes Dairy produced only top quality, rindless Jarlsberg cheese.

These glimpses of the work involved in the transfer to other commercial dairies of the production of Jarlsberg cheese from pilot scale in the Research Dairy at the Dairy Institute and full-scale production in the Research Dairy's regular production illustrate the excellent utilization of the expertise and knowledge of the researchers and cheesemakers at the Dairy Institute and the Research Dairy. The scientific personnel at the Institute felt it was necessary to participate in this knowledge transfer in order to optimize the establishment of Jarlsberg cheese production at the dairies that were selected for production. This collaboration was an important factor in the success of Jarlsberg cheese. This kind of collaboration between researchers and industry is just as relevant and advantageous today and should be paid increased attention in order to achieve invention and innovation.

THE IMPORTANCE OF JARLSBERG CHEESE FOR TIME

Jarlsberg cheese was an innovation that quickly became established as a very popular cheese both at home and abroad. It was referred to as a new type of cheese right from the start of its development period in 1956. It soon became apparent that the consumer in Norway and in many other countries greatly appreciated the taste and consistency of



Autoriserte ostdommere foretar den sensoriske bedømmelsen av forsløst ost på Forskningsinstituttet. Dommerne er sjefskonsulent (chefeconsulent) Inge Mork fra Norske Meierier i midten, og inspektør (inspector) Finn Øyver Andersen ved Meierilaboratoriet til høyre. Meieribestyrer (Dairy Manager) Willy Aulien, til venstre, bidrør.

Jarlsberg cheese from the Research Dairy graded by authorized cheese graders.

av skorpefri Jarlsbergost. Til nå hadde all Jarlsbergost vært fremstilt som skorpeost. I 1966 deltok derfor Soriland Meieri på utstilling med både rund ost med skorpe og skorpefri ost. Fra og med 1968 produserte Nes Meieri i utelukkende skorpefri ost av meget høy kvalitet.

Disse glimtene fra arbeidet med å overføre produksjon av Jarlsbergost fra halvteknisk skala i Meieriinstituttets forsøksystemer i og teknisk skala i Forsøksmeieriets regulære produksjon til andre kommersielle meierier, viser at man på en god måte utnyttet den ekspertise og fagkunnskap som forskerne og stjerne ved Meieriinstituttet og Forsøksmeieriet representerte. Fagfolkene ved instituttet så det som en viktig oppgave å delta i kunnskapsformidlingen som var nødvendig for å få til en best mulig etablering av Jarlsbergostysting ved de meieriene som ble utpekt til slik produksjon. Dette gode samspillet mellom forskere og praktiker må ha vært et vesentlig element for den suksessen Jarlsbergosten fikk. Og så dagens forskere kan med fordel vie denne typen samspill med praktisk virkelighet økt oppmerksomhet for å oppnå nyskaping og innovasjon.

JARLSBERGOSTENS BETYDNING FOR TINE

Jarlsbergosten var en nyskaping som raskt etablerte seg som en meget populær ost både på det norske markedet og på eksportmarkedet. Helt fra starten av utviklingsfasen i 1956 ble osten omtalt som en ny type. Det viste seg raskt at forbrukerne både i Norge og i mange andre land satte stor pris på ostens smak, kombinert med en tiltalende og brukervennlig konsistens. Osten ble en verdifull tilvekst til det norske ostesortimentet og ble fort meget viktig for TINE siden den var en stor kommersiell suksess.

Jarlsbergost forekommer for første gang i statistikkene fra Norske Meieriers Salgssentral i 1961. Det året ble det solgt 164,8 tonn på det norske markedet. Figur 5 viser hvor mye ost som ble produsert, og hvor mye som ble eksportert hvert år siden 1961. Produksjonen økte meget kraftig fra 1970 og frem til 1978. Deretter flatet veksten noe ut. I 1997 ble det produsert mest, hele 20 732 tonn. Tallene for 2004 og 2005 er høyere enn tidligere, men omfatter også en etablert leieproduksjon i USA. En foreløpig rekord på det innenlandske markedet ble satt i 2004 da det ble omsatt 8042 tonn.

the new cheese. It became a valuable addition to the Norwegian cheese assortment, and rapidly became very important for TINE as it became a great commercial success.

Jarlsberg cheese first appears in Norwegian Dairies' statistics in 1961, when 1,648 tonnes were sold on the Norwegian market. Figure 5 shows annual production and exports from 1961. Production increased greatly between 1970 and 1978; after that, growth leveled out. Most Jarlsberg cheese was produced in 1997; 20,732 tonnes. The figures for 2004 and 2005 are higher than in previous years, but include production under license in the USA. A provisional record for the home market was reached in 2004, when 8,042 tonnes were sold in this market. Jarlsberg cheese soon became the second most popular cheese from TINE on the Norwegian market. Among TINE's cheeses, only Norwegian Gouda is sold in greater amounts.

Figure 5 shows that more Jarlsberg cheese is exported than is sold on the Norwegian market. However, cheese was exported from Norway long before Jarlsberg cheese was developed and introduced on the international market, mostly Norwegian Gouda (Norwegian) and Nøkkelost. In addition, certain amounts of Norwegian Edam, Norwegian Tilsiter and Normanna (Blue cheese) were exported, mostly to West Germany and the United Kingdom.

The initial export drives for Jarlsberg cheese took place as early as 1962, when a representative for Norwegian Dairies took some of the cheese to the United Kingdom and showed it to his customers there. The same year, a representative traveled to the USA and showed the product to his biggest customer for Brown Whey cheese, a product that had been exported to the USA for many years. As a result of this introduction to first-class Jarlsberg cheese, exports to the United Kingdom and the USA began the following year. The exports in 1963 totaled 224 tonnes, which gradually increased until 1972. That year, Norway voted not to join the European Union, and exports of Jarlsberg cheese to the USA greatly increased. Canada and Australia later became important markets.

The Norwegian Dairies' Sales Association 50th Anniversary Report (6) states the following regarding the export potential for cheese as various countries joined the European Union: "Exports to the United Kingdom went well until the country became a member of the European Union. However, the Sales Association managed to develop an export of Gouda to Japan that more than compensated for the loss of the other markets. Exports of Normanna and Tilsiter suffered the same fate as Gouda, and it was not possible to find replacement markets."

Jarlsbergost etablerte seg ganske raskt som den nest største ostetypen fra TINE på det norske markedet. Blant TINEs oster er det bare Norvegia som omsettes i større mengde enn Jarlsbergost.

Figur 5 viser at det eksporteres betydelig større mengder Jarlsbergost enn den mengden som omsettes i Norge. Det ble imidlertid eksportert ost fra Norge lenge før Jarlsbergosten ble utviklet og introdusert på det internasjonale markedet. De vanligste ostesortene for eksport var Norsk Gouda (Norvegia) og Nøkkelost. Det var også en del eksport av Norsk Edamer og Norsk Tilsiter, i tillegg til Normanna. De største eksportlandene for norsk ost var på denne tiden Vest-Tyskland og England.

De første eksportfremstøtene for Jarlsbergost skjedde allerede i 1962. En representant for Norske Meieriers Salgssentral tok med seg osten til England og demonstrerte den for sine kunder der. Samme året reiste også en representant for Salgssentralen til USA og viste frem produktet til sin største kunde for norsk brunost, som var et produkt med lang tradisjon for eksport til USA.

Som en følge av disse presentasjonene av førsteklasse Jarlsbergost, ble osten al-

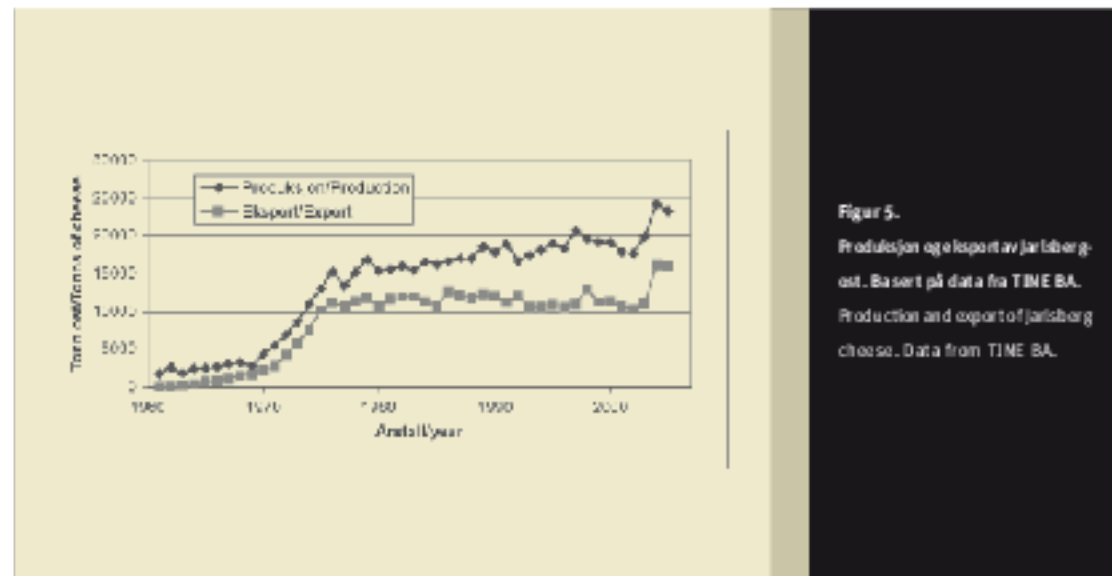
lerede året etter eksportert til England og USA. Den samlede mengden var 224 tonn i 1963. Frem til 1972 økte eksporten hvert år, men relativt lite. Fra og med 1972, da Norge hadde sagt nei til å slutte seg til EU (EF), økte eksporten av Jarlsbergost til USA kraftig. Senere ble også Canada og Australia viktige markeder.

I Norske Meieriers Salgssentrals 50-års jubileumsskrift (6) sies det følgende om utsiktene for eksport av ost etter hvert

som de ulike landene ble medlemmer av EF:

«Eksporten til Storbritannia holdt seg godt helt til landet gikk inn i Fellesmarkedet. Salgssentralen klarte imidlertid å opparbeide seg en eksport av Gouda til Japan, som fullt ut kompenserte tapet av de andre markedene. Eksporten av Normanna og Tilsiter led samme skjebne som Goudaosten. For denne eksporten var det ikke mulig å finne andre markeder som kompensasjon.

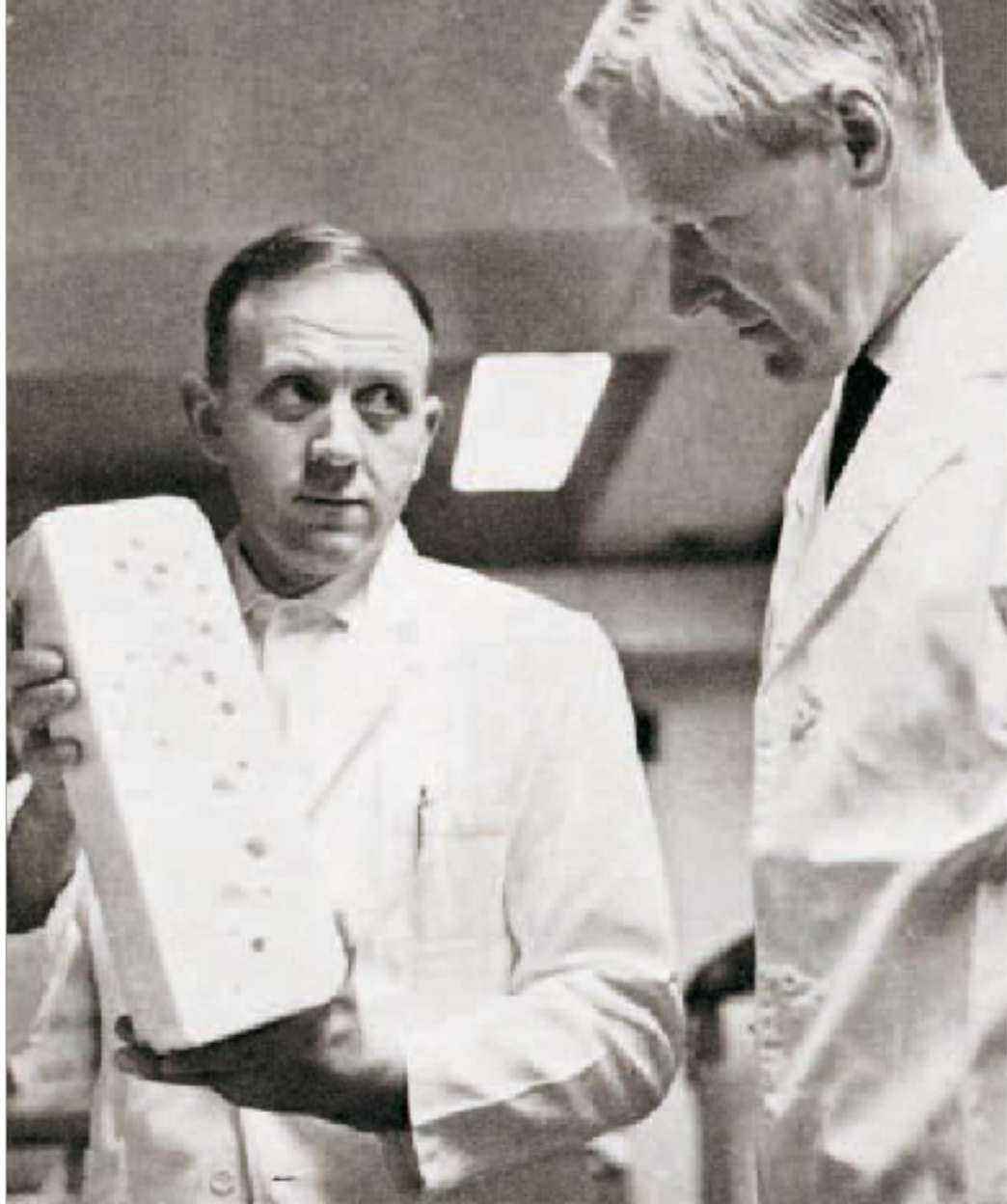
Den ostetypen som i første rekke kom til å redde eksporten, var Jarlsbergost. På tross av meget høye importavgifter klarte Salgssentralen å opparbeide et visst marked i Vest-Tyskland. Det samme var også tilfellet i Storbritannia etter inntreden i Fellesmarkedet. Det var imidlertid først og fremst til USA og Canada at det etter hvert lyktes å opparbeide en eksport av Jarlsbergost av en størrelsesorden som Salgssentralen aldri før hadde hatt til noe marked av noen ostesort.»



Figur 5.
Produksjon og eksport av Jarlsbergost. Basert på data fra TINE BA.
Production and export of Jarlsberg cheese. Data from TINE BA.

Etter forhandlinger i det som fikk betegnelsen «Kennedy-rundens», ble tollsatsene for import av ost til USA satt ned. Samtidig ble det innført importkvoter for de forskjellige ostepartene, men med en viktig unntaksbestemmelse. Denne gikk ut på at ost som ble solgt til priser over en viss minimum fob-pris (fob = free on board), var unntatt fra kvotebegrensning. I Norske Meieriers Salgssentral ble det da besluttet å øke prisen på Jarlsbergost i USA, slik at prisen på osten ble i overensstemmelse med disse unntaksbestemmelsene. Derved ville eksporten av Jarlsbergost til USA ikke bli berørt av kvotebegrensningene.

Det var ikke lett å forutsi hvordan en slik prisøkning ville slå ut på eksportvolumet til USA. Det viste seg imidlertid at Jarlsbergostens kvalitet var så god og populariteten så stor at den aktuelle prisøkningen ble akseptert. Eksporten fortsatte derfor å øke. Den åpenbare suksessen til Jarlsbergost på det amerikanske markedet skapte stor interesse fra andre osteproterende land. Flere land ønsket å produsere og eksportere ost med disse egenskapene. Det var også en betydelig interesse for å benytte navnet eller navn som kunne assosieres med salg-



Nes meieri var ett av de første meieriene som begynte med produksjon av skorpfri Jarlsbergost. Driftsleder (Technical Manager) Sigurd Mostuen presenterer en oversikt over ostforbestyrer (Dairy Manager) John Jønnes kritiske blikk.

Production of rindless Jarlsberg cheese soon started at Nes Dairy. Satisfied with eye formation?

suksessen Jarlsbergost. Om disse forholdene sto det følgende i Norske Meieriers Salgssentrals 50-års jubileumsskrift (6): «Typisk for den internasjonale interessen for Jarlsbergost, men også et alarmende tegn for Salgssentralen, var følgende melding fra Danmark: 'Osteeksportutvalget har besluttet overfor Statskontrollen at anbefale, at det på dispensasjonsbasis bliver tilladt at fremskille og til samtlige markeder at utføre en lutermet 45+ 'Dansk Jarlsberg'-ost med et vandinnhold på 44 prosent på betingelse, at osten motsvarer den norske karakteristikk for den ne ost.' Danskene tilbød nå Jarlsbergost til USA og Canada under denne deklarasjon til priser langt under Norges priser. Et dansk meieri tilbød osten rett og slett som Jarlsbergost, og Salgssentralen måtte ta opp spørsmålet om å beskytte navnet på eksportmarkedene. Eksporten av Jarlsbergost til USA økte allikevel jevnt og sikkert. Tross alle forsøk fra utenlandske konkurrenter på å fortrengte Salgssentralen fra dette viktige markedet.»

I USA finnes en «Countervailing duty act». Denne gir myndighetene anledning til å legge en avgift på såkalt subsidiert eksport til USA. Avgiften kan være på en størrelse som kompenserer for subsidiene gitt i det

landet som eksporterer varen. Spørsmålet om man skulle ta i bruk denne form for avgift, ble reist i USA i 1974. En rekke varer var da i myndighetenes søkelys. De amerikanske National Cheese Institute presset på for å få myndighetene til å anvende loven også for meieriprodukter. Resultatet ble at alle land som eksporterte ost til USA, i tur og orden ble anklaget for å selge subsidiert ost på det amerikanske markedet. Norge ble også anklaget, som et av de siste land i en lang rekke. Anklagen gjaldt eksplisitt Jarlsbergost.

Fra norsk side ble anklagen avvist. Det ble argumentert med at Jarlsbergosten som ble eksportert til USA, ikke var subsidiert. De amerikanske myndighetene hevdet på sin side at de forbrukersubsidier som ble benyttet i det norske hjemmemarkedet, blant annet på konsummelk, indirekte virket som eksportsubsidier.

I en periode ble det ført en rekke forhandlinger om disse spørsmålene. I Norske Meieriers Salgssentrals 50-års jubileumsskrift (6) heter det blant annet følgende: «De amerikanske representantene måtte erkjenne at det norske samvirkessystemet på melkesektoren var ulikt alle andre lands ordninger som subsidierte eksporten direkte.»

Den endelige beslutningen om subsidierspørsmålet ble fattet i 1976 i det amerikanske «Treasury Departement». Beslutningen gikk ikke i Norges favør. Konsekvensen av dette var at dersom eksporten av Jarlsbergost til USA skulle holde frem, måtte prisen økes med 30 prosent. Til tross for en så kraftig prisøkning var de amerikanske importørenes fortsatt optimistiske. Det var imidlertid nødvendig å forsterke de salgsfremmende tiltakene i USA.

En slik prisøkning førte til at Jarlsbergost ble den dyreste storhullede osteparten på det amerikanske markedet. Til tross for en høy pris fikk de amerikanske importørene av Jarlsbergost rett i sin vurdering av markedets vilje til å betale en slik pris. Eksporten til USA og Canada fortsatte å øke. I 1976 var den kommet opp i ca. 8000 tonn.

Hindringene var imidlertid ikke forbi selv om markedet syntes å akseptere en høy pris for osten. I perioden 1976–1979 var det også en kvoteordning for import av ost til USA. Denne kvoteordningen omfattet bl.a. Jarlsbergost. Eksporten av dette produktet var enda relativt ny i USA, og salget var stadig økende. Det var derfor meget uheldig at kvotene i USA ble basert på gjennom-

snittsimporten i tidligere perioder. Dette innebar at det også senere ble begrensninger i volumene som kunne eksporteres til disse markedene.

Eksporten til det amerikanske markedet ble i begynnelsen ivare tatt av et datterselskap av Nestlé. Etter en omorganisering i Nestlé besluttet Norske Meieriers Salgsentral å opprette et eget selskap i USA. Dette skjedde i 1978. Selskapet er et heltid datterselskap. Det har siden etableringen ivare tatt salget av norsk ost på det amerikanske og det kanadiske markedet.

Den totale eksporten av Jarlsbergost til alle aktuelle land, samt leieproduksjonen i USA, var 16 099 tonn i 2005. I tillegg til USA og Canada dreier det seg om en rekke europeiske land og ikke minst til Australia. Når det gjelder Australia, heter det blant annet i en artikkel i *Aftenposten* 16. mai 1977: «Norsk eksport til Australia har aldri vært betydningsfull. Det skyldes delvis at Australia med restriktive tiltak forsøker å begrense importen av en rekke varer, og fordi den drøye visland fra Norge til Australia virker avskrekkende på mange produsenter. Det gjøres derfor få eksportfremstøt mot dette kontinent som har så store fremtidsmuligheter. Hederlige

unntakelser er norsk fiskelindustri som selger betydelige kvanta frøsensfisk, norsk shipping som er godt representert i Australia, og norsk ost. Norsk osteeksport til Australia er betydelig med over 1000 tonn som skipes den lange veien til Australia hvert år, og eksporten øker stadig. I Australia er norsk eksport av ost like stor som dansk eksport. Norsk ost går her for å være kvalitetsprodukter. Den er dyrere enn konkurrentenes, men kjent for å være blant de beste.»

Eksporten av Jarlsbergost har møtt både forskjellige handelsinndringer som toll, eksstraordinære avgifter og kvotebegrensninger, og hard konkurranse både fra andre lands oster og fra direkte etterligninger produsert i andre land. Likevel har osten etablert seg som en av de største og best betalte sortene i de fleste markedene der den er blitt introdusert. Det er nok riktig å hevde at den oppfattes som en eksklusiv ost i de fleste markeder. Den eksponeres ofte i butikkene sammen med de dyrere vinene. I tillegg til ostens spesielle og karakteristiske egenskaper, både når det gjelder smak, konsistens og hullsetting, skyldes den suksessen ikke minst den høye og stabile kvaliteten som hele tiden har vært opprettholdt under produksjonen. Et godt

The cheese type that first led to the saving of our export trade was Jarlsberg. Despite extremely high import tariffs, a certain market has been built up in West Germany and similarly for the United Kingdom after it joined the European Union. However, it was primarily in the USA and Canada that it was eventually possible to build up an export volume for Jarlsberg cheese which the Sales Association has never before had for any cheese in any market.

Following negotiations in what became known as "the Kennedy Round", customs duties for import of cheese to the USA were reduced and import quotas were simultaneously introduced for different cheese types, with one important exception. Cheese that was sold for a price over a certain FOB (Free On Board) rate was exempted from the quota limitations. Norwegian dairies then decided to increase the price of Jarlsberg cheese to the USA such that it exceeded the FOB rate, thus rendering it exempt from the import quotas.

It was not easy to predict in what way the price increase would affect the volume of cheese exported to the USA. However, it turned out that Jarlsberg cheese's quality was so good, and its popularity so great, that this price increase was accepted and export actually continued to increase. This evident success of Jarlsberg cheese on the American market also aroused great in-

terest from other cheese-exporting countries. Several countries wanted to produce and export a cheese with similar characteristics, and there was also considerable interest for using the same name or a name that could be associated with the successful Jarlsberg cheese. The Norwegian Dairies' Sales Association's 50th Anniversary Report (6) states the following about this situation: "The following message from Denmark was typical for the international interest for Jarlsberg cheese, but also allowing for the Sales Association: 'The Cheese Export Committee has decided to recommend to the Government Control Agency that it be permitted to produce and export to all markets, on a dispensation basis, a quality-controlled (Lurmerhet) 45+ 'Danish Jarlsberg' cheese with a moisture content of 44% on the condition that the cheese is equivalent to the Norwegian characteristics for this cheese'. Denmark now exported Jarlsberg to the USA and Canada under this declaration, for below Norwegian prices. One Danish dairy actually proffered the cheese using the name 'Jarlsberg cheese', and the Sales Association had to bring up the matter of protecting the name on the export markets. Nevertheless, exports of Jarlsberg to the USA increased slowly but surely despite all attempts from foreign competitors to exclude the Sales Association from this important market."

In the USA, the "Countervailing Duty Act" gives the authorities the right to impose a duty on so-called subsidized exports to the USA that can be sufficient to compensate for the subsidies given in the exporting country. In 1976, the question was raised concerning whether this form of duty should be taken into use. Various wares were attracting the authority's attention at that time. The American National Cheese Institute pressed the authorities to introduce this law in the case of dairy products and, one by one, all countries that exported cheese to the USA were accused of subsidizing cheese to the American market. As one of the last countries of many, Norway was also accused, explicitly citing Jarlsberg cheese.

Norway refuted the accusation, arguing that the Jarlsberg cheese that was exported to the USA was not subsidized. The American authorities claimed in return that the consumer subsidies that were in use on the Norwegian home market, for example for liquid milk, acted indirectly as export subsidies. A series of discussions on these issues took place for a short while. The Norwegian Dairies' Sales Association 50th Anniversary Report (6) states: *"The American representatives had to admit that the Norwegian cooperative system within the milk sector was different from all other countries' schemes, which directly subsidized the export."*

Elten lager på Elnesvågen, år 2000. Kjell-Ove Risan på truck.
Interior of a modern cheese store, Elnesvågen, 2000.



utbygd kvalitetssikrings system og grundig kvalitetsikring av produksjon og produkt ved alle meieriene i Norge har vært, og er, av avgjørende betydning for å lykkes i eksportmarkedet. Dyktig salgs- og markedsføring fra Norske Meieriers Salgsentral og senere fra TINE er en viktig forutsetning for den betydelige suksessen en har hatt med eksport av Jarlsbergost.

Fra introduksjon på markedet i 1961 har innenlandsk og utenlandsk salg utviklet seg meget positivt. I 2005 representerte omsetningen en samlet markedsverdi på ca. 1,5 milliarder kroner. En betydelig verdi og et betydelig volum i norsk meierindustri.

TINE BA vurderer det slik at Jarlsbergost har et større potensial i flere land enn det dagens ordning med eksport- og handelsrestriksjoner gir muligheter for. For å utnytte dette potensialet har TINE BA i de senere årene etablert leieproduksjon av Jarlsbergost i USA. Tilsvarende avtale om leieproduksjon er også etablert i Irland.

NOEN HOVEDTREKK I DEN TEKNOLOGISKE UTVIKLINGEN AV JARLSBERGOST ETTER 1965

Skrivet av fagleder Rolf Heskestad, TINE FoU
Som tidligere nevnt regner en at utviklingsperioden for Jarlsbergost som ostetypens trekker seg frem til 1965. Det har likevel etter den

tid nærmest kontinuerlig pågått arbeid med optimalisering av produksjonsteknikk samt utvikling av produktvarianter i Norske Meierier og senere i TINE. Nedfor beskrives derfor hovedtrekkene i denne utviklingen.

SKORPEFRI JARLSBERGOST

Skorpefri ost gir redusert svinn både hos produsent og forbruker. Det var derfor naturlig at en etter hvert begynte å se på mulighetene for å produsere en skorpefri variant av Jarlsbergost. De første forsøkene ble gjennomført ved Nes Meieri i 1965. Det viste seg snart at den største utfordringen var å finne en ostefilm som kunne slippe ut noe av de store gassmengdene som utvikles i en Jarlsbergost. Problemet var at det ble dannet mange små hull eller åpninger i ostens ytre partier, det som av fagfolk gjerne betegnes som pipetrand, og med dannelse av sprekker i ostene. Det var dessuten vanskelig å oppnå den samme fylde i smaken. Forsøkene ble imidlertid videreført. I 1967 ble kvaliteten vurdert som så bra at ostene ble introdusert på markedet.

For å redusere risikoen for pipetrand og sprekke dannelse måtte det benyttes en film med svært lav barriere for CO_2 . Slike såkalte

«åpne» ostefilmer vil samtidig ha lav barriere for O_2 . Dermed viste det seg snart at muggvekst ville bli en trussel. Dette ble løst ved å overflatebehandle osten med antimuggmiddel før den ble pakket i film. Flere slike midler ble testet, men etter hvert fant man at antimuggmiddelet natamycin/pimaricin totalt sett var det mest hensiktsmessige.

Osten ble til å begynne med pakket manuelt, men etter hvert overtok pakkemaskiner. Filmen som ble benyttet, var et PVC-materiale. Senere ble det kjent at denne typen film inneholdt mykgjørere som kunne være helsesig betenkelige. Disse forhold, sammen med et ønske om ytterligere rasjonalisering av pakkeprosessen, gjorde at en startet forsøk med vakuumpakking av skorpefri Jarlsbergost. En rekke ulike filmkvaliteter ble også testet. Problemene med pipetrand og sprekker meldte seg imidlertid på nytt, denne gang gjerne i kombinasjon med oppblåste pakninger. Etter en lang og omfattende forsøksperiode fant man det forsvarlig å starte med vakuumpakking av skorpefri Jarlsbergost i 1988.

NYE ØSTESTØRRELSER

Mot slutten av 1960-årene kom det spørsmål fra USA om det var mulig å levere en større

skorpefri Jarlsbergost enn standardblokkene på 5 og 10 kg. Bakgrunnen for dette var et voksende marked for skivet ost og et ønske om å få en skive som passet bedre til amerikanske forhold. Dermed startet arbeidet med produksjonsetablering av en storblokk på ca. 36 kg ved Verdal Meieri. Denne blokken var velegnet til videre oppdeling i et format som passet kundene i USA. Produksjonsetableringen av denne osten, som etter hvert fikk navnet Fjordland, innebar en rekke tekniske og teknologiske utfordringer. Det ble lagt opp til at osten skulle ferdigpresses i spesialbygde presser. Osten måtte imidlertid deles opp i riktig størrelse når den skulle tas ut fra pressekarer. De enkelte osteblokkene fikk dermed sideflater eller snittflater som ikke hadde ligget inntil veggen i en osteform. Disse snittflatene hadde derfor en mer åpen struktur enn ostens øvrige flater. Ved etterfølgende opphold i saltlake fikk osten et kraftigere saltopptak gjennom disse åpne flatene. En klar bedring ble oppnådd da utstyr for varme forsegling av de åpne flatene ble installert. Det var likevel alltid en utfordring å oppnå jevnt og samtidig ønsket saltnivå i denne osten.

The final decision on the question of subsidies was reached by the American Treasury Department in 1976 and did not go in Norway's favor. The consequences were that if exports of Jarlsberg cheese to the USA were to continue, the price had to be increased by 30%. Despite this large price increase, the American importers were still optimistic. However, it was deemed necessary to strengthen sales promotion of Jarlsberg cheese in the USA. The price increase made Jarlsberg cheese the most expensive large-eyed cheese type on the American market. The American importers' appraisal of the market's willingness to pay this high price proved to be correct. Exports to the USA and Canada continued to increase, and reached about 8,000 tons in 1976.

The obstacles, however, were not over, although the market seemed to accept the high price for the cheese. In 1976-1979, the USA introduced a quota restriction for imports of cheese, which included Jarlsberg cheese. Exports of this product were still relatively new in the USA, and sales were still increasing. It was thus very unfortunate that the quota restrictions were based on average imports from an earlier period, but this limited the amounts that could be exported to these markets. Exports to the American market were first managed by a subsidiary of Nestlé.

Following a reorganization of Nestlé, the Sales Association decided to start its own company in the USA. This became a fact in 1978. The company is a subsidiary, wholly owned by the Sales Association, and has since its initiation managed all Norwegian cheese sales on the American and Canadian markets.

The total exports of Jarlsberg cheese to all countries, including the license-based production in USA, reached 16,099 tonnes in 2005. Apart from the USA and Canada, these countries included many European countries and, not least of all, Australia. Concerning the Australian situation, the following was written in the Aftenposten newspaper on May 16, 1977: "Norwegian exports to Australia have never been significant. This is partly because Australia tries to restrict the import of certain goods and partly because the long distance from Norway scares many producers off. There are therefore few export drives to this country, which has such a potential. Honorable exceptions to this are the Norwegian fish industry, which sells considerable amounts of frozen fish, the Norwegian shipping industry, which is well represented in Australia, and Norwegian cheese. There are considerable and increasing exports of Norwegian cheese to Australia, and over 1,000 tons are shipped annually the long distance to Australia.

In Australia, the Norwegian exports of cheese are as great as those from Denmark. Norwegian cheese is considered a quality product here. It is more expensive than that of the competition, but known to be among the best."

Not only have exports of Jarlsberg cheese met various trade hindrances such as customs, extra levies and quota restrictions, but also tough competition from both other countries' cheeses and from direct copies produced in other countries. Despite this, the cheese has established itself as one of the greatest and most profitable varieties in most markets where it has been introduced. It is probably correct to maintain that it is considered an exclusive cheese and is often displayed in shops alongside the more expensive wines. In addition to the cheese's special and characteristic properties of taste, flavor and eye formation, its success is not least due to the high and stable quality that has been maintained throughout the production. Well-developed quality control systems and thorough quality assurance of production and the product at all the dairies in Norway have been, and still are, of vital importance for success in the export market. Capable sales and marketing by the Sales Association and later from TINE were an important prerequisite for the great success that has been experienced with Jarlsberg cheese.

I 1996 ble produksjonsutstyret ved meieriet fornyet, og i den forbindelse ble det besluttet overgang til nytt format på osteblokken. Storblokken på 36 kg ble erstattet av en 20 kilos blokk med format som to standard 10 kilos blokker lagt ved siden av hverandre. Denne osten var sikreddeysydd med tanke på porsjonspakking. Sammenlignet med storblokken ble det mindre avskjær og samtidig flere biter med karakteristisk hullsetning. Jarlsbergost som 20 kilos oster blir vakuumpakket i poser.

JARLSBERGOST MED REDUSERT FETTINNHOOLD

I 1988 kom det spørsmål fra USA om produksjon av en Jarlsbergost med redusert fettinnhold. Omtrent samtidig var det også en gryende interesse for et slikt produkt på det innenlandske markedet. Det ble bestemt at det skulle etableres produksjon av en Jarlsbergost med 16 prosent fett (Jarlsberg H 30), med skorpe, ved Steinkjer Meieri. Dette produktet ble lansert i 1989, men fikk dessverre en låber mottakelse i markedet og dermed en kort levetid. Parallelt med etablering av produksjon av denne skorpeosten ble det arbeidet med utvikling av en

skorpefri variant av Jarlsberg H 30. Denne ble satt i produksjon ved Rogaland meieriet Høyland og lansert i 1989. Til å begynne med var dette et spesialprodukt for USA-markedet. Den ble solgt under navnet Jarlsberg Lite. I 1991 kom det melding fra USA om at fettinnholdet måtte reduseres. I USA hadde man nemlig en lovgivning som forutsatte at fettinnholdet måtte reduseres med minimum 50 prosent i forhold til normalproduktet, altså i forhold til Jarlsbergost med 27 prosent, for å kunne benytte produktnavnet Jarlsberg Lite. Omleggingen til et fettinnhold i osten på 13 prosent ble gjort umiddelbart. Samtidig begynte man, på oppfordring fra USA, å tilsette A-vitamin. Jarlsberg Lite har siden vært et rent eksportprodukt. Produksjonen av skorpefri Jarlsberg H 30, med 16 prosent fett, fortsatte for å dekke etterspørselen fra det innenlandske markedet. Dette produktet fikk senere navnet Lettere Jarlsberg.

NY SMAKSARIANT

I 1994 ble det utviklet og lansert en Jarlsbergostvariant med røyksmak. Røyksmaken oppnås ved at ferdigmodnet Jarlsbergost får et opphold i en naturlig flytende røykaroma. For å sikre god inntrenging i osten blir den

på forhånd oppdelt i leiver på 2,5 kg. Etter avdrypping blir den vakuumpakket på vanlig måte. Jarlsbergost med lett røyksmak produseres ved TINE Meieriet Sør-Nærø.

NY OVERFLATEBEHANDLING AV JARLSBERGOST MED SKORPE

Helt siden starten var det fra tid til annen problemer med overflaten på Jarlsbergost med skorpe. Osten ble den gang påført ostevoks. Problemene med løs og sprukket voks kunne i perioder være ganske omfattende. Slike problemer ble ofte forsterket ved at overflaten lett ble angrepet av mugger voksen hadde falt av. På denne tiden strøk man den store oblaten ned i vokslaget ved hjelp av et varmt strykejern. Prosessen var tung og arbeidskrevende. Deresom det siden oppsto problemer med løs voks, løst net gjerne hele eller deler av oblaten også. Ved oppdeling av en slik ost kunne en da risikere å miste Jarlsbergostens identitetsmerke på enkeltstykkene.

I 1996 ble derfor et prosjekt med sikte på å komme frem til en sikrere overflatebehandling av osten startet. Dette arbeidet resulterte i at voksen ble fjernet. Ostene ble nå påført en flytende plastemulsjon

Since its introduction on the market in 1961, national and international sales have developed very positively. In 2005, the total turnover had a market value of approximately 1.5 billion NOK, representing a considerable value and volume for the Norwegian dairy industry. TINE BA estimates that Jarlsberg cheese has a greater sales potential in several countries than is attainable with today's export and trade restrictions. In order to utilize this potential, TINE BA has established a licensed production in the USA and a similar agreement has been established in Ireland.

SOME MAIN FEATURES OF THE TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF JARLSBERG CHEESE SINCE 1965

Written by Rolf Hekkestad, Manager of Cheese Technology, TINE R&D

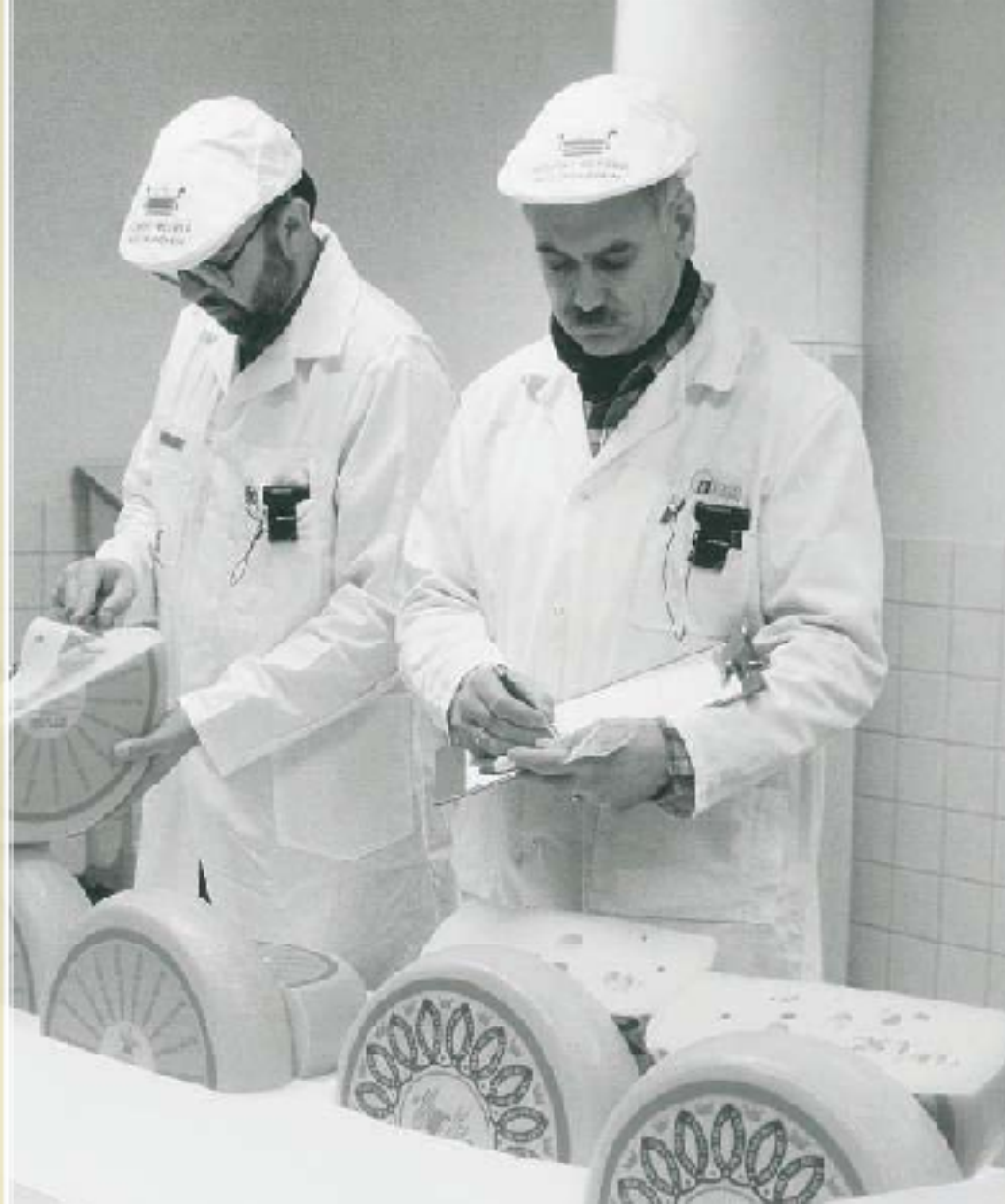
The period for development of Jarlsberg cheese is considered to be until 1965. However, also after that time, work on optimization of production technology and development of new product varieties has been almost continuous. Some of the main aspects of this development are described below.

RINDLESS JARLSBERG

Rindless cheese is less wasteful for both producer and consumer. It was therefore natural that production of a rindless variety of Jarlsberg cheese

Autoriserte ostedommere i aksjon. Fra venstre Bjørn Fiskvik og Alain Dutard. Samtlige ystinger blir sensorisk bedømt før de markedsføres.

Authorized cheese graders at work. None of the cheese batches were presented to the market before grading had taken place.



became a subject for development research. The first experiments were conducted at Nes Dairy in 1965. It soon became apparent that the greatest challenge was to find a cheese film that would release the large quantities of gas produced in Jarlsberg cheese. The problem was the development of many small eyes in the outermost parts of the cheese and the formation of cracks. It was also difficult to attain the same full flavor. However, the experiments were continued, and in 1967, the quality was considered good enough for the cheese to be launched on the market.

In order to reduce the risk for small holes and cracks, it was necessary to employ a film with a very low barrier for CO_2 . These so-called "open" films will simultaneously have low barriers for O_2 . Not surprisingly, growth of mold was soon shown to be a problem, but this was solved by treating the surface of the cheese with an antifungal preparation. Several such preparations were tested and, in the end, the fungicide natamycin/pimaricin was found to be the best compromise solution.

The cheese was first packaged manually and later by machine using a PVC film material. It was later discovered that this type of film contains plasticizers that may be a danger to health. These circumstances, along with a desire to further rationalize the packing process, led to the start of

(plastic coat). Oblatene ble lagt i plastlaget i stedet for i voksen. Denne prosessen kunne gjøres maskinelt direkte etter at osten hadde fått påført den halvt flytende plasticoten. Samtidig innførte en bruk av såkalt «banderole» på osten. Dette belte med dekor pyntet osten samtidig som det gjorde den mer formbestandig på gjæringsbu. Etter uttak fra gjæringsbu ble osten vakuumpakket i krympeposer i stedet for den tidligere voksbehandling. Den såkalte Jarlsberg «New Look» ble satt i produksjon ved begge de gjenværende produksjonsanleggene for skorpeost, TINE Meieriet Sør-Nærø og TINE Midt-Norge Elnessvågen, i 1999.

VELLAGRET JARLSBERGOST

Det rådet lenge en oppfatning av at Jarlsbergost var lite egnet til langtidslagring. Spørsmålet om å lansere en vellagret Jarlsbergost kom likevel opp med ujevne mellomrom. Etter en nølefase ble det i 2002 besluttet å etablere produksjon av Vellagret Jarlsberg ved TINE Midt-Norge Elnessvågen. Osten lagres i ni måneder for det innenlandske markedet og i 12 måneder for eksportmarkedet.

KONSENTRERT PROPIONSYREKULTUR

Frem til 1991 ble Jarlsbergostmeieriene forsynt med propionsyrekultur fra Meieriinstituttet ved Norges Landbrukshøgskole. Etter den tid overtok TINE FoU-Senter på Voill ansvaret for produksjon og levering av moderkultur til meieriene. Tradisjonelt oppformeres moderkultur til en brukskultur ved det enkelte anlegg. Daleieproduksjonen av Jarlsbergost i USA ble etablert i 2000, ble det vurdert at det ikke var ønskelig at meieriet i USA skulle dyrke opp den aktuelle propionsyrekulturen selv.

Fra 1989 til 1995 hadde TINE FoU et forskningsprosjekt sammen med SINTEF og Landteknisk Fabrik, hvor målet var å komme frem til en ny og unik måte å produsere propionsyrekulturen på. Det ble utviklet en prototype av en såkalt filterfermentor. I 1995 sto prototypen ferdig montert ved TINE FoU Voill. Mange utfordringer under uttesting og optimalisering av utstyret, både mekanisk og styrimessig, gjorde at fermenteringsanlegget først var klart for ordinær produksjon 1. august 2000. Samtidig ble leieproduksjonen av Jarlsbergost etablert i USA.

I filterfermentoren produseres propionsyrekulturen kontinuerlig 50 ganger mer

experiments employing vacuum packaging of the cheese. Again, a number of different films were tested. The problems of small eyes at the cheese surface and cracks immediately reappeared, usually in combination with inflated packages. In 1988, after long and comprehensive research experiments, it was determined that it was safe to start production of rindless Jarlsberg.

NEW CHEESE SIZES

In the late 1960s, a request came from the USA asking whether it was possible to deliver a Jarlsberg cheese larger than the standard 5- or 10-kg blocks. The background for this was that the market for sliced cheese was growing, and there was a need for slices that were more suitable to the American demand. Vondal Dairy started production of large blocks of Jarlsberg cheese weighing 36 kg, which were very suitable for cutting into sizes that suited the American customer. The establishment of this production, of the cheese later called Fjordland, presented a series of technological challenges. The final pressing of the cheese was to take place in specially constructed pressing vats, after which the cheese had to be divided into pieces that would fit the cheese molds. These individual blocks therefore had some surfaces that had cut edges and others that had been in contact with the wall of

the pressing vat. The cut surfaces had a more open structure, and when the cheese was then brined, a much greater uptake of salt occurred through these open surfaces. A definite improvement was achieved when equipment for sealing the opened surfaces was installed, but it was always a challenge to achieve an even distribution of salt at the level required in this type of cheese.

In 1996, the production equipment at the dairy was renewed, and it was decided at that time to change the format of the cheese blocks. The giant 36-kg block was replaced by one weighing 20 kg that had the shape of two side-by-side 10-kg blocks. This cheese was tailor made with respect to portion packaging. Compared to the large blocks, there was less waste and also more portions with a characteristic eye formation. Jarlsberg cheese in 20-kg blocks is vacuum packed in plastic bags.

REDUCED-FAT JARLSBERG

In 1988, the USA requested a Jarlsberg cheese with a reduced fat content. At about the same time, there was also a dawning of interest for such a product on the home market. It was decided to establish the production of a Jarlsberg cheese with 16% fat (Jarlsberg H 30), with rind, at Steinikjer Dairy. This product was launched in 1989, but unfortunately received a cool reception in the

market and therefore had a short life. Parallel to the establishment of the production of this cheese with rind, a rindless version of Jarlsberg H 30 was also being developed. Production was started at Rogaland Dairy, Høyland, with launching in 1989. This was a special product for the American market from the beginning, and was sold under the name "Jarlsberg Lite". In 1991, however, the USA demanded that the fat content be further reduced. The US regulations stipulated that in order to permit the use of the product name "Jarlsberg Lite", the fat had to be reduced to half that of the standard Jarlsberg cheese, which contains 27% fat. The production immediately went over to Jarlsberg cheese with 13% fat. At the same time, due to yet another request from the USA, vitamin A was also added. Since then, Jarlsberg Lite has been purely an export product. Production of rindless Jarlsberg H 30, with 16% fat, continues to cover the demand from the home market. This product was later renamed "Lighter Jarlsberg".

NEW TASTE VARIETY

A Jarlsberg cheese variant with smoked flavor was developed and launched in 1994. The smoked flavor is achieved by placing fully ripe Jarlsberg cheese in a liquid natural smoke aroma. To ensure a good penetration of the flavor into the cheese, it

is first divided into 2.5-kg pieces. The cheese is then drained and vacuum packed in the usual way. Jarlsberg cheese with smoked flavor is produced at TINE Dairy South, Nærbø.

NEW SURFACE TREATMENT OF JARLSBERG CHEESE WITH RIND

Problems with the surface of Jarlsberg cheese appeared right from the start. The cheese surface used to be waxed. The problem of loose and cracked wax was at times somewhat extensive, and the surface often then became infected with molds in those places where the wax had fallen off. At that time, the cheese label was placed on top of the wax and applied with a hot iron, a heavy and time-consuming process. If the problem of loose wax subsequently occurred, all or part of the label usually came off. On cutting such a cheese into portions, there was a chance that sections of the cheese could lose their identifying mark.

A project was therefore started in 1996 with the aim of developing a method of surface treatment that would be more satisfactory. The result of this work was the replacement of waxing with a liquid plastic emulsion (Plastroat), and the cheese label was placed in the layer of plastic instead of in the wax. This process could be done by machine directly after the cheese received

its plastic coating. At the same time, a so-called "banderole", a band with décor around the cheese, was introduced. This also helped the cheese retain its shape better when in the warm Ripening Room. When the cheese was removed from the warm Ripening Room, it was vacuum packed in plastic instead of wax covered. The so-called Jarlsberg "New Look" was put into production at both of the dairy factories that were still making Jarlsberg cheese with rind, TINE Dairy South, Nærbø, and TINE Mid-Norway, Elnesvågen, in 1999.

EXTRA-AGED JARLSBERG

For many years, Jarlsberg cheese was not thought to be a cheese that would be improved by extending the ripening period. However, the question of launching an extra-aged Jarlsberg cheese was occasionally raised. After a period of hesitation, the decision was made in 2002 to establish the production of extra-aged Jarlsberg cheese at TINE Mid-Norway, Elnesvågen. The cheese, "Jarlsberg Special Reserve", is aged for nine months for the home market and 12 months for the export market.

CONCENTRATED PROPIONIBACTERIA CULTURE

Until 1991, the Jarlsberg cheese dairies were provided with propionibacteria culture from the

Dairy Institute at the Agricultural University of Norway. After that time, TINE's R&D Center at Voll took over production and delivery of the mother culture to the dairies. Traditionally, the mother culture is propagated to the bulk starter culture at each factory. When the production of Jarlsberg cheese under license in the USA was established in 2000, it was considered undesirable for the dairy in the USA to propagate its own culture.

From 1989 to 1995, TINE R&D pursued a research project with SINTEF and Landteknikk Fabrik. The aim was to find a new and unique way of producing the propionibacteria culture. A prototype filter fermenter was developed and was subsequently installed at TINE R&D Voll in 1995. Many challenges were experienced during testing and optimization of the equipment, and it was not ready for normal production until August 1, 2000, the same time as licensed production began in the USA. The filter fermenter continually produces propionibacteria culture and is 50 times the concentration of a normal mother or bulk starter culture. The culture is tapped into bottles in units equivalent to that required for one cheese vat. One hundred ml of this 50x concentrated propionibacteria culture is add-

ed to a cheese vat containing 12,000s liters of milk. The bottles of concentrated culture are frozen at -45° C and activity is retained for one year. The concentrated propionibacteria culture is thawed immediately before use and added directly to the cheese vat.

The culture production capacity for the filter fermenter at TINE R&D Voll is 750-800 liters per year. According to the production prognoses for the USA, the requirement for the concentrated culture will exceed fermenter capacity during 2006. Production of Jarlsberg cheese under license also started in Ireland in 2006. It was therefore decided in 2003 to build a new filter fermenter. One of the prerequisites for this investment was that the concentrated cultures will also be used by the Norwegian producers of Jarlsberg cheese in Norway. A centralized production of the culture will provide better quality control and quality assurance. The dairies will also save time, and seen as a whole, this centralized production will reduce production costs. The new filter fermenter is in operation from 2006. It is a modified version of the prototype, and has an annual capacity of 5,000 liters of 50x concentrated propionibacteria culture.

konsentrert enn de tradisjonelle moder- og brukskulturer. Kulturen tappes på flasker i enheter som tilsvarer den mengde propionsyrebakterier som trengs for ett ystekar. For et ystekar på 12 000 liter ystemelk benyttes 100 ml 50 ganger konsentrert propionsyrekultur. Etter tapping fryses den konsentrerte kulturen ned ved -45°C. Slik kan den lagres i ett år uten at aktivitet og antall levende bakterier reduseres. Den konsentrerte propionsyrekulturen tines like før bruk og tilsettes direkte i ystekaret.

Produksjonskapasiteten til filterfermentoren ved FoU Voll er maksimalt på 750–800 liter 50 ganger konsentrert propionsyrekultur per år. Ifølge produksjonsprognosene for Jarlsbergost i USA ville behovet for propionsyrekultur overstige kapasiteten til dagens filterfermentor i løpet av 2006. Videre var det planer om å etablere leieproduksjon av Jarlsbergost i Irland. Slik produksjon ble etablert i 2006. Følgelig ble det på slutten av 2003 bestemt å bygge en ny filterfermentor. En av forutsetningene for investeringen var at den konsentrerte propionsyrekulturen også

skal tas i bruk i Jarlsbergostproduksjonen i Norge. En sentral fremstilling av kulturen vil gi en bedre og mer effektiv kontroll og kvalitetssikring av kulturproduksjonen. Samtidig vil produksjonsmeieriene spare tid, og totalt vil en sentral produksjon gi reduserte produksjonskostnader.

Ny filterfermentor er operativ i løpet av 2006. Den vil bli en modifisert utgave av dagens prototyp og vil ha en årlig kapasitet på 5000 liter 50 ganger konsentrert propionsyrekultur.

Jarlsbergreklame fra 1970-årene. Det er lagt stor vekt på det nasjonalromantiske i reklamematerialet fra denne perioden.

Around the seventies a national romantic attitude was typical for cheese advertisement.



REFERANSER REFERENCES

1. Aas, G. (1974): «Jarlsberg». I: Mair-Waldburg, H.: *Handbuch der Käse. Käse der Welt von A-Z. Eine Enzyklopädie*. Volkswirtschaftlicher Verlag GmbH, Kempten (Allgäu), Deutschland.
2. Aas, G. (1974): «Norvegian». I: Mair-Waldburg, H.: *Handbuch der Käse. Käse der Welt von A-Z. Eine Enzyklopädie*. Volkswirtschaftlicher Verlag GmbH, Kempten (Allgäu), Deutschland.
3. Authen, W. (1963): «Forsøksmeieriet». *Meieriposten*, 52(42): 924–927.
4. Babol, F.J. & Hammer, B.W. (1939): «Bacteriology of Cheese. IV Factors Affecting the Ripening of Swiss-Type Cheese Made From Pasteurized Milk». *Research Bulletin* 264. November 1939, Ames, Iowa, USA.
5. Bakken, A. (1960): *Prest og Bonde. Vestfold Historielag*, Tønsbergs Aktietrykkeri.
6. Bennterud, O. (1978): 1928–1978. *Norske Meieriers Salgsentral. Et jubileumsskrift i ord og bilder av sjefens konsulent i Norske Meieriers Salgsentral Olav Bennterud. Norske Meieriers Salgsentral*, Oslo.
7. Byre, O. (1963): «Tilspunkt for lagesaltingen og dets betydning for sukkeromsetningen og kvalitetsegenskapene i Jarlsbergost». Hovedoppgave ved Meierilinstituttet, Norges landbruks høgskole, Ås.
8. Christensen, T. (1958): *Aschehøgs Konversasjonsleksikon*, bind 17: 492. H. Aschehoug & Co., Oslo.
9. Cochran, W.C. & Cox, C.M. (1957): *Experimental designs*. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
10. Federer, W. T. (1955): *Experimental Design. Theory and Application*. The Macmillan Company, New York, USA.
11. Flood, I. (1958): *Aschehøgs Konversasjonsleksikon*, bind X: 554–555. H. Aschehoug & Co., Oslo.
12. Funder, L., Honnø, L., Gran, G. & Skrede, I. (1939): *Capraost. Normannaost av gøtt melk*. Statens Meieriforsøk. Beretning nr. 34. Grøndahl & Sønns Boktrykkeri, Oslo.
13. Funder, L., Ingebrigtsen, H., Schibevaag, O., Freng, M., Fjølhaug, A.D. & Ele, A. (1941): *Forsøk med ysting av Pullast (Ranaost)*. Statens Meieriforsøk. Beretning nr. 36. Grøndahl & Sønns Boktrykkeri, Oslo.
14. Funder, L., Mork, I. & Næsgård, P.T. (1932): *Forsøk vedrørende systemet i henns modning. II. Goudaost*. Statens Meieriforsøk. Beretning nr. 23. Grøndahl & Sønns Boktrykkeri, Oslo, 71 sider.
15. Funder, L. & Næsgård, P.T. (1933): *Roquefort av gøtt melk*. Statens Meieriforsøk. Beretning nr. 26. Grøndahl & Sønns Boktrykkeri, Oslo.
16. Funder, L., Næsgård, P.T., Ødegård, R. & Schibevåg, O. (1933): *Forsøk vedrørende systemet i henns modning. III. Nøkkelost*. Statens Meieriforsøk. Beretning nr. 25. Grøndahl & Sønns Boktrykkeri, Oslo.
17. Funder, L., Ødegård, R. & Mork, I. (1931): *Forsøk vedrørende systemet i henns modning. I. Svalserost*. Statens Meieriforsøk. Beretning nr. 22. Grøndahl & Sønns Boktrykkeri, Oslo.
18. Hasund, S. & Nesheim, I. (1926): *Landbruksundersøkelsen i Norge gjennom hundre år, 1825–1925*. J.W. Cappelens Forlag, Oslo.
19. Iversen, O. (1915): «Vor østprodusjon». *Norsk Landmandsblad* 34: s. 483.
20. Karlgård, B. (1959): «Den høyere landbrukskole i Ås». I: *Norges landbruks høgskole 1859–1959*. Grøndahl & Sønns Boktrykkeri, Oslo.
21. Kiermeier, F., Jäckel, H. & Hamusch, J. (1961): «Über den Einfluss des Kesselmaterials auf die Eigenschaften von Emmentalerkäse». *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, 115 (6): 493–505.
22. Kluru, V. (1974): «Emmentaler in Finland». I: Mair-Waldburg, H.: *Handbuch der Käse. Käse der Welt von A-Z. Eine Enzyklopädie*. Volkswirtschaftlicher Verlag GmbH, Kempten (Allgäu), Deutschland.
23. Koch, M.J. (1974): «Emmentaler in Deutschland, Allgäuer Emmentaler». I: Mair-Waldburg, H.: *Handbuch der Käse. Käse der Welt von A-Z. Eine Enzyklopädie*. Volkswirtschaftlicher Verlag GmbH, Kempten (Allgäu), Deutschland.

24. Kosikowski, F. (1977): *Cheese and Fermented Milk Foods*. Edwards Brothers, Inc., Ann Arbor, Michigan, USA.
25. Mørk, R. (1963): «Statens Meieriforsøks 50-årsjubileum». *Meieriposten* 52(44): 961–972.
26. Nath, K.R. (1992): «Cheese». I: Hui, Y.H. (editor): *Dairy Science and Technology Handbook 2. Product Manufacturing*, VCH Publishers, Inc., New York, USA.
27. Øterholm, A. (2004): «Norske ostesorter i historisk perspektiv». *Meieriposten*, 93(2): 28–48.
28. Ottestad, P. (1960): «On the use of F-test in cases in which a number of variance ratios are computed by means of the same error mean square». *Scientific Reports from the Agricultural College of Norway*, 39 (7).
29. Patterson, R.L.S. & Rhodes, D.M. (1967): "Catty Odours in Food: Their Production in Meat Stores from Mesityl Oxide in Paint Solvents", *Chemistry and Industry*. November 25: 2003–2004.
30. Røge, A. (1993): «Norwegian Cheese Varieties». I: Fox, P.F. (editor): *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 2. Major Cheese Groups*. Section: Wermer, H., Waagner Nielsen, E., Ardal, Y., Røge, A. & Antila, V.: *North European Varieties of Cheese*. Chapman & Hall, London, England.
31. Ritter, W. (1974): «Emmentaler in der Schweiz». I: Mair-Waldburg, H.: *Handbuch der Käse. Käse der Welt von A–Z. Eine Enzyklopädie*. Volkswirtschaftlicher Verlag GmbH, Kempten (Allgäu), Deutschland.
32. Sakshaug, P. (1956): «Propionsyrebakteriekultur som tilsetning til systemkæ». Hovedoppgave ved Meierilinstituttet, Norges landbrukshøgskole, Ås.
33. Scott, R. (1986): *Cheesemaking practice*. Elsevier Applied Science Publishers, London, England.
34. Simonson, H. (1953): «Forsøksmeieriet og Meierilinstituttet ved Norges landbruks høgskole». *Meieriposten*, 42(1): 10–18.
35. Sjöström, G. & Guldstrand, M. (1955): «Hydrolysis av mjölksocker i svensk ost». *Svenska Mejeritidningen*, 47(46): 679–682, 685.
36. Snedecor, G.W. (1956): *Statistical Methods Applied to Experiments in Agriculture and Biology*. The Iowa State College Press, Ames, Iowa, USA.
37. Stoffen, C., Eberhard, P., Bosset, J.O. & Røegg, M. (1993): «Swiss-Type Varieties». I: Fox, P.F. (editor): *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 2. Major Cheese Groups*. Chapman & Hall, London, England.
38. Stehle, G. (1974): «Emmentaler in Frankreich». I: Mair-Waldburg, H.: *Handbuch der Käse. Käse der Welt von A–Z. Eine Enzyklopädie*. Volkswirtschaftlicher Verlag GmbH, Kempten (Allgäu), Deutschland.
39. Steinsholt, K. & Svendsen, A. (1979): «Catty flavour in cheese resulting from the addition of trace amounts of mesityl oxide to the cheese milk». *Milchwissenschaft*, 34(10): 598–599.
40. Steinsholt, K., Svendsen, A. & Thraen-Nielsen, S. (1963): «Undersøkelser over en usedvanlig lukt- og smaksfeil i ost». («Investigations of an unusual odour and flavour defect in cheese»). Melding nr. 130 fra Meierilinstituttet, Norges landbrukshøgskole, Avdeling for Meieriteknologi, Ås. (Report No. 130 from the Dairy Research Institute, The Agricultural College of Norway, Section of Dairy Manufacturing, Ås.) *Meieriposten*, 52(45, 46, 47): 979–987, 1012–1017, 1028–1037.
41. Steinsholt, K. & Ystgaard, O.M. (1971): «Undersøkelser over hvordan enkelte ystings tekniske faktorer påvirker de viktigste kvalitetsegenskapene i Järlsberg ost gjennom sin virkning på ostens kjemiske sammensetning og på andre kvalitets-egenskaper». («Investigations of how some cheesemaking factors influence the most important quality characteristics of Järlsberg cheese through their effects upon the chemical composition of the cheese and upon other quality characteristics»). Melding nr. 150 fra Meierilinstituttet ved Norges landbrukshøgskole, Avdeling for meieriteknologi, Ås. (Report no. 150 from the Dairy Research Institute, the Agricultural College of Norway, Section of Dairy

Manufacturing, Ås.) *Meldinger fra Norges landbrukshøgskole*, 50(17). (*Scientific reports of the Agricultural College of Norway*, 50(17).)

42. Strand, A.H. (1962): «Ysting av Goudaost. II. Virkningen av formodning, ettervarmingsstemperatur og temperatur på modningslaget med hensyn på ostens kjemiske og organoleptiske kvalitetsegenskaper.» («Cheesemaking of Goudacheese. II. The effect of cheese milk ripening, cooking temperature and the temperature in the ripening room upon the chemical and organoleptical quality characteristics of the cheese».) *Melding nr. 101 fra Meieriinstituttet, Norges landbrukshøgskole, Avdeling for Meieriteknologi, Ås.* (Report no. 101 from the Dairy Research Institute, the Agricultural College of Norway, Section of Dairy Manufacturing, Ås.) *Meieriposten*, 53(3-8): 42-50, 65-73, 96-104, 117-125, 149-151, 161-163.
43. Strand, A.H. (1964): «Ysting av Goudaost. III. Virkning av tilsatt syremengde til ystemjølka, vassinnstilling til mysa og saltningstid i lake med hensyn på ostens kjemiske og organoleptiske kvalitetsegenskaper.»

(«Cheesemaking of Goudacheese. III. The effect of the quantity of starter added to the cheese milk, water added to the whey and the time in the brine upon the chemical and organoleptical quality characteristics of the cheese».) *Melding nr. 114 fra Meieriinstituttet, Norges landbrukshøgskole, Avdeling for Meieriteknologi, Ås.* (Report no. 114 from the Dairy Research Institute, the Agricultural College of Norway, Section of Dairy Manufacturing, Ås.) *Meieriposten*, 53(17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25): 373-378, 404-408, 470-476, 491-497, 521-527, 550-555, 569-574, 606-601.

44. Strand, A.H. (1964): «Ysting av Goudaost. IV. Virkningen av vann, natriumcitrat + kalsiumklorid tilsatt ystemjølka og koagulets skjæringssgrad på ostens viktigste kvalitetsegenskaper.» («Cheesemaking of Goudacheese. IV. The effect of water, Na-citrate + CaCl₂ added to the cheese milk and the cutting of the curd upon the main quality characteristics of the cheese».) *Melding nr. 115 fra Meieriinstituttet, Norges landbrukshøgskole, Avdeling for Meieriteknologi, Ås.* (Report no. 115 from the Dairy Research Institute, the Agricultural College of Nor-

way, Section for Dairy Manufacturing, Ås.) *Meieriteknikk*, 1964: 19-21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35.

45. Strand, A.H. (1969): «Bakteriell forurensning av ystemelk til Järlsbergost.» («Bacterial contamination of cheese milk for Järlsberg cheese».) *Melding nr. 144 fra Meieriinstituttet, Norges landbrukshøgskole, Avdeling for Meieriteknologi, Ås.* (Report no. 144 from the Dairy Research Institute, the Agricultural College of Norway, Section for Dairy Manufacturing, Ås.) *Meieriposten*, 58(20, 21, 22): 427-436, 460-468, 490-496.
46. Strand, A.H. (1985): «Skanning av Järlsbergost på datatomografi.» *Meieriteknikk*, 39(1): 2-7.
47. Strand, A.H. (1986): «Fremstilling av de viktigste ostetyper.» *Kompendium. Meieriinstituttet, Norges landbrukshøgskole, Ås.*
48. Strand, A.H., Byre, O. & Ystgaard, O.M. (1966): «Tidlig lagesalting av Järlsbergost.» *Melding nr. 127 fra Meieriinstituttet, Norges landbrukshøgskole, Avdeling for Meieritek-*

nologi, Ås. (Report no. 127 from the Dairy Research Institute, the Agricultural College of Norway, Section of Dairy Manufacturing, Ås.) *Meieriposten*, 55(41): 873-879

49. Støren, K.R. (1943): «Forelesninger i meieri- og landbruks historie.» *Norges landbrukshøgskole, Ås.*
50. Svensen, A. (1968): «Smaks- og aromastoffene i enkelte meieri produkter.» *Meieriteknikk*, 1968: 13-18.
51. Syrreist, G. (1997): «Næringsmiddelbilde. I: Håndboken for samfunn og næringsmiddel. Norges landbrukshøgskole 1897-1997. Norges landbruks- og landbruksforskning i samarbeid med Landbruksforlaget. Landbruksforlaget, Oslo.
52. Teubner, C. (1993): *Den store boken om ost. Wennergren-Cappelen A/S, Oslo.*
53. Tronstad, P.S. (1963): «Effekten av kop- per på omsetningene og de organoleptiske kvalitetsegenskapene i Järlsbergost.» *Hovedoppgave ved Meieriinstituttet, Norges landbrukshøgskole, Ås.*

54. Wekre, E. (1960): *Meieribruket i Vestfold 1860–1960*. Spesialtrykk, Oslo.
55. Wekre, E. (1960): «Jarlsbergysterløse, en epoke i norsk meieribruk». *Meieriposten*, 49(20): 417–425.
56. Wekre, E. (1963): «Statens Meieriforsøk 1913–1963». *Meieriposten*, 52(42): 905–911.
57. Wekre, E. (1978): «Glimt fra meieribrukets historie». *Meieriposten*, 67(20): 594–595, 604, 606.
58. Ystgaard, O.M. (1963): «Jarlsbergoste, Kompendium, Meierilanstittet, Norges Landbruks høgskole, Ås.
59. Ystgaard, O.M. (1963): «Avdeling for meieriteknologi». *Meieriposten*, 52(42): 919–922.
60. Ystgaard, O.M. (1969): «Vanntilsetning til mysa som ystings teknisk hjelpemiddel». *Meieriteknikk*, 1969: 33–49.
61. Ystgaard, O.M., Brandsæter, E., Syrrist, G. & Strand, A.H. (1960): «Ysting av goudaost. I. Virkningen av nitrat, vanntilsetning til mysa, ettervarmingstemperatur og temperatur på modningslageret med hensyn på ostens kjemiske og organoleptiske kvalitets egenskaper.» («Cheesemaking of Gouda cheese. I. The effect of nitrate, water added to the whey, cooking temperature and the temperature in the ripening room upon the chemical and organoleptic quality characteristics of the cheese.») Melding nr. 92 fra Meierilanstittet, Norges Landbruks høgskole, Avdeling for Meieriteknologi, Ås. (Report no. 92 from the Dairy Research Institute, the Agricultural College of Norway, Section of Dairy Manufacturing, Ås.) *Meieriposten*, 49(42–47): 871–881, 902–914, 925–935, 955–966, 983–994, 1018–1027.
62. Ystgaard, O.M., Strand, A.H., Brandsæter, E. & Syrrist, G. (1963): «Ost av Sveltsøstypen ystet av pasteurisert melk.» («Swiss-type cheese made from pasteurized milk.») Melding nr. 108 fra Meierilanstittet, Norges Landbruks høgskole, Avdeling for Meieriteknologi, Ås. (Report no. 108 from the Dairy Research Institute, the Agricultural College of Norway, Division of Dairy Manufacturing, Ås.) *Meieriposten*, 52(17–28): 353–364, 377–385, 407–412, 435–441, 470–476, 492–498, 514–523, 538–545, 576–580, 600–605, 628–633, 650–656.
63. Ystgaard, O.M., Strand, A.H., Svensen, A. & Steinsholt, K. (1973): «Ysting av Jarlsbergost. Virkning av nitrattilsetning til ystemelk, vanntilsetning i mysa, salttilsetning i mysa og saltningstid i lakem». *Minneskrift til Professor Ole Martin Ystgaard*, Norske Melkeprodusenters Landsforbund og Norske Meieriers Salgsentral. Trykt i 200 nummererte eksemplarer og unntatt offentlig distribusjon.

ROGER K. ABRAHAMSEN er professor i meieriteknologi ved Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap, Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. Han er ansatt i det samme professoratet som professor Ystgaard, den ansvarlige for utviklingen av Jarlsbergosten, bekledde. Abrahamsen er meierikandidat fra Norges landbrukshøgskole (1971) og har siden 1974 forsket og undervist i en rekke temaer innen meieriteknologi ved Norges landbrukshøgskole. Siden 1992 i stillingen som professor i faget.

ROGER K. ABRAHAMSEN is Professor of Dairy Technology at the Department of Chemistry, Biotechnology and Food Science at the Norwegian University of Life Sciences. He is employed in the same professor chair as Professor Ystgaard, who was responsible for the development of Jarlsberg cheese. Abrahamsen is a graduate in Dairy Science from the Agricultural University of Norway (1971) and has carried out research and teaching in many fields of dairy technology since 1974. He has been Professor in Dairy Technology since 1992.

ODD BYRE er pensjonist. Han er utdannet meierikandidat fra Norges landbrukshøgskole og leverte sin hovedfagsoppgave om salting av Jarlsbergost i 1963 og fortsatte en tid som vitenskapelig assistent ved Meieriinstituttet, Norges landbrukshøgskole, også da med videre arbeid med Jarlsbergostens utvikling. I perioden 1978-79 tok Byre tilleggsutdanning i "business administration" i USA. Byre arbeidet i Norske Meierier (TINE BA) fra 1967 til 2000. Der hadde han forskjellige roller. Han var økonomidirektør og viseadministrerende direktør når han gikk av med pensjon i 2000.

ODD BYRE is retired. He is a graduate in Dairy Science from the Agricultural University of Norway and in 1963 he submitted his MSc research thesis on the salting of Jarlsberg cheese. He continued as junior researcher for a period at the Dairy Institute, Agricultural University of Norway, where he continued with development of Jarlsberg cheese. Byre took further education in business administration in USA in the period 1978-79 and was employed in various positions by Norwegian Dairies (TINE BA) from 1967 to 2000. He was Financial Director and Vice Managing Director when he retired in 2000.

KJELL STEINSHOLT er professor emeritus. Steinsholt er meierikandidat fra Norges landbrukshøgskole (1956) og har tilleggsutdanning i meierifag fra University of Wisconsin, USA. I perioden 1956-1960 var Steinsholt ansatt som forskningsassistent og stipendiat ved Meieriinstituttet, Norges landbrukshøgskole. Han deltok da aktivt i arbeidet med utviklingen av Jarlsbergosten. Fra 1966 var han knyttet til avdeling for Meieriteknologi ved instituttet. I 1982 ble han utnevnt til professor i næringsmiddelteknologi ved Norges landbrukshøgskole, en stilling han hadde fram til 1996.

KJELL STEINSHOLT is Professor Emeritus. Steinsholt is a graduate in Dairy Science from the Agricultural University of Norway (1956) and has also studied Dairy Science at the University of Wisconsin, USA. He was employed as research assistant and PhD researcher at the Dairy Institute, Agricultural University of Norway from 1956-1960 and actively participated in the development of Jarlsberg cheese. From 1966, he was affiliated to the section for Dairy Technology at the Institute. In 1982, he became Professor in Food Technology at the Agricultural University of Norway and held this position until his retirement in 1996.

ARNE HENRIK STRAND er professor emeritus. Strand er meierikandidat fra Norges landbrukshøgskole (1955). Han ble straks etter eksamen ansatt som forskningsassistent i meieriteknologi ved Meieriinstituttet, Norges landbrukshøgskole. Strand var ansvarlig for store deler av de teknologiske arbeidene i utviklingen av Jarlsbergosten. Han var i hele sin yrkesaktive periode ansatt ved Meieriinstituttet som forsker og lærer i meieriteknologi, og ble i 1972 utnevnt til professor i meieriteknologi etter professor Ystgaards død. En stilling han hadde fram til 1992 da han ble pensjonist.

ARNE HENRIK STRAND is Professor Emeritus. Strand is a graduate in Dairy Science from the Agricultural University of Norway (1955). Immediately following graduation he was employed as research assistant in Dairy Technology at the Dairy Institute, Agricultural University of Norway. Strand was responsible for much of the technological work in the development of Jarlsberg cheese. He was employed at the Dairy Institute as researcher and teacher for the whole of his working life and became Professor in Dairy Technology following Professor Ystgaard's death in 1972. He remained in this position until retirement in 1992.

FOTOCREDIT | SIDE:

Cover TIME | 4 TIME | 14 Mørsk landbruksmuseum | 17 Mørsk landbruksmuseum | 21 Arne Henrik Strand | 22 Mørsk landbruksmuseum | 26 Mørsk landbruksmuseum | 27 privat eie | 28 Meieriposten | 29 privat eie | 30 privat eie | 31 privat eie | 36 privat eie | 38 Salshaug/MLH | 41 TIME | 42 Arne Henrik Strand | 45 Tone Stokke Molland og Jon Fredrik Hanssen, UMB | 46 Arne Henrik Strand | 49 Mørsk landbruksmuseum | 50 Morten Krogvold | 54 TIME | 59 Morten Krogvold | 62 TIME | 64 TIME | 69 Arne Henrik Strand | 80 Morten Krogvold | 85 Morten Krogvold | 89 Anders Wilsø, Mørsk folkemuseum | 100 TIME | 105 TIME | 108 TIME | 111 Morten Krogvold | 115 TIME | 119 Mørsk landbruksmuseum