

착유방식이 목장형 유가공으로 제조된 고다치즈의 품질 특성에 미치는 영향

이진성¹ · 문주연¹ · 남기택² · 박성민³ · 박승용⁴ · 정문웅⁵ · *손용석¹

¹고려대학교 생명공학부, ²국립한경대학교 동물생명환경과학부, ³국립축산과학원, ⁴천안연암대학 축산계열, ⁵우석대학교 외식산업조리학과

Effects of Milking System on Gouda Cheese Characteristics made from Farmstead Milk-processing Plant

Jin-Sung Lee¹, Ju Yeon Moon¹, Ki-Taeg Nam², Seong-Min Park³,
Seung-Yong Park⁴, Mun Yhung Jung⁵ and *Yong-Suk Son¹

¹Dept. of Biotechnology, College of Life Sciences and Biotechnology, Korea University, Seoul, Korea

²Dept. of Animal Life and Environmental Science, Hankyong National University, Anseong, Korea

³National Institute of Animal Science, R.D.A., Suwon, Korea

⁴Dept. of Animal Science, Cheonan Yonam College, Cheonan, Korea

⁵Dept. of Food Science and Culinary Arts, Woosuk University, Wanju, Korea

Abstract

This investigation was carried out to study effects of different milking systems on the characteristics of Gouda cheese produced at farmstead milk-processing plants. In the first study, raw milk was collected from automatic milking system and conventional milking system farms, and Gouda cheeses were prepared under the same conditions. After 6 months of aging, the chemical composition was analyzed and free fatty acid (FFA) analysis and sensory evaluation were carried out on the products. In the second study, Gouda cheese samples were collected from seven farmstead milk-processing plants and the chemical composition and texture profile analysis were evaluated. No significant differences were found in the chemical composition of Gouda cheese according to different milking systems or different farms except crude ash. FFA analysis showed significant differences among farms, but sensory evaluation showed no significant differences. No significant differences were observed in FFA content and sensory assessment of different milking systems. Texture profile analysis revealed that there were significant differences in each cheese made at different farm plants, but there were no differences when different milking systems were used.

Keywords

milking system, Gouda cheese, chemical composition, sensory evaluation, texture profile analysis

서론

자동착유시스템(AMS)은 1992년 네덜란드에서 최초로 도입되었으며, 국내에는 2006년 경기도 지역에 처음 도입되었다. 초기 도입비용이 상당히 고가임에도 불구하고, 유량 증가, 시간과 노동력 활용의 유연성, 착유우에 대한 다양한 정보 수집과 정밀한 사양관리가 가능한 점 등의 장점으로 인하여 보급이 점차

Received: November 18, 2016

Revised: November 28, 2016

Accepted: November 29, 2016

*Corresponding author :
Yong-Suk Son, Dept. of
Biotechnology, College of Life
Sciences and Biotechnology,
Korea University, Seoul, Korea.
Tel : +82-2-3290-3051,
Fax : +82-2-923-6489,
E-mail : yskson@korea.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

확대되고 있다. 반면, AMS의 단점으로는 우군규모 제한(60두/AMS), 고비용, A/S나 수리 지연 문제, 우군 및 우사의 개선 필요성 등이며, AMS 이용 시 원유의 유리지방산이나 체세포수가 증가한다고 알려졌으나(Klungel *et al.*, 2000; De Koning *et al.*, 2003), 그렇지 않다는 보고도 있다(Berglund *et al.*, 2002; Bennedsgaard *et al.*, 2006; Moon *et al.*, 2015). 원유 내 유리지방산의 증가는 착유횟수의 증가와 이에 따른 유지방구의 크기 변화가 한 원인인 것으로 알려졌으며(Travers & Barber, 1993; Wiking *et al.*, 2004; Wiking *et al.*, 2006), 원유의 유지방구 크기는 그 원유로 제조한 치즈의 특성에도 영향을 미칠 수 있다(St-Gelais *et al.*, 1997; Michalski *et al.*, 2003).

한편, 국내 낙농업의 어려움을 이겨내기 위한 노력의 일환으로 근래에 6차 산업형 낙농목장이 증가하는 추세에 있다. 우리나라 목장형 유가공제품은 주로 발효유와 스트링 치즈, 구워먹는 치즈가 많으며(농촌진흥청, 2016), 숙성 치즈는 별도의 숙성시설이 필요하고, 그 관리도 까다로워 숙성치즈를 제조하는 목장형 유가공장은 많지 않다. 우리나라 목장형 유가공장에서 생산되는 숙성치즈 중 가장 많이 제조되는 종류로 고다치즈를 들 수 있는데(농촌진흥청, 2016), 고다치즈는 유럽에서 생산되는 가장 오래된 치즈의 한 종류로, 지금은 전 세계인이 많이 즐기는 치즈로서(Vivienne, 1965), 부드럽고, 온화, 고소한 맛과 향을 지녀(Hwang, 2007; Yang, 2009) 우리나라 소비자들도 좋아하는 치즈인 점이 국내 목장형 유가공장에서 고다치즈의 제조를 선호하는 이유 중 하나인 것으로 생각된다.

이렇게 AMS 또는 목장형 유가공에 대한 별도의 연구와 노력이 진행되고 있음에도 불구하고, 6차산업형 낙농 목장들에서는 시간과 인력의 부족, 또는 2세로의 경영 이양 등을 위해 AMS를 이용하고 있거나, 도입을 고려하고 있는 경우가 증가하고 있다. 이와 관련하여 AMS와 관행착유시스템(Conventional Milking System: CMS) 등 착유방식이 목장형 유가공제품의 특성에 영향을 미치는지 여부에 대한 관심 또한 높아지고 있으나, 관련 연구는 많지 않은 실정이다. 이에 본 연구는 목장형 유가공 제품 중 고다치즈의 품질특성에 착유방식이 미치는 영향을 확인함으로써 AMS와 목장형 유가공에 대한 관련 정보를 제공할 목적으로 수행되었다.

재료 및 방법

1. 연구 I

착유방식이 고다치즈의 성분, 유리지방산 및 관능평가에 미치는 영향을 알아보기 위해 다음과 같은 방법으로 치즈를 제조 분석하였다.

1) 원료유 채취

경기도 지역의 낙농목장 중 사육규모와 급여사료의 성격이 유사한 AMS 및 CMS 목장을 각 2개소씩 선정하고, 일일 착유를 마친 4개 낙농목장의 집유탱크에서 각각 60 kg의 원유를 1주일 간격으로 2회 수집하였으며, 수집된 원유는 즉시 천안연암대학 유가공기술센터로 운송하여 고다치즈 제조에 이용하였다.

2) 치즈 제조 및 분석

각 목장에서 채취된 원유를 이용한 고다치즈 제조공정은 Fig. 1과 같다. 제조된 고다치즈는 6개월간 숙성 후 일반성분, 유리지방산, 관능검사를 실시하였다. 수분, 단백질, 지방, 회분 등의 일반성분은 식품공전(식품공전 홈페이지)의 방법에 의거하여 분석하였고, pH는 디지털 pH meter(Dual pH meter 710P, istek, Korea)로 세 군데의 다른 위치에서 측정하였다. 유리지방산 분석은 De Jong과 Badings(1990)의 방법에 준하여 분석하였고, 이를 위한 전처리 과정은 Fig. 2와 같으며, 치즈시료는 블랜더(FM-909T, Hanil Co., Seoul, Korea)를 이용 분쇄하였고, Shaker(Eyela, Tokyo, Japan)로 진탕시켜 FFA를 추출하였다. FFA 분석은 GC(GC 2010 Plus,

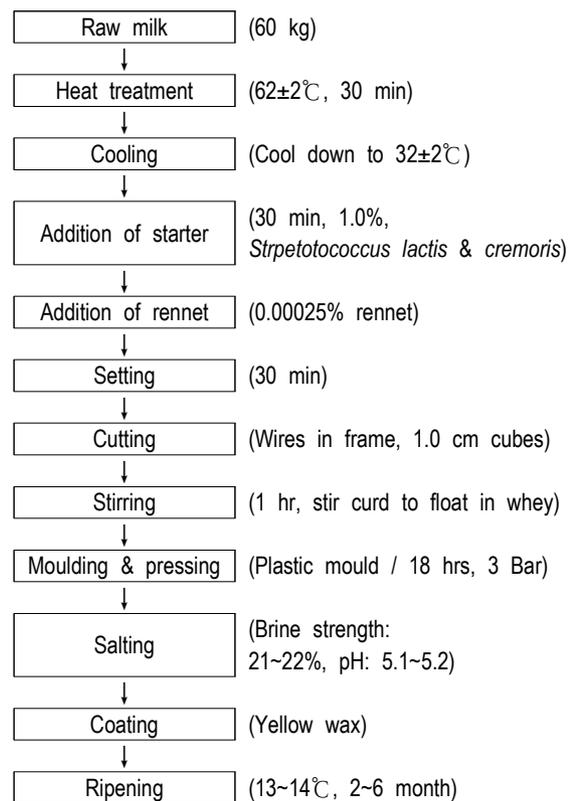


Fig. 1. The manufacturing procedure of experimental Gouda cheese

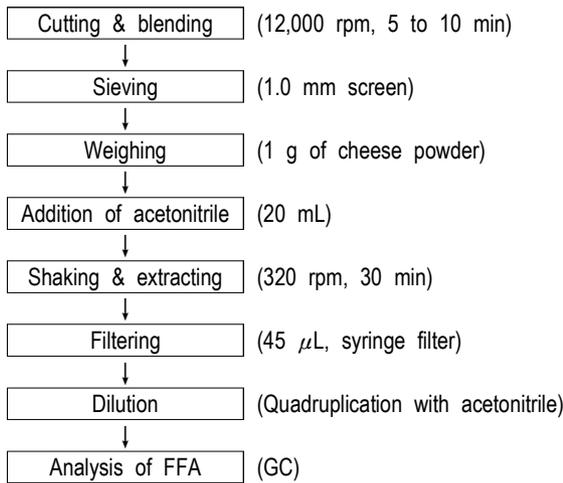


Fig. 2. Preparation procedure of cheese samples for FFA (free fatty acid) analysis.

Shimadzu)-Mass spectroscopy(GCMS-TQ8030, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하였으며, 그 외의 조건은 다음과 같다.

Column: DB-FFAP (30 m × 0.25 µm I.D., film thickness 0.25 µm)

Oven Temperature Program: 50°C 3 min holding → 15°C/min to 210°C → 5 min holding at 210°C → 20°C/min to 230°C → 5 min holding at 230°C

Injector temperature: 250°C

Ion source temperature: 200°C

Carrier gas: Helium

치즈 시료의 관능평가를 위해 20명의 평가원(panel)을 선발 구성하여 10 cm 선형 구간 척도법(linear interval scale)으로 관능검사를 실시하였으며, 이때 평가항목은 짠맛, 단맛, 신맛, 쓴맛, 뒷쓴맛, 뒷단맛, 짙은 뒷맛, 텁텁한 뒷맛 등으로 구분하였다.

3) 통계분석

본 연구에서 얻어진 결과수치에 대한 모든 분석은 3회 반복하였고, 결과값은 ‘평균치±표준오차’로 표기하였다. 분석 간의 차이는 SPSS version 21.0 windows program(SPSS, Inc., 1998, Chicago, IL, USA)를 사용하였으며, 처리간 차이에 대한 유의성 분석은 Duncan's multiple range tests에 의해 검정하였다($p < 0.05$).

2. 연구 II

착유방식에 따른 국내 목장형 유가공장에서 만들어진 고다치즈의 성분과 조직 특성 차이를 확인하기 위해 다음과 같은 항목과 방법으로 분석을 진행하였다.

1) 치즈시료 입수

목장형 유가공 사업을 실시하고 있는 목장들에 대하여 직접방문 또는 전화를 통하여 협조를 요청하였고, 이 중 동의한 농가 7개소에서 직접 제조한 후 6개월 이상 숙성시킨 고다치즈를 농가별로 1 kg을 기준량으로 수집하였다. 제공받은 시료들은 분석일까지 4°C에서 보관한 후 분석에 이용하였다.

2) 성분 분석

수분, 단백질, 지방, 회분 등의 일반성분과 염도는 사료표준 분석방법(2016)에 의거하여 분석하였다.

3) 조직 특성 측정

치즈시료는 가로, 세로, 높이 각 2 cm로 절단한 후 TAXT plus 50 texture analyzer(Stable Micro Systems Ltd., Vienna, UK)와 직경 5 mm의 probe를 이용해 다음 조건에 의해 TPA (Texture Profiling analysis)를 실시하였다: pre-test speed 10.0 mm/s, test speed 0.5 mm/s, post-test speed 10.0 mm/s, a distance of 5.0 mm, 2회 반복 측정. 측정 항목은 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 복원성(resilience), 점착성(gumminess), 저작성(chewiness) 등이었으며, 시료 당 3반복씩 측정하였다.

4) 통계분석

본 연구에서 얻어진 결과수치에 대한 모든 분석은 3회 반복하였고, 결과값은 ‘평균치±표준오차’로 표기하였다. 분석 간 차이는 SAS 9.4 (SAS Institute, Inc., 2016, Cary, NC, USA)를 사용하여 분산분석을 실시하였으며, 처리간 차이에 대한 유의성 분석은 Duncan의 다중분석에 의해 검정하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 연구 I

1) 착유방식에 따른 고다치즈의 일반성분 함량 비교

착유방식에 따른 고다치즈의 일반성분과 pH 측정 결과를 Table

1에 제시하였다. 각 농가별로는 조희분만이 유의적인 차이($p < 0.05$)를 나타내었으며, 다른 성분들 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Yang(2009)은 수리미를 첨가한 고다치즈의 제조 연구에서 대조구와 실험구의 수분, 조단백, 조지방, 조희분이 각각 34.39와 35.31, 25.16과 25.65, 36.80과 36.93, 3.24와 3.63%로 나타났다고 하였고, Jung(2012)은 콜레스테롤 제거에 따른 고다치즈의 차이에 관해 연구한 논문에서 대조구와 실험구의 수분, 조단백, 조지방에 대해 42.96과 48.44, 22.51과 20.45, 32.99와 31.45 % 이었다고 보고하였으며, Choi(2011)는 약주를 첨가하여 제조한 고다치즈에 관한 논문에서 각 성분이 35.4~36.3, 27.2~29.8, 30.2~33.3, 3.3~3.7% 범위에 있었으며, 각 연구 모두 처리에 따른 성분상의 유의적 차이는 없었다고 보고하였다. Kim(1992)은 숙성기간에 따른 고다치즈의 품질을 연구한 논문에서 숙성 6개월 된 고다치즈의 각 성분이 25.88, 31.62, 36.23, 4.41%, pH는 5.81이었으며, 숙성기간이 증가함에 따라 수분은 감소하고, 조단백, 조지방, 조희분, pH가 높아진다고 보고하였다. Van den Berg 등(2004)은 고다치즈의 특징을 반경성치즈의 하나이며, 지방을 제외한 성분 중 수분 함량이 53~63%, pH가 4.9~5.6이 일반적이라고 하였다. 본 연구에 공시한 실험용 치즈는 이 범위와, 앞서 인용한 Kim(1992)의 성분 범위와 비슷하였고, 타 연구에 비해서는 수분은 적은 편이었으며, pH는 유사하거나 다소 높은 것으로 측정되었다. 치즈의 품질은 원유에 의해서도 영향을 받을 수 있는데, 본 연구에서 제조된 치즈는 착유 방식은 달랐으나, Moon 등(2015)에 의하면 착유방식에 따른 원유의 일반성분에는 차이가 없었으므로 고다치즈의 성분에는 거의 영향을 미치지 않았을 것으로 보인다. 일반적으로 숙성 치즈의 pH는 초기 약 2주 동안 젖산 생성에 의해 빠르게 감소하며, 제조 단계에서의 수분 함량에 의해서도 영향을 받을 수 있는데, 수분 함량이 증가하면 발효 및 젖산 생성의 활성화로 pH가 감소한다(Van den Berg *et al.*, 2004). 본 연구에서 제조한 고다치즈의 pH가 다른 연구에 비해서 다소 높게 나타난 점은 낮은 수분 함량에 의해 영향을 받았을 수 있다고 판단된다. 또한

숙성 과정 중에는 젖산 분해, 단백질 분해 및 알칼리 물질 유리 등의 원인으로 pH가 상승하게 되는데(Kim, 1990), 본 연구에서는 이상의 항목에 대한 분석이 이루어지지 못했는바, 추후 연구에서는 이러한 점을 추가적으로 조사해볼 필요가 있을 것으로 보인다.

2) 유리지방산 분석

치즈에서 유리지방산은 지방의 가수분해나 산화적 분해에 의해 생성된다(McSweeney, 2004). McSweeney와 Sousa(2000)는 치즈의 지방분해효소는 여러 출처가 있다고 발표한 바 있는데, 우유 자체의 LPL(lipoprotein lipase)과 렌넷의 pregastric esterase가 대표적이며, 미약하기는 하나 유산균과 다른 미생물의 lipase, 기타 외인성 효소도 존재한다(Deeth and Fitz-Gerald, 1995; Fox and Wallace, 1997; McSweeney and Sousa, 2000). 이렇게 생성된 유리지방산은 그 자체로, 아니면 다른 물질로 분해되면서 치즈의 풍미에 영향을 미친다. 유리지방산 중 탄소수 4~10개의 지방산이 강한 향을 보이며, 유리지방산은 다시 thioesters, ethyl esters, alkan-2-ones, alkan-2-ols, lactones 등으로 분해/전변되어 풍미를 나타낸다(Collins *et al.*, 2003a; 2003b). 고다치즈는 다른 치즈와 비교해볼 때 중간 정도의 유리지방산을 포함하고 있다고 알려졌다(Mallatou *et al.*, 2003), 원유, 제조 및 숙성 과정, 분석 방법의 차이 등 다양한 원인에 의해 일정한 범위의 값을 보여주지는 못한다(Chavarri *et al.*, 1997; Jung, 2012). 관련 연구에서 분석된 고다치즈의 유리지방산 분석치를 살펴보면 Iyer 등(1967)은 고다치즈 4종의 kg당 총 유리지방산의 함량이 1,949~3,454 mg의 범위를 보였다고 하였고, Kanawjia 등(1995)은 들소(buffalo)유로 제조한 8개월 숙성 고다치즈의 유리지방산 값이 20.12~46.32 $\mu\text{M/g fat}$ 의 범위를 보였다고 하였으며, van den Berg 등(2004)은 6개월된 고다치즈의 분리된 지방 100g 당 1.3 mmol이 일반적 수준이라고 하였다. Leuven 등(2008)은 4개월된 고다치즈의 휘발성지방산 함량이 5,895.5 ng/g의 값을 보였다고 보고하였고, Jung(2012)의 연구에서는 6개월간 숙성된 고다치즈의 단사슬유리지방산(SCFFA) 값이 56.69 ppm으로 나타났으

Table 1. Chemical composition of Gouda cheeses after 6 months of ripening

	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude ash (%)	pH
AMS-1	29.75±1.73	28.46±0.15	36.16±0.16	3.65±0.03 ^d	5.78±0.02
AMS-2	30.25±1.37	28.83±0.11	35.22±0.13	4.26±0.05 ^a	5.47±0.03
CMS-1	27.87±1.17	27.98±0.09	37.97±0.11	4.15±0.06 ^b	5.63±0.03
CMS-2	31.38±1.57	27.16±0.14	37.42±0.07	4.00±0.08 ^c	5.59±0.03

* All values are Mean±SE. Different superscripts within the same column mean significant difference ($p < 0.05$)

AMS: Automatic milking system; CMS: Conventional milking system

Table 2. Free fatty acid concentration of Gouda cheeses after 6 months of ripening (ug/g of cheese)

	C4	C6	C8	C10
AMS-1	935.6±15.5 ^a	37.9±0.5 ^b	27.1±0.4 ^a	105.8±1.3 ^a
AMS-2	250.6±1.4 ^c	74.5±0.5 ^a	20.8±0.1 ^b	20.0±0.1 ^d
CMS-1	343.6±4.6 ^b	28.4±0.6 ^c	13.6±0.4 ^c	37.4±1.0 ^b
CMS-2	80.9±0.6 ^d	20.0±0.4 ^d	8.0±0.2 ^d	21.2±0.6 ^c

* All values are Mean±SE. Different superscripts within the same column mean significant difference ($p < 0.05$)

C4: Butanoic acid; C6: Hexanoic acid; C8: Octanoic acid; C10: Decanoic acid

AMS: Automatic milking system; CMS: Conventional milking system

며, Park 등(2015)은 고다치즈의 유리지방산 함량이 1~28 ppm의 범위에 있었다고 보고하였다. 본 연구에서는 고다치즈의 유리지방산 총량이 130.1~1,106.64 ng/g의 폭넓은 변이를 보였으며, 각 유리지방산 중에서 butanoic acid(C4)가 가장 많이 포함된 것은 모든 치즈에서 동일하게 나타났지만, 각 치즈별로 유리지방산 분석치나 함량이 많은 순서상으로 변이가 커 착유방식이 다를 때 유리지방산량에 있어 특정 경향이나 차이를 발견하기 어려웠다 (Table 2).

3) 관능평가

숙성 6개월된 실험용 고다치즈의 관능평가 결과를 Fig. 3에 제시하였다. 각 항목에서 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, AMS는 쓴맛, 떼움, 텁텁함 등의 항목에서 CMS에 비해 낮은 판정치를 보여 주었다.

치즈의 향미는 매우 복잡하며, 치즈마다 다양하고(Tomasini *et al.*, 1993), 숙성과정 중의 지방, 당, 단백질 분해에 의해 영향을 받는다(Marilley and Casey, 2004), 이 분해과정은 원유, 렌넷, 스타터 유산균, 다른 유산균(NSLAB), 기타 세균, 곰팡이, 효모, 숙

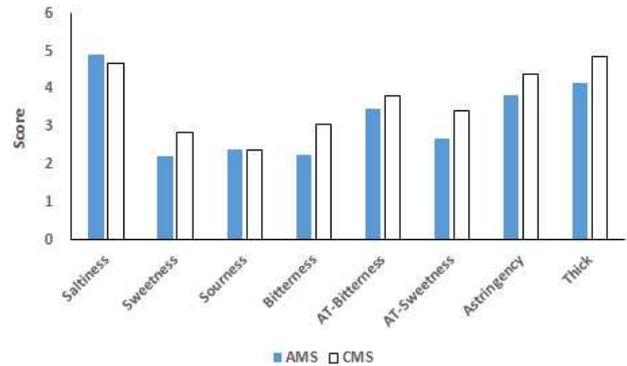


Fig. 3. Differences between sensory evaluation scores of Gouda cheeses

AMS: automatic milking system; CMS: conventional milking system

성 조건 등의 여러 요인들에 의해 좌우될 수 있다(Smit *et al.*, 2005). 또한 치즈를 염지할 때 이용하는 염제의 종류(천일염, 정제염, NaCl, KCl 등)도 향미에 영향을 미친다(Guinee, 2004; Guinee and O'Kennedy, 2007; Ruysen *et al.*, 2013). 치즈의 숙성과정 중에 지방의 분해에 의해 발생하는 유리지방산은 고약하거나 자극적인 냄새에서부터 치즈 고유의 향까지 다양한 풍미를 나타내며 (Brennand *et al.*, 1989; Collins *et al.*, 2003b), 이탈리아 경성 치즈에서는 유리지방산이 풍미에 미치는 영향이 뚜렷하고(Woo and Lindsay, 1984; Brennand *et al.*, 1989), 곰팡이 숙성치즈에서는 methyl ketone이 중요한 역할을 하는 반면(Molimard and Spinnler, 1996)에, 체다치즈나 그와 유사한 종류에서는 개별 성분이 향미에 미치는 정확한 영향에 대해 거의 알려진 바가 없다(Wijesundera and Drury, 1999). 또한 치즈의 지방은 유리지방산 생성뿐만 아니라, 향미를 나타내는 지용성 성분의 용매 역할도 하는데, 본 연구에 공시한 고다치즈들 간에는 지방 함량에 유의적인 차이가 관찰되지 않았다(Table 2). 얻어진 관능평가 결과를 요약하면, 착유방식에 따른 일반성분의 차이가 없었고, 제조 및 숙

Table 3. Chemical composition, pH and NaCl of Gouda cheeses made at farmstead milk processing plant

	Moisture (%)	CP (%)	Crude fat (%)	Crude ash (%)	pH	NaCl
1	31.94	25.30	33.35	3.78	5.49	0.93
2	35.14	23.05	31.34	3.94	5.66	0.55
3	38.91	24.92	30.13	3.68	5.34	0.78
4	38.45	24.23	32.22	3.50	5.71	0.19
5	30.95	25.10	34.59	3.76	5.71	0.54
6	33.80	23.52	32.60	4.58	5.49	2.05
7	31.08	25.26	35.44	4.12	5.73	1.42

성 과정도 동일했기 때문에 관능평가에서도 착유방식에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않은 것으로 판단되며, 치즈별로 유리지방산 함량의 차이는 있었지만, 관능평가 결과에는 영향을 주지는 않은 것으로 해석된다.

2. 연구 II

1) 목장형 유가공 고다치즈의 일반성분 조사

목장형 유가공농가에서 제조한 고다치즈의 일반성분, pH, 염도 분석결과를 Table 3에 제시하였다. 선행 연구 및 연구 I에서 얻어진 수치와 비교해 보았을 때, 연구II에서 얻어진 고다치즈의 성분 분석결과는 고다치즈의 일반적 범위에서 벗어나지 않는 것으로 나타났다.

염지는 치즈의 보존성을 높이는 방법으로, 압착이 끝난 치즈를 빨리 냉각시키고, 유해 미생물의 성장을 늦추며, 견고성을 높이고, 수분을 감소시키는 효과가 있다(van den Berg *et al.*, 2004). 치즈 덩어리의 부피와 무게, 압착 정도, 수분 및 지방 함량, 염지액의 온도와 농도, pH, 칼슘이온 농도 등이 염지효과에 영향을 미친다(Geurts *et al.*, 1972; van den Berg *et al.*, 2004). Murataza 등(2014)은 0.5~ 2.5%의 염도가 되도록 체다치즈를 제조한 결과, 염도의 감소는 pH를 유의적으로 감소시켰고, 경도와 파쇄성(crumbliness)은 낮아졌지만 단백질 분해가 증가하였으며, 휘발성 물질의 농도도 증가하면서 관능평가에 부정적인 영향을 주었다고 하였다. Dugat-Bony 등(2016)은 대조구 치즈의 염도를 1.8%, 시험구 치즈는 1.3%로 제조하여 미생물 군집을 조사한 결과, 효모의 한 종류인 *Debaryomyces hansenii*는 감소하고, 그람 음성균인 *Hafnia alve*는 증가하였으며, 단백질 분해 과정과 휘발성 향미물질의 변화 및 오염성 미생물인 *Pseudomonas fragi*의 유의적 증가를 관찰하였다고 보고하였다. Akkerman 등(2016)은 반경성 치

즈에서 염도를 0.15~1.90%로 다양하게 제조한 결과, 염도가 감소할수록 단단함은 줄어들고 압축성은 증가하였으나, 조직 특성에 있어 유의적 변화는 없었다고 보고하였다. 본 연구에서 염도를 분석한 결과, 각 치즈는 0.19~2.05의 범위를 보였는데, 4번 치즈시료의 염도가 0.19로 유독 낮았던 것을 제외하면 선행 연구들과 유사한 0.5~2.0 수준의 염도를 보여주었다.

2) 목장형 유가공 고다치즈의 조직특성 비교

Table 4에 목장형 유가공 농가에서 제조한 고다치즈의 TPA 결과를 제시하였다. 경도는 3.82에서 9.78N의 범위를 보였으며, 부착성은 -1.65부터 -11.13까지, 탄력성은 0.83에서 0.97, 응집성은 0.34부터 0.47, 복원성은 0.05에서 0.14, 점착성은 1.52에서 3.96, 저작성은 1.32부터 3.71의 범위를 나타내었다. Jung(2012)은 본 연구와 목적 및 측정 단위는 달랐으나 고다치즈의 조직특성에 대해 보고하였는데, 대조구는 경도: 59.65, 응집성: 0.65, 점착성: 38.74, 탄성: 0.67, 저작성: 26.21의 값을 보였으며, 실험구인 콜레스테롤을 제거한 고다치즈에 비해 응집성, 점착성, 저작성은 유의적으로 낮았고, 경도와 탄성은 두 처리구 간에 차이가 없었다고 보고하였다. Kanawjia 등(1995)은 사용된 유산균에 따라 치즈 조직의 특성에 차이가 나타났다고 보고하였으며, Messens 등(2000)은 고압 처리된 고다치즈의 물성에 관한 연구에서 숙성기간이 경과함에 따라 압력에 따른 물성의 차이가 감소한다고 하였고, Lee 등(2005)은 숙성 기간에 따라 경도는 증가한 반면, 응집성이나 부착성은 차이가 없었다고 보고한 바 있다.

치즈의 조직은 여러 효소의 작용에 의해 숙성기간 동안 계속 변화하는데, 크게 2단계로 구분할 수 있다. 처음 단계는 치즈 제조 직후 1~2주로 이 기간에는 casein의 결합이 가수분해되면서 약해지며, 다음 단계에서는 단백질 분해가 점진적으로 이루어지면서 두 개의 이온 그룹이 생성되는데, 이 때문에 조직의 수분이 감소하고, 단백질

Table 4. TPA (texture profile analysis) values of Gouda cheese made at farmstead milk processing plant

Farm No.	1	2	3	4	5	6	7
Hardness	9.78±0.33 ^a	5.68±0.33 ^c	6.51±0.33 ^{bc}	4.06±0.33 ^d	3.82±0.38 ^d	6.98±0.33 ^b	5.54±0.33 ^c
Adhesiveness	-11.13±0.61 ^a	-8.03±0.49 ^b	-10.62±0.61 ^a	-2.06±0.49 ^d	-1.65±0.49 ^d	-3.98±0.49 ^c	-7.13±0.49 ^b
Springiness	0.94±0.03 ^{abc}	0.94±0.03 ^{abc}	0.88±0.03 ^{bcd}	0.88±0.03 ^{bcd}	0.83±0.03 ^{cd}	0.90±0.03 ^{abcd}	0.97±0.03 ^a
Cohesiveness	0.40±0.02 ^{abc}	0.45±0.02 ^{ab}	0.47±0.02 ^a	0.34±0.02 ^c	0.44±0.02 ^{abc}	0.40±0.02 ^{bc}	0.38±0.02 ^c
Resilience	0.08±0.01 ^{bc}	0.08±0.01 ^{bc}	0.09±0.01 ^b	0.06±0.01 ^c	0.14±0.01 ^a	0.07±0.01 ^{bc}	0.05±0.01 ^{cd}
Gumminess	3.96±0.18 ^a	2.54±0.18 ^{bc}	3.04±0.18 ^b	1.52±0.21 ^c	1.70±0.21 ^c	2.78±0.18 ^b	2.08±0.18 ^c
Chewiness	3.71±0.19 ^a	2.39±0.19 ^b	2.67±0.19 ^b	1.32±0.22 ^c	1.39±0.22 ^c	2.51±0.19 ^b	2.01±0.19 ^b

^{a-e} Different superscripts in same row means significant differences.

사슬은 견고해짐으로써 조직이 단단하면서도 유연해진다(Creamer and Olson, 1982; Exterkate *et al.*, 1987; Lawrence *et al.*, 1987; Jack and Paterson, 1992). 치즈 조직은 이 casein 연결(network) 사이에 지방구 등이 간혀 있는 형태이며, 단백질뿐 아니라 지방, 수분 등에 의해서도 영향을 받는다(Jack and Paterson, 1992). 숙성이 진행됨에 따라 조직 특성도 변하게 되는데, Vanevenhoven (2012)은 고다치즈의 경도와 저작성이 숙성 2~3개월에 유의적으로 감소한다고 보고하였다. 경도는 단백질 분해와 유의적인 상관관계가 있으며(Fedrick, 1987), 응집성의 증가는 casein 연결의 상대적으로 빠른 가수분해와 관련이 있고, 탄성은 숙성과정 중에서 para K-caseinate 분자의 분해에 따른 방출에 따라 숙성이 진행될수록 감소한다(Kanawjia *et al.*, 1995). Lee 등(2005)은 체다치즈의 pH가 낮을수록 부서지기 쉽다고 보고하였는데, 치즈의 pH는 단백질뿐 아니라, 인산칼슘의 용해도와 수분에 영향을 주고, 염도 또한 단백질 분해에 영향을 주어 조직 특성에도 영향을 미치게 된다(Luyten, 1988). 또한 치즈의 수분과 지방은 경도나 탄성에 영향을 준다(Creamer and Olson, 1982; Green *et al.*, 1986).

본 연구에서 분석된 목장형 유가공 고다치즈 들은 목장별로 다양한 스타터 균주를 사용하였고, 제조 및 숙성 과정이 서로 달랐던 관계로 조직 특성 또한 특색 있게 나타났다. 또한 각 목장별로 조직 특성의 차이가 커서 착유방식이 목장형 유가공 고다치즈의 조직 특성에 미치는 영향을 발견할 수 없었다.

요약

최근 보급이 증가되고 있는 AMS가 목장형 유가공장에서 생산되는 치즈의 특성에 미치는 영향을 알아보기 위한 연구를 실시하였다. 첫 번째 연구에서는 AMS 및 CMS 농장에서 원유를 채취하여 동일한 조건에서 각각 고다치즈를 제조하여 6개월 숙성시킨 다음 일반성분 및 유리지방산 분석과 관능평가를 실시하였고, 두 번째 연구에서는 목장형 유가공장 7곳에서 제조한 고다치즈 시료를 채취하여 일반성분과 조직 특성을 비교하였다. 본 연구 결과, 고다치즈의 일반성분은 조회분을 제외하고는 착유 방식이나 목장에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았고, 유리지방산은 각 목장에 따른 차이를 보여주었으나 관능평가에 영향을 미치지 않았으며, 착유 방식에 의한 유리지방산 및 관능평가 결과에서도 유의적인 차이도 발견할 수 없었다. 조직 특성 역시 목장 간에 유의적 차이가 컸던 관계로 착유방식에 따른 차이는 나타나지 않았다. 결론적으로 착유방식은 목장형 유가공장에서 제조한 고다치즈의 특성에는 영향을 미치지 않을 것으로 판단되며, 향후 같은 고다치즈라 하더라도 각 목장별로 차별화하여 전통과 개성이 있는 목장형 유가공 제품으로 발전할

가능성을 보인 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2016년도 농촌진흥청 어젠다 연구과제(PJ 010172) 지원으로 수행되었는바, 지원에 감사드립니다.

References

1. Akkerman, M., Kristensen, L. S., Jespersen, L., Ryssel, M. B., Mackie, A., Larsene, N. N., Andersen, U., Nørgaard, M. K., Løkke, M. M., Møller, J. R., Mielby, L. A., Andersen, B. V., Kidmose, U. and Hammershøj, M. 2016. Interaction between sodium chloride and texture in semi-hard Danish cheese as affected by brining time, dl-starter culture, chymosin type and cheese ripening. *Int. Dairy J. Articles in press.*
2. Bennedsgaard, T. W., Thamsborg, S. M., Aarestrup, F. M., Enevoldsen, C., Vaarst, M. and Christoffersen, A. B. 2006. Resistance to penicillin of *Staphylococcus aureus* isolates from cows with high somatic cell counts in organic and conventional dairy herds in Denmark. *Acta. Vet. Scand.* 24:48-24.
3. Berglund, I., Pettersson, G. and Svennersten-Sjaunja, K. 2002. Automatic milking: Effects on somatic cell count and teat end-quality. *Livest. Prod. Sci.* 78: 115-124.
4. Brennand, C. P., Ha, J. K. and Lindsay, R. C. 1989. Aroma properties and thresholds of some branched-chain and other minor volatile fatty acids occurring in milk fat and meat lipids. *J. Sens. Stud.* 4:105-120.
5. Chavarri, F., Virto, M., Martin, C., Najera, A. I., Santisteban, A., Barrón, L. J. R. and De Renobales, M. 1997. Determination of free fatty acids in cheese: Composition of two analytical methods. *J. Dairy Res.* 64:445-452.
6. Choi, H. Y. 2011. Application in Gouda-type cheese manufacture added with Korea traditional wines. Ph.D. dissertation, Suncheon Natl. Univ., Jeollanam-do, Korea.
7. Collins, Y. F., McSweeney, P. L. H. and Wilkinson, M. G.

- 2003a. Evidence for a relationship between autolysis of starter bacteria and lipolysis in Cheddar cheese. *J. Dairy Res.* 70:105-113.
8. Collins, Y. F., McSweeney, P. L. H. and Wilkinson, M. G. 2003b. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *Int. Dairy J.* 13:841-866.
 9. Creamer, L. K. and Olson, N. 1982. Rheology evaluation of maturing Cheddar cheese. *J. Food Sci.* 47:631-636.
 10. De Jong, C. and Badings, H. T. 1990. Determination of free fatty acids in milk and cheese: procedure for extraction, clean up, and capillary gas chromatographic analysis. *J. High Resol. Chromato.* 13:94-98.
 11. De Koning, K., Slaghuis, B. and van der Vorst, Y. 2003. Robotic milking and milk quality: Effects on bacterial counts, somatic cell counts, freezing points and free fatty acids. *Ital. J. Anim. Sci.* 2:291-299.
 12. Deeth, H. C. and Fits-Gerald, C. H. 1995. Lipolytic enzymes and hydrolytic rancidity in milk and milk products. Pages 247-308 in *Advanced dairy chemistry-2: lipids*, Fox, P. F. ed, Chapman & Hall, London, UK.
 13. Dugat-Bony, E., Sarthou, A. S., Perello, M. C., de Revel, G., Bonnarme, P. and Helinck, S. 2016. The effects of reduced sodium chloride content on the microbiological and biochemical properties of a soft surface-ripened cheese. *J. Dairy Sci.* 99:2052-2511.
 14. Extrakate, F. A., De Veer, G. J. and Stadhouders, J. 1987. Acceleration of the ripening process of Gouda cheese by using heat-treated mixed-strain starter cells. *Neth. Milk Dairy J.* 41:307-320.
 15. Fedrick, I. 1987. Technology and economics of the accelerated ripening of Cheddar cheese. *Aust. J. Dairy Tech.* 42:33-36.
 16. Fox, P. F. and Wallace, J. M. 1997. Formation of flavour compounds in cheese. *Adv. Appl. Microbiol.* 45:17-85.
 17. Geurts, T. J., Walstra, P. and Mulder, H. 1972. Brine composition and the prevent of the defect 'soft rind' in cheese. *Neth. Milk Dairy J.* 26:168-179.
 18. Green, M. L., Langley, K. R., Marshall, R. J., Brooker, B. E., Willis, A. and Vincent, J. F. V. 1986. Mechanical properties of cheese, cheese analogues and protein gels in relation to composition and microstructure. *Food Microstructure* 5:169-180.
 19. Guinee, T. P. 2004. Salting and the role of salt in cheese. *Int. J. Dairy Technol.* 57:99-109.
 20. Guinee, T. P. and O'Kennedy, B. T. 2007. Reducing salt in cheese and dairy spreads. Pages 316-357 in *Reducing salt in foods: Practical strategies*. D. Kilcast and F. Angus, ed. Woodhead Publishing, Cambridge, UK.
 21. Hwang, G. T. 2007. Dictionary of cheese, Julla Province ImsilGun, Korea. pp. 332-333.
 22. Iyer, M., Richardson, T., Amundson, C. H. and Tripp, R. C. 1967. Major free fatty acids in Gouda cheese. *J. Dairy Sci.* 50:385.
 23. Jack, F. R. and Paterson, A. 1992. Texture of hard cheeses. *Trends Food Sci. Tech.* 3:160-164.
 24. Jung, H. 2012. Flavor and physicochemical properties of cholesterol-removed Gouda cheese during ripening. MS thesis, Sejong Univ., Seoul, Korea.
 25. Kanawjia, S. K., Rajesh, P., Sabikhi, L. and Singh, S. 1995. Flavour, chemical and textural profile changes in accelerated ripened Gouda cheese. *Lebensm. Wissu Technol.* 28:577-583.
 26. Kim, H. J. 1990. Studies on the proteolysis during ripening of Gouda cheese. MS thesis, Sung Kyun Kwan Univ., Seoul, Korea.
 27. Kim, N. O. 1992. Studies on the Gouda cheese qualities on the ripening periods. MS thesis, KonKuk Univ., Seoul, Korea.
 28. Klungel, G. G., Slaghuis, B. A. and Hogeveen, H. 2000. The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. *J. Dairy Sci.* 83:1998-2003.
 29. Lawrence, R. C., Creamer, L. K. and Gilles, J. 1987. Texture development during cheese ripening. *J. Dairy Sci.* 70:1748-1760.
 30. Lee, M. R., Johnson, M. E. and Lucey, J. A. 2005. Impact of modifications in acid development on the insoluble Ca content and rheological properties of Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 83:3798-3809.
 31. Leuven, I. V., Calenberg, T. V. and Dirinck, P. 2008.

- Aroma characterisation of Gouda-type cheeses. *Int. Dairy J.* 18:790-800.
32. Luyten, H. 1988. The rheological and fracture properties of Gouda cheese. Ph. D. dissertation, Wageningen Agric. Univ., Wageningen, NL.
 33. Mallatou, H., Pappa, E. and Massouras, T. 2003. Changes in fatty acids during reopening of Teleme cheese made with ewes', goats', cows' or a mixture of ewes' and goats' milk. *Int. Dairy J.* 13:211-219.
 34. Marilley, L. and Casey, M. G. 2004. Flavours of cheese products: Metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains. *Int. J. Food Microbiol.* 90:139-159.
 35. McSweeney, P. L. H. 2004. Biochemistry of cheese ripening: Introduction and overview. Pages 347-360 in *Cheese, chemistry, physics and microbiology*, Vol. 1. General aspects. Fox, P. F. et al. ed. Elsevier Academic Press, London, UK.
 36. McSweeney, P. L. H. and Sousa, M. J. 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: a review. *Lait* 80:293-324.
 37. Messens, W., Van de Walle, D., Arevalo, J., Dewettinck, K. and Huyghebaert, A. 2000. Rheological properties of high-pressure-treated Gouda cheese. *Int. Dairy J.* 10: 359-367.
 38. Michalski, M. C., Gassi, J. Y., Famelart, M. H., Leconte, N., Garmier, B., Michel, F. and Briard, V. 2003. The size of native milk fat globules affects physico-chemical and sensory properties of Camembert cheese. *Lait* 83: 131-143.
 39. Molimard, P. and Spinnler, H. E. 1996. Review: Compounds involved in the flavour of surface mould-ripened cheeses: Origin and properties. *J. Dairy Sci.* 36:1285-1298.
 40. Moon, J. Y., Lee, J.-S., Chang, K. M., Park, S. M., Park, S. Y., Jung, M. Y. and Son, Y. S. 2015. Effects of the milking system and supplemental fat feeding on milk and milk fat characteristics. *J. Milk Sci. Biotechnol.* 33:209-214.
 41. Murtaza, M. A., Huma, N., Sameen, A., Murtaza, M. S., Mahmood, S., Mueen-ud-Din, G. and Meraj, A. 2014. Texture, flavor, and sensory quality of buffalo milk Cheddar cheese as influenced by reducing sodium salt content. *J. Dairy Sci.* 97:6700-6707.
 42. Park, S. Y., Jung, M. Y., Sung, K. I. and Corazzin, M. 2015. Quantitative SPME analysis of free fatty acids composition of Gouda cheese made with cow's milk grazed on high mountain grasslands of Pyeongchang area. KFN International Symposium and Annual Meeting, pp279, August 24-26, Kangwon, Korea.
 43. Ruysen, T., Janssens, M., Van Gasse, B., Van Laere, D., Van der Eecken, N., De Meerleer, M., Vermeiren, L., Van Hoorde, K., Martins, J. C., Uyttendaele, M. and De Vuyst, L. 2013. Characterisation of Gouda cheeses based on sensory, analytical and high-field ¹H nuclear magnetic resonance spectroscopy determinations: Effect of adjunct cultures and brine composition on sodium-reduced Gouda cheese. *Int. Dairy J.* 33:142-152.
 44. Smit, G., Smit, B. A. and Engels, W. J. M. 2005. Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. *FEMS Microbiol. Rev.* 29:591-610.
 45. St-Gelais, D., Passet, C. A., Hahe, S., and Roy, P. 1997. Production of low-fat Cheddar cheese from low and high mineral retentate powders and different fractions of milk fat globules. *Int. Dairy J.* 7:733-741.
 46. Tomasimi, A., Maillard, M. B. and Lebeult, J. M. 1993. Fat lipolyzed with a commercial lipase for the production of Blue cheese flavour. *Int. Dairy J.* 3:117-127.
 47. Travers, M. T. and Barber, M. C. 1993. Isolation of a goat acetyl-CoA-carboxylase complementary DNA and effect of milking frequency on the expression of the acetyl-CoA-carboxylase and fatty acid synthase genes in goat mammary gland. *Comp. Biochem. Physiol. B* 105:123-128.
 48. Van den Berg, G., Meijer, W. C., Düsterhöft, E. M. and Smit, G. 2004. Gouda and related cheese. Pages 103-140 in *Cheese, Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol. 2 Major cheese groups. Fox, P. F. et al. ed. Elsevier

- Academic Press, London, UK.
49. Van Leuven, I., Van Caelenberg, T. and Dirinck, P. 2008. Aroma characterisation of Gouda-type cheeses. *Int. Dairy J.* 18:790-800.
 50. Vanevenhoven, D. W. 2012. A characterization of the rheology of raw milk Gouda cheese. MS thesis, Univ. Wisconsin- Stout, Wisconsin, USA.
 51. Vivienne, M. 1965. *The cheese book*. Page 156, Simon and Schuster; 1st ed.
 52. Wijesundera, C. and Drury, L. 1999. Role of milk fat in production of Cheddar cheese flavour using a fat-substituted cheese model. *Aust. J. Dairy Technol.* 54:28-35.
 53. Wiking, L., Stagsted, J., Bjorck, L. and Nielsen, J. H. 2004. Milk fat globule size is affected by fat production in dairy cows. *Int. Dairy J.* 14:909-913.
 54. Wiking, L., Nielsen, J. H., Bavius, A. K., Edvardsson, A. and Svennersten-Sjaunja, K. 2006. Impact of milking frequency on the level of free fatty acids in milk, fat globule size and fatty acid composition. *J. Dairy Sci.* 89:1004-1009.
 55. Woo, A. H. and Lindsay, R. C. 1984. Concentration of major free fatty acids and flavour development in Italian cheese varieties. *J. Dairy Sci.* 67:960-968.
 56. Yang, A. 2009. Effects of containing Surimi on the quality properties of natural cheese (Cheddar, Berg, Gouda). MS thesis, Sunchon Natl. Univ., Jeollanam-do, Korea.
 57. 농림축산식품부 고시 제2016-58호. 사료 등의 기준 및 규격, [별표 25]. '사료표준 분석방법'(2016.7.1.시행).
 58. 농촌진흥청. 2016. 산따라 길따라 낙농목장과 함께하는 전국 여행. 농촌진흥청 국립축산과학원, 한국.
 59. 식품공전 홈페이지. <http://www.foodsafetykorea.go.kr/>