

저지종 우유의 성분 및 그 특성

Milk composition and characteristics of Jersey cows

임 동 현 (Dong Hyun Lim)

국립축산과학원 낙농과

Dairy Science Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

1. 서론

1975년 통계에 의하면 총 85,542두의 젖소가 사육되었고 이중 홀스타인종이 99.14%, 저지종(Jersey), 건지종(Guernsey) 및 기타 품종이 0.86% 정도 사육되기도 하였다(국가통계포털, 1975). 그러나 다른 품종의 수입이 제한됨에 따라 국내에서 사육 젖소는 홀스타인종으로 한정되어 사육되었고, 개량을 통해 우유생산성은 두당 1일 평균 유량이 1985년 18 kg에서 2015년 34 kg으로 약 189%가 향상되었다(2015 낙농통계연감).

2010년 다른 젖소 품종의 수입 제한 규정이 개정됨에 따라 다양한 품종의 젖소가 사육 가능하게 되었다. 또, 2014년 유대산정체계의 개정에 앞서 유지방 외에 유단백 성분을 추가하는 것이 가시화되면서 고품분 함량이 높은 우유를 생산하기 위한 사양관리기술이나 젖소 품종 등에 대해 고려하게 되었다. 그리고 홀스타인종은 서늘한 기후에 적응하는 특성을 가지고 있는 품종으로, 여름철 기온이 27도 이상 지속되면 고온 스트레스로 생산성이 현저히 떨어지게 된다. 이러한 단점으로 국내 기후변화에 적합한 젖소로의 개량 및 품종에 많은 관심을 가지게 되었다. 또한, 국내 목장형 유가공업이 태동하고 시유의 소비가 둔화하는 반면, 치즈 등 유제품의 소비가 증가하여 유제품 제조에 적합한 원유의 생산 필요성이 대두되었다. 이러한 환경변화에 따라 저지종 젖소의 국내 사육에 대한 관심이 높아졌다.

이에, 서울우유 등 일부 유업체와 지역 낙농조합에서는 캐나다로부터 수정란을 도입하기 시작하였고, 국립축산과학원에서도 국내 젖소의 다품종 사육기반을 조성하고자 2011년부터 저지종 수정란을 도입하고 이식·생산을 통해 저지종의 성장·번식 및 우유 생산특성에 관한 연구를 수행하고 있다. 현재 국내에서 사육되고 있는 저지종에 대한 정확한 통계자료는 없지만, 국립축산과학원 보유축을 포함하여 약 60두 내외로 알려지고 있다. 따라서 국내에서 사육된 저지종 젖소가 생산한 우유의 성분과 그 특성을 소개하여 관심 있는 낙농가, 유업체 등에 그 정보를 제공하고자 한다.

*Corresponding author: Dong Hyun Lim
Dairy Science Division, National Institute of Animal Science,
Rural Development Administration
Tel: +82-41-580-3384
Fax: +82-41-580-3419
Email: idh1974@rda.go.kr

Table 1. Average milk production and component comparison

Country	Breed	Milk yield (kg/day)	Fat (%)	Protein (%)
US ¹	Holstein	37	3.68	3.08
	Jersey	27	4.81	3.65
Canada ²	Holstein	34	3.90	3.20
	Jersey	22	5.02	3.80
Korea ³	Holstein	28	3.45	3.12
	Jersey	16	4.88	3.80

¹ National Dairy Herd Information Association (NDHIA) Annual Report

² Canadian Dairy Information Center, 2015

³ Milk yield and composition of Holstein and Jersey first-parity cows calved in National Institute of Animal Science

II. 본론

우유 내 성분은 식품으로써의 영양적 가치와 풍미에 중요하게 작용하고, 유제품 제조에 있어서는 유제품의 품질과 생산수율에도 영향을 미친다. 우유 성분은 품종, 비유 단계, 산차, 사양 및 생리적 요인 등에 따라 차이가 나타난다(DePeters 등, 1995; Palmquist, 2006).

저지종의 평균 우유 생산량은 미국이 1일 두당 27 kg으로 캐나다(22 kg)보다 높고, 홀스타인종과 비교하여 보면 미국과 캐나다의 경우 각각 73%와 65%가 낮게 생산되었다. 국내의 경우 첫 분만한 착유우를 대상으로 분석한 결과, 저지종의 우유 생산량은 평균 16 kg으로, 동일한 사료를 급여한 초산차 홀스타인종 착유우의 산유량과 비교했을 때 약 57%에 해당하는 수준이었다. 국내 저지종 우유에서 유지방은 4.88%이고 유단백은 3.80%로, 홀스타인종 우유보다 높은 수준이었다. 본 결과는 저지종 착유우수가 매우 한정되고 1산차에 대한 결과로, 미국 또는 캐나다의 결과와 단순 비교하기는 어렵지만, 국내 사양관리 조건에서 저지종의 우유 생산량과 고형분 함량을 추정할 수 있는 기초자료로서 참고하기 바란다.

1. 유지방

유지방은 약 97-98% 정도가 트리글리세라이드(triglyceride)이지만, mono-glycerides나 diglycerides 등의 지방 화합물

Table 2. Differences for the fatty acid profile of Jersey breed compared to Holstein breed (Soyeurt and Gengler, 2008)

N	A ¹	B ²	C ³
 %		
C4:0		-2.43	-4.90
C6:0	+8.54	+16.67	+3.32
C8:0	+15.79	+38.46	+7.55
C10:0	+34.10	+43.33	+13.59
C10:1	+70.83		
C12:0	+36.90	+42.86	+16.90
C14:0	+9.26	+8.62	+2.36
C14:1 cis	-4.76		
C15:0	-2.04		
C16:0	+5.63	-6.79	-1.24
C16:1 9-cis	-16.67		-9.55
C18:0	+1.12	+12.50	+6.61
C18:1 9-cis	-12.92	-12.72	-9.51
C18:2	-4.64	0.00	+1.58
C18:3	-32.29	-16.67	+15.50

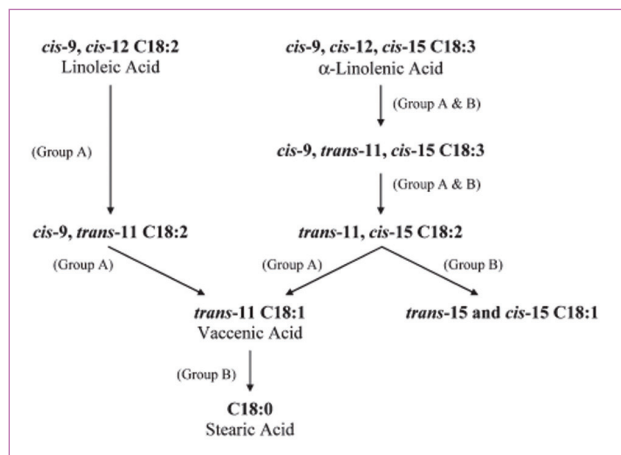
¹ Stull et al., 1964; ² Beaulieu and Palmquist, 1995; ³ DePeters et al., 1995

도 있다. Mono- 및 diglycerides는 아이스크림과 같은 식품에서 지방과 물을 유지하는 화합물인 유화제로 사용된다.

유지방구의 크기는 홀스타인종보다 저지종의 유지방이 더 큰 것으로 알려져 있다(Carroll 등, 2006). 지방 함량이 높은 우유에서 지방구의 크기가 더 커지는데(Wiking 등, 2003), 큰 지방구는 우유의 가공과정 중 펌핑(pumping)에 의한 기계적인 영향에 더 민감할 수 있다. 7.5분의 착유 동안 계속되는 펌핑에 의한 기계적 자극에 대해 유리지방산이 증가하는데, 지방구의 크기가 크면 지방분해가 더 쉽고, 원유에서 이취가 생길 수 있다(Wiking 등, 2003).

유지방 조성은 유전적 요인, 분만 후 비유경과일수와 같은 생리적 요인, 사료의 지방 함량과 지방산 조성 등에 영향을 받는다(Palmquist, 2006). 젖소의 품종에 따라 유지방 함량에 차이가 있는데(DePeters 등, 1995), 이러한 차이는 우유의 영양적 가치는 물론, 유제품의 풍미와 가공 특성과 관련된 물리적 성질에도 매우 중요한 영향을 미치게 된다(Kaylegain와 Lindsay, 1995).

Figure 1. Classical biochemical pathways for the biohydrogenation of linoleic and linolenic acid in the rumen(Harfoot and Hazlewood, 1997)



한편, 유지방은 대부분의 식물성 오일보다 상대적으로 포화도가 높다. 이점은 포화지방산의 과량 섭취에 의한 동맥경화나 관상심장병 등과 연계되어 소비자에게 우유는 종종 불편한 대접을 받기도 한다.

젖소의 품종에 따라 유지방 내 불포화지방산(unsaturated FA)의 함량에 차이가 있는데, 일반적으로 지방산의 불포화 정도를 수치로 나타내는 요오드가(Iodine value)가 에어셔종(Ayrshires)의 경우 가장 높고, 브라운 스위스(Brown Swiss)와 홀스타인종(Holstein)은 중간 정도이며, 저지종의 유지방이 가장 낮다(Krukovsky, 1961). 즉, 홀스타인종보다 저지종 우유로 제조한 버터가 더 단단하고 산화안정성에 유리할 수 있다.

일반적으로 홀스타인종과 같은 대형종과 비교하여 저지종의 유지방에는 짧은 사슬지방산(SCFA)와 중간사슬지방산(MCFA)의 비율이 높고, C18:1 9-cis의 비율이 낮다(Table 2). 긴사슬지방산(LCFA)은 에너지로 대사되기 어렵고, 체지방으로 축적되기 쉬운 지방산인 반면, MCFA는 대사속도가 빨라 지방조직에 침착되기 어렵다. 이와 같은 지방산 조성으로부터 저지종 우유가 에너지 공급원으로 유용하게 활용될 수 있을 것으로 보인다.

저지종 유지방은 홀스타인종과 브라운 스위스종보다 C18:0의 함량이 높고 C18:1의 함량이 낮으며, C18:1 대 C18:0의 비율이 저지종은 1.85로 홀스타인종의 2.22보다

Table 3. The essential and semi-essential amino acid content of milks originated from Jersey and Holstein cattle (Csapo et al., 2011)

Amino acid	Jersey	Holstein-Friesian
 g/100 g of milk	
Thr	0,178	0,143
Cys	0,029	0,023
Val	0,237	0,214
Met	0,105	0,083
Ile	0,211	0,160
Leu	0,390	0,309
Tyr	0,201	0,151
Phe	0,196	0,153
Lys	0,345	0,258

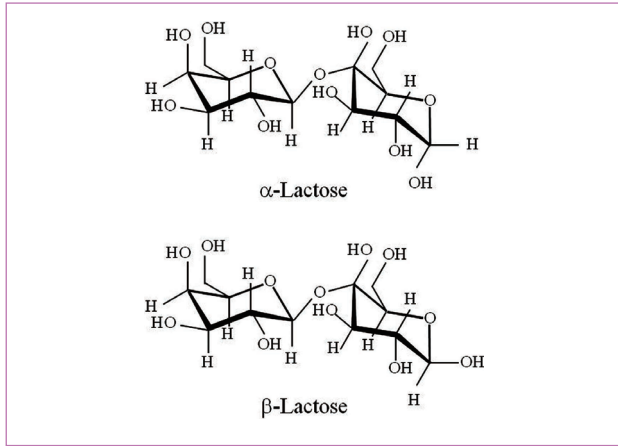
낮다(DePeters 등, 1995). 이는 stearoyl-CoA desaturase (SCD, δ-9 desaturase) 활성이 더 낮다는 것을 의미한다. SCD는 포화지방산(saturated fatty acids, SFA)을 단가불포화지방산(monounsaturated fatty acids, MUFA)으로 전환하는데 관여하는 효소로, 반추동물과 같이 흡수된 C18 지방산의 대부분이 반추위 내 생체경화(biohydrogenation)에 의해 스테아르산(stearate)을 형성하는 경우 특히 중요하다(Palmquist, 2006) (Fig. 1).

2. 유단백

우유 단백질은 유선에서 합성되지만, 단백질을 구성하는 아미노산의 60%는 사료로부터 얻어진다. 홀스타인종보다 저지종 우유가 단백질 함량이 높고, 이와 비례하여 필수아미노산의 함량이 높지만, 아미노산 조성에 있어서 품종에 따른 차이는 없다고 보고된 바 있다(Csapo et al., 2011) (Table 3).

우유 단백질에서 케이스인이 약 80%를 차지하고, 그 외 나머지는 유청단백질(whey protein)이다(Farrell et al., 2004). 케이스인은 4종의 유제품 중 치즈에서 케이스인은 4종의 케이스인(α_{s1} , α_{s2} , β -, κ -casein)으로 구성되어 있으며, 각각은 자체적인 아미노산 조성, 유전적 변이체 및 기능적 특성을 가지고 있다. 케이스인은 아미노산 외에 약 1%의

Figure 2. Molecular structures of α -lactose and β -lactose (Yamauchi et al., 2013)



인과 1%의 당을 함유하고 칼슘과의 결합을 용이하게 하여 인산칼슘염을 생성하게 된다. 우유 단백질은 식품 소재로 매우 널리 사용되고 있으며, 특히 케이스인(casein)이 우유 가공의 주된 단백질로 이용되고 있다.

유청단백질(whey protein)은 우유 단백질에서 케이스인을 제외한 나머지 부분으로, α -lactalbumin, β -lactoglobulin, serum albumin, 면역글로불린(immunoglobulins), 락토페인(lactoferrin), 트랜스페린(transferrin), 그리고 다양한 종류의 미량 단백질과 효소로 구성되어 있다.

우유 단백질의 특성은 구성하는 아미노산의 종류, polypeptide의 배열상태 등에 의해 결정되며, 이를 가수분해하여 그 기능성을 향상시킬 수 있다.

우유 단백질은 아미노산과 칼슘(Ca), 인(P)의 공급원이며, 다양한 생리활성을 가진 기능성 펩타이드(peptide)가 내재되어 있다. 우유 단백질로부터 유래한 기능성 peptide에는 진통 및 마취작용을 갖는 opioid peptide, 면역작용에 관여하는 immunopeptide, angiotensin 전환효소에 저해작용을 나타내는 peptide, Ca 흡수를 촉진시켜주는 phosphopeptide, *Bifidobacteria*의 growth factor로서의 역할과 위액분비를 억제하는 것으로 알려진 caseinomarcropeptide (CMP), 혈소판 저해작용을 나타내는 peptide 등이 있다.

Table 4. Mean micro and macro elements (ppm) in Danish Holstein and Danish Jersey milk (Buitenhuis et al., 2015)

Trait	Holstein			Jersey		
	Mean	SD	CV (%)	Mean	SD	CV (%)
Ca	1214.2	123	10.1	1465	148	10.1
K	1470	115	7.8	1319	105	7.9
Na	349	74	21.1	389	101	25.9
P	725	78	10.8	880	93	10.6
Mg	108	11	9.9	124	13	10.3
Cu	0.03	0.01	33.3	0.05	0.02	40.0
Fe	0.17	0.04	23.5	0.19	0.05	26.3
Mn	0.02	0.005	25.0	0.03	0.009	30.0
Se	0.007	0.002	28.6	0.01	0.002	20.0
Zn	3.39	0.63	11.5	4.73	0.79	16.7

3. 유당

우유에서 주된 탄수화물은 포도당(glucose)과 갈락토스(galactose)로 구성된 이당류(disaccharide)인 유당(lactose)이다. 이러한 유당은 수분 함량을 조절하는 생리적 기능을 가지고 있어 우유 내에서 평균 4.6%로 가장 일정하게 유지되는 성분이다(Linn, 1988).

유당은 유청 내에 용해되어 있고, α - 및 β -아노머(anomer)의 형태로 존재하며, 상호간에 변환이 가능하다(Fig. 2). 유당의 농도가 용해도를 초과하면 유당 결정이 생성되고, 유당의 결정 형태에 따라 식품의 물리적 특성에 영향을 미치게 된다. 온도는 이들 유당 아노머의 평형비율에 영향을 미친다. 상온(20℃)에서의 평형비율은 α -유당이 약 37%, β -유당이 63%이고, 20℃ 이하에서는 유당 결정은 주로 α -유당 결정이 형성된다. 아이스크림에서 α -유당 결정은 매우 단단하고 견고함을 유지하여 거친 모래와 같은 질감을 느끼게 한다. 이에 반해 β -유당의 결정 형태는 단맛이 강하며 α -유당보다 수용성이 높아 제빵용 제조에 바람직한 속성이라고 할 수 있다(Yamauchi et al., 2013).

Table 5. Effect of dairy cow breed on mean milk solids and gross efficiency measures (Prendiville et al., 2009)

Trait	Breed ¹			SEM	p-value
	Holstein	Jersey	F ₁		
Milk yield (kg/d)	18.3 ^a	13.8 ^b	16.7 ^c	0.32	< 0.01
Yield of milk solids (kg/d)	1.33 ^{ab}	1.28 ^a	1.41 ^b	0.02	< 0.01
Milk solids/100 kg of BW (kg)	0.27 ^a	0.35 ^b	0.32 ^c	0.06	< 0.001
Milk solids/Total DMI (kg)	0.079 ^a	0.088 ^b	0.087 ^b	0.001	< 0.001

^{a-c} Means within a row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

¹ Holstein-Friesian, Jersey, and F1 (Jersey × Holstein-Friesian).

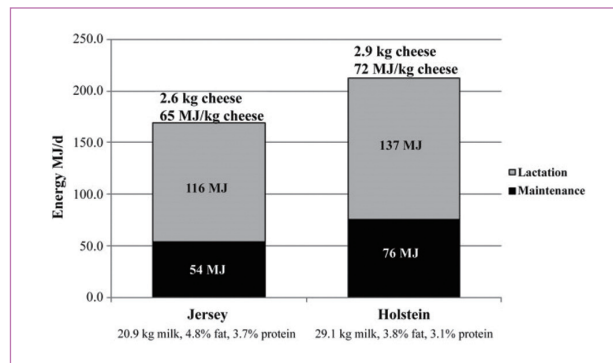
4. 무기물

우유는 칼슘, 마그네슘, 인, 칼륨, 셀레늄, 아연 등이 함유되어 있고, 이러한 무기물은 인체 내에서 효소 기능, 뼈 형성, 수분의 균형 유지, 산소 수송 등에 중요한 역할을 한다. 우유 중 칼슘의 67%, 마그네슘의 35%, 그리고 인의 44% 정도가 케이신마이셀(casein micelle) 내에 결합되어 있으며, 나머지는 액상 상태로 용해되어 있다.

우유 내 무기물은 칼륨, 칼슘, 염소, 인, 나트륨, 마그네슘 등의 순으로 많이 함유되어 있다고 보고되어 있으나 (Fox, 1985), 저지종 우유의 경우 칼륨보다는 칼슘 함량이 더 높고, 칼슘, 인 및 마그네슘 함량이 홀스타인종 우유보다 많이 함유되어 있다(Buitenhuis 등, 2015) (Table 4). 축산원에서 동일한 사양조건에서 생산된 홀스타인종과 저지종 우유를 분석한 결과, 칼슘 함량이 홀스타인종보다 저지종에서 약 60% 정도 더 높게 나타났다. 인, 칼륨, 마그네슘의 경우 통계적 유의성이 없었으나 이들 함량도 저지종 우유에서 높았다. 이와 같이 우유 중에 인이 풍부하면 모든 칼슘이 용액 내에 용해되어 있을 때보다 훨씬 많은 칼슘을 함유하기 때문에 저지종 우유가 보다 효과적인 칼슘 공급원으로 제공될 수 있을 것이다.

우유 내 칼슘 함량은 치즈 제조 시 렌넷(rennet)의 응유 시간(clotting time)에 직접적으로 관련되어 있다. 치즈 제조 시 염화칼슘(CaCl₂)를 첨가하여 우유 내 Ca⁺⁺과 교질 인산칼슘을 증가시키고, pH를 낮추는 효과가 있어 응고 시간을 단축시킬 수 있다.

Figure 3. The effect of breed type, milk yield, milk composition, and relative proportion of daily energy used for maintenance versus lactation on energy use (and thus natural resource use) per kilogram of Cheddar cheese (Capper and Cady, 2012).



5. 고형분

2016년 생산된 원유 2,069천 톤 중 유제품으로 약 505천 톤(24.40%)이 사용되었으며, 2011년(21.47%)과 비교하여 약 2.9%가 증가하였다(낙농진흥회). 이와 같이 원유의 소비 형태가 시유보다 치즈, 버터, 발효유 등과 같은 유제품으로 소비가 증가함에 따라 우유 내 고형분 함량이 중요시 되고 있다. Prendiville 등(2009)에 의하면 홀스타인종과 비교하여 저지종의 우유생산량과 고형분 함량이 각각 4.5 kg/일과 0.05 kg/일 정도 낮지만, 우유 내 고형분 비율은 2%이상 증가한다고 하였다(Table 5). 그리고 각 품종의 체중이나 사료섭취량(건물기준) 대비 고형분의 생산효율에 있어서도 홀스타인종보다 저지종에서 각각 0.08 kg과 0.009 kg가 더 높게 나타났다.

또한 Fig. 3에서 보는 바와 같이 각 품종의 우유를 이용하여 체다치즈(Cheddar cheese)를 제조한다면 저지종보다 홀스타인종의 우유로 1일 두당 0.3 kg을 더 생산할 수 있다(Capper와 Cady, 2012). 그러나 두당 필요한 에너지요구량(체 유지와 우유 생산)이 홀스타인종(213 MJ/일)과 비교하여 저지종(170 MJ/일)에서 낮아 체다치즈 1 kg당 필요한 에너지요구량은 7 MJ가 감소하게 된다(체다치즈 kg당 저지종 65 MJ, 홀스타인종 72 MJ). 이러한 결과는 저지종으로부터 보다 효과적으로 고형분 함량이 높은 우유를 생산할 수 있음을 알 수 있다.

III. 맺음말

앞에서 살펴본 바와 같이 저지종 우유는 홀스타인종 우유와 비교하여 유성분의 함량이나 그 조성에 차이를 나타내고 있다. 우리나라 젖소는 지금까지 산유량을 중심으로 개량되어 최근 검정성적에 의하면 산유량이 세계 3위의 수준에 이른다고 한다. 하지만 우유의 소비 감소와 그에 따른 우유 재고량 증가 등 낙농산업은 위기에 직면하고 있다. 낙농가는 사육두수 감축, 연간 총량제 폐지 등 우유 수급 안정화 대책에 따라 경제적 불이익을 감수하고 있으며, 일부에서는 목장체험이나 직접 유제품을 가공하여 판매하는 등 새로운 부가치 창출을 위해 노력하고 있다.

이러한 국내 낙농환경에서 저지종 젖소가 새로운 우유 소비처 확대에 유용한 품종일 수 있다. 그러나 홀스타인

종에 버금가는 저지종 우유의 생산에 필요한 제반 시스템이 모두 갖춰지기 위해서는 사육규모나 시기성, 경제성, 시장성 등 다양한 요소가 고려되어야 할 것이다. 다만, 현 시점에서 목장형 유가공 농가와 같은 소규모 낙농가에서 저지종 우유를 이용하여 틈새 소비시장을 겨냥하는 것이 필요하다고 본다.

이를 위해 저지종 우유의 풍부한 고형분 함량과 유성분 특성을 고려하여 치즈, 발효유, 아이스크림 등의 유제품을 제조할 수 있는 가공 기술을 개발하여 농가에 보급이 필요하다. 또한, 소비자에게는 고영양의 새로운 풍미를 즐길 수 있는 기회를 제공함으로써 축산 농가의 소득 향상은 물론, 낙농시장에 활기를 불어넣는 새로운 계기가 될 것이라 여겨진다.

참고문헌

1. Beaulieu, A. D., and Palmquist, D. L. (1995) Differential effects of high fat diets on fatty acid composition in milk of Jersey and Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 78:1336–1344.
2. Buitenhuis, B., Poulsen, N. A., Larsen, L. B., and Sehested, J. (2015) Estimation of genetic parameters and detection of quantitative trait loci for minerals in Danish Holstein and Danish Jersey milk. *BMC Genetics*, 16: 52.
3. Capper, J. L., and Cady, R. A. (2012) A comparison of the environmental impact of Jersey compared with Holstein milk for cheese production. *J. Dairy Sci.* 95:165–176.
4. Csapo, J., Loki, K., Beri, B., Suli, A., Varga-Visi, E., and Albert, Cs. (2011) Colostrum and milk of current and rare cattle breeds: protein content and amino acid composition. *Acta Alimentaria*, 4: 18–27.
5. Depeters, E. J., Medrano, J. F., and Reed, B. A. (1995) Fatty acid composition of milk fat from three breeds of dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 75: 267–269.
6. Farrell, H.M., Jr., R. Jimenez-Flores, G.T. Bleck, E.M. Brown, J.E. Butler, L.K. Creamer, C.L. Hicks, C.M. Hollar, K.F. Ng-Kwai-Hang, and H.E. Swaisgood. (2004) Nomenclature of the proteins of cows'milk—Sixth revision. *J. Dairy Sci.* 87: 1641–1674.
7. Fox, P.F. (1985) Developments in dairy chemistry—3. Lactose and minor constituents. Elsevier applied science publishers, London and New York.
8. Harfoot, C.G., and Hazlewood, G.P. (1997) Lipid Metabolism in the Rumen, in *The Rumen Microbial Ecosystem*, 2nd edn. (Hobson, P.N., and Stewart, D.S., eds.), pp. 382–426, Chapman & Hall, London.
9. Hargreaves, J. (1995) Characterisation of lactose in the liquid and solid state using nuclear magnetic resonance and other methods. Massey University.
10. Krukovsky, V. N. (1961) Vitamin A, carotenoid, iodine, and thiocyanogen values, and refractive index of milk fat as influenced by feed, and by individual and breed differences. *J. Agric. Food Chem.* 9: 326–329.
11. Linn, J. G. (1988) Factors Affecting the Composition of milk from dairy cows. *Designing Foods: Animal Product Options in the*

Marketplace, Washington (DC)

12. Palmquist, D. L. (2006) Milk fat: Origin of fatty acids and influence of nutritional factors thereon. *Advanced Dairy chemistry*, Vol. 2: Lipid, 3rd edition.
13. Stull, J. W. and Brown, W. H. (1964) Fatty acid composition of milk. II. Some differences in common dairy breeds. *J. Dairy Sci.* 47: 1412.
14. Prendiville, R., Pierce, K. M., and Buckley, F. (2009) An evaluation of production efficiencies among lactating Holstein–Friesian, Jersey, and Jersey x Holstein–Friesian cows at pasture. *J. Dairy Sci.* 92:6176–6185.
15. Stull, J. W. and Brown, W. H. (1964) Fatty acid composition of milk. II. Some differences in common dairy breeds. *J. Dairy Sci.* 47: 1412.
16. Wiking, L., Bjorck, L., and Nielsen, J. H. (2003) Influence of feed composition on stability of fat globules during pumping of raw milk. *Int. Dairy J.* 13: 797–803.
17. Yamauchi, S., Hatakeyama, S., Imai, Y., and Tonouchi, M. (2013) Terahertz Time–Domain Spectroscopy to Identify and Evaluate Anomer in Lactose. *Am. J. Anal. Chem.* 4: 756–762.