

수입 유가공품 중 트랜스 지방산 함량 분석

박재우 · 박지성 · 정두경 · 송성옥 · 운재호¹ · 김진만² · 위성환*

국립수의과학검역원 축산물규격과, ¹국립수의과학검역원 서울지원, ²건국대학교 축산식품생물공학과

The Analysis for *Trans* Fatty Acids in Dairy Products Imported to Republic of Korea

Jae-Woo Park, Ji-Sung Park, Doo-Kyung Jung, Sung-Ok Song, Jae-Ho Woon¹,
Jin-Man Kim², and Sung-Hwan Wee*

Livestock Products Standard Division, National Veterinary Research & Quarantine Service, Anyang 430-757, Korea

¹Seoul Regional Office, National Veterinary Research & Quarantine Service, Seoul 157-843, Korea

²Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

Abstract

In this study, the most preferred *trans* fatty acid analysis methods, AOAC 996.06 and the Korea Food and Drug Administration official method, were reviewed and modified to apply to dairy products and dairy products imported into the Republic of Korea for evaluating *trans* fatty acid (TFA) content. The Röse-Gottlieb method for total fat analysis was validated with accuracy and precision parameters by analyzing infant formula standard reference material provided by the National Institute for Standards and Technology. The accuracy and precision data satisfied the CODEX guidelines. TFAs were analyzed with a resolution of 1.5 for 45 min using the modified oven temperature program. This modified method was applied to 45 dairy products from 11 countries. Average TFA contents in these imported dairy products ranged from 0.1 to 5.4 g per 100 g product. The majority of dairy products imported into the Republic of Korea were cheeses. TFA contents in the cheeses were 0.1 to 2.4 g per 100 g cheese. TFA contents in other dairy products were 1.7 to 5.4 g per 100 g product. These TFAs content variations can be explained by the *trans* fatty acids naturally present in ruminant milk formed by bacterial bio-hydrogenation in the rumen of cows and the different vegetable fat used as ingredients in the final products.

Key words: *trans* fatty acid, gas chromatography, imported dairy product, modified method

서 론

유지를 구성하는 지방은 포화지방산과 불포화지방산이 있다. 과거에는 식물성 유지 유래 지방산이 동물성 유지보다 건강에 유용하다는 인식이 일반적이었으며, 포화지방산의 부작용을 구명하거나 불포화지방산이 유익하다는 연구들이 주종을 이루어 왔다. 그러나 최근 식물성 유지를 마가린, 쇼트닝과 같은 형태로 가공하기 위하여 수소를 첨가하는 공정이나, 유지의 탈취공정 과정 중에서 생성되는 것으로 알려진 트랜스 지방산(*trans* fatty acids)은 인체에 유해하다는 연구결과들이 보고되고 있다(Ackman *et al.*, 1998; Noh *et al.*, 1999). 특히, 트랜스 지방산이 동

맥경화를 악화시키고, 관상동맥 질환, 심장병, 유방암, 대장암 유발 가능성을 높인다는 보고들이 있다(Hu *et al.*, 2001; Mensink, 2005; Mozaffarian *et al.*, 2006). 한편, 트랜스 지방산은 반추동물의 반추위내 세균의 작용으로 우유나 고기에 자연적으로 존재하기도 하는데, 이렇게 생성된 트랜스 지방산의 유해성은 아직 논란의 대상이 되고 있다 (Bauman and Griinari, 2003).

트랜스 지방산이 사람에게 유해할 수 있다는 논란이 제기되면서 국제식품규격위원회(CODEX)에서는 1985년 트랜스 지방산에 대한 정의를 신설(CODEX, 1985)한 이후 여러 선진국에서 식품규제를 강화하고 있다. 덴마크는 2004년부터 가공식품의 지방 중 트랜스지방 함량을 2% 이하로 규제하고 있으며, 캐나다와 미국은 각각 2005년 12월, 2006년 1월부터 가공식품의 영양표시에 트랜스지방 함량을 표시하도록 의무화하였다(Health Canada, 2003; US FDA, 2003). 우리나라도 지난 2006년 축산물과 일반식품

*Corresponding author: Sung-Hwan Wee, Livestock Products Standard Division, National Veterinary Research & Quarantine Service, Anyang 430-757, Korea. Tel: 82-31-467-1990, Fax: 82-31-467-1989, E-mail: wsh2010@korea.kr

에서 트랜스 지방산의 정의를 규정하고, 식품의 지방 성분을 포화지방 및 트랜스 지방산으로 구분하여 표시하도록 의무화한 바 있다(KFDA, 2006; NVRQS, 2006).

트랜스 지방산에 대한 표시가 국내외적으로 의무화되면서 효율적이면서도 정확한 트랜스 지방산 분석법이 관심의 대상이 되고 있다. 트랜스 지방산 분석법은 silver ion high-performance liquid chromatography(Ag⁺-HPLC), attenuated total reflection Fourier transformed infrared spectroscopy(ATR-FTIR) 등의 분석법들이 개발되어 있지만 현재 가장 널리 사용되고 있는 방법은 가스크로마토그래피법이다(Juaneda, 2002; Mossoba *et al.*, 2001). 우리나라의 트랜스 지방산 공인시험법은 식품의약품안전청에서 고시한 식품 중 트랜스 지방산 시험법으로, 조지방을 추출하여 추출된 지방을 가수분해 및 유도체화하여 가스크로마토그래프로 분석하는 방법이다(KFDA, 2007). 한편, 미국 FDA에서는 일반 식품 중 총지방, 포화지방산, 불포화지방산을 분석하는 AOAC 996.06 시험법을 사용하고 있으며, American Oil Chemist Society(AOCS) 시험법은 기름이나 지방에서의 지방산 분석에 사용하는 특징이 있다(AOAC, 2005; AOCS, 1999). 본 연구는 분석원리와 전처리 방법이 유사한 식품의약품안전청 고시 시험법과 AOAC 996.06 시험법을 검토하여 유제품에 적용할 수 있는 가스크로마토그래프 분석조건을 정립하고, 우리나라로 수입되는 유제품의 트랜스 지방산 함량 수준을 측정하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

재 료

2008년 4월부터 2008년 11월까지 뉴질랜드산 등 11개 국가에서 우리나라로 수입되는 버터 등 13개 유형의 유가공품(45제품)을 분석대상으로 하였다. 조지방 추출시험의 정밀성, 정확성을 측정하기 위해 미국표준과학연구원(National Institute for Standards and Technology, NIST)에서 제공하는 Infant formula 1846 표준인증물질을 사용하였다. 트랜스 지방산 표준품은 fatty acid methyl ester(FAME 37종) 혼합 표준물질(Supelco, USA)과 18:2, 18:3의 시스, 트랜스 이성체 표준물질(Sigma, USA)을 사용하였다. 유도체화 시약은 14% BF₃-MeOH(Sigma, USA)을 사용하였고, iso-octane(Merck, Germany), methanol(Sigma, USA)은 분석급 시약을 사용하였다. 가스크로마토그래프(Gas chromatograph, GC) 분석 컬럼은 SP-2560(100 m×0.25 mm, 0.20 μm film thickness, Supelco, USA)과 CP-Sil 88(100 m×0.25 mm, 0.20 μm film thickness, Varian, USA)을 사용하였다.

• FAME 37종 혼합 표준 물질 : C4:0, C6:0, C8:0, C10:0, C11:0, C12:0, C13:0, C14:0, C14:1, C15:0, C15:1, C16:

0, C16:1, C17:0, C17:1, C18:0, C18:1n9t, C18:1n9c, C18:2n6t, C18:2n6c, C20:0, C18:3n6, C20:1, C18:3n3, C21:0, C20:2, C22:0, C20:3n6, C22:1n9, C20:3n3, C20:4n6, C23:0, C22:2, C24:0, C20:5n3, C24:1, C22:6n3

전처리 방법

조지방 추출은 축산물의 가공기준 및 성분규격의 Röse-Gottlieb법을 사용하였으며, 치즈류는 산분해법을 사용하였다(NVRQS, 2007). 지방산의 가수분해, 메틸에스테르 유도체화는 식품의약품안전청에서 고시한 트랜스 지방산 시험법을 사용하였다(KFDA, 2007). 지방산의 가수분해를 위하여 추출한 지방 약 25 mg을 유리시험관에 넣고, 0.5 N 메탄올성 수산화나트륨 용액 1.5 mL를 첨가하여 질소를 불어넣은 후 즉시 마개를 덮고 혼합한 다음 100°C heating block에서 5분간 가온하고 30-40°C로 냉각하였다. 지방산을 메틸에스테르로 유도체화 하기 위해 14% BF₃-MeOH 2 mL를 가하고 다시 질소를 불어 넣고 마개를 덮은 후, 1분간 vortex하여 혼합하고 100°C에서 2분간 가열하였다. 이를 30-40°C로 냉각하고 iso-octane 1 mL를 첨가하고 질소를 불어넣고 마개를 덮은 후 30분간 격렬하게 교반하였다. 그 후 포화 NaCl 용액 5 mL를 넣고 질소를 불어넣어 강하게 교반한 후 상온에서 방치하여 상이 분리되면, 상층의 iso-octane층을 Na₂SO₄ anhydrous 1 g을 넣은 유리 시험관에 옮기고 그 시험용액 1 μL를 GC에 주입하여 분석하였다.

기기 분석

Gas chromatograph-flame ionization detector(Agilent 6890 series, USA)를 사용하여 지방산을 분석하였다. 기기 분석조건은 AOAC 996.06 시험법(AOAC, 2005)과 식품의약품안전청 시험법(KFDA, 2007)의 가스크로마토그래프 분석조건을 변형하여 37개 지방산 표준품이 양호한 분해능을 나타낼 수 있도록 조정하였으며, 동 시험법의 기기 분석 조건은 Table 1과 같다. 트랜스 지방산 판별은 식품의약품안전청 시험법 판별기준을 사용하였으며(KFDA 2007), 이에 따른 트랜스 지방산의 분포는 다음과 같다(Fig. 1).

- 18:1 *trans* 영역: C18:1n9t를 포함하여 C18:1n9c 피크 이전까지의 피크들을 group integration
- 18:2 *trans* 영역: C18:2n6t를 포함하여 C18:2n6c 피크 이전까지의 피크들을 group integration
- 18:3 *trans* 영역: C:20:0 피크 다음부터 C20:1 피크 이전까지의 피크들을 group integration

트랜스 지방산 함량 계산

개별 지방산 함량은 전체 지방산 면적에 대한 개별 지방산 면적비와 각 지방산의 flame ionization detector(FID)

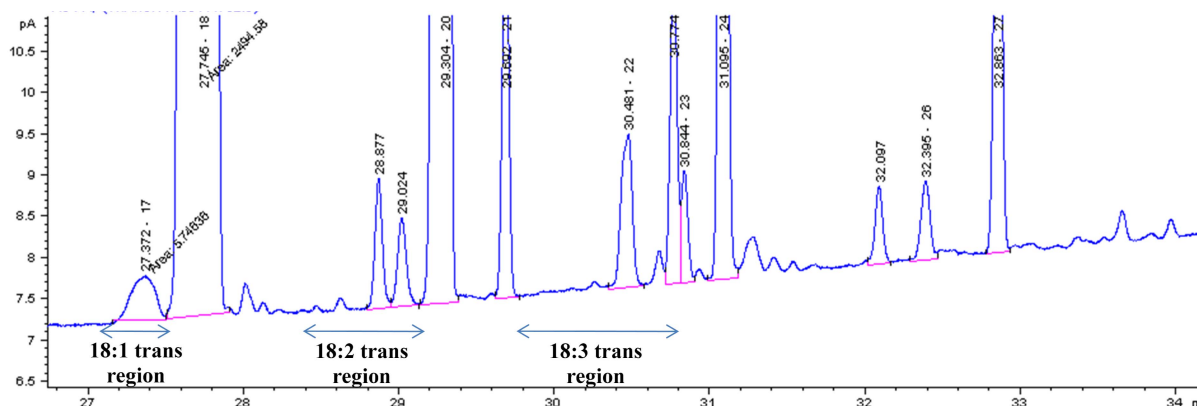


Fig. 1. 18:1, 18:2, and 18:3 trans isomers in an infant formula sample using the GC conditions and integration guidelines in the proposed method (method 17. C18:1n9t, 18. C18:1n9c, 20. C18:2n6c, 21. C20:0, 22. C18:3n6, 23. C20:1, 24. C18:3n3, 26. C20:2, 27. C22:0).

전환계수를 이용하여 지방산 100 g당 함량을 계산한다. FID 전환계수는 식품의약품안전청 시험법과 AOAC 996.06 시험법에서 제시한 값을 사용하였다(AOAC, 2005; KFDA, 2007). 100 g 시료 중 트랜스 지방산 함량은 조지방 함량에 100 g 지방산 중 트랜스 지방산 총 함량을 곱하여 계산하였다.

결 과

조지방 추출 및 GC분석 조건

조지방 추출 방법의 정밀도 확인을 위하여 조제분유 표준인증물질을 10회 반복해서 분석한 시험값은 27.4±0.2%였으며, RSD 0.73%의 양호한 정밀도를 나타냈다(Table 2). 또한, 평균 시험값인 27.4%는 인증값인 27.1%의 101%로 측정되었다.

Table 1의 조건에서 37종의 메틸에스테르 지방산들은 resolution 1.5 이상의 값을 나타내며 양호한 분해능을 보이면서 45분 이내에 분석되었으며(Fig. 2), 동일조건으로 SP-2560과 CP-Sil 88 두 가지 컬럼을 이용한 37종 지방산 피크의 분해능 및 총 분석시간의 차이는 없었다.

수입 유가공품에 대한 트랜스 지방산 함량 모니터링 결과 우리나라에 수입되는 유가공품 중 치즈류 6개 유형 35

Table 2. Accuracy and precision data for Roosse-Gottlieb fat determination method (n=10)

SRM 1846 ¹⁾ Certified value (%)	Analyzed Crude Fat content (%)	RSD (%)	Recovery (%)
27.1±0.6	27.4±0.2	0.73	101

¹⁾An infant formula sample, purchased from NIST (USA) to validate methods

Table 1. GC conditions of AOAC 996.06 and KFDA method versus the modified method

	AOAC 996.06	KFDA method	Modified method
GC detector	Hydrogen flame ionization	Hydrogen flame ionization	Hydrogen flame ionization
Capillary column packing	100% Cyanopropanol	100% Cyanopropanol	100% Cyanopropanol
Capillary column dimensions	100 m×0.25 mm, 0.20 µm film thickness	100 m×0.25 mm, 0.20 µm film thickness	100 m×0.25 mm, 0.20 µm film thickness
Suggested capillary column models	SP2560	SP2560	SP2560, CP-Sil 88
Injector temp., °C	225	250	250
Detector temp., °C	285	280	280
Split ratio	200:1	50:1	50:1
Injection volume, µL	2	-	1
Carrier gas	Helium	Nitrogen	Helium/Nitrogen
Flow rate, mL/min	0.75	1.0	1.0
Linear velocity, cm/s	18	-	19
Hold-ramp-hold sequence	Initial temp. 100°C; hold 4 min; Ramp 3°C/min; final temp. 240°C; hold 15 min	Initial temp. 180°C; hold 40 min; Ramp 3°C/min; final temp. 230°C hold 10 min	Initial temp. 140°C; hold 5 min; Ramp 5°C/min; final temp. 200°C hold 5 min; ramp 5°C/min; final temp. 240°C; hold 15.5 min

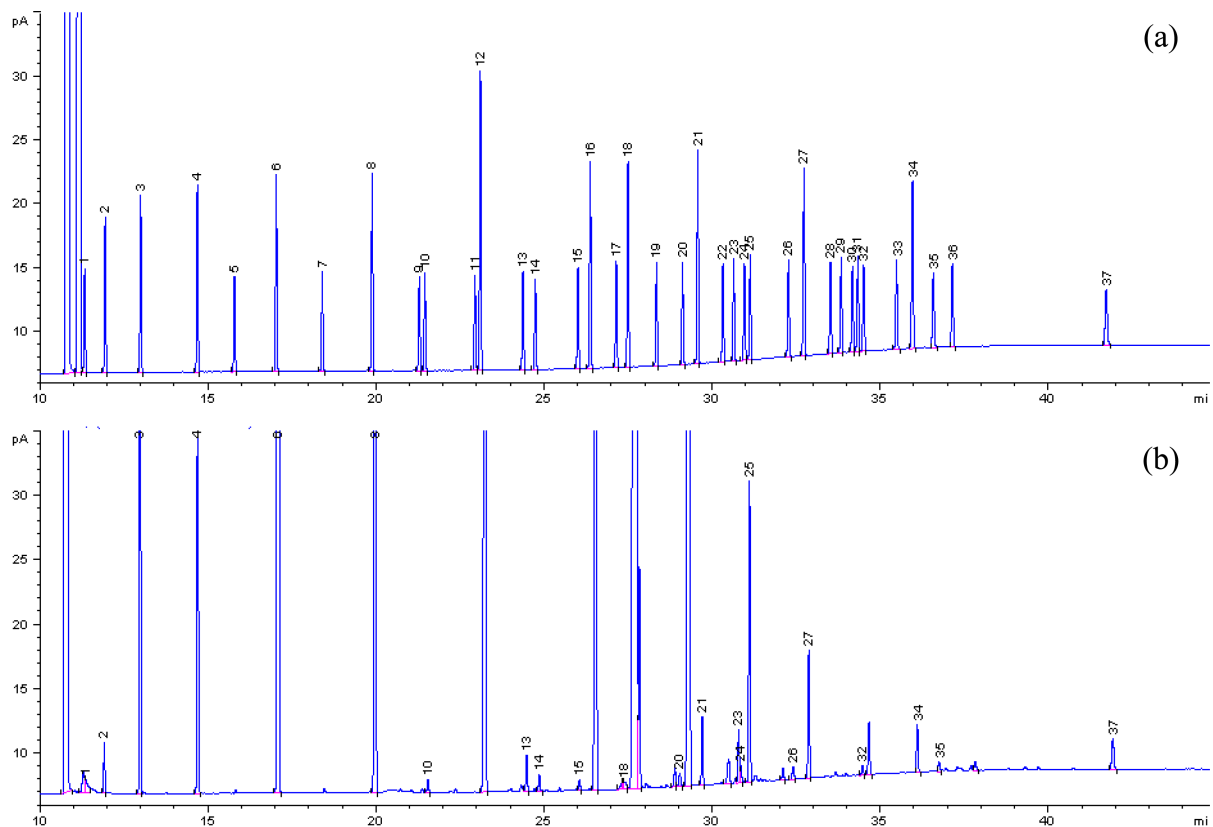


Fig. 2. Gas chromatograms of (a) 37 FAME mixture standard solution (1. C4:0, 2. C6:0, 3. C8:0, 4. C10:0, 5. C11:0, 6. C12:0, 7. C13:0, 8. C14:0, 9. C14:1, 10. C15:0, 11. C15:1, 12. C16:0, 13. C16:1, 14. C17:0, 15. C17:1, 16. C18:0, 17. C18:1n9t, 18. C18:1n9c, 19. C18:2n6t, 20. C18:2n6c, 21. C20:0, 22. C18:3n6, 23. C20:1, 24. C18:3n3, 25. C21:0, 26. C20:2, 27. C22:0, 28. C20:3n6, 29. C22:1n9, 30. C20:3n3, 31. C20:4n6, 32. C23:0, 33. C22:2, 34. C24:0, 35. C20:5n3, 36. C24:1, 37. C22:6n3) and (b) FAMES from an infant formula sample.

제품에 대한 지방 100 g 중 트랜스 지방산 함량과, 제품 100 g 중 트랜스 지방산 함량 분석결과는 Table 3에 나타내었다. 생치즈류는 0.1-2.0 g/100 g 제품, 경성치즈는 0.5-2.1 g/100 g 제품, 반경성치즈는 0.3-2.4 g/100 g 제품, 연성치즈 0.3-1.7 g/100 g 제품, 그리고 가공치즈류는 0.7-1.8 g/100 g 제품 수준이었다.

우리나라로 수입되는 유가공품 중 치즈를 제외한 유가공품 7개 유형 10제품의 지방 100 g 중 트랜스 지방산 함량과, 제품 100 g 중 트랜스 지방산 함량 분석결과는 Table 4와 같다. 제품에 따라 1.7-5.4 g/100 g 제품 수준으로 분석되었으며, 버터류가 1.7-5.4 g/100 g 제품 수준으로 다른 품목들의 0.2-1.8 g/100 g 제품 수준에 비하여 트랜스 지방산 함량이 상대적으로 높은 것으로 확인되었다. 버터 및 가공버터(뉴질랜드산)는 1.7-5.4 g/100 g 제품, 버터밀크분말(벨기에산)은 0.2 g/100 g 제품으로 분석되었다. 아이스크림(미국산)은 1.1-4.1 g/100 g 제품이었으며, 아이스밀크(호주산)는 0.4 g/100 g 제품으로 분석되었으며, 가공유크림(프랑스산)은 0.7-1.8 g/100 g 제품이었으며, 조제분유(프랑스산)는 0.2 g/100 g 제품이었다.

고 찰

본 연구는 유가공품에 적용할 수 있는 트랜스 지방산 분석조건을 확립하고 우리나라로 수입되는 유제품의 트랜스 지방산 함량 수준을 평가하기 위해 실시하였다. 정확한 트랜스 지방산 함량 계산을 위해서는 정밀하고 정확한 조지방 함량의 측정이 필요하다, Röse-Gottlieb법으로 조제분유 표준인증물질을 분석하고 그 인증값과 비교한 결과는 10% 이상의 단위에서 회수율 98-102%를 권장하고 있는 CODEX 가이드에 부합되는 정확도를 나타내어 (CODEX, 2010), 유가공품의 조지방 추출방법으로 적합한 것을 확인하였다.

트랜스 지방산 분석법은 그 적용대상 및 분석하고자 하는 함량에 따라 다를 수 있다. 미국 FDA에서 사용하는 AOAC 996.06 시험법은 식품 전반에 적용 가능하며 낮은 수준의 트랜스 지방산을 분석하는데 적합하고, American Oil Chemist Society(AOCS) 시험법은 순수한 기름이나 지방에서의 트랜스 지방산 분석에 특이적으로 적합한 것으로 알려져 있다(AOAC 2005, AOCS 1999). 우리나라 식품의

Table 3. Trans fatty acid contents analyzed by GC-FID in imported cheese from various countries¹⁾

Type of products	Country of origin	Fat content (g/100 g product)	Total trans fat (g/100 g fat)	Trans fat (g/100 g product)
Fresh cheese	Italia	19.7	5.2	1.0
Fresh cheese	Italia	18.5	2.2	0.4
Fresh cheese	Italia	6.7	1.7	0.1
Fresh cheese	France	24.9	7.9	2.0
Hard cheese	US	35.1	5.9	2.1
Hard cheese	Italia	28.0	1.9	0.5
Hard cheese	Australia	34.2	5.4	1.8
Mixed processed cheese	Germany	33.5	4.2	1.4
Semi-hard cheese	US	20.3	4.4	0.9
Semi-hard cheese	US	27.5	2.1	0.6
Semi-hard cheese	Denmark	30.5	1.0	0.3
Semi-hard cheese	US	25.1	1.7	0.4
Semi-hard cheese	Italia	14.8	2.2	0.3
Semi-hard cheese	New Zealand	34.6	7.0	2.4
Semi-hard cheese	Denmark	28.6	4.0	1.1
Semi-hard cheese	France	30.1	3.9	1.2
Semi-hard cheese	Denmark	27.3	4.2	1.2
Soft cheese	US	30.7	2.0	0.6
Soft cheese	Germany	29.2	4.0	1.2
Soft cheese	France	16.1	1.6	0.3
Soft cheese	France	23.3	5.0	1.2
Soft cheese	Italia	30.3	4.8	1.4
Soft cheese	Italia	27.7	1.8	0.5
Soft cheese	France	24.8	2.5	0.6
Soft cheese	France	27.9	4.7	1.3
Soft cheese	France	30.4	4.1	1.3
Soft cheese	France	13.5	6.5	0.9
Soft cheese	Germany	23.2	5.3	1.2
Soft cheese	France	21.2	7.6	1.6
Soft cheese	France	31.0	5.5	1.7
Soft cheese	France	20.2	6.9	1.4
Soft processed cheese	Italia	33.6	2.2	0.7
Soft processed cheese	France	32.5	5.4	1.8
Soft processed cheese	Holland	22.8	4.8	1.1
Soft processed cheese	France	24.0	4.2	1.0

¹⁾Values are means of two determinations of each sample.

약품안전청 시험법은 정제된 식물성 유지나 경화, 혹은 부분 경화시킨 식물성 유지 및 비반추동물에서 기인하는 유지 대상이며, 유제품이나 반추동물에서 기인하는 유지, 어유, 장쇄 다중불포화지방산을 다량 함유하는 유지 및 공액 이중리놀레산 제품의 트랜스 지방산 분석에는 부적절하다고 명기하고 있다(KFDA, 2007). 따라서, 우리나라 실정에 맞는 유가공품에 대한 트랜스 지방산 분석법의 확립은 매우 중요하다고 판단되어 미국과 우리나라에서 사용되는 방법을 비교하고 조건을 변화시킨 분석법을 확립하게 되었다.

GC 컬럼 온도 프로그램은 트랜스 지방산 분석에 특히 중요하며, 조그만 온도 변화가 트랜스 이성체들의 분리

Table 4. Trans fatty acid contents analyzed by GC-FID in imported dairy products from various countries¹⁾

Type of products	Country of origin	Fat content (g/100 g product)	Total trans fat (g/100 g fat)	Trans fat (g/100 g product)
Butter	New Zealand	84.7	2.0	1.7
Butter milk powder	Belgium	5.1	3.6	0.2
Butter processed	New Zealand	83.3	5.6	4.7
Butter processed	New Zealand	84.4	6.4	5.4
Ice cream	US	17.7	6.1	1.1
Ice cream	US	18.2	8.0	1.5
Ice milk	Australia	9.3	4.3	0.4
Infant formula	France	26.9	0.9	0.2
Processed milk cream	France	36.2	1.8	0.7
Processed milk cream	France	41.6	4.4	1.8

¹⁾Values are means of two determinations of each sample.

큰 영향을 준다(Ratnayake, 2004). 최적 GC 컬럼 온도 프로그램 설정을 위해 37종의 지방산 메틸에스테르가 양호하게 분리되고 전체분석시간을 최소화하는 온도 상승 조건을 설정하였다. 일반 지방산 분석 컬럼들은 시스형과 트랜스형 이성체를 분리할 수 없는 한계가 있어, 트랜스 지방산 분석에 많이 사용하는 SP-2560, CP-Sil 88 컬럼을 사용하였다. 본 실험에서는 AOAC 996.06 시험법에서 제시한 오븐 온도 상승 조건에서 분석하는 경우 37개 피크가 양호하게 분리되는데 전체 분석시간이 두 컬럼 모두 55-60분이 소요된 반면, 식품의약품안전청 시험법의 오븐 온도 상승 조건에서 분석한 경우 분석시간이 65분이 소요되는 것을 확인하였다. Brent 등(2008)은 AOAC 996.06 시험법을 변형하여 트랜스 지방산 분석을 최적화하기 위한 방법으로 다양한 컬럼과 오븐 온도 상승 조건을 제시하였다. 축산식품에서 트랜스 지방산 분석의 최적화를 위해 다양한 초기 온도 범위(80-180°C)와 최종온도 범위(230-240°C)를 변형하였던 바, 45분 이내에 37개 피크들이 양호한 분해능을 나타내며 분석되는 조건을 얻을 수 있었다. 특히, 유가공품은 다른 식품에 비해 탄소수가 적은 지방산들이 많이 함유하고 있어 초기 오븐 온도를 너무 높이지 않아야 양호한 분해능을 나타낸다는 결론을 얻게 되었다.

우리나라로 수입되는 유제품은 다양하며, 가장 많은 품목은 치즈류이다. 치즈류는 유형에 따라 트랜스 지방산 함량의 범위가 0.1-2.4 g/100 g 제품(평균값 1.1 g/100 g, n=35)으로 확인되었다. 이는 국내 유통 가공품 중 치즈류의 트랜스 지방산 함량 0.8 g/100 g 제품(KFDA, 2008) 결과와 유사한 수준이었다. 아이스크림은 국내 유통중인 가공식품의 트랜스 지방산 함량 모니터링 결과(0.5 g/100 g 제품)보다 높게 분석되었다(KFDA, 2008). 조제분유는 Park 등(2008)의 연구에서 제시한 국내산 조제분유(0.4-2.4% 수준) 보다 낮은 수준으로 분석되었다. 트랜스 지방산의 함량 분포는 원료로 사용되는 원유 중 트랜스 지방산 함량

과 부원료로 사용되는 식물성 지방의 함량에 따라 차이가 날 수 있다. 유가공품의 주원료로 사용되는 원유 중 트랜스 지방산 함량은 계절과 공급되는 사료의 영향을 받기 때문에, 이를 원료로 한 최종 제품의 함량은 다양하게 나타난다(Dionisi *et al.*, 2002). 따라서 우리나라로 수입되는 유가공품의 트랜스 지방산 함량 분석결과는 국가별 또는 유형별로 특징적인 차이를 인정하기 어렵다. 또한, 일반적으로 반추동물 제1위에서의 세균 작용에 의해서 트랜스 지방산이 자연적으로 생산된다는 점(Precht *et al.*, 2000; Bauman *et al.*, 2003)과, 우유 중 트랜스 지방산이 100 g 지방산 중 5%에서 최대 7.9% 수준으로 검출된다는 결과(Fritsche 등, 1998)를 고려한다면 본 연구에서 확인된 트랜스 지방산의 수준은 반추동물 제1위에서의 세균 작용에 의해서 자연적으로 생성되는 트랜스 지방산이 우유 중에 존재할 수 있는 함량 수준으로 생각되며, 원료로 사용되는 우유의 트랜스 지방산 함량이나 부가적으로 첨가되는 식물성 지방에서 유래되는 트랜스 지방산 함량에 따라 같은 종류의 유가공품을 분석하는 경우에도 분석결과의 편차는 있을 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 유가공품에 적용할 수 있는 트랜스 지방산 분석조건을 확립하고 우리나라로 수입되는 유제품의 트랜스 지방산 함량 수준을 확인하기 위해 실시되었다. 조지방 추출은 Röse-Gottlieb법으로 조제분유 표준인증물질을 분석하고 그 인증값과 비교하였던 바, CODEX 가이드에 부합되는 정확도를 나타냈다. 유제품의 트랜스 지방산 분석을 위해 가스크로마토그래프 오븐 온도 상승 조건을 다양하게 변형하여, 트랜스 지방산들이 양호한 분해능을 보이면서 분석되는 적합한 온도 조건을 제시하였고, 최적화된 분석법을 사용하여 우리나라로 수입되는 유가공품(13개 유형, 45제품)에 적용하였다. 수입되는 유제품의 트랜스 지방산 함량은 제품 100 g 당 0.1-5.4 g 범위를 나타내었다. 가장 많이 수입이 되는 치즈류는 0.1-2.4 g/100 g 제품(평균값 1.1 g/100 g, n=35)으로 확인된 반면, 치즈를 제외한 유가공품은 1.7-5.4 g/100 g 제품 수준이었다. 이러한 트랜스 지방산 함량은 반추동물의 제1위 미생물에 의해서 생성되어 우유 중에 존재하는 트랜스 지방산 함량 수준이며, 원료로 사용되는 우유의 트랜스 지방산 함량이나 부가적으로 첨가되는 식물성 지방에서 유래되는 트랜스 지방산의 함량에 따라 검사대상 유제품에서 함량의 차이는 편차가 있을 것으로 평가하였다.

감사의 글

본 연구는 국립수의과학검역원 수의과학기술개발연구사

업의 지원으로 수행되었으며, 시료채취 협조에 도움을 주신 국립수의과학검역원 서울지원 성분검사과 담당자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. AOAC (2005) Official Methods of Analysis, 18th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, Ch 41, pp. 20-25.
2. AOCS (1999) Official method Ce 1h-05. In: Official methods and recommended practices for the AOCS, 5th ed. Firestone, D. (ed) AOCS, Champaign, IL.
3. Ackman, R. G. and Mag, T. K. (1998) *Trans* fatty acids and the potential for less in technical products. In: *Trans* fatty acids in human nutrition. Sebedio, J. L. and Christie, W. W. (eds) The Oily Press, Dundee, UK, pp. 35-58.
4. Bauman, D. E. and Griinari, J. M. (2003) Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annu. Rev. Nutr.* **23**, 203-227.
5. Brent, R., Barbara, M., Doug, W., Andrew, K., Darryl, S., and Erin, M. (2008) Proposed modifications to AOAC 996.06, optimizing the determination of *trans* fatty acids: Presentation of data. *J. AOAC Int.* **91**, 92-97.
6. CODEX (1985) Guidelines on nutrition labeling, FAO, Rome, Italy.
7. CODEX (2010) Principles for the establishment of CODEX methods of analysis, CODEX procedural manual, 19th ed. FAO, Rome, Italy, pp. 50-61.
8. Dionisi, F., Golay, P. A., and Fay, L. B. (2002) Influence of milk fat presence on the determination of *trans* fatty acids in fats used for infant formulae. *Analytica Chimica Acta* **465**, 395-407.
9. Health Canada (2003) Regulations amending the food and drug regulations (nutritional labeling, nutrient content claims and health claims). *Canada Gazette* **137**, 154-409.
10. Hunter, J. E. (2006) Dietary *trans* fatty acids: Review of recent human studies and food industry responses. *Lipids* **41**, 967-992.
11. Hu, F. B., Manson, J. E., and Willet, W. C. (2001) Types of dietary fat and risk of coronary heart disease. *J. Am. Coll. Nutr.* **20**, 5-19.
12. Juaneda, P. (2002) Utilisation of reversed-phase high-performance liquid chromatography as an alternative to silver-ion chromatography for the separation of *cis*- and *trans*-C18:1 fatty acid isomers. *J. Chromatogr. A.* **954**, 285-289.
13. KFDA (2006) Food labeling, Korea Food and Drug Administration notification 2006-40, Seoul, Korea, Sep 8, 2006.
14. KFDA (2007) Official methods for food, Korea Food and Drug Administration notification 2007-10, Seoul, Korea, Feb 27, 2007.
15. KFDA Food Nara Food Safety Information Service (2008) *Trans* fat information, Available from: <http://transfat.kfda.go.kr/info/retrieveMonitorList.do>.
16. Mensink, R. P. (2005) Metabolic and health effects of isomeric fatty acids. *Curr. Opin. Lipidol.* **16**, 27-30.
17. Mozaffarian, D., Katan, M. B., Ascherio, A., Stampfer, M. J.,

- and Willett, W. C. (2006). *Trans* fatty acid and cardiovascular disease. *N. Engl. J. Med.* **354**, 1601-1613.
18. Noh, K. H., Lee, K. Y., Moon, J. W., Lee, M. O., and Song, Y. S. (1999) *Trans* fatty acid content of processed foods in Korean diet. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 1191-1200.
 19. NVRQS (2006), Livestock products labeling, National Veterinary Research & Quarantine Service notification 2006-8, Anyang, Korea.
 20. NVRQS (2007), Standard for processing and ingredient specifications of livestock products, National Veterinary Research & Quarantine Service notification 2007-20, Anyang, Korea.
 21. Park, D. J., Park, J. M., Shin, J. H., Song, J. C., and Kim, J. M. (2008) Analysis of *trans* fatty acid content in retort food, powdered milk, biscuit and pizza products. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **28**, 240-245.
 22. Precht, D. and Molkentin, J. (2000) Identification and quantitation of *cis/trans* C16:1 and C17:1 fatty acid positional isomers in German human milk lipids by thin-layer chromatography and gas chromatography/mass spectrometry. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* **102**, 635.
 23. Ratnayake, W. M. N. (2004), Overview of methods for the determination of *trans* fatty acids by gas chromatography, silver-ion thin layer chromatography, silver ion liquid chromatography, and gas chromatography/mass spectrometry. *J. AOAC Int.* **87**, 523-539.
 24. US FDA (2003) Food labeling: *trans* fatty acids in nutrition labeling; nutrient content claims, and health claims; final rule. *Federal Register* **68**, 41434-41506.

(Received 2011.3.30/Revised 2011.6.9/Accepted 2011.6.13)