

원유의 이화학적 특성에 미치는 감귤 부산물 TMR 사료 급여의 영향

문윤희¹ · 양승주² · 정인철^{3*}

¹경성대학교 식품생명공학과, ²제주동물산업진흥원, ³대구공업대학 식음료조리계열

Effects of Feeding TMR Feed with Dietary Citrus Byproducts on Chemical Properties of Raw Milk from Holstein Cow's Raw Milk

Yoon-Hee Moon¹, Seung-Ju Yang² and In-Chul Jung^{3*}

¹Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungsung University, Busan 608-736, Korea

²Jeju Animal Industry Promotion Institute, Jeju 690-700, Korea

³Div. of Food Beverage and Culinary Arts, Daegu Technical University, Daegu 704-721, Korea

Abstract

In this study, the effects of feeding providing Holstein cows with with TMR feed including amended with undried citrus byproducts on the properties of their raw milk were investigated. Two samples were used for the experiment: T0 (raw milk produced by dairy cows fed with TMR feed not including citrus byproducts) and T1 (raw milk produced by cows fed with TMR feed including citrus byproducts). The All experiments were conducted with Holstein cows at a dairy farm in the on Jeju island, and were repeated three times, in each, after of which raw milk obtained from 7 cows of each sample in each group was analyzed[ED highlight - please ensure this is correct]. The daily milk yield and somatic cell numbers of T0 and T1 were 24.16 kg and 25.97 kg, and 660,000 thousands and 445,000 thousands, respectively, which means that feeding citrus byproducts to cows increases daily milk yield and reduces somatic cell numbers. There was were no significant differences between T0 and T1 in terms of the raw milk's total plate count, specific gravity, titration acidity, and or the amount of milk protein, lactose, nonfat solids, free amino acids and volatile compounds, while raw milk in T1 showed significantly lower levels of milk fat in raw milk. The antioxidant activity of raw milk was improved by citrus byproducts TMR feed containing citrus byproducts.

Key words : Citrus byproducts, TMR feed, raw milk, properties.

서 론

제주도는 국내 최대의 감귤 생산지로서, 감귤 산업에서 발생하는 외피와 착즙박 등의 부산물은 그 특성과 물량면에서 매우 중요한 부존 자원임에도 불구하고 이에 대한 적절한 이용은 매우 미흡한 상태이고 오히려 이를 폐기처분하는데 어려움을 겪고 있다. 그래서 감귤 부산물을 효율적으로 활용함과 동시에 건강 지향적 축산물을 생산할 목적으로, 감귤 부산물을 건조, 분말화한 후 돼지(Yang *et al* 2005, Yang *et al* 2006)와 닭(Yang *et al* 2008, Jung *et al* 2008)의 사료에 첨가하여 급여한 결과, 생산된 고기는 콜레스테롤 함량이 저하하고 항산화력이 증가하는 효과가 있었다. 이렇게 감귤 부산물을 건조 분말화하여 이용하는 방법은 감귤 부산물이 저장과 취급이 용이한 장점이 있으나, 건조 비용이 많이 필요하므로

아직까지 적극적으로 활용하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 감귤 부산물을 건조하지 않고 젖은 그대로 가축의 사료에 첨가하여 이용할 수 있다면 바람직한 부존 자원 활용 방안이 되겠다. 이와 관련하여 Jung *et al*(2007)은 반추동물용 조사료와 농후 사료 등에 젖은 감귤 부산물을 한꺼번에 혼합해서 영양 요구량에 알맞은 완전 혼합 사료인 TMR(total mixed ration) 사료를 만들어 이를 한우에 급여한 결과, 생산한 한우고기는 영양적 특성이 나쁘지 않으면서 항산화력이 우수하였으며, 이는 감귤 부산물에 들어 있는 naringin, hesperidin(Vanamala *et al* 2006) 등과 같은 flavonoid 류의 항산화력(Yu *et al* 2005)에 기인한 것으로 예상하였다. 그러므로 버려지는, 오히려 버리는데 어려움을 겪고 있는 감귤 부산물을 대가축의 TMR 사료에 첨가하면 이를 효율적으로 처리하는 방안이 되겠고, 사료비 절감은 물론 특화한 축산물 생산이 가능하리라 기대하고 있다. TMR 사료 급여 시스템은 흔히 완전 혼합 사료 급여체제 또는 섬유질 배합 사료 급여 체제라고 불리는

* Corresponding author : In-Chul Jung, Tel : +82-53-560-3854, Fax : +82-53-560-3869, E-mail : inchul3854@hanmail.net

효율적이고 선진적인 대가축 사양 체제로서, 가축에 대하여 유지 및 생산에 필요한 모든 영양소의 일일 영양 요구량을 충족할 수 있도록 조사료, 농후 사료, 첨가제 등 여러 종류의 사료를 한꺼번에 혼합하여 급여하는 사양 기법을 말한다. 감귤 부산물을 혼합한 TMR 사료 급여가 한우 사육에 좋은 영향을 미치는 결과(Jung *et al* 2007)로 보아, 이를 젖소에게 급여하여도 좋을 것으로 예상되지만 생산한 원유의 품질에 어떠한 영향이 있을지에 대해서는 별도의 연구가 필요하다. 원유의 품질은 모든 유제품의 품질에 영향을 미칠 수 있으므로 영양적, 위생적으로 우수한 것이 요구된다. Moon *et al*(2009)은 감귤 부산물 TMR 사료를 젖소에게 급여한 실험에서, 착유한 원유의 일반 성분, 지방산 조성, 콜레스테롤, 아미노산, 무기질 및 비타민 함량 등의 성분 조성에 나쁜 영향을 미치지 않으면서 비타민 B₁ 함량 증가의 효과가 있다고 하였다. 본 연구에서는 제주도에서 주요 농산 부산물로 발생하는 감귤 부산물을 효과적으로 활용하기 위하여 이를 건조하지 않고 TMR 사료에 혼합하여 홀스타인 젖소에게 급여한 경우, 생산한 원유의 산유량, 체세포 수, 일반세균 수, 이화학적 특성, 휘발성 향기 성분 및 항산화력에 미치는 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 감귤 부산물 TMR 사료와 원유

감귤 부산물은 제주도 소재 감귤 제1복합가공공장에서 감귤을 세척, 분류, 정선, 박피, 압착, 추출하여 주스(농축액)를 만드는 공정 중 박피단계에서 발생하는 약 30~35%의 외피와 압착 및 추출 단계에서 발생하는 약 15~20%의 내피 및 착즙박이 최종적으로 한곳으로 섞여 나온 것을 이용하였으며, TMR(total mixed ration) 사료의 배합 비율은 Table 1과 같다. 대조군(T0)과 시험군(T1)의 영양 요구량을 오차 범위에서 맞추는 사료 배합을 하였으며, 영양 요구량 수준은 착유우 사양 표준(NRC 2001)을 기초로 하여 제주 지역 현지에서 젖소 농가 컨설팅 과정에서 적용하고 있는 수준을 적용하였다. 농약을 사용하지 않고 재배한 감귤 부산물의 중금속 실험에서 Pb, As, Hg 및 Cr은 검출되지 않았고, 잔류 농약은 유기인계 9종, 유기 염소계 11종을 분석하였으나 검출되지 않았으며, 기타 계열의 carbaryl, EDB 및 thiabendazole도 검출되지 않았다. 감귤 부산물을 혼합하지 않은 TMR 사료 및 감귤 부산물을 혼합한 TMR 사료를 제주도 소재 B낙농 목장에서 각각 39 마리의 홀스타인 젖소에게 8개월간 급여하였다. 감귤 부산물 TMR 사료를 급여하지 않은 원유(T0), 그리고 감귤 부산물 TMR 사료를 급여한 원유(T1)는 제주동물산업연구기술센터에서 공급 받았으며, 저녁에 착유한 것을 저녁 저장 후 다음날 분석에 이용하였다.

2. 산유량 및 체세포 수

원유의 산유량은 모든 젖소에서 15일 간격으로 milk meter를 부착하여 측정하였으며, 나머지 항목은 T0 및 T1이 각각 7 마리에서 착유한 원유를 1회 실험에 이용하고 3반복 실험하였다. 원유의 체세포 수는 체세포 측정기(Bentley somacount 300, CC-300, Bentley, USA)를 이용하여 측정하였다.

3. 이화학적 특성

유지방과 유당은 Milko-scan(Milko-scan 134A/B, Foss electric, Denmark), 유고형분은 Mettler toledo(HB43, Mettler toledo, Switzerland), 유단백질은 단백질분석기(Tecator kjeltec auto

Table 1. Ingredients and chemical composition of experiment diets

Items	T0 ¹⁾	T1 ²⁾
Ingredients(%)		
Italian ryegrass hay	-	16.31
Italian ryegrass silage	33.03	-
Wet citrus byproducts	-	19.58
Alfalfa hay	4.46	4.41
Cotton seed	9.91	9.79
Beat pulp pellet	4.95	4.89
Concentrate(optimum 30 F)	39.23	36.70
Concentrate(high-ability M)	8.25	8.16
Brobiotics	0.17	0.16
Total	100.00	100.00
Chemical composition(%, DM bases)		
Moisture	39.16	36.68
Crude protein	16.42	15.98
Total digestible nutrients	75.02	74.26
Crude fat	4.62	3.91
Crude fiber	23.83	21.96
Crude ash	8.19	7.61
Acid detergent fiber	30.05	28.74
Neutral detergent fiber	48.01	46.63
Ca	0.82	0.76
P	0.47	0.41
RFV(relative feed value)	126.8	132.6

¹⁾ Raw milk that were not fed with citrus byproduct.

²⁾ Raw milk that were fed with citrus byproduct.

1030 analyzer, Korea)를 이용하여 측정하였다. 조회분, 일반 세균 수, 비중 및 적정 산도는 식품공전(2002)의 방법으로 3 반복 측정하였다. 유리아미노산은 시료 0.2 g에 75% ethanol을 가하여 30분간 진탕시켜 10,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻어진 상층액을 취하고, 남은 잔사에 다시 75% ethanol을 가하여 얻어진 상층액과 함께 감압 농축하여 ethanol을 제거하였다. 이 여액에 25% trichloroacetic acid를 가하여 단백질을 제거하고 ethyl ether로 여액 중의 trichloroacetic acid를 제거한 다음 감압 농축하여 잔류한 ethyl ether를 제거하였다. 이 여액을 Amberlite IR120(H⁺) 수지가 충전된 칼럼에 통과시켜 아미노산을 흡착시킨 다음 0.2N sodium citrate buffer (pH 2.2)로 용해시켜 여과하고, 아미노산분석기(Pharmacia LKB Alpha plus, Sweden)로 분석하였다. 사용된 column은 column 4151 series II(200×4.6 mm)이었으며, buffer를 이용하여 15 mL/min의 유속으로 용출시켰다(Lee *et al* 2000). 휘발성 향기 성분 분석은 Rabaud *et al*(2002)의 방법을 이용하였으며, 전처리하는 시료 3 mL를 정확히 취하고, 임핀저를 이용하여 purge and trap 방식으로 triple-bed 흡착 튜브에 흡착한 후 시료가 흡착된 triple-bed 튜브를 열 탈착 시스템에 장착한 후, 350°C에서 4분간 열 탈착하고, 다시 2차 트랩으로 -30°C에서 농축시킨 후 350°C에서 1분간 열 탈착하여 분석하였으며, 분석에 사용된 GC-MS(Shimadzu, Japan)의 column은 AT1-60 m×0.32 mm×1.0 μm이었으며, interface temp. 230°C, mass range 20~350 m/z, column pressure 15.9 psi, MS detector temp. 250°C, carries gas는 He(99.9999%)이었다.

그리고 DPPH(1,1-dephenyl-2-picrylhydrazyl) free radical에 대한 전자공여능(electron donating ability, EDA%)은 Blois MS(1958)의 방법으로 측정하였다. 이때의 전처리하는 시료 5 g을 취한 다음 0.1M sodium phosphate buffer(pH 7.4)를 20 mL 가하여 homogenate 분획으로 하였으며, 이것을 13,000×g에서 15분간 원심분리하여 그 상층액을 DPPH free radical 활성 측정의 시료 추출물(효소원)로 사용하였다. DPPH free radical에 대한 전자공여능 측정을 위한 DPPH 시약은 59 mg을 정확히 취하여 ethanol 1,000 mL에 녹여 사용하였다. 시료 추출물을 각각 10 μg/mL, 3×10 μg/mL, 100 μg/mL 및 3×100 μg/mL 취하여 증류수로 4 mL가 되게 한 다음 DPPH 시약을 1 mL씩 넣어 혼합하고 실온에서 30분 방치 후 ice bath에서 반응 종료시키고 520 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{EDA} (\%) = \frac{\text{대조군의 흡광도} - \text{Sample의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}} \times 100$$

4. 통계처리

얻어진 결과의 자료는 SPSS program(1999)을 이용하여 실험군 간의 유의성은 ANOVA로 검증한 후 $p < 0.05$ 수준에서

Duncan's multiple range test로 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 원유의 산유량, 체세포수, 총 균수, 비중 및 산도

감귤 부산물 TMR 사료를 급여하지 않은 젖소에서 착유한 원유(T0)와 감귤 부산물 TMR 사료를 급여한 젖소에서 착유한 원유(T1)의 산유량, 체세포수, 일반 세균 수, 비중 및 적정 산도의 결과는 Table 2에 나타내었다. 원유의 1일 산유량은 T0 및 T1이 각각 23.22 및 25.02 kg으로 T0보다 감귤 부산물을 급여한 T1이 많이 증가한 것을 알 수 있었다($p < 0.05$). 원유의 체세포수는 T0 및 T1이 각각 66만 및 44만5천/mL로 감귤 부산물을 급여한 T1이 32% 정도 감소하였다($p < 0.05$). 원유의 일반 세균 수는 T0와 T1이 각각 2.05×10^6 및 1.97×10^6 CFU/mL로 유의적 차이가 없었다. 우유의 비중은 15°C 기준에서 1.028~1.034가 적합하다고 식품공전에 공시되어 있는데(KFDA 2002), 본 연구의 결과도 이 범위 내에 있었으며, 전체 평균 비중은 T0 및 T1이 각각 1.0330 및 1.0355로 감귤 부산물 TMR 사료의 급여에 의한 영향이 거의 없었다. 원유의 적정 산도는 T0 및 T1이 모두 0.14%로 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 결과로 감귤 부산물 TMR 사료 급여에 의해 원유의 산유량 향상과 체세포수의 감소 효과가 있는 것을 알 수 있었다.

2. 원유의 성분 조성 및 유리아미노산 함량

원유의 성분 조성 및 유리아미노산에 대한 결과는 Table

Table 2. Effects of feeding TMR feed with dietary citrus byproducts on daily milk yield, somatic cell number, total plat count, specific gravity and titration acidity of raw milk

Items	T0 ¹⁾	T1 ²⁾
Daily milk yield(kg/day)	23.22±2.70 ³⁾⁴⁾	25.02±2.48 ^a
Somatic cell(×10 ³)	660±70.11 ^a	445±54.62 ^b
Total plat count(CFU/mL)	2.05×10^6	1.97×10^6
Specific gravity	1.033±0.01	1.035±0.001
Titration acidity(%)	0.14±0.05	0.14±0.04

¹⁾ Raw milk that were not fed with citrus byproduct.

²⁾ Raw milk that were fed with citrus byproduct.

³⁾ Mean±S.D.(n=3).

⁴⁾ Values with different superscripts within the same row are significantly different at $p < 0.05$.

3에 나타내었다. T0 및 T1의 원유에 함유한 총 고형분은 각각 12.87 및 12.82%, 무지유고형분은 각각 8.73 및 8.82%, 유당은 각각 4.83 및 4.89%, 유단백질은 각각 3.21 및 3.25%로 현저한 차이를 보이지 않았으며, 유지지방은 각각 4.27% 및 4.03%로 나타나서 T1이 낮게 나타났다($p < 0.05$). 그리고 T0 및 T1 원유의 유리아미노산 중 phosphoserine, L-glycine, L-alanine, L-valine 및 L-ornithine의 총량은 T1이 많았으며, 이는 phosphoserine($p < 0.05$) 및 L-alanine($p < 0.05$)의 증가에 기인하였다. 감귤 부산물 TMR 사료를 젖소에 급여한 경우 원유의 총고형분, 무지유고형분, 유당, 유단백 및 유리아미노산 함량이 낮아지지 않았으나, 유지지방 함량이 낮아지는 현상을 보였으므로 이를 개선할 사양 조건이 필요하리라 본다.

3. 휘발성 향기 성분

원유의 휘발성 향기 성분은 소에게 먹이는 사료에 따라 차이가 있을 수 있으며(Desage *et al* 1996), Toso *et al*(2002)은 건초, 옥수수 사일리지 및 목초 사일리지를 급여한 원유에서 각각 ketones 8종, aldehydes 9종, alcohols 8종, hydrocarbons 6종, sulphur compounds 3종, esters 4종 및 terpenes 3종을 합하여 41종의 휘발성 화합물을 분석하여, 모두에서 2-propanone (acetone)이 가장 많다고 하였다. Jun *et al*(2005)은 국내산 원유를 대상으로 하여 향기 성분으로 acetaldehyde, ethanol, 2-propanone(acetone), dimethyl sulfide, isobutanol, 3-methyl 2-

butanone, 2-butanone, 3-methyl butanal, pentanal, 3-hydroxy-2-butanone, methyl disulfide 및 hexanal을 검출하고, 이 성분들은 모두 Moio *et al*(1993, 1994)과 Toso *et al*(2002)이 보고한 우유의 향기 성분들에 해당하였다고 하였다. 이러한 성분을 대상으로 분석한 T0 및 T1 원유의 휘발성 향기 성분의 결과는 Table 4에 나타내었다. 그 결과를 보면 감귤 부산물 급여에 관계없이 3-hydroxy-2-butanone 외에는 모두 검출되었으며, 결과의 편차가 상당히 크게 나타나서 대부분 감귤 부산물 급여에 의한 유의적 차이를 보이지 않았다. T0 및 T1 원유의 휘발성 향기 성분 중에서 2-propanone이 가장 많이 나타난 것은 Jun *et al*(2005)의 결과와 일치하였으며, 이는 감귤 부산물을 급여한 T1구의 원유에서 다소 증가하였다. Dimethyl sulfide는 원유의 대표적인 향기 성분이고(Patton *et al* 1956), 풀, 잔디, 옥수수, 목초 등 목초 냄새의 주요 원인이며(Morgran *et al* 1962), 버터에서 발생하는 사료 원인의 이취 성분으로(Day *et al* 1964) flavor score와 상관관계가 있으며(Reddy *et al* 1966) 열처리된 우유에서의 이취와 밀접한 관계가 있다는 보고(Haytham *et al* 1978)를 종합하여 볼 때 우유 중에 존재하는 대표적인 황화합물로서 목초 냄새와 같은 이취를 내는 성분이라 할 수 있겠으며, 이 dimethyl sulfide는 감귤 부산물 TMR 사료를 급여한 원유에서 다소 감소한 결과를 보였으나 유의적 차이가 아니었다. Moio *et al*(1993)은 우

Table 3. Effects of feeding TMR feed with dietary citrus byproducts on chemical compositions of raw milk

Items	T0 ¹⁾	T1 ²⁾
Total solid (%)	12.87±1.53 ³⁾	12.82±1.28
Nonfat solids (%)	8.73±0.66	8.82±0.58
Milk fat (%)	4.27±0.16 ⁴⁾	4.03±0.13 ^b
Lactose (%)	4.83±0.14	4.89±0.09
Milk protein (%)	3.21±0.06	3.25±0.05
Free amino acids (ppm)		
Phosphoserine	13.91±1.57 ^b	19.34±0.35 ^a
L-Glycine	10.59±0.97	11.37±2.58
L-Alanine	11.37±1.26 ^b	15.17±1.65 ^a
L-Valine	10.57±1.11	9.30±1.54
L-Ornithine	27.18±5.11	26.97±6.40

¹⁾ Raw milk that were not fed with citrus byproduct.

²⁾ Raw milk that were fed with citrus byproduct.

³⁾ Mean±S.D.(n=3).

⁴⁾ Values with different superscripts within the same row are significantly different at $p < 0.05$.

Table 4. Effects of feeding TMR feed with dietary citrus byproducts on volatile compounds of raw milk (ppm)

Items	T0	T1
Acetaldehyde	2.27± 2.18 ³⁾	1.98± 0.73
Etanol	1.72± 1.08	0.80± 0.25
2-propanone	29.23±27.13	32.51±22.79
Dimethyl sulfide	15.03±12.89	13.21± 9.02
Isobutanol	1.16± 1.05	2.40± 1.43
3-methyl 2-butanone	0.25± 0.18	0.58± 0.21
2-butanone	7.68± 0.78 ⁴⁾	9.37± 1.91 ^a
3-methyl butanal	5.43± 5.15	6.91± 5.17
Pentanal	2.13± 1.72	3.27± 2.96
3-hydroxy 2-butanone	Not detected	Not detected
Methyl disulfide	0.11± 0.08	0.76± 0.54
Hexanal	1.02± 0.81	1.10± 0.75

¹⁾ Raw milk that were not fed with citrus byproduct.

²⁾ Raw milk that were fed with citrus byproduct.

³⁾ Mean±S.D.(n=3).

⁴⁾ Values with different superscripts within the same row are significantly different at $p < 0.05$.

유의 향기 성분 중 dimethyl sulfide와 methyl sulfide는 dimethyl sulphone의 형태로 분석하여 이를 sulphurous burnt취라 하고, 3-methyl-2-butanone은 sweetish mint취, 2-butanone을 varnish 취, 3-methyl butanal은 unripe, cheesy취, pentanal은 herbaceous 취, 그리고 hexanal은 fresh cut grassy취라고 하였다. 유기 화합물 중 식품이 갖고 있는 향기 성분, 그리고 식품 주위의 악취 성분을 포함한 냄새 성분은 서로 이동이 가능하고, 일반적으로 습관화되지 않은 냄새나 계속적으로 발생하는 냄새는 악취로 느껴지는 경우가 많아 향기와 악취를 단정적으로 구별하기가 쉽지 않고, 향기나 악취를 느끼는 정도는 그 물질의 농도뿐 아니라 환경 조건에 따라서도 다르게 나타날 수 있으며, 특히 각각의 성분끼리 복합 작용이 있기 때문에 단순히 성분의 함으로 판단할 수 없겠으나, 본 실험에서 분석한 휘발성 향기 성분의 합계는 T1이 72.89 ppm으로 T0의 66.03 ppm보다 다소 많았으며 유의적 차이는 보이지 않았다. 이러한 결과로 미루어 보아 젖은 감귤 부산물을 혼합하여 TMR 사료를 제조하고, 이를 젖소에 급여할 경우 생산한 원유의 향기 성분은 현저한 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

4. 전자공여능 값의 항산화력

DPPH(1,1-dephenyl-2-picrylhydrazyl) free radical에 대한 전자공여능(electron donating ability, EDA%)으로 항산화력을 Table 5에 나타내었다. 감귤 부산물 TMR 사료를 급여하지 않은 젖소에서 착유한 원유(T0)와 감귤 부산물 TMR 사료를 급여한 젖소에서 착유한 원유(T1)의 전자공여능 값을 측정 한 결과 T0 및 T1 모두 시료 추출물의 농도가 높아짐에 따라 그 값이 상승하는 것을 확인하였다. 시료 추출물 10 및 300 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 T0 및 T1이 감귤 부산물 TMR 사료를 급여한 원유의 전자공여능 값이 유의적으로 높았다($p<0.05$).

Table 5. Effects of feeding TMR feed with dietary citrus byproducts on electron donating ability of raw milk (%)

Dose($\mu\text{g/mL}$)	T0	T1
10	9.8095 \pm 1.54 ^{3)B4)B5)}	20.6103 \pm 3.96 ^{aC}
30	19.0932 \pm 4.32 ^A	24.6358 \pm 1.25 ^B
100	20.0845 \pm 2.00 ^A	24.8341 \pm 6.03 ^B
300	23.7824 \pm 3.23b ^A	39.1259 \pm 3.27 ^{aA}

¹⁾ Raw milk that were not fed with citrus byproduct.

²⁾ Raw milk that were fed with citrus byproduct.

³⁾ Mean \pm S.D. ($n=3$).

⁴⁾ Values with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

⁵⁾ Values with different superscripts within the same column are significantly different at $p<0.05$.

그리고 30 및 100 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서는 T0 및 T1 사이에 통계적으로 유의적 차이를 보이지 않았으나 T1이 다소 높게 나타났다. 이것은 시료 추출물의 농도도 원유의 항산화능에 영향을 미칠 수 있다는 것을 암시하는 결과로 사료된다. 그러므로 건조하지 않은 펄프 상태의 감귤 부산물을 혼합하여 TMR 사료를 제조하고 이를 젖소에 급여하면 그 젖소에서 착유한 원유의 항산화력이 높게 나타나는 것을 알 수 있었다. 이는 감귤 부산물에 함유된 항산화 관련 물질인 lignin, hesperidin 및 naringin (Bampidis & Robinson 2006, Peterson *et al* 2006) 등이 작용한 데서 온 결과로 예상되지만, 감귤 부산물을 급여한 원유에서 hesperidin과 naringin이 검출되지 않은 결과(Moon *et al* 2009)를 보면 이들은 검출 한계 이하에서도 항산화력을 나타내거나 아니면 다른 물질로 변형되어 나타난 결과로 사료된다. 이상과 같은 결과들을 종합해 보면, 버려지는 감귤 부산물을 TMR 사료에 혼합하여 젖소에 급여할 경우 산유량의 증가, 체세포수의 감소 및 항산화력의 향상 효과가 있었으나 유지방 함량 저하를 개선할 사양 조건 검토가 필요하리라 본다.

요 약

본 연구는 감귤 부산물 TMR 사료 급여가 젖소 원유의 품질에 미치는 영향을 검토하기 위하여 실시하였다. 감귤 부산물을 혼합하지 않은 TMR 사료를 급여한 원유를 T0, 그리고 감귤 부산물을 혼합한 TMR 사료를 급여한 원유를 T1이라 하였다. 젖소는 홀스타인종으로 제주도 소재 낙농 목장에서 사양 시험을 하였으며, 1회에 7 마리씩 3반복 실행하였다. T0 및 T1의 산유량은 각각 24.16 및 25.97 kg이고, 체세포수는 66만 및 44만5천 개로 감귤 부산물 급여에 의해 산유량이 증가하고 체세포수가 감소하였다. T0 및 T1 원유의 총균수는 각각 2.05×10^6 및 1.97×10^6 CFU/mL로 유의적 차이가 없었다. T0 및 T1 원유의 비중은 각각 1.0335 및 1.0342로 비슷하고, 적정 산도는 각각 0.14% 및 0.14%로 같은 수준을 나타내었다. 원유의 유지방 함량은 T1이 4.03%로 낮고, 유단백, 유당, 무지유고형분 및 총 고형분 함량은 현저한 차이를 보이지 않았다. 원유의 휘발성 향기 성분은 감귤 부산물 급여에 의한 유의적 차이를 보이지 않았다. 원유의 항산화력은 감귤 부산물 TMR 사료 급여에 의해 향상되었다.

문 헌

- Bampidis VA, Robinson PH (2006) Citrus by-products as ruminant feeds: A review. *Ani Feed Sci Tech* 128: 175- 217.
 Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 26: 1199-1200.

- Day EA, Lidsay RC, Forss DA (1964) Dimethyl sulfide and the flavor of butter. *J Dairy Sci* 47: 197-2001.
- Desage M, Schaal B, Soubeyrand J, Orgeur P, Brazier JL (1996) Gas chromatographic-mass spectrometric method to characterize the transfer of dietary odorous compounds into plasma and milk. *J Chromatography B* 678: 205-210.
- Haytham A, Jaddou, Pavey, John A, Manning Donald J (1978) Chemical analysis of flavor volatiles in heat-treated milks. *J Dairy Research* 45: 391-409.
- Jun JY, Kim SH, Kwak BM, Ahn JH, Kong UY (2005) Analysis of volatile flavor compounds in cow's milk by purge & trap method. *Korean J Food Sci Ani Resour* 25: 78-83.
- Jung IC, Yang JB, Moon YH (2008) Effects of feed containing citrus byproducts on the physico-chemical characteristics and palatability of Korean native chickens. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 524-530.
- Jung IC, Yang SJ, Moon YH (2007) Feeding effect of citrus by-product TMR forage on the nutritional composition and palatability of Hanwoo loin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 578-583.
- Korean Food & Drug Administration (2002) Food code. Mun-youngsa, Seoul, pp. 212-251.
- Lee HJ, Yoo BS, Byun SY (2000) Differences in phenolic acids between Korean ginsengs and mountain ginsengs. *Korean J Biotechnol Bioeng* 15: 323-328.
- Moio L, Dekimpe J, Etievant P, Addeo F (1993) Neutral volatile compounds in the raw milks from different species. *J Dairy Research* 60: 199-213.
- Moio L, Dekimpe J, Etievant P, Langlois D, Addeo F (1994) Detection of powerful odorant in heated milk by use of extract dilution sniffing analysis. *J Dairy Research* 61: 385-394.
- Moon YH, Yang SJ, Jung IC (2009) Effects of feeding TMR feed with dietary citrus byproducts on nutritional components of raw milk. *Korean J Life Sci* 19: 1258-1264.
- Morgan ME, Pereira RL (1962) Volatile constituents of grass and corn silage. II. Gas entrained to diet. *J Dairy Science* 45: 467.
- NRC (2001) Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th-ed. Washington, National Academic Press.
- Patton S, Forss DA, Day EA (1956) Methyl sulfide and the flavor of milk. *J Dairy Sci* 39: 1469-1470.
- Peterson JJ, Dwyer JT, Beecher GR, Bhagwat SA, Gebhardt SE, Haytowitz DB, Holden JM (2006) Flavanones in oranges, tangerines (mandarins), tangors, and tangelos: a compilation and review of the data from the analytical literature. *J Food Comp Ana* 19: 66-73.
- Rabaud NE, Ebeler SE, Ashbaugh LL, Flocchini RG (2002) The application of thermal desorption GC/MS with simultaneous olfactory evaluation for the characterization and quantification of odor compounds from a dairy. *J Agric Food Chem* 50: 5139-5143.
- Reddy MC, Bassette R, Ward G, Dunham JR (1966) Relationship of methyl sulfide and flavor score of milk. *J Dairy Science* 50: 147-150.
- SPSS. 1999. SPSS for windows Rel. 10.05. SPSS Inc., Chicago, USA.
- Toso B, Procida G, Stefanson B (2002) Determination of volatile compounds in cow's milk using headspace GC-MS. *J Dairy Research* 69: 569-577.
- Vanamala J, Reddivari L, Yoo KS, Pike LM, Patil BS (2006) Variation in the content of bioactive flavonoids in different brands of orange and grapefruit juices. *J Food Composition Analysis* 19: 157-166.
- Yang SJ, Jung IC, Moon YH (2008) Effects of feeding citrus byproducts on nutritional components of Korean native chickens. *Korean J Life Sci* 18: 1369-1376.
- Yang SJ, Koh SM, Yang TI, Jung IC, Moon YH (2006) Feeding effect of citrus byproduct on the quality of cross-bred black pig in Jeju island. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 897-902.
- Yang SJ, Song JY, Yang TI, Jung IC, Park KS, Moon YH (2005) Effect of feeding of Unshiu orange byproducts on nutritional composition and palatability of crossbred pork loin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1593-1598.
- Yu J, Wang L, Walzem RL, Miller EG, Pike LM, Patil BS (2005) Antioxidant activity of citrus limonoids, flavonoids and coumarins. *J Agric Food Chem* 53: 2009-2014.

(2009년 6월 22일 접수, 2009년 8월 26일 채택)