P - 204

동결농축유의 미량성분 분석 및 관능적 특성에 관한 연구

황지현 · 이수정 · 김송희 · 안정좌 · 민상기[1] · 곽해수*

세종대학교 식품공학과, [1]건국대학교 축산식품생물공학과

서 론

현재 가열처리하여 생산하는 농축유의 경우 고온의 열처리 과정을 통해 비타민 등의 미량성분 손실, 단백질 변성, 향미성분 손실로 인하여 우유보다 영양적, 관능적 특성이 열등하다는 문제점을 가지고 있다(1). 이런 문제점을 해결하기 위하여 첨단가공기술인 동결농축공법을 우유에 적용하게 되었고 이 결과 영양학적, 관능적인 면에서 많은 장점을 제공할 수 있어 선진국에서는 우유외의 다양한 제품을 개발해 식품의 부가가치를 높이고 있다(2). 동결농축의 원리는 동결된 액상식품 중 고체상태로 상변화된 얼음을 기계적인 힘으로 분리하여 액상식품의 용질의 농도를 증가시키는 공정으로 농축유의 기준은 유지방이 7.5%이상, 그리고 총 고형분이 25%이상이다(3). 동결농축기술은 1960년대에 실험단계를 통해 액상식품에 적용할 수 있음을 확인하였고 1970년대에 냉동기와 부수장치의 발달로 농축과일주스, 농축 와인 및 맥주 등을 생산하였으며 1990년대에 들어와 고품질 유제품 생산을 위해 유가공 분야에도 도입이 시도되었다(4). 그러나 우유에 내재하는 유지방이 문제가 되어 이의 연구는 아직 답보상태에 있다. 따라서 본 연구에서는 실험실상에서 개발된 동결농축장치를 이용하여 제조한 동결농축유와 기존 열처리에 의한 진공농축유의 미량성분을 분석하고 관능적 특성을 평가하여 동결농축유의 영양학적, 관능적 우수성을 입증하는 것을 목적으로 하였다.

재료 및 방법

본 실험을 위해 동결농축유는 건국대에서 자체개발한 동결농축장치로 제조되었고 진공농축유는 진공농축장치(Buechi, R-205, Swiss)로 제조되었다. 실험시료는 17% 고형분, 27% 고형분의 동결 및 진공농축유로 제조하였고, 원료유를 control로 하였다. 농축유의 비타민 함량은 HPLC로 측정하였는데 수용성비타민은 RSpak DE-413L column(SHODEX)을 사용하여 262nm의 UV detector로 측정하였다. 지용성비타민은 Capcell pak C_{18} column(SHISEIDO)와 Capcell pak MF-ph column (SHISEIDO)을 사용하였고 detector는 각각 325nm와 265nm로 측정하였다. 유리아미노산은 Bidlingmeyer 등의 방법을 이용하여 HPLC를 사용하여 분석하였고 단쇄유리지방산은 Deeth 등의 방법을 이용하여 GC를 사용하여 분석하였다. 지방산화도는 535nm에서 흡광

도를 측정하였고 관능검사에서는 cooked flavor, oxidized flavor, cheesy flavor, fat-taste, oxidized taste, off-taste, overall acceptability를 9점법으로 평가하였다.

결과 및 고찰

비타민 정량 분석

① 수용성 비타민

고형분이 다른 농축유의 수용성비타민 함량의 변화는 Table 1과 같다. L-ascorbic acid는 Trt B가 control보다 68.9% 감소되어 가장 손실 양이 많았고, Trt C가 30% 감소해 L-ascorbic acid의 손실량이 가장 적었다. Niacin, thiamine, riboflavin은 농축유의 감소율이 적었고 Pyridoxine은 원료유에서는 소량으로 측정되었고 진공농축유의 경우 거의 그 양을 측정하지 못했다. 농축유의 수용성 비타민의 함량은 동결농축유의 경우 진공농축유보다 비타민의 감소율이 적었고, 같은 동결농축유의 경우에 17% 고형분을 가진 농축유가 27% 고형분을 가진 농축유보다 비타민의 감소율이 적었다.

Table 1. Concentration of water-soluble vitamins in freeze-concentrated milk[1]

(Unit : ppm)

Water-soluble vitamins	Control[2]	Trt A (FC)	Trt B (E)	Trt C (FC)	Trt D (E)
L-ascorbic acid	3.87±0.25*	2.25±0.21	1.20±0.28	3.71±0.55	1.24±0.16
Niacin	1.28±0.02	1.17±0.01	0.17±0.38	1.14±0.02	0.54±0.02
Thiamine	0.31±0.11	0.18±0.01	0.14±0.02	0.29±0.12	0.02±0.01
Riboflavin	1.28±0.05	1.23±0.01	1.21±0.01	1.21±0.01	1.25±0.02
Pyridoxine	0.08±0.01	0.03±0.01	0.00±0.00	0.05±0.01	0.01±0.00

[1] Mean±S.D.

* : Significantly different at $p<0.05$ level by paired t-test.

[2]Control : raw milk

Trt A : 27% total solid (freeze concentration ; FC)

Trt B : 27% total solid (evaporation ; E)

Trt C : 17% total solid (freeze concentration ; FC)

Trt D : 17% total solid (evaporation ; E)

② 지용성 비타민

농축유가 함유한 지용성 비타민을 측정한 결과(Table 2) retinol은 Trt C가 제일 안정하고 Trt A와 Trt B가 유사한 경향을 보였다. Tocopherol은 Trt C>Trt A>Trt D>Trt B로 비타민 감소율을 보였으며, tocopherol은 다른 지용성 비타민에 비해 진공농축유의 경우 좀 더 많은 손실률을 보이는데 이는 tocopherol이 항산화제 역할을 함으로써 retinol 같은 비타민A

류를 안정시키고 자신은 산화되어 파괴되기 때문이다. Cholecalciferol의 경우 모든 실험군에서 양이 적어 유의적 차이를 보이지 않았다. 농축유의 지용성비타민 양은 동결농축유가 진공농축유보다 비타민 감소율이 적었으며, 수용성 비타민 보다는 그 감소율이 크지 않았다.

Table 2. Concentration of fat-soluble vitamins in freeze-concentrated milk[1]

(Unit : ppm)

Fat-soluble vitamins	Control[2]	Trt A (FC)	Trt B (E)	Trt C (FC)	Trt D (E)
Retinol	0.54±0.02*	0.50±0.03	0.39±0.01	0.52±0.03	0.51±0.03
Tocopherol	0.52±0.08	0.39±0.07	0.15±0.10	0.42±0.10	0.26±0.16
Cholecalciferol	0.03±0.01	0.03±0.01	0.02±0.01	0.02±0.09	0.02±0.01

[1] Mean±S.D.

* : Significantly different at $p<0.05$ level by paired t-test.

[2]Control : raw milk

Trt A : 27% total solid (freeze concentration ; FC)

Trt B : 27% total solid (evaporation ; E)

Trt C : 17% total solid (freeze concentration ; FC)

Trt D : 17% total solid (evaporation ; E)

유리아미노산 정량 분석

농축유의 제조방법에 따른 유리된 아미노산 측정 결과 유리아미노산은 원료유에서보다 농축유에서 높게 나타났으며 진공농축유보다 동결농축유가 유리아미노산 생성량이 많은 것으로 나타났다. 이 중 lysine과 methionine생성량은 원료유가 30.8μmol/ℓ와 10.4μmol/ℓ로 나타났고 고형성분이 17%인 경우 진공농축유는 62.3μmol/ℓ와 22.7μmol/ℓ로 증가하였으며 동결농축유는 83.2μmol/ℓ와 38.6μmol/ℓ로 진공농축유보다 높게 나타났다. 또한 고형분이 27%인 경우 lysine과 methionine생성량은 진공농축유가 71.5μmol/ℓ와 30.7μmol/ℓ이었으며 동결농축유는 98.5μmol/ℓ와 45.2μmol/ℓ로 17%와 같이 유리아미노산 생성량이 동결농축유가 진공농축유보다 많은 것으로 나타났다.

단쇄유리지방산 정량 분석

농축유의 Short-chain free fatty acid(SFFA)는 원료유에 비하여 단쇄유리지방산인 C_4, C_6, C_8, C_{10}의 각 성분들이 증가하였다. 진공농축유와 동결농축유를 비교하였을 경우 고형성분이 17%인 진공농축유는 18.2ppm으로 증가하였고, 동결농축유는 14.7ppm으로 상대적으로 낮은 SFFA를 나타내었다. 고형분이 27%인 경우 진공농축유는 19.3ppm이었고, 동결농축유는 15.4ppm으로 17%와 같이 상대적으로 낮은 SFFA를 나타내었다.

지방산화도 측정

지방산화도 측정결과 원료유는 0.081이었고, 17%고형성분의 경우 진공농축유는 0.15로 높아졌고, 동결농축유는 0.12로 상대적으로 증가가 작았으며, 고농축인 27%의 경우 진공농축유가 0.16이었고, 동결농축유는 0.13으로 17%와 같이 동결농축유보다 진공농축유의 지방산화도가 높게 나타났다.

관능검사

농축유의 Cooked flavor는 고형분이 17, 27% 일때 진공농축유가 7.3, 7.2로 동결농축의 5.0, 5.1에 비해 높은 수치였고, oxidized flavor, cheesy flavor, fat-taste, oxidized taste, off-taste도 높은 수치로 동결농축유가 더 양호하게 평가되었다. Overall은 고형분이 17%인 진공농축유는 6.5로, 동결농축유는 6.2로 평가되었고, 고형분이 27%인 진공농축유는 7.6로, 동결농축유는 7.3으로 평가되었으며 유의적인 차이는 없었다(Table 3).

Table 3. Comparison of sensory characteristics between freeze-concentrated and evaporated milk1

Sensory description	Treatment			
	Trt A (FC)	Trt B (E)	Trt C (FC)	Trt D (E)
Cooked flavor	5.1^{b}	7.2^{a}	5.0^{b}	7.3^{a}
Oxidized flavor	5.2^{a}	5.4^{a}	5.0^{a}	5.2^{a}
Cheesy flavor	5.3^{b}	5.9^{a}	5.2^{b}	5.6^{a}
fat-taste	6.4^{a}	6.6^{a}	6.1^{b}	6.5^{a}
Oxidized taste	5.5^{b}	6.1^{a}	5.3^{b}	6.0^{a}
Off-taste	5.5^{b}	6.2^{a}	5.4^{b}	6.0^{a}
Overall acceptability	7.3^{a}	7.6^{a}	6.2^{b}	6.5^{b}

[1]Means within raw by the same letter are not significantly different ($P<0.05$)

The scale of cooked, oxidized, cheese, fat-taste, oxidized-taste, off-taste : 1=none, 5=moderate, 9= very strong

The scale of overall scores: 1=dislike very much, 5= neither like nor dislike, 9= like very much

Trt A : 27% total solid (freeze concentration ; FC)

Trt B : 27% total solid (evaporation ; E)

Trt C : 17% total solid (freeze concentration ; FC)

Trt D : 17% total solid (evaporation ; E)

요 약

본 연구는 동결농축유의 미량성분을 분석하고 관능적 특성을 알아보기 위하여 실시하였다. 농축유의 수용성비타민은 동결농축유가 진공농축유보다 비타민의 감소율이 적었고, 같은 동결농축유의 경우에 17% 고형분인 농축유가 27% 고형분인 농축유보다 비타민의 감소율이 적었다. 지용성비타민도 동결농축유가 진공농축유보다 비타민 감소율이 적었으며, 수용성비타민 보다는 그 감소율이 크지 않았다. 유리아미노산은 진공농축유보다 동결농축유에서 많이 측정되었고 단쇄유리지방산은 진공농축유가 동결농축유보다 생성량이 많았으며 고형분이 많을수록 많이 측정되었다. 지방산화도는 단쇄유리지방산의 결과와 같이 동결농축유보다 진공농축유가 더 높게 측정되었다. 관능검사는 cooked flavor, oxidized flavor, cheesy flavor, fat-taste, oxidized taste, off-taste에서 동결농축유가 진공농축유보다 양호하게 평가되었다. 결과적으로 동결농축유가 진공농축유보다 미량성분의 손실이 적고 관능적으로 양호하게 평가되었기 때문에 영양학적, 관능적으로 우수하다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. Anon. (1974) Food Trade Review, 44(2), 10~11
2. Merle, R., et. al. (1984) United States Patent, US 4, 438~634
3. Marijana C. (1994) VCH Publishers, Inc. 10
4. Hartel, R.W. (1993) J. Food Engineering 20, 101~120