

당의 종류와 농도가 두유의 저장 중 물리화학적 및 관능적 성질에 미치는 영향

이정은 · 이숙영

중앙대학교 가정대학 식품영양학과

Effects of the Types and Concentrations of Sugars on the Physicochemical and Sensory Characteristics of Soy Milks during Storage

Jeong Eun Lee and Sook Young Lee

Dept. of Food and Nutrition, Chung-Ang University

Abstract

This study was performed to examine the changes in pH, viscosity, emulsion capacity, emulsion stability, and sensory characteristics during 21 day storage of soy milks prepared by the addition of the different kinds (glucose, fructose, sucrose) and concentrations (5%, 7%, 10%) of sugars. The pH values of all sugar added samples and control were 7.19~7.40, which belong to the range of good suspension stability. The viscosity values of all sugar added samples were higher than that of control, and those of 7% and 10% fructose added groups and 5% sucrose added group increased during storage. While the emulsion capacity values of all sugar added samples were significantly higher than that of control, those of 7% sugar added groups were the highest. During storage, the emulsion capacity decreased rapidly during the first 7 days, but after then decreased gradually. The emulsion stability values of all sugar added samples were higher than that of control, especially those of all fructose added samples were the highest. The emulsion stability of all sugar added samples increased during the first 7 days, but after then decreased. Sensory evaluations, the scores of sweet taste, roasted nutty taste, color, overall quality of fructose added samples were the highest. According to the above results, the emulsion capacity of 7% sugar added samples were the highest, and emulsion stability and all sensory characteristics of fructose added samples were the best. Therefore, it was thought to be the most desirable to prepare soy milks by the addition of 7% fructose.

Key words: soy milk, sugars, emulsion properties, sensory evaluation, storage

I. 서 론

콩을 원료로 하는 두유는 단백질이 풍부한 영양음료 중의 하나로 우리나라를 비롯한 여러나라의 식품과학자들이 이의 품질향상을 위한 연구를 많이 진행시켜 왔다. 두유에 관한 연구가 활발했던 1960년, 70년대에는 주로 대두의 trypsin inhibitor의 제거¹⁾, 불쾌취를 생성하는 lipoygenase의 불활성화²⁾ 등 두유의 영양저해 인자들과 품질에 관한 연구가 대부분이었으나, 1980년대부터는 두유의 현탁안정성에 관한 연구^{3,4)}가 많이 진행되었다.

김과 조³⁾는 두유제조시 분쇄, 균질 및 열처리 조건이 두유의 현탁안정성에 미치는 영향을 조사한 결과, 침지 대두를 분쇄하여 단백질 입자가 53 μ 에서 8 μ 까

지 작아질수록 또는 균질 처리를 1회한 것보다는 2회 반복처리한 경우 또는 팜유를 첨가하여 균질 처리할 때의 온도를 80°C까지 높일수록 현탁안정성이 증가하였다고 보고하였다. 또한 김과 조⁴⁾에 의하면 pH, 화학적 조성 및 첨가제가 두유의 현탁안정성에 미치는 영향을 조사한 결과, 두유 현탁액은 pH가 증가할수록 침전의 발생이 적어져서 pH10에서는 저장하는 동안 침전이 전혀 생성되지 않았으며, 각 종 안정제 중 0.03% 카라기난을 첨가했을 때 안정성이 가장 좋았고 두유에 첨가되는 지방 함량에 따라 점도 변화는 크지 않았지만 크림층 분리가 현저하였는데 대두유보다는 팜유의 첨가시 현탁안정성이 더 감소하였고, 식염첨가량이 증가할수록 현탁안정성이 감소되었다고 보고하였다.

한편, Nelson 등⁶⁾은 Illinois 방법으로 만든 두유의 현탁안정성에 관하여 연구한 결과 첨가되는 당과 식염이 두유의 현탁안정성에 유익한 영향을 주는 것으로 밝혔으며, 또한 냉동-해동의 안정성(Freeze-thaw stability) 실험에서 glucose와 sucrose를 2%에서 10%까지 증가시킬 때 당함량이 증가함에 따라 안정성도 증가하였고, glucose가 sucrose보다 냉동-해동의 안정성을 증가하는데 더 우수하였다고 밝혔다. Keating과 White⁷⁾에 의하면 과일 요구르트에 여러 종류의 다른 감미료(sucrose, fructose, aspartame, sorbitol 등)를 첨가해 본 결과, fructose 첨가군의 점도가 가장 높았다고 보고하였다. 이에 본 실험에서는 유화성과 관능성을 향상시키기 위해 세가지 당(glucose, fructose, sucrose)을 선정하여 당의 농도(5%, 7%, 10%)를 달리해 두유를 만들어서 냉장(4°C)온도에서 21일간 저장하는 동안에 일어나는 두유의 pH, 점도, 유화력 및 유화안정성 등 물리화학적 성질과 관능적 특성의 변화를 연구하여 두유의 질적 향상에 기초자료를 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 대두는 농촌진흥청에서 분양받은 백운콩으로 사용하였으며 당류(glucose, fructose, sucrose)는 1급시약으로써 대정화학으로부터 구입하였다.

2. 두유의 제조

두유의 제조방법은 하 등⁸⁾의 방법을 변형하여 사용하였다. 건조대두 100 g을 대두와 물의 중량비를 1대 10으로 하여 20°C 물에 21시간 침지시킨 후 물을 제거하여 증류수 300 ml를 첨가하였고 5분동안 blending 한 후 다시 증류수 500 ml를 첨가하여 98°C에서 5분간 가열한 다음 냉각하여 cheese cloth 3점을 깔고 여과한 후 세가지 당(glucose, fructose, sucrose)을 당농도(5%, 7%, 10%)를 달리하여 첨가해서 유리병에 담아 autoclave에서 121°C, 15분간 가열 살균시켜 두유시료(시료군)를 제조하였으며 대조군(control)으로는 여과한 후 당을 첨가하지 않은 상태에 autoclave에서 가열 살균한 것을 사용하였다. 제조한 두유는 4°C에서 0일, 3일, 7일, 14일, 21일간 저장하면서 두유의 물리화학적 성질을 측정하였으며, 관능평가를 실시하였다.

3. pH의 측정

시료를 실온으로 유지시킨 다음 pH meter(Metrohm

635)로 pH를 측정하였다.

4. 점도의 측정

김과 조⁹⁾의 방법에 의해서 두유 시료를 실온으로 유지시킨 다음 Brookfield viscometer를 사용하여 spindle No.2로 60초간 회전시킨 후 점도를 측정하였다.

5. 유화력의 측정

유화력(emulsion capacity, EC)은 Marshall 등¹⁰⁾의 방법을 변형하여 측정하였다. 대두유를 Oil-Red-O biological strain(0.1 g/1 l)으로 염색시킨 다음 20 ml를 0.3% 두유 용액 25 ml에 첨가한 후 homogenizer(제일 과학)로 낮은 속도(1번)로 1분 동안 분산시킨 다음 고속(8번)으로 30초간 또 다시 분산시켰다. 그 다음 중속(4번)에서 0.5 ml/sec로 oil을 첨가하는 동안 점도가 시각적으로 급격히 감소하는 점, 즉 분산액의 색상과 소리가 급격히 변화하는 점을 종말점으로 하였으며 유화력은 첨가된 기름의 ml 수를 측정하여 다음 공식에 의해서 계산하였다.

$$EC = \frac{\text{유화된 기름의 ml 수}}{\text{두유의 ml 수}} \times 100$$

6. 유화안정성의 측정

유화안정성(emulsion stability, ES)은 Acetone과 Stafle¹¹⁾의 방법을 약간 변형하여 측정하였다. 0.3% 두유용액 50 ml에 대두유 25 ml를 첨가하여 homogenizer로 중속에서 40초간 분산시켰다. 형성된 유화액 10 ml씩을 즉시 시험관에 나누어 담고 실온에서 1시간 정치시킨 후 수분 함량을 측정하였다. 유화안정성은 다음 공식에 의해서 계산하였다.

$$ES(\%) = \frac{100 - M_{\text{test}}}{100 - M_{\text{original}}} \times 100$$

M test=1시간 후에 측정된 유화액 중의 수분 함량(%)

M original=최초 유화액 중의 수분 함량(%)

7. 색도의 측정

시료의 색도(color difference)는 색차계(Color difference meter, Model CQ-1200X, USA)로 측정하여 L (lightness), a(redness), b(yellowness)값을 구하였다.

8. 관능검사

냉장 저장한 두유 시료를 40 ml씩 투명한 유리 용기에 담아 1시간 동안 실온에서 방치한 후 중앙대학교 식품영양학과 학생 12명을 대상으로 단맛(매우 달지 않다

1점 ↔ 매우 달다 5점), 고소한 맛(매우 고소하지 않다 1점 ↔ 매우 고소하다 5점), 색(매우 나쁘다 1점 ↔ 매우 좋다 5점), 전반적인 바람직성(매우 바람직하지 않다 1점 ↔ 매우 바람직하다 5점) 등의 항목에 대해 5점 평점법으로 평가하였다.

9. 통계처리

모든 실험은 3회 반복하여 평균치를 구하였으며, 실험 결과는 분산분석하여 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의적인 차이($p < 0.05$)를 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. pH

당의 종류와 농도를 달리하여 만든 두유를 저장하면서 pH를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 당을 첨가한 시료군은 대조군보다 pH가 약간 낮은 경향을 나타냈으며 당농도가 높아질수록 pH가 약간씩 더 낮아지는 경향을 나타냈다. 첨가된 당의 종류에 따른 두유의 pH는 대조군을 비롯한 대부분 시료군에서 유의적인 차이가 없었다.

저장 중 두유의 pH 변화를 보면 저장 7일까지는 대부분 시료군에서 저장 초기보다 pH가 증가하는 경향을 보이다가 그 후 감소하여 14일부터는 다시 약간 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. Saio 등¹¹⁾에 의하면 저장 습도와 온도의 조건을 달리하여 저장한 대두로 만든 두유를 6개월간 저장하는 동안에 두유의 pH가 점점 감소되었다고 보고하였는데, 이

것은 대두의 지질이 지방산으로 가수분해되고 유기산이 증가함으로써 산가(acid value)가 증가하기 때문이라고 보고하였다. 또한 Nelson 등⁹⁾에 의하면 두유는 pH 7.0~7.7의 범위에서 가장 현탁안정성이 크다고 밝혔는데, 본 실험의 모든 시료군 즉 여러 종류의 당을 첨가하여 21일 동안 냉장 저장한 두유의 pH는 모두 7.19~7.40으로 안정한 범위에 속하였다.

2. 점도

당의 종류와 농도를 달리하여 만든 두유를 저장하면서 점도를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 당을 첨가한 모든 시료군은 대조군보다 높은 점도를 나타냈으며 glucose 첨가군의 경우는 당농도가 높아도 점도가 약간 증가되었으나 fructose 첨가군과 sucrose 첨가군은 당농도가 높을수록 점도의 변화가 없었다. 김 등¹²⁾에 의하면 당의 첨가량에 따른 두유의 점도의 변화를 조사한 결과 sucrose의 함량이 0%에서 9%로 증가하면 4°C와 20°C에서 약간의 점도 증가가 있었으나 유의차가 없었다라고 보고하였는데, 본 실험의 결과와 일치하였다.

저장 중 두유의 점도 변화는 대조군과 glucose 첨가군은 유의적인 변화가 없었다. 그러나 7% fructose 첨가군은 저장 21일에 유의적인 증가를 보였으며, 10% fructose 첨가군은 저장 3일에 유의적인 증가를 보여 7%와 10% 첨가시에 저장 초기의 점도인 9.8보다 21일에 각각 11.0, 11.3으로 증가되었다. Sucrose 첨가군은 5% 첨가시에만 저장 7일에 유의적으로 점도가 증가하였고 저장 초기의 점도인 10.5에서 저장 21일

Table 1. Changes in pH of soy milks containing different kinds and concentrations of sugars during storage

Conc. of sugars (%)	Types of sugars	Storage time (days)				
		0	3	7	14	21
5	Con	^a 7.28 ^a	^a 7.34 ^a	^a 7.40 ^a	^a 7.35 ^a	^a 7.37 ^a
	Glu	^a 7.24 ^b	^a 7.28 ^{ab}	^a 7.36 ^a	^a 7.28 ^{ab}	^a 7.27 ^{ab}
	Fru	^a 7.24 ^a	^a 7.33 ^a	^a 7.30 ^a	^a 7.30 ^a	^a 7.28 ^a
	Suc	^a 7.26 ^a	^a 7.34 ^a	^a 7.37 ^a	^a 7.31 ^a	^a 7.31 ^a
7	Con	^a 7.28 ^a	^a 7.34 ^a	^a 7.40 ^a	^a 7.35 ^a	^a 7.37 ^a
	Glu	^a 7.23 ^a	^a 7.28 ^a	^a 7.31 ^a	^b 7.22 ^a	^a 7.25 ^a
	Fru	^a 7.22 ^a	^a 7.28 ^a	^a 7.30 ^a	^a 7.28 ^a	^a 7.31 ^a
	Suc	^a 7.28 ^a	^a 7.33 ^a	^a 7.37 ^a	^a 7.32 ^a	^a 7.29 ^a
10	Con	^a 7.28 ^a	^a 7.34 ^a	^a 7.40 ^a	^a 7.35 ^a	^a 7.37 ^a
	Glu	^a 7.19 ^a	^a 7.26 ^a	^a 7.29 ^a	^a 7.27 ^a	^a 7.27 ^a
	Fru	^a 7.21 ^a	^a 7.27 ^a	^a 7.31 ^a	^a 7.24 ^a	^a 7.29 ^a
	Suc	^a 7.24 ^a	^a 7.34 ^a	^a 7.35 ^a	^a 7.28 ^a	^a 7.28 ^a

Con: Control, Glu: Glucose, Fru: Fructose, Suc: Sucrose.

^{ABC} Mean values within a column followed by the different letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{abc} Mean values within a row followed by the different letter are significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. Changes in viscosity of soy milks containing different kinds and concentrations of sugars during storage

Conc. of sugars (%)	Types of sugars	Storage time (days)				
		0	3	7	14	21
5	Con	^A 9.5 ^a	^B 8.5 ^{abc}	^B 9.0 ^{ab}	^B 8.2 ^{abc}	^A 9.5 ^a
	Glu	^A 9.7 ^a	^{AB} 10.0 ^a	^{AB} 10.5 ^a	^A 9.6 ^a	^A 10.5 ^a
	Fru	^A 10.0 ^{ab}	^A 11.0 ^{ab}	^A 11.5 ^a	^{AB} 9.5 ^b	^A 10.3 ^a
	Suc	^A 10.5 ^b	^A 10.8 ^{ab}	^A 11.0 ^a	^A 10.1 ^b	^A 11.2 ^a
7	Con	^A 9.5 ^a	^B 8.5 ^{abc}	^B 9.0 ^{ab}	^B 8.2 ^{abc}	^A 9.5 ^a
	Glu	^A 10.0 ^a	^A 10.5 ^a	^A 11.0 ^a	^A 10.0 ^a	^A 10.5 ^a
	Fru	^{AB} 9.8 ^{bc}	^A 10.8 ^{ab}	^A 10.9 ^{ab}	^A 9.5 ^c	^A 11.0 ^a
	Suc	^A 10.0 ^a	^A 10.0 ^a	^A 10.8 ^a	^A 10.3 ^a	^A 10.6 ^a
10	Con	^A 9.5 ^a	^B 8.5 ^{abc}	^B 9.0 ^{ab}	^B 8.2 ^{abc}	^A 9.5 ^a
	Glu	^A 10.8 ^a	^A 11.5 ^a	^A 11.3 ^a	^A 11.0 ^a	^A 11.1 ^a
	Fru	^B 9.8 ^c	^A 10.8 ^{ab}	^A 11.0 ^{ab}	^A 9.9 ^{bc}	^A 11.3 ^a
	Suc	^{AB} 10.5 ^a	^A 11.0 ^a	^B 11.5 ^a	^A 10.4 ^a	^B 10.6 ^a

Con: Control, Glu: Glucose, Fru: Fructose, Suc: Sucrose.

^{ABC} Mean values within a column followed by the different letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{abc} Mean values within a row followed by the different letter are significantly different ($p < 0.05$).

에는 11.2로 증가하였다. 두유를 저장하는 동안 대조군을 제외한 대부분 시료군의 점도가 저장 7일까지는 증가하는 경향을 보이다가 그 후 감소하여 14일부터는 다시 약간 증가하는 경향을 보였는데 유의적인 차이는 없었으며, 이것은 pH의 변화와 같았다. 김 등¹²⁾에 의하면 4°C에서 두유의 pH가 6.5 이상인 경우에는 pH가 증가함에 따라 점도가 증가하였다고 보고하였는데 본 실험에서도 같은 경향을 보여 주었다.

3. 유희력

당의 종류와 농도를 달리하여 만든 두유를 저장하면서 유희력을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 유희력은 단백질의 용해도가 클수록^{14,15)}, 점도가 클수록¹⁶⁾, 당 첨가에 의해¹⁷⁾ 증가하는데 본 실험에서도 당을 첨가한 시료군의 유희력은 대조군보다 높았는데 유의적이었다. 고농도(17.5%)의 대두단백질의 유희력에 대한 식염, 설탕, pH의 영향에 있어서, 등전점 부근에서는 유희물이 형성되지 않았으며 미변성 단백질은 열변성을 받은 단백질에 비하여 높은 유희력을 나타내었으나 pH 7에서 열변성 단백질은 식염이나 설탕첨가에 의하여 유희력이 2~3배 증가하였다고 하였다¹³⁾. 5% fructose 첨가군의 경우 저장 초기에는 유희력이 유의적으로 가장 높았으나 저장하는 동안 점점 감소하여 저장 7일에 가장 낮았는데 유의적인 차이는 없었으며 저장 21일에는 다른 시료군과 유의적인 차이가 없었다. 7% 당첨가시는 glucose 첨가군의 유희력이 유의적으로 가장 높았으며 fructose 첨가군, sucrose 첨가군, 대조군 순이었다. 당의 농도에 따라서는 당을 5%

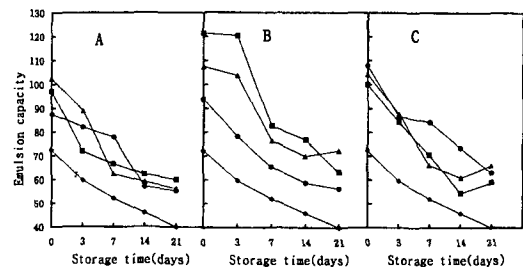


Fig. 1. Changes in the emulsion capacity of soy milks containing the different kinds and concentrations of sugars during storage.

A: 5% sugar concentration, B: 7% sugar concentration, C: 10% sugar concentration, —○—: Control, —■—: Glucose, —▲—: Fructose, —●—: Sucrose.

첨가시보다 7% 첨가시에 유희력이 뚜렷하게 증가하는 경향을 보였으나 10% 첨가시는 7% 첨가시보다 오히려 감소하는 경향을 나타냈는데, 이것은 두유에 당이 과량으로 첨가되면 단백질이 탈수되어 용해도가 감소됨으로써 결과적으로 유희력을 감소시키는 것으로 사려된다.

저장 중 두유의 유희력 변화를 보면 대조군을 포함한 모든 시료군에서 유희력이 저장하는 동안 유의적으로 감소하였다. Saio 등¹¹⁾은 대두를 저장하는 동안 대두의 지질성분 중의 하나이며 유희제 역할을 하는 lecithin이 변성된 단백질의 수소성 부분과 결합함으로써 유희력이 감소되었다고 보고하였는데, 본 실험에서도 두유를 21일간 저장하는 동안 유희력이 감소된 것은 이러한 영향때문이라 생각된다.

4. 유화안정성

당의 종류와 농도를 달리하여 만든 두유를 저장하면서 유화안정성을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 당을 첨가한 시료군의 유화안정성이 대조군보다 더 높았는데, 이것은 두유에 당을 첨가함으로써 점도를 높혀 유화안정성이 더 높아진 것으로 사려된다. 유화안정성은 단백질의 농도가 증가함에 따라 높아지고 유화액의 수분함량이 적을수록 증가하며, 특히 점도에 의해 영향을 많이 받는데, 유화액의 연속상(continuous phase)의 점도 증가는 단백질 막을 강화시켜 응집(flocculation)과 유착(coalescence)을 지연시킴으로써 유화안정성을 높인다^{17,18)}.

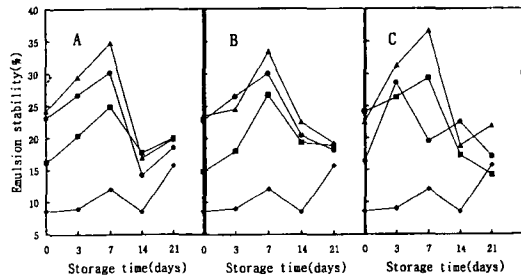


Fig. 2. Changes in the emulsion stability of soy milks containing the different kinds and concentrations of sugars during storage.
 A: 5% sugar concentration, B: 7% sugar concentration, C: 10% sugar concentration. —○—: Control, —■—: Glucose, —▲—: Fructose, —●—: Sucrose.

당의 종류에 따른 두유의 유화안정성의 변화를 보면 당을 5%와 7% 첨가시 저장 초기에서 7일까지는 fructose 첨가군의 유화안정성이 가장 높았고 sucrose 첨가군, glucose 첨가군, 대조군순이었으며 저장 14일에는 당을 첨가한 시료군간에 유의차없이 대조군보다 유화안정성이 높았다.

저장 중 두유의 유화안정성의 변화를 보면 5%와 7% fructose와 sucrose 첨가군은 저장 초기에서 7일까지는 유의적으로 증가하였다가 그 후 감소하여 저장 14일에 저장 초기보다 더 낮아졌다. LLOYD 등¹⁹⁾은 milk fat emulsion을 저장시켜 유화안정성을 측정해 본 결과, 저장 3일에 유화안정성이 감소하였다고 보고하였는데 이 emulsion에는 당이 첨가되지 않았으며 본 실험에서는 두유에 첨가된 당이 저장하는 동안 유화안정성에 유의한 영향을 주었다고 사려된다. 전반적으로 저장 7일까지는 점도증가에 의해 유화안정성도 증가되었으나, 특히 당을 7%와 10% 첨가시는 저장 7일이 경과함에 따라 계속적으로 유화안정성이 감소되었다.

5. 색도

당의 종류와 농도를 달리하여 만든 두유를 저장하면서 색도의 변화를 측정한 결과는 Table 3과 같다. Hunter L 및 b값은 당을 첨가한 시료군이 대조군보다 높았는데 유의적이었으며 당농도가 높아질수록 증가하는 경향을 보였다. 당의 종류에 따른 두유의 색도의

Table 3. Changes in L, a, b values of soy milks containing different kinds and concentrations of sugars during storage

Conc. of sugars (%)	Types of sugars	L (Lightness)					a (Redness)					b (Yellowness)				
		Storage time (days)														
		0	3	7	14	21	0	3	7	14	21	0	3	7	14	21
5	Con	^B 11.9 ^b	^C 12.4 ^a	^B 11.6 ^b	^C 12.3 ^a	^C 12.0 ^a	^A 10.2 ^a	^A 10.2 ^a	^A 10.4 ^{ab}	^A 10.5 ^a	^A 10.5 ^a	^B 20.3 ^a	^B 21.0 ^a	^B 20.0 ^a	^B 20.9 ^a	^C 20.9 ^a
	Glu	^A 14.0 ^a	^B 13.9 ^a	^A 13.9 ^a	^B 13.5 ^a	^B 13.5 ^a	^B 9.8 ^a	^B 9.8 ^a	^B 9.8 ^a	^A 10.0 ^a	^A 10.3 ^a	^A 24.4 ^a	^A 23.5 ^a	^A 23.5 ^a	^B 20.9 ^a	^B 23.0 ^a
	Fru	^A 14.8 ^a	^A 15.1 ^a	^A 14.6 ^a	^A 14.9 ^a	^A 14.8 ^a	^B 9.6 ^a	^B 9.4 ^a	^B 9.6 ^a	^A 9.3 ^a	^B 9.5 ^a	^A 25.0 ^a	^A 25.6 ^a	^A 24.7 ^a	^A 25.2 ^a	^A 25.0 ^a
	Suc	^A 14.4 ^a	^{AB} 14.5 ^a	^A 14.1 ^a	^A 14.6 ^a	^B 13.5 ^a	^B 9.5 ^a	^B 9.4 ^a	^B 9.7 ^a	^A 9.6 ^a	^A 10.5 ^a	^A 23.7 ^a	^A 24.6 ^a	^A 23.9 ^a	^A 25.0 ^a	^B 22.0 ^b
7	Con	^C 11.9 ^b	^C 12.4 ^a	^C 11.8 ^b	^C 12.3 ^a	^B 12.0 ^a	^A 10.2 ^a	^A 10.2 ^a	^A 10.4 ^a	^A 10.5 ^a	^A 10.5 ^a	^B 20.3 ^a	^C 21.0 ^a	^B 20.0 ^a	^C 20.9 ^a	^C 20.9 ^a
	Glu	^B 14.1 ^a	^B 13.8 ^a	^B 14.0 ^a	^B 13.5 ^a	^C 13.7 ^a	^B 9.9 ^a	^{AB} 9.9 ^a	^B 9.7 ^a	^B 10.0 ^a	^A 10.2 ^a	^C 23.9 ^a	^B 23.4 ^a	^C 23.7 ^a	^B 22.9 ^a	^B 23.2 ^a
	Fru	^A 15.7 ^a	^A 16.1 ^a	^A 15.7 ^a	^A 15.1 ^a	^A 15.8 ^a	^B 9.1 ^a	^B 9.0 ^a	^C 9.1 ^a	^B 9.0 ^a	^B 9.1 ^a	^A 27.2 ^a	^A 27.2 ^a	^A 26.5 ^a	^A 26.8 ^a	^A 26.6 ^a
	Suc	^A 15.0 ^{ab}	^A 15.6 ^a	^A 14.9 ^{ab}	^A 15.0 ^{ab}	^B 14.7 ^b	^B 9.2 ^a	^B 9.1 ^a	^B 9.6 ^a	^B 9.5 ^a	^A 10.2 ^a	^B 25.5 ^a	^A 26.4 ^a	^B 25.2 ^a	^A 26.0 ^a	^B 23.1 ^a
10	Con	^B 11.9 ^b	^C 12.4 ^a	^B 11.9 ^b	^C 12.3 ^a	^C 12.0 ^a	^A 10.2 ^a	^A 10.2 ^a	^A 10.4 ^a	^A 10.5 ^a	^A 10.5 ^a	^B 20.3 ^a	^C 21.0 ^a	^C 20.0 ^a	^C 20.9 ^a	^C 20.9 ^a
	Glu	^A 16.3 ^a	^B 16.2 ^a	^A 16.2 ^a	^B 15.8 ^a	^B 16.0 ^a	^B 9.0 ^a	^B 9.1 ^a	^B 8.9 ^a	^B 9.2 ^a	^B 9.3 ^a	^A 27.5 ^a	^B 27.3 ^a	^B 27.3 ^a	^B 26.7 ^a	^B 27.0 ^a
	Fru	^A 17.1 ^a	^A 17.5 ^a	^A 17.1 ^a	^A 17.2 ^a	^A 17.2 ^a	^B 8.8 ^a	^B 8.5 ^a	^B 8.5 ^a	^B 8.5 ^a	^B 8.5 ^a	^A 28.7 ^a	^A 29.3 ^a	^A 28.7 ^a	^A 28.9 ^a	^A 28.9 ^a
	Suc	^A 16.6 ^a	^{AB} 16.9 ^a	^A 16.6 ^a	^{AB} 16.9 ^a	^{AB} 16.7 ^a	^B 8.7 ^a	^B 8.6 ^a	^B 9.0 ^a	^B 8.9 ^a	^B 9.5 ^a	^A 28.0 ^a	^A 28.5 ^a	^{AB} 28.0 ^a	^A 28.1 ^a	^C 24.5 ^b

Con: Control, Glu: Glucose, Fru: Fructose, Suc: Sucrose.

^{ABC} Mean values within a column followed by the different letter are significantly different (p < 0.05).

^{abc} Mean values within a row followed by the different letter are significantly different (p < 0.05).

변화는 fructose 첨가군의 L 및 b값이 가장 높았으며 sucrose 첨가군, glucose 첨가군, 대조군 순이었다. a값은 L 및 b값과는 반대로 대조군이 가장 높았는데 유의적이었으며 glucose 첨가군, sucrose 첨가군, fructose 첨가군 순이었다.

저장 중 5% sucrose 첨가군의 색도의 변화를 보면 밝기를 나타내는 L값과 황색의 정도를 나타내는 b값은 저장 21일에 유의적인 감소를 보였는데, 이것은 대두를 저장함에 따라 두유의 L값이 감소되었다고 보고한 Saio 등¹¹⁾의 결과와 일치하고 있다. 적색을 나타내는 a값은 대조군과 sucrose 첨가군에서 저장기간 동안 약간씩 증가하는 경향을 나타내었다.

6. 관능검사

당의 농도를 달리하여 만든 두유를 저장하는 동안에 두유의 품질 및 관능적 특성에 영향을 주는 것으로 생각되는 유효력이 7% 당첨가시에 가장 높았으므로 본 연구에서는 각 종류의 당을 7% 첨가한 두유를 21일 동안 냉장 저장한 시료들에 대해서만 관능검사를 실시하였으며 그 결과는 Table 4와 같다.

단맛은 fructose 첨가군이 가장 달다고 평가되었으며 sucrose 첨가군, glucose 첨가군, 대조군 순으로 달다고 평가되었으나 당을 첨가한 시료군간에는 저장 7일 이후에는 유의적인 차이가 없는 것으로 평가되었

는데 이것은 당류의 당도순²⁰⁾과 일치하고 있다. 저장 중 두유의 단맛의 변화는 glucose 첨가군에서는 유의적으로 변화가 없었으나 fructose 첨가군은 저장 7일의 단맛이 4.75로 가장 달다고 평가되었으며 sucrose 첨가군은 저장 14일 이후에 유의적인 단맛의 증가가 있었다.

고소한 맛은 저장 3일까지는 당을 첨가한 시료군간에 유의적인 차이가 없는 것으로 평가되었으나 저장 14일 이후에는 fructose 첨가군이 가장 고소하다고 평가되었는데 유의적이었다. 저장 중 두유의 고소한 맛의 변화로는, 대조군에서는 유의적인 변화가 없었으나 glucose 첨가군은 저장 21일에 유의적으로 감소하였고 fructose 첨가군은 저장 7일에 유의적으로 감소하였다.

관능평가 결과 fructose 첨가군의 색이 가장 좋게 평가되었는데, 이것은 색도의 기계적 측정시 fructose 첨가군의 L 및 b값이 가장 높았던 결과와 일치하였다. 저장 중 두유의 색 변화는 fructose 첨가군에서는 저장 14일에 가장 낮게 평가되었는데 유의적이었으며 나머지 시료군과 대조군에서는 유의적인 색변화가 없었다.

전반적인 바람직성은 당을 첨가한 모든 시료군이 대조군보다 바람직하다고 평가되었는데 유의적이었으며, fructose 첨가군은 저장 초기에는 sucrose 첨가군

Table 4. Changes in sensory scores of soy milks containing the 7% different kinds of sugars during storage (unit: score)

Item	Types of sugars	Storage time (days)				
		0	3	7	14	21
Sweet taste	Con	^B 1.17 ^a	^B 1.43 ^{bc}	^C 1.67 ^{bc}	^B 2.18 ^a	^B 1.88 ^{ab}
	Glu	^A 3.60 ^a	^A 3.99 ^a	^B 4.07 ^a	^A 4.18 ^a	^A 4.00 ^a
	Fru	^A 3.92 ^b	^A 4.29 ^{ab}	^A 4.75 ^a	^A 4.36 ^{ab}	^A 4.32 ^{ab}
	Suc	^A 3.75 ^b	^A 4.05 ^{ab}	^{AB} 4.25 ^{ab}	^A 4.45 ^a	^A 4.50 ^a
Roasted nutty taste	Con	^B 2.33 ^a	^B 2.42 ^a	^B 2.50 ^a	^B 2.73 ^a	^B 2.50 ^a
	Glu	^A 2.75 ^a	^A 2.97 ^a	^A 3.08 ^a	^{AB} 2.82 ^a	^B 2.45 ^b
	Fru	^A 3.27 ^{ab}	^A 2.93 ^{bc}	^B 2.75 ^c	^A 3.27 ^{ab}	^A 3.25 ^{ab}
	Suc	^A 2.92 ^a	^A 2.67 ^{ab}	^B 2.50 ^b	^B 2.55 ^{ab}	^B 2.25 ^b
Color	Con	^{AB} 3.33 ^a	^A 3.21 ^a	^A 3.33 ^a	^{AB} 3.18 ^a	^B 3.13 ^a
	Glu	^B 3.00 ^a	^A 3.09 ^a	^A 3.05 ^a	^B 2.91 ^a	^B 3.00 ^a
	Fru	^A 3.92 ^a	^A 3.75 ^{ab}	^A 3.50 ^{ab}	^A 3.27 ^b	^A 3.38 ^b
	Suc	^{AB} 3.17 ^a	^A 3.18 ^a	^A 3.20 ^a	^{AB} 3.22 ^a	^B 3.25 ^a
Overall quality	Con	^C 1.83 ^b	^C 2.11 ^a	^B 2.17 ^a	^B 2.14 ^a	^B 2.13 ^a
	Glu	^B 2.83 ^b	^B 2.96 ^{ab}	^A 3.33 ^a	^A 3.00 ^a	^A 2.64 ^b
	Fru	^A 3.33 ^a	^A 3.22 ^{ab}	^A 3.15 ^{ab}	^A 3.20 ^{ab}	^A 2.95 ^b
	Suc	^A 3.25 ^a	^B 3.14 ^a	^A 3.02 ^a	^A 2.91 ^a	^A 2.85 ^a

Con: Control, Glu: Glucose, Fru: Fructose, Suc: Sucrose.

^{ABC} Mean values within a column followed by the different letter are significantly different (p < 0.05).

^{abc} Mean values within a row followed by the different letter are significantly different (p < 0.05).

과 유의적인 차이없이, 그러나 저장 3일에는 가장 바람직하다고 평가되었는데 유의적이었다. 이와 같이 fructose 첨가군의 전반적인 바람직성이 가장 높게 평가된 것은 fructose 첨가군의 단맛이 기호에 맞는 상쾌한 단맛을 주고 또한 고소한 맛과 색이 가장 좋게 평가되었기 때문이며 두유의 품질과 관능적 성질에 영향을 주는 유화안정성이 fructose 첨가군에서 가장 높았기 때문이라고 사려된다. 저장 중 두유의 전반적인 바람직성의 변화는 sucrose 첨가군에서는 유의적인 변화가 없었으나, fructose 첨가군에서는 저장 21일에 유의적으로 감소하였다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서 glucose, fructose, sucrose를 첨가한 두유를 저장시 일어나는 두유의 pH, 점도, 유화력, 유화안정성 및 관능적 성질의 변화를 연구하였다.

당을 첨가한 모든 시료군과 대조군은 저장중의 pH가 7.19~7.40으로 현탁안정성이 큰 범위에 속하였다. 점도에 있어서는 당을 첨가한 모든 시료군이 대조군보다 높았으며, 7%와 10% fructose 첨가군과 5% sucrose 첨가군의 점도는 저장기간 동안에 증가하는 경향을 나타냈다.

유화력에 있어서도 당을 첨가한 모든 시료군이 대조군보다 유의적으로 더 높았으며 당을 7% 첨가시에는 5% 첨가시보다 유화력이 증가하였으나 당을 10% 첨가시에는 7%첨가시보다 오히려 감소하였다. 저장기간 동안에는 저장 초기에서 7일까지 급격히 유화력이 감소하였으나 그 이후에는 서서히 감소하는 경향을 보였다. 유화안정성은 유화력과 마찬가지로 당을 첨가한 모든 시료군이 대조군보다 더 높았는데, 특히 fructose 첨가군은 모두 유화안정성이 가장 높았다. 당을 첨가한 모든 시료군은 저장 7일까지 유화안정성이 증가하였으나 그 후 감소하였는데 이것은 점도의 변화와 비슷하였으며, 5%와 7% fructose 첨가군과 sucrose 첨가군은 저장 14일에는 저장 초기보다 유화안정성이 더 낮아졌다.

색도는 L 및 b값의 경우 당을 첨가한 모든 시료군이 대조군보다 유의적으로 높았는데 특히 fructose 첨가군이 가장 높았다. 관능검사 결과에 있어서도 fructose 첨가군이 단맛, 고소한 맛, 색, 전반적인 바람직성에 있어서 가장 좋게 평가되었다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 7% 당첨가시 두유의 유화력이 가장 높았고 fructose 첨가군이 유화안정성과 모든 관능적 성질이 가장 좋았으므로 7% fructose를 첨

가하여 두유를 만드는 것이 바람직하다고 생각된다.

참고문헌

1. Nelson, A.I., Steinberg, M.P. and Wei, L.S.: Illinois process for preparation of soymilk. *J. Food Sci.* **41**: 57 (1976).
2. Wikens, W.F., Mattick, L.R. and Hand, D.B.: Effect of processing method on oxidative off-flavor of soybean milk. *Food Technol.* **21**: 1630 (1970).
3. 김은수, 조재선: 두유의 현탁안정성에 관한 연구. 한국식품과학회지, **22**(3): 312 (1990).
4. 김은수, 조재선: pH, 화학적 조성 및 첨가제가 두유의 현탁안정성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **22**(3): 319 (1990).
5. Riepkke, P.E., Wei, L.S., Nelson, A.I. and Steinberg, M.P.: Suspension stability of Illinois soybean beverage. *J. Food Sci.* **45**: 242 (1980).
6. Yeh, S.W., Wei, L.S., Nelson, A.I. and Steinberg, M.P.: Freeze-Thaw stability of Illinois soybean beverage. *J. Food Sci.* **47**: 299 (1981).
7. Keating, K.R. and White, C.H.: Effect of alternative sweeteners in plain fruit-flavored yogurt. *J. Dairy Sci.* **73**(1): 54 (1990).
8. 하상도, 김성수, 박철수, 김병목: 대두의 데치기와 발아가 두유의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **23**(4): 485 (1991).
9. Marshall, W.H., Dutson, T.R., Carpenter, Z.L. and Smith, G.C.: A simple method for emulsion end-point determination. *J. Food Sci.* **40**: 896 (1975).
10. Acton, J.C. and Saffle, R.L.: Stability of oil-in-water emulsion: 1. Effects of surface tension, level of oil, viscosity and type of meat protein. *J. Food Sci.* **35**: 852 (1970).
11. Saio, K., Nikkuni, I., Ando, Y., Otsuru, M., Terauchi, and Kito, M.: Soybean quality changes during model storage studies. *Cereal Chem.* **57**: 77 (1980).
12. 김우정, 김나미, 김동희: 콩우유의 점성 및 영향인자. 한국식품과학회지, **16**(4): 423 (1984).
13. 김중만: 대두단백질의 유화특성에 대하여. 식품공업, **49**(6): 22 (1979).
14. Aoki, H., Taneyama, O. and Inami, M.: Emulsifying properties of protein: characteristics of 7S and 11S proteins. *J. Food Sci.* **45**: 534 (1980).
15. Hea-Ran Lee and Ashraf: Emulsifying properties of ethanol soaked soybean flour. *J. Food Sci.* **51**(1): 193 (1986).
16. Leandors P. Voutsinas, Elaine cheung, and Shuryo Naki.: Relationships of hydrophobicity to emulsifying properties of heat denatured proteins. *J. Food Sci.* **48**: 26 (1983).

17. Owen R. Fennema.: Food Chemistry. p. 299 (1990).
 18. Acton, J.C. and Saffle, R.L.: Stability of oil-in-water emulsions. 1. Effects of phase volume, Stability Test, Viscosity, Type of oil and protein additive. *J. Food Sci.* **36**: 1118 (1971).
 19. LLoyd M. Smith and Toshiko dairk.: Stability of milk fat emulsions. 1. Preparation of model oil-in-water emulsions and evaluation of their stability. *J. Dairy Sci.* **58**(9): 1249 (1974).
 20. 한명규: 식품화학, 형설출판사, pp. 52-54 (1994).
-
- (1997년 2월 3일 접수)