

용매의 洗滌回數가 건조비지의 품질에 미치는 영향

金友政 · 孫禎佑* · 鄭成守**

세종대학 식품과학과 · *숙명여대 식품영양학과 · **주식회사 鄭·食品

Effect of Number of Washings with Solvents on Quality of Dried Soymilk Residue

Woo-Jung Kim, Jung-Woo Sohn* and Sung-Soo Chung**

Department of Food Science, King Sejong University, Seoul

*Department of Food and Nutrition, Sook-Myung Women's University, Seoul

**Dr. Chung's Food Co., Ltd., Seoul

Abstract

Effects of number of washings with solvents on drying rates and physicochemical properties of dried soymilk residues(SMR) were investigated. The dried soymilk residue was prepared by washing the residue with acetone or ethanol, followed by drying at 60°C. Increase of number of washings with a residue/solvent ratio of 1/1.5 resulted in an increase in drying rate and in protein content of the residue while the lipid content decreased. The brightness of the dried residue and the properties of water and oil absorption were also improved by washing with acetone which was advantageous to ethanol for all of the properties measured. Washings more than 3 times with acetone or 2 times with ethanol were found to be less effective in terms of quality improvement. The more addition of dried residue into the mixture of SMR-wheat flour resulted in a linear increase of water and oil absorption characteristics.

서 론

大豆는 蛋白質과 脂肪의 食糧資源으로서의 중요성을 인정받으면서 최근 생산량이 급격히 증가하여 世界 總蛋白質 生産量의 약 10%, 油脂 生産量의 약 23%를 점유할 만큼 가장 중요한 食糧資源으로 되어 있다. 그러나 大豆 蛋白質은 약 10%만이 食品에 利用되고 있어 大豆를 이용한 食品 開發이 더욱 요구되고 있는 실정이다. (1-3)

콩우유는 우리나라의 傳統의 大豆加工 제품의 하나로써 牛乳에 알레르기가 있는 乳兒에게나 lactose 소화에 어려움이 있는 成人에게 유리한 점이 있는 牛乳代替食品으로 알려져 있다. 전통적인 콩우유 제조방법은 大豆를 침지-마쇄-여과한 후 끓여서 제조하는 것으로, 최근 수율과 관능적 성질의 향상을 위하여 이러한 각 과정을 보강하거나 개선하여 공업적으로 생산되고 있다. (4)이렇게 水溶性 물질을 추출하여 제조하는 콩우유의 加工方法은 使用된 大豆의 15-25%에 해당하는 不溶性 物質인 비지가 남게된다. (5,6)비지의 일반 성분은 건물량을 기준으로 할때 단백질이 약 24-30%, 지방이 약 13-15%, 탄수화물이 약 50-60%, 그리고 회분이 4-5% (7,8)로 大豆의 品種과

비지 회수 방법에 따라 많은 차이가 있다. 한편, 비지에 함유된 단백질의 品質은 PER값이 2.71로 콩우유의 2.11 보다 높을 뿐만 아니라, (9)순황 아미노산이 많이 함유되어 있으며 필수 아미노산의 組成 比率도 전체 아미노산의 35.5%로 大豆의 32.6%, 콩우유의 30.3%보다 높고 특히 lysine 함량이 콩우유보다 많고 하였다. (10)이렇게 단백질 함량이 많으며 營養의으로도 우수한 비지 단백질의 活用은 副産物 利用이라는 면에서 뿐만 아니라 이들이 폐기될 때 環境 汚染源의 처리비용의 절감이라는 면에서 그 意義가 크다 하겠다.

그러나 생산된 비지는 산패나 微生物의 번식으로 쉽게 부패되어 거의 폐기되고 있는 실정이다. 그리하여 비지를 加工 利用할때까지의 貯藏性을 연장하기 위하여 비지를 乾燥하여 저장하는 方法이 주로 연구되어 왔다. 鄭등(8)은 extruder를 사용하여 과립상의 비지를 만들어 溫度(70-120°C)와 風速(0 및 160 ft/min)을 변화시키면서 乾燥한 결과 비지 자체를 건조하는 것보다 120°C와 160 ft/min에서의 과립상 비지 건조가 효과적이었다고 하였으며 崔(10)는 비지를 그대로 熱風乾燥(2.3 m/sec)할 때 80-120°C에서 산패가 적은 건조 비지를 만드는데 적당하다고 하였다. 그러나 常法에

의한 熱風乾燥는 비지 표면에 caking現象이 일어나 굳어지는 현상과 内部가 잘 乾燥되지 않는 단점이 있을 뿐만 아니라 작은 덩어리가 생겨서 他 食品에 이용하기 전에 덩어리를 粉末化하여야 하고 高溫과의 접촉으로 成分의 변화 및 갈색화 반응이 일어나는 不利한 면이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 金등⁽¹¹⁾은 acetone 등 용매로 비지를 씻은 다음 낮은 온도에서 乾燥시킨 결과, 건조시간이 단축되고 높은 단백질 함량과 낮은 脂肪含量을 가진 白色의 粉末을 얻을 수 있다고 하였으며 水分 및 기름의 吸收能力도 우수하다고 하였다. 그러나 비지를 溶媒로 세척할때, 용매의 處理回數 영향과 비지를 다른 식품의 원료와 섞었을 때의 기능적 성질(functional property)의 변화에 대하여는 研究報告된 바가 없다.

그리하여 本 研究에서는 acetone과 ethyl alcohol로 콩우유 비지를 세척하여 乾燥비지를 제조할때 사용한 溶媒의 混合比率를 가능한 한 最小로 하여 洗滌回數에 따른 乾燥時間, 一般成分, 그리고 色相의 變化를 조사하여 적정회수를 밝혀었으며 또한 건조비지가 밀가루와 混合할때 混合比率에 따른 水分과 기름의 吸收能力의 변화에 대한 조사를 하였기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재 료

本 實驗에 사용된 콩우유 비지는 주식회사 鄭 · 食品에서 제공받아 즉시 -20°C 냉장고에 저장하였다가 실험에 사용하였으며 強力粉은 대한제분의 것을 구입하였고 비지 洗滌에 사용된 acetone과 ethyl alcohol은 一級試藥을 사용 하였다.

비지의 건조

Acetone 또는 ethyl alcohol을 습량기준으로 비지무게의 1.5 배 첨가하여 교반기로 10 분간 교반한 후 減壓濾過하였다. 여과 후의 잔유물은 같은 방법으로 4 회 더 용매세척을 한 뒤 溶媒洗滌 回數別로 비지를 $60 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 건조기에서 용매의 냄새가 없어질 때까지 건조시키면서 時間別로 무게를 측정하여 乾燥速度를 구하였다. 한편, 비지를 凍結 乾燥器로 건조시킨 비지를 비교 시료로 하여 化學成分과 色相을 비교하였다. Acetone으로 세척된 비지를 Ac-SMR(Acetone washed and dried soymilk residue)로, ethyl alcohol로 세척된 비지를 Et-SMR(Ethyl alcohol washed and dried soymilk residue), 強力粉은 WF(wheat flour)로 표시하여 결과에 사용하였다.

一般成分의 분석

건조된 비지의 성분분석을 위하여 수분은 105°C 건조법⁽¹²⁾으로, 회분은 dry ashing法,⁽¹²⁾ 조단백질은 micro-kjeldahl法,⁽¹²⁾ 조지방은 Soxhlet法⁽¹²⁾으로 행하였다. 탄수화물은 50 mg의 건조비지를 평량하여 phenolsulfuric acid法⁽¹³⁾으로 정량하였고 發色시킨 시료의 회색을 위하여 再現性이 증명된 黃酸으로 회색하여 흡광도를 측정한 후 포도당의 표준곡선을 이용하여 糖 함량을 구하였다.

乾燥비지의 色相 비교

동결건조시킨 콩우유 비지와, acetone 또는 ethyl alcohol로 洗滌시킨 후 건조된 乾燥비지를 유발로 잡아 50 mesh로 통과시킨 뒤 Hunter Model D 25 A Color Difference Meter(Hunter Associates Lab., U.S. A)를 사용하여 Hunter 값 "L," "a," "b" 를 측정하였다.

濾過溶媒의 吸光度 비교

콩우유 비지 30 g(습량기준)에 acetone 또는 ethyl alcohol을 45 ml 섞어서 5회 洗滌하는 중 얻어지는 각 회의 여과액을 Whatman filter paper No.42 로 다시 여과하였다. 여과액은 UV spectrophotometer로 300—700 nm 범위에서의 scanning chromatogram을 그려 最大 吸光度를 나타내는 最通 波長 440 nm에서 吸光度를 측정하였다.

水分과 기름의 吸收能力

Acetone 또는 ethyl alcohol의 용매로 회수별로 세척하여 乾燥된 콩우유 비지와, 강력분과 5회 세척하여 건조된 비지와의 混合物 0.5 g에 10 ml의 증류수 또는 大豆油를 넣고 金등⁽¹¹⁾의 방법 중 교반 시간만 20 초씩 3회 교반으로 바꾸어 수분과 기름의 흡수능력을 계산하였다.

결과 및 고찰

乾燥速度의 비교

水分含量이 81.4%인 콩우유 비지를 1.5 배(w/w)의 용매로 세척하는 동안 洗滌回數別로 감압 여과시킨 비지를 $60 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 乾燥시켰을때 乾燥速度를 固形分含量의 변화로 나타낸 것은 Fig. 1 과 같다.

Acetone세척의 경우 1회 세척한 콩우유 비지의 固形分 含量은 32.5%이던 것이 乾燥 중 固形分 含量은 비교적 완만하게 증가한 반면 5회 세척한 콩우유 비

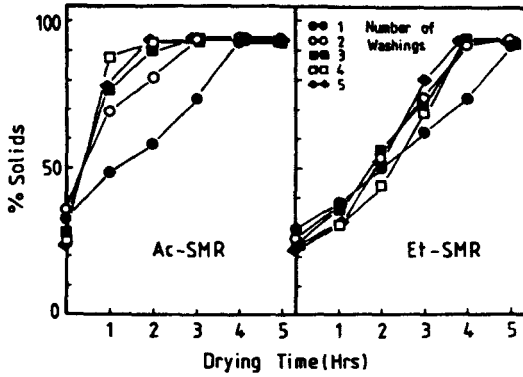


Fig. 1. Drying curve of soymilk residue at 60°C after treatments with acetone(Ac-SMR) and ethyl alcohol (Et-SMR)

지는 26.9%의 고형분이었던 것이 급속히 증가하여 3시간 乾燥로 94.2%를 함유한 함량에 도달하여 洗滌回數가 乾燥速度에 큰 영향을 미침을 알 수 있었다. 한편, ethyl alcohol 洗滌의 경우에는 1회 세척한 비지보다 5회 세척한 비지의 건조속도가 약간 빨랐으나 그 差異는 acetone과 같이 현저하지 않았다. acetone과 ethyl alcohol 세척간의 건조속도의 차이는 金⁽¹¹⁾이 報告한 바와 유사한 결과였으며 acetone은 3회, ethyl alcohol의 경우는 2회 세척 이상에서는 건조속도의 단축에 큰 효과가 없음을 보여 주었다. 또한 溶媒處理後 乾燥된 비지의 粒子는 白色의 분말로서 표면의 caking이나 갈색화 현상이 관찰되지 않아 常法에 의한 熱風乾燥보다 유리함을 알 수 있었다.

一般成分의 변화

Table 1은 비지를 회수별로 용매 세척한 후 건조된 비지의 일반성분의 변화를 비교한 것이다. 용매 처리를 하지 않은 냉동건조시킨 비지의 성분은 건량 기준으로 단백질이 31.4%, 지방이 21.4%, 총 당이 16.5%이었던 것이 세척회수가 증가하면서 acetone의 경우에 지방의 함량이 급격히 줄어들면 단백질과 총 당의 함유율은 반대로 증가하였다. 이는 전체 고형분 중 지방의 제거로 다른성분들이 상대적으로 증가된 것으로 믿어진다. Ethyl alcohol의 세척 경우도 비슷한 성분의 증감 추이를 보였으나 지방의 감소는 acetone과 같이 현저하지는 않았고 총 당의 함량이 acetone 경우 보다 약간 낮은 비지에 잔류하고 있는 소당류가 alcohol에 의하여 제거된 것으로 생각된다.

이상의 結果에서 저장시 酸敗로 인한 건조비지의 品質變化에 영향을 주는 脂肪의 含量을 기준으로 할 때 acetone으로 비지를 3회 세척한 후에는 脂肪의 감소가 완만하여 3회 세척이 효과적인 것으로 나타났으며, ethyl alcohol의 경우 2회 이상에서는 脂肪含量 감소에 큰 영향을 주지 않아 더 이상의 洗滌은 成分組成에 큰 效果가 없는 것으로 밝혀졌다. 이는 乾燥速度의 比較 結果와 合致되는 것이었으며 脂肪함량이 낮은 acetone 處理비지가 저장성에 더 유리할 것으로 믿어진다.

건조비지의 色相 비교

Acetone과 ethyl alcohol로 洗滌된 건조된 비지의

Table 1. Effect of number of solvent washings on chemical composition of dried soymilk residue

Solvent (residue:solvent)	Number of washings	Moisture (%)	Analysis(%)*			
			Protein**	Oil	Total sugar	Ash
Acetone (1:1.5)	1	4.9	32.1	16.4	19.5	3.2
	2	4.8	34.7	14.5	18.7	3.6
	3	5.5	39.2	1.7	22.1	4.1
	4	6.2	42.7	1.6	25.3	3.7
	5	5.6	44.4	0.8	27.6	4.0
Ethyl alcohol (1:1.5)	1	8.6	31.7	17.3	16.3	2.9
	2	6.0	35.8	13.0	19.5	2.8
	3	6.6	38.2	12.5	21.0	2.8
	4	7.0	42.4	12.0	22.9	2.7
	5	6.8	44.5	11.5	23.0	2.4
Freeze dried residue		4.3	31.4	21.4	16.5	4.1

*Moisture free basis

**Percent nitrogen X 5. 71

色相을 Hunter값으로 세척회수에 따라 비교한 값은 Table 2와 같다. 5회 세척후의 건조비지의 색상은 acetone의 경우 "L"값이 85.34로 ethyl alcohol의 것보다 높고 "a"와 "b"의 값도 그 절대값이 적어 一般적으로 acetone 處理區가 더 밝고 綠色이나 노란색이 약한 것으로 나타났다. 용매 처리회수에 따른 效果를 본다면 대체로 acetone 세척의 경우 용매회수가 증가할수록 밝기("L")는 증가하며 綠色("a"의 -값)과 黃色("b")이 減少함을 보였고 ethyl alcohol의 세척도 acetone과 같이 밝기는 증가하는 경향이었으나 오히려 綠色의 증가를 보여 주었다.

그리하여 모든 용매의 處理區는 溶媒處理를 하지 않은 것보다 밝기나 그 외의 색상이 향상됨을 보여 주었다. 한편, acetone 處理 비지는 3회까지의 용매처리로 색상의 향상이 현저하였으나 그 후는 크게 향상되지 않아 3회의 세척이 충분함을 나타냈으며 ethyl alcohol의 세척은 5회 處理 全 區間에 걸쳐 약간씩 向上되었음을 볼 수 있었다.

세척한 용매의 吸光度

콩우유 비지의 着色物質을 제거하는 능력을 비교하기 위하여 콩우유 비지에 1.5배의 용매로 세척하는 동안 各回數의 여과액을 취하여 吸光度를 측정하였다. 먼저 可視光線 범위의 最大 吸光波長을 정하기 위하여 용매별로 5회의 濾過液을 모두 모아 色상이 뚜렷이 보일 때까지 용매를 증발시킨 뒤 波長 300-700 nm의 범위에서 scanning한 결과, acetone 처리한 濾液은

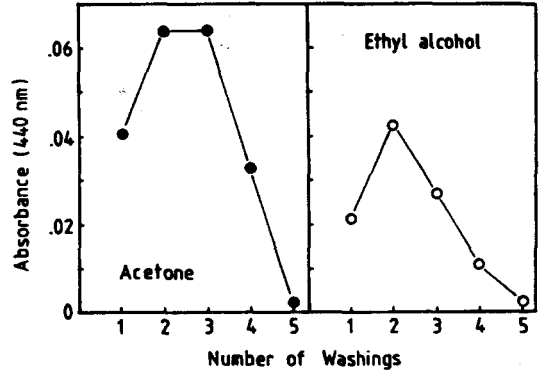


Fig. 2. Changes in absorbances of filtrates of solvents after washing soymilk residue at 440 nm

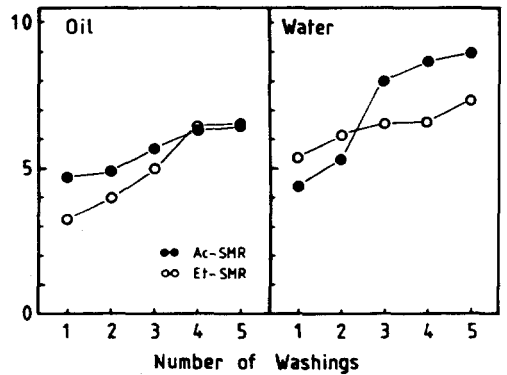


Fig. 3. Effect of number of washings of Ac-SMR and Et-SMR on oil absorption and water absorption characteristics

Table 2. Hunter color values of dried soymilk residue after treatments with solvents

Solvent (residue:solvent)	Number of washings	Hunter color values		
		"L"	"a"	"b"
Acetone (1:1.5)	1	78.20	-1.13	16.50
	2	79.96	-0.99	15.81
	3	84.62	-0.77	9.14
	4	84.34	-0.95	9.86
	5	85.34	-0.55	10.63
Ethyl alcohol (1:1.5)	1	79.10	-0.56	16.74
	2	80.31	-0.40	15.43
	3	81.91	-0.87	13.65
	4	81.75	-0.99	12.64
	5	82.08	-1.64	10.85
Freeze dried residue		79.59	-1.49	17.75

422 nm, 441 nm, 474 nm에서, ethyl alcohol의 濾液은 412 nm, 439 nm, 465 nm에서 頂點을 나타내었으며 最大 吸光波長은 acetone 처리시의 441 nm와 ethyl alcohol 처리시의 439 nm이었다. 이 두가지 용매의 濾液의 흡광도를 비교하기 위하여 파장 440 nm을 택하여 세척 회수별로 흡광도를 測定한 결과는 Fig. 2와 같다. Acetone 처리 濾液의 吸光度는 최대 0.06으로 ethyl alcohol의 최대 흡광도 0.04보다 높으며 일반적으로 1회의 洗滌보다 2-3회의 洗滌에서 吸光度가 높았으며 3번째 용매세척 이후 吸光度가 급격히 減少하며 추출될 수 있는 差色物質은 4회 洗滌까지 거의 다 제거됨을 볼 수 있었다.

수분과 기름의 吸水能力

콩우유 비지의 세척회수에 따른 건조비지의 水分과 기름의 吸收能力의 변화는 Fig. 3과 같다. 그림에서 acetone이나 ethyl alcohol의 세척회수가 증가하면서

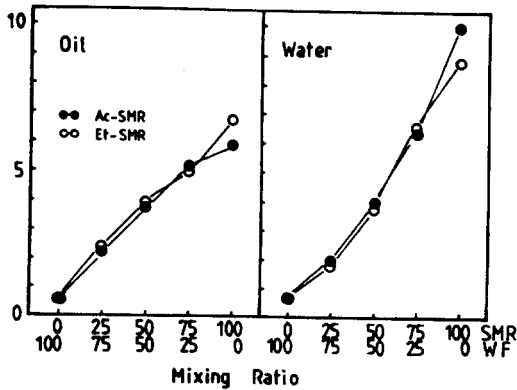


Fig. 4. Effect of mixing ratio of dried soymilk residue and wheat flour on oil absorption and water absorption characteristics

수분과 기름의 흡수 능력이 전반적으로 증가함을 보여 주었으며 acetone 처리는 水分의 吸收能力이, ethyl alcohol은 기름의 흡수능력이 현저하게 증가됨을 관찰할 수 있었다. 세척회수에 따른 이들 性質의 증가폭은 대개 3~4회 세척 후 완만해지는 경향을 보여 주었다.

한편, acetone 또는 ethyl alcohol로 5회 洗滌하여 乾燥된 건조 비지를 강력분과 혼합하였을 때 혼합비율이 水分과 기름의 吸收能力에 미치는 영향은 Fig. 4와 같다. 100% Ac-SMR의 수분과 기름의 吸收량은 각각 10.0 ml/g, 5.9 ml/g 이었고 Et-SMR은 각각 8.8 ml/g, 6.8 ml/g이었으며, 강력분의 수분 흡수량은 0.7 ml/g, 기름 흡수량은 0.6 ml/g이었다. 이들이 혼합될 때 乾燥된 콩우유 비지의 混合率이 증가하면서 水分과 기름의 吸收能力은 거의 직선적으로 증가함을 보여 주었다.

Fleming 등⁽¹⁴⁾과 Lin⁽¹⁵⁾은 大豆濃縮蛋白과 大豆分離蛋白의 水分 흡수능력 실험 결과 농축단백보다 분리단백의 水分 吸收량이 높다고 보고하면서 이는 蛋白質含量과 관련이 깊다고 하였다. 本實驗의 결과가 脫脂大豆 製品인 탈지 대두분, 대두농축단백 또는 대두분리단백의 수분과 기름의 흡수능력^(15,16) 보다 높은 능력을 보여 줌은 本實驗에서 행한 용매처리 시간이 짧아 단백질의 變性度가 낮았으며 용매처리에 의해 油脂와 脂質化合物이 추출되면서 비지에 多孔質 構造가 형성됨으로써 수분의 확산이 용이해진 것으로 사료된다. 또한 용매처리 회수의 증가에 따라 이들 성질이 향상되었음은 脂肪과 기타 疏水性 物質이 제거되어 상대적으로 吸收能力이 큰 蛋白質의 比率이 증가되었기 때문으로 생각된다.

요 약

콩우유 가공중 부산물로 생산되는 비지를 acetone과 ethanol로 세척한 뒤 저온에서 건조하였을 때 세척회수가 건조비지의 乾燥時間과 理化學的 性質에 미치는 영향을 조사하였으며 건조비지가 밀가루와 混合될 때 수분과 기름의 吸收能力의 변화를 측정하였다. 비지와 용매의 비율을 1:1.5로 하여 세척회수(1-5회)가 증가함에 따라 건조속도와 단백질 함량의 증가 그리고 지방과 총당의 감소가 있었으며 수분과 기름의 흡수능력도 증가하였다. 전반적으로 acetone은 3회, ethanol은 2회 세척후 이들 성질의 변화가 완만해 졌으며 acetone 세척이 ethanol보다 건조속도나 색상 그리고 지방함량의 감소에서 유리함이 밝혀 졌다. 한편, 건조 비지를 밀가루와 혼합할 때 비지의 혼합비율이 증가하면서 거의 직선적으로 수분과 기름의 흡수능력이 증가됨을 보여 주었다.

문 헌

1. Smith, A.K. and Circle, S.T.: *Soybeans: Chemistry and Technology*, AVI Publishing Co., Connecticut U.S.A. (1978)
2. Milner, M., Scrimshaw, N.S. and Wang, D.I.C.: *Protein Resources and Technology*, AVI Publishing Co., Connecticut U.S.A. (1978)
3. Lischenko, V.F.: *J. Am. Oil Chemist's Soc.*, **56**, 178 (1979)
4. 김우정: *식품과학*, **17**, 4 (1984)
5. Johnson, K.W. and Snyder, H.E.: *J. Food Sci.*, **43**, 349 (1978)
6. Johnson, L.A., Deyoe, C.W. and Hoover, W.J.: *J. Food Sci.*, **46**, 239 (1981)
7. Bourne, M.C., Clemente, M.G. and Banzon, J.: *J. Food Sci.*, **41**, 1204 (1976)
8. 정성수, 장호남, 박우영: *한국식품과학회지*, **10**(1), 1 (1978)
9. Hackler, L. R., Hand, D.B., Stein Kraus, K.H. and Vanburen, J.P.: *J. Nutr.*, **80**, 205 (1963)
10. 최상용: 고려대학교 대학원 석사학위논문 (1982)
11. 김우정, 김동희, 오훈일: *한국식품과학회지*, **16**, 261 (1984)
12. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, Assoc. Offic. Agr. Chem., Washington, D.C. (1970)
13. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers,

- P.A. and Smith, F.: *Anal. Chem.* **28**(1), 350 (1956) 368(1974)
14. Fleming, S.E., Sosulski, F.W., Kilara, A. and Humbert, E.S.: *J.Food Sci.*, **39**,188(1974)
15. Lin, M.J.Y. and Humbert, E.S.: *J.Food Sci.*, **39**,
16. Manak, L.J., Lawhon, J.T. and Lusas, E.W.: *J. Food Sci.*, **45**, 236(1980)
-
- (1985년 2월 5일 접수)