

Pectinase 처리가 감과실 알콜발효에 미치는 영향

정용진[†] · 김혁일 · 황 기 · 이오석* · 박난영**

계명대학교 식품가공학과

*계명대학교 전통미생물자원산업화센터

**대구보건대학 보건식품계열

Effects of Pectinase Treatment on Alcohol Fermentation of Persimmon

Yong-Jin Jeong[†], Hyuk-Il Kim, Key Whang, Oh-Seuk Lee* and Nan-Young Park**

Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

*Traditional Microorganism Resources Center, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

**Dept. of Health Food Science, Daegu Health College, Daegu 702-701, Korea

Abstract

This study was conducted to determine whether pectinase treatment would affect the process of alcohol fermentation with persimmon. The pectinase did not change pH and total acidity throughout the alcohol fermentation. However, the concentrations of reducing sugar were significantly lowered with the fermentation time, compared with controls. During the alcohol fermentation, the concentration of reducing sugar decreased rapidly up to 60 hours, unchanged from 60 to 72 hours, and then increased thereafter. The total alcohol concentrations of pectinase-treated groups were significantly higher than that of alcohol fermentation containing without pectinase. Among concentration 200 and 500 ppm had the most pronounced increase in the yield (%) of total alcohol (96%, respectively) and then, 300, 400 ppm and control in descending order. The contents of 5 major alcohols (acetaldehyde, methanol, n-propyl alcohol, iso-butyl alcohol and iso-amyl alcohol) were measured. Among alcohol constituents, acetaldehyde and methanol were detected to be the lowest at control and methanol the highest at 200 ppm. These observations indicated that pectinase treatment would increase the yield of total alcohol, whereas it also raised methanol production during persimmon alcohol fermentation.

Key words: persimmon, pectinase, alcohol fermentation, methanol

서 론

WTO체제의 출범으로 외국 농산물의 국내 범람으로 우리 농산물의 국제 경쟁력이 약화되고 있는 시점에서 고부가가치의 신제품 개발을 통한 신수요 창출이 요구되고 있다. 감과실은 크게 단감(*Diospyros kaki*, L.)과 뽕은감(*Diospyros kaki*, T.)으로 대별되며 다른 과실에 비하여 시비나 농약의 사용이 적고 기호성이 높아 생산과 소비가 매년 증가 추세에 있다(1). 단감은 기호도가 높아 대부분 생과로 애용되고 있으나 유통·저장 중에 연화현상과 환경요인에 따른 생리적 장애로 쉽게 품질이 저하되어 상품화가 불가능한 불량과가 많이 발생되며(2,3), 뽕은감의 경우도 탈삼 또는 연화 과정을 거쳐야 할 뿐만 아니라 기호적으로 단감에 비하여 선호도가 낮고 또 과잉생산에 따른 가격 폭락으로 일부가 수확도 되지 않은 상태로 나무에서 버려지는 등 많은 경제적 손실이 초래되고 있다(4-7). 감과실은 당질과 비타민 A, C가 풍부하여 대장의 수축과 분비액의 분비촉진 및 기침 등에 효과가 있다고 알려져 있으며(8-10), Kim 등

(11)은 감과실 성분에서 알콜대사에 관여하는 acetaldehyde dehydrogenase의 활성을 촉진하는 물질에 관하여 보고하였다. 감과실은 전세계적으로 상업적으로 크게 재배되고 있지 않은 우리나라 고유의 과실로 국제적 경쟁력이 매우 높을 것으로 기대되지만 현재까지 다른 과실에 비하여 그 이용성이 제한되어 왔다. 감과실을 이용한 가장 대표적인 가공식품으로는 꽃감, 연시, 수정과, 건과, 감분말, 감식초 등이 생산되고 있으며(3,6, 12), Jeong 등(4,13)은 알콜 및 초산발효 2단계로 구분하여 감식초의 대량생산 방법을 보고하였다. 또한 감과실의 알콜발효에 관한 연구로 Jeong 등(14)은 감과실에서 알콜발효력이 우수한 효모를 분리 동정하였으며, Minoru 등(12)은 식초 제조를 위한 알콜 발효조건, Jeong 등(15)의 알콜 발효시 펙틴분해효소 처리에 관한 보고 등이 있으나 증류주 제조를 위한 감과실 알콜발효에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 감과실을 알콜발효 후 증류 숙성시킨 증류주는 국내외적으로 개발되지 않고 있으며 감과실을 이용한 주류의 개발은 프랑스의 코냑지방과 같은 독특한 지역특산물화 및 국제적인 관광상품화가 가능할 것으

[†]Corresponding author. E-mail: yjjeong@kmu.ac.kr
Phone: 82-53-580-5557. Fax: 82-53-580-5162

로 기대된다. 그러나 국내 주세법 규정에 증류주 및 브랜드의 methanol 함량 1,000 ppm 이하 규정(16), 감과실 고유의 탄닌 성분에 따른 알콜발효 저해(14), 저장 또는 살균과정에서 색상의 변질, 짙은맛 생성 및 과육 pectin 물질에서 유래되는 methanol 생성 등(15,17)의 어려움이 있어서 많은 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 경북 청도군의 특산물인 씨 없는 감과실의 효율적 활용 방안으로 증류주 또는 브랜드 개발의 일부로 감과실 알콜발효 과정에서 pectinase 처리에 따른 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 감은 2000년 11월 경북 청도군 일대에서 생산된 완숙된 붉은감(*Diospyros kaki*, T.)을 30°C에서 보관하면서 시료로 사용하였다(13).

담금 방법

감과실을 blender 믹서로 파쇄 후 설탕으로 20°Brix까지 보당하여 각각 500 g씩을 2 L 삼각플라스크에 넣고 35,000 µ/g의 pectinase(Kyowa Co., Japan)를 각각 무처리, 200, 300, 400 및 500 ppm을 처리한 구간으로 구분하였다. 그리고 상온에서 간헐적으로 교반하면서 1시간 방치 후 Jeong 등(13)의 방법으로 주모 5%(v/v)를 첨증하여 30°C에서 72시간 정치배양하면서 각각 분석하였다.

pH 및 총산

pH는 pH meter(Metrohm 691, Swiss)를 사용하여 측정하였으며, 총산은 0.1 N NaOH 용액으로 중화 적정하여 초산으로 환산하였다(18).

환원당 및 가용성 고형분 측정

환원당 정량은 DNS법(18)으로 측정하였다. 즉, 회색한 시료 용액 1 mL에 DNS용액 1 mL 가하여 끓는 수조에서 10분간 가열한 후 급냉하고 증류수 3 mL을 첨가하여 UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Japan) 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 당의 정량은 glucose를 표준품으로 사용하여 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다. 가용성 고형분은 식품공전에 준하여 3회 반복 측정하여 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다. 즉, 시험용액 50 mL를 항량을 구한 수기에 취하여 105°C에서 증발 건조시켜 그 무게를 측정하였으며, 원료량(건물량)에 대한 백분율로써 고형분 수율(%)을 구하였다(19).

알콜성분 분석 및 알콜함량

알콜성분 분석은 국세청기술연구소 주류분석규정(16)에 따라 gas chromatography(HP 6890, Waters Co., USA)로 분석하였으며, 표준물질로 무수 알콜(99.9%)을 사용하여 각각의 알콜성분을 일정량(0~200 ppm) 첨가하여 작성한 표준곡선을

이용하여 정량하였다. 이때 GC의 분석조건은 fused capillary column(30 m×0.25 mm×0.25 µm)를 사용하였고 detector는 FID를 사용하였고, injector temperature는 200°C, detector temperature는 230°C, carrier gas는 N₂(60 mL/min)를 사용하였다. 알콜함량은 술덧 100 mL와 증류수 20 mL 증류수 250 mL를 증류 삼각플라스크에 넣고 상압증류시켜 증류액 70 mL를 받아 주정계로 측정하여 Gay-Lussac표에 의해 보정하였다.

알콜수율

알콜수율은 국세청기술연구소 주류분석규정(16)에 따라 계산하여 생성된 알콜함량을 백분율로 표기하였다.

결과 및 고찰

pH 및 총산의 변화

감과실의 알콜발효 과정에서 pectinase 처리에 따른 pH의 변화는 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 모든 구간에서 발효시간이 경과함에 따라 약간씩 감소하는 경향이였다. Pectinase 처리구들은 무처리구에 비하여 조금 낮게 나타났다. 알콜발효 과정에서 총산의 변화(Fig. 2)는 초기에 0.20~0.25로 발효시간의 경과에 따라 전반적으로 약간씩 증가하였으며 24시간째에 약간 증가하는 경향이였으나 전반적으로 크게 증가하지 않았다. 발효 24시간째에 pectinase 무처리구가 처리구들보다 총산이 비교적 높게 나타났으며, 24시간째를 제외하고는 pectinase 처리구들에서 비교적 높게 나타났다. 그러나 pectinase 농도에 따른 유의적 큰 차이는 나타나지 않았다. 이상의 결과는 Jeong 등(15)이 감과실 펄프에 pectinase 처리 후 알콜발효 과정에서 나타난 pectinase 처리에 따른 영향은 크게 없었다는 보고와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 알콜발효과정에서 총산의 증가와 pH의 감소는 오염균에 의한 산패현상으로 알콜 수율의 감소와 이취의 원인이 된다. Jeong 등(13)은 감과실 알콜발효 과정에서 총산 0.78 이하가 최적 범위라는 결과와 본 실험에서 나타난 총산 범위는 유사하였다.

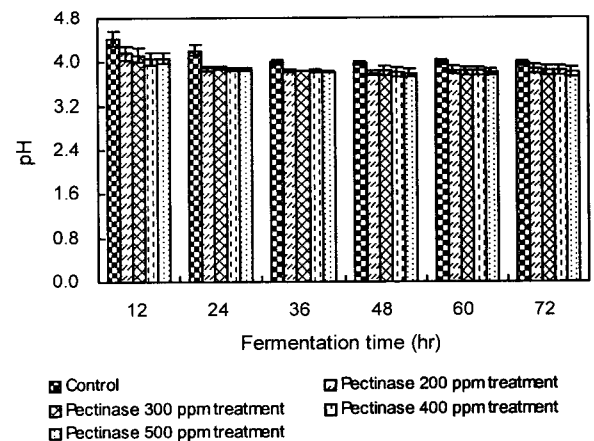


Fig. 1. Changes of pH by various concentration pectinase treatments.

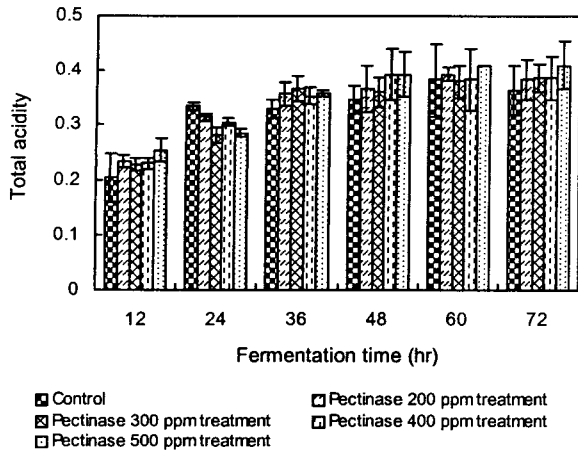


Fig. 2. Changes of total acidity by various concentration pectinase treatments.

환원당 및 가용성 고형분의 변화

감과실의 알콜발효과정에서 환원당의 변화는 Fig. 3에서와 같이 발효초기 12시간째에 14.2%~13.0%이었으나, 발효기간이 경과됨에 따라 모든 실험구간에서 급속히 감소하여 60시간 부터는 변화가 없었으며, 72시간째에는 pectinase 처리구들이 약간 높게 나타났다. 발효시간이 경과함에 따라 효모의 증식에 따른 당이 급속히 소모되었으며 이는 Jeong 등(15)의 경우와 유사하였다.

또한 가용성 고형분(Fig. 4)은 발효기간이 경과함에 따라 감소하여 60시간 이후부터는 큰 변화가 나타나지 않았으며, 발효기간 12시간째를 제외하고는 무처리구의 가용성 고형분의 함량이 높게 나타났다.

알콜함량의 변화 및 알콜성분

Pectinase 처리에 따른 알콜함량의 변화는 Fig. 5에서와 같이 모든 구간에서 발효시간이 경과됨에 따라 증가하여 60시간째에 가장 높은 경향이었으며 무처리구에 비하여 pectinase 처리구의 알콜함량이 높게 나타났으며 200, 300 ppm 처리구가 가장 높았다. 알콜 발효 중 알콜성분을 분석한 결과 Table 1과

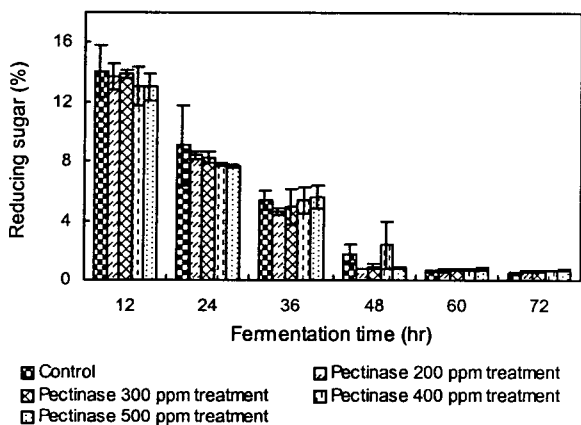


Fig. 3. Change of reducing sugar by various concentration pectinase treatments.

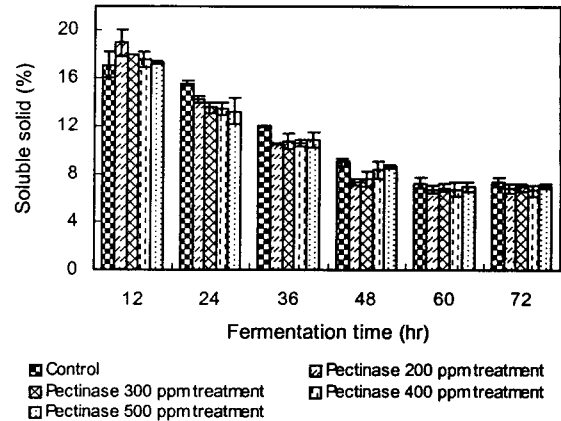


Fig. 4. Changes of soluble solid by various concentration pectinase treatments.

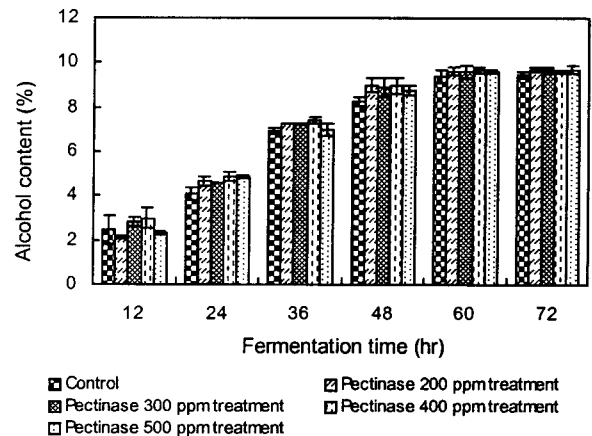


Fig. 5. Changes of alcohol contents by various concentration pectinase treatments.

같이 주요 알콜성분은 acetaldehyde, methanol, *n*-propylalcohol, *iso*-butylalcohol 및 *iso*-amylalcohol 5종이 분석되었다. Acetaldehyde 및 methanol 함량은 무처리구가 가장 낮았으며 pectinase 처리구간이 높게 나타났으며 200 ppm 처리구에서 methanol의 함량이 가장 높았다. 그러나 *n*-propylalcohol, *iso*-butylalcohol 및 *iso*-amylalcohol은 pectinase 처리 및 농도에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다. Methanol의 함량은 감과실의 pectin이 pectinase에 의해 분해되어 생성되는 것으로(17) 증류과정에서 그 함량의 증가는 주세법 규정(16)에 따른 주류의 규격에 문제점이 발생될 수 있을 것으로 생각된다. 또한 *n*-propylalcohol, *iso*-butylalcohol, *iso*-amylalcohol 등은 fusel oil로 술덧 중 0.5%~1% 정도 함유된 전분과 아미노산으로부터 알콜 발효시 효모에 의한 탈아미노 반응과 동시에 탈카복시 반응에 의해 생성되는 aldehyde가 환원되어 생성되어 주류의 품질에 중요한 요인(17)이 되므로 본 연구에서도 보다 체계적인 연구가 요망되었다.

알콜 발효 수율

감과실을 blender 믹서로 파쇄 후 설탕으로 20°Brix까지 각

Table 1. Comparison of alcohol components after 72 hr fermentation by pectinase concentration treatments (ppm)

Pectinase concentration	Acetaldehyde	Methanol	n-propanol	Iso-butanol	Iso-amylalcohol
Control ¹⁾	38.22±1.83 ²⁾	649.00± 3.61	21.27±0.89	36.18±1.99	405.25±24.47
200 ppm	42.10±4.18	1369.40±13.83	21.93±0.34	37.31±1.28	410.21±13.49
300 ppm	41.20±1.35	1238.70±12.73	21.16±1.01	36.17±1.38	403.79±16.43
400 ppm	40.94±4.22	1184.80±18.88	21.57±0.25	36.06±0.68	403.88± 3.01
500 ppm	39.17±2.07	1132.50± 2.88	21.28±0.53	34.39±1.33	399.36±15.91

¹⁾Control: no pectinase treatment.

²⁾Mean of triplicates±standard deviation.

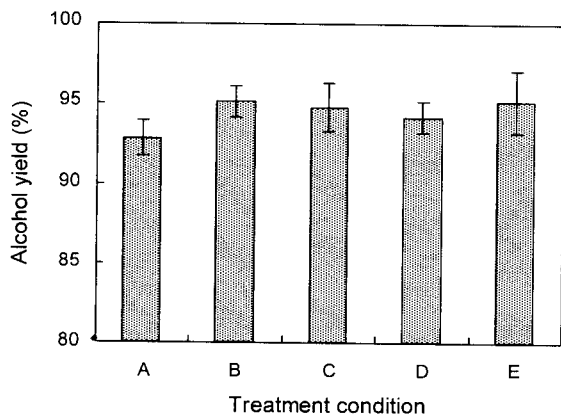


Fig. 6. Comparison of alcohol yield after 60 hr fermentation by various concentration pectinase treatments.

A: Control, B: Pectinase 200 ppm treatment, C: Pectinase 300 ppm treatment, D: Pectinase 400 ppm treatment, E: Pectinase 500 ppm treatment.

각 보당하여 pectinase 처리에 따른 60시간째의 감과실 알콜발효 수율은 이론적 알콜 수율에 대한 생성된 알콜 함량을 백분율 나타내어 비교한 결과 Fig. 6에서와 같이 200 및 500 ppm의 농도로 pectinase를 처리한 구에서 알콜수율이 96%로 가장 높게 나타났으며, 무처리구 93%에 비교하여 높게 나타났다. 알콜발효 수율은 200, 500, 300, 400 ppm 및 무처리구 순으로 나타났다. 이상의 결과는 Jeong 등(15)의 결과와 유사하였으며 이는 감과실 구성 pectin 성분이 분해되어 효모의 당 이용성이 높았던 것으로 생각된다.

요 약

감과실의 효율적 활용을 위하여 알콜발효과정에서 pectinase 처리에 따른 성분 변화를 조사하였다. pH 및 총산의 변화는 모든 구간에서 크게 나타나지 않았으며 pectinase 처리에 따른 영향은 없었다. 환원당 함량의 변화는 실험구간 모두 발효시간 12시간 이후 급격히 감소하여 60시간부터는 변화가 없었으며 72시간에서는 pectinase 처리 구간이 약간 높게 나타났다. 알콜 함량의 변화는 무처리구보다 pectinase 처리구들이 높게 나타나는 경향이었으나 농도에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다. 알콜발효수율은 200, 500 ppm 처리구가 96%로 가장 높았으며 다음은 300, 400 ppm 및 무처리구 순서로 높게 나타났

다. 알콜발효과정에서 주요 알콜성분은 acetaldehyde, methanol, ethanol, n-propylalcohol, iso-butylalcohol 및 iso-amylalcohol 5종이 분석되었다. Acetaldehyde 및 methanol 함량은 무처리구가 가장 낮았으며 methanol의 함량은 200 ppm 처리구가 가장 높았으나 pectinase 처리 및 농도에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다. 이상의 결과 감과실 알콜발효과정에서 pectinase 처리는 알콜수율 증가 등에는 효과적이었으나 methanol 함량은 증가시키는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 경북 청도군 (주) Kaki Farm의 연구비 지원에 의한 연구 결과의 일부로 이에 감사 드립니다.

문 헌

1. 농림수산부. 2001. 농림수산물통계연보
2. Hong JH, Lee GM, Hur SH. 1996. Production of vinegar using deteriorated deastringent persimmons during low temperature storage. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 123-1128.
3. Jeong YJ, Shin SR, Kang MJ, Seo CH, Won CY, Kim KS. 1996. Preparation and quality evaluation of the quick fermented persimmon vinegar using deteriorated sweet persimmon. *J East Asian Dietary Life* 6: 221-227.
4. Jeong YJ, Seo KI, Lee GD, Youn KS, Kang MJ, Kim KS. 1998. Monitoring for the fermentation conditions of sweet persimmon vinegar using response surface methodology. *J East Asian Dietary Life* 8: 57-65.
5. Sohn TH, Seong JH. 1981. Studies on the mechanism of non-astringin production of tannin in persimmon. *J Food Sci Technol* 13: 261-266.
6. 원예연구소 보고서. 1994. 감 선도유지저장 및 가공이용 확대방안 연구. 농촌진흥청, 제 3차년도 완결보고서.
7. Kim MK, Kim MJ, Kim SY, Jung DS, Jeong YJ, Kim SD. 1994. Quality of persimmon vinegar fermented by complex fermentation method. *J East Asian Dietary Life* 4: 39-44.
8. Nakabayashi T. 1968. Studies on tannins of fruits and vegetables, Part IV. Deproteinizing activity of tannins. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 15: 502-507.
9. Ishii Y, Yamanishi T. 1982. The changes of soluble tannin and free sugars of astringent persimmon in the process of sun drying. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 29: 720-726.
10. Kim SD, Park NS, Kang MS. 1996. Softening related changes in cell wall polysaccharides of persimmon. *Korean J Food Sci Technol* 18: 158-167
11. Kim SG, Lee YC, Suh KG, Choi HS. 2001. Acetaldehyde dehydrogenase activator from persimmon and its processed

- foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 954-958.
12. Minoru N, Hideyuki N, Kaoru M, Ichiji Y, Shohei A. 1987. Changes in the composition of persimmon vinegar induced by *Acetobacter sp.* isolated from 'Sanja' persimmon fruits during the fermentation. *Nippon shokuhin Kogyo Gakkaishi* 34: 818-821.
 13. Jeong YJ, Lee GD, Kim KS. 1998. Optimization for the fermentation condition of persimmon vinegar using response surface methodology. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1203-1208.
 14. Jeong YJ, Seo KI, Shin SR, Seo CH, Kang MJ, Kim KS. 1997. Yeast isolate for alcohol fermentation of persimmon fruits. *J East Asian Dietary Life* 7: 538-544.
 15. Jeong ST, Kim JG, Chang HS, Kim YB, Choi JU. 1996. Effect of pectin degradation enzyme during alcohol fermentation of persimmon pulp for persimmon vinegar preparation. *Kor J Post-Harvest Sci Technol Agri Product* 3: 179-185.
 16. 국세청 기술 연구소. 1999. 주류 분석 규정. Vol 6, p 65-67.
 17. Nam KD. 2000. The important of processes for efficient production of alcohol. *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 13: 57-59.
 18. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. p 148.
 19. 한국식품공업협회. 2000. 식품공전. p 448-450.

(2002년 4월 27일 접수; 2002년 7월 24일 채택)