

저장 사과로부터 착즙한 쥬스의 pH 조절에 의한 청징

김동만 · 이세은 · 김길환

한국식품개발연구원, 식품공학연구소

Clarification of the Juice Extracted from Stored Apples by pH Adjustment

Dong-Man Kim, Sei-En Lee and Kil-Hwan Kim

Food Science and Technology Lab.

Korea Food Research Institute, Seoul, Korea

Abstract

Clarification of the juice extracted from stored Fuji apples was studied with pectolytic enzyme and pH control, separately and in combinations. In the separated treatment, the clarity of the juice was increased with the treated enzyme amount. The juice adjusted pH to 3.5 with malic acid had the highest clarity in pH range from 3.5 to 5.0, but this juice was not acceptable because of high acidity. In combination of the two treatment, the clarity of the juice treated with the enzyme at pH 4.0 was higher than that of the juice without the enzyme, and the juice with high transmittance of about 92% could be obtained at the pH by addition with one-third amount of enzyme which was used for clarification of the juice extracted from the fresh apples at harvesting season.

Key words: apple juice, clarification, pH control

서 론

국내의 과실 총생산량은 약 145만여톤⁽¹⁾으로 이중 36% 이상을 사과가 점하고 있다. 이와 같이 대량생산 되고 있는 사과는 생산량의 2.5% 정도가 가공용으로 이용되고⁽²⁾ 나머지는 생과로 소비되고 있는데 생과로서의 소비 수요도 한정되어 있어 생산된 사과를 효율적으로 이용하기 위해서는 적절한 가공 방안의 모색이 필요로 되고 있다.

사과의 가공방법중 대표적인 것으로는 쥬스류의 제조로 청징쥬스와 혼탁쥬스가 있는데 청징쥬스는 농축쥬스의 제조 및 이 이외의 가공제품 제조시 원료로 사용할 수 있어 혼탁쥬스에 비해 그 활용도가 넓다⁽³⁾. 청징쥬스를 제조하기 위해서는 착즙 후 쥬스에 함유된 혼탁 부유물질의 제거가 필수적인데 이를 위하여 효소처리에 의한 청징방법이 주로 연구되었고⁽⁴⁻⁹⁾, 한외여과법 등을 포함한 비효소적인 청징방법⁽¹⁰⁻¹⁴⁾도 시도되고 있다.

쥬스의 혼탁에 관여하는 주된 물질은 펙틴과 이에 결합된 소량의 단백질^(15,16)로 저장 사과의 경우 사과 자체에

함유된 펙틴물질의 분해에 관련된 효소들이 저장기간 동안 작용하여 펙틴물질의 구조가 변화^(17,18)됨에 따라 수확 직후 사과의 경우에 비하여 착즙쥬스의 청징이 용이하지 않다^(19,20). 이러한 펙틴의 용해도는 그 자체의 화학적 구조 및 용액의 pH와 밀접한 관계가 있는 것으로 보고⁽²¹⁾되어 있는데 펙틴의 용해도 특성을 이용한 쥬스의 청징에 관한 연구는 미흡한 실정에 있다.

이에 본 연구에서는 국내 사과 생산량에 큰 비중을 점하고 있어 수확즉시 소요될 전량을 가공처리 하기가 어려운 후지사과를 저장한 후 청징쥬스의 가공용 원료로 사용시 청징을 위하여 비효소적 방법인 착즙쥬스의 pH 조절 방법을 시도하였고 이 효과를 펙틴 분해효소 처리방법과 비교하였던 바 그 결과를 보고한다.

재료 및 실험방법

시료

쥬스 착즙용 사과는 후기 품종으로 수확 직후인 10월 하순 및 4°C에서 5개월 저장한 후 쥬스 제조에 사용하였다.

Corresponding author: Dong-Man Kim, Food Science and Technology Lab. Korea Food Research Institute, Cheongryang, Seoul, Korea 131-650

주스의 착즙

선별된 건전과의 과피를 수세하여 씨방 부위를 제거하고 chopper 로 파쇄한 후 면으로 만든 여과포에 담아 유압식 압착기로 착즙하였다.

주스의 청징

pH 조절에 의한 청징 : 저장한 사과로부터 착즙한 주스를 일정량씩 취한 후 pH가 각각 3.5~5.0이 되도록 시약용(Sigma Chemical Co., U.S.A.) 말산과 제2인산 나트륨을 사용하여 조절하였다.

효소에 의한 청징

정제된 펙틴 분해효소(Ultrazym 100G, 5,000 FD U/g, Swiss Ferment Co., Switserland)를 수확 직후 착즙한 주스에는 $5 \times 10^{-4} \sim 5 \times 10^{-3} \%$ (w/v), 저장한 사과에서 착즙한 주스에는 $1 \times 10^{-3} \sim 7 \times 10^{-3} \%$ (w/v)씩 각각 가하여 30초간 교반후 50°C의 물 중탕에서 2시간 동안 정착시켰고 반응 종료후 4°C에서 12시간 방냉시켰다.

pH 조절 및 효소의 병행처리에 의한 청징

저장 사과에서 착즙한 주스의 pH를 3.5~5.0이 되도록 각각 조절한 후 일정량($3 \times 10^{-3} \%$, w/v)의 펙틴 분해효소를 처리한 구와, 착즙주스의 pH를 4.0이 되도록 일정하게 조절한 후 펙틴 분해효소의 양을 주스의 $1 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^{-3} \%$ (w/v)씩 각각 가한 구로 나누어 반응시킨 후 방냉시켰다.

주스의 청징도 조사

각 처리구의 주스를 상온에서 여과(Toyo No. 2 filter paper) 및 원심분리(5,000 x g, Sorval SS-3, DuPont Instruments, U.S.A.)한 후 일정량씩 취하여 660nm에서 광투과도를 비교⁽²²⁾ 하였다.

pH 측정 및 펙틴 함량의 분석

수확 직후 및 저장한 사과로부터 착즙한 주스의 pH를 pH 메타(Fisher, Model 750, Fisher Sci., U.S.A.)를 이용하여 20°C에서 측정하였고, 원료사과 및 착즙주스에 함유된 총 펙틴 및 수용성 펙틴의 함량은 McComb 등⁽²³⁾의 방법에 준하여 분석하였다.

pH 조절방법에 의해 청징된 주스의 기호도 조사

14명의 실험실원에게 pH만을 조절하여 청징시킨 주

Table 1. Total and water soluble pectin contents of fresh and stored Fuji apples and the crude juices

	Apple, g/100g		Juice, g/100ml	
	Fresh	Stored	Fresh	Stored
Total pectin	1.08	0.76	0.03	0.10
Water soluble pectin	0.04	0.13		

스의 기호도를 산미를 위주로 하여 9점의 hedonic scale에 의해 관능적으로 평가케 한 후 그 결과를 Duncan의 multiple range test 방법⁽²⁴⁾에 따라 통계처리 하였다.

결과 및 고찰

원료사과 및 착즙주스의 펙틴함량

착즙용 원료로 사용한 사과 및 착즙주스에 함유된 펙틴의 함량을 조사하였던 바 그 결과를 Table 1에 나타내었다.

수확 직후의 사과에 함유된 총 펙틴 함량은 1.08% 이었으며, 수용성 펙틴은 총 펙틴 함량의 3.7%를 점하였다. 또한 4°C의 저장고에서 5개월간 저장한 사과의 경우 총 펙틴 함량은 0.76%로 수확 초기에 비하여 29.6% 정도 감소되었으나 수용성 펙틴의 함량은 증가되어 총 펙틴에 대한 비율은 17.1% 이었다. 한편, 이들 사과로부터 착즙한 주스에 함유된 펙틴의 함량은 수확 직후 착즙하였을 경우 0.03% 이었으나 저장한 사과로부터 착즙한 주스에는 이 보다 약 3.3배 많은 0.10%가 함유되어 있는 것으로 나타났다.

효소처리에 의한 사과주스의 청징

펙틴 분해효소를 사용하여 저장 사과로부터 착즙한 주스의 청징시 효소 처리량에 따른 청징도 변화를 수확 직후의 경우에 관련지어 비교하였던 바 그 결과는 Fig. 1과 같다.

수확 직후 착즙한 주스의 광투과도는 효소 처리량이 증가됨에 따라 향상되었는데 착즙주스량의 $3 \times 10^{-3} \%$ 되게 효소를 처리한 후 여과만 하였던 주스의 광투과도는 92.1%를 나타냈으며 효소를 이 이상으로 처리시 광투과도는 매우 완만하게 변화하였다. 한편 동일량의 효소를 저장 사과로부터 착즙한 주스에 처리하였을 때 광투과도는 수확 직후에 비하여 훨씬 낮게 나타났는데 착즙주스에 효소를 $3 \times 10^{-3} \%$ 처리 후 원심분리한 주스의 광투과도는

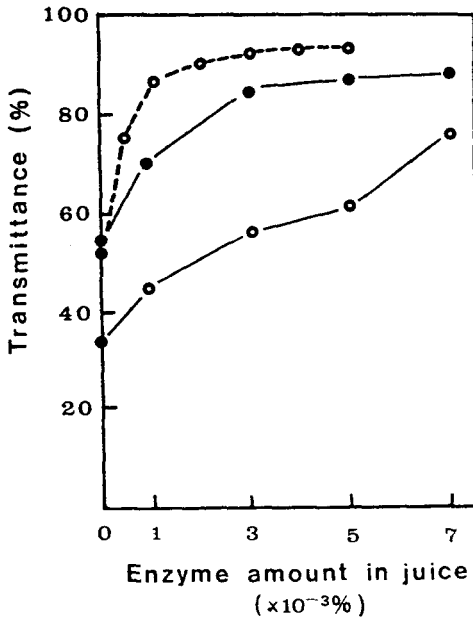


Fig. 1. Changes in light transmittance of the juice extracted from the fresh and the stored apples by treatment of different amounts of the pectolytic enzyme. ○-○-○: light transmittance of the enzyme-treated and filtered juice after extraction from the fresh apples. ○-○-○: light transmittance of the enzyme-treated and filtered juice after extraction from the stored apples. ●-●-●: light transmittance of the enzyme-treated and centrifuged juice after extraction from the stored apples.

86.3% 이었고 여과한 주스의 경우는 57.1% 이었다. 또한 효소 처리량을 $7 \times 10^{-3}\%$ 로 증가시켰을 때에도 주스의 광투과도는 수확 직후 효소를 $3 \times 10^{-3}\%$ 처리하였던 주스의 광투과도에는 훨씬 미치지 못하였다. 한편 착즙주스에 동일량의 효소를 처리하여 원심분리한 주스의 광투과도가 여과하였을 때에 비하여 전반적으로 높은 값을 보였는데 이는 여과지를 통과할 만큼 작은 펙틴 분해물질이 원심분리에 의해 용이하게 침전, 제거되었기 때문인 것으로 사료된다.

pH 조절에 의한 사과주스의 청징

저장후 착즙한 사과주스의 pH는 4.42로 수확 직후 착즙한 주스 보다 약 0.20 정도 높은 값을 보였는데 주스의 청징에 관련된 펙틴 물질의 용해도는 pH에 큰 영향을 받는 것으로 보고되어 있다⁽²¹⁾.

Fig. 2는 저장 사과로부터 착즙한 주스의 pH만을 조절하여 여과 및 원심분리 하였을 때의 광투과도 변화를

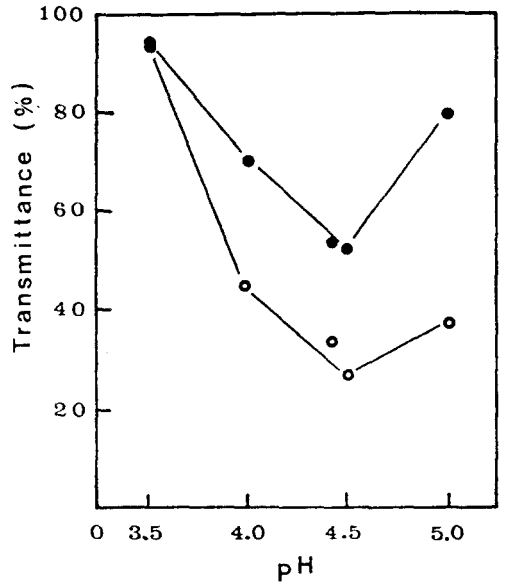


Fig. 2. Changes in light transmittance of the juice extracted from the stored apples by pH control. ○-○-○: light transmittance of the filtered juice after pH control. ●-●-●: light transmittance of the centrifuged juice after pH control.

나타낸 결과로 이 pH 범위에서는 주스의 pH를 착즙시에 비하여 낮게 조절함에 따라 광투과도가 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 주스의 pH를 3.5로 낮추어 여과 및 원심분리한 주스의 광투과도는 각각 92.9%, 93.8%로 수확 직후 착즙한 주스에 펙틴 분해효소를 $3 \times 10^{-3}\%$ 처리하였을 때의 결과 보다도 약간 높은 수준이었다. 또한 착즙 주스의 pH를 4.0으로 조절한 후 여과 및 원심분리 하였을 때 광투과도는 착즙 직후 주스의 광투과도에 비하여 12.5-18.3% 정도 높은 값을 보였다. 한편 착즙주스의 pH를 원래 값보다 높은 4.5가 되게 조절하였을 때의 광투과도는 pH 조절구중 가장 낮은 값을 보였으며 pH를 이 보다 높게 조절하였을 때는 광투과도가 다시 증가하는 현상을 보였다. 주스의 pH를 착즙 직후의 값보다 낮게 조절하였을 때 주스의 청징도가 향상되었던 원인으로는 착즙주스에 함유된 펙틴을 비롯한 음전하를 띠는 콜로이드 물질의 중성화도가 pH를 저하시킴에 따라 증가⁽²⁵⁾되었고 이로 인하여 이 물질들이 제거가 용이하도록 상호간에 응집되었기 때문인 것으로 사료된다. 이 이외의 원인으로는 착즙주스에 함유되었던 원료사과 자체의 펙틴 분해관련 효소들의 활성이 착즙주스의 pH가 낮아짐에 따

Table 2. Panel sensory acidities of the pH adjusted juice after extraction from stored Fuji apples

	Just after extract	pH adjusted to			
		3.5	4.0	4.5	5.0
Acceptability	6.8 ^b	2.9 ^d	8.3 ^a	5.4 ^c	5.1 ^c

The values are presnet by 9 point hedonic scale. As the values increases the degree of acceptability increases. Means by the same letter are not significantly different in Duncan's multiple range test at $P > 0.05$.

라 높아졌기 때문인 것으로도 추측되어진다.

pH 조절 및 효소의 병행처리에 의한 주스의 청징

저장 사과로부터 착즙한 주스를 pH 조절방법만으로 청징시킬 경우 주스의 광투과도(pH 3.5)는 수확 직후 착즙한 주스에 효소를 $3 \times 10^{-3}\%$ 처리하였을 경우 보다도 다소 높은 값을 얻을 수 있었지만 Table 2에서와 같이 강한 산미로 인하여 기호도는 매우 낮은 것으로 나타났다. 한편 착즙주스의 pH 만을 4.0으로 조절하여 청징시켰을 때 주스의 기호도는 착즙 직후의 주스에 비하여 높게 나타났지만 청징도가 pH 를 3.5로 조절하였던 주스에 비하여 낮은 것이 결점으로 나타났다.

그러나 이를 해결하기 위하여 이 주스에 효소를 병행처리($3 \times 10^{-3}\%$)하였을 때에는 Fig. 3에서와 같이 광투과도가 급격히 증가하여 pH 만을 3.5로 조절하여 청징시켰던 주스와 유사한 값을 보였다.

Fig. 4는 착즙주스의 pH 를 4.0으로 고정한 후 효소 처리량에 따른 주스의 청징도를 비교한 결과이다. 착즙한 주스를 pH 만 4.0이 되게 조절하여 여과 및 원심분리 하였을 때의 광투과도는 각각 46.5%와 72.3% 이었으나 이에 펙틴 분해효소를 $1 \times 10^{-3}\%$ 만 가하여 청징시켰을 때 광투과도는 급속히 증가하여 효소처리 후 원심분리시 93.4%, 여과시에는 이보다 약간 낮은 92.8%를 나타내었다. 한편 이 조건하에서 펙틴 분해효소를 $2 \times 10^{-3}\%$ 이상 처리 후 원심분리한 주스의 광투과도는 효소를 $1 \times 10^{-3}\%$ 처리하였을 때와 차이를 보이지 않았으나 효소처리 후 여과한 주스의 경우 그 값이 다소 증가하여 원심분리한 주스의 광투과도와 유사한 값을 보였다.

요 약

저장 후지 사과로부터 착즙한 주스를 pH 조절방법을 이용하여 청징시 그 효과를 펙틴 분해효소 처리방법과 비

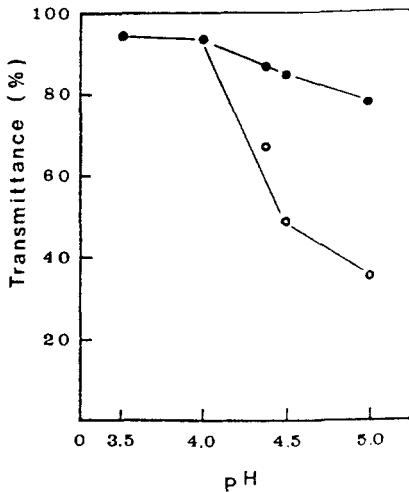


Fig. 3. Changes in light transmittance of the juice extracted from the stored apples by treatments of constant amount($3 \times 10^{-3}\%$) of the pectolytic enzyme at pH range from 3.5 to 5.0.

○—○: light transmittance of the filtered juice after treatments.
●—●: light transmittance of the centrifuged juice after treatments.

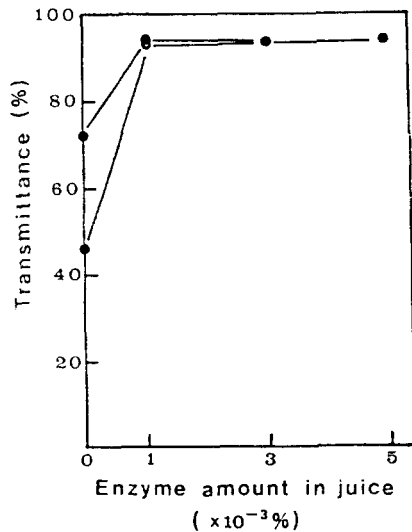


Fig. 4. Changes in light trasmittance of the juice extracted from the stored apples by treatment of different amounts of the peftolytic enzyme at pH 4.0.

○—○: light transmittance of the filtered juice after treatments.
●—●: light transmittance of the centrifuged juice after treatments.

교하였다.

착즙주스를 펙틴 분해효소 처리에 의하여 청징시켰을 때 청징도는 효소의 양이 증가할 수록 높은 값을 보였지만 수확 직후 착즙하여 동량의 효소를 처리하였던 주스의 청징도에는 미치지 못하였다. 착즙주스를 pH 만 조절하여 청징시켰을 때 pH를 3.5로 조절한 주스의 청징도는 적정 효소처리시의 경우에 비하여서도 다소 높은 값을 보였으나 기호도 측면에서 바람직하지 않은 것으로 나타났다. 한편 이 두가지 청징방법을 병행하여 주스를 청징시켰을 때 착즙주스의 pH를 4.0으로 조절한 후 효소량을 수확 직후 착즙주스의 경우에 비하여 1/3인 $1 \times 10^{-3}\%$ (w/v)만 처리하여도 광투과도는 92% 이상을 나타내었다.

문 헌

1. 한국농촌경제연구원 : 1986년도 식품수급표, 농촌경제연구원(1987)
2. 농업협동조합 : 1986년도 농협통계, 농업협동조합(1987)
3. Pintauro, N.D. : *Food Processing Enzymes, Recent Developments*, Noyes Data Corporation, New Jersey, p.299(1979)
4. Jepsen, O.M., Funch, F.H. and Ballan, A. : Hot clarification of apple juice-Sensory and analytical evaluation of quality, *Flüssiges Obst*, **48**, 40(1981)
5. Postel, W., Zeigler, L. and Adam, L. : Large-Scale production of apple juice by pressing and extraction of press residues with a belt extractor, *Flüssiges Obst*, **49**, 547(1982)
6. Anon : New enzyme combination permits hot clarification of apple juice, *Food Engineering*, **55**, 38(1983)
7. McLellan, M.R., Kime, R.W. and Lind, L.R. : Apple juice clarification with the use of honey and pectinase, *J. Food Sci.*, **50**, 206(1985)
8. 김창식·서정원 : 대구 능금의 가공에 관한 연구, 경북대학교 논문집(자연계), **7**, 59(1963)
9. 김상순 : 사과즙의 효소적 청징에 관한 연구, 숙명여자대학교 논문집, **9**, 203(1969)
10. Jones, H., Jones, N. and Swientek, R.J. : Plate and frame filter clarify apple juice, *Food Processing U.S.A.*, **44**, 104(1983)
11. Short, J.L. : Juice clarification by ultrafiltration. *Process Biochemistry*, **18**, Vi(1983)
12. Görtges, S. : Influence of raw material on clarification and stabilization of apple juice, *Flüssiges Obst*, **47**, 16(1980)
13. Verniers, C. and Vrignaud, Y. : Clarification of apple juice and the like with recovery of pectin concentrates, *French Patent Application*, **2**, 443, 216(1980)
14. Small, J.O. and Robe, K. : Special filtering reduces erratic haze formation, *Food Processing*, **42**, 126(1981)
15. Nagel, C.W. and Schobinger, U. : Investigation of the origin of turbidity in ultrafiltered apple and pear juice concentrate, *Confructa Studien*, **29**, 16(1985)
16. Yamasaki, M., Yasui, T. and Arima, K. : Pectic enzyme in the clarification of apple juice, *Agr. Biol. Chem.*, **28**, 779(1964)
17. Berard, L.S., Loughheed, E.C. and Murr, D.P. : β -Galactosidase activity of McIntosh apples in storage, *Hortscience*, **17**, 660(1982)
18. Ben-Arie, R. and Kisler, N. : Ultrastructural changes in the cell wall of ripening apple and pear fruits, *Plant Physiol.*, **64**, 197(1979)
19. Seyd, W. : Clarification problems with apple juice, *Lebensmittelindustrie*, **28**, 451(1981)
20. Poll, L. : The influence of apple ripeness and juice storage temperature on the sensory evaluation and composition of apple juice, *Lebensmittel-Wissenschaft-Technologie*, **18**, 205(1985)
21. Van Buren, J.P. : The chemistry of texture in fruits and vegetables, *J. Texture Studies*, **10**, 1(1979)
22. Versteeg, C., Rombouts, F.M., Spaansen, C.H. and Pilnik, W. : Thermostability and Orange juice cloud destabilizing properties of multiple pectinesterases from Orange, *J. Food Sci.*, **45**, 969(1980)
23. McComb, E.A. and McCready, R.H. : Colorimetric determination of pectic substances, *Anal. Chem.*, **24**, 1630(1952)
24. ASTM : *Manual on Sensory Testing Methods*, ASTM Special Technical Publication 434, American Society for Testing and Materials, Philadelphia(1977)
25. Belitz, H.D. and Grosch, W. : Carbohydrate. In *Food Chemistry*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, p. 236(1987)

(1988년 5월 12일 접수)