

혼합과채주스의 청징 및 품질특성 비교

손경석¹ · 이준호^{2*}

¹(주)일동후디스 식품연구소

²대구대학교 식품공학과

Clarification of Mixed Fruit and Vegetable Juices Using Various Clarification Methods

Kyung Suck Sohn¹ and Jun Ho Lee^{2*}

¹Ildong Foodis Food Research Lab., Gyeonggi 449-915, Korea

²Dept. of Food Science & Engineering Daegu University, Gyeongbuk 712-714, Korea

Abstract

Clarified mixed fruit and vegetable (apple, carrot and orange) juices were prepared using different clarification methods including centrifugation, ultrafiltration (UF), and combined treatment with the blend ratio of 1:1:2, 1:2:1, and 2:1:1 (apple, orange and carrot). Effects of clarification methods on the clarification efficacy as well as other quality parameters were investigated. Clarification was improved with increase in centrifugation speed but was less affected by lowering temperature. Ultrafiltration process was very effective to produce clarified mixed fruit and vegetable juice. Combined treatment did not significantly improve the clarification efficacy since most clarification was already achieved during ultrafiltration process ($p>0.05$). L* and b*-values increased while a*-value decreased significantly after clarification regardless of methods in all blend juices ($p<0.05$). Blend juices with high amount of orange or carrot were better in clarification efficacy and high amount of apple resulted in high turbidity in blend samples.

Key words: clarification, mixed fruit and vegetable juice, centrifugation, ultrafiltration

서 론

과실과 채소는 비타민, 미네랄, 섬유소, 효소 그 밖의 약리 성분들을 다량으로 함유하고 있어 건강식품으로 중요하며 또한 과실과 채소의 즙액은 장에 부담을 적게 주고 다량의 유효성분을 섭취할 수 있는 이점을 가지고 있다. 특히 몇 가지의 채소나 과실즙을 혼합하여 섭취할 경우 효과가 큰 것으로 알려져 있다(1). 따라서 국내의 생산량이 많은 과실 및 채소를 이용하여 고품질의 주스를 제조하고 가공공정의 최적조건을 제시할 수 있다면 급변하는 소비자의 기호를 충족하면서 동시에 건강기능성이 향상된 신제품의 개발을 통해 국내산 과실 및 채소의 가공이용률과 소비를 증대시킬 수 있을 것으로 기대된다.

또한 농산물의 부가가치를 향상시키고 세계시장에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 기능성의 부여나 품질고급화를 위한 노력이 시급하며 요즘 들어 각광을 받고 있는 푸틴 음료 시장의 성장에 발맞추어 혼합과채주스의 품질고급화가 이루어진다면 국내 농산물의 부가가치뿐만 아니라 농산물 가공기술 및 품질향상에 의한 국제 경쟁력에 큰 도움이 될 것

으로 사료된다.

현재 시판되는 과일주스는 크게 두 종류로 나뉘는데 단순 착즙 후 저온살균을 거치는 신선주스 또는 농축 희석주스이다. 저온살균이나 가열 농축과정 중의 가열처리로 인해 주스 중의 성분변화가 일어나고 그 결과 맛이나 화학적 특성이 변하게 된다. 따라서 주스의 영양학적 및 관능적 품질 특성을 유지하기 위해서는 가열처리 단계가 없는 공정이 필요하며 또한 실온에서 과도한 에너지 소비 없이 실행 가능한 공정이 요구된다. 여러 공정 중 특히 ultrafiltration법(UF)과 microfiltration법(MF)이 과일주스의 청징법으로 유효한데 한외여과막을 이용하면 비타민, 염, 당 등은 물과 함께 통과시키지만 미생물이나 지질, 단백질, 교질 등은 걸러내므로 가열공정 없이, 미생물 오염의 염려 없이 고유의 향기성분을 함유한 고품질 주스의 제조가 가능하다(2).

본 연구에서는 여러 가지 혼합비율로 제조한 혼합과채주스를 원심분리, 한외여과, 혼합처리(원심분리·효소처리 후 한외여과)를 이용해 청징주스를 제조하고, 선정된 최적 공정 조건에서 청징방법에 따른 청징효과 및 품질특성 변화를 비교 분석함으로써 고품질 혼합청징주스 제조를 위한 실험적

*Corresponding author. E-mail: leejun@daegu.ac.kr
Phone: 82-53-850-6535, Fax: 82-53-850-6539

기초자료로 제시하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료 및 주스 제조

본 실험에 사용된 사과는 경북 군위지역에서 2000년도에 수확한 부사 품종, 오렌지는 미국 캘리포니아산, 당근은 일반적으로 시중에서 쉽게 구입할 수 있는 것을 사용하였다. 각 시료는 수세과정을 거쳐 사과와 당근은 박피하지 않고 오렌지는 박피하여 사용하였다.

구체적인 실험순서는 Fig. 1에서 나타낸 바와 같이 각각의 과일·채소를 수세 정선한 다음 녹즙기(model DO-9001, Donga-osca Co., Korea)로 마쇄·착즙하였다. 당근의 경우는 마쇄 전 끓는 물에서 30초간 데치기(blanching)를 실시하여 산화효소의 불활성화로 용액의 혼탁을 방지하였으며 외피의 짐작물과 왁스질도 제거하였다. 200 mesh 나일론포를 이용하여 여과한 후 변색을 막기 위해 항산화제(L(+)-ascorbic acid)를 시료 1 L당 2 g 첨가하였다.

주스의 청징

사과, 오렌지, 당근의 혼합비를 달리한 혼합시료(S₁, S₂, S₃)를 대상으로 원심분리, 한외여과 및 혼합처리법(원심분리·효소처리 후 한외여과)에 따라 청징을 실시하였다. 원심분리기(model VS-21SMT, Vision Co., Korea)의 회전속도를 5,000 rpm과 10,000 rpm, 온도를 저온(5°C)과 상온(25°C)으로 분리하여 청징주스를 제조하고 이들 시료를 원심분리 처리구로 하였다. 한외여과의 경우, 분획분자량(molecular weight cut-off, MWCO)이 50,000 Dalton, 유효막면적이 2.4 m²인 polysulfone재질의 막(model high flux biomax polysulfone membrane, Millipore, USA)을 막분리장치(model 7523-20, Barnut Co., USA)에 이용하여 청징하였다. ATP (average transmembrane pressure)는 50, 100, 150 kPa, 온

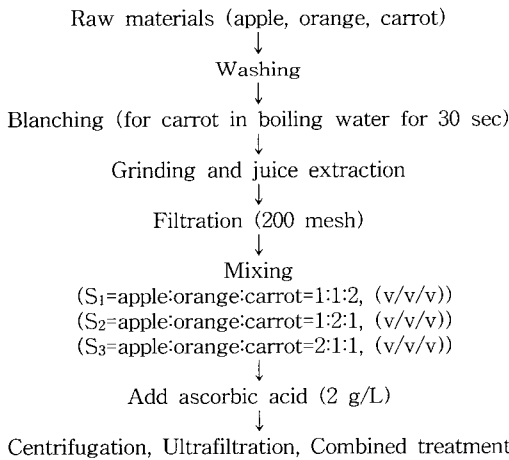


Fig. 1. Preparation procedure of clarified mixed fruit and vegetable juices.

도는 5, 25, 45°C 조건에서 한외여과를 실시하였다.

혼합처리는 시료를 원심분리 및 효소처리 후 한외여과를 연속적으로 처리한 공정으로 이 중 효소처리는 Sohn 등(3)의 처리조건과 동일한 방법으로 행하였다. 즉, 혼합시료를 대상으로 pectinase(model 76290, Fluka, Switzerland)를 사용하여 농도(0.01, 0.03, 0.05%), 온도(20, 40, 60°C), 시간(40, 60, 80 min)의 각 조건에 따라 청징을 실시하였다.

각각의 공정이 완료되면 0.1% NaOH 용액으로 시스템 전체를 세척한 후 약 30분 동안 증류수로 다시 세척하고 초기 증류수의 투과플럭스와 비교하여 전체 공정이 일정한 조건에서 실시되도록 하였다.

실험설계 및 반응표면분석

혼합과채주스의 한외여과를 이용한 청징 공정에서 공정 압력, 온도 및 혼합비율에 따른 투과플럭스를 분석하기 위하여 반응표면분석법을 이용하였다. 중심합성계획법(central composite design)에 따라 실험을 설계한 후 실험오차를 최소화하기 위하여 실험은 무작위 순서로 실시되었다. 실험결과(experimental data)는 2차식 형태의 반응모형식에 SAS (statistical analysis system)의 반응표면 회귀분석(RSREG procedure)을 이용하여 회귀계수들(regression coefficients)을 구하였다. 반응표면분석을 위해 적용된 일반적인 2차 반응모형식은 다음과 같다(4).

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i x_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i,j=1}^3 \beta_{ij} x_i x_j$$

여기서, Y는 response이고, x_i, x_j는 coded 독립변수들이며 β₀, β_i, β_{ii} 및 β_{ij}는 회귀계수들이다.

이화학적 성분분석

색도 및 탁도 측정: 색도는 색차계(model CR-200, Minolta Co., Japan)를 이용하여 L*(lightness), a*(redness/greeness), b*(yellowness/blueness) 값을 각각 3회 반복 측정하고 아래 식을 이용하여 초기 시료와의 색도차(ΔE)를 나타내었다(5,6).

$$\Delta E = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2}$$

혼합과채주스의 탁도는 일정량의 시료 3 mL를 취하여 분광광도계(model UV-1201 PC, Shimadzu Co., Japan)를 사용하여 660 nm에서 3회 반복하여 흡광도를 측정하였다(7).

가용성 고형분 및 수소이온농도 측정: 일정량의 시료를 취하여 굴절당도계(model Type 1, Atago Co., Japan)로 3회 반복 후 가용성 고형분의 함량을 측정하고 °Brix로 표시하였고(8), 시료 10 mL를 취하여 pH meter(model 340, Mettler Delta Co., UK)로 수소이온농도를 측정하였다.

통계처리

이화학적 성분분석 결과는 Duncan's multiple range test

를 이용하여 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다 ($\alpha=0.05$).

결과 및 고찰

탁도 변화

원심분리효과: 사과, 오렌지, 당근주스의 청징전 탁도는 각각 5.017, 7.130, 7.517이며, 혼합시료인 S₁, S₂, S₃의 경우 각각 7.000, 6.760, 6.370으로 나타났다. 당근주스의 청징전 탁도가 가장 높아 각각의 시료를 일정비율로 혼합하였을 경우 당근의 혼합비율이 높은 시료(S₁)의 탁도 값이 가장 높게 측정되었다. 원심분리를 이용하여 청징하는 경우 회전속도, 온도 및 시간에 따른 청징효과를 비교하여 보면(Fig. 2), 5,000에서 10,000 rpm으로 회전속도가 증가함에 따라 청징 효과가 30% 이상 개선되는 것을 알 수 있고 이는 Kim 등(9)의 연구결과와 일치하는 경향을 보였다. Sohn 등(10-12)이 보고한 단일주스, 특히 사과와 오렌지주스를 저온에서 원심분리 하였을 때 청징효과가 증가하는 현상은 혼합주스의 경우 두드러지게 나타나지 않았다.

혼합비에 따른 청징개선율을 살펴볼 때 S₁과 S₂의 청징율이 상대적으로 우수한데, 이는 오렌지와 당근 단일주스의 높은 청징율 특성에 기인한 것으로 추정된다. 또한 단일사과 시료의 낮은 청징율 특성이 사과함량이 많은 S₃시료의 높은 탁도에 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 원심분리에 의한 청징의 경우 초기 15분까지의 청징율이 높고, 그 이후의 시간영역에서의 청징 개선효과가 현저하게 저하되어 시간의 연장을 통한 청징효과를 얻기는 어려운 것으로 나타났다. 한편 원심분리공정의 최적조건은 10,000 rpm, 5°C로 나타났다.

한외여과효과: 한외여과조건에 따라 혼합과채주스를 청징한 후 탁도를 측정된 결과 모든 시료에서 탁도값의 범위가 0.001~0.003으로 나타나 공정조건에 관계없이 청징효과가 매우 우수한 것으로 나타났다. 이는 본 실험에서 사용한 막의 분획분자량의 크기(50 K dalton)에 기인한 것으로 사료되며, 따라서 한외여과효과를 극대화하기 위해서는 투과플렉스를 측정하여 최대 수율을 얻을 수 있는 조건을 선정하는 것이 바람직하다고 판단되었다.

반응표면분석법을 이용하여 공정압력, 온도 및 혼합비율에 따른 투과플렉스를 분석한 결과(Fig. 3), 사과의 혼합비율이 높은 S₃의 투과플렉스가 모든 공정범위에서 가장 높은 값을 보였으며 다음 S₁, S₂의 순으로 나타났다. 투과플렉스는 공정압력 또는 온도가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였는데 온도변화가 투과플렉스에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이미 보고된 단일주스시료에 대한 투과플렉스와 비교해 볼 때 혼합시료의 투과플렉스가 크게 낮았으며 또한 온도와 압력에 따른 변화도 크지 않은 것으로 나타났다(10-12). 이는 단일시료에서 나타나는 온도와 압력 증가에 따른 투과플렉스의 증가 경향이 혼합을 통해 상쇄되었을 것으로 추측된다. 모든 혼합시료에서 압력의 증가에 비례하여

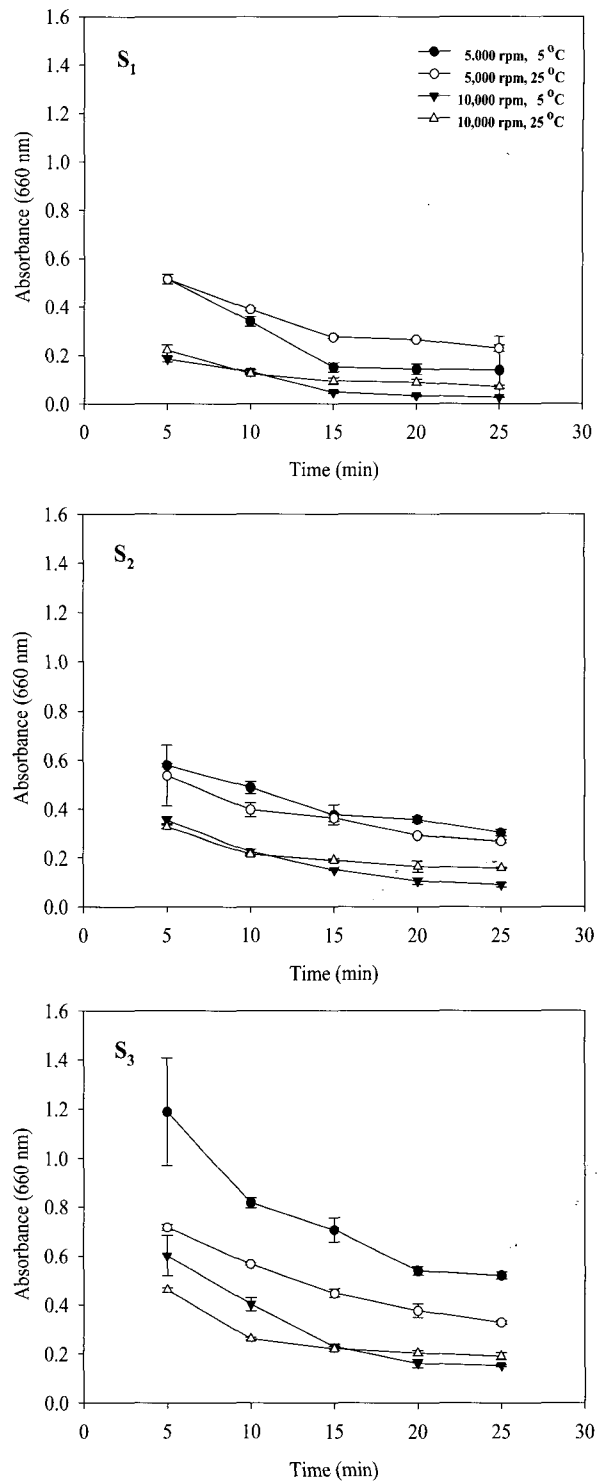


Fig. 2. Changes in turbidity for mixed juice samples as affected by centrifugation.

투과플렉스가 증가하였는데, 이는 일반적으로 공정압력을 증가시키면 투과플렉스가 증가하고 압력의 증가에 대한 투과플렉스의 증가폭은 직선적인 증가 경향을 나타낸다는 Lee 등(13)과 Zarate-Rodriguez 등(14)의 연구결과와 일치하였다. 그러나 압력의 영향은 어디까지나 초기 투과플렉스에

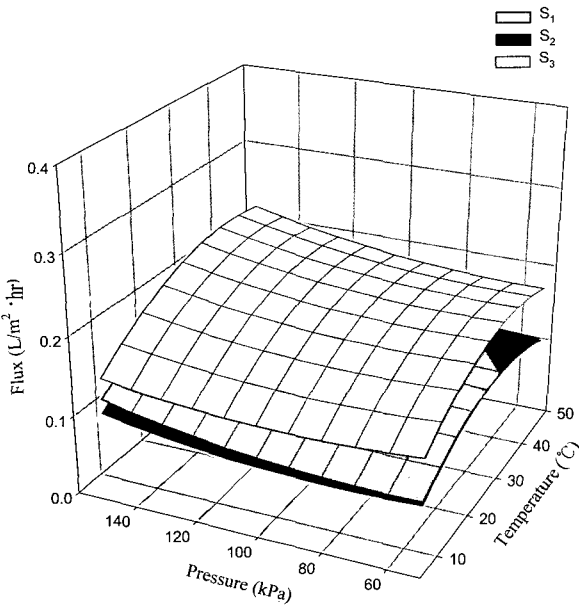


Fig. 3. Changes in flux for mixed juice samples as affected by ultrafiltration.

영향을 미치고 시간의 경과에 따라 막표면에서 용질의 가역적 및 비가역적 침지로 인하여 압력에 관계없이 투과플럭스가 감소하였다.

공정온도의 경우 역시 온도의 증가에 비례하여 투과플럭스의 증가를 가져왔는데 이는 온도가 높을수록 유체의 점성이 낮아지고(15), 또한 확산계수의 증가와 유입액 중에 존재하는 확산물질의 용해도 증가로 인하여(16) 투과플럭스가 증가한 것으로 보인다. 그러나 한외여과공정에 있어서 문제점은 앞에서 언급된 분리 거대분자들이 막표면에 가역적으로 누적되는 농도분극(concentration polarization) 현상과 누적된 거대분자가 막과의 상호작용에 의하여 막표면 또는 막세공내에 비가역적으로 침착되는 막오염(fouling)으로 인한 투과플럭스의 감소가 급속하게 일어난다는 것이다. 따라서 시간경과에 따라 투과플럭스가 모든 대상 시료에서 급속히 감소하였고, 그 감소폭은 시간이 길어짐에 따라 점차적으로 둔화되었는데 이는 Padilla-zakour와 Mcllellan(17)의 연구와 일치하였다.

청정 혼합과채주스의 온도(x_1), 막횡단 압력변화(x_2) 및 혼합비율(x_3)에 따른 반응표면회귀식은 다음과 같고, 전체적인 공정조건을 고려할 때 최적 한외여과 조건은 150 kPa, 45°C로 나타났다.

$$\begin{aligned} \text{Flux (L/m}^2 \cdot \text{hr)} = & 0.280057 + 0.004782x_1 - 0.000973x_2 \\ & - 0.155973x_3 - 0.00079082x_1^2 \\ & + 0.00008525x_1x_2 + 0.000004467x_2^2 \\ & - 0.000216x_1x_3 - 0.000130x_2x_3 \\ & + 0.031167x_3^2 \end{aligned}$$

위 식의 r^2 값은 0.9257로 1%이내의 수준에서 유의성이 검

증되었다.

혼합처리효과: 원심분리, 효소처리(3), 한외여과 각각의 최적 청정조건에서 혼합처리를 하였을 경우, 대조구(청정전 주스시료)와 비교해 모든 혼합시료에서 현저한 청정 개선효과를 확인할 수 있었다(Fig. 4). 한편 상대적으로 오렌지 또는 사과 함량이 많은 S_2 및 S_3 시료의 경우 원심분리만으로는 충분한 청정효과를 얻을 수 없었으나, 한외여과 또는 혼합처리할 경우 모든 혼합시료에서 99% 이상의 청정 개선효과를 얻을 수 있었다. 특히 혼합처리의 경우 한외여과처리 시료와 유사한 청정효과를 나타내었는데 이는 한외여과공정을 통하여 이미 대부분의 청정이 이루어졌음을 의미한다.

색도 변화

청정방법에 의한 색도변화는 Fig. 5에 나타나 있다. 밝기 정도를 나타내는 L^* (lightness)값은 청정과정을 통해 현저하게 증가하였고 원심분리보다 한외여과 처리 후 그 증가폭이 큰 것으로 나타났다. 한편 청정개선 효과에서도 확인된 바와 같이 한외여과를 이용해 청정한 시료와 혼합처리를 이용한 청정한 시료간에 색도 차이는 없는 것으로 나타났다(Fig. 5[A]). 원심분리의 경우 고형물이 많이 함유되어 있는 당근의 혼합비율이 높은 S_1 의 경우 L^* 값이 높게 측정되었는데, 이는 고형물 함량이 많은 시료의 경우 원심분리를 이용하여 효과적으로 L^* 값의 향상을 유도할 수 있을 것으로 기대된다. 한외여과를 이용해 제조된 시료의 L^* 값은 본 실험에서 사용한 청정방법 중 가장 높은 값을 나타내었는데 이는 한외여과공정을 통해 시료에 있는 대부분의 부유 물질들이 효과적으로 제거되었기 때문인 것으로 사료된다(18).

청정공정을 거친후 a^* (redness/greeness)값의 변화를 살펴보면 모든 시료에서 청정방법에 관계없이 현저하게 낮아졌음을 알 수 있다. 원심분리 또는 혼합처리한 경우 단일 시료의 a^* 값 특성이 혼합시료에서도 유지되고 있음을 알 수 있으나, 한외여과 시에는 a^* 값의 변화가 혼합비율에 따라 일정한 경향을 나타내지 않아 단일시료의 특성이 많이 상쇄

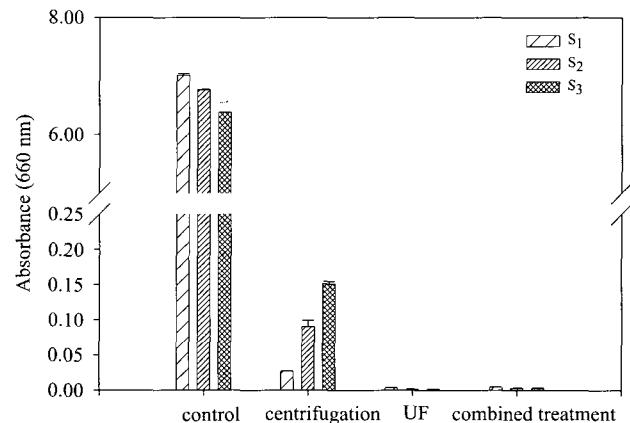


Fig. 4. Comparison of clarification efficacy at optimum conditions.

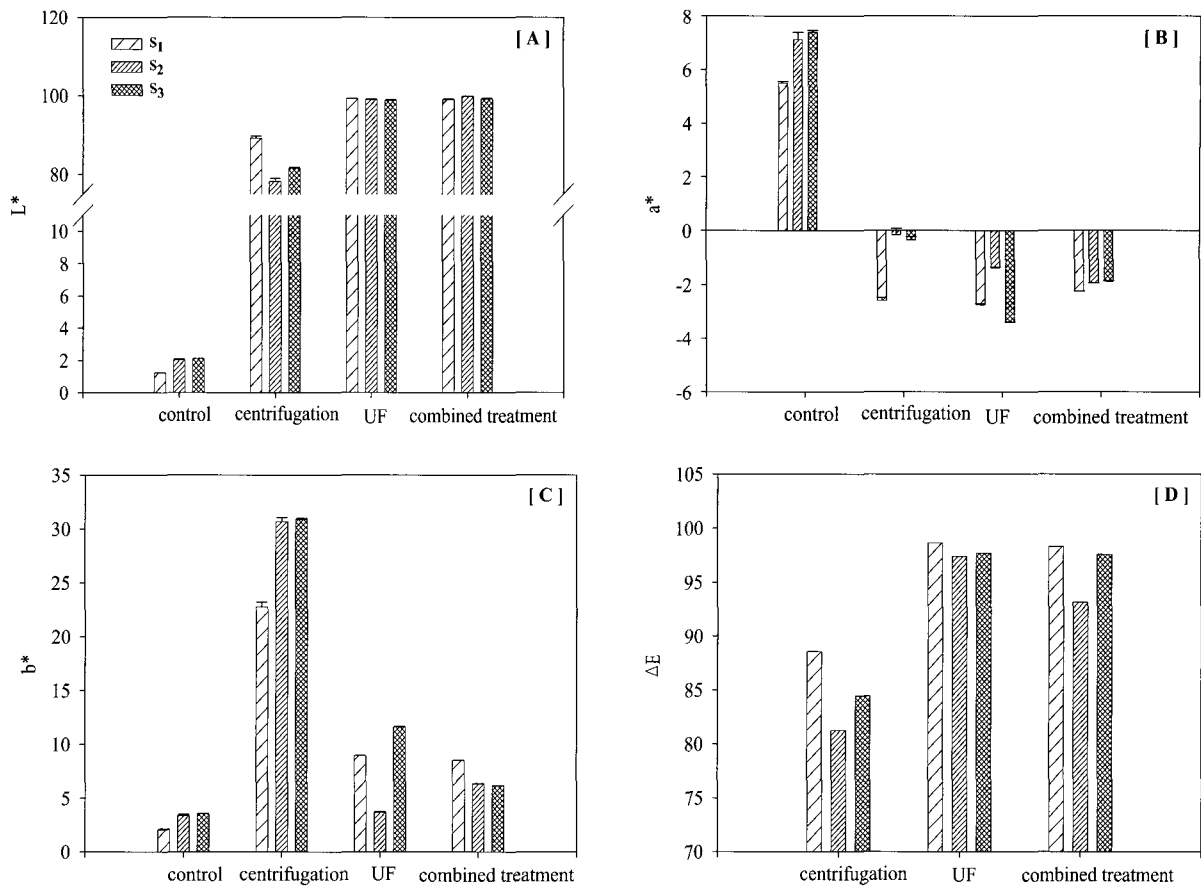


Fig. 5. Comparison of color characteristics at optimum conditions. [A] L*-value, [B] a*-value, [C] b*-value, and [D] ΔE value.

된 것으로 사료된다(Fig. 5[B]).

황색도를 나타내는 b*값은 청징 후 모든 시료에서 현저하게 증가하였으며 특히 원심분리를 이용해 제조한 청징시료의 b*값은 다른 청징방법에 의해 제조한 시료보다 현저하게 높았다. a*값의 결과와 마찬가지로 원심분리와 혼합처리 경우 단일시료의 b*값 특성이 혼합시료에도 유지되었으나 한외여과 시에는 b*값의 변화가 일정한 경향을 나타내지 않았다(Fig. 5[C]).

색도차 ΔE는 청징전 시료의 색 특성 지표로부터 계산하였는데 전반적으로 한외여과 처리된 시료의 색도차가 가장 큰 것으로 나타났다. 이 결과는 다른 청징방법과 비교하였을 때 초기청징율에 비하여 청징효과가 우수하기 때문이며, 또한 상대적으로 변화폭이 큰 L*값에 직접적인 영향을 받은 것으로 사료된다.

가용성 고형분과 pH 변화

청징방법에 따른 가용성 고형분의 변화를 살펴보면, 청징 후 혼합시료의 가용성 고형분은 청징방법에 관계없이 감소하였으나 원심분리를 이용해 제조한 시료에서 가장 많은 가용성 고형분이 보존되었음을 알 수 있다. 한편 청징 후 가용성 고형분의 감소폭은 혼합처리된 시료에서 크게 나타났

데(Table 1), 이는 Kim 등(9)의 연구에서와 같이 당 성분이 한외여과막을 통과하면서 일부가 제거되어 감소한 것으로 생각된다.

청징에 따른 pH의 변화는 크지 않아 그 값의 범위가 5.26 ~ 5.70으로 나타났으며, 오렌지의 함량이 높은 혼합시료 S₂의 pH는 청징방법에 상관없이 S₁, S₃보다 낮은 pH를 보였는데(Table 2) 이는 단일 오렌지 주스의 낮은 pH의 특성(pH 4.91)에 기인한다.

Table 1. Changes in soluble solids (°Brix) depending on the clarification methods at respective optimal conditions

Method	Mixing ratio		
	S ₁	S ₂	S ₃
Control	11.20	12.80	12.90
Centrifugation (10,000 rpm, 5°C)	11.10	12.50	12.70
Ultrafiltration (150 kPa, 45°C)	7.70	9.00	8.20
Combined treatment (S ₁ : 0.05%, 60°C, 40 min, S ₂ : 0.03% 20°C, 60 min, S ₃ : 0.03%, 40°C, 40 min)	7.00	7.90	7.80

S₁=apple : orange : carrot=1 : 1 : 2, (v/v/v).

S₂=apple : orange : carrot=1 : 2 : 1, (v/v/v).

S₃=apple : orange : carrot=2 : 1 : 1, (v/v/v).

Table 2. Changes in pH depending on the clarification methods at respective optimal conditions

Method	Mixing ratio		
	S ₁	S ₂	S ₃
Control	5.54	5.39	5.43
Centrifugation (10,000 rpm, 5°C)	5.69	5.44	5.52
Ultrafiltration (150 kPa, 45°C)	5.52	5.26	5.33
Combined treatment (S ₁ : 0.05%, 60°C, 40 min, S ₂ : 0.03% 20°C, 60 min, S ₃ : 0.03%, 40°C, 40 min)	5.70	5.33	5.58

S₁, S₂, S₃: same legend as in Table 1.

요 약

혼합과채 청징주스 제조를 위한 실험적 기초자료를 제시하기 위하여 원심분리, 한외여과처리, 혼합처리를 이용하여 주스를 제조하고 청징방법에 따른 청징효과 및 품질특성을 비교하였다. 원심분리를 이용하여 혼합과채주스를 청징하였을 경우 회전속도가 5,000에서 10,000 rpm으로 증가함에 따라 청징효과가 30% 이상 개선되었으나 온도에 대한 영향은 단일주스와는 달리 미미하였다. 한외여과를 이용한 경우 모든 시료에서 탁도값의 범위가 0.001~0.003으로 나타나 공정조건에 관계없이 청징효과가 매우 우수한 것으로 나타났다. 한외여과의 경우 탁도 이외에 투과플렉스를 고려하여 볼 때 최적 공정조건은 150 kPa, 45°C로 나타났다. 혼합처리할 경우 한외여과 경우와 유사하게 모든 혼합시료에서 99% 이상의 청징 개선효과를 얻을 수 있었는데, 이는 한외여과공정을 통하여 이미 대부분의 청징이 이루어졌음을 의미한다. 청징방법에 따른 색도 변화에서 L*값은 모든 시료에서 대조구보다 현저하게 증가했으며 a*값 및 ΔE값은 한외여과 시료에서 높았으며, b*값은 원심분리 시료에서 가장 높게 나타났다. 가용성 고형분은 원심분리된 시료에서 가장 많이 보존되었으나 모든 시료에서 청징 후 감소하는 경향을 보였으며 청징공정에 따른 pH 변화는 적은 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부가 지정한 지역혁신센터(RIC)인 대구대학교 농산물 저장·가공 및 산업화 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

문 헌

1. Kim SY, Yoon YB, Choi EH. 2000. Change in quality of

- mixed juice of fruits and vegetables by aseptic treatment and packing with nitrogen gas during storage. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1271-1277.
2. Cassano A, Drioli E, Galaverna G, Marchelli R, Di Silvestro G, Cagnasso P. 2003. Clarification and concentration of citrus and carrot juices by integrated membrane processes. *J Food Eng* 57: 153-163.
3. Sohn KS, Lee JH, Ha YS. 2002. Clarification of mixed fruit and vegetable juices using enzyme treatment. *Food Eng Prog* 6: 241-247.
4. SAS Institute, Inc. 2000. Statistical Analysis System. SAS User's Guide, version 6.12. SAS Institute, Cary, NC, USA.
5. Rhim JW, Nunes RV, Jones VA, Swartzel KR. 1989. Kinetics of color changes of grape juice generated using linearly increasing temperature. *J Food Sci* 54: 776-777.
6. Park MW, Kim MH, Jang MS. 1992. Sensory and textural characteristics of Julpyun (Korean traditional rice cake) as influenced by soaking time of rice. *Korean J Soc Food Sci* 8: 315-321.
7. 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.
8. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA.
9. Kim HS, Yang YT, Jung YH, Koh JS, Kang YS. 1992. Clarification of foxtail millet wine. *Korean J Food Sci Technol* 24: 101-106.
10. Sohn KS, Seog EJ, Lee JH. 2006. Quality changes of carrot juice as influenced by clarification methods. *Food Eng Prog* 10: 48-53.
11. Sohn KS, Seog EJ, Lee JH. 2006. Quality characteristics of clarified apple juices produced by various methods. *Korean J Food Preserv* 13: 138-143.
12. Sohn KS, Seog EJ, Lee JH. 2006. Quality changes of orange juice as influenced by clarification methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 378-382.
13. Lee EM, Kang HA, Chang KS, Choi YH. 1998. Clarification of sandlance *Joetkal* using ultrafiltration. *Food Eng Prog* 2: 96-101.
14. Zarate-Rodriguez E, Ortega-Rivas E, Barbosa-Canovas GV. 2001. Effect of membrane pore size on quality of ultrafiltered apple juice. *Int J Food Sci Technol* 36: 663-667.
15. Lee EY, Woo GJ. 1998. Optimization of separation process of bioflavonoids and dietary fibers from tangerine peels using hollow fiber membrane. *Korean J Food Sci Technol* 30: 151-160.
16. Ko EJ, Lee JB, Lee JH, Choi YH. 1999. The effect of gel layer formation on fouling characteristics in ultrafiltration of peach juice. *Korean J Postharv Sci Technol* 6: 424-428.
17. Padilla-zakour O, Mclellan MR. 1993. Optimization and modeling of apple juice cross-flow microfiltration with a ceramic membrane. *J Food Sci* 58: 369-388.
18. Youn KS, Kim SD, Chung HD, Choi YH. 2000. Clarification of apple vinegar by ultrafiltration and flux characteristics. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43: 24-28.

(2006년 1월 25일 접수; 2006년 5월 31일 채택)