Korean J. Food Preserv.
Vol. 17, No. 1. pp. 72-78, February 2010

사단법인 한국식품저장유통학회
THE KOREAN SOCIETY OF FOOD PRESERVATION

딸기 과즙의 수율과 딸기 발효주의 품질에 대한 pectinase 처리의 영향

정은정 · 김민화[1] · 김용석[1†]
전북대학교 바이오식품소재개발 및 산업화연구센터, [1]전북대학교 식품공학과 및 농업과학기술연구소

Effect of Pectinase Treatment on Extraction Yield of the Juice of *Fragaria ananassa* Duch. and the Quality Characteristics of Strawberry Wine during Ethanolic Fermentation

Eun-Jeong Jeong, Min-Hwa Kim[1] and Yong-Suk Kim[1†]
Research Center for Industrial Development of BioFood Materials, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea
[1]*Department of Food Science & Technology and Institute of Agricultural Science & Technology, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea*

Abstract

To develop a low-ethanol strawberry wine, the use of pectinase to improve the extraction yield of strawberry juice was investigated, and changes in physicochemical characteristics during ethanolic fermentation were assessed. The juice yield from strawberry fruit increased by 18.9% after Viscozyme L treatment (1,000 ppm, 30 min), compared with a control group, a greater increase than seen with other pectinases (17.5-18.7%). No significant quality differences were observed between control juice and juice prepared with enzyme treatment, indicating that neither physicochemical characteristics nor ethanol content during fermentation were affected by pectinase treatment. The major pigments of strawberry juice were cyanidin-3-glucoside and pelargonidin-3-glucoside, both of which are anthocyanins. The pigment level after enzyme treatment was slightly lower than that of the control group, at all fermentation times. We consider that the economics of strawberry wine manufacture may be increased by use of pectinase because juice level was increased, but no change in ethanol content or physicochemical characteristics was apparent.

Key words : strawberry wine, pectinase, yield, ethanol fermentation, anthocyanin

서 론

딸기(*Fragaria ananassa* Duch.)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 다년초로서 vitamin C의 함량이 다른 과일에 비하여 높아 생식용으로 많이 이용되고 있다. 딸기는 품종에 따라 성분 및 함량이 다르나 일반적으로 유기산이 많아서 신맛이 많고 당분이 많으며, vitamin C와 quercetin, caffeic acid, ferulic acid, flavanol 류 등의 다양한 항산화 물질이 함유되어 있다(1,2).

딸기는 향기와 색상이 우수하며, 독특한 향기를 갖는 과채류로서 오래전부터 소비자들에게 애용되어 왔다. 그러나 딸기는 육질이 약하고 저장성이 낮아 수확, 운송 중 부패가능성이 높은 문제점을 가지고 있으며, 이를 해결하기 위하여 공기중 CO_2와 O_2 농도에 따른 품질 변화(3,4), 자외선과 열처리의 저장성 개선 효과(5), 천연항균물질 및 포장재 이용(6), 칼슘용액 침지 및 MA 포장(7), 전기분해수 처리(8)에 의한 딸기의 저장성 개선 등 많은 연구가 수행되어 왔다.

현재까지 딸기를 이용한 가공식품으로는 잼, 젤리, 아이스크림, 냉동딸기, 시럽, 주스 및 우유가공 등이 있으며(1), 딸기의 알코올발효 특성(9), 딸기식초 제조(10)와 딸기주 발효에 적합한 효모의 선발 및 살균 방법의 비교(11), 딸기 퓌레 첨가 고추장(12)에 대한 연구가 수행되었다.

과즙의 가공에서 중요한 착즙 수율을 향상시키기 위하여 포도에 열처리(13) 또는 복숭아주 제조에 열처리와 효소처리(14)를 한 연구가 수행되었다. 또한 pectinase는 사과 주스

†Corresponding author. E-mail : kimys08@jbnu.ac.kr,
Phone : 82-63-270-2567, Fax : 82-63-270-2572

나 감식초 등 주스류에 이용되어 청징에 효과가 있으며(15-17), 복분자 과즙의 추출 수율 향상을 위하여 적용되었다(18).

본 연구에서는 pectinase를 이용하여 딸기과즙의 수율 향상에 적합한 pectinase의 농도와 처리조건을 시험하였고 pectinase 처리에 의해 딸기과즙의 에탄올 발효에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

딸기는 전북 완주군 봉동읍에서 2009년 3-4월에 생산된 매향 품종을 사용하였으며, 꼭지를 제거하고 물로 1-2회 세척하여 물기를 제거한 후 -20℃에서 동결 보관하였다. 딸기는 Waring blender (Waring, New Hartford, USA)로 마쇄하여 균질화한 후 사용하였다.

효소 처리 및 수율측정

수율향상을 위한 pectinase는 Novozyme사(Bagsvaerd, Denmark)의 Pectinex 100 L (pectintranseliminase + polygalacturonase + pectinesterase, unit 5,000 FDU 55℃/mL), Viscozyme L (arabanase + cellulase + beta-glucanase + hemicellulase + xylanase, unit 100 FBG/g)과 Gist-brocades사(S.A, France)의 Rapidase C80 max (pectinase + arabinase, unit 132,000 AVJP/g), Rapidase press (pectinase + hemicellulase, 180,000 AVJP/g)를 사용하였다. 4 종류의 pectinase는 농도와 처리시간에 따른 차이를 조사하기 위하여 0, 200, 500, 1000, 1500 ppm에서 각각 30, 60 분간 처리하여 시험하였다.

수율측정방법은 마쇄한 딸기를 centrifuge tube에 20 g씩 정량하여 효소 처리방법에 의해 처리한 후 3,024 × g에서 10분간 원심분리하여 그 상징액의 무게를 측정한 후 그 수율을 다음과 같이 계산하여 비교하였다.

수율(%) = [상징액의 무게/시료 무게 (20 g)] × 100

에탄올 발효

딸기과즙의 에탄올 발효를 위하여 전북대학교 식품공학과 실험실에서 보유하고 있는 Wg-15 효모(가정에서 만든 머루주에서 분리한 효모)를 malt extract broth (Difco, USA)에서 26℃, 24 hr 동안 배양하여 배양액으로 사용하였다.

딸기과즙의 에탄올 발효를 위하여 마쇄한 딸기에 Viscozyme L을 1,000 ppm에서 30분 동안 처리한 후 과즙을 얻었다. 이 과즙에 potassium metabisulfite ($K_2S_2O_5$) 200 ppm을 처리하고, 백설탕을 첨가하여 12 °Brix로 보당한 후 효모 배양액 3%(v/v)를 접종하여 26℃에서 8일간 발효하면서 2일 간격으로 pH, 적정산도, 가용성 고형분, ethanol 함량 및 anthocyanin 색소의 함량을 측정하였다.

일반성분 분석

딸기발효액의 pH는 pH-meter (Model 520A, Orion, Beverly, USA)를 사용하여 측정하였으며, 총산은 pH 8.3이 될 때까지 0.1 N NaOH로 적정한 후 구연산량으로 환산하여 백분율로 표시하였다(19). 수용성 고형분의 함량은 굴절당도계(Atago, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

발효액의 에탄올함량은 증류법(20)에 의해 정량하였다. 즉, 시료 100 mL를 정확히 취한 후 heating mantle에서 가열하여 얻은 증류액 75~90 mL를 메스실린더에 채취하고 증류수를 가하여 전량을 100 mL로 되게 조정한 후 주정계로 에탄올함량을 측정하였으며, Gay Lussac Table로 환산하여 계산하고(21), gas chromatography (GC, Agilent 6890N, Palo Alto, CA, USA))로 분석 및 정량하였다. Ethanol 분석을 위한 GC의 작동 조건은 다음과 같다. Column은 HP-INNOWAX (30 m × 0.32 mm × 0.25 μm capillary column)을 사용하였으며, injector는 250℃, detector (FID)는 260℃, oven의 온도는 40℃(2 min) - 2℃/min - 80℃(1 min)로 조절되었다. Carrier gas는 N_2, flow rate는 30 mL/min, split ratio는 30 : 1에서 작동되었으며, 시료는 1 μL를 주입하여 분석하였다.

Anthocyanin 분석

시료 10 g을 취하여 1% HCl을 함유한 methanol 200 mL를 가하여 4℃에서 overnight하고 여과하여 감압농축한 후 총량을 10 mL로 정용하였다(22,23). 시료를 0.22 μm membrane filter (Chrom Tech, Inc., MN, USA)로 여과한 후 HPLC (Futecs NSG-Series, Futecs Co., Ltd., Daejeon, Korea)로 분석하였다. 분석에 사용된 HPLC의 조건은 다음과 같다. Column은 GROM-SIL 120 ODS-5 ST (250 mm × 4.6 mm ID)를 사용하였으며, 530 nm에서 UV detector로 검출하였고, column의 온도는 35℃에서 분석하였다. Mobile phase는 water : acetonitrile : acetone : phosphoric acid = 81.7 : 8.4 : 8.4 : 1.5 (v/v)의 조건에서 사용하였고, flow rate는 1.0 mL/min이었다.

분석에 사용된 anthocyanin 색소는 표준물질로서 Genay France사(Genay, France)의 cyanidin-3-glucoside (C-3-G)와 Pelargonidin-3-glucoside (Pg-3-G)를 사용하였다.

통계처리

통계처리는 SAS (statistical analysis system) 통계 package (24)를 이용하여 3 반복시험 결과의 평균 및 표준편차를 구하였으며, ANOVA분석 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

효소처리에 의한 수율변화

딸기 과즙의 수율 향상을 위하여 매향 품종의 딸기과즙에 4종의 pectinase를 처리하여 수율을 측정하였다. 효소 농도는 0, 200, 500, 1000, 1500 ppm으로 처리하였고, 시간은 30, 60분 동안 처리하여 비교하였다(Fig. 1).

복숭아 과즙의 경우 pectinase(Sigma, USA)를 8시간 처리에 의해 과즙 수율이 12.1% 증가하였으며(14), 복분자과즙에 Pectinase 100 L을 30분 동안 처리했을 때 추출 수율이 8.6% 증가하였다(18). 본 연구에서 딸기과즙에 여러 종류의 pectinase를 30분 동안 처리했을 때 pectinase의 종류에 관계없이 최소 14% 이상의 수율이 증가하여 딸기 과즙에 pectinase를 처리하는 것이 다른 과즙보다 더 효율적이라

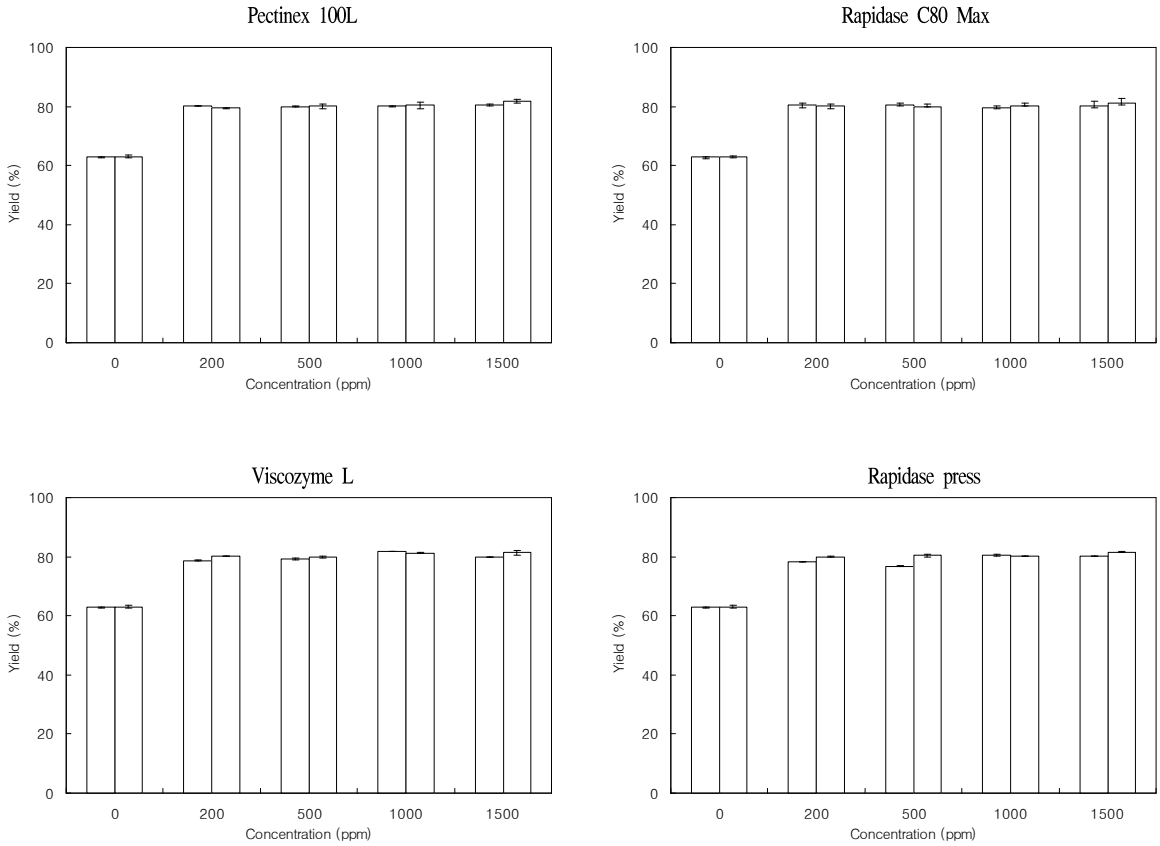

Fig. 1. Yield of strawberry juice treated with various pectinases at different concentration. □: 30 min, ▥: 60 min.
Vertical bars represent standard deviation (n=3).

Pectinex 100L을 처리한 결과, 30분 처리시 대조구의 경우 62.8%의 수율을 나타내었으며, 200 ppm 처리시 80.3%의 수율을 나타내어 17.5% 증가하였다. 그러나 200 ppm을 60분간 처리시에도 약 16.4%의 수율이 증가하여 처리시간에 따른 유의성은 나타나지 않았으며, 처리 농도에 따라 80.0~80.4%로서 유의성이 없었다. Rapidase C80 MAX 효소를 200 ppm, 30분 동안 처리시 수율이 17.7% 증가하였다. Viscozyme L은 1,000 ppm에서 30분 동안 처리시 수율이 81.7%로서 처리구중에서 가장 높았으며, 효소처리에 의해 18.9%의 수율이 증가하였다. Rapidase press는 1,500 ppm에서 60분 동안 처리시 수율이 81.5%로서 가장 높았다.

생각된다.

딸기과즙에 4종의 pectinase를 처리한 결과 모두 효소처리 시간 및 처리 농도에 따른 유의적 차이는 관찰되지 않았으며, 처리구중 가장 높은 수율을 나타낸 Viscozyme L 효소를 1,000 ppm에서 30분 동안 처리하는 조건을 선택하여 에탄올발효 실험에 사용하였다.

에탄올발효 중 pH 및 적정산도의 변화

효소처리한 딸기과즙의 에탄올발효 기간에 따른 pH와 적정산도의 변화를 조사하였다. pH의 경우(Fig. 2) 발효기

간에 따른 변화양상은 대조구와 효소처리구에서 비슷하게 나타났으나, 발효기간중 효소처리구가 대조구에 비하여 0.2 정도 낮게 나타났다. 발효 초기 대조구는 pH 3.84, 효소처리구는 pH 3.64를 나타내었고, 발효 2일째에 대조구는 pH 3.65, 효소처리구는 pH 3.48을 나타내어 발효 초기보다 감소하였으나 발효기간이 경과함에 따라 점차 증가하여 발효 8일째에 발효초기와 비슷한 pH값을 나타내었다. 이 결과는 복분자과즙 발효시 대조구의 pH가 3.48~3.49로서 효소처리구의 pH 3.40~3.41보다 약간 높았다는 Jeong 등(18)의 결과와 같은 경향을 나타냈다.

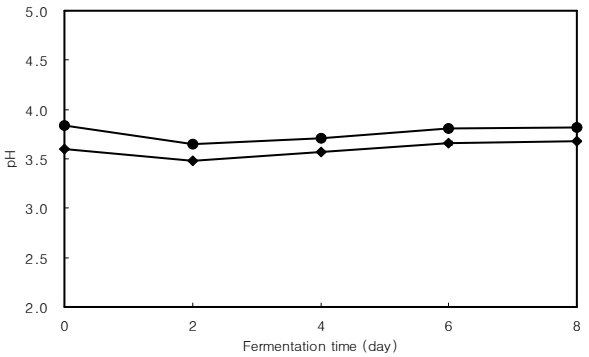

Fig. 2. Change in pH of strawberry wine treated with enzyme (Viscozyme L, 1,000 ppm, 30 min) during fermentation. -●-: control, -◆-: enzyme treatment.

Vertical bars represent standard deviation (n=3).

적정산도(Fig. 3)는 에탄올발효 8일째에 대조구 0.58%, 효소처리구 0.67%를 나타내어 효소처리구가 대조구에 비해 약간 높은 값을 나타내었으나 발효기간중 각각 0.58~0.64%, 0.67~0.72%로서 발효기간에 따라 큰 변화는 나타나지 않았으며, pH의 변화와 일관된 경향을 나타냈다.

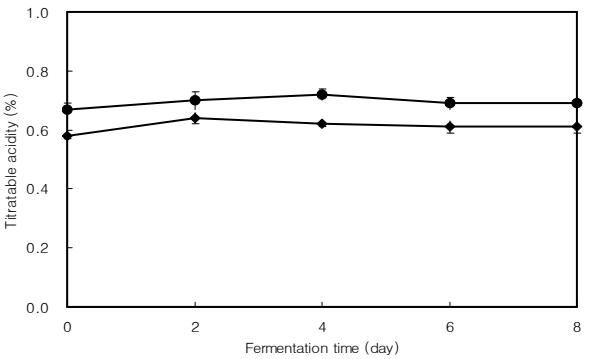

Fig. 3. Change in titratable acidity of strawberry wine treated with enzyme (Viscozyme L, 1,000 ppm, 30 min) during fermentation. -●-: control, -◆-: enzyme treatment.

Vertical bars represent standard deviation (n=3).

딸기과즙의 발효기간중 pH와 적정산도가 변화하는 경향은 효소처리한 복분자과즙(18)에서의 변화와 비슷하였다.

발효중 에탄올 함량의 변화

효소처리한 딸기과즙의 에탄올 발효특성을 조사하기 위하여 매향 품종의 딸기과즙에 Viscozyme L 1,000 ppm을 30분 동안 처리하고 설탕을 첨가하여 12 °Brix로 보당한 후 26℃에서 8일간 발효하면서 2일 간격으로 에탄올 함량을 측정하였다.

발효기간 중 대조구와 효소처리구의 에탄올 함량 및 양상은 비슷하게 나타났으며, 두 처리구 모두 발효 2일째에 각각 5.0%와 5.1%로 급격히 증가하였고, 발효기간 중 그 함량이 유지되어 발효 8일째 모두 5.1%의 에탄올 함량을 나타내었다(Fig. 4). 실험 결과 효소처리가 딸기과즙의 에탄올발효 특성에 영향을 주지 않는 것으로 판단되었다. 이 결과는 효소처리에 의해 감 발효액의 에탄올 함량이 증가하였다는 결과(25)와는 차이가 있었으나 복분자과즙 발효시 효소처리가 에탄올 증가 양상과 함량에 영향을 주지 않았다는 결과(18)와는 같은 경향을 나타냈다.

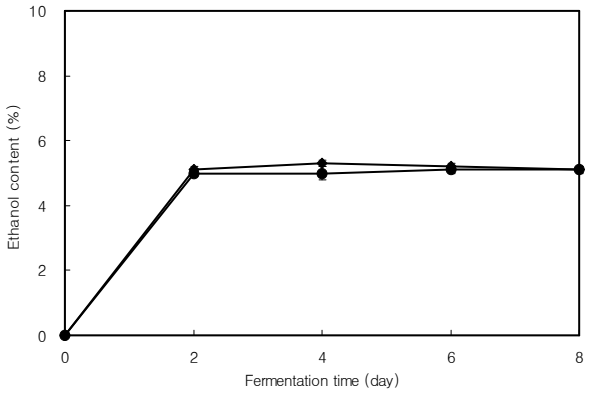

Fig. 4. Change in ethanol content of strawberry wine treated with enzyme (Viscozyme L, 1,000 ppm, 30 min) during fermentation. -●-: control, -◆-: enzyme treatment.

Vertical bars represent standard deviation (n=3).

발효중 가용성 고형분 함량의 변화

효소처리한 딸기과즙으로 발효한 딸기발효주의 발효기간 중 가용성 고형분 함량의 변화(Fig. 5)는 대조구와 효소처리구에서 변화 양상 및 함량에 유의적인 차이가 없었다. 발효기간중 가용성 고형분의 함량은 에탄올 생성 양상과 일관되게 초기 12 °Brix에서 발효 2일째에 급격히 감소하여 발효 8일째 4.1~4.2 °Brix로서 두 처리구 사이에 유의적 차이가 관찰되지 않았다.

Anthocyanin 함량 변화

매향 품종의 딸기 과즙에 pectinase를 처리한 후 발효기간에 따른 anthocyanin 함량을 Table 1에 나타내었다. 딸기

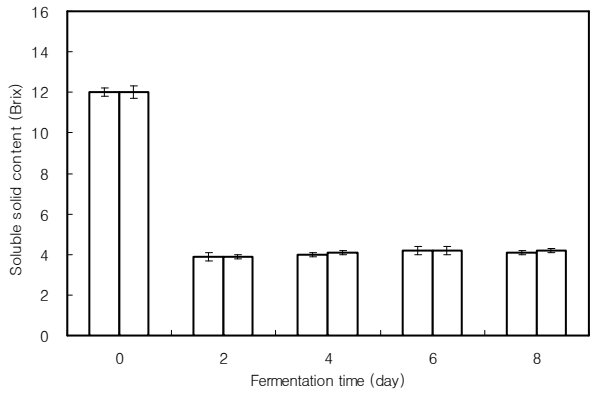

Fig. 5. Change in soluble solid contents of strawberry wine treated with enzyme (Viscozyme L, 1,000 ppm, 30 min) during fermentation. □: control, ▥: enzyme treatment.

Vertical bars represent standard deviation (n=3).

Table 1. Change in anthocyanin content during fermentation of strawberry wine treated with enzyme (Viscozyme L, 1,000 ppm, 30 min)

(mg/100 g)

Day	Treatment	C-3-G[1)]	Pg-3-G[2)]	Total
0	Control	4.304	68.709	73.013
	Enzyme treatment	3.265	58.362	61.627
2	Control	1.035	11.270	12.305
	Enzyme treatment	0.667	8.236	8.903
4	Control	0.921	9.783	10.705
	Enzyme treatment	1.174	6.759	7.934
6	Control	0.566	8.190	8.755
	Enzyme treatment	0.361	3.441	3.802
8	Control	0.198	5.700	5.898
	Enzyme treatment	N.D[3)]	3.163	3.163

[1)]C-3-G : Cyanidin-3-glucoside
[2)]Pg-3-G : Pelargonidin-3-glucoside
[3)]N.D : Not detected

과즙의 주요 색소는 cyanidin-3-glucoside (C-3-G)와 Pelargonidin-3-glucoside (Pg-3-G)로 나타났으며, 이는 Allstar 품종 딸기의 주요 색소성분이 Pg-3-G라고 보고한 Zheng 등(26)의 결과와 비슷하였으나, 오디의 주요 색소성분인 cyanidin- 3-glucoside 및 cyanidin-3-rutinoside(27)와는 주요 색소성분이 달랐다.

발효 0일째 대조구는 C-3-G가 4.304 mg/100 g, Pg-3-G가 68.709 mg/100 g을 나타내어 Pg-3-G가 C-3-G보다 높게 나타났다. Allstar 품종의 Pg-3-G 함량(26)은 111.2 μg/g로서 본 연구에서 사용한 매향 품종보다 그 함량이 낮았다. 발효 0일째 효소처리를 한 경우 C-3-G가 3.265 mg/100 g, Pg-3-G가 58.362 mg/100 g을 나타내 두 색소 모두 대조구보다 낮은 함량을 나타내었다.

Anthocyanin의 함량은 발효 2일째에 급격히 감소하여 대조구의 경우 C-3-G가 1.035 mg/100 g, Pg-3-G가 11.270 mg/100 g을 나타내어 0일째에 비해 총함량이 16.85%로 감소하였다. 효소처리구 역시 발효 2일째에 급격히 감소하여 총 함량이 0일째의 14.45%로 감소하였다. 발효기간에 따라 anthocyanin 함량은 점차 감소하여 발효 8일째에 대조구의 경우 C-3-G가 0.198 mg/100 g, Pg-3-G가 5.700 mg/100 g을 나타내었으며, 효소처리구의 경우 C-3-G는 검출되지 않았고, Pg-3-G가 3.163 mg/100 g을 나타내었다.

딸기 과즙에 효소를 처리함으로써 과즙의 수율이 높아짐에 따라 생산된 과즙의 양이 대조구보다 증가하였고, 발효특성도 대조구와 차이가 없으므로 효소처리에 의해 딸기발효주의 생산량을 더 증가시킬 수 있을 것으로 판단되었다. 그러나 대조구와 효소처리구 모두 발효기간에 따라 주요 색소의 함량이 급격히 감소하여 발효주의 색깔이 옅어졌다.

Anthocyanin색소는 과실이나 야채류에 존재하는 선명한 빨간색, 자색 또는 청색의 색깔을 가진 수용성 색소이나 매우 불안정하여 anthocyanase, pH, 산소, 당류 및 당류 분해물질, 금속 등에 의해 안정성이 영향을 받으며, 가공 중 가열이나 이산화황 등의 처리에 의해 변색 및 퇴색이 일으키기도 한다(28). 따라서 딸기발효주의 색조를 유지하기 위하여 딸기 과즙과 색조가 비슷한 천연의 복분자 또는 오미자 과즙 등을 첨가하여 딸기발효주의 색조를 유지시키는 연구가 이루어져야 할 것이다.

요 약

저에탄올 딸기 발효주 제조를 위한 딸기 과즙의 수율을 향상시키기 위하여 4종의 pectinase를 이용하여 효소처리시 최적조건을 설정하였으며, 발효기간에 따른 이화학적 특성, 에탄올함량, anthocyanin 색소함량의 변화를 조사하였다. 4종의 pectinase를 1,000 ppm의 농도로 30, 60분간 처리하여 수율을 측정한 결과, Viscozyme L 효소를 1,000 ppm에서 30분간 처리시 수율이 81.7%로서 가장 높았으며, 대조구에 비해 수율이 18.9% 증가하였다. 에탄올 발효시 효소처리에 따른 이화학적인 특성의 차이는 관찰되지 않았으며. 에탄올함량의 경우도 pectinase 처리에 의한 함량변화는 나타나지 않았다. 딸기 과즙의 주요 색소는 cyanidin-3-glucoside와 pelargonidin-3-glucoside로 검출되었으며, 발효기간 중 효소처리구의 색소 함량이 대조구보다 약간 낮았고, 두 처리구 모두 발효 기간에 따라 anthocyanin 색소의 안정성이 떨어지므로 딸기발효주의 색도 유지를 위한 연구가 필요한 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. Cho, J.I., Ha, S.D. and Kim, K.S. (2004) Inhibitory effects of temperature, pH and potassium sorbate against natural microflora in strawberry paste during storage. Korean J. Food Sci. Technol., 36, 355-360
2. Barrett, D.M., Somogyi, L. and Ramaswamy, H. (2005) Strawberries and raspberries. In: Processing Fruits - Science and Technology. Barrett DM (2nd ed). CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, U.S.A. p.531-561
3. Kim, D.M., Kim, K.H. and Kim C.S. (1986) On the changes in organic acids of strawberry in air with different CO_2 concentration. Korean J. Food Sci. Technol., 18, 71-76
4. Steen, C.V., Jacxsens, L., Devlieghere, F. and Debevere, J. (2002) Combining high oxygen atmospheres with low oxygen modified atmosphere packaging to improve the keeping quality of strawberries and raspberries. Postharvest Biol. Technol., 26, 49-58
5. Marquenie, D., Michiels, C.W., Geeraerd, A.H., Schenk, A., Soontjens, C., Van Impe, J.F. and Nicolai, B.M. (2002) Using survival analysis to investigate the effect of UV-C and heat treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry. Int. J. Food Microbiol., 73, 187-196
6. Chung, S.K. and Cho, S.H. (2003) Preservative effect of natural antimicrobial substances used as steeping and packaging agent on postharvest strawberries. Korean J. Food Preserv., 10, 37-40
7. Guan, J., Park, H.W., Kim, Y.H., Kim, S.H. and Park, H.R. (2006) Effects of quality of strawberry fruit by dipping of calcium solution and MA packaging. Korean J. Food Preserv., 13, 13-17
8. Jeong, J.W., Kim, J.H., Kwon, K.H. and Park, K.J. (2006) Disinfection effects of electrolyzed water on strawberry and quality changes during storage. Korean J. Food Preserv., 13, 316-321
9. Lee, J.M., Kim, S.K. and Lee, G.D. (2003) Monitoring on alcohol fermentation characteristics of strawberry. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32, 679-683
10. Lee, G.D., Kwon, S.H., Lee, M.H., Kim, S.K. and Kwon, J.H. (2002) Monitoring on alcohol and acetic acid fermentation properties of muskmelon. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 30-36
11. Jeong, E.J., Kim, Y.S., Jeong, D.Y. and Shin, D.H. (2006) Yeast selection and comparison of sterilization method for making strawberry wine and changes of physicochemical characteristics during its fermentation. Korean J. Food Sci. Technol., 38, 642-647
12. Kim, H.J. and Lee, J.H. (2009) Quality changes of Gochujang incorporated with strawberry puree during aging. Food Eng. Progr., 13, 110-116
13. Kim, J.S., Kim, S.H., Lee, W.K., Pyun, J.Y. and Yook, C. (1999) Effects of heat treatment on yield and quality of grape juice. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 1397-1400
14. Yi, S.H., Ann, Y.G., Choi, J.S. and Lee, J.S. (1996) Development of peach fermented wine. Korean J. Food Nutr., 9, 409-412
15. McLellan, M.R., Kime, R.W. and Lind, L.R. (1985) Apple juice clarification with the use of honey and pectinase. J. Food Sci., 50, 206-208
16. Jeong, Y.J., Lee, G.D., Lee, M.H., Yea, M.J., Lee, G.H. and Choi, S.Y. (1999) Monitoring on pectinase treatment conditions for clarification of persimmon vinegar. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 810-815
17. Ceci, L. and Lozano, J. (1998) Determination of enzymatic activities of commercial pectinases for the clarification of apple juice. Food Chem., 61, 237-241
18. Jeong, E.J., Kim, H.E., Shin, D.H. and Kim, Y.S. (2007) Effect of pectinase treatment on the extraction yield improvement from *Rubus coreanus* juice and physicochemical characteristics during alcohol fermentation. Korean J. Food Preserv., 14, 702-708
19. Sadler, G.O. (1994) Titratable Acidity. In: Introduction to the Chemical Analysis of Foods. Nielson SS (ed). James and Bartlett Publisher, London, U.K. p.83-94.
20. Heo, Y.H. (1989) Fermentology Experiment. Gigumunhwa Pub. Co., Seoul, Korea. p.71-72
21. Yoo, T.J., Joo, H.K., Lee, S.G., Han, S.H. and Lee, K.C. (1995) Experiment of Food Processing. Munundang, Seoul, Korea. p.155-166
22. Kim, H.B. (2003) Quantification of cyanidin-3-glucoside (C3G) in mulberry fruits and grapes. Korean J. Seric. Sci., 45, 1-5
23. Lee, S.Y. and Park, J.D. (2004) Effects of heating temperature and times on anthocyanin pigments in grape juice. Korean J. Food Preserv., 11, 336-341
24. SAS (1998) SAS User's Guide Statistics, 3th ed., Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, U.S.A.
25. Jeong, Y.J., Kim, H.I., Whang, K., Lee, O.S. and Park, N.Y. (2002) Effects of pectinase treatment on alcohol fermentation of persimmon. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 31, 578-582
26. Zheng, Y., Wang, S.Y., Wang, C.Y. and Zheng, W.

(2007) Changes in strawberry phenolics, anthocyanins and antioxidant capacity in response to high oxygen treatments. Lebensm. Wiss. Technol., 40, 49-57
27. Kim, Y.S., Jeong, D.Y. and Shin, D.H. (2008) Optimum fermentation conditions and fermentation characteristics of Mulberry (*Morus alba*) wine. Korean J. Food Sci. Technol., 40, 63-69
28. Kim, D.H. (1998) Food Chemistry. Tamgudang, Seoul, Korea. p.71-79

(접수 2009년 10월 6일, 채택 2010년 1월 22일)