Journal of Biotechnology and Bioindustry
Vol.7, December, 2019. 40~45
https://doi.org/10.37503/jbb.2019.7.40

아로니아 식초 제조를 위한 알코올 발효 특성 확인

장 혁 순·최 웅 규*

충청북도 증평군 대학로 61 한국교통대학교 보건생명대학 식품생명학부 식품공학전공 27909

Alcoholic Fermentation Characteristics for the Manufacture of Aronia Vinegar

Hyeock-soon Jang and Ung-Kyu Choi*

Department of Food Science & Technology, Koera National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to find the alcohol fermentation properties of aronia for the manufacture of aronia vinegar. There was no significant difference in pH during fermentation. Alcohol content showed that a inverse relationship with Brix level during fermentation. The alcohol content reached 7.8 percent in a week after fermentation start. The total acidity is slightly increased, but no significant difference was found. The tannin content was 85.24 mg/% on the 10th day of fermentation. But there was no significant difference, and anthocyanins declined by the fermentation processed. Alcoholic fermentation has ended quickly since the content of tannin has not changed significantly. The results showed that alcohol fermentation with aronia was appropriate.

Key words : aronia, vinegar, alcoholic fermentation, organic acid, antioxidant activity.

Ⅰ. 서 론

식초는 예전부터 조미료 및 음료로 섭취되어 온 발효식품으로써 초산을 비롯하여 각종 유기산이 풍부해 특별한 향미를 가지는 식품이다(1). 식초는 곡물을 당화시키거나 과일즙에 효모를 접종해 발효주를 만들고, 이에 알코올 농도 및 산도를 조절해 초산균을 접종해 초산 발효시키는 단행 복발효 식품이다(1).

식초는 주된 유기산인 초산 외에도 다양한 유기산, ester 화합물, 아미노산이 함유되어있음이 보고되어 있으며(2-4), 독특한 향미 외에도 뇌 신경세포 보호, 항 콜레스테롤, 식품 내 비타민 C 보호 작용 등 다양한 효과들이 보고되어 있는 식품이다(4-6). 때문에 식초는 조미료뿐만 아니라, 음료로써 섭취 방법으로도 활용되고 있는 식품이다(1).

아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 블랙 초크베리(black chokeberry)라고 불리며, 아메리카 지역 및 우리나라에서도 활발하게 재배되고 있는 베리류의 열매이다(7). 과실의 크기는 작고 단단하며, 열매 부분과 잎에 생리활성 물질인 안토시아닌, 폴리페놀, 플라보노이드 등이 다량 함유돼 있어 항산화, 항 활성산소, 면역력 조절 등 효과로 화장품의 원료로도 주목받는 과실이다(8).

아로니아가 갖고 있는 이러한 우수한 품질 특성과 원활한 재배 난이도 덕분에 우리나라에서는 재배가 활발히 이루어졌으나(9), 특유의 강한 떫은맛으로 생과로써 소비는 미미하고 과도한 공급량으로 인해 가격 폭락과 과잉작물로써 자리잡고 있다(10). 때문에 우리나라에서는 어묵(10), 식빵(11), 막걸리(12), 떡(13) 그리고 잼(14) 등 다양한 방면으로 아로니아가 첨가되는 연구되고 있으나, 부재료로써 첨가되는 아로니아의 소비는 여전히 막대한 공급량에 미치지 못한다는 한계점이 있다.

위와 같은 문제점 해결 방안인 가공을 촉진하기 위해 본 연구는 아로니아를 주 원료로 한 식초 제조를 계획했으며, 식초의 재료인 아로니아 발효주를 제조했다. 아로니아로 알코올 발효 결과물이 초산 발효를 진행하기에 적합한지 확인하는데 목적이 있으며, 시판 대조구들과 비교하여 아로니아 발효액의 품질 특성을 확인하는 것에도 목적을 두었다.

* ukchoi@ut.ac.kr

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

아로니아는 전라북도 무주군 설천면 덕유산에서 2019년에 재배된 것을 구입해 −70℃로 급속 냉동시켜 보관하여 사용했으며, 효모 Starter 재료로는 Lee 등(15)의 방법을 변형해 엿기름(Tureban, Goyang, Korea)을 사용했다. 알코올 발효 종균으로는 *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 11215(이하 *S. cerevisiae*), 당도 조절에는 백설탕(Beksul, CJ, Incheon, Korea)을 이용했다.

2. 알코올 발효

알코올 발효를 위해서는 *S. cerevisiae*를 YM broth(Yeast Mold broth, Becton Dickinson and company, Maryland, USA)에서 배양시킨 다음 엿기름은 전체 중량 대비 4배의 증류수와 혼합해 60℃에서 2시간 동안 당화시켰다. 당화액은 거즈를 이용해 그 여액을 취해 121℃에서 15분간 멸균시켰으며, YM broth에서 2일 동안 증균시켜 둔 종균을 엿기름 배지에 0.2%(v/v)씩 접종해 25℃에서 3일간 다시 증균 배양해 주모로 사용했다.

아로니아는 굵은 가지 및 이물질을 선별해 증류수와 1:1(v/v)로 혼합해 발효조에 넣어 분쇄한 다음 백설탕을 첨가해 당도계(Pal-1, Atago, Tokyo, Japan)로 당도를 측정해 15 °brix로 맞추었다. 이에 배양시켜 둔 *S. cerevisiae*를 5%(v/v)로 접종해 발효 Chamber(Cold lab chamber Df-97 g, Dooree science, Seoul, Korea)에서 25℃ 조건으로 발효시켰다.

3. 아로니아의 알코올 발효 특성 평가

1) pH 및 총 산도 측정

pH는 pH meter(Orion 3star, Thermo fisher scientific, Arizona, USA)를 이용하여 측정하였다. 총 산도는 1% phenolphthalein을 지시약으로 사용하였으며, 0.1 N NaOH 표준용액을 적정하여 상당하는 유기산의 계수로 환산하여 총 산도를 측정했다.

2) 알코올 농도 및 당도(°brix) 측정

알코올 농도는 시료 100 mL를 알코올 증류장치로 증류한 다음 증류액을 약 70 mL 얻어낸 뒤 증류수를 첨가해 100 mL까지 맞추어 희석했다. 희석액은 온도를 보정한 다음 전자 알코올 측정기(Pet-109, Ataho, Tokyo, Japan)와 정밀 주정계로 주정환산표를 참고하여 알코올 농도를 측정했다. 당도는 시료를 채취해 원심분리기(Micro-12, Hanil, Gimpo, Korea)로 3,000 rpm, 15분간 원심분리한 뒤 상등액을 취하여 전자 당도계(Pal-1, Atago, Tokyo, Japan)를 이용해 측정했다.

3) 색도(Hue value) 측정

시료의 색도는 Yoon 등(16)의 방법에 따라 측정하였다. 원심분리기(Micro-12, Hanil, Gimpo, Korea) 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 취한 상등액을 동량의 증류수와 1:1 비율로 희석했다. 분광광도계(Spectronic 20D+, Thermo fisher scientific, Arizona, USA)의 파장 측정 가능 범위에 들도록(2.0 이하) 동일 비율로 희석한 시료는 420 nm, 520 nm의 파장별로 흡광도를 측정했다. Hue 값은 420 nm와 520 nm에서 측정된 흡광도 값(O.D.)으로 420 nm/520 nm의 비율로 나타냈다.

4) 총 안토시아닌 함량 측정

총 안토시아닌은 Lee 등(17)의 방법을 활용해 pH differential method에 따라 흡광도를 측정하였다. 즉, 0.03M potassium chloride buffer(pH 1.0)와 0.4 M sodium acetate buffer(pH 4.5)로 520 nm 파장에서 흡광도 값이 2.0 이하 범위에 들도록 희석한 후 520 nm, 700 nm에서 흡광도를 측정한 값을 이용했다. 몰 흡광계수는 Cyanidin-3-glucoside의 계수(ε=26,900 $M^{-1}cm^{-1}$)로 환산했다.

$$\text{Anthocyanin content(mg/L)} = A \times MW \times 1000 / \varepsilon \times V$$

$$A(\text{Absorbance}) = (A520\ nm - A700\ nm)\ pH\ 1.0 - (A520\ nm - A700\ nm)\ pH\ 4.5$$

$$MW(\text{cyanidin-3-glucoside}) = 449.2$$

$$\varepsilon = 26{,}900\ M^{-1}cm^{-1}$$

V = 추출물(시료)의 부피

5) 탄닌(Tannic acid) 측정

탄닌 함량은 Duval 등(18)의 방법에 따라 측정했다. 원심분리하여 상등액을 취한 시료 1 mL에 증류수 1 mL를 가해 혼합하고, 5% Na_2CO_3 용액 1 mL와 1 N Folin-Ciocalteu phenol reagent 0.5 mL를 가해 실온에서 60분간 반응시켰다. 모든 시료의 반응액을 같은 비율로 5배 희석하여 측정범위에 들도록 한 뒤 725 nm에서 흡광도 측정하고, 총 탄닌 함량은 tannic acid(Samchun, Seoul, Korea)를 이용해 정량했다.

6) 통계처리

모든 실험은 3회 반복실험에 대한 평균±표준편차로 나타

내었으며, 유의성 검증은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package (version 12)를 이용하여 정규성 검정을 시행하였다. 일원분산분석(one-way ANOVA)으로 유의성을 검증하고, $p<0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test로 사후 검증하였다(19).

III. 결과 및 고찰

1. pH, 총 산도, 알코올 농도 및 당도(°brix)

pH 변화와 총 산도는 Table 1에 나타냈다. pH는 전반적으로 발효 기간에 따라 유의적인 차이는 발견되지 않았으며, 대체로 초기에 소폭 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 젓갈에서 분리된 효모로 아로니아에 접종하는 연구에서 생육하는 과정에서 효모들이 대사과정 중 각종 유기산 등 부산물을 생성해 내 pH가 감소하는 경향을 보인다는 보고와 일치하였다(20). 발효 0일째부터 4일째는 4.044±0.033에서 3.810±0.006까지 유의적으로 감소하는 경향을 보였으나 6일부터 10일째에 도달했을 때에는 다시 아로니아 원액과 유의적인 차이가 없었으며 유의적이지 않은 것으로 사료됐다.

또한, 총 산도의 경우 초기 0.20±0.02%에서 발효 10일째에 0.24±0.02%로 점차적으로 소폭 증가했는데, 역시나 앞서 서술한 pH의 감소와 효모 생육의 상관관계(20)처럼 효모들이 대사 산물로 생성한 미량의 유기산들이 총 산도에 영향을 주었을 것으로 사료 됐다. 하지만 pH와 총 산도 모두 발효 전과 후의 차이가 미미한 것으로 보아, 아로니아를 알코올 발효시킬 경우 품질 변화는 미미하다는 사실을 확인할 수 있었다.

알코올 농도는 다른 과실주들의 발효 양상처럼 원활한 알코올 생성능을 보였으며, 동일한 균주를 사용한 선행 연구와 마찬가지로 2일째에 알코올 농도가 4% 이상 도달한 것으로 나타났다(15). 그리고 약 1주일째에 발효가 종료됐으며, 이 또한 선행 연구와 일치한 결과를 나타냈다(15). 당도(°brix)는 알코올 발효 시 효모의 활성 정도를 판단하는 자료로 해석했다. 초기에 백설탕을 첨가해 조정한 15%에서부터 알코올 농도와 반비례하게 당도는 발효 기간에 따라 감소하는 경향을 나타냈으며, 알코올 농도와 마찬가지로 1주일째에 감소하는 경향이 정체기에 도달했다. 당도와 알코올 농도의 합이 대부분 15%인 것으로 보아, 아로니아 착즙액에 효모를 접종하는 경우에는 알코올과 당의 손실이 미미한 채로 발효가 원활하게 된다는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 폴리페놀과 안토시아닌이 다량 함유된 블루베리에서 문제점으로 제기된 불규칙한 발효 장애와 느린 발효 속도를 보고한 논문과 다소 차이가 있는 경향을 나타냈다(21).

2. 색도(Hue), Anthocyanin 및 탄닌(Tannic acid) 함량

Anthocyanin 등의 색소를 주로 포함하고 있는 과실류의 알코올 발효 중 색도는 품질을 결정짓는 중요한 요소 중의 하나이며, 결과적으로 선호도에도 영향을 미친다(22). 과실의 자체 성분이나 색소 성분들은 보통 산소와 접촉할 경우 산화 갈변이 되는데, 이때 갈색도가 증가하므로 산화가 될 경우 Hue value는 증가할 수밖에 없다. 그래서 식품의 산화 갈변 정도가 기호도에 영향을 미치는 와인에서는 색도가 품질의 지표로 참고되기도 한다(16).

Hue 값은 Table 2에 나타낸 바와 같이 착즙을 한 초기에는 1.0 미만일 경우, 갈색도(420 nm)보다 적색도(520 nm) 값이 상대적으로 크기 때문에 산화가 크게 진행되지 않았다고 판단하는데(23), 적색 색소가 다량으로 함유된 아로니아의 특성상 520 nm 값이 크기에 수치 환산 시 발효 전 아로니아 착즙액의 측정 결과가 1.0 미만인 약 0.85±0.01로 측정되었다. 발효가 진행됨에 따라 측정값이 증가하는 경향을 나타내었으나, 아로니아에 캠벌얼리 포도를 첨가할수록 색도에 차이를 나타내었다는 보고(16)와 비교해 볼 때 아로니아도 마찬가지로 발효기간에 따라 Hue 값이 소폭 증가하지만 아로니아 첨가량이 증가할수록 적색도가 증가한다는 보고(16)

Table 1. Characteristics of various resulting from the period of alcohol fermentation

Contents	Fermentation time (days)					
	0	2	4	6	8	10
pH	4.0±0.0^{a}	3.9±0.1^{b}	3.8±0.0^{c}	3.9±0.1^{b}	3.9±0.1^{b}	4.0±0.0^{a}
Total acidity (%)	0.20±0.02^{c}	0.21±0.01^{c}	0.22±0.01^{bc}	0.24±0.01^{a}	0.25±0.01^{a}	0.24±0.02^{ab}
Brix	15.0±0.1^{a}	9.2±0.1^{b}	6.4±0.1^{c}	6.1±0.1^{d}	5.9±0.1^{e}	5.9±0.1^{e}
Alcohol (%)	0.0±0.0^{a}	4.8±0.1^{b}	6.9±0.1^{c}	7.5±0.1^{d}	7.8±0.1^{c}	7.9±0.1^{e}

[1] Each value represents the mean±SD (n=3). Mean analyzed each row by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 2. Characteristics of various resulting from the period of alcohol fermentation.

Contents (mg%)	Fermentation time (days)					
	0	2	4	6	8	10
Tannic acid	83.2±1.7^{d}	84.0±0.7^{d}	86.2±0.7^{a}	85.5±0.7^{bc}	85.4±0.4^{bc}	85.2±0.4^{c}
Anthocyanin	19.5±0.7^{a}	18.9±0.1^{b}	12.5±0.2^{c}	7.6±0.3^{d}	6.3±0.4^{e}	5.4±0.4^{e}
Hue	0.85±0.01^{e}	0.99±0.00^{d}	1.00±0.01^{cd}	1.01±0.01^{c}	1.10±0.01^{b}	1.18±0.02^{a}

[1] Each value represents the mean±SD (n=3). Mean analyzed each row by Duncan's multiple range test at 5% level.

를 참고하였을 때 외관상 기호도 측면에서 유리할 것으로 사료되었다.

총 안토시아닌 함량의 경우, 발효초기 19.54±0.67 mg%에서 발효가 진행될수록 점차 감소하여 10일째에는 5.44±0.41 mg% 까지 나타났다. 이는 안토시아닌이 pH, 산소, 당류, 온도 등 다양한 요인들로 인해 영향을 받는다는 연구와 비슷한 양상을 나타냈다(24). 이를 통해 아로니아의 안토시아닌 감소를 최소화할 수 있는 추가 연구 또한 필요할 것으로 사료된다. 그리고 유기산이 안토시아닌을 안정시킨다는 보고(25)에 비추어 볼 때 알코올 발효에서는 총 산도 증가가 유의적이지 않으므로 이는 식초 제조를 위한 알코올 발효는 품질적인 측면에서 원활하고 빠르게 발효를 진행시키는 것이 유리할 것으로 사료됐다.

과일에서 떫은맛을 나타내는 고분자성 물질인 탄닌은 폴리페놀의 일종으로 농도가 과할 경우, 기호도에 좋지 않은 영향을 미친다(26). 알코올 발효 기간에 따른 탄닌 변화는 Table 2에서와 같이 아로니아 내에서 탄닌 변화는 0일째에 83.21±17.30 mg%부터 4일까지 유의적 차이가 보이지 않았다. 4일째에는 가장 높은 86.22±6.53 mg%로 측정됐다. 이는 발효조에 함께 존재한 아로니아 껍질과 잔가지, 씨앗 등이 정치 발효되면서 침출되어 더 높게 측정된 것으로 사료됐다. 그리고 4일 째부터 10일 85.24±0.38 mg%로 통계상 유의적으로 점차적 감소 경향을 보였는데, 이는 감식초를 연구한 보고(26)에서는 탄닌은 숙성 기간이 진행될수록 불용성 탄닌으로 전환되어 측정값이 감소했다는 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

아로니아 와인제조가 주목적일 경우 숙성에 따라 탄닌을 저감시킬 수 있는 방법에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 여겨지지만, 본 연구 목적에 따라 고찰하면 탄닌 측정 결과가 알코올 발효 기간 동안 유의적인 차이가 없었으므로 아로니아를 주원료로 한 알코올 발효는 상당히 빠른 기간 내에 진행됨을 알 수 있었다. 이는 동시에 식초 제조에 필요한 아로니아 알코올 발효액을 제조할 경우, 품질 변화가 크지 않은 채 제조할 수 있다는 것으로 해석할 수 있다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 아로니아를 알코올 발효시키면서 원과 착즙액 대비 이화학적 특성 차이를 살펴보아 초산 발효에 앞서 알코올 발효에 아로니아가 적합한지를 확인했다. 실험 결과, 효모의 생육에 따라 pH가 소폭 감소했지만 유의적이지는 않았다. 알코올 함량과 당도의 경우, 서로 반비례적인 관계로 변화했으며 당도는 초기 15.0±0.1%부터 10일째에 5.9±0.1%에 다다랐고, 알코올 함량은 발효 기간 중 왕성한 상승세를 보여 일주일 뒤에는 유의적인 차이가 보이지 않는 정체기에 도달해 발효 종료 후 7.9±0.1%를 나타냈다. 총 산도는 소폭 증가하였으나 전체적인 경향을 보아 유의적이지는 않았다. 탄닌 함량은 0일째 83.3±1.7 mg%부터 10일째 85.2±0.4 mg% 까지 큰 차이는 보이지 않았으며, 이는 품질의 변화 없이 빠른 기간 내에 알코올 발효를 완료시켰다는 것으로 볼 수 있었다. 안토시아닌의 경우 발효기간에 따라 아로니아가 감소했으며 이는 식초 제조를 위한 알코올 발효는 빠른 기간 내에 발효를 종료시키는 것이 유리할 것으로 사료됐다. 산화정도를 나타내는 색도(Hue value)는 0.85±0.01부터 유의적으로 증가하여 1.18±0.02으로 증가하였으나 산화정도의 기준을 1.0으로 보았을 때 심각한 품질 변화는 보이지 않았다. 종합판단한 결과, 아로니아는 초산발효를 위한 알코올 발효액을 제조하기에 적합한 것으로 사료되었다.

사 사

이 논문은 2019년 한국교통대학교 교내 학술연구비의 지원을 받아 수행한 연구임.

참고문헌

1. Kwon SH, Jeong EJ, Lee GD, Jeong YJ. (2000) Preparation method of fruit vinegars by two stage

fermentation and beverages including vinegar. Food Ind Nutr. 5, 18~24.

2. Hong SM, Kang MJ, Lee JH, et al. (2012) Production of vinegar using *Rubus coreanus* and its antioxidant activities. Korean J Food Preserv. 19, 594~603.

3. Jeong Y, Lee MH. (2000) A view and prospect of vinegar. Food Indus Nutr. 5, 7~12.

4. Kim MJ, Choi JH, Kwon SH, et al. (2013). Characteristics of fermented dropwort extract and vinegar using fermented dropwort extract and its protective effects on oxidative damage in Rat glioma C6 cells. Korean J Food Sci Technol. 45, 350~5.

5. Kim DH. (1999) Studies on the production of vinegar from fig. J Korean Soc Food Sci Nutr. 28, 53~60.

6. Jeong YJ, Seo JH, Jung SH, Shin SR, Kim KS. (1998) The quality comparison of uncleaned rice vinegar by two stages fermentation with commercial uncleaned rice vinegar. Korean J Food Preserv. 5, 374~9.

7. Wu X, Gu L, Prior RL, McKay S. (2004) Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of Rives, *Aronia* and *Sambucus* and their antioxidant capacity. J Agr Food Chem. 52, 7846~56.

8. Lee HN, Lee JM, Chang YH. (2013) Quality characteristics of *makgeolli* supplemented with cranberries. J East Asian Soc Dietary Life. 23, 85~91.

9. Lee YH. (2015) Introduction of agricultural technology. In: *Aronia*, Lee BS (Editor), Rural Development Administration, Jeonju, Korea. p 9~12.

10. Yun JU, Jung KE, Kim DH, et al. (2017) Quality characteristics of fried fish paste with squeezed *Aronia melanocarpa* juice. Korean J Food Preserv. 24, 13~20.

11. Yoon HS, Kim JW, Kim SH, Kim YG, Eom HJ. (2014) Quality characteristics of bread added with aronia powder (*Aronia melanocarpa*). J Korean Soc Food Sci Nutr. 43, 273~80.

12. Lee SA, Kim GW, Hwang ES, Shim JY. (2014) Stability of anthocyanin pigment in aronia *makgeolli.* Food Eng Prog. 18, 374~81.

13. Park EJ. (2014). Quality characteristics of s*ulgidduk* added with aronia (*Aronia melanocarpa*) powder. J East Asian Soc Dietary Life. 24, 646~53.

14. Lee JH, Park JH, Jeong JS, et al. (2017). Quality characteristics of sweet persimmon jams added with aronia juice. Korean J Food Nutr. 30, 433~9.

15. Lee YJ, Ahn YH, Seo WT. (2016). Carrot vinegar fermentation by independent two-step fermentation process and its physiochemical characteristics. J Agric Life Sci. 50, 151~64.

16. Yoon HS, Park HJ, Park JH, et al. (2017). Quality characteristics and volatile flavor components of aronia wine. Korean J Food Nutr. 30, 599~608.

17. Lee JM, Durst RW, Wrolstad RE. (2005) Determination of total monomeric anthocyanin pigmentcontent of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines bythe pH differential method: collaborative study. J AOAC Int. 88, 1269〜78.

18. Duval B, Shetty K. (2001). The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. J Food Biochem. 25, 361~77.

19. Lee KH, Park HC, Her ES. (1998). Statistics and data analysis method. Hyoil Press, Seoul, Korea. 253~296.

20. Shin HJ, Byun OH, Kim YJ, et al. (2015). Study of tannin reducing effect of aronia by yeast isolated from *jeotgal*. Korean J Mycology. 43, 247~52.

21. Maisonnave P, Sanchez I, Moine V, Dequin S, Galeote V. (2013). Stuck fermentation: Development of a synthetic stuck wine and study of a restart procedure. Int J Food Microbiol. 163, 239~47.

22. Kang SA, Lee SH, Shim YN, et al. (2016). Antioxidant capacity of anthocyanin-rich fruits and vegetables and changes of quality characteristics of black carrot added pudding according to storage. J Appl Biol Chem. 59, 273~80.

23. Lee JE, Shin YS, Sim JK, Kim SS, Koh KH. (2002). Study on the color characteristics of Korean red wine (II). Korean J Food Sci Technol. 34, 164~9.

24. Jarkko H, Pirjo M, Reijo K. (2013). Stability of anthocyanins in berry juices stored at different temperatures. J Food Composition and Analysis. 31, 12~9.

25. Hwang ES, Ki KN. (2013). Stability of the anthocyanin pigment extracted from aronia (*Aronia melancocarpa*). Korean J Food Sci Technol. 45, 416~21.

26. Seo JH, Jeong YJ, Shin SR, Kim KS. (2000). Effects of tannins from astringent persimmons in alcohol fermentation for persimmon vinegars. J Korean Soc Food Sci Nutr. 29, 407~11.

Received Dec. 10, 2019, Revised Dec. 27, 2019, Accepted Dec. 27, 2019