*The Korean Journal of Culinary Research*
Vol. 21, No. 6, pp. 255~263 (2015)



# 고추냉이 잎으로 제조한 식초의 품질 특성 연구

신 언 환¶
울산과학대학교 호텔외식조리과¶

# Quality Chatacteristics of Vinegar using *Wasabi japonica* Matsum Leaves

**Eon Hwan Shin¶**
*Dept. of Hotel Service & Culinary Arts, Ulsan College¶*

Abstract

**This study was conducted to test the fermenting of high quality vinegar using *Wasabi japonica* Matsum leaves. Alcohol fermentation with *Wasabi japonica* Matsum leaves resulted in the reduction of sugar and sugar alcohol content during fermentation, which decreased sharply over 3 days. The alcohol content was maximized (15.4%) after 8-days of alcohol fermentation at 27℃ by adjusting the initial sugar concentration to 27°Brix, and vinegar with an acidity of 5.1% was obtained after 21-days of acetic acid fermentation at 30℃. The pH was shown to be 3.5 after 21-days of acetic acid fermentation at 30℃. Regarding the color of *Wasabi japonica* Matsum leaves vinegar, the L and b values increased according to fermentation time, whereas a color values decreased. In conclusion, based on the above results, it is determined that the use of *Wasabi japonica* Matsum leaves allows for the production of high-quality vinegar.**

**Key words: *Wasabi japonica* Matsum leaves, vinegar, alcohol fermentation, pH, reducing sugar, total acidity**

## Ⅰ. 서 론

식초는 초산을 주성분으로 하여 소량의 유기산류, 유리당류, 아미노산류 및 에스테르류 등을 함유한 발효식품(Kim MJ et al 2013)으로 음식을 조리할 때 신맛을 내게 하는 조미료로 사용되는 것은 물론 짠맛, 단맛 등의 음식 맛을 부드럽게 하고 특유의 향미를 부여한다. 또한, 생체 내에서 호기적으로 쉽게 분해될 수 있고, 생리적 상태에 따라서 필요한 물질로 쉽게 전환될 수 있으며, 필요한 미량금속이 염으로 흡수될 수 있어 최근에는 영양학적으로 다량섭취가 권장되고 있다. 식초는 크게 곡류, 과실류, 주류 등을 주원료로 하여 제조한 양조식초와 빙초산 또는 초산을 음용수로 희석한 후 조미하여 제조하는 합성식초로 대별되는데, 미생물과 천연자원을 이용한 양조식초는 생산기간이 길고 균일한 특성을 가진 제품의 생산이 어려우며, 원가가 비싸다는 단점 때문에 값싸고 산도가 높은 합성식초가 사용되어왔다. 양조식초는 과즙 30% 이상 함유하는 과실식초와 곡물 4% 이상 함유하는 곡물식초로 분류되고 있다(Baek CH et al 2013). 일반적으로 포도(Jeong YJ et al 1998),

¶ : 신언환, sihn@uc.ac.kr, 울산광역시 동구 봉수로 101, 울산과학대학교 호텔외식조리과

무화과(Kim DH 1999), 딸기(Lee GD et al 2003), 사과(Seo JH et al 2001), 복분자(Hong SM 2012), 석류(Yae MJ 2007), 감(Jeong YJ 1999), 참다래(Woo SM et al 2007), 참외(Lee GD et al 2002), 매실(Ko YJ 2007) 등 다양한 과실재료를 이용한 식초가 개발되고 있으며, 곡물을 이용한 식초에는 쌀(Lee JC et al 2012), 흑미(Ann YG et al 2012), 보리(Kim HJ et al 1985), 밀(Cho KM 2013), 잡곡(차조, 메조, 기장, 수수, 율무)(Woo KS et al 2010) 식초 등이 개발, 이들의 다양한 생리활성이 보고되고 있다. 또한, 소비자의 관심이 크게 높아지고 있어 사과, 감, 배, 매실 등의 새로운 과일이나 야채 등을 이용하여 독특한 풍미를 가진 양조식초를 개발하고자 하는 시도가 활발히 이루어지고 있다(Kwon SH et al 2000; Yoon HN 1998). 식초의 생리활성에 대한 연구로는 소화액의 분비 촉진으로 장의 운동을 촉진시키고, 배변을 원활히 함으로써 변비개선 효과(Vogel RA et al 2000), 미나리 식초의 초산은 TCA 회로를 활성화시켜 젖산분해를 촉진한다. 아스파트산은 피로 회복 효과(Kim MJ et al 2013)를 보였으며, 감식초는 혈중 지질 LDL cholesterol을 낮추고, HDL cholesterol을 높이며, 간과 근육의 글리코겐 함량을 늘려 운동기능성 증대 효과(Seo HB et al 2011), 홍삼식초는 체중을 감소시켜 비만 억제 효과가 보고되었다(Ann YG et al 2001). 오이식초는 혈장 아세트알데히드 농도를 낮추어 숙취 해소 효과(Hong SM et al 2012)와 무화과 식초에 GABA 함량이 풍부해 성인병 예방과 청소년기의 학습능력 증진 효과가 있음이 보고되었다(Na HS et al 2013).

초산균은 그 종류에 따라 생성하는 초산 함량이 다르며, 총산 함량을 좌우하는 식초품질 판정의 지표로 이용되므로 우수한 초산균을 육성하는 것은 매우 중요하다. 초산균은 *Acetobacter* 속과 *Gluconobacter* 속 두 종류로 분류되어 왔으나, 새로운 아속인 *Gluconacetobacter* 속이 밝혀졌다(Yamada Y · Kondo K 1984). 지금까지 알려진 대표적인 종들로는 *Acetobacter aceti*, *A. pasteurianus*, *A. liquefaciens*, *A. xylinum*, *A. hansenii*와 *A. methanolicus* 등이 있다(Entani E et al 1985; Cha YJ et al 1994).

고추냉이(*Wasabia japonica* Matsum)는 일본이 원산지이며, 십자화과에 속하는 다년생 초본식물이다(Lee WC 1996). 국내에서는 와사비로 알려져 있으며, 주로 근경을 이용하여 신선 어류 등에서 풍미를 살리는 고급향신료로 사용되고 있다. 고추냉이는 근경과 식물체 전체에 독특한 매운 성분을 함유하고 있어 향신료로서 사용될 뿐 만 아니라, 비타민 C의 산화억제작용, 베타아밀라아제의 활성촉진, 식욕증진, 비타민 $B_1$ 합성증강, 항균성 등의 효과가 있어 건강식품으로도 각광을 받고 있으며, 국내에서도 생선 요리의 섭취에 따른 소비가 급증하고 있다(Park KI et al 1996). 고추냉이에 대한 국내 연구는 식물체 재분화 및 대량증식(Lee SW et al 1994; Eun JS et al 1998; Lee JH et al 2005; Park YY et al 2007), 기능성 성분 및 활성(Seo JY et al 2010), 고추냉이 가공품 품질특성(Seo KM · Chung CH 2012), 김치 및 김치 양념물의 저장성과 발효에 미치는 영향(Rha YH et al 2004; Rha YH et al 2003) 등에 대한 연구가 수행되었으나, 대부분이 근경에 관한 연구로서 잎, 줄기에 대한 연구로는 더덕 잎의 이화학적 특성 및 항산화 활성(Park EA 2014) 등으로 기초적인 특성에 관한 연구가 있다. 그러나 잎을 이용한 식초제조에 관한 연구는 미흡한 상태로 농가의 새로운 소득작물로 소득증대는 물론 소비자들에게 건강한 먹거리를 제공할 수 있는 것으로 판단하여, 본 실험에서는 고추냉이 잎을 이용한 누룩 및 효모 발효 식초 제조 및 품질 특성에 대해 알아보며, 기능성 식초 개발 가능성을 검토하고자 하였다.

## Ⅱ. 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 실험에 사용된 고추냉이 잎은 2014년 10월

경기도 여주에서 수확한 국내산 고추냉이 잎을 구입하여 흐르는 물에 세척하여 사용하였다. 고추냉이 잎의 알코올 발효에 사용된 효모(*Saccharomyces cerevisiae*)는 시판 효모인 Fermivin (Lallemand Inc., Fredericia, Denmark)을 사용하였고, 초산 발효를 위한 초산균은 *Acetobacter* sp.(KTCT 2806)를 사용하였다. 초산균 배양을 위한 배지 제조시 사용된 yeast extract, peptone, agar는 BD Difco (Becton, Dickinson & Co., Paris, France)에서, 이를 제외한 모든 시약은 Sigma-Aldrich(St Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다.

### 2. 알코올 발효

고추냉이 잎을 믹서로 마쇄한 후 설탕으로 24%가 되게 보당한 후 1일간 방치하고, YM broth에서 배양시킨 주모액 5%를 접종하여 27℃에서 8일간 발효시켰다(Kim DH · Lee JS 2000).

### 3. 초산 발효

초산균인 *Acetobacter* sp.을 YPM medium에 접종하여 30℃, 72시간 정치 배양하여 종초로 사용하였다. 알코올 발효가 된 발효액을 면 거즈로 여과한 여과액에 종초 5%를 접종하였다. 30℃에서 21일간 발효시킨 후, 여과지(Whatman No.2)로 여과시킨 후 시료로 사용하였다(Yae MJ et al 2007; Kim DH 1999; Kwon SH et al 2000; Shin JS et al 2002).

### 4. 특성 연구

#### 1) pH 및 총산 측정

pH의 측정은 시료 10 mL를 검체하여 pH meter(Metrohm 691,Swiss)를 사용하여 측정하였으며, 총산의 함량은 시료 1 mL를 취하여 1% phenolphtalein을 지시약으로 첨가하여 0.1N NaOH 용액으로 중화 · 적정하여 총산함량(%)으로 환산하였다.

$$\text{총산}(w/v\%) = \frac{0.006 \times V \times f \times D}{S} \times 100\,(\text{초산으로서})$$

V : 0.1 N NaOH의 소비량(mL)
f : 0.1 N NaOH의 factor
D : 희석배수=5
S : 시료량 (mL)
0.006 : 0.1 N NaOH 1 mL=0.006 g $CH_3COOH$

#### 2) 환원당 함량 측정

환원당은 2,3-dinitrosalicylicacid(DNS)(AOAC 1990)법을 이용하여 측정하였다. 즉, 시료 1 mL에 DNS 시약 1 mL를 가하여 15분간 중탕하여 20℃에서 15분간 냉각시킨 후 필요에 따라 증류수 3 mL를 을 가하여 희석한 후 spectrophotometer(UV-1201, Shimadzu Co, Japan)를 이용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 3) 당도 및 알코올 함량 측정

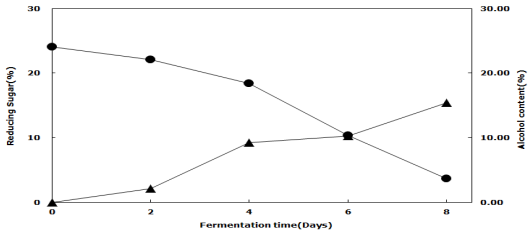
당도 측정은 굴절당도계(1T,Atago Co., Japan)로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 알코올 함량 측정은 발효가 끝난 술덧을 100 mL 취하여 증류수 50 mL와 혼합하여 증류수 플라스크에 넣고 증류를 실시하여 증류액 약 80 mL를 받은 다음 증류수로 100 mL 정용하여 주정계로 알콜 농도를 측정하고, Gay-Lucsac표를 이용하여 보정하였다.

#### 4) 색도 측정

색도 측정은 spectrophotometer(UV-1201, Shimadzu Co, Japan)를 사용하였고, 그 값을 Hunter color value 즉 L값(lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)으로 나타내었다. 이때 표준 백판의 L, a, b값은 각각 99.22, −0.21, −0.29이었다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 알코올 발효

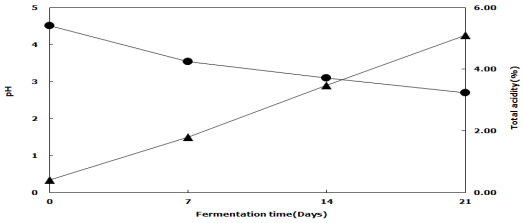



**<Fig. 1> Changes in sugar and ethanol contents during alcohol fermentation of *Wasabi japonica* Matsum leaves at 27℃ for 8 days.**

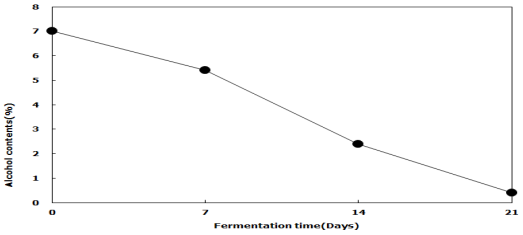
고추냉이 잎을 8일간 알코올 발효시키면서 발효 과정중 당도와 알코올 함량의 변화를 측정한 결과는 <Fig. 1>에 나타내었다. 알코올 발효가 진행됨에 따라 환원당은 감소하면서 알코올이 생성되는 것을 확인하였다. 환원당은 3일 이후로 급격히 감소하여 8일 이후에는 3.67%에 도달하였고, 알코올 함량은 3일 이후 급격히 증가하여 최종적으로 15.4%의 고추냉이 잎 알코올 발효액이 생성되었다. 복분자 열매를 사용하여 알코올 발효에 의해 11.78% (Park S et al 2012)와 10~11%(Choi HS et al 2005)의 알코올이 생성되고, 당 함량은 감소되었다는 유사한 경향을 보고하였다. 이와 같은 결과는 알코올 발효 시 효모는 당을 기질로 사용하여 알코올을 생성하게 되고, 점차 발효가 진행됨에 따라 당은 소모하게 되어 감소하고, 알코올 함량이 증가한 것으로 생각된다.

## 2. pH 및 총산

초산 발효 과정 중 생성된 초산에 의해 고추냉이 잎 식초의 pH는 점차 감소되었으며, 이는 <Fig. 2>에 나타내었다. 고추냉이 식초의 pH는 초산 생성에 따라 감소하는 경향은 있으나, 비례적으로 감소하지는 않았다. 현미 식초의 경우, 발효가 진행됨에 따라 pH는 감소하는 경향을 나타내었고, 20℃ 발효온도에서는 산도가 감소하여도 pH가 유지되었으나, 30℃ 발효온도에서는 산도가 감소함에 따라 pH가 증가하였다고 보고하였다(Baek CH et al 2013). 또한, 석류 식초의 경우, 발효 4일까지




**<Fig. 2> Changes in pH and total acidity contents of *Wasabi japonica* Matsum leaves vinegar during acid fermentation period.**




**<Fig. 3> Changes in pH and total acidity contents of *Wasabi japonica* Matsum leaves vinegar during acid fermentation period.**

산도는 증가하였으나, pH는 발효 1일째 감소한 후 큰 변화가 없었다고 보고하였다. 총산의 변화 역시 <Fig. 2>에 나타내었으며, 발효 1일 째에는 총산이 0.4를 나타내었으나, 발효가 진행됨에 따라 총산이 증가하여 최종 총산은 5.1을 나타내었다. 초산발효가 진행되면서 pH는 감소하며, 총산은 증가하는 것으로 나타났다.

## 3. 초산 발효시 알코올 함량 변화

발효 기간 중 알코올 함량의 변화는 <Fig. 3>과 같다. 고추냉이 잎의 초산 발효 1일째에는 알코올 함량이 7.3%를 나타내었다, 발효가 진행됨에 따라 알코올 함량은 감소하여 최종 21일 째에는 알코올 함량을 나타내지 않았다.

## 4. 당도

발효기간 중 당도의 변화는 <Table 1>에 나타내었다, 알코올 발효 후 시료의 초기 당도는 27 °Brix로 초산 발효 1일째에 14°Brix를 나타내었으

<Table 1> **Changes in °Brix% of *Wasabi japonica* Matsum leaves vinegar during acid fermentation period**

| Fermentation period | | Alcohol fermentation | Acid fermentation |
|---|---|---|---|
| | | 27 | |
| 1 day | | - | 14 |
| 7 day | Brix | - | 14 |
| 14 day | | - | 14 |
| 21 day | | - | 14 |

며, 초산 발효가 진행되는 과정 중에는 당도의 변화가 없었다. 식초 제조를 위해 발효 초기 당도가 23°Brix가 되도록 설탕으로 보당한 후 27℃ 10일간의 알코올 발효와 29℃에서 12일간의 초산발효를 수행하여 최종 산도 4.4%의 식초를 얻은 보고(Park HJ et al 2014)와 유사한 결과를 나타내었다.

### 5. 색도

고추냉이 잎 식초의 초산 발효 중 색도 측정 결과는 <Table 2>에 나타내었다. L값의 변화는 발효 1일째 35.07이었으나, 발효가 진행됨에 따라 21일 최종일에는 43.28를 나타내어 발효가 진행됨에 따라 L값은 증가함을 나타내었다. 적색도를 나타내는 a값은 발효 1일째는 1.94이었으나, 발효가 진행되어 최종일에는 1.67를 나타내어 거의 변화가 없음을 나타내었다. 또한, 황색도를 나타내는 b값은 초기에는 9.67을 나타내었으나, 발효 21일째에 12.98로 값이 증가하였다. 발효 21일 째의 L, a, b값은 시판 현미식초에서와 유사한 값을 나타내었으며(Woo KS et al 2010), 고추냉이 잎 식초는 발효가 진행됨에 맑아짐을 나타내는데, 이는 L값이 증가되어 나타나는 현상으로 판단된다.

## Ⅳ. 요약 및 결론

본 연구에서는 고추냉이 잎을 이용한 누룩 및 효모 발효 식초 제조 및 품질 특성에 대해 알아보며 기능성 식초 개발 가능성을 알아보고자 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 고추냉이 잎을 8일간 알코올 발효시키면서 발효 과정중 당도와 알코올 함량의 변화를 측정한 결과, 환원당은 3일 이후로 급격히 감소하여 8일 이후에는 3.67%에 도달하였고, 알코올 함량은 3일 이후 급격히 증가하여 최종적으로 15.4%의 고추냉이 잎 알코올 발효액이 생성되었다. 고추냉이 식초의 pH는 초산 생성에 따라 감소하는 경향은 있으나, 비례적으로 감소하지는 않았다. 총산의 변화 역시 발효 1일째에는 총산이 0.4를 나타내었으나, 발효가 진행됨에 따라 총산이 증가하여 최종 총산은 5.1을 나타내었다. 초산발효가 진행되면서 pH는 감소하며, 총산은 증가하는 것으로 나타났다. 초산 발효 기간 중 알코올 함량의 변화는 고추냉이 잎의 초산 발효 1일째에는 알코올 함량이 7.3%를 나타내었으며, 발효가 진행됨에 따라 알코올 함량은 감소하여 최종 21일 째에는 알코올 함량을 나타내지

<Table 2> **Changes in color of *Wasabi japonica* Matsum leaves vinegar during acid fermentation period**

| Hunter value | 1 day | 21 days |
|---|---|---|
| L(lightness) | 35.07 | 43.28 |
| a(redness) | 1.94 | 1.67 |
| b(yellowness) | 9.67 | 12.98 |

않았다. 알코올 발효 후 시료의 초기 당도는 27 °Brix로 초산 발효 1일째에 14°Brix를 나타내었으며, 초산 발효가 진행되는 과정 중에는 당도의 변화가 없었다. 식초 제조를 위해 발효 초기 당도가 23°Brix가 되도록 설탕으로 보당한 후 27℃ 10일간의 알코올 발효와 29℃에서 12일간의 초산발효를 수행하여 최종 산도 4.4%의 식초를 얻은 것으로 보고와 유사한 결과를 나타내었다. 고추냉이 잎 식초의 초산 발효 중 색도 측정 결과, L값의 변화는 발효 1일째 35.07이었으나, 발효가 진행됨에 따라 21일 최종일에는 43.28를 나타내어 발효가 진행됨에 따라 L값은 증가함을 나타내었다. 적색도를 나타내는 a값은 발효 1일째는 1.94이었으나, 발효가 진행되어 최종일에는 1.67를 나타내어 거의 변화가 없음을 나타내었다. 또한, 황색도를 나타내는 b값은 초기에는 9.67을 나타내었으나, 발효 21일째에 12.98로 값이 증가하였다. 고추냉이 잎 식초는 발효가 진행됨에 맑아짐을 나타내는데, 이는 L값이 증가되어 나타나는 현상으로 판단된다.

## 한글 초록

본 연구에서는 고추냉이 잎을 이용하여 발효식초를 제조 및 품질 특성에 대해 알아보고자 연구를 수행하였다. 고추냉이 잎을 알코올 발효시키면서 발효 과정중 당도와 알코올 함량의 변화를 측정한 결과, 환원당은 3일 이후로 급격히 감소하였으며, 알코올 함량은 3일 이후 급격히 증가하여 8일 후에 고추냉이 잎 알코올 발효액이 생성되었다. 알코올 발효 후 초산 발효가 진행됨에 따라 초산발효가 진행되면서 pH는 감소하며 총산은 증가하는 것으로 나타났다. 초산 발효 기간 중 알코올 함량의 변화는 고추냉이 잎의 초산 발효가 진행됨에 따라 알코올 함량은 감소하여, 최종 21일째에는 알코올 함량을 나타내지 않았다. 알코올 발효 후 시료의 초기 당도와 초산 발효가 진행되는 과정 중의 당도 변화는 없었다. 고추냉이 잎 식초의 초산 발효 중 색도 측정 결과 L값은 발효가 진행됨에 따라 증가하였고, 적색도를 나타내는 a값은 거의 변화가 없었으며, 황색도를 나타내는 b값은 증가하였다. 고추냉이 잎 식초는 발효가 진행됨에 맑아짐을 나타내는데, 이는 L값이 증가되어 나타나는 현상으로 판단된다. 이상의 결과로 쌈용 및 장아찌용으로 사용되어 오던 고추냉이 잎을 이용하여 고품질의 식초를 제조할 수 있는 것으로 판단되며, 농가의 새로운 소득작물로 새로운 소득증대와 소비자들에게 건강한 먹거리를 제공할수 있는 것으로 판단된다.

주제어: 고추냉이 잎, 식초, 알코올 발효

## 감사의 글

본 연구는 2015년 울산과학대학교 교내학술연구비 지원에 의해 수행된 결과물로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

Ann, YG, Oh MH, Lee BY (2012). Vinegar produced from *Chrysanthemum zawadskii* and pearl shell. *Korean J Food & Nutr* 25(1):90-98.

Ann YG, Kim SK, Shin CS (2001). Studies on wax gourd ginseng vinegar. *Korean J Food & Nutr* 14(1):52-58.

A.O.A.C.(1990) Official Method of Analysis of AOAC Intl. 18th ed. Method Association of Official Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA.

Baek CH, Jeong DH, Baek SY, Choi JH, Park HY, Choi HS, Jeong ST, Kim JH, Jeong YJ, Kwon JH, Yeo SH (2013). Quality characteristics of farm-made brown rice vinegar via traditional static fermentation. *Korean J Food Preserv* 20 (4):564-572.

Cho KM, Shin JH, Seo WT. 2013. Production of Korean domestic wheat (Keumkangmil) vinegar with *Acetobacter pasteurianus* A8. *Korean J Food Sci Technol* 45(2):252-256.

Entani E, Ohmori S, Masai H, Suzuki KI (1985). *Acetobacter polyoxogenes* sp. nov., a new species of an acetic acid bacterium useful for producing vinegar with high acidity. *J Gen Appl Microbiol* 31(5):475-490.

Eun JS, Ko JA, Kim YS, Kim MJ (1998). Mass propagation of *Wasabia japonica* by apical meristem culture. *J Kor Soc Hort Sci* 39(3): 278-282.

Hong SM, Moon HS, Lee JH, Lee HI, Jeong JH, Lee MK, Seo KI (2012). Development of functional vinegar by using cucumbers. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(7):927-935.

Hong SM, Kang MJ, Lee JH, Jeong JH, Kwon SH, Seo KI (2012). Production of vinegar using *Rubus coreanus* and its antioxidant activities. *Korean J Food Preserv* 19(4):594-603.

Jeong YJ, Lee MH, Seo KI, Kim JN, Lee YS (1998). The quality comparison of grape vinegar by two stages fermentation with traditional grape vinegar. *J East Asian Soc Dietary Life* 8(4):462-468.

Jeong YJ, Seo JH, Park NY, Shin SR, Kim KS (1999). Changes in the components of persimmon vinegars by two stages fermentation (Ⅰ). *Korean J Food Preserv* 6(2):228-232.

Jeong YJ, Seo KI, Kim KS (1996): Physicochemical properties of marketing and intensive persimmon vinegars. *Journal of the East Asian of Dietary Life* 6(3):355-363.

Kim DH (1999). Studies on the production of vinegar from fig. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(1):53-60.

Kim DH, Lee JS (2000). Vinegar production from subtropical fruits. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(1):68-75.

Kim MJ, Choi JH, Kwon SH, Kim HD, Bang MH, Yang S (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(3):350-355.

Kim HJ, Park SH, Park CH (1985). Studies on the production of vinegar from barley. *Korean J Food Sci Technol* 17(5):350-354.

Ko YJ, Jeong DY, Lee JO, Park MH, Kim EJ, Kim JW, Kim YS, Ryu CH (2007). The establishment of optimum fermentation conditions for *Prunus mume* vinegar and its quality evaluation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(3):361-365.

Kwon SH, Jeong EJ, Lee GD, Jeong YJ (2000). Preparation method of fruit vinegars by two stage fermentation and beverages including vinegar. *Food Industry and Nutrition* 5(1):18-24.

Lee GD, Kim SK, Lee JM (2003). Optimization of the acetic acid fermentation condition for preparation of strawberry vinegar. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(6):812-817.

Lee GD, Kwon SH, Lee MH, Kim SK, Kwon JH (2002). Monitoring on alcohol and acetic acid fermentation properties of muskmelon. *Korean J Food Sci Technol* 34(1):30-36.

Lee JC, Han WC, Lee JH, Jang KH (2012). Quality evaluation of vinegar manufactured using rice and *Rosa rugosa* Thunb. *Korean J Food Sci Technol* 44(2):202-206.

Lee JH, Lee KS, Choi JY and Lee YB (2005). Effects of sucrose, mineral salt and aeration volume on mineral composition of wasabi plantlet in bioreactor culture. *Kor J Hort Sci Technol* 23:45.

Lee SW, Lee BH, Lee JI and Kim YH (1994). Multiplication by *in vitro* culture of axillary bud in *Wasabia japonica* Matsum. *RDA J Agri Sci* 36(1):186-190.

Lee WC (1996). An Color Illustrated Guide to Korean Criteria Flora. Academy Books. Co. Seoul. Korea. p. 142.

Na HS, Choi GC, Yang SI, Lee JH, Cho JY, Ma SJ, Kim JY (2013). Comparison of characteristics in commercial fermented vinegars made with different ingredients. *Korean J Food Preserv* 20(4):482-487.

Park EA (2014). Physicochemical characteristics and antioxidant activities of *Codonopsis lanceolata* leaves. *Korean J Culinary Research* 20 (4):183-192.

Park HJ, Jeong SH, Yoon HH, Jung JH, Song JY (2014). Optimization of acetic acid fermentation for aromia vinegar using response surface methodology. *Korean J Food Cook Sci* 30(6): 792-799.

Park KI, Yoon MJ, Kwon SW, Choi SY, Lee KS (1996). Effects of colchicine and EMS on induction of variants in *Wasabia japonica* Matsum. *Korean J Medicinal Crop Sci* 4(1):12-18.

Park YY, Cho MS, Chung JB (2007). Effect of salt strength, sucrose concentration and $NH_4/NO_3$ ratio of medium on the shoot growth of *Wasabia japonica in vitro* culture. *J Plant Biotechnol* 34(3):263-269.

Rha YA, Park JN, Na YS (2004). The effects of pine pollene and horseradish on fermentation of *Kimchi. Korean J Culinary Research* 10(4): 178-189.

Rha YA, Park JN (2003). Effect of dried powders of pine needle, pine pollen, green tea and horseradish on preservation of *Kimch-yangnyum. Korean J Culinary Research* 9(4):179-190.

Seo JH, Lee GD, Jeong YJ (2001). Optimization of the vinegar fermentation using concentrated apple juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30(3):460-465.

Seo JY, Kim KD, Shin IS, Choi KD and Lee SM (2009). Effects of supplemental dietary wasabi extract, chitosan and *Pophyra* on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Kor J Fish Aquat Sci* 42 (3):257-261.

Seo KM, Chung CH (2012). The quality characteristics of th soy sauce seasoned chicken meat with the blended wasabi (*Wasabia japonica Matsum.*) juice during cold storage. *Korean J Food Cookery Sci* 28(5):579-588.

Seo HB, Song YJ, Kang JY, Kwon DK, Kim PG, Ryu SP (2011). The study of persimmon vinegar as a functional drink on reduce blood lipids and enhance exercise performance. *J Korean For Soc* 100(2):232-239.

Shin JS, Lee OS, Jeong YJ (2002). Changes in the components of onion vinegars by two stage fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 34 (6):1079-1084.

Vogel RA, Correti MC, Plotnick GD (2000). The postprandial effect of components of the Mediterranean diet on endothelial function. *J Am Coll Cardiol* 36(5):1455-1460.

Woo SM, Kim OM, Choi IW, Kim YS, Choi HD, Jeong YJ (2007). Condition of acetic acid fermentation and effect of oligosaccharide addition on kiwi vinegar. *Korean J Food Preserv* 14(1):100-104.

Woo KS, Ko JY, Song SB, Lee JS, Kang JR, Oh BG, Nam MH, Jeong JH, Jeong HS, Seo MC (2010). Physicochemical characteristics of vinegars fermented from cereal crops with *Inca-*

*lgyun*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39(8):1171-1178.

Yae MJ, Lee GH, Nam KH, Jang SY, Woo SM, Jeong YJ (2007). Establishment of quality control standardization for pomegranate vinegar. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(11):1425-1430.

Yamada Y, Kondo K (1984). *Gluconacetobacter*, a new subgenus comprising the acetate-oxidizing acetic acid bacteria with ubiquin one-10 in the genus *Acetobacter*. *J Gen Appl Microbiol* 30 (4):297-303.

Yoon HN (1998). Simultaneous gaschromatographic analysis of ethanol and acetic acid in vinegar. *Korean J Food Sci Technol* 30(6): 1247-1251.

2015년 09월 25일 접수
2015년 10월 12일 1차 논문수정
2015년 10월 24일 2차 논문수정
2015년 12월 03일 논문게재확정