

## 유자청 발효식초의 항산화 활성 및 암세포 증식 억제 효과

이경진<sup>1</sup> · 이민아<sup>2</sup> · 문원식<sup>3</sup> · 이승제<sup>+</sup>\*

<sup>1</sup>전라북도생물산업진흥원, <sup>2</sup>국민대학교 식품영양학과, <sup>3</sup>세종대학교 조리외식경영학과

### Effects of growth inhibitory of cancer cells and antioxidant activity of citron vinegar Prepared with Yujacheong

Kyung-Jin Lee<sup>1</sup>, Min A Lee<sup>2</sup>, Weon Sik Moon<sup>3</sup> and Seung-Je Lee<sup>+</sup>\*

<sup>1</sup>Jeonbuk Institute for Food-Bioindustry, Jeonbuk 561-756, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food and Nutrition, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Culinary & Food Service Management, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

\*Corresponding author: sjlee@jif.re.kr

#### ABSTRACT

This study was aimed on the production of Yujacheong vinegar using Yujacheong and further functionally characterized with respect to anticancer activity, antioxidant activity, physicochemical properties, and sensory evaluation. Among the 4 kinds of fermented bacteria used, vinegar with *Acetobacter pasteurianus* KCCM 12654 had 4.52% acetic acid, 95.5 mg/100 mL amino acids, 1.57 ug/mL polyphenolics, and 0.27 mg/mL floavonoid. It also showed strong antioxidant activities with 34.4 uL/mL DPPH, 15.38 uL/mL ABTS, and 0.3 uL/mL reducing power. For the inhibition effects of cancer cell (Molt-4 and AGS cell lines) viability, change they were inhibited with the cell viability was inhibited by 20~40% within the concentration of 50~60 fold dilutions. As result of sensory evaluation, the Yujacheong vinegar with *A. pasteurianus* KCCM 12654 received the highest score over flavor and color fields. These results indicated that Yujacheong vinegar fermented with *A. pasterurianus* KCCM 12654 exhibited excellent product qualities, physicochemical properties as well as high physiological functions : Number consistence.

**Additional key words:** yujacheong citron vinegar, cancer cell inhibitory, antioxidant activity, physicochemical characteristics, sensory evaluation

#### 서 론

최근 들어 개인의 삶의 질 및 건강에 대한 관심이 높아지면서 식품의 건강기능성 측면이 중요한 요소로 인식되고 있다. 또한 건강식품 및 성인병

예방 식품에 대한 관심이 높아지면서 기능성 물질을 첨가한 다양한 제품에 대한 선호도가 증가하고 있는 추세이다.

식초는 독특한 방향과 신맛을 가진 대표적인 발효식품으로 동서양을 막론하고 오랜 역사를 지니

고 있으며, 특유의 강한 산성 성분이 식품 내 유해 미생물의 생육을 억제하는 효과가 있다(1). 식초의 종류는 크게 양조식초와 합성식초로 나뉘며(2, 3), 국내에서는 총산이 초산으로써 4.0~20.0 미만인 것으로 규정하고 있다(4). 양조식초는 미생물과 천연원료를 이용하여 생산하는데, 생산기간이 길고 일정 품질 유지가 어려우며 원가가 비싸다는 단점이 있다. 이러한 단점 때문에 산도가 높고 값싼 빙초산을 원료로 하여 제조한 합성식초로 대체되었지만, 최근 건강에 대한 인식이 커지는 가운데 합성식초에 관한 유해론이 제기되어(2) 천연원료를 활용한 양조식초의 필요성이 대두되는 실정이다(5).

유자(*Citrus Junos* seib.)는 운향과, 감귤 속에 속하며 중국 양자강 상류가 원산지로 국내에서는 전라남도(고흥, 완도, 장흥, 진도 등), 경상남도(거제, 남해, 통영 등) 및 제주도를 포함한 남해안 일대에서 재배되고 있다(6). 유자는 레몬보다 비타민 C 함량이 3배 많은 양이 함유되어 있어 피부미용 및 감기에 좋고, 유기산 또한 풍부하여 노화 및 피로방지도 효과적이며, 비타민 A, B 및 무기질 등의 함량이 높다(7,8). 이러한 유자는 신맛 및 쓴맛이 강하여 생식이 거의 불가능하기 때문에 간단한 가공이라도 거쳐야만 식용이 가능한데, 주로 과육만 이용하는 타 감귤류와는 달리 과육과 과피를 모두 이용하는 과일이므로 과피 부분의 항균작용을 지닌 정유 성분인 리모넨(limonene), 플라보노이드류인 나린진(naringin), 혈압강하, 항알러지 및 발암억제 등 생리활성 기능을 가진 헤스페리딘(hesperidine) 등 유효성분을 용이하게 섭취할 수 있는 장점을 가지고 있다(7, 9, 10). 국내에서 유자는 소득증대가 높은 작물로 알려져 재배면적이 연간 13,000 M/T에 이르는 등 급격히 증가하다가, 소비량 정체와 적절 소비처를 찾지 못해 가격은 매해 하락하는 실정이다(11, 12). 기능성과 영양이 우수하나 소비방안이 미흡한 유자를 활용하여 막걸리(9), 젤리(11), 잼(12), 초콜릿(13), 요구르트(14), 소스(15) 등을 개발한 연구가 진행되었지만, 현재까지도 주로 당절임 형태인 유자청으로만 소비되고 있는 상황이다(16).

대부분 유자 과즙과 과육을 이용한 유자식초 제조 그리고 유자 추출물을 활용한 다양한 가공제품

개발에 관한 연구가 진행되었을 뿐 유자청을 활용한 식초 제조에 관한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 근래 소비자 선호도가 향상되고 있는 유자청을 활용하여 속성 발효식초를 제조하고 향산화 및 항암활성 평가 그리고 다양한 품질 특성을 규명하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 유자청 식초의 제조

유자청은 전남 고흥에서 재배된 원료를 사용하여 당침한 유자청을 구입(유자청, (주)세일식품, 2014)하여 사용하였다. 초산발효에 사용한 균주로는 *Acetobacter pasteurianus* KCCM 12654, *Acetobacter aceti* KCCM 12655와 *Acetobacter aceti* KCCM 32409는 한국미생물보존센터(Korea Federation of Culture Collections)에서 분양 받아 사용하였다.

### 2. 유자청 식초의 이화학적 성분 분석

#### 가. PH 측정

PH 측정은 pH meter(MP225k, METTLER TOLEDO, England)를 이용하여 측정하였으며, 당도는 굴절당도계(NI Atago Co., Japan)를 이용하여 측정하였다.

#### 나. 산도 측정

산도는 식초 10 mL에 증류수 90 mL를 혼합하고 0.1% 페놀프탈레인 용액 2~3방울을 가한 후 0.1N NaOH를 이용하여 pH가 9.3이 될 때 까지 적정하고 초산으로 환산하였다.

식초 중 초산의 양(%)

$$= V \times f \times 0.060 \times D \times 10 \times 1/S$$

V : 0.1N NaOH 용액의 적정량(mL)

f : 0.1N NaOH 용액의 역가

0.060 : 0.1N NaOH 용액 1 mL에 해당하는 초산의 양

D : 희석배수

S : 시료의 채취량

#### 다. 알코올 함량 측정

발효된 식초를 증류하여 주정계로 15°로 보정한 다음 농도를 측정한 후 Gay-Lussac 주정환산표에 의하여 알코올 함량을 측정하였다.

#### 라. 아미노산 함량 분석

아미노산 조성 및 함량은 시료 200 mg에 메탄올:클로로포름:물(12:5:3)의 혼합액 800 uL를 가하여 섞은 후, 원심분리(4℃, 13,000 rpm, 15분)하여 상등액을 얻었다. 클로로포름 200 uL와 물 400 uL를 가하여 아미노산을 2차 추출하였고, 1, 2차 원심분리로부터 얻은 상등액을 합하여 동결 건조하였다. 이어 소량의 물로 용해한 후 0.45 um PVDF 필터(Millipore, MA, USA)로 여과하여 분석에 사용하였다. 아미노산의 형광 유도체화를 위해 AccQ Fluor reagent를, column은 3.9×150 mm AccQ TagTM(For hydrostat amino acid analysis, water, USA)을 이용하여 분석하였다. GABA 함량은 autochro WIN program Young-Lin, Korea)을 이용해 함량을 계산하였다.

#### 마. 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 수정하여 측정하였다(17). 시료 25 uL에 Folin-Denis reagent (Fluka, Buchs, Switzerland)를 100 uL를 가하여 혼합한 후 2% sodium carbonate solution 2 mL을 혼합한다. 23℃ incubator에서 20분간 반응한 후 UV-VIS spectrophotometer(JENWAY 7315, Bibby Scientific Ltd.)로 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 95% EtOH에 녹인 10000, 5000, 2500, 1250, 652, 312.5 ppm의 naringin (sigma)으로 표준곡선을 이용하여 구하였다.

#### 바. 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량의 측정(17)을 위해 시료 500 uL에 diethylene glycol을 5 mL 혼합한 후 1N NaOH를 0.5 mL 가하여 37℃ water bath에서 1 시간 동안 반응시키고 UV-VIS spectrophotometer (JENWAY 7315, Bibby Scientific Ltd.)을 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로

naringin(sigma)의 표준검량곡선을 작성하여 총 플라보노이드 함량을 나타내었다.

### 3. 유자청 식초의 항산화 활성 측정

#### 가. DPPH 라디칼 소거활성

각각의 시료의 항산화 활성을 측정하기 위하여 자유라디칼인 DPPH를 사용한 항산화활성 측정법(18)을 응용하였다. 즉 농도별로 조제한 각각의 시료 100 uL에 에탄올 200 uL를 가하고  $2 \times 10^{-4}$  M DPPH용액 300 uL를 가한 후 vortex mixer로 교반하였고, 실온에서 30분간 반응시키고 ELISA (Synergy HT, Biotec, Washington DC, USA)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료 대신에 에탄올을 첨가하여 실험하였다.

DPPH radical scavenging activity(%)

$$= \left( 1 - \frac{\text{시료의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}} \right) \times 100$$

#### 나. ABTS 라디칼 소거활성

ABTS assay는 Art 등(19)의 방법을 응용하였다. 농도별로 조제한 각각의 시료 5 uL에 ABTS radical 용액 195 uL를 첨가하여 7 분간 반응시킨 후 ELISA(Synergy HT, Biotec, Washington DC, USA)를 사용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였고, 대조구는 시료 대신에 에탄올을 첨가하여 실험하였다.

ABTS radical scavenging activity(%)

$$= \left( 1 - \frac{\text{시료의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}} \right) \times 100$$

#### 다. 환원력

환원력은 Oyaizu(20)의 방법을 이용하여 측정하였다. 농도별로 조제한 각각의 시료 100 uL에 0.2 M phosphate buffer(pH 6.6, 2.5 mL)와 1%  $K_2Fe(CN)_6$  250 uL를 첨가하고 water bath(50℃, 20 min)에서 반응시켰다. 반응액에 10% trichloroacetic acid 250 uL를 첨가하여 원심분리(3,000×g, 5 min)한 후 상등액 250 uL를 취한 후 증류수 250 uL와

0.1% FeCl<sub>3</sub> 50 uL를 첨가하여 700 nm(Synergy HT, Biotec, Washington DC, USA)에서 측정하였다.

#### 4. MTT assay를 통한 유자청 식초의 암세포 억제능 측정

계대배양중인 세포를 96well plate에  $5 \times 10^4$  cells/well이 되도록 세포수를 조정하고, 시료를 첨가하여 24시간 동안 37°C의 5% CO<sub>2</sub> 배양기 내에서 배양하였다. 배양종료 4시간 전에 5 mg/mL 농도로 PBS(pH 7.4)에 희석된 MTT용액 20 uL를 각 well에 처리하고, 0.1N HCl에 녹인 10% SDS 100 uL로 용해시켜 18시간동안 은박지로 빛을 차단하였다. 발색된 각 well의 흡광도를 ELISA reader를 이용해서 570 nm에서 측정하고 대조군의 흡광도와 비교하여 세포생존율을 백분율로 환산하였다(21).

#### 5. 유자청 식초의 관능평가

유자청 식초의 관능검사는 현직에 종사하는 요리사 및 전문가 30명을 선정하여 실험의 목적과 취지를 설명하고 관능 항목에 대해 잘 인지하도록 충분히 설명하여 훈련한 후 일정량을 똑같이 컵에 담아 제공하였다. 모든 시료들은 난수표에 의해 두 자리 숫자로 매겨졌으며 식초의 품질특성에 영향을 미치는 외관(appearance), 향기(flavor), 맛(taste) 그리고 종합평가(overall acceptability)를 7점 척도법으로 측정하였다. 즉 평가 시 1점으로 갈수록 특성의 강도가 약해지고 7점으로 갈수록 특성의 강도가 강해지는 것으로 나타내었으며 기호도 검사 시 기호도가 높을수록 높은 점수를 주었다.

#### 6. 통계처리

제조된 유자청 식초의 각종 분석과 관능평가의 결과는 SPSS 18.0 version을 이용하여 평균과 표준편차를 구하고 일원배치분산분석(one way ANOVA)을 실시하였으며, 각 시료간의 유의성은 Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검증하였다( $p < 0.05$ ).

## 결과 및 고찰

### 1. 유자청 식초의 이화학적 성분

유자청을 이용하여 제조한 식초 3종과 대조구인 양파식초의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 유자청 식초의 pH는  $3.28 \pm 0.02 \sim 3.33 \pm 0.01$ 의 범위로 종초 종류에 따라 차이를 보였으며 산도는  $4.08 \pm 0.00 \sim 4.52 \pm 0.01$ 를 나타내었다. *Acetobacter pasteurianus* KCCM 12654를 이용하여 제조한 식초 1에서 4.52%로 가장 높은 산도를 나타내었으며 시초에 잔존해 있는 ethyl alcohol의 함량은 0.002%로 가장 낮은 함량을 나타내었다.

### 2. 유자청 식초의 아미노산 조성

유자청을 이용하여 제조한 식초 3종과 대조구인 양파식초의 아미노산 조성을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 유자청 식초 1, 2, 3과 대조구인 양파식초의 총 아미노산 함량은 7.59, 8.91, 9.55, 29.28 mg/100 mL으로 유자청식초가 양파 식초보다 낮은 함량을 나타내었다. 식초 1, 2의 경우 Methionine이 2.46, 2.50 mg/100 mL으로 가장 많은 함량을 나타내었고 식초 3의 경우 Tyrosine이 가장 많은 함량을 나타내었다. 대조구인 양파식초에서는 Histidine이 5.56 mg/100 mL으로 가장 많은 함량을 나타내었고 기억력 개선에 효과가 있는 Ornithine 함량은 5.38 mg/100 mL으로 식초 4종 중 가장 높은 함량을 나타내었다.

### 3. 유자청 식초의 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 분석

유자청을 이용하여 제조한 유자청 식초 3종과 대조구인 양파식초의 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 폴리페놀 함량은 대조구인 양파식초가 1.780 uL/mL로 유자청식초보다 높은 함량을 나타내었고 유자청식초 3, 2, 1 순으로 높은 함량을 나타내었다. 플라보노이드 함량은 유자청 식초가 대조구인 양파식초보다 높은 함량을 나타내었고 유자청 식초 3에서 가장 높은 함량을 나타내었다.

**Table 1.** Pysicochemical characteristics of Yujacheong vinegar

Ingredients	1 <sup>1)</sup>	2 <sup>2)</sup>	3 <sup>3)</sup>	4 <sup>4)</sup>
pH	3.28±0.02 <sup>5)</sup>	3.33±0.01	3.30±0.03	3.42±0.02
Acetic acid(%)	4.52±0.01	4.08±0.00	4.23±0.11	3.12±0.21
Ethanol(v/v%)	0.002±0.10	0.105±0.12	0.103±0.21	0.011±0.15

<sup>1)</sup> Yujacheong vinegar prepared with *Acetobactor pasteurianus* KCCM 12654

<sup>2)</sup> Yujacheong vinegar prepared with *Acetobacter aceti* KCCM 12655

<sup>3)</sup> Yujacheong vinegar prepared with *Acetobacter aceti* KCCM 32409

<sup>4)</sup> Commercially available onion vinegar sale products with positive control

<sup>5)</sup> Mean ± standard deviation(n=3).

**Table 2.** Amino acid characteristics of Yujacheong vinegar

mg/100 mL	1 <sup>1)</sup>	2 <sup>2)</sup>	3 <sup>3)</sup>	4 <sup>4)</sup>
Aspartic acid	0.00±0.00 <sup>5)</sup>	0.07±0.10	0.23±0.00	0.55±0.01
Glutarmic acid	0.18±0.25	0.60±0.47	0.19±0.01	0.59±0.05
Serine	0.17±0.08	0.20±0.03	1.16±0.02	1.43±0.07
Glycine	1.14±0.08	1.09±0.13	0.93±0.06	1.35±0.02
Histidine	0.43±0.07	0.44±0.07	0.81±0.10	5.56±0.24
Threonine	0.73±0.16	0.82±0.30	0.15±0.21	0.57±0.04
Alanine	0.00±0.00	0.00±0.00	0.16±0.22	0.84±0.04
Proline	0.31±0.01	0.39±0.06	0.00±0.00	1.61±0.09
Tyrosine	0.00±0.00	0.00±0.00	2.70±0.12	0.00±0.00
Methionine	2.46±0.18	2.50±0.25	0.13±0.19	2.56±0.81
Valine	0.13±0.18	0.30±0.00	0.34±0.05	2.35±0.10
Leucine	0.22±0.03	0.37±0.02	0.74±0.08	1.29±0.35
Isoleucine	0.55±0.05	0.73±0.03	0.87±0.10	2.24±0.10
Phenylalanine	0.69±0.01	0.83±0.02	0.14±0.00	1.84±0.11
GABA	0.10±0.02	0.11±0.00	0.30±0.03	0.54±0.09
Arginine	0.35±0.06	0.29±0.01	0.70±0.75	0.58±0.01
Ornithine	0.13±0.07	0.17±0.03	0.00±0.00	5.38±2.79
합계	7.59	8.91	9.55	29.28

<sup>1)</sup> Yujacheong vinegar prepared with *Acetobactor pasteurianus* KCCM 12654

<sup>2)</sup> Yujacheong vinegar prepared with *Acetobacter aceti* KCCM 12655

<sup>3)</sup> Yujacheong vinegar prepared with *Acetobacter aceti* KCCM 32409

<sup>4)</sup> Commercially available onion vinegar sale products with positive control

<sup>5)</sup> Mean ± standard deviation(n=3).

**Table 3.** Polyphenol and flavonoid contents of Yujacheong vinegar

	1 <sup>1)</sup>	2 <sup>2)</sup>	3 <sup>3)</sup>	4 <sup>4)</sup>
polyphenol(uL/mL)	1.11±0.04 <sup>5)</sup>	1.35±0.05	1.57±0.07	1.78±0.05
flavonoid(mg/mL)	0.17±0.02	0.25±0.00	0.27±0.00	0.03±0.00

1) Yujacheong vinegar prepared with *Acetobacter pasteurianus* KCCM 12654

2) Yujacheong vinegar prepared with *Acetobacter aceti* KCCM 12655

3) Yujacheong vinegar prepared with *Acetobacter aceti* KCCM 32409

4) Commercially available onion vinegar sale products with positive control

5) Mean ± standard deviation(n=3).

#### 4. 유자청 식초의 항산화 활성 평가

유자청을 이용하여 제조한 식초 3종과 대조구인 양파식초의 항산화 활성 DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능, 환원력을 측정된 결과는 Table 4와 같다. DPPH 라디칼 소거능은 유자청 식초가 대조구인 감식초가 보다 높은 효과를 나타내었으며 그중 식초 3에서 가장 좋은 항산화능을 나타내었다. ABTS 라디칼 소거능과 환원력의 경우 대조구인 양파 식초가 유자청 식초보다 좋은 효과를 나타내었고 ABTS 라디칼 소거능(uL/mL)은 식초 3에서 15.38 uL/mL으로 가장 높은 효과를 나타내었고 환원력은 식초 2에서 0.314 uL/mL으로 가장 좋은 효과를 나타내었다.

#### 5. 유자청 식초의 암세포 억제능 활성

유자청을 이용하여 제조한 식초 3종과 대조구인 양파식초의 암세포 억제능 활성을 확인한 결과 Fig 1, 2와 같다. Molt4와 AGS 세포주 모두 모든 시료처리군에서 세포생존율이 유의적으로 감소하였다. Molt-4 세포주에서는 60배 희석농도에서 약 20~30% 이상의 억제율을 나타내었으며 식초 3에서 대조구 대비 40% 이상의 억제율을 나타내었다. 또한 유자청식초의 경우 대조구인 양파식초보다 높은 억제율을 나타내었다. AGS 세포주에서는 50 배 희석농도에서 약 20~40% 이상의 억제율을 나타내었으며 식초 2, 3에서 대조구 대비 약 50% 정도의 높은 세포 독성을 나타내었다.

**Table 4.** Antioxidant activity of Yujacheong vinegar

	1 <sup>1)</sup>	2 <sup>2)</sup>	3 <sup>3)</sup>	4 <sup>4)</sup>	5 <sup>5)</sup>
DPPH radical scavenging activity(uL/mL)	32.51±3.35 <sup>6)</sup>	33.82±1.16	34.39±0.07	27.23±1.91	86.43±0.67
ABTS radical scavenging activity(uL/mL)	15.22±0.75	13.83±1.23	15.38±1.84	27.33±2.14	30.84±2.12
Reducing power(uL/mL)	0.30±0.00	0.31±0.00	0.30±0.00	0.48±0.01	0.17±0.00

1) Yujacheong vinegar(250 ug/mL) prepared with *Acetobacter pasteurianus* KCCM 12654

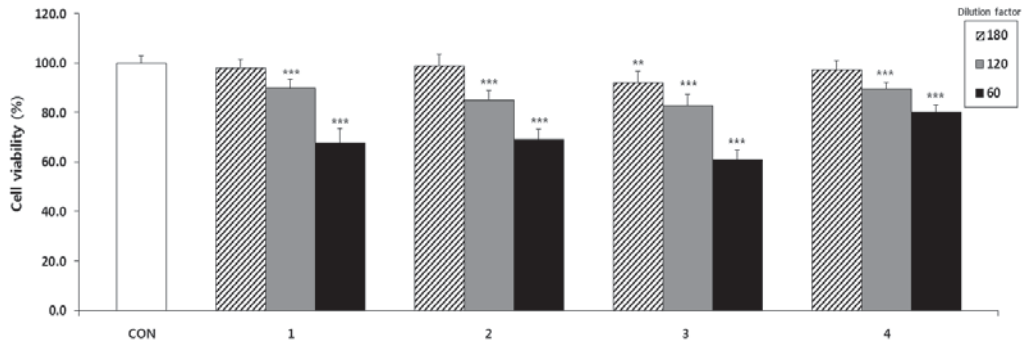
2) Yujacheong vinegar(250 ug/mL) prepared with *Acetobacter aceti* KCCM 12655

3) Yujacheong vinegar(250 ug/mL) prepared with *Acetobacter aceti* KCCM 32409

4) Commercially available onion vinegar(250 ug/mL) sale products with positive control

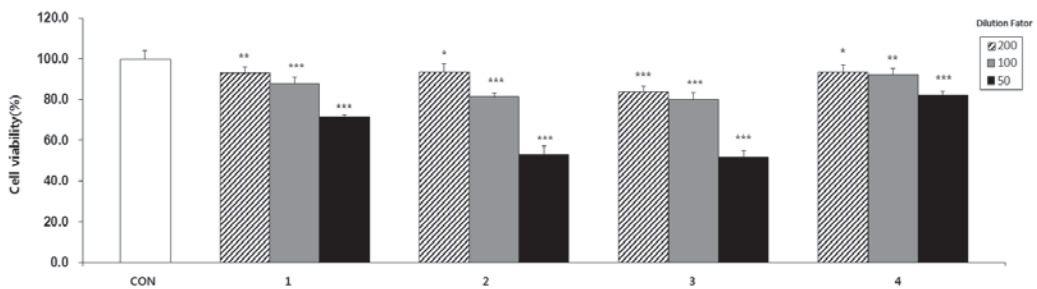
5) α-tocopherol(250 ug/mL) standard with positive control

6) Mean ± standard deviation(n=3).



- 1) Yujacheong vinegar(250 ug/mL) prepared with *Acetobactor pasteurianus* KCCM 12654
- 2) Yujacheong vinegar(250 ug/mL) prepared with *Acetobacter aceti* KCCM 12655
- 3) Yujacheong vinegar(250 ug/mL) prepared with *Acetobacter aceti* KCCM 32409
- 4) Commercially available onion vinegar(250 ug/mL) sale products with positive control
- 5) Mean  $\pm$  standard deviation(n=3).

**Fig. 1.** Effects of growth inhibitory of cancer cell against Molt-4 cell line by Yujacheong vinegar



- 1) Yujacheong vinegar(250 ug/mL) prepared with *Acetobactor pasteurianus* KCCM 12654
- 2) Yujacheong vinegar(250 ug/mL) prepared with *Acetobacter aceti* KCCM 12655
- 3) Yujacheong vinegar(250 ug/mL) prepared with *Acetobacter aceti* KCCM 32409
- 4) Commercially available onion vinegar(250 ug/mL) sale products with positive control
- 5) Mean  $\pm$  standard deviation(n=3).

**Fig. 2.** Effects of growth inhibitory of cancer cell against AGS cell line by Yujacheong vinegar

## 6. 유자청 식초의 관능평가

유자청을 이용하여 제조한 식초 3종과 대조구인 양파식초의 관능평가를 실시하였으며 결과는 Table 5와 같다. 관능평가는 12명의 조선호텔 셰프를 대상으로 7점 척도법으로 실시하였다. 셰프(chef)들에게 원액을 그대로 섭취하여 평가한 결과 식초향이 강해 정확한 테스트가 이루어 지지 않아

일정 시간이 경과 후 테스트를 실시한 결과 식초 1에서 6.6으로 가장 높은 기호도를 나타내었고 3>2>4 순으로 기호도를 나타내었다. 또한 4종의 식초에 적합한 레시피를 개발하고자 탕수소스에 유자식초를 응용한 결과 유자청식초 1, 2에서 각각 5.0으로 높은 기호도를 나타내었다.



**Table 5.** Sensory properties of Yujacheong vinegar

	1 <sup>1)</sup>	2 <sup>2)</sup>	3 <sup>3)</sup>	4 <sup>4)</sup>
Flavor	6.3±1.4 <sup>5)</sup>	5.8±2.0	5.7±2.5	2.9±3.0
Color	5.9±2.1	5.6±1.6	5.7±1.2	2.8±2.2
Overall acceptability	6.6±1.9	5.7±1.5	6.1±2.1	3.3±1.9
Tangsu-sauce acceptability	5.0±2.0	5.0±1.7	4.6±1.4	2.3±2.3

<sup>1)</sup> Yujacheong vinegar prepared with *Acetobacter pasteurianus* KCCM 12654

<sup>2)</sup> Yujacheong vinegar prepared with *Acetobacter aceti* KCCM 12655

<sup>3)</sup> Yujacheong vinegar prepared with *Acetobacter aceti* KCCM 32409

<sup>4)</sup> Commercially available onion vinegar sale products with positive control

<sup>5)</sup> Mean ± standard deviation(n=3).

## 요 약

본 연구는 유자청을 활용하여 식초를 제조하고 암세포 증식 억제효과, 항산화 활성, 이화학적 평가 및 소비자 기호도를 평가하였다. 분양받은 4종의 초산균주를 대상으로 유자청 식초를 제조하여 다양한 분석을 실시한 결과 *Acetobacter pasteurianus* KCCM 12654를 이용하여 제조한 식초에서 acetic acid 4.52%, 아미노산 9.55 mg/100mL, polyphenol 1.57 uL/mL, carotenoids 0.27 mg/mL, DPPH 34.39 uL/mL, ABTS 15.38 uL/mL, reducing power 0.30 uL/mL를 보였다. 그리고 유자청식초의 항암활성은 Molt-4 세포주에서는 60배 희석농도에서 약 20~30% 이상의 억제율을 나타내었으며 AGS 세포주에서는 50배 희석농도에서 약 20~40% 이상의 억제율을 나타내었다. 소비자 기호도 평가에서도 *A. pasteurianus* KCCM 12654로 제조된 식초에서 향과 색상 모두 가장 높은 점수를 받았다. 이상의 결과를 종합해 본 결과, *A. pasteurianus* KCCM 12654로 제조된 유자청 식초가 이화학적 품질, 항산화 및 항암활성 그리고 소비자 기호도 평가에서도 가장 우수한 것으로 평가되었다.

## 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 고부가가치식품기술

개발사업의 지원에 의해 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Jeong, Y. J., Lee, M. H. (2000) A view and prospect of vinegar industry. Food Indust Nutr, **5**, 7-12.
- 조재선 (1984) 식초의 종류와 특성. 식품과학, **17**, 38.
- Hong, J. H., Lee, G. M., and Hur, S. H. (1996) Production of Vinegar Using Deteriorated Deastringent Persimmons during Low Temperature Storage. J Korean Soc Food Nutr, **25**, 123-128.
- 식품공전 (1995) 한국식품공업협회, 471.
- Kim, Y.T., SEO, K.I., Jung, Y.J., LEE, Y.S., and Shim, K.H. (1997) The production of Vinegar Using citron (*Citrus Junos* seib.) juice. Journal of the east asian of dietary life, **7**, 301-307.
- Lee, Y. C., Kim, I. H., Jeong, J. W., Kim, H. K., and Park, H. M. (1994) Chemical characteristics of citron (*Citrus junos*) juices. J Korean Soc Food Sci Nutr, **26**, 552-556.
- Cha, Y. J., Lee, S. M., Ahn, B. J., Song, N. S., and Jeon, S. J. (1990) Effect of replacement of sugar by sorbitol on the quality and storage



- stability of yujacheong. J Korean Soc Food Sci Nutr, **19**, 13-20.
8. Jeon, J. Y., and Choi, S. H. (2011) Aroma characteristics of dried citrus fruits-blended green tea. J Life Sci, **21**, 739-745.
9. Yang, H. S., and Eun, J. B. (2011) Fermentation and Sensory Characteristics of Korean Traditional Fermented Liquor (*Makgeolli*) Added with Citron (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA) juice. Korean J Food Sci Technol, **43**, 438-445.
10. Chae, S. C., Kyo, E. G., Choi, S. H., and Ryu, G. C. (2008) Protective effect naringin on carbon tetrachloride induced hepatic injury in mice. J Environ Toxicol, **23**, 325-335.
11. Kim, I. C. (1999) Manufacture of Citron Jelly Using the Citron-extract. J Korean Soc Food Sci Nutr, **28**, 396-402.
12. Kim, J.W., Lee, G.H., and Hur, J.H. (2006) Quality Characteristics of Citron Jam Made with Frozen Citron in Korea. Korean J Food Sci Technol, **38**, 197-201.
13. Yoo, K. M., Lee, H. j., Kim, J. S., Kim, G. C., and Jang, Y. E. (2013) Quallity characteristics of mayonnaise added with yuza juice. J Food Cookery Sci, **29**, 733-739.
14. Lee, Y. J., Kim, S. I., and Han, Y. S. (2008) Antioxidant activity and characteristics of yogurt added yuza (*Citrus junos* seib ex TANAKA) extract. J Korean Soc Food Sci Nutr, **21**, 135-142.
15. Yoo, K. M., Seo, W. Y., Seo, H. S., Kim, W. S., Park, J. B., and Hwang, I. K. (2004) Physicochemical characteristics and storage stabilities of sauces with added yuza (*Citrus junos*) juice. Korean J Food Cookery Sci, **20**, 403-408.
16. Kim, K. M., Lee, J. E., Kim, J. S., Choi, S. Y., and Jang, Y. E. (2014) Quality characteristics of mayonnaise with varied amounts of yuzu juice added during the storage period. Korean J Food Preserv. **21**, 799-807.
17. Kim, E. J., Choi, J. Y., Yu, M. R., Kim, M. Y., Lee, S. H., and Lee, B. H. (2012) Total Polyphenols, Total Flavonoid Contents, and Antioxidant Activity of Korean Natural and Medicinal Plants. Korean J Food Sci Technol. **44**, 337-342
18. Choi, J. S., Park, J. H., and Kim, H. G., Young, H. S., Mun, S. I. (1993) Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principles from *Prunus daviana*. Kor. J. Pharmacol. **24**, 299-303.
19. Arts, MJTJ., Haenen GRMM, Voss HP. Bast A. (2004) Antioxidant capacity of reaction products limits the applicability of the trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay. Food Chem. Toxicol. **42**, 45-49.
20. Oyaizu, M. (1986) Studies on products of browning reaction-antioxidant activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. Japan J. Nutr. **44**, 307-315.
21. Mosmann, T. (1983) Rapid colormetric assay for cellular growth and survival application to proliferation and cytotoxic assays. J. Immunol. methods, **65**, 55-63, 1983.