



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공 학 석 사 학 위 논 문

자작나무 수액을 첨가한 된장의 이화학적 특성 및 품질평가



식 품 공 학 과

설 다 은

공 학 석 사 학 위 논 문

자작나무 수액을 첨가한 된장의 이화학적 특성 및 품질평가

지도 교수 이 양 봉

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함.

2020년 8월

부 경 대 학 교 대 학 원

식 품 공 학 과

설 다 은

설다은의 공학석사 학위논문을 인준함.

2020년 8월



위 원 장 약학박사 김 영 목 (인)

위 원 농학박사 조 승 목 (인)

위 원 농학박사 이 양 봉 (인)

목차

List of Table	v
List of Figure	viii
Abstract	viii
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	4
1. 실험재료	4
1.1. 실험재료	4
1.2. 자작나무수액 첨가 된장의 제조	4
2. 실험방법	8
2.1. 이화학적 특성 분석	8
2.1.1. 일반 성분 분석	8
2.1.2. 염도 측정	8
2.1.3. 산도 측정	9

2.2. 물리화학적 특성 분석.....	9
2.2.1. pH 측정.....	9
2.2.2. 색도 측정.....	10
2.3. 아미노산성 질소 측정.....	10
2.4. 유리당 측정.....	11
2.5. 유기산 측정.....	12
2.6. 유리아미노산 측정.....	12
2.7. 구성아미노산 측정.....	15
2.8. 항산화 활성 측정.....	15
2.8.1. 총 페놀(TPC) 및 총 플라보노이드(TFC) 측정.....	17
2.8.2. DPPH 라디칼 소거능 측정.....	17
2.8.3. ABTS 라디칼 소거능 측정.....	18
2.9. GC-MS를 이용한 된장의 휘발성 향기 성분 분석.....	19
3. 관능 평가.....	19
4. 통계 처리.....	20

III. 결과 및 고찰	22
1. 된장의 성분 조성 및 함량	22
1.1. 일반 성분 함량	22
1.2. 염도 및 산도	22
1.3. pH 및 색도	25
1.4. 아미노산성 질소 함량	25
1.5. 유리당 함량	27
1.6. 유기산 함량	29
1.7. 유리아미노산 함량	29
1.8. 구성아미노산 함량	31
2. 수액 첨가 여부에 따른 된장의 항산화 활성 비교	34
2.1. 총 페놀(TPC) 및 총 플라보노이드(TFC) 함량	34
2.2. DPPH radical scavenging activity	34
2.3. ABTS radical scavenging activity	34
3. 된장의 휘발성 향기 성분 비교	35

4. 된장의 관능 평가 결과.....	38
IV. 결론.....	45
V. 참고문헌.....	47
VI. 감사의 글.....	52



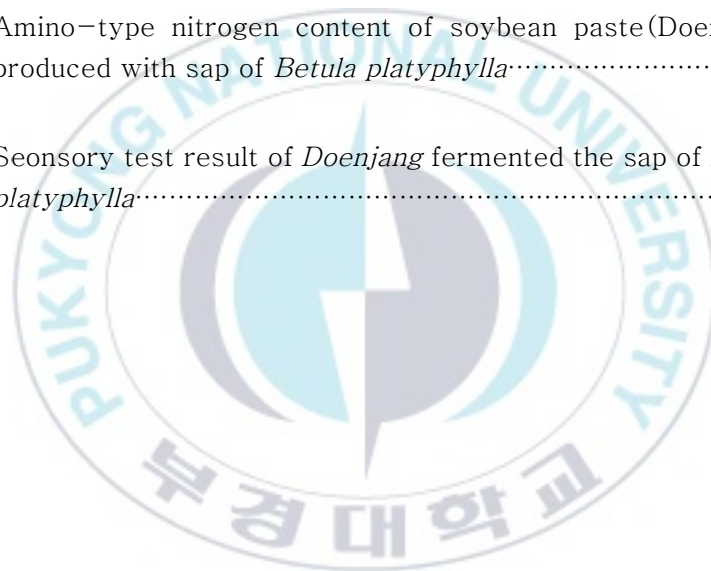
List of Table

Table 1.	The manufacture mixture ratio of the <i>Doenjang</i> fermented the sap of <i>Betula platyphylla</i>	5
Table 2.	Operating conditions of high performance liquid chromatography for the analysis of free sugar.....	13
Table 3.	Operating conditions of high performance liquid chromatography for the analysis of organic acid.....	14
Table 4.	Analytical condition of high speed amino acid auto analyzer(L-8900).....	16
Table 5.	Analytical condition of GC-MS (QP2010+).....	21
Table 6.	General component content of soybean paste(<i>Doenjang</i>) produced with sap of <i>Betula platyphylla</i>	23
Table 7.	Acidity and Salt contents of soybean paste(<i>Doenjang</i>) produced with sap of <i>Betula platyphylla</i>	24
Table 8.	pH and Color of soybean paste(<i>Doenjang</i>) produced with sap of <i>Betula platyphylla</i>	26
Table 9.	Free sugar components of soybean paste(<i>Doenjang</i>) produced with sap of <i>Betula platyphylla</i>	30
Table 10.	Organic acid components of soybean paste(<i>Doenjang</i>) produced with sap of <i>Betula platyphylla</i>	30

Table 11.	Free amino acid components of soybean paste(<i>Doenjang</i>) produced with sap of <i>Betula platyphylla</i>	32
Table 12.	Composed amino acid components of soybean paste(<i>Doenjang</i>) produced with sap of <i>Betula platyphylla</i> ·	33
Table 13.	Total antioxidant activity of soybean paste(<i>Doenjang</i>) produced with sap of <i>Betula platyphylla</i>	36
Table 14.	Alcohol, Acid compounds analysis of <i>Doenjang</i> fermented the sap of <i>Betula platyphylla</i>	39
Table 15.	Ester, Aldehyde compounds analysis of <i>Doenjang</i> fermented the sap of <i>Betula platyphylla</i>	40
Table 16.	Ketone, Other aliphatic compounds and Other aromatic compounds analysis of <i>Doenjang</i> fermented the sap of <i>Betula platyphylla</i>	41
Table 17.	Aroma property components according to compounds of <i>Doenjang</i> fermented the sap of <i>Betula platyphylla</i> (1).....	42
Table 18.	Aroma property components according to compounds of <i>Doenjang</i> fermented the sap of <i>Betula platyphylla</i> (2).....	43

List of Figure

Fig. 1.	The diagram of the manufacturing process of <i>Doenjang</i>	6
Fig. 2.	Photograph of soybean paste (<i>Doenjang</i>) produced with sap of <i>Betula platyphylla</i> and without sap of soybean paste (Control).....	7
Fig. 3.	Amino-type nitrogen content of soybean paste (<i>Doenjang</i>) produced with sap of <i>Betula platyphylla</i>	28
Fig. 4.	Seonsory test result of <i>Doenjang</i> fermented the sap of <i>Betula platyphylla</i>	44



Physicochemical Properties and Quality Evaluation of Soybean
Paste (*Doenjang*) Produced with Sap of *Betula platyphylla*

Da-eun Seol

Department of Food Science and Technology, Pukyong National University,
Busan 48513, Korea

Abstract

This study is to develop functional soybean paste by adding sap to soybean paste (*Doenjang*), a traditional fermented food in Korea, in order to increase the usability because there is a limit to intake except for the method of drinking sap of *Betula platyphylla* which has various functional and physiological activities. Therefore, the physicochemical characteristics and quality of soybean paste (*Doenjang*) added with sap of *Betula platyphylla* were evaluated and the usability of sap of *Betula platyphylla* was investigated. The physical and chemical properties of soybean paste (*Doenjang*) were compared by measuring general components, pH, color, salinity, and acidity, which are the main quality indicators of soybean paste (*Doenjang*) with sap of *Betula platyphylla*. To measure antioxidant activity of soybean paste (*Doenjang*), DPPH radical scavenging ability, ABTS radical scavenging ability, total phenol content and total flavonoid content were measured and antioxidant activity was compared. In addition, amino acid nitrogen, free sugar and organic acid, amino acid, and volatile flavor components were analyzed by GC-MS for quality evaluation of soybean paste (*Doenjang*) added with sap of *Betula platyphylla*. The results of the comparative analysis of volatile aroma components and the study on the characteristics and effects of the food quality of soybean paste (*Doenjang*) added with sap of *Betula platyphylla* showed that the side

with sap of *Betula platyphylla* had an effect on the richness and rich taste of soybean paste(*Doenjang*) and the sap of *Betula platyphylla* contributed to the good flavor and taste of soybean paste(*Doenjang*).



I. 서론

자작나무(*Betula platyphylla*)는 추위에 강한 나무로 우리나라에서는 중부 이북 지방의 산록에서 자라는 나무이다(Kim et al., 2012). 한방에서는 황달, 신장염, 폐결핵, 신경통, 위염, 이뇨, 간 경화 등에 사용되며, 수액에서부터 수액, 나무, 목질 및 그 수액을 먹고 기생하는 차가버섯까지 버릴 것이 없는 이로운 나무로 알려져 있다(Lee et al., 2009).

수액이란 도관을 통해 유동하는 액체로서 무기염, 질소화합물, 탄수화물, 효소, 식물호르몬 등이 용해된 비교적 묽은 용액을 말하며, 수액의 조성은 99.3%, 고형분 0.7%에 불과하지만, 보통의 물과는 다른 특성을 나타내고 있다(Cho et al., 2008). 우리나라에서 음용되고 있는 대표적인 수종은 단풍나무류인 고로쇠나무와 당단풍나무, 자작나무류인 자작나무, 박달나무, 물박달나무, 거제수나무, 사스래나무 등이며 그 외에도 대나무 및 다래나무 등이 있다(Chung et al., 1995). 이 중 자작나무류 수액이 건위, 이뇨, 식욕촉진, 신경 안정 위장병 및 여성 산후증 등에 효과가 있다(Lee et al., 2008). 이 수액을 ‘약수’라 하며 민간요법으로 널리 애용되고 있다(Park et al., 1989). 특히 중국에서는 자작나무 수액이 거담제, 위장병, 괴혈병 치료제 및 청열 해독제로서 오래전부터 음용되어 왔다고 전해지고 있으며(Chung et al., 1995). 일본 북해도에서는 자작나무 수액을 채취하여 건강

음료로 유통되고 있다. (Kwon et al., 2009).

나무 수액은 수종별로 차이가 존재할 수는 있지만, 보통 수액의 이동이 빠른 이른 봄에 한시적으로 채취하여 음용한다. 캐나다 미국과 같은 해외에서는 당단풍나무의 수액을 가공하여 syrup이나 sugar를 만들거나 (Jeong et al., 1993), 일본 등에서는 건강음료로서 판매하기도 한다.

아직 국내에서는 자작나무 수액을 이용한 식품으로서의 가공 이용에 대한 연구자료가 미비한 실정이며, 다양한 기능성 및 생리 활성을 가지고 있는 수액이 음용하는 방법 외에는 섭취에 한계가 있으므로 자작나무 수액의 활용성 증대를 위해, 우리나라 전통 발효 식품인 된장에 수액을 첨가하여 기능성 된장을 개발하고자 한다.

된장은 생리활성이 높은 것으로 알려져 있으며(Kwon et al., 1986), 된장과 같은 발효식품은 원료, 발효 미생물, 발효 조건이 품질에 영향을 미치는 주요 인자로서(Kim et al., 2001), 이에 따라 생성된 성분들이 어우러져 맛, 향, 색, 기능성 및 영양성분 등이 최종 제품의 품질을 결정하게 된다(Kwon et al., 2005). 식품공전에서 된장류의 성분은 조단백질 8% 이상, 조지방 2% 이상, 아미노산성 질소 160 mg% 이상이어야 한다고 규정하고 있다. 된장은 원료인 대두에서부터 풍부한 영양성분을 지니고 있고, 고혈압 예방, 항암성, 혈전용해능, 항산화성 및 각종 생리활성을 지닌다(Kwon et al., 2009).

따라서 본 연구에서는 자작나무 수액을 첨가하여 된장의 주요 품질 지표인 일반 성분, 아미노산성 질소, 유리당 및 유기산, 아미노산, 항산화 활성 및 휘발성 향기 성분을 비교 분석하고 자작나무 수액 첨가 된장의 식품학적 품질 특성 및 효과 등을 연구하고자 한다.



II. 재료 및 방법

1. 실험재료

1.1. 실험재료

본 실험에 사용된 자작나무(*Betula platyphylla*) 수액은 전라북도 순창군에서 채취한 것을 급랭 상태로 저장한 것이며, 소금은 국내에서 생산된 천일염을 사용하였다. 전통 된장을 만드는데 필요한 메주는 경남 하동군 화개면 소재의 메주 공장에서 국산 콩으로 만든 것을 사용하였다.

1.2. 자작나무 수액 된장의 제조

된장은 장독대에 담가 상온의 암실에서 보관하여 발효 숙성시킨 것으로, 자작나무 수액을 첨가한 전통 된장의 제조에 사용된 재료의 첨가 비율은 다음 Table 1에 나타내었고, 실험구에만 자작나무 수액을 첨가해 주었다. 된장의 제조 과정은 Fig. 1에 나타내었고, 제조한 된장의 모습은 Fig. 2와 같다. 본 논문에서는 자작나무 수액을 첨가한 된장을 *Doenjang*(실험구)으로, 물만 첨가한 대조구 된장을 Control(대조구)로 표시하였다.

Table 1. The manufacture mixture ratio of the *Doenjang* fermented the sap of *Betula platyphylla*

	Meju	Water	Barley	Red pepper seed powder	Salt	Malt	Whole red pepper	Jujube	Sap
Control ¹⁾	7.5kg	15L	400g	400g	3kg	400g	24ea	27ea	— ³⁾
<i>Doenjang</i> ²⁾	7.5kg	10L	400g	400g	3kg	400g	24ea	27ea	5L

¹⁾ *Doenjang* without sap.

²⁾ *Doenjang* fermented the sap of *Betula platyphylla* 5 L added.

³⁾ Not added.

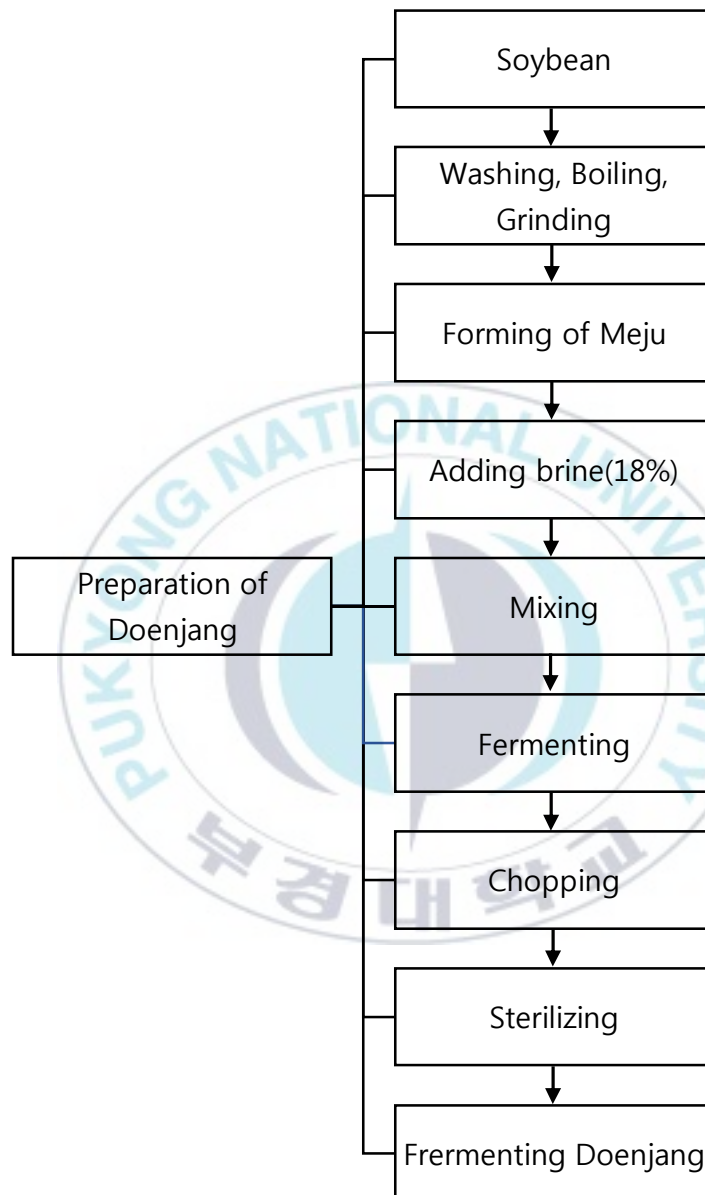


Fig. 1. The diagram of the manufacturing process of *Doenjang*



Fig. 2. Photograph of soybean paste (*Doenjang*) produced with sap of *Betula platyphylla* and without sap of soybean paste (Control)

2. 실험방법

2.1. 이화학적 특성 분석

2.1.1. 일반 성분 분석

자작나무 수액 첨가 된장의 수분, 조회분, 조지방, 조단백 등의 일반 성분을 분석하였다. 일반 성분 함량은 AOAC법(2005)에 따라 수분함량은 105°C 상압건조법으로 분석하였고, 조회분은 550°C의 예비 탄화 후 회화로에서, 직접 회화 후 중량 법으로 분석하였다. 조단백질은 Kjeldahl 법을 이용하여 단백질 자동분석기(Kjelflex K-360; Buchi, Switzerland)로 분석하였으며, 측정된 질소량에 질소 계수 6.25를 곱하여 mg %로 산출하였고, 조지방은 Soxhlet 추출법, 탄수화물은 된장에서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분의 함량 %를 뺀 값으로 계산하였다.

2.1.2. 염도 측정

식염 정량은 Mohr 법을 사용하여 분석하였다. 시료 5 g을 증류수로 250 mL 메스플라스크에 정용 하여 실온에서 진탕 시킨 후 여과지

(Whatman No. 2)로 여과된 용액 10 mL 을 취한 후 10% K₂CrO₄를 1 mL 첨가 후 AgNO₃를 이용하여 침전 적정하여 아래의 식에 적용하여 NaCl 함량을 산출하였다.

$$\text{식염 (\%)} = 0.00585 \times T \times F \times D \times \frac{100}{S}$$

T : 0.1 N AgNO₃ 용액의 적정 소비량(mL)

F : 0.01 N AgNO₃ 용액의 역가

D : 희석 배수(%)

S : 시료 채취량(g)

2.1.3. 산도 측정

적정 산도는 시료 10 g에 증류수를 가해 homogenizer로 균질화한 후 증류수를 가해 100 mL로 정용 하였다. 균질화한 용액은 여과지로 여과한 후, 여과액에 1% 페놀프탈레인 용액(Acros Organics; Morris Plains, USA) 0.5 mL를 가한 다음 0.1 N NaOH 용액으로 분홍색이 지속될 때까지 30초간 적정하여, 그 소비량을 젖산 함량으로 환산하여 총산량(% , w/v)으로 표시하였다.

2.2. 물리화학적 특성 분석

2.2.1. pH 측정

시료 4 g에 증류수 40 mL를 가해 잘 교반한 다음 추출된 시료를 pH 측정하였다. pH는 pH meter(Orion star A211; Thermo Scientific™, USA)를 이용하여 측정하였다.

2.2.2. 색도 측정

된장의 색도는 된장 시료를 cell에 담아 고루 편 후 색차계(Reflactance Tintometer ; Lovivond® RT-300, UK)를 이용하여 Hunter value로 L(lightness), a(redness), b(yellowness)을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타냈다. 이 때 사용된 표준 백판은 $L=96.90$, $a=-0.10$, $b=-0.20$ 이었다.

2.3. 아미노산성 질소 측정

아미노산성 질소 함량은 Formol 적정법에 의해 분석하였다. 시료 10 g에 증류수를 가해 균질화 한 후 증류수를 가하여 100 mL로 정용 한다. 균질화한 용액은 여과지로 여과 후, 비커에 25 mL 취하여 0.1N 수산화나트륨 용액으로 pH 8.4까지 적정 한다. 여기에 20 mL의 중성 포르말린액을 가하고 다시 0.1 N 수산화나트륨 용액으로 pH 8.4가 되도록 중화 적정한 후, 별도로 증류수에 대한 바탕 시험을 실시하여 다음 식에 따라 계산하였다.

$$\text{아미노산성 질소(mg\%)} = \frac{(A - B) \times 1.4 \times F}{S} \times 100$$

A : 본 시험에 소비된 0.1 N NaOH 용액의 mL 수

B : 바탕시험에 소비된 0.1 N NaOH 용액의 mL 수

F : 0.1N NaOH 용액의 용도계수

S : 시료채취량

2.4. 유리당 측정

유리당 측정은 식품공전 일반 성분 시험법(Korean food standards codex, 2012)에 의거하여 분석하였다. 지방을 제거한 시료에 50% 에탄올 용액을 가하여 무게를 확인한 뒤, 이를 85℃ 수조에서 25분간 가온 하여 당류를 추출하고 실온으로 냉각하여 최초 기록한 추출 용매의 무게가 될 수 있도록 추출 용매를 첨가한다. 이를 0.45 μm membrane filter로 여과 하여 시험용액으로 한다. 유리당 분석에 사용된 표준품은 glucose, fructose, maltose, lactose, sucrose 등 5종을 선정하여 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, USA)로부터 구입하여 사용하였고, 시료의 추출에 사용한 정제수는 (Samchun Pure Chemical Co; Pyengtaek, Korea)에서 ethanol 과 이동상으로 사용한 acetonitrile은 Honeywell B&J (Muskegon, MI,

USA)로부터 HPLC grade로 구입하여 실험에 사용하였다. 분석 조건은 다음 Table 2에 나타내었다.

2.5. 유기산 측정

유기산 측정은 건강기능식품 공전 개별 성분 시험법(Korean food standards codex, 2012) 중 구연산 시험법에 의거하여 분석하였다. 시료 10 g을 정밀하게 취하여 증류수로 50 mL mass-up한 후, C18 cartridge에 acetonitrile : dilution water(1 : 1) 용액 10 mL를 유출시켜 활성화시킨 후, 카트리지 내 용액을 제거하여 준다. 이어서, 시료 중 10 mL을 가하여 초기 용출액 5 mL를 제거한 후 나머지 용출액을 분취한 뒤, 0.45 μ m membrane filter로 여과 후 시험용액으로 한다. 자작나무침가 된장의 유기산 함량은 HPLC로 분리 정량 하였다. 214 nm에서 검출하였으며, 이동상은 0.25 M KH_2PO_4 용액을 0.6 mL/min 유속으로 흘려주었고 20 μ l를 주입하여 분석하였다(Table 3.).

2.6. 유리아미노산 측정

유리아미노산 함량은(Song et al., 2006)의 방법에 따라 아미노산 자동분석기(Hitachi Amino Acid Analyzer L-8900; Hitachi, Tokyo,

Table 2. Operating conditions of high performance liquid chromatography for the analysis of free sugar

Instrument parameter	Condition
Instrument	Agilent HPLC system
Detector	RID
Column	Carbohydrate High Performance 4.0 μm (4.6 mm $\times$ 250 mm : Waters)
Column temperature	35°C
Solvent	80% Acetonitrile
Flow rate	1.0 mL/min
Injection volume	20 μL
Run time	30 min

Table 3. Operating conditions of high performance liquid chromatography for the analysis of organic acid.

Instrument parameter	Condition
Instrument	Shiseido HPLC system
Detector	PDA detector 214 nm
Column	Prevail Organic acid, 5 μm (4.6 $\times$ 250 mm)
Column temperature	40°C
Mobile phase	0.25 M KH_2PO_4 - Ph 2.4 (인산으로)
Flow rate	0.4 mL/min
Injection volume	10 μL
Run time	30 min

Japan)를 사용하여 생체 분석법으로 분석하였다. 0.22 μm membrane filter로 여과한 액을 20 μL 주입하였으며, 검출 파장은 proline의 경우 570 nm, 다른 아미노산의 경우 440 nm에서 분석하였다. 아미노산 표준 용액은 Type AN II, Type B (Wako; Wako-shi, Japan)를 50 : 50(v/v)으로 혼합한 액을 사용하였다(Table 4.).

2.7. 구성아미노산 측정

구성 아미노산 측정은 동결 건조한 시료 0.1 g을 칭량하여 0.6 N HCL을 3 mL 가하여 감압 밀봉한 후 110°C의 heating block 에서 24시간 이상 가수분해한 다음, 가수 분해된 시료 20 μL 와 sodium dilution buffer 990 μL 를 syringe에 filtering한 후 amino acid analyzer(Hitachi Amino Acid Analyzer L-8900; Hithachi Co, Tokyo, Japan)를 이용하여 정량 분석한다(Table 4.).

2.8 향산화 활성 측정

실험에 사용된 시료는 된장 20 g을 동결 건조하여 분말화 된 시료 1 g을 취해서 증류수 40 mL과 혼합하여 항온 수조 40°C, 150 rpm에서 4시간 동안 진탕한 뒤 원심분리(4,000×g, 15 min)하여 얻은 상등액을 여과하여

Table 4. Analytical condition of high speed amino acid auto analyzer (L-8900)

Instrument parameter	Condition
Model	Hitachi L-8900
Injection volume	20 μl
Mobile phase	PF-1,2,3,4,6, PF-RG, R-3, C-1
Color solution	Ninhydrin(Wako, Japan)
Column	Ion exchange column(4.6 mm $\times$ 60 mm)
Standard solution	Type ANII, Type B mixture(Wako, Japan)
	Amino acid standard solution, Type H
Column temperature	50°C
Reactor temperature	135°C

(No.2, Advantec; Toyo Roshi Kaisha, Japan) 얻은 여액을 -20°C 에 보관하고 추후 실험 진행 시 꺼내 사용하였다.

2.8.1. 총 페놀(TPC) 및 총 플라보노이드(TFC) 측정

총 페놀 함량은 Folin-Denis법(Futfinger et al., 1981)을 변형하여 분석하였다. 된장 여과액 0.1 mL에 1 N Folin & Ciocalteu reagent (Sigma-Aldrich Co.) 0.5 mL를 첨가하고 실온에서 3분간 둔 다음 7.5% Na_2CO_3 0.4 mL를 첨가 후 암실에서 30분간 반응시켰다. 이후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 총 페놀 화합물 함량은 Gallic acid (Sigma-Aldrich, USA)를 표준 물질로 하여 얻은 검량선으로 계산하였다.

총 플라보노이드 함량은 (Moreno et al., 2000)의 방법을 일부 변형하여 분석하였다. 된장 여과액 0.1 mL에 증류수 0.3 mL 및 5% NaNO_2 를 첨가 후 5분간 방치한 뒤 10% AlCl_3 0.03 mL를 가하고 잘 혼합한 후 실온에 5분간 방치한다. 그 후 1 mM NaOH 0.2 mL 첨가 후 잘 혼합한 뒤 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 총 플라보노이드 함량은 Quercetin (Sigma-Aldrich, USA)을 표준 물질로 하여 얻은 검량선으로 계산하였다.

2.8.2. DPPH 라디칼 소거능 측정

각각의 된장 시료의 DPPH(α , α -diphenyl-picrylhydrazyl) radical 소거능은 (Senba et al., 1999)의 방법을 일부 변형하여 분석하였다. 0.2

mM DPPH 용액 (2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich, USA) 800 μl 와 된장 여과액 200 μl 를 혼합하여 실온에서 30분 반응시킨 후 시료를 cell에 옮겨 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, DPPH radical 소거능(%) 계산식은 다음과 같다.

$$\text{Scavenging activity(\%)} = \frac{\text{Absorbance of control} - \text{Absorbance of sample}}{\text{Absorbance of control}} \times 100$$

2.8.3 ABTS 라디칼 소거능 측정

ABTS radical 소거능은 Pellefrini et al.(1999)의 방법을 부분적으로 변형하여 분석하였다. 2.4 mM potassium persulfate를 포함하는 7 mM의 2,2'-amino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid (ABTS, Sigma-Aldrich, USA)를 제조한 후 암실에서 16시간 반응시킨 다음 734 nm에서 흡광도 값을 0.700 ± 0.005 으로 보정하여 실험에 사용하였다. 된장 여과액 20 μl 와 보정한 ABTS 용액 980 μl 를 섞어서 암실에서 6분간 반응시킨 뒤 분광 광도계(UV1800; Shimadzu, Japan)를 이용하여 734nm에서 흡광도를 측정하고, 대조군으로는 시료 대신 추출에 사용한 용매를 사용하였다. ABTS radical 소거능(%) 계산식은 다음과 같다.

$$\text{Scavenging activity(\%)} = \frac{\text{Absorbance of control} - \text{Absorbance of sample}}{\text{Absorbance of control}} \times 100$$

2.9. GC-MS를 이용한 된장의 휘발성 향기 성분 분석

Dynamic headspace analysis법은 synthetic chemical을 함유한 Tenax column이 장착된 purge & trap 장치를 이용하여 된장의 휘발성 유기화합물(Volatile organic compound; VOCs)을 측정한다. 250 mL serum bottle에 시료 5 g를 각각 취한 뒤 Dry oven을 이용해 50℃의 온도에서 30분 동안 equilibrium 시켜주었다. 그 다음으로 가스 흡착 펌프를 이용하여 100 mL/min의 유속으로 5분간 Tenax tube에 headspace의 Volatile compounds를 전량 흡착시켜 주었다. 흡착시킨 Tenax tube는 GC-MS (QP2010+; Shimazu, Japan)에 연결된 자동열탈착기(ATD650; Perkin Elemer, USA)를 통해 다시 탈착하여 GC에 주입시켰다(Table 5.).

3. 관능평가

자작나무 수액을 첨가한 된장의 기호도를 조사하기 위해서 식품 관능평가 경험을 가진 10명의 패널(부경대학교 식품공학과 대학원생)로 구성되어 관능 분석을 실시하였으며 7점 평점법을 사용하였다. 묘사 분석을 통해 1점(매우 약하다)부터 7점(매우 강하다)순으로 향미와 전체적인 품질에 관한 선호도에 대한 관능 평가를 실시하였다.

4. 통계처리

연구에서 모든 실험은 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었으며 실험값의 통계 처리는 SAS 9.4 program(SAS Institute Inc; Cary, USA)을 사용하여 결과값과 표준편차를 구하였다. 실험 결과의 유의성 검정은 Duncan's multiple comparison test를 통해서 유의수준($P < 0.05$)에서 시료 간의 유의 차 분석을 하였다.



Table 5. Analytical condition of GC-MS (QP2010+)

Model	Shimazu QP2010+
Oven temperature	35°C (10 min) → 8°C/min-120°C (10 min) → 12°C/min-80°C (7 min) → 15°C/min-230°C (10 min)
Column	AT1 (60m×0.3 mm×1.0 μ m)
Column pressure	15.9 psi
Interface temp.	230°C
Detector temp.	250°C
Mass range	20~350 m/z
Carrier gas	He (99.9999%)
Mass filter type	Quadrupole

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 된장의 성분 조성 및 함량

1.1. 일반 성분 함량

된장의 일반 성분을 분석한 결과는 다음과 같다(Table 6.). 된장의 일반 성분 분석 결과, 수분은 54.14–61.21%, 회분은 12.12–12.65%, 조지방은 3.0–3.5%, 단백질은 9.8–12.07%, 탄수화물은 12.8–18.7%로 시료 간의 일반 성분 함량 차이가 거의 나타나지 않았다. 전통식품 표준 규격에 따르면 전통 된장의 수분은 60% 이하로 나타나는데, 실험구 (*Doenjang*)에서 다소 높은 수준으로 나타났다. 그 외에도 회분, 지방은 실험구(*Doenjang*)가 Control보다 근소하게 높은 함유량을 보였으며, 조 단백질의 함량 및 된장의 모든 일반 성분이 평균 범위로 나타났다.

1.2. 염도 및 산도

적정 산도 및 염도를 측정한 결과는 다음과 같다(Table 7.). 적정산도의 경우 2.11–2.47%의 분포를 보였으며 Control이 실험구(*Doenjang*)보다 약간 높았으나 유의 차를 보이지 않았다. 염도의 경우 10.79–11.68%로

Table 6. General component content of soybean paste (*Doenjang*) produced with sap of *Betula platyphylla*

	(Unit: %)				
	Moisture	Ash	Crude fat	Crude protein	Carbohydrate
Control	54.1 ± 0.1	12.1 ± 0.2	3.0 ± 0.0	12.1 ± 0.3	18.7
<i>Doenjang</i>	61.2 ± 0.1	12.7 ± 0.1	3.5 ± 0.0	9.8 ± 0.7	12.8

* Mean ± SD (n=3)

Table 7. Acidity and Salt contents of soybean paste (*Doenjang*) produced with sap of *Betula platyphylla*

(Unit: %)		
	Acidity	Salt contents
Control	$2.47 \pm 0.13^{a\ 1)}$	11.68 ± 0.33^a
<i>Doenjang</i>	2.11 ± 0.10^b	10.79 ± 0.08^b

* Mean $\pm$ SD (n=3)

¹⁾ ^{a-b} Means with different letters in superscripts are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple comparison test.

나타났으며 Control이 실험구(*Doenjang*)보다 염도가 높았다. 결과적으로 염도 및 산도 측정값 역시 일반 된장의 범위에서 크게 벗어나지 않는 것으로 판단된다.

1.3. pH 및 색도

된장의 pH 및 색도를 측정한 결과는 다음과 같다(Table 8.). 된장의 pH는 국내에서 시판되고 있는 다른 된장의 pH 범위와 비슷한 수치인 약산성을 띄었고, Control과 실험구(*Doenjang*)의 pH는 비슷한 수준이다. 색도 측정 결과는 명도를 나타내는 Hunter L값은 실험구(*Doenjang*)가 더 높았으며 시료 간에 차이를 보였다. 반면 a, b 값은 Control이 상대적으로 더 높게 나타났다. 이는 Control이 자작나무 수액 첨가 된장보다 어둡고, 적황색을 가지는 것으로 보인다. 실험구(*Doenjang*)와 Control의 색도는 제조 시 원료의 종류, 원료 배합, 발효 기간 및 유통과정에 따라 차이가 있을 것(Park et al., 2016)으로 사료된다.

1.4. 아미노산성 질소 함량

아미노산성 질소는 제품 저장 중 콩 단백질이 미생물의 효소과정으로 가수 분해되어 생성되며 된장의 구수한 맛에 영향을 주는 된장의 주요한 품

Table 8. pH and Color of soybean paste (*Doenjang*) produced with sap of *Betula platyphylla*

	pH	L (lightness)	a (redness)	b (yellowness)
Control	4.59 $\pm$ 0.01 ^{a 1)}	21.73 $\pm$ 0.42 ^b	5.82 $\pm$ 0.08 ^a	13.99 $\pm$ 0.32 ^a
<i>Doenjang</i>	4.81 $\pm$ 0.01 ^b	28.32 $\pm$ 0.15 ^a	1.80 $\pm$ 0.04 ^b	12.11 $\pm$ 0.52 ^b

* Mean $\pm$ SD (n=3)

¹⁾ ^{a-b}Means with different letters in superscripts are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple comparison test.

질 변화 지표로, 함량이 높은 장류가 성분 면에서 좋은 것으로 평가된다 (Park et al., 2016). 식품공전상 아미노산성 질소에 관한 기준은 없으나, 전통식품 표준규격(National Agricultural Products Quality Management Service)에 따르면 아미노산성 질소 함량 기준을 300 mg% 이상으로 규정하고 있다. 본 연구에서 실험구(*Doenjang*)의 아미노산성 질소는 944.58 mg%로 대조구(Control) 671.4 mg%에 비해 매우 높은 함유량을 보였다(Fig. 3). 이는 메주 제조 방법, 발효에 관여하는 미생물의 생육 및 효소 생성 조건, 보관 조건, 숙성기간 등에 기인한 것으로 사료된다(Park et al., 2016). 따라서, 실험구(*Doenjang*)의 아미노산성 질소가 높은 함량을 보인 점으로 미루어 보았을 때 이는 성분학적으로 좋은 된장으로 판단된다.

1.5. 유리당 함량

유리당의 성분 중 단맛을 내는 성분으로는 fructose가 있으며(Kwon et al., 2005),된장의 숙성 과정 중 효소작용으로 원료 지방에서 생성되는 지방산 및 glycerol등의 고소한 맛 성분도 아미노산의 구수한 맛, 소금의 짭짤함과 더불어 된장의 조화미에 관여한다(Kang et al., 1994). 유리당은 식품

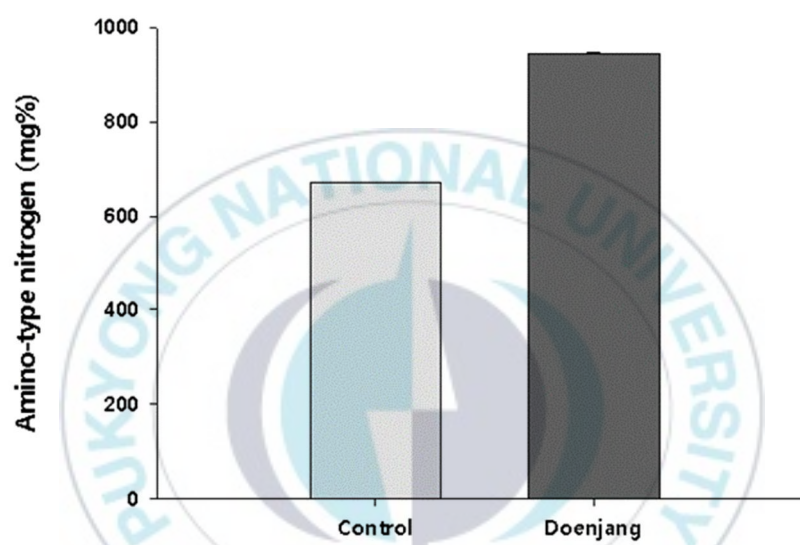


Fig. 3. Amino-type nitrogen content of soybean paste (*Doenjang*) produced with sap of *Betula platyphylla*

의 향기와 감미에 영향을 주기 때문에 식품소재개발에 매우 중요한 요소로 작용(Lee et al., 2019) (Table 9.) 하지만, 본 연구 결과 glucose를 제외한 나머지 유리당 성분은 검출되지 않았고, 자작나무 첨가 된장의 단맛은 대부분 glucose가 관여하고 있다는 것을 알 수 있다.

1.6. 유기산 함량

된장에서 유기산은 맛에 영향을 주고, 적당량의 유기산은 된장의 보존성에 관여하는 성분으로 알려져 있으며, 전통 된장 중에는 maleic acid, succinic acid, citric acid 등의 유기산 함량이 높다고 보고되어 있다.(Yoon et al., 2011) (Table 10.). 본 연구 결과 lactic acid, malic acid, citric acid, acetic acid, formic acid 순으로 함량이 높았으며 citric acid는 된장의 신맛에 관여하고, 된장의 저장, 숙성 조건에 따라 유기산 분포가 다르게 나타난 것으로 볼 수 있다.

1.7. 유리아미노산 함량

유리 아미노산은 된장의 숙성 과정에서 단백질이 분해되어 맛을 좌우하며, lu-는 감칠맛을 나타내고, Ala-, Leu-는 쓴맛을 나타낸다 (Jeon et al., 2016), 본 연구 결과 단맛을 나타내는 성분인 Asparti

Table 9. Free sugar components of soybean paste(*Doenjang*) produced with sap of *Betula platyphylla*

	(mg / g)				
	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Lactose
Control	— ¹⁾	1.33	—	—	—
<i>Doenjang</i>	—	3.03	1.19	—	—

¹⁾ Not detected.

Table 10. Organic acid components of soybean paste(*Doenjang*) produced with sap of *Betula platyphylla*

	(mg / g)				
	Formic acid	Citric acid	Malic acid	Lactic acid	Acetic acid
Control	4.29	2.84	13.20	21.93	0.24
<i>Doenjang</i>	— ¹⁾	1.07	5.88	24.20	7.74

¹⁾ Not detected.

c acid, Threonine, Serine, Glutamic acid, 및 Alanine이 자작나무 수액을 첨가한 유리 아미노산은 된장의 숙성 과정에서 단백질이 분해되어 맛을 좌우하며, Glu-는 감칠맛을 나타내고, Ala-, Leu-는 쓴맛을 나타낸다(Jeon et al., 2016), 본 연구 결과 단맛을 나타내는 성분인 Aspartic acid, Threonine, Serine, Glutamic acid, 및 Alanine이 자작나무 수액을 첨가한 쪽이 Control보다 함량이 높았고, 된장의 쓴맛을 나타내는 Valine, Methionine, Isoleucine, Leucine, Tyrosine 등은 Control이 더 높게 검출되었으므로, 자작나무 수액이 유리 아미노산의 유래에 기여하는 것으로 사료된다.

1.8. 구성아미노산 함량

된장의 담금 과정 중 단백질 성분은 아미노산으로 분해되어 첨가된 소금에 의해 아미노산염을 형성함으로써 구수한 맛과 짭맛을 낸다(Kwon et al., 2005). 이 중 glutamic acid는 감칠맛을 낸다. 유리아미노산과 마찬가지로, 쓴맛을 나타내는 아미노산 성분이 Control에서 높게 나타났으며, 단맛을 나타내는 성분인 실험구(*Doenjang*)가 더 높게 나타난다. 이를 통해, 유리아미노산이 구성아미노산으로서 형성되는 것을 알 수 있다.

Table 11. Free amino acid components of soybean paste (*Doenjang*) produced with sap of *Betula platyphylla*

(Unit : mg/g)	Control	<i>Doenjang</i>
Phosphoserine	0.214	0.285
Taurine	0.175	— ¹⁾
Aspartic acid	1.094	1.903
Threonine	0.525	1.403
Serine	0.051	1.591
Glutamic acid	0.143	1.251
Sarcosine	0.060	—
Glycine	0.893	1.290
Alanine	3.204	4.237
Valine	2.139	1.678
Methionine	0.549	0.266
Isoleucine	1.589	1.835
Leucine	3.835	3.112
Tyrosine	1.854	—
Phenylalanine	2.167	1.400
Ammonia	1.335	0.724
Lysine	3.235	3.642
Proline	1.626	1.977

¹⁾ Not detected.

Table 12. Composed amino acid components of soybean paste (*Doenjang*)
produced with sap of *Betula platyphylla*

(Unit : mg/g)	Control	<i>Doenjang</i>
Aspartic acid	4.168	6.116
Threonine	2.553	1.261
Serine	1.100	3.025
Glutamic acid	4.043	9.478
Glycine	1.696	2.433
Alanine	3.464	3.506
Cystine	0.689	1.769
Valine	3.125	2.698
Methionine	0.337	0.281
Isoleucine	2.841	2.229
Leucine	4.823	3.855
Tyrosine	1.962	1.034
Phenylalanine	3.026	2.582
Lysine	3.548	2.716
Ammonia	2.035	1.580
Histidine	1.160	0.513
Arginine	0.983	3.415
Proline	3.118	5.577

¹⁾ Not detected.

2. 수액 첨가 여부에 따른 된장의 항산화 활성 비교

2.1. 총 페놀(TPC) 및 총 플라보노이드(TFC) 함량

TPC 및 TFC 측정 값은 Table 13에 나타내었다. 둘 다 자작나무 수액 첨가 된장에서 더 높게 나타났으며, 된장의 항산화 활성은 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 연관되어 있으므로, 자작나무 수액 첨가 된장의 유효 성분으로 존재하는 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있다는 것을 알 수 있다.

2.2. DPPH radical scavenging activity

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)는 517 nm에서 특징적인 광 흡수를 나타내는 보라색의 화합물로서 유기용매에서 매우 안정하며, 산화 억제 정도를 예측할 수 있다(Kang et al., 2001). DPPH 라디칼 소거능 측정 결과(Table 13.) 자작나무 수액에서 활성화된 항산화능이 영향을 미친 것으로 볼 수 있다.

2.3. ABTS radical scavenging activity

ABTS 라디칼 소거 활성은 Table 13에 나타난 값과 같다. 위와 마찬가지로 Control에서보다 자작 나무 수액을 첨가해준 쪽이 더 항산화 활성이 높게 나타남으로서, ABTS는 DPPH 라디칼 소거능과 유사한 경향을 나타내는 것을 알 수 있다.

3. 된장의 휘발성 향기 성분 비교

본 실험에서는 주요 향기 성분들을 보기 위하여 GC-MS headspace법으로 분석하였다. 된장의 휘발성 향기 성분 분석 결과 총 37종의 화합물이 확인되었다(Table 14-16.). 각각 alcohols 10종, acids 10종, esters 7종, aldehydes 4종, ketones 3종, Other aliphatic compounds 2종, Aromatic compounds 1종이다. 된장의 향기 성분 동정 결과 alcohol과 acid 함량이 높게 나타났다. Alcohol류 중 많은 면적을 차지하는 ethyl alcohol은 콩 단백질 혹은 지방의 대사산물 중 상응하는 알데하이드나 케톤의 환원에 의해서도 생성되나 대부분 콩 탄수화물의 대사 산물로 여겨지고 있다(Lee et al.,2015).그 중에서도 숙성된 된장의 향긋한 냄새에 기여하는 것으로 알려진 ester류와 acid류의 함량도 비교적 높게 나타났으며, 된장의 acid류 조성은 제품의 산도와 향기에 많은 영향을 미치므로 이를 바탕으로 품질 지표를 설정하는 것이 매우 유리하다. Aldehyde류는 발효 중 지방 산화나 발효 중 분해 산물로 생성되며 이러한 대사는 된장의

Table 13. Total antioxidant activity of Soybean Paste (*Doenjang*) Produced with Sap of *Betula platyphylla*.

	TPC (mg/L)	TFC	DPPH (%)	ABTS (%)
Control	0.54 ± 0.01 ^{a 1)}	0.49 ± 0.02 ^a	30.1 ± 0.50 ^b	50.6 ± 0.01 ^a
<i>Doenjang</i>	0.81 ± 0.01 ^b	0.76 ± 0.02 ^a	91.7 ± 0.35 ^a	70.2 ± 0.05 ^b

* Mean±SD (n=3)

¹⁾ ^{a-b} Means with different letters in superscripts are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple comparison test.

nutty, roasting 향에 기여한다. Ester류는 식품의 좋은 향기 성분에 기여하는 가장 바람직한 성분 이자 된장의 주요 향기 성분으로 작용한다. 특히 높은 성분을 차지하는 Ethyl acetate는 재래식 된장에서 많이 검출된다. 한편, 된장의 저장 중 생성되는 불쾌취로 알려져 있는 Valeric acid는 된장의 장기간 발효 및 숙성 중 미생물 오염 및 적절하지 못한 환경에 의해 나타나므로 된장의 불쾌취 생성을 예방하기 위해 노력해야 할 것으로 보인다. 관능검사 결과와 마찬가지로 Control의 경우 시큼한 냄새와 신맛, 쓴맛에 관여하는 휘발성 향기성분이 실험구(*Doenjang*)보다 높게 나온 것으로 확인되었다. 특징적으로 Control이 실험구(*Doenjang*)보다 Alcohol함량이 높았고, 그 중에서도 특히 Ethanol의 함량이 Control에서 높게 나타났다. 실험구(*Doenjang*)의 경우 Acid류에서 2-methyl butanoic acid 및 2,4-Hexadienoic acid가 Control 보다 2배가량 높게 나타나 좋은 향기 성분에 기여한 것으로 보인다.

된장의 향기 성분은 사용 원료, 숙성 정도, 발효에 관여하는 미생물에 따라서 그 생성이 달라질 수 있으며(Choi et al., 1997), 된장의 품질은 맛이나 향기 그리고 색 등에 의해서 결정되어 지므로 된장의 향기 성분은 중요한 관능적 요소 중의 하나이며, 메주 발효 및 된장 숙성 과정 중 대두의 구성 성분인 탄수화물, 단백질, 지질 등이 각종 효소와 곰팡이류의 작용에 의해 분해 또는 상호 반응으로 alcohol류, carbonyl 화합물, 함질소 화합물

등이 생성된 된장의 주도적인 향기성분으로 작용한다(Kim et al., 1994).

Table 17-18은 된장의 화합물에 따른 휘발성 화합물의 향기 특성에 대하여 정리한 것을 표로 나타낸 것이다.

4. 된장의 관능 평가 결과

수액 첨가 여부를 달리하여 제조한 된장의 관능 변화를 살펴보고자 대조군과 비교 분석하여 선정된 향미 특성을 평가한 결과를 7점 척도법으로 Fig. 4에 나타내었다. 대조군의 경우 비교적 어두운 색을 띄고, 시큼한 냄새(sourness), 쓴 냄새(bitterness)가 실험군 보다 강해 전체 기호도(preference)가 실험군 보다 다소 떨어지는 것으로 판단된다. 반면 실험군은 감칠맛(umami)과 풍부한 맛(richness)이 더 강해 기호도가 높게 나타난 것으로 보인다. 따라서, 자작나무 수액을 첨가한 쪽이 된장의 감칠맛과 풍부한 맛에 영향을 미치며 된장의 좋은 향과 맛에 기여한 것으로 사료된다.

Table 14. Alcohol, Acid compounds analysis of *Doenjang* fermented the sap of *Betula platyphylla*.

Compounds	RT ¹⁾	Peak area (×10 ⁵)	
		Control	<i>Doenjang</i>
Alcohol (10)			
Ethanol	5.58	4906.0	1845.6
2-Propenal	6.22	83.9	57.3
1-Propanol	8.17	46.1	57.3
Isobutyl alcohol	11.85	175.8	33.3
1-Chloro 2-propanol	14.73	33.5	10.9
Propylene glycol	16.61	44.5	1.3
3-Methyl 1-butanol	16.86	209.8	75.9
2-Methyl 1-butanol	17.02	115.3	24.4
1,2,3-Propanetriol	39.18	15.4	20.5
Acid (10)			
Acetic acid	10.29	107.9	53.3
Propionic acid	15.10	24.0	10.9
Iso butyric acid	17.72	16.9	43.5
n-Butyric acid	18.71	68.4	42.5
2-Hydroxy propanoic acid	19.59	75.1	12.4
Valeric acid	20.42	24.6	234.1
2-methyl-Butanoic acid	20.76	21.3	47.3
Pentanoic acid	21.59	13.1	8.8
3-Hexenoic acid, ethyl ester	26.38	144.3	1.4
2,4-Hexadienoic acid, ethyl ester	31.65	18.2	56.4

¹⁾ Retention time

Table 15. Ester, Aldehyde compounds analysis of *Doenjang* fermented the sap of *Betula platyphylla*.

Compounds	RT ¹⁾	Peak area (×10 ⁵)	
		Control	<i>Doenjang</i>
Ester (7)			
Ethyl Acetate	10.97	327.4	206.9
Ethyl propanoate	15.84	20.1	4.3
Ethyl isobutyrate	17.86	61.0	43.5
Ethyl 2-methylbutyrate	20.95	50.8	59.0
α -Ethyl aspartate	21.01	37.7	32.4
Iso amylacetate	21.70	13.1	9.4
Ethyl cis-4-hexenoate	26.38	144.1	1.8
Aldehyde (4)			
Iso butanal	7.89	30.3	57.3
Iso valeraldehyde	12.87	56.2	3.3
3-methyl butanol	13.41	38.1	0.8
Phenyl methanol	24.51	12.9	6.7

¹⁾ Retention time

Table 16. Ketone, Other aliphatic compounds and Other aromatic compounds analysis of *Doenjang* fermented the sap of *Betula platyphylla*

Compounds	RT ¹⁾	Peak area (×10 ⁵)	
		Control	<i>Doenjang</i>
Ketone (3)			
Acetone	5.95	294.5	184.1
Methyl ethyl ketone	9.59	19.9	12.8
<i>γ</i> -Valerolactone	23.38	11.1	0.5
Other aliphatic compound (2)			
Trimethylene oxide	6.10	17.0	68.6
7-Chloro-1,3-dihydro-5-phenyl -2h-1,4-dibenzodiazepin-2-one tms de	40.41	80.5	94.3
Other aromatic compound (1)			
Toluene	18.25	9.2	5.0

¹⁾ Retention time

Table 17. Aroma property components according to compounds of Doenjang fermented the sap of *Betula platyphylla* (1)

RI ¹⁾	Compounds	Aroma property
<i>Alcohols</i>		
<800	Ethanol	sweet
<800	2-Propenal	acidic
816	1-Propanol	alcohol, pungent
925	Isobutyl alcohol	wine, solvent, bitter
1071	Propylene glycol	sweet
1079	3-Methyl 1-butanol	whiskey, malt, burnt
1084	2-Methyl 1-butanol	wine, onion
<i>Acids</i>		
879	Acetic acid	sour
1023	Propionic acid	rancid, pungent odor
1105	Iso butyric acid	cheesy, rancid butter odor
1140	n-Butyric acid	rancid, cheese, sweat
1197	Valeric acid	sweat, acid, rancid
1209	2-methyl-Butanoic acid	apple
1240	Pentanoic acid	sweat
1422	3-Hexenoic acid, ethyl ester	cheesy
1643	2,4-Hexadienoic acid, ethyl ester	sweet, fruity, tropical pineapple

¹⁾ Retention index means Kovat's retention indices.

Table 18. Aroma property components according to compounds of Doenjang fermented the sap of *Betula platyphylla* (2)

RI ¹⁾	Compounds	Aroma property
<i>Esters</i>		
897	Ethyl Acetate	pineapple
1047	Ethyl propanoate	pineapple
1110	Ethyl isobutyrate	sweet, rubber
1217	Ethyl 2-methylbutyrate	fruity
1244	Iso amylacetate	banana, pear
1422	Ethyl cis-4-hexenoate	fruity
<i>Aldehydes</i>		
806	Iso butanal	pungent, green
956	Iso valeraldehyde	suffocating
972	3-methyl butanol	choking, alcohol
1349	Phenyl methanal	bitter, almond
<i>Ketones</i>		
860	Methyl ethyl ketone	ether
1304	γ -Valerolactone	herbal

¹⁾ Retention index means Kovat's retention indices.

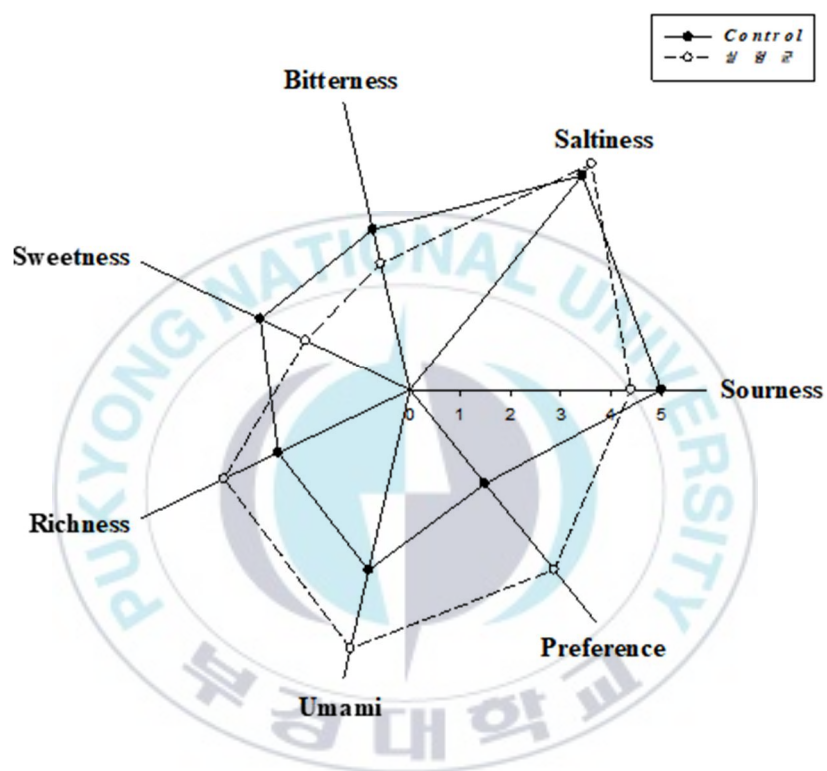


Fig. 4. Seonsory test result of *Doenjang* fermented the sap of *Betula platyphylla*

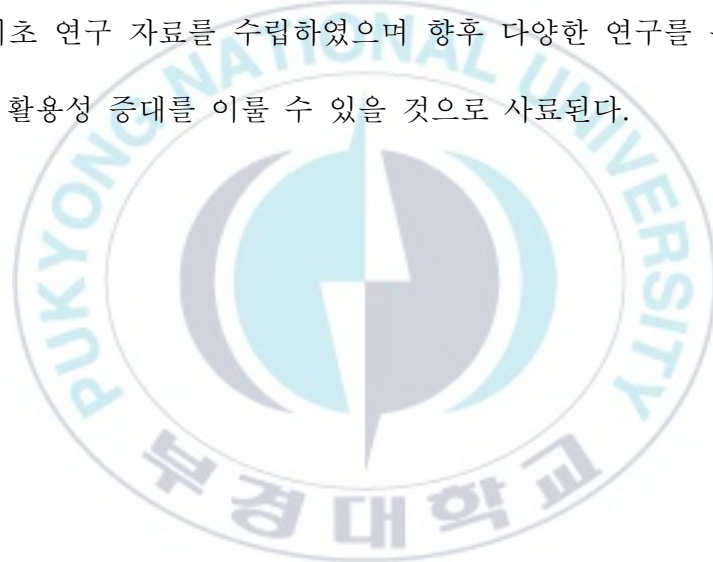
IV. 결론

본 연구는 자작나무 수액의 활용에 대한 기초연구로서 여러 생리활성 물질을 가진 수액의 활용성 증대를 위해, 우리나라 전통 발효 식품인 된장에 자작나무 수액을 첨가하여 기능성 된장을 개발 하고자 하였다. 이에 따라, 자작나무 수액을 첨가한 된장과 똑같은 조건 하에 수액 첨가 유무만 달리 한 된장(Control)의 이화학적 특성 및 품질을 평가하여 수액 첨가 된장의 주요 품질 지표를 설정하고자 한다.

자작나무 수액 첨가 된장의 일반 성분 분석 결과 수분, 회분, 조지방, 조단백 및 탄수화물은 시료 간 일반 성분 함량 차이가 거의 나타나지 않았고, 염도 및 산도 역시 Control과 실험구(*Doenjang*) 사이의 차이가 크게 존재하지 않았다. pH는 시판되는 다른 된장과 비슷한 수준으로 나타났다. 색도는 실험구(*Doenjang*)의 명도가 Control 보다 밝게 나타났으며, a,b 값은 Control이 실험구(*Doenjang*)보다 높게 나타났다. 이는 제조 시 원료의 종류에 따른 차이로 보이며, 아미노산성 질소는 실험구(*Doenjang*)에서 성분학적으로 더 좋은 것으로 판단되었으며, 자작나무 첨가 된장의 단맛은 대부분 glucose가 관여하고 있다는 것을 알 수 있다. 아미노산 분석 결과 실험구(*Doenjang*)에서 단맛을 나타내는 성분이 검출되었으며, 항산화활성을 비교하였을 때에 자작나무 수액 첨가 된장의 유효성분이 항산화물질에

기인한 것으로 판단되어, 자작나무 수액 첨가 된장이 다양한 생리활성을 가졌음을 알 수 있다. 본 연구에서 휘발성 향기 성분 동정 결과 37종의 휘발성 화합물이 확인되었고, 자작나무 수액을 첨가한 쪽이 된장의 감칠맛과 풍부한 맛에 영향을 미치며 된장의 좋은 향과 색 등 모든 품질 면에서 나무 수액 첨가 된장이 우수한 것으로 나타났다.

본 연구 결과를 통해 자작나무 수액을 첨가 된장의 기능성 및 품질 지표에 대한 기초 연구 자료를 수립하였으며 향후 다양한 연구를 통해서 기능성 식품의 활용성 증대를 이룰 수 있을 것으로 사료된다.



V. 참고문헌

- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). (2005). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (17th ed), W. Hortuntzed(Ed), Washington, USA.
- Ahn, J. B., Park, J. A., Jo, H. J., Woo, I. H., Lee, S. H., & Jang, K. I., (2012). Quality characteristics and antioxidant activity of commercial Doenjang and traditional Doenjang in Korea. *Korean Journal of Food and Nutrition*, 25(1), 142–148.
- Bae, S. K., Lee, Y. C., & Kim, H. W., (2001). The browning reaction and inhibition on apple concentrated juice. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 30, 6–13.
- Chang, M., Kim, I. C., & Chang, H. C., (2010). Effect of solar salt on the quality characteristics of Doenjang. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 39(1), 116–124.
- Choi, B. Y., Gil, N. Y., Park, S. Y., Cho, Y. S., & Kim, S. Y., (2017). Change of quality properties of Doenjang according to soaking method in brine. *The Korean Society of Food Presercation*, 24(7), 923–933.

- Cho, N. S., Kim, H. E., Min, D. S., & Park, C. H., (1998). Factors affecting on sap flows birch trees. *Betula platyphylla* as a healthy beverages. *Mokchae Konghak*, 26(3), 93–99.
- Chung, M. J., Lee, S. J., Shin, J. H., Jo, J. S., & Sung, N. J., (1995). The components of the sap from birches, bamboos and darae. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 24(5), 727–733.
- Han, D. H., Park, J. M., & Bai, D. H., (2014). Analysis of changes in microflora and flavor of low and high salt content soybean paste (Doenjang). *Food engineering progress*, 18(4), 300–306.
- Han, H. Y., & Lee, S. J., (2017). Physicochemical quality characteristics of fermented soybean paste sauce added Lotus leaf powder. *Culinary Science & Hospitality Research*, 23(3), 8–14.
- Jang, S. J., (2014). Physicochemical quality characteristics of tomato sauce added with *Pimpinella brachycarpa*. *The Korean journal of Culinary Research*, 20(4), 169–182.
- Jeon, H. J., Lee, S. H., Kim, S. S., & Kim, Y. S., (2016). Quality characteristics of modified Doenjang and Traditional Doenjang. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 45(7), 1001~1009.

- Jeong, S. J., Lee, C. H., Kim, H. Y., Lee, S. H., Hwang, I. G., Shin, C.S., Lee, J. S., & Jeong, H. S., (2012). Quality characteristics of the white brich sap with varying collection periods. *Journal of Korean Science Nutrition*, 41(1), 143~148.
- Kang, M. H., Park, C. G., Cha, M.S., Seong, N. S., Chung, H. K., & Lee, J. B. 2001. Component characteristics of each extract prepared by different extract methods from by-products of Glycyrrhiza uralensis. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 30, 138–142.
- Kim, S. J., Moon, J. S., Park, J. W., Park, I. B., Kim, J. M., Rhim, J. W., Jung, S. T., & Kang, S. G. (2004). Quality of soybean paste (Doenjang) prepared with sweet tangle, sea mustard and anchovy powder. *Korean Journal of Food and Nutrition*, 33(5), 875–879.
- Kim, D. Y., Hwang, K. M., Jung, K. O., & Lee, K. B., (2014). Quality characteristics of Doenjang manufactured with soybean Koji. *Korean Journal of Food Preservation*, 21, 434–441.
- Lee, C. H., No, J. W., Hwang, I. G., Shin, C. S., Lee, J. S., & Jeong, H. S., (2010). Shelf-life extension of Acer mono sap using ultra filtration. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 39, 455–460.

- Lee, H. J., Lee, J. H., Jung, J. T., Lee, Y. J., Oh, M. W., Chang, J. K., Jeong, H. S., & Park, C. G., (2019). Changes in free sugar, coixol contents and antioxidant activities of adlay sprout (*Coix lacryma-jobi* L. var., *ma-yuen* Stapf.) according to different growth stage. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 27(5), 339–347.
- Lee, J. E., Kang, S. H., Kim, H. R., & Lim, S. I., (2015). Volatile compounds analysis of certified traditional Doenjang. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 44(6), 944–950.
- Ministry of food and drug safety (MFDS)., (2012). Korean food standards codex, CheongJu.
- Moon, H. S., Kwon, S. D., Park, S. B., & Goo, J. Y., (2004). Sap collection and major components of *Acer mono* in Mt. Jiri. *The Korean journal of ecology*, 27(5), 263–267.
- Oh, S. J., Lee, H. J., Lee, S. J., Chung, S. H., & Sung, N. J., (2014). Evaluation of quality characteristics and antioxidant activities from Doenjang ripened for 30 years. *Journal of Agriculture & Life Science*, 48(4), 253–271.
- Shim, H. J., Yun, J. H., & Koh, K. H., (2018). Factors affecting to the

quality of Korean soybean paste, Doenjang. *Journal of Applied Biological Chemistry*, 61 (4), 357–365.

Yoon, W. J., Lee, S. W., Moon, H. K., Moon, J. N., Kim, B. G., Kim, B. J., & Kim, G. Y., (2011). Quality characteristics of traditional soybean paste (Doenjang) manufactured with mixed beans. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*, 21, 375–384.



VI. 감사의 글

당찬 포부와 큰 꿈을 가지고 용기를 내어 입학한 석사과정이 끝을 앞두고 있습니다. 먼저 석사과정 2년동안 지도해주신 이양봉 교수님께 감사하다는 말씀을 드리고 싶습니다. 또한, 부경 대학교 식품공학과 김선봉 교수님, 양지영 교수님, 전병수 교수님, 안동현 교수님, 김영목 교수님, 조승목 교수님께도 깊은 감사의 말씀을 올립니다.

다음으로, 늘 저의 뜻을 존중해 주시고 마음껏 꿈을 펼칠 수 있도록 뒤에서 묵묵히 지켜봐 주시는 부모님께 그 어떤 말로도 수식할 수는 없겠지만 글로나마 감사한 마음을 전합니다. 막내 딸이 직장을 그만두고 다시 학생으로서 꿈을 이어 나갈 수 있었던 것도 모두 부모님이라는 든든한 존재 덕에 가감없이 제 뜻을 펼칠 수 있었습니다. 이 또한 저의 긴 인생 중 일부분이겠지만 무엇보다도 더 의미 있었던 지난 시간을 통해 더 깊이 있는 사람으로 성장하여 부모님께서 지어주신 이름의 뜻처럼 자랑스러운 딸로서 세상에 많은 은혜로 되갚아 나갈 수 있도록 하겠습니다.

끝으로 2년내내 곁에서 생활했던 생화학 실험실 식구들 지윤이, 성희, 민경이, 하민이에게 정말 고마웠다는 말을 전하고 싶습니다. 그 외에도 졸업한 생화학 실험실 식구들에게도 미처 전하지 못했지만 글로서 감사함을 전달합니다.