

연잎분말을 첨가한 밥의 품질특성 및 연잎쌈밥의 저장 중 향기성분

박복희¹ · 김성두² · 전은례³ · 조희숙^{4*}

¹목포대학교 식품영양학과, ²주식회사 다연, ³남미시시피대학교 식품영양전공, ⁴초당대학교 조리과학부

Quality Characteristics and Volatile Flavor Components of Cooked Rice, *Yenipsambab*, with *Lotus* Leaf Powder

Bock-Hee Park¹, Sung-Doo Kim², Eun-Ray Jeon³, Hee-Sook Cho^{4*}

¹Department of Food & Nutrition, Mokpo National University

²Da-yeon Co., Ltd.

³School of Human Performance and Recreation, The University of Southern Mississippi

⁴Department of Culinary Art, Chodang University

Abstract

We investigated the quality characteristics and volatile flavor components in *yenipsambab* prepared with various concentrations of *lotus* leaf powder. Hunter's color L and a values of *yenipsambab* decreased with increasing content of *lotus* leaf powder, whereas b value increased. Moreover, addition of *lotus* leaf powder resulted in increased hardness, adhesiveness, chewiness, and brittleness compared to control. Major volatile compounds of *yenipsambab* were ethyl benzene, 1,3-dimethylbenzene, 1,2-dimethylbenzene, and 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one.

Key Words: *Yenipsambab*, lotus leaf powder, volatile flavor components, quality characteristics

1. 서 론

연(*Nelumbo nucifera*)은 수생식물 중 부엽식물에 속하는 쌍떡잎식물로서 인도와 중국을 중심으로 열대, 온대의 동부 아시아를 비롯한 한국, 일본 등에 널리 분포하는 고생대의 식물이다. 일반적으로 불교에서 신성시하며, 용도에 있어서는 꽃은 관상용과 차제(搽劑)로 이용하여 왔으며, 잎과 뿌리는 식용하여 왔다. 연근과 연잎은 methylcorypalline, diethylcocaaurine, β -sistosterol, kaempferol, quercetine 및 tannic acid 등의 다양한 생리활성 성분을 함유하고 있다 (Jung 등 2003; Lee 등 2006). 연(*Nelumbo nucifera*)에 관한 연구로는 연잎차(Kim 등 2006), 연꽃과 연잎으로 제조한 연엽주(Lee 등 2005), 연근, 연잎, 조릿대의 대사성 질환완화 작용(Ko 등 2006) 등이 있으며 주로 연잎의 지질저하 효과(Kim 등 2005; Shin & Han 2006), 연잎 추출물의 항산화 효과(Lee 등 2006a), 항균효과(Lee 등 2006b), 연잎가루 첨가 설기떡(Yoon 2007), 연잎 어묵(Shin 2007), 연잎 죽(Park 등 2009a), 연잎 두부(Park 등 2009b), 연잎 국수(Park 등 2010) 등의 연구가 이루어져왔다. 그러나 연잎의 약리성분을 이용한 식품으로서의 가공이용에 관한 연구는 아직 미흡한

실정이다. 최근 우리나라에서는 친환경 농업 정책의 확대와 벼농사 대체작물, 경관조성 및 지역축제 공간 제공 등의 목적으로 연의 재배면적이 꾸준히 증가하는 추세이다(Park 등 2012). 따라서, 친환경 소재(연잎, 연근, 연잎분말 등)를 이용한 연잎쌈밥의 Take out 상품개발은 식생활개선과 국민 건강 및 농가소득 향상에 이바지 할 것으로 전망된다.

쌀은 인간이 식품으로 이용하는 중요한 곡류 중의 하나로써 특히 우리나라를 포함한 동남아시아 지역에서는 대부분 쌀을 주식으로 하고 있다. 우리의 주식인 쌀에는 tocopherol, tocotrienol, γ -oryzanol 등의 항산화성분을 비롯하여 phytic acid, 식이섬유, γ -aminobutyric acid 등 다양한 생리활성 성분이 함유되어 있다(Kim 등 2004; Nam 등 2006). 그러나 최근 쌀 시장의 개방으로 값싼 수입쌀에 대한 국산 쌀의 경쟁력 있는 품질향상이 요구되고 있으며, 주식으로 이용되는 소비량이 감소되면서 쌀을 이용한 가공성의 다양화 및 기능성을 고려한 특수미의 개발 등이 이루어지고 있다(Kim 등 1998; Tsuda 등 1998; Ha 등 1999; Park 등 2002). 근래 건강증진, 질병의 예방 및 치유에 기여하는 식품 성분들의 생리활성 효능에 대한 관심이 고조되고 있으며, 건강 장수를 위해서는 일상적인 식생활을 통하여 생리활성 기능성 성분

*Corresponding author: Hee Sook Cho, Department of Culinary Art, Chodang University, Muan, Chonnam 534-729, Korea
Tel: 82-61-450-1651 Fax: 82-61-450-1641 E-mail: hscho@cdu.ac.kr

의 섭취가 바람직한 것으로 인식되고 있다(Kim 등 2007).

이에 본 연구에서는 생리활성 효과가 우수하며 친환경 소재인 연잎과 연잎분말을 이용한 연잎쌈밥의 Take out 상품을 개발하고자, 연잎분말의 첨가량을 달리한 연잎쌈밥을 제조한 후 이화학적 특성을 평가하고, 연잎쌈밥의 향기성분을 분석하여 연잎쌈밥의 상품화를 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 쌀은 시중에서 판매되는 일반미(2010년 수확, 2010년 도정)를, 연잎과 연잎 분말은 2010년 2월에 전남 무안군 (주)다연에서 구입하여 사용하였다.

2. 연잎쌈밥용 밥 및 연잎쌈밥의 제조

쌀 600 g을 3회 세척한 후 체에 걸러 물을 제거하고 취반 시 쌀 무게의 1.2배의 물을 첨가한 뒤 전기압력밥솥(WPC-0703DG, Woongjin Cuchan, Seoul, Korea)에 취반하였다. 연잎분말은 쌀 무게에 대해 각각 0, 0.5, 1.0, 1.5%를 취반수에 혼합하여 첨가하였다. 자동 조리가 끝나면 그대로 두어 15분간 뜸을 들여 연잎쌈밥용 밥을 제조하였다. 연잎분말무첨가 연잎쌈밥과 1% 연잎분말첨가 연잎쌈밥은 4°C에서 0, 6, 12시간 저장하면서 향기성분의 분석시료로 사용하였다. 휘발성 성분확인을 위한 표준품은 Sigma사(St. Louis, MO, USA), Aldrich사(Milwaukee, WI, USA) 또는 외국의 향료회사로부터 입수하여 사용하였다.

3. 연잎쌈밥용 밥의 색도 측정

밥의 색도 측정은 색차계(Chromater CR-200, Minolta, Japan)로 측정하여 밝기(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)값을 5회 반복 측정하고 그 평균값으로 나타내었다. 이때 사용되는 표준백판(standard plate)은 L값 96.95, a값 -0.03, b값 1.42이었다.

4. 연잎쌈밥용 밥의 조직감 측정

밥의 조직감(texture)은 Rheometer(Sun compact 100, Sun scientific, Japan)를 이용하여 mastication test(model 21)로 경도(hardness), 점착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 깨짐성(brittleness)을 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타냈다. 측정조건은 끝이 뾰족한 plunger diameter ϕ 5.0 mm(No. 4), 진입 거리(진입 깊이: 2.0 mm) 22.2%, load cell 10 kg, table speed 60 mm/min, sample 조건은 20.0×50.0×0.9 mm로 측정하였다.

5. 휘발성 향기성분의 분리

향기성분의 추출 및 분석은 Song 등(2000)의 방법을 바탕

으로 본 실험에 맞게 수정하여 실시하였다. 동결된 연잎쌈밥 150 g을 실온에서 해동하여 증류수 1 L와 혼합하고 *n*-butyl benzene 0.5 μ L를 내부 표준물질로서 시료에 첨가하였다. 휘발성 향기성분의 추출은 Likens-Nickerson형 Simultaneous steam distillation and solvent extraction(SDE) 장치로 상압에서 3시간 동안 증류, 추출하였다. 향기성분의 추출 용매로 *n*-pentane과 diethylether 혼합용매(1:1, v/v) 250 mL를 사용하였으며 냉각수의 온도는 4°C 이하를 유지하였다. 향기성분이 추출된 용매를 무수 Na₂SO₄가 들어있는 병에 넣어 4°C에서 하룻밤 동안 수분을 제거하였다. 추출액을 여과한 후 Vigreux column을 사용하여 34°C에서 약 2 mL까지 농축하고 GC용 vial에 옮긴 후 약한 질소 가스 기류하에서 약 0.2 mL까지 농축하여 GC/MS의 분석시료로 하였다.

6. 휘발성 향기성분의 동정

SDE에서 추출한 농축시료는 GC/MS(GC7890A, MS5975C, Agilent Technologies, USA)에 의하여 분석하였다. Column은 SPB-WAX(30 m×0.25 mm id., 0.25 μ m film thickness)를 사용하였으며 40°C에서 3분간 유지한 후, 150°C까지 2°C/min, 200°C까지 4°C/min, 225°C까지 10°C/min로 상승시켰다. Injector의 온도는 250°C, carrier gas는 헬륨(1.0 mL/min)을 사용하였다. 시료는 1 μ L를 주입하였으며 split ratio는 1:10이 되도록 했다. 시료의 이온화는 electron impact ionization(EI) 방법으로 행하였으며, ionization voltage는 70 eV, ion source temperature는 230°C로 하였다. 분석량의 범위(m/z)는 40~450으로 설정하였다. Total ionization chromatogram(TIC)에 분리된 각 peak의 분석은 mass spectrum library(NIST & wiley) 및 문헌상의 data(Shin & Song 1999; Lee & Kim 1999; Song 등 2000; Zeng 등 2009)와 비교하여 확인하였다. 동정된 휘발성 향기성분의 상대적 정량은 내부 표준물질로 첨가한 *n*-butylbenzene과 각 화합물의 peak area를 비교하여 성분들의 함유량을 계산하였으며 연잎분말을 첨가하지 않은 대조군의 향기성분을 100%로 하고 연잎분말을 첨가한 시료의 향기성분을 area % 값으로 나타내었다.

$$\text{각 향기성분 area \%} = \frac{\text{각 성분의 peak area}}{\text{연잎분말을 첨가한 시료의 총 peak area}} \times \frac{\text{내부표준물질의 peak area}}{\text{연잎분말을 첨가하지 않은 대조군의 총 peak area}} \times 100$$

7. 통계처리

기계적 검사의 측정결과는 분산분석, 다중범위검정(Duncan's multiple test)에 의해 p<0.05에서 유의성 검정을 하였으며 모든 통계자료는 SPSS(Statistics Package for the Social Science, Ver. 14.0 for Window) package를 이용하여 분석하였다.

<Table 1> Hunter's color value of cooked rice of *yenipsambab* with *lotus* leaf powder

Samples	Color value			
	L (lightness)	a (redness)	b (yellowness)	E
Control	70.76±1.21 ^{a1)}	0.74±0.32 ^a	5.89±0.15 ^c	70.23±1.05 ^a
A	51.56±1.12 ^b	0.60±0.25 ^b	16.65±1.11 ^b	57.25±0.36 ^b
B	48.45±0.23 ^c	0.47±0.13 ^c	19.55±1.17 ^b	55.32±0.26 ^b
C	42.78±0.12 ^d	0.44±0.10 ^c	24.15±1.25 ^a	51.45±0.10 ^c

Control: cooked rice of *yenipsambab* with no *lotus* leaf powder, A: cooked rice of *yenipsambab* with 0.5% *lotus* leaf powder added, B: cooked rice of *yenipsambab* with 1.0% *lotus* leaf powder added, C: cooked rice of *yenipsambab* with 1.5% *lotus* leaf powder added

¹⁾Mean±SD.

^{a-d}: Values with different superscripts were significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)

III. 결과 및 고찰

1. 연잎쌈밥용 밥의 색도

연잎분말 첨가에 따른 연잎쌈밥용 밥의 색도를 측정된 결과는 <Table 1>과 같다. 밥의 밝은 정도를 나타내는 L값은 연잎분말 첨가량이 증가될수록 감소하는 경향을 보여 대조군에 비해 어두웠다. 대체식품의 첨가 비율이 높을수록 밝기가 점점 떨어진다고 보고된 바 있다(Cho 2010). 적색도를 나타내는 a값은 연잎분말 첨가량이 증가될수록 낮은 값을 나타내었고, 황색도를 나타내는 b값은 증가하는 경향을 보였다. Kim 등(2007) 및 Park 등(2012)은 유색미 추출물과 유색미를 첨가한 밥의 경우 L값과 a값이 낮게 나타났다고 보고하여 본 결과와 비슷한 경향을 보였다. Kim 등(2003)은 빵잎추출액의 첨가농도가 높을수록 L값과 a값이 낮아져 색이 어두워졌으며 녹색이 강해졌고 b값은 빵잎추출액이 많을수록 유의적으로 증가되었다고 보고하였다. 또한 Yoo 등(2005)은 민들레 추출액을 첨가한 쌀밥의 색도는 민들레 코팅 정도가 높을수록 L값과 a값이 낮아지며 b값은 증가하는 경향을 보여 코팅 수준이 증가할수록 쌀밥의 색이 어두워지고 녹색도가 증가한다고 보고하여 본 연구결과와 비슷하였다.

2. 연잎쌈밥용 밥의 조직감

식품의 조직감은 식품의 맛을 결정하는 요소로써, 경도와 점착성은 밥의 질감을 결정하는데 있어서 가장 중요한 지표로 사용되는 인자이다(Kim 등 2004). 특히 경도는 첨가되는 재료에 따라 달라지는데, 경도의 높고 낮음은 수분의 함유량과 관련이 있다(Kim & Cho 2009). 연잎분말을 첨가한 연잎쌈밥용 밥의 경도는 <Table 2>와 같이 대조군 3.41±0.01 g/cm²에 비해 연잎분말 첨가군이 높게 나타났는데, 첨가량이 증가될수록 경도가 높아져 1.5% 첨가군이 4.17±0.31 g/cm²로 높았는데, 첨가물을 처리할 경우 견고성이 증가한다고 보고된 바 있다(Kim 등 2009). 점착성의 경우 대조군이 가장 낮았고 연잎분말의 첨가 수준이 증가할수록 높게 나타나는 경향을 보였다. 연잎쌈밥용 밥의 점착성이 증가되는 이유는 연잎의 풍부한 단백질의 영향에 기인하는 것으로 사료된다(Park 등 2010). 응집성과 탄력성은 연잎분말 첨가량이 증가할수록 낮게 나타났으나, 씹힘성과 깨짐성은 증가되는 경향을 보였다.

위의 결과로 보아 쌈밥용 밥이라는 특성을 고려할 때 대조군보다 더 고슬고슬한 정도를 선호하는 측면에서 0.5%첨가는 대조군과 경도의 차이가 거의 없어, 가장 적절한 첨가 수준은 1%로 사료된다.

3. 연잎쌈밥의 저장 중 향기성분

쌀을 취반했을 때 생성되는 향기는 쌀의 품질을 결정하는 중요한 요소 중의 하나로 인식되고 있다. 연잎쌈밥의 휘발성 향기 성분을 SDE 방법으로 추출하여 얻은 total ion chromatogram에서, 60개 이상의 peak가 검출되는 것으로 보아 연잎분말을 첨가하지 않은 대조군 1종, 연잎분말(0.5, 1.0, 1.5%)을 첨가한 연잎분말첨가밥 3종, 연잎분말 무첨가밥을 연잎으로 쌀 연잎쌈밥 3종(0, 6 12시간 저장) 및 연잎분말 1.0%첨가밥을 연잎으로 쌀 연잎쌈밥 3종(0, 6 12시간 저장) 등 총 10종의 시료들은 많은 향기성분들로 구성되어 있음을 알 수 있었다. GC/MS를 이용하여 동정한 휘발성 향기 성분과 이들의 농도는 <Table 3>에 나타내었다. 쌀에서 향기 성분이 발생하는 경로는 아미노산의 Strecker 분해와 지질의 자

<Table 2> Textural properties of cooked rice of *yenipsambab* with *lotus* leaf powder

Samples	Hardness (g/cm ²)	Adhesiveness (g)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Chewiness (g)	Brittleness (g)
Control	3.41±0.01 ^{c1)}	201.12±0.10 ^d	47.23±0.33 ^a	136.23±0.21 ^b	625.12±0.11 ^d	855.12±1.21 ^d
A	3.45±0.12 ^c	230.23±0.11 ^c	45.55±0.31 ^b	142.24±0.22 ^a	668.42±0.21 ^c	901.13±1.32 ^c
B	3.81±0.21 ^b	255.21±0.22 ^b	43.52±0.26 ^{bc}	113.81±0.14 ^d	685.22±0.05 ^b	925.25±1.33 ^b
C	4.17±0.31 ^a	278.62±0.21 ^a	41.25±0.21 ^c	120.12±0.20 ^c	758.24±0.17 ^a	955.14±1.75 ^a

Control: cooked rice with no *lotus* leaf powder, A: cooked rice with 0.5% *lotus* leaf powder added, B: cooked rice with 1.0% *lotus* leaf powder added, C: cooked rice with 1.5% *lotus* leaf powder added

¹⁾Mean±SD.

^{a-d}: Values with different superscripts were significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)

<Table 3> Volatile flavor components of cooked rice with *lotus* leaf powder and *yenipsambab* with *lotus* leaf during storage time at 4°C
(Continued)

No.	R.T	Compounds	Area (%)									
			rice con.	rice A	rice B	rice C	rice 1.	rice 2.	rice 3.	rice 4.	rice 5.	rice 6.
51	64.105	α -Eudesmol	1.073	3.970	0.000	1.240	3.815	4.450	1.550	3.313	2.640	0.000
52	64.329	β -Eudesmol	2.575	5.839	15.692	4.408	9.126	8.078	6.271	8.542	6.352	0.000
53	64.508	δ -Cadinol	13.271	35.024	87.520	27.054	47.130	42.613	33.560	41.569	35.052	32.084
54	65.208	β -Tumerone	0.000	1.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
55	65.898	5-Heptyldihydrofuranone	0.000	0.000	1.859	0.610	3.355	4.474	2.631	0.000	2.172	0.000
56	65.900	2,5-Dihydrothiophene	1.613	2.899	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.430	0.000
57	67.167	2,5-bis(1,1-dimethylethyl)phenol	0.000	2.011	3.267	0.000	3.155	3.157	0.942	2.554	1.653	0.000
58	67.746	2-Hexyl-1,3-benzodioxane	0.000	0.000	1.118	0.000	1.426	0.000	1.002	1.020	0.982	0.000
59	68.712	1-Hexadecanol	1.388	7.720	0.000	0.000	0.000	0.000	4.749	3.391	3.080	0.000
60	68.722	Cyclododecane	0.000	0.000	0.000	0.000	6.849	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
61	71.296	Methyl linoleate	0.000	0.000	0.000	0.000	2.973	0.000	0.803	3.514	0.000	0.000
62	72.079	5-Hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one	31.926	70.909	152.897	66.184	96.061	110.048	5.927	98.156	82.384	67.733
Total			100.000	376.204	522.308	214.130	479.239	372.364	289.753	340.184	350.348	253.848

rice con: cooked rice with no *lotus* leaf powder

rice A: cooked rice with 0.5% *lotus* leaf powder added

rice B: cooked rice with 1.0% *lotus* leaf powder added

rice C: cooked rice with 1.5% *lotus* leaf powder added

rice 1: cooked rice of *yenipsambab* with no *lotus* leaf powder, storage time is 0 hr

rice 2: cooked rice of *yenipsambab* with no *lotus* leaf powder, storage time is 6 hr

rice 3: cooked rice of *yenipsambab* with no *lotus* leaf powder, storage time is 12 hr

rice 4: cooked rice of *yenipsambab* with 1.0% *lotus* leaf powder added, storage time is 0 hr

rice 5: cooked rice of *yenipsambab* with 1.0% *lotus* leaf powder added, storage time is 6 hr

rice 6: cooked rice of *yenipsambab* with 1.0% *lotus* leaf powder added, storage time is 12 hr

동산화에 의해 short chain carbonyl 화합물과 산에 의한 향기가 생성되고(Maga 1978; Karahadian & Johnson 1995), 가열하는 동안의 휘발성 향기 성분의 생성은 Maillard 반응과 지질의 열분해 반응에 의한 것(Burroni 등 1997; Han 등 1998)으로 알려져 있다. Aldehyde 류와 alcohol 류의 주성분인 hexanal, hexanol과 같은 C6 화합물은 green note로 불포화 지방산의 전구체로부터 lipoxygenase(LOX)에 의한 가수분해를 통해 생성된다고 알려져 있다(Kim 등 1992).

본 연구의 연잎쌈밥에서 동정된 성분들을 <Table 3>에서 보면 일반 식물체나 향신료에서와는 달리 terpene 화합물들은 적고 탄화수소류, 합산소화합물(oxygenated compounds) 이면서 휘발성이 비교적 강한 저급 알데하이드류, 케톤류 및 알코올류 등이 많이 검출되었다. 총 10종의 시료로부터 산류 4종, 알코올류 13종, 알데하이드류 12종, 탄화수소류 26종, 케톤류 7종, 기타성분 5종 등의 성분을 동정하였다. 연잎분말을 첨가하지 않는 대조군의 주요 향기성분은 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one(31.93%), α -cadinol(13.27%), 1,3-dimethylbenzene(8.61%), γ -muurolene(8.19%), 연잎분말 0.5% 첨가밥의 주요 성분은 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one(70.91%), α -cadinol(35.01%), 1,3-dimethylbenzene(24.48%), γ -muurolene(19.53%), limonene(18.04%), 연잎분말 1.0% 첨가밥의 주요성분은 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one(152.09%), α -cadinol(87.51%), γ -muurolene(53.94%), α -

copaene(25.01%), 연잎분말 1.5%첨가밥의 주요성분은 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one(66.14%), α -cadinol(27.05%), 1,3-dimethylbenzene(21.24%), γ -muurolene(16.12%), 1,2-dimethylbenzene(9.91%)이었다. 연잎분말 첨가수준에 따라 대부분의 성분들이 1%첨가 수준까지는 증가하다가 1.5%첨가 수준에서는 오히려 감소함을 볼 수 있었다. 이같은 결과로 연잎쌈밥용 밥의 제조에 1% 연잎분말 첨가가 적절하다고 사료되었다.

연잎분말무첨가 연잎쌈밥을 4°C, 0시간 저장한 경우 주요 향기성분은 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one(96.06%), (E)-2-hexenal(75.92%), α -cadinol(47.13%), γ -muurolene(28.26%), 1,3-dimethylbenzene(24.98%)로 나타나 대조군과 비교시 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one이 31.93%에서 96.06%로 약 3배, α -cadinol은 13.27%에서 47.13%로 3.5배, 1,3-dimethylbenzene은 8.61%에서 24.98%로 2.9배, γ -muurolene은 8.19%에서 28.26%로 약 3.5배의 향기성분들의 증가를 알 수 있었다. 이는 연잎의 향기성분이 밥의 온기로 인하여 스며들었기 때문으로 사료된다. 연잎분말무첨가 연잎쌈밥을 4°C에서 6시간과 12시간 저장한 경우 주요 향기성분은 각각 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one(110.05%), α -cadinol(42.61%), γ -muurolene(31.47%), 1,3-dimethylbenzene(24.99%)와 α -cadinol(33.56%), 1,3-dimethylbenzene(27.02%), (E)-2-hexenal(23.91%), γ -muurolene(19.84%),

<Table 4> Comparison of relative content of cooked rice with *lotus* leaf powder and *yenipsambab* with *lotus* leaf during storage time at 4°C (mg/kg)

Functional group	rice con.	rice A	rice B	rice C	rice 1	rice 2	rice 3	rice 4	rice 5	rice 6
Acid & Ester	0.000	13.516	0.814	0.126	3.925	0.478	2.163	6.580	0.000	0.000
Alcohol	23.630	77.342	137.322	41.802	94.837	85.326	80.204	86.363	82.029	46.207
Aldehydes	0.717	17.526	3.491	0.000	116.400	20.534	43.044	10.434	27.926	7.078
Hydrocarbons	35.271	134.366	168.624	94.050	131.902	117.765	116.700	105.384	116.020	86.286
Ketones	33.539	89.570	157.314	67.854	108.502	118.074	19.635	101.456	90.993	70.117
Other	6.096	19.515	34.066	1.701	10.680	18.332	16.394	18.947	16.503	17.593
Total	93.157	332.320	467.565	203.832	455.566	342.177	261.746	310.217	316.968	209.688

Samples are same as in Table 3.

1,4-dimethylbenzene(13.30%)로 저장기간 중 α -cadinol 감소, 1,3-dimethylbenzene은 증가, γ -muurolene, (E)-2-hexenal 등은 6시간 째 증가했다가 12시간째는 감소함을 보였다.

한편, 연잎분말 1%첨가 연잎쌈밥을 4°C, 0시간 저장한 경우 주요향기성분은 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one (98.16%), α -cadinol(98.16%), γ -muurolene (25.60%), 1,3-dimethylbenzene(22.87%)이었으며, 6시간과 12시간 저장한 각각의 경우 주요향기성분은 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one(82.38%), α -cadinol(35.05%), 1,3-dimethylbenzene (26.45%), γ -muurolene(22.33%), (E)-2-hexenal(15.58%)와 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one(67.73%), α -cadinol (32.08%), 1,3-dimethylbenzene(19.30%), γ -muurolene (19.25%)이었다. 저장기간이 증가함에 따라 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one, α -cadinol, 1,3-dimethylbenzene, γ -muurolene 등이 감소하는 경향을 보였다.

연잎쌈밥에 공통적으로 들어있는 향기는 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one, ethylbenzene, 1,3-dimethylbenzene, 1,2-dimethylbenzene, 2-ethylhexanol, α -cedrene, γ -muurolene, α -cadinol, (E)-2-hexenal 등으로 이러한 성분들이 연잎쌈밥의 향미 특유의 향기 생성에 결정적으로 영향을 미치고 있는 것으로 사료된다.

식품을 가열하였을 때 caramel 반응에서와 비슷한 달콤한 냄새가 생성되는데 이러한 향기의 대부분이 furan 유도체로 다른 성분들과 혼합되어 독특한 향기를 나타낸다고 알려져 있다(Kim 등 1995). 5-Hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one을 비롯한 furan 계열 향기 성분은 달콤한 느낌을 주는 성분으로 주로 caramel화 및 Maillard reaction에 의해 생성된다고 알려져 있으며 볶은 옥수수차 및 튀음 녹차의 향기성분으로 보고된 바 있다(Jeon & Choi 2011; Jeon & Choi 2011). 본 연구에서는 쌀밥에서도 존재하고 연잎으로 싸면 증가하는 것으로 봐서 연잎과 밥을 찌는 과정에서 caramel화 및 Maillard reaction에 의해 생기는 것으로 사료되며, 연잎의 대표적인 성분으로 연잎쌈밥의 향에 많은 영향을 미치는 것으로 생각된다. 또한 ester 화합물 중 대조군을 제외한 모든 시료에서 동정된 ethyl acetate는 단맛과 강렬한 맛을 연상시키

는 성분으로 사과나 배와 같은 과일이나 증류주의 주요 향기 성분으로 알려져 있고(George 1995), 고추장의 주요 향기 성분으로도 밝혀져 있다(Choi 등 1999). 천연물의 향기는 수십 또는 수백개의 휘발성 성분들이 복합적으로 작용하여 발현한다고 알려져 있으므로(Han 등 1998) 역가가 낮은 aldehyde류, ketone류와 alcohol류 등의 휘발성 성분들이 복합적으로 작용하여 특징적인 차이를 나타내는 것으로 여겨진다.

Endo 등(1997)은 쌀밥의 향기생성과 관련하여 acetone, *n*-butanal, *n*-pentanal, *n*-hexanal 등의 중요성을 강조하였고, Tsugita 등(1983)도 headspace법과 SDE법으로 분리한 쌀의 휘발성 성분으로서 *n*-pentanal, *n*-hexanal, *n*-heptanal 및 alkenal의 중요성을 강조하였다. 또한 Buttery 등(1988)은 쌀에서 동정된 64종의 성분에 대한 최소 감지량(odor threshold)을 조사한 결과 쌀이 향기발현에 기여도가 높은 성분은 2-acetyl-1-pyrroline, *n*-hexanal, *n*-octanal, *n*-nonanal, *n*-decanal, trans-2-nonenal, 4-vinyl guaiacol, 4-vinyl phenol 및 trans, trans-2,4-decadienal 등이라고 하였으며, 쌀에서 알데히드 및 케톤류는 주로 쌀을 침지하거나 또는 취반하는 과정에서 지방산 산화효소에 의해 지방산이 분해되어 생성된다고 보고한 바 있다(Yajima 등 1978; Kato 등 1983). Buttery 등(1983)은 세계 각지에서 수집한 향미의 휘발성 향기성분에 대한 분석결과 향미 특유의 향기 생성에 결정적으로 기여하는 성분은 2-acetyl-1-pyrroline라고 보고하였으며, 이 성분은 일반미보다는 향미에, 그리고 정백미보다는 현미에 많이 함유되어 있는데, 향기는 popcorn-like 또는 cracker-like aroma로 표현되며(De Kempe 등 1993) 향 특성이 향미 특유의 냄새와 매우 유사하고, 물에서 최소 감지량이 0.1 ppb로서 극히 미량이지만 강한 향기를 지닌다고 보고한 바 있다(Buttery 등 1983). Song 등(2000)은 취반된 흑미의 주요 성분으로 알코올류가 전체 향기 성분의 25.66%로 많은 부분을 차지하며, 산류가 31.14%를 차지해 이들이 주요 성분인 것으로 보고하였으며, hexadecanoic acid와 같은 고급 지방산류는 역가(threshold odor)가 높아 향기 발현에는 큰 영향을 미치지 않고 텍스처 형성에 작용하는 것으로 보고한 바 있다.

4. 연잎쌈밥의 향기성분 조성 비교

본 연구의 10개의 시료에서 동정된 휘발성 향기성분의 정량을 위하여 내부 표준물질로 첨가한 *n*-butyl benzene과 각 화합물의 peak area의 %를 비교하여 성분들의 함유량을 계산한 결과는 <Table 4>와 같다. 각 시료의 향기성분의 총량은 대조군은 93.157 mg/kg, 0.5% 연잎분말 첨가 밥은 332.320 mg/kg, 1% 연잎분말 첨가 밥은 467.565 mg/kg, 1.5% 연잎분말 첨가 밥의 향기성분은 203.832 mg/kg으로 연잎분말 1% 첨가군에서 가장 많은 양이 분리되어 가장 적절한 첨가 수준으로 사료되었다. 한편, 연잎분말무첨가 연잎쌈밥을 4°C에서 0, 6, 12시간 저장했을 때 각각 455.566, 342.177, 261.746 mg/kg으로 저장시간이 길어질수록 향기성분의 함량은 감소되는 경향이였다. Hydrocarbon류도 연잎쌈밥 저장 0 시간에 131.902 mg/kg, 저장 6시간에 117.765 mg/kg, 저장 12시간에 116.700 mg/kg이 분리되어 큰 함량 차이를 보였다. 그러나 탄화수소류 자체는 향을 거의 지니고 있지 않기 때문에 연잎쌈밥의 향기의 차이에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 사료된다.

1% 연잎분말첨가 연잎쌈밥을 4°C에서 0, 6, 12시간 저장했을 때 각각 310.217, 316.968, 209.688 mg/kg으로 저장 6시간째 다소 증가하였으나 저장 12시간째에는 감소하였다. Aldehyde류는 연잎에 찐 연잎쌈밥에서 더 많은 양이 동정되었으며, ketone류는 0.1% 연잎분말을 첨가한 연잎쌈밥용 밥에서 가장 많은 양이 동정되어 이러한 화합물의 차이에 의해 연잎쌈밥의 독특한 향기에 영향을 미치고 있는 것으로 생각되며, 상품화에 가장 적합한 조건은 연잎쌈밥의 향기성분에 결정적인 영향을 주는 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one이 가장 많이 함유된 연잎분말을 1% 첨가한 연잎쌈밥인 것으로 사료되었다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 연잎이 갖는 우수한 생리기능을 활용하고자 연잎분말을 첨가한 연잎쌈밥용 밥의 품질과 연잎쌈밥의 저장 중 향기성분을 분석하여 연잎쌈밥의 상품화를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 연잎쌈밥용 밥의 색도는 연잎분말을 첨가하지 않은 대조군이 가장 높았고, 연잎분말의 첨가량이 증가될수록 L값과 a값은 감소하였으며, b값은 증가하는 경향을 보였다. 조직감에 있어서는 연잎분말 첨가량이 증가함에 따라 경도, 점착성, 씹힘성 및 깨짐성은 증가하였다. 연잎분말무첨가 연잎쌈밥과 1% 연잎분말첨가 연잎쌈밥을 4°C에서 0, 6, 12시간 저장한 후 향기성분을 분석한 결과 연잎분말무첨가 연잎쌈밥의 경우 주요 향기성분은 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one, α -cadinol, γ -muurolene이었다. 1% 연잎분말첨가 연잎쌈밥의 경우 주요향기성분은 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one, α -cadinol, γ -muurolene, 1,3-dimethylbenzene, (E)-2-hexenal이었다. 모든 연잎 밥에

공통적으로 들어있는 향기는 ethylbenzene, 1,3-dimethylbenzene, 1,2-dimethylbenzene, 2-ethylhexanol, γ -muurolene, α -cadinol, α -cedrene, 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one, (E)-2-hexenal 등이였다.

이상의 결과로부터 상품화에 가장 적합한 조건은 연잎쌈밥의 향기성분에 결정적인 영향을 주는 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one이 가장 많이 함유된 연잎분말을 1% 첨가한 연잎쌈밥인 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2010년도 농림수산식품기술기획평가원의 지원에 의해 이루어진 연구의 일부로 감사를 포함합니다. 또한 실험을 수행하는데 많은 도움을 주신 목포대학교 마승진 교수님께 감사드립니다.

■ 참고문헌

- Burroni LV, Grosso NR, Guzman CA. 1997. Principal volatile components of raw, roasted and fried argentinean peanut flavors. *J. Agric. Food Chem.*, 45(8):3190-3192
- Buttery RG, Ling LC, Juliano BO, Turnbaugh JG. 1983. Cooked rice aroma and 2-acetyl-1-pyrroline. *J. Agric. Food Chem.*, 31(6):823-826
- Buttery RG, Turnbaugh JG, Ling LC. 1988. Contribution of volatile to rice aroma. *J. Agric. Food Chem.*, 36(8):1006-1009
- Cho HS. 2010. Rheological properties of dried noodles with added *Enteromorpha intestinalis* powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, 20(6):567-574
- Choi JY, Lee TS, Noh BS. 1999. Characteristics of volatile flavor compounds in improved *kochujang* prepared with glutinous rice koji during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31(5):1221-1226
- De Kimpe NG, Stevens CV, Keppens MA. 1993. Synthesis of 2-acetyl-1-pyrroline, the principal rice flavor component. *J. Agric. Food Chem.*, 41(8):1458-1461
- Endo I, Chibuku S, Tano T. 1977. Measurement of volatile carbonyl compounds in the vapor of cooked rice. *J. Japanese Soc. Food Sci. Technol.*, 24(1):142-146
- George AB. 1995. Fenaroli's handbook of flavor ingredient, 3rd ed., Vol. I, II, CRC Press Inc, USA
- Ha TY, Park SH, Lee CH, Lee SH. 1999. Rice research group, Korean food research institute, chemical composition of pigmented rice varieties. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31(2):336-338
- Han OK, Cho CH, Chae JC. 1998. Identification and evaluation of flavor components and their difference among wheat varieties. *Korean J. Breed*, 30(5):273-282
- Jeon JY, Choi SH. 2010. Volatile flavor components of tea mixed

- with green tea and the root of a kudzu. Korean Soc. Life Sci., 20(3): 350-355
- Jeon JY, Choi SH. 2011. Flavor components of parched waxy corn tea. Korean Tea Soc., 17(1):83-86
- Jung HA, Kim JE, Chung HY, Choi JS. 2003. Antioxidant principles of *Nelumbo nucifera* stamens. Arch. Pharm Res., 26(5):279-285
- Karahadian C, Johnso KA. 1995. Analysis of headspace volatiles and sensory characteristics of fresh corn tortillas made from fresh masa dough and spray-dried masa flour. J. Agric. Food Chem., 41(7):791-799
- Kato H, Ohta T, Tsugita T, Hosaka Y. 1983. Effect of parboiling on texture and flavor components of cooked rice. J. Agric. Food Chem., 31(7):818-823
- Kim AJ, Rho JO, Woo KJ, Choi WS. 2003. The study on the characteristics of cooked rice according to the different coating ratios of mulberry leaves extracts. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 19(6):571-580
- Kim DC, Kim DW, In MJ. 2006. Preparation of *lotus* tea and its quality characteristics. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem., 49(2):163-166
- Kim EM, Yang HJ, Kim YH, Chang KS. 2008. The Quality characteristics of cooked rice with added eating quality conditioner. Food Engineering Pro., 12(1):1-7
- Kim JH, Ki KR, Kim JJ, Oh CH. 1992. Comparative sampling procedures for the volatile flavor components of *codonopsis lanceolata*. Korean J. Food Sci. Technol., 24(1):171-176
- Kim JH, Nam SH, Kim MH, Sohn JK, Kang MY. 2007. Cooking properties of rice with pigmented rice bran extract. Korean J. Crop Sci., 52(1): 60-68
- Kim JH, Hawer WD, Ha JH, Moon KD, Chung SK. 1995. Changes of volatile flavor components on roasting conditions in cassia tora seeds. Korean J. Food Sci. Technol., 27(1):736-741
- Kim JM, Lee YC, Kim KO. 2003. Effects of convection oven dehydration conditions on the physicochemical and sensory properties of ginkgo nut powder. Korean J. Food Sci. Technol., 35(3):393-398
- Kim KH, Cho HS. 2009. Assessment of quality characteristics of *Maejalgwas* prepared with shrimp powder as a snack served to kindergarteners. J. East Asian Soc. Dietary Life, 19(6):401-408
- Kim KH, Park BH, Cho HS, Kim SR, Cho HS. 2009. Quality characteristics of shrimp flour added dumpling shell. Korean J. Food Culture, 24(2): 206-211
- Kim SB, Rho SB, Rhyu DY, Kim DW. 2005. Effect of *Nelumbo nucifera* leaves on hyperlipidemic and atherosclerotic bio FIB hamster. Korean J. Pharmacogn, 6(3):229-234
- Kim SR, Ahn JY, Lee HY, Ha TY. 2004. Various properties and phenolic acid contents of rices and rice brans with different milling fractions. Koran J. Food Sci. Technol., 36(6):930-936
- Kim YD, Ha KY, Lee KB, Shin HT, Cho SY. 1998. Varietal variation of anthocyanin content and physicochemical properties in colored rice. Korean J. Breed, 30(5):305-308
- Ko BS, Jun DW, Jang JS, Kim JH, Park SM. 2006. Effect of *Sasa Borealis* and white *lotus* roots and leaves on insulin action and secretion in vitro. J. Food Sci. Technol., 38(1):114-120
- Lee JC, Kim YH. 1999. Comparison of volatile flavor-components of korean aromatic rice and nonaromatic rice. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28(2): 299-304
- Lee KS, Choi YM, Noh DO, Suh HJ. 2005. Antioxidant effect of Korean traditional lotus liquor (*Yunyupju*). Int J. Food Sci. Technol., 40(7):709-715
- Lee KS, Kim MG, Lee KY. 2006a. Antioxidative activity of ethanol extract from lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr., 35(2):182-186
- Lee KS, Oh CS, Lee KY. 2006b. Antimicrobial effect of the fractions extracted from a lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr., 35(2):219-223
- Maga JA. 1978. Cereal volatiles-A review. Cereal Chem., 26(3):175-178
- Nam SH, Cho SP, Kang MY, Koh HJ, Kozukue N, Friedman. 2006. Antioxidant activities of bran extracts from twenty one pigmented rice cultivars. Food Chem., 94(5):613-620
- Park BH, Cho HS, Jeon ER, Kim SD. 2009a. Quality characteristics of *jook* with *lotus* leaf powder. Korean J. Food Cookery Sci., 23(1):55-61
- Park BH, Cho HS, Jeon ER, Kim SD, Koh KM. 2009b. Quality characteristics of soybean curd prepared with *lotus* leaf powder. Korean Society Food Culture, 24(3):315-320
- Park BH, Jeon ER, Kim SD, Cho HS. 2010. Quality characteristics of dried noodle added with *lotus* leaf powder. Korean Society Food Culture, 25(2):225-231
- Park BH, Jeon ER, Kim SD, Cho HS. 2012. Cooking quality characteristics of cooked rice of *yenipsambab* with pigmented rice. Korean J. Food Pre., 19(2):25-75
- Park MK, Lee JM, Park CH. 2002. Comparisons on the quality characteristics of pigmented rice *Cholpyon* with those of brown and white rice. Korean J. Food Cookery Sci., 18(4):471-475
- Shin MK, Han SH. 2006. Effect of lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf powder on lipid concentrations in rats fed high fat diet rats. Korean J. Food Culture, 6(2):202-208
- Shin WC, Song JC. 1999. Sensory characteristics and volatile compounds of cooked rice according to the various cooking method. Korean J. Food & Nutr., 12(2):142-149
- Shin YJ. 2007. Quality characteristics of fish paste containing

- lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf powder. Korean J. Food Cookery Sci., 23(6):947-953
- Song SJ, Lee YS, Rhee CO. 2000. Volatile flavor components in cooked balck rice. Korean J. Food Sci. Technol., 32(5):1015-1021
- Tsuda T, Horio F, Osawa T. 1998. Dietary cyanidine-3-*O*- β -D-glucoside increases exvivo oxidation resistance of serum in rats. Lipids, 33(5):583-586
- Tsugita T, Ohta T, Kato H. 1983. Cooking flavor and texture of rice stored under different conditions. Agric. Biol. Chem., 47(5):543-549
- Yoo KM, Lee YK, Kim SH, Hwang IK, Lee BY, Kim SS, Hong HD, Kim YC. 2005. Characteristics of cooked rice according to different coating ratios of dandelion (*taraxacum officinale*) extracts. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 21(6):117-123
- Yoon SJ. 2007. Quality characteristics of *sulgitteok* added with *lotus* leaf powder. Korean J. Food Cookery Sci., 23(4):433-442
- Zeng Z, Zhang H, Zhang T, Tamogami S, Chen JY. 2009. Analysis of flavor volatiles of glutinous rice during cooking by combined gas chromatography-mass spetrometry with modified headspace solid-phase microextraction method. J. Food Com & Anal., 22(4): 347-353
-
- 2012년 4월 2일 신규논문접수, 6월 22일 수정논문접수, 7월 31일 수정논문접수, 8월 6일 수정논문접수, 8월 6일 채택