

Effect of roasting conditions on aromatic compounds and physicochemical characteristics of germinated aromatic rice (*Oryza sativa* L.-Miryang 302) tea

San Nam¹, Yu-Ri Kwon^{1,4}, Jun-Hyun Cho², Woo-Duck Seo³, Sik-Won Choi³, Kwang-Sup Youn^{1,4*}

¹Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 38430, Korea

²Department of Functional Crop, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea

³Crop Foundation Division, NICS, Wanju 55365, Korea

⁴Institute of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 38430, Korea

볶음 공정에 따른 발아 향미차의 향기성분 및 이화학적 특성

남산¹ · 권유리^{1,4} · 조준현² · 서우덕³ · 최식원³ · 윤광섭^{1,4*}

¹대구가톨릭대학교 식품공학전공, ²농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부,

³농촌진흥청 국립식량과학원 작물기초기반과, ⁴대구가톨릭대학교 식품과학연구소

Abstract

This study was performed to verify the possibility of manufacturing a germinated aromatic rice tea, which was roasted at 200, 250, and 300 °C each for 10, 20, and 30 min. The roasted aromatic rice was analysed physicochemical properties, sensory characteristics and aromatic compounds. The total polyphenol content and DPPH radical scavenging activities of the germinated aromatic rice increased as the roasting temperature and time increased. Total soluble solid contents, turbidity and browning index of the germinated aromatic rice tea also increased as the roasting temperature and roasting time increased. The pH did not change by roasting. The main aromatic components in roasted germinated aromatic rice tea were 2-methyl butanal, 3-methyl butanal, benzaldehyde and nonanal, which increased according to increasing temperature and time. However, those favorable aroma components were decreased at more than 300 °C of roasting temperature. In addition, methyl benzene, pentanol were increased which affect odor aroma. The sensory score of germinated aromatic rice tea also increased with high roasting temperature and time. However, aromatic rice roasted at a higher temperature (300 °C) showed lower sensory score. Therefore roasting temperature and time must be controlled for manufacturing high quality of germinated aromatic rice tea, and the optimum roasting conditions were 250 °C and 30 min, which provide best physicochemical characteristics of aromatic rice tea.

Key words : aromatic rice, tea, germinated, roasting

서 론

쌀(*Oryza sativa* L.)은 우리나라를 비롯한 아시아, 아프리카

카와 라틴 아메리카 지역의 주식으로 이용되고 있으며 특히 아시아 지역에서는 하루 섭취 열량의 절반 이상을 쌀로부터 취하고 있는 것으로 알려져 있다(1). 벼는 현미 80%, 왕겨 20%로 구성되어 있으며, 현미는 과피, 종피 및 호분층으로 구성된 미강과 배아 및 배유로 이루어져 있으며. 쌀의 배아에는 양질의 단백질, 필수지방산 및 생리활성 물질이 다량 함유되어 있다(2). 배아부분이 발아되면서 단백질과 아미노산, 지방산, 탄수화물, 비타민, 미네랄, 식이섬유 등이 변화하며, γ -oryzanol이나 arabinoxylan, GABA 및 vitamin E

*Corresponding author. E-mail : ksyoun@cu.ac.kr

Phone : 82-53-850-3209, Fax : 82-53-850-3209

Received 6 July 2016; Revised 13 August 2016; Accepted 7 September 2016.

Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

등의 생리활성 성분들도 증가하고, 다양한 소화 효소가 활성화됨으로써 영양성분들의 체내 흡수가 용이하게 되는 것으로 알려져 있다(3).

국내 쌀시장은 1인당 쌀 소비량 감소와 FTA 등으로 인해 쌀의 공급량이 소비량을 앞지르는 초과공급 현상이 발생하였으며(4), 이러한 쌀 소비 문제점의 해결을 위해 쌀 식품 고급화를 위한 맞춤형 품종개발 및 가공 적성 연구 전략을 통해 국내 쌀의 경쟁력 향상 및 수요 확대에 노력하고 있다(5,6). 또한 경제적인 성장과 더불어 소비자들의 소비성향도 변하여 점차 식량으로서의 기능 이외에 건강 증진과 맛과 향이 좋은 품종에 대한 선호도가 높아짐에 따라 특수미에 대한 관심과 수요가 점차 늘고 있다. 그 중 향미는 북동아시아, 인도, 유럽, 남미 등에서 알려진 다양한 향을 갖는 고급미로서 밥을 지을 때 옥수수, 자스민 향이 나는 것이 특징적이며, 일반미에 비해 고부가가치의 쌀로 알려져 있다(7). 다양한 향이나 찰성, 색깔을 갖는 향미품종을 개발 및 유전적인 연구가 진행 중에 있으나 향미를 이용한 가공제품 이용에 관한 연구 및 가공 처리에 따른 향기 변화 관한 연구는 부진한 실정이다(8,9).

최근 들어 건강 기능성 소재를 이용하여 여러 가공제품 관련 연구가 증가되고 있으며, 특히 침출차에 대한 관심이 높아지고 있다. 차는 식물의 열매나 뿌리, 줄기, 잎 등을 적절하게 가공 처리함으로써 고유의 맛과 향기, 색 또는 기능성을 나타내게 된다(10). 침출차 품질 향상을 위한 가공 공정으로 볶음공정을 거치게 되는데, 볶음공정은 식물체의 세포벽 분해와 세포 내부의 공간 증대, 세포의 구성성분인 polysaccharides, protein, lipid 간의 결합 네트워크를 붕괴시키고 polyphenolics와 갈변반응 물질 간의 상호작용을 촉진시켜 식품의 화학적 성분을 조정하며, 생리활성 성분 및 수용성 고형분의 추출을 용이하게 해준다(11). 또한, 고유한 향기와 색 등 관능적 품질요소에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있어(12), 식품에 적용하기 위하여 유용성분의 활성 또는 추출을 극대화할 수 있는 최적화 연구가 요구된다. 볶음 처리에 있어 제품의 품질을 결정하는 요인은 볶음 온도와 볶음시간이며, 이들의 제품에 미치는 영향을 규명하는 것이 새로운 소재의 가공방법에 중요한 영향을 미친다(13).

따라서 본 연구에서는 특수미의 활용성 증대를 위해 발아 향미를 이용한 침출차를 가공하였으며, 볶음 온도, 볶음 시간에 따른 발아 향미차의 항산화 활성, 이화학적 특성, 관능적 평가 및 향기성분의 변화를 확인하여 발아 향미차의 제품화를 위한 기초자료로 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 향미는 특수미인 밀양 302호(이하 향미

로 표기)로 2014년 국립식량과학원 남부작물부에서 수확한 시료를 제공받아 실험에 사용하였으며, 도정을 통한 이물 및 겨층을 제거 후 현미 상태로 냉장보관하면서 실험에 사용하였다. 실험에 사용된 모든 시약은 Sigma-Aldrich사(St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였다.

시료제조

밀양 302 향미 1 kg을 세척하여 물기를 제거한 후, 발아기(NAGO, Wellbeing go, Gyeongbuk, Korea)를 이용하여 27°C에서 26시간 동안 발아시켰다. 발아된 향미는 건조기(IRD-250, Woori Sci, Picheon, Korea)에서 24시간 건조시켜 수분함량이 10~12%가 되도록 하였다. 볶음 처리는 발아향미 100 g을 교반기가 장착된 전기 자동 볶음기(THDRE-01, Taehwan Automation Ind, Bucheon, Korea)를 이용하여 200, 250, 300°C에서 10, 20, 및 30분간 볶음 처리하였다. 이화학적 특성 분석에 사용된 시료는 볶음 처리한 향미 2 g을 티백용지에 넣고 95°C의 증류수 100 mL에 5분간 침출하여 사용하였고, 항산화 활성 측정 실험에 사용된 시료는 볶음 처리한 향미를 70% 메탄올로 40°C에서 12시간 추출하여 동결건조한 후 사용하였다.

이화학적 특성

색도는 표준백색판으로 보정된 Chromameter(CR-200, Minolta, Tokyo, Japan)로 측정하였으며, 밝기를 나타내는 L(lightness), 적색도를 나타내는 a(redness), 황색도를 나타내는 b(yellowness)를 측정하였다. pH는 침출 시료를 취하여 pH meter(Toledo GmbH HG53, Greifensee, Switzerland)로 측정하였으며, 탁도는 spectrophotometer(UV1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 675 nm에서 흡광도를 측정하였다. 갈색도는 시료 2 g에 증류수 40 mL를 가하고 10% trichloroacetic acid 10 mL를 가한 다음 상온에서 2시간 방치한 후 여과하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 가용성 고형분은 디지털 당도계(GMK-703F, G-won, Korea)를 사용하여 측정하였다.

폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거활성 측정

Dewanto 등(14)의 방법에 따라 추출물 100 µL에 2% sodium carbonate 2 mL과 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 µL을 가한 후 720 nm에서 흡광도를 측정하였으며 gallic acid(Sigma-Aldrich Co., USA)의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

DPPH 라디칼 활성은 Blois(15)의 방법에 따라 시액 0.2 mL에 0.4 mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl)용액 0.8 mL를 가하여 10분간 방치 한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며 계산식, electron donating ability(%)=100-[OD of sample/OD of control]×100]에 의하여 활성도를 산출하였다.

향기성분 분석

향기성분의 추출을 위하여 발아 향미 10 g을 headspace-용 20 mL vial에 담아 headspace autosampler(Agilent, CTC, USA)로 추출하였다. 추출 조건은 120°C에서 30분 동안 평형화 시켰으며 상부공간의 향기성분 추출액 1 mL를 주입하여 향기성분 분석에 사용하였다. 향기 성분 분석은 TOF-MS가 장착된 Leco사의 Pegasus 4D(LECO, MI, USA)사용하였고, 시료의 분리를 위하여 사용한 컬럼은 Rtx-5MS(30 m×0.25 mm×0.25 µm), Rxi-17Sil MS(1.5 m×0.15 mm×0.15 µm)이었고 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Conditions of GC×GC-TOF/MS for determination of germinated aromatic rice

Agilent 6890 N gas chromatograph	
Injection	Splitless
Injector temp	200°C
GC Carrier gas	He, 1.2 mL/min
Column	Rtx-5 MS (30 m×0.25 mm×0.25 µm) Rxi-17 Sil MS (1.5 m×0.15 mm×0.15 µm)
Temp. program	40°C (2 min) -4°C/min-160°C (0 min) -10°C/min - 280°C (5 min)
Waters Micromass GCT Premier time-of-flight (TOF) mass spectrometer	
Acquisition delay	180 sec
Mass range	35-600 u
TOFMS Acquisition rate	10 spectra/sec
Detector voltage	1850 V
Electron energy	70 eV
Ion source temperature	200°C

관능평가

관능검사는 실험 목적과 관능적 품질요소를 잘 인지하고 있는 식품공학을 전공하는 대학생 20명으로 구성된 관능요원에 의하여 5점 기호도 척도법으로 색, 향, 맛, 탄냄새, 종합적기호도를 평가하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 행하여 평균치와 표준편차로 나타내었으며, 유의성 검증은 version 12의 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package program을 이용하여 Duncan's multiple range test를 행하였다.

결과 및 고찰

발아 향미의 색도

식품의 색은 가공 시 물리적, 화학적 요인에 의해 변화하

며, 관능적 특성에 영향을 미치고, 생리활성 물질의 함량 및 항산화 활성과도 연관이 있는 것으로 알려져 있다(16). 발아 향미의 볶음 온도 및 볶음 시간에 따른 색도의 변화는 Table 2와 같다. 명도는 볶음 처리 하지 않은 발아 향미에서 72.22로 가장 높은 값을 나타내었으며, 볶음온도가 높고 볶음시간이 길어질수록 명도가 감소하여 300°C-30분 처리 구에서 37.07으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 이는 볶음 처리 과정 중 일어난 갈변화 현상으로 판단되며, Kwon 등(17)의 연구에 따르면 볶음에 따라 우영차 밝기가 감소하여 본 실험과 유사하였다.

볶음을 실시한 발아 향미의 적색도와 황색도는 200°C-10분에서 각각 1.89, 20.24의 값을 나타내었으며, 볶음시간의 증가에 따라서 값이 높아져 200°C-30분에서는 6.10, 23.13의 값을 보였다. 하지만 250°C-20분, 300°C 볶음 처리구에서는 볶음시간의 증가에 따라서 값이 감소하였으며, 이는 과도한 볶음처리에 의해 발아 향미의 탄화과정이 발생한 것으로 생각 된다. Lee 등(18)의 연구에서는 250°C이상의 고온에서 볶음 시 타타리메틸이 탄화하여 명도, 적색도, 황색도 모두 감소하는 결과를 보여 본 연구와 같은 결과를 보였다.

Table 2. Hunter's color values of germinated aromatic rice under various manufacturing conditions

Roasting temperature (°C)	Roasting time (min)	Color value		
		Lightness (L)	Redness (a)	Yellowness (b)
Unroasted	0	72.22±1.01 ^{1)aA2)}	1.98±0.08 ^{1A)}	22.24±1.06 ^{abB)}
	10	71.09±0.34 ^{4A)}	1.89±0.25 ^{5C)}	20.24±0.61 ^{6B)}
200	20	69.06±0.73 ^{3B)}	3.79±0.17 ^{2B)}	22.80±0.71 ^{1A)}
	30	64.44±0.70 ^{5C)}	6.10±0.07 ^{6A)}	23.13±0.35 ^{4A)}
250	10	55.99±0.84 ^{4A)}	7.83±0.21 ^{1A)}	18.18±2.76 ^{6A)}
	20	50.62±1.68 ^{5B)}	5.91±0.52 ^{2B)}	10.38±1.95 ^{3B)}
300	30	45.34±0.13 ^{7C)}	4.56±0.40 ^{3C)}	5.07±0.55 ^{4C)}
	10	43.74±0.90 ^{6A)}	5.34±0.26 ^{5A)}	6.47±1.47 ^{4A)}
300	20	38.89±0.41 ^{7B)}	1.80±0.21 ^{8B)}	2.72±0.60 ^{5B)}
	30	37.07±0.76 ^{7B)}	1.53±0.14 ^{7B)}	1.84±0.50 ^{6C)}

¹⁾Values are means±SD of triplicate determinations.

²⁾Different superscripts within the whole column (a-j, all groups) and each column (A-C, roasting temperature groups) indicate significant differences (p<0.05).

발아 향미의 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거활성

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 물질로 다양한 구조와 분자량을 가지며 페놀성 화합물의 phenol hydroxyl기를 통해 항산화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있다(19). 볶음 온도, 볶음 시간에 따른 발아 향미의 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거 활성은 Table 3과 같다. 볶음처리 하지 않은 발아 향미의 총 폴리페놀 함량은 0.90 mg/g으로 가장 낮은 함량을 나타내었으나, 볶음 온도의 증가와 볶음 시간이 길어짐에 따라서 총 폴리

페놀의 함량은 증가하여 300°C-30분 볶음을 실시한 군에서 3.43 mg/g으로 높은 함량을 보였다. 이러한 결과는 볶음과정에 따른 새로운 페놀성 화합물의 생성 및 가열처리를 통한 발아 향미의 내부조직의 파괴로 인해 페놀성 화합물이 쉽게 추출되었기 때문으로 판단되며, Kwak 등(20)의 연구에서 또한 볶음에 따라 쌀이 가지는 아미노산, 당, 펩타이드 성분들이 Maillard reaction을 통해 총 폴리페놀 함량이 증가하였다 보고하여 본 연구와 같은 결과를 나타내었다.

볶음 공정에 따른 발아 향미의 DPPH 라디칼 소거 활성은 6.05~16.64% 범위에서 나타났으며, 볶음 온도가 높을수록, 볶음 시간이 증가할수록 항산화능이 증가하여 총 폴리페놀과 유사한 경향을 나타내었다. Yu 등(21)의 볶음 시간에 따른 감국차 제조 연구에서 볶음 시간이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거 활성이 증가하였고, Shin 등(22)은 총 페놀 함량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거 활성이 증가한다고 하여 본 실험결과와 같은 경향을 나타내었다.

Table 3. Total polyphenol contents and DPPH radical scavenging ability (RSA) of germinated aromatic rice with different roasting temperatures and time

Roasting temperature (°C)	Roasting time (min)	Polyphenols (mg GAE ¹⁾ /g)	DPPH radical scavenging ability (%)
Unroasted	0	0.90±0.13 ^{2)gA3)}	4.66±0.89 ^{EA}
	10	1.58±0.04 ^{IC}	6.05±0.68 ^{IC}
200	20	2.03±0.27 ^{dB}	9.78±0.63 ^{EB}
	30	2.37±0.02 ^{CA}	11.73±0.58 ^{CD}
250	10	1.69±0.03 ^{EC}	6.98±0.19 ^{IC}
	20	2.57±0.08 ^{CB}	10.68±1.21 ^{EB}
300	30	3.28±0.14 ^{AA}	13.22±0.53 ^{BA}
	10	1.91±0.35 ^{EC}	12.62±1.59 ^{BC}
300	20	2.83±0.02 ^{BB}	13.44±0.58 ^{AB}
	30	3.43±0.14 ^{AA}	16.64±0.65 ^{AA}

¹⁾GAE, galic acid equivalents.

²⁾Values are means±SD of triplicate determinations.

³⁾Different superscripts within the whole column (a-g, all groups) and each column (A-C, roasting temperature groups) indicate significant differences (p<0.05).

발아 향미의 향기 성분 분석

볶음 온도에 따라 발아 향미의 향기성분 변화를 알기 위하여 볶음처리를 하지 않은 향미와 볶음온도를 200°C, 250°C, 300°C로 설정하여 10분간 볶음 처리한 향미의 향기성분을 측정 한 결과는 Table 4와 같다. 전체적으로 볶음 온도 높아짐에 따라서 향미의 향기 성분 피크 면적이 증가하는 경향을 나타내어 향기성분의 함량이 증가하였다고 판단된다.

Table 4에서와 같이 hexanal, heptanal 및 pentanal은

aldehyde류로서 볶음공정과 같은 가열에 의하여 생성되는 구수한 향을 나타내는 물질로 알려져 있다(23). Hexanal은 green 및 fatty 향, heptanal은 fruity, fatty, sweet 및 oil향을 가지며 볶음 처리한 향미의 향을 부드럽게 해주는 향기들로 볶음을 실시하지 않은 향미에서는 검출되지 않았지만, 볶음 온도가 증가함에 따라 함량이 늘어나 볶음 향미의 구수한 향을 나타내었다. 또한 볶음 과정 중 maillard반응으로 생성되는 2-pentyl furan, nonanal같은 향기성분은 sweet aroma로서 버터와 같은 향을 나타내고(24), benzaldehyde 등의 thiazole류는 earth, nutty, almond 와 같은 향을 나타내어 볶음 공정에서 주요한 향기성분으로 알려져 있으며(25), 볶음 공정에 따라 함량이 증가하여 제품에 긍정적 영향을 나타내었을 것으로 판단된다.

하지만 250°C 이상의 높은 볶음 온도에서는 methyl benzene, pentanol 등의 자극적인 향을 나타내는 물질들이 증가하여 이취가 생성되었고, hexanal, heptanal, nonanal과 같은 발아 향미차에서 구수한 향을 나타내는 향기 성분이 감소하였다. 이는 높은 볶음 온도가 향기성분의 열안정성에 영향을 미쳐 파괴가 일어난 것을 알 수 있었으며, Kim 등(26)의 볶음조건에 따른 치커리 향기성분 연구 중 고온에서 볶음 시 전체적인 향기성분의 함량이 감소하여 본 연구의 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

Table 4. Effects of roasting conditions on the aroma components of germinated aromatic rice with different roasting temperatures and time

No	RT. (sec)	Compound	(unit: peak area/10,000)			
			Unroasted	200 ¹⁾	250	300
1	187.1	Iso-butylaldehyde	149.39	125.39	162.69	68.26
2	197.1	3-Methyl butanal	16.46	139.66	109.00	23.48
3	204.5	2-Methyl butanal	112.72	285.70	402.12	188.23
4	234.3	Pentanal	1,175.11	1,969.78	3,358.75	2,623.40
5	300.7	2-Methyl-3-pentanone	0.00	144.18	38.15	30.41
6	322.3	Methyl benzene	0.00	32.47	70.82	85.57
7	324.6	Pentanol	0.00	103.58	506.36	590.03
8	374.2	Hexanal	957.25	2,140.84	9,015.53	6,920.52
9	573.2	Heptanal	0.00	89.52	109.74	90.47
10	706.8	Benzaldehyde	0.00	48.69	87.43	119.39
11	772.5	2-Pentyl Furan	71.03	288.29	737.88	772.33
12	802.9	Octanal	79.99	123.88	53.18	77.32
13	1028.6	Nonanal	419.97	803.79	146.36	107.24
14	1852.3	Butylated hydroxytoluene	0.00	49.76	72.99	146.21
15	1990.1	2-Methylpropanoic acid	11.27	79.31	92.47	85.21
16	2242.0	6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone	0.00	18.28	11.04	11.16

¹⁾Roasting temperature (°C).

발아 향미차의 이화학적 특성

볶음 온도 및 볶음 시간에 따른 발아 향미차의 갈색도, 탁도, 가용성 고형분 및 pH변화는 Table 5와 같다. 갈색도는 볶음 온도와 시간의 증가에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 300°C-30분간 볶음 처리구에서 0.076으로 가장 높은 갈색도를 나타내었으며, 200°C-10분 볶음 처리구에서 0.013으로 가장 낮은 값을 보였다. 이는 볶음 온도 및 시간의 증가에 따른 maillard 반응에 의해 갈변물질인 melanoidin 생성량이 많아 졌기 때문으로 생각되며, Chung 등(27)은 볶음 시간과 온도의 증가에 따라 수용성 갈변물질의 생성량이 증가한다하여 본 연구와 동일한 결과를 나타내었다.

발아 향미차의 탁도의 경우 갈색도와 같이 볶음시간과 온도가 증가할수록 값이 증가하였다, 이는 볶음에 의한 갈변물질의 생성 뿐 아니라 발아 향미의 조직의 변화로 인한 불용성 전분의 용출이 증가하였기 때문에 탁도가 증가하는 것으로 판단된다.

가용성 고형분 함량은 300°C-30분 볶음 처리구에서 0.40

으로 가장 높은 값을 나타내었으며, 볶음온도가 높을수록 볶음시간이 증가함에 따라 높아져 탁도 및 갈색도 실험과 같은 경향을 나타내었다. 이는 볶음과정 중 전분이 열분해 되어 생성된 수용성 dextrin이나 환원당 함량의 증가 때문으로 사료되며, Ha 등(28)의 연구 중 볶음 처리에 따라 쌀을 원료로 제조한 승농의 가용성 고형분 함량이 증가하여 본연구의 결과와 유사하였다.

발아 향미차의 pH를 측정한 결과 볶음에 따라서 큰 변화를 나타내지 않았으나 볶음 온도가 높아지고 시간이 길어질수록 pH는 높아지는 경향을 나타내었으나 수치적인 차이는 크게 나타나지 않았다.

발아 향미차의 기호도 평가

발아 향미를 볶음 온도, 볶음 시간을 달리하여 제조한 발아 향미차의 색, 향, 맛, 탄냄새, 종합적 기호도 검사를 실시한 결과는 Table 6와 같다. 색에 대한 기호도의 경우 200°C-10분에서 2.08의 값으로 가장 낮은 기호도 평가를

Table 5. Browning degree, turbidity, soluble solid, and pH of germinated aromatic rice tea prepared by roasting

Roasting temperature (°C)	Roasting time (min)	Browning degree (A420)	Turbidity (A600)	Soluble solid (%)	pH
200	10	0.013±0.00 ^{1)(cB2)}	0.101±0.01 ^{1)(C)}	0.17±0.02 ^{1)(B)}	7.61±0.01 ^{1)(C)}
	20	0.021±0.00 ^{1)(A)}	0.118±0.00 ^{1)(B)}	0.22±0.03 ^{1)(A)}	7.70±0.01 ^{1)(B)}
	30	0.022±0.00 ^{1)(A)}	0.137±0.01 ^{1)(A)}	0.24±0.01 ^{1)(A)}	7.78±0.00 ^{1)(A)}
250	10	0.021±0.00 ^{1)(B)}	0.182±0.01 ^{1)(C)}	0.17±0.01 ^{1)(B)}	7.58±0.01 ^{1)(C)}
	20	0.021±0.00 ^{1)(B)}	0.235±0.01 ^{1)(B)}	0.28±0.01 ^{1)(B)}	7.61±0.02 ^{1)(B)}
	30	0.037±0.00 ^{1)(A)}	0.294±0.01 ^{1)(A)}	0.30±0.04 ^{1)(A)}	7.68±0.01 ^{1)(A)}
300	10	0.023±0.00 ^{1)(C)}	0.178±0.01 ^{1)(C)}	0.22±0.01 ^{1)(C)}	7.75±0.01 ^{1)(C)}
	20	0.031±0.00 ^{1)(B)}	0.288±0.01 ^{1)(B)}	0.31±0.04 ^{1)(B)}	7.78±0.01 ^{1)(B)}
	30	0.076±0.00 ^{1)(A)}	0.363±0.03 ^{1)(A)}	0.40±0.01 ^{1)(A)}	7.82±0.01 ^{1)(A)}

¹⁾Values are means±SD of triplicate determinations.

²⁾Different superscripts within the whole column (a-f, all groups) and each column (A-C, roasting temperature groups) indicate significant differences (p<0.05).

Table 6. Sensory properties of germinated aromatic rice tea prepared by roasting

Roasting temperature (°C)	Roasting time (min)	Color	Flavor	Taste	Burnt smell	Overall acceptance
200	10	2.08±0.86 ^{1)(dA2)}	2.92±1.04 ^{1)(bcA)}	2.85±0.99 ^{1)(cA)}	1.15±0.38 ^{1)(cA)}	2.92±1.12 ^{1)(abcA)}
	20	2.15±0.80 ^{1)(dA)}	2.77±1.09 ^{1)(cA)}	2.62±0.96 ^{1)(abcA)}	1.31±0.63 ^{1)(deA)}	2.92±0.95 ^{1)(abcA)}
	30	2.23±0.93 ^{1)(dA)}	3.00±0.91 ^{1)(bcA)}	3.08±0.86 ^{1)(abcA)}	1.38±0.77 ^{1)(deA)}	3.00±1.00 ^{1)(abA)}
250	10	2.23±0.73 ^{1)(dB)}	3.08±0.95 ^{1)(abcB)}	3.08±0.64 ^{1)(abcA)}	1.62±0.96 ^{1)(deB)}	3.23±0.93 ^{1)(abA)}
	20	2.92±0.76 ^{1)(cA)}	3.77±0.73 ^{1)(abA)}	3.62±0.77 ^{1)(aA)}	2.15±0.99 ^{1)(dB)}	3.46±0.78 ^{1)(abA)}
	30	3.46±0.88 ^{1)(bcA)}	3.92±0.76 ^{1)(aA)}	3.54±0.88 ^{1)(abA)}	3.00±1.08 ^{1)(bcA)}	3.77±0.60 ^{1)(aA)}
300	10	3.38±0.87 ^{1)(bcB)}	3.62±0.77 ^{1)(abcA)}	3.38±0.65 ^{1)(abcA)}	2.92±1.44 ^{1)(bcB)}	3.54±0.88 ^{1)(abA)}
	20	4.00±0.91 ^{1)(abAB)}	3.38±1.50 ^{1)(abcA)}	2.85±1.07 ^{1)(abcA)}	3.23±1.54 ^{1)(abAB)}	2.69±1.18 ^{1)(bcB)}
	30	4.46±0.66 ^{1)(aA)}	2.85±1.21 ^{1)(cA)}	2.69±1.60 ^{1)(bcA)}	4.23±1.01 ^{1)(aA)}	2.15±1.07 ^{1)(B)}

¹⁾Values are means±SD.

²⁾Different superscripts within the whole column (a-c, all groups) and each column (A-B, roasting temperature groups) indicate significant differences (p<0.05).

나타내었으며, 볶음 온도가 높아지고 볶음 시간이 길어질수록 기호도가 상승하여 300°C-30분간 볶음 처리구에서 4.46으로 가장 높은 기호도를 보였다. 이러한 결과는 볶음 공정에 따른 갈색화 물질의 생성에 기인한 것으로 생각되며, Lee 등(29)의 볶음 처리에 따른 발아 벼차의 연구에서도 볶음 온도가 높고 볶음 시간이 길수록 색에 대한 기호도가 높아져 본 연구와 같은 경향을 나타내었다.

탄냄새의 경우 300°C-10분 이상의 볶음 조건 처리구에서는 탄냄새가 생겨 기호도가 감소하는 경향을 나타내었다. 볶음과정 중 발아 향미차의 탄냄새는 증가하는 경향을 나타내었으며, 특히 300°C-20분부터는 급격하게 값이 증가하여 300°C-30분간 볶음 처리구에서 4.23으로 나타났다. Seo 등(30)의 볶음 과정 중 참깨 연구에서 참깨의 과한 볶음을 통해 생성되는 polycyclic aromatic hydrocarbons와 같은 자극적인 향은 나타내는 생성물은 제품의 맛과 향에 영향을 주어 기호도 감소와 함께 발암을 야기한다고 보고하였다.

종합적 기호도는 발아 향미의 볶음온도가 높을수록 볶음 시간이 길어질수록 높아지는 경향을 나타내고 있으나 300°C 이상의 온도에서는 탄냄새가 증가하여 전체적인 맛과 향에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 종합하여 볼 때 색, 향 및 맛에서 높은 기호도를 보이고 탄냄새에서 낮은 점수를 나타낸 250°C-30분이 발아 향미차의 볶음 조건으로 적합한 것으로 생각된다.

요 약

향미의 활용성 증진을 위하여 발아 향미차를 제조 하였으며, 볶음 온도와 볶음 시간에 따른 발아 향미 및 향미차의 품질특성을 조사하였다. 발아 향미의 색도 중 명도는 볶음 온도가 높을수록 볶음 시간이 증가할수록 감소하였으며, 적색도와 황색도는 온도와 시간에 비례하여 증가하는 경향을 보였으나, 250°C-20분 이상에서는 발아 향미가 탄화가 일어나 값이 감소하였다. 발아 향미차의 갈색도, 탁도, 가용성 고형분 함량은 볶음 온도와 시간이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 발아 향미의 총 폴리페놀 및 DPPH 라디칼 소거 활성 또한 볶음 온도가 높을수록 볶음 시간이 길어질수록 증가하였다. 발아 향미의 향기 성분은 볶음 과정에 따라서 전체적 함량이 증가하는 경향을 나타내었으며, hexanal, heptanal, benzaldehyde 등의 구수한 향을 내는 물질을 생성하여 발아 향미차의 관능적 특성을 증가시켰으나, 300°C 이상의 높은 온도에서는 methyl benzene, pentanol 등의 자극적인 향을 나타내는 물질 생성과 기호도 평가에서 높은 볶음 온도에서 기호도가 감소하는 결과를 보였다. 발아 향미차의 기호도는 볶음 온도와 시간이 증가함에 따라서 색에 대한 기호도가 증가하나, 300°C-10분 이상의 조건에서는 발아 향미의 탄화로 인하여 향, 맛, 종합적 기호도가

감소하는 경향을 나타내어 250°C-30분이 발아 향미차의 볶음 조건으로 적합한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2015년도 농촌진흥청 어젠다사업(과제번호: PJ011647)의 연구비 지원에 의해 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

References

1. Milner JA (1999) Functional foods and health promotion. *J Nutr*, 129, 1395-1397
2. Lee NY, Ha KY (2015) Quality characteristics of frozen cookie dough using rice flour of super yield Korean rice varieties. *Korean J Food Preserv*, 22, 63-69
3. Lee YR, Kim JY, Woo KS, Hwang IG, Kim KH, Kim KJ, Kim JH, Jeong HS (2007) Changes in the chemical and functional components of Korean rough rice before and after germination. *Food Sci Biotechnol*, 16, 1006-1010
4. Choi HC (2002) Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products. *Korean J Crop Sci*, 47, 15-32
5. Han HM, Cho JH, Koh BK (2012) Effect of grinding method on flour quality in different rice cultivars. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 41, 1596-1602
6. Shin PG, Chang AC, Hong SC, Lee KS, Lee KH, Lee YB (2008) Changes of rice storage proteins affected by dry and storage temperature. *Korean J Environ Agric*, 27, 456-459
7. Son JR, Kim JH, Lee JI, Youn YH, Kim JK, Hwang HG, Moon HP (2002) Trend and further research of rice quality evaluation. *Korean J Crop Sci*, 47, 33-54
8. De Kimpe NG, Stevens CV, Keppens MA (1993) Synthesis of 2-acetyl-1-pyrroline, the principal rice flavor component. *J Agric Food Chem*, 41, 1458-1461
9. Kim CY, Lee JC, Kim YH, Pyon JY, Lee SG (1999) Volatile flavor components of scent, colored, and common rice cultivars in Korea. *Korean J Crop Sci*, 44, 181-185
10. Lee GD, Yoon SR, Kim JO, Hur SS, Seo KI (2004) Monitoring on the tea with steaming and drying process of germinated buckwheat. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 33, 212-217

11. Saklar S, Ungan S, Katnas S (2003) Microstructural changes in hazel-nuts during roasting. *Food Res Int*, 36, 19-23
12. Park MH, Kim KC, Kim JS (1993) Changes in the physicochemical properties of ginseng by roasting. *Korean J Ginseng Sci*, 17, 228-231
13. Park JH, Han JS, Choi HK (1999) Effect on quality of pan-fired green tea by 1st pan firing time. *Korean J Medicinal Crop Sci*, 7, 101-106
14. Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH (2002) Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem*, 50, 3010-3014
15. Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200
16. Pellegrini N, Chiavaro E, Gardana C, Mazzeo T, Contino D, Gallo M, Riso P, Fogliano V, Porrini M (2010) Effect of different cooking methods on color, phytochemical concentration, and antioxidant capacity of raw and frozen *Brassica* vegetables. *J Agric Food Chem*, 58, 4310-4321
17. Kwon YR, Youn KS (2014) Physicochemical of burdock (*Arctium lappa* L) tea depending on steaming and roasting treatment. *Korean J Food Preserv*, 21, 646-651
18. Lee MH, Cho JH, Kim JC, Kim BK (2014) Effect of roasting conditions on the antioxidant activities of tartary buckwheat. *Korean J Food Sci Technol*, 46, 390-393
19. Choi YH, Kim KH, Kang MY (2001) Varietal difference in processing and sensory characteristics of *Sikhye* in rice. *Korean J Breed*, 33, 65-72
20. Kwak JE, Oh SK, Kim DJ, Lee JH, Yoon MR, Kim HW, Lee JS (2013) Effects of heat-treated brown rice on total phenolics and antioxidant activities. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 42, 534-541
21. Yu JS, Hwang IG, Woo KS, Chang YD, Lee CH, Jeong JH, Jeong HS (2008) Physicochemical characteristics of *Chrysanthemum indicum* L. flower tea according to different pan-firing times. *Korean J Food Sci Technol*, 40, 297-302
22. Shin EH, Park SJ, Choi SK (2011) Component analysis and antioxidant activity of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. *J East Asian Soc Dietary Life*, 21, 691-697
23. Shin TS, Park JA, Jung BM (2015) Changes in organic acids, free sugars, and volatile flavor compounds in fig (*Ficus carica* L.) by maturation stage. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 44, 1016-1027
24. Mottram DS (1998) Flavour formation in meat and meat products: a review. *Food Chem*, 62, 415-424
25. Shahidi F, Pegg RB (1994) Hexanal as an indicator of meat flavor deterioration. *J Food Lipids*, 1, 177-186
26. Kim HK, Lee BY, Shin DB, Kwon JH (1998) Effects of roasting conditions on physicochemical characteristics and volatile flavor components of chicory roots. *Korean J Food Sci Technol*, 30, 1279-1284
27. Chung HS, Youn KS (2006) Optimization of roasting process for preparation of water extracts from Job's tears (*Coicis lachryma-jobi*). *Korean J Food Preserv*, 13, 119-124
28. Ha TY, Chun HS, Lee C, Kim YH, Han O (1999) Changes in physicochemical properties of steamed rice for *Soong-neung* during roasting. *Korean J Food Sci Technol*, 31, 171-175
29. Lee SH, Lee YR, Hwang IG, Woo KS, Kim KH, Kim KJ, Jeong HS (2009) Antioxidant activities and quality characteristics of germinated rough rice tea according to roasting temperature, time and leaching condition. *Korean J Food Sci Technol*, 41, 386-391
30. Seo IW, Nam HJ, Shin HS (2009) Influence of polycyclic aromatic hydrocarbons formation in sesame oils with different roasting conditions. *Korean J Food Sci Technol*, 41, 355-361