

볶음 조건이 쌀눈의 품질 특성 및 산화안정성에 미치는 영향

고순남 · 김철진¹ · 김인환*

고려대학교 병설 보건대학 식품영양과, ¹한국식품개발연구원

Effects of Roasting Condition on the Quality Characteristics and Oxidative Stabilities of Rice Germ

Soon-Nam Ko, Chul-Jin Kim¹ and In-Hwan Kim*

Department of Food and Nutrition, College of Health Sciences, Korea University

¹Korea Food Research Institute

In order to compare quality characteristics and oxidative stabilities of rice germs prepared under different roasting conditions, sensory evaluation, color value, tocals (tocopherol + tocotrienol) contents, and peroxide value were investigated. Optimum roasting temperatures for the best acceptability were 20, 10, and 6 min at 170, 180, and 190, respectively. Hunter color a values of rice germ increased as roasting temperature and time increased, whereas L value decreased. Peroxide values of unroasted, and roasted rice germs at 170°C for 20 min, 180°C for 10 min, and 190°C for 6 min were 2.0, and 145.6, 169.5, and 182.9 meq/kg, respectively, after 9 days storage at 60°C. Four tocopherol and three tocotrienol isomers were identified, whereas no β -tocotrienol was detected. The major tocopherol and tocotrienol isomers in rice germ were α -tocopherol and α -tocotrienol, respectively. α -Tocopherol content in roasted rice germ decreased significantly during storage, whereas those of β - and γ -tocopherols slowly decreased. δ -Tocopherol had the highest stability among tocopherol isomers in roasted rice germ. Similar trends were observed in tocotrienol isomers.

Key words: hunter color, peroxide value, rice germ, roasting condition, sensory evaluation, tocopherol, tocotrienol

서 론

쌀을 주식으로 하는 국내에서는 벼 생산량이 최근 약 552만톤 정도이므로 도정시 발생하는 부산물인 왕겨는 약 118만톤, 미강은 약 47만톤, 쌀눈은 약 20만톤 내외로 발생하는 것으로 추정된다⁽¹⁾. 그런데 이와 같은 도정 부산물은 주요 구성 성분으로 보아 부가 가치가 높은 상품 생산을 위한 원료로 이용 가치가 있음에도 불구하고 미강만 일부 미강유 생산에 이용될 뿐 쌀눈은 다양한 영양적 가치에도 불구하고 상당량이 미강에 혼입되어 사료로 사용되고 있다.

쌀 구조 중 2%를 차지하는 쌀눈은 배유와 비교하여 양질의 단백질과 20%이상의 지방⁽²⁾, 무기질 및 비타민 A, B, E 등이 함유된 좋은 영양원⁽³⁾으로 그 기능성을 인정받고 있다. 특히, 쌀눈기름은 생리활성 인자로 알려진 phyosterol, oryzanol 및 tocals(tocopherol + tocotrienol)의 함량이 높아 지질 대

사와 관련된 질병에도 효과가 있어 그 가치가 더욱 부가되어 있다⁽⁴⁾. 그래서 일부에서는 쌀눈을 분리하여 상품화하고 있으며 숙취 음료로 각광받고 있는 쌀눈 발효액 제품, 쌀눈 기름 및 쌀눈 비누도 출시되었으나 쌀겨로부터 쌀눈의 순수 분리가 어렵고 쌀눈에 함유된 높은 유지 함량에 따른 산패가 어려움으로 남아 널리 고부가가치의 산업적 가공 제품이나 식품 자원으로 활용되지 못하고 있다. 또한 이러한 문제와 더불어 쌀눈에 관한 연구도 미흡하여 국외에서는 쌀 도정 부산물 중 미강에 대한 연구가 대부분이며⁽⁵⁻⁸⁾ 쌀눈에 대한 연구는 특이성 물질 분리 및 특성에 대한 연구가 일부 진행되었을 뿐이다^(9,10). 국내에서도 저장 중 쌀눈유의 특성 및 지질산화안정성을 검토한 신과 정^(11,12)에 이어 최 등⁽²⁾의 국내 쌀눈의 이화학적 성질에 관한 연구 및 볶음 조건에 따라 압착한 쌀눈유의 화학적 성분의 영향을 살펴 본 김 등⁽¹³⁾의 보고를 제외하곤 거의 연구 보고가 없는 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 좀 더 폭넓은 쌀눈의 활용을 위한 기초 연구로서 여러 볶음 조건에 따른 쌀눈의 관능적 특성과 색도 변화를 살펴본 후 관능적 특성이 우수한 볶음 조건에서 얻어진 쌀눈의 지질산화안정성 및 tocals 안정성을 비교하여 보았다.

*Corresponding author : In-Hwan Kim, 3, Chungneung-Dong, Sungbuk-Gu, Seoul 136-703, Korea
Tel: 82-2-940-2855
Fax: 82-2-941-7825
E-mail: K610in@chollian.net

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 쌀눈은 2001년 수확하여 도정 부산물로 얻어진 것으로 김포농협(Kimpo Agricultural Cooperative Federation, Kimpo, Korea)에서 제공받아 사용하였다. Tocols 분석을 위한 tocopherol과 tocotrienol 이성체의 표준품은 Merck (Darmstadt, Germany)와 Calbiochem(Calbiochem-Novabiochem Co., San Diego, CA)로부터 각각 구입하였으며, 그외의 모든 시약은 특급 이상의 것을 사용하였다.

관능 검사와 색도 측정을 위한 쌀눈의 볶음 조건

쌀눈의 볶음 처리를 위하여 쌀눈은 500 g씩을 볶음기(THR-020, Tachwan Automation Ind., Korea)에서 볶음조건별(170°C에서 10~30분, 180°C에서 5~15분, 190°C에서 3~9분)로 볶은 후 즉시 꺼내어 상온에서 냉각시켰다.

쌀눈의 지질산화안정성 및 tocols 안정성 측정을 위한 시료의 제조

볶은 쌀눈 중 관능 특성이 우수한 세가지 볶음 쌀눈과 볶지 않은 쌀눈의 저장 기간에 따른 지질산화안정성과 tocols 안정성의 측정을 위하여 쌀눈시료를 170°C 20분, 180°C 10분, 190°C 6분에서 각각 볶은 후 상온에서 냉각하여 볶지 않은 시료와 함께 60°C의 항온기(VO-10X, Jeio Tech Co. Ltd., Korea)에 넣어 저장하였다.

관능적 품질의 평가

볶지 않은 쌀눈과 각 볶음조건별 볶은 쌀눈의 관능적 품질을 평가하기 위해 본 실험에 흥미를 가지고 있으며 차이 능력 식별 능력을 갖춘 8명을 관능검사 요원으로 선정하여 평가요령을 훈련시킨 뒤 3번 반복하여 관능 검사를 실시하였다. 평가시료는 볶지 않은 시료와 같은 온도에서 볶은 시간을 달리한 시료 4가지로 구성하였으며 각 볶음 온도별로 나누어 9점 평점법으로 맛과 기호도에 대한 관능검사를 실시하였으며 측정 항목은 생쌀 맛(raw rice taste), 탄 맛(burnt taste), 고소한 맛(peanut-like taste), 떫은 맛(astringent taste) 및 종합적 기호도이었다.

색의 측정

볶은 쌀눈의 볶음 조건별 색도의 변화를 측정하기 위하여 원통모양의 시료용기에 담아 Color/color difference meter (Model CR-300, Minolta Co., Japan)을 사용하여 Hunter color L(백색도), a(적색도), b(황색도)을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이때 사용된 백색판의 L값은 96.2, a값은 -0.2, b값은 2.0이었다.

쌀눈의 과산화물가 측정

선정된 볶음 조건(170°C 20분, 180°C 10분, 190°C 6분)의 쌀눈과 볶지 않은 쌀눈의 저장 기간에 따른 지질산화안정성을 살펴보기 위하여 60°C로 저장 중인 시료를 일정 기간 후 채취하여 분쇄기(HR2185, Philips, Netherland)로 분쇄하였다. 분쇄한 시료는 *n*-hexane을 사용하여 Soxhlet 방법으로 6시간

동안 추출하였고 추출 후 *n*-hexane은 감압농축기로 30°C에서 *n*-hexane을 증발시켰다. 추출된 쌀눈유는 과산화물가 및 tocols 분석을 위한 시료로 사용하였으며, 분석하기 전까지 질소 충전하여 -20°C에 보관하였다. 각 시료로부터 얻은 추출유의 과산화물가는 AOCS 방법에 따라 측정하였다⁽¹⁴⁾.

Tocols 분석을 위한 시료의 전처리

Tocols 분석을 위한 전처리는 전보의 방법에 따라 시행하였으며 그 과정은 다음과 같다⁽¹⁴⁾. 즉, 100 mL 둥근 바닥 flask에 0.5 g의 쌀눈 추출유와 95% ethanol 30 mL를 가하여 잘 흔들어준 후 여기에 pyrogallol 2 mL를 다시 가하여 완전히 용해되면 50% KOH 용액 1 mL를 가했다. 이를 5분간 reflux heating을 하여 검화시킨 후 여기에 증류수 50 mL를 가하고 250 mL의 분액깔대기에 옮겨 50 mL의 diethyl ether를 가하고 1분간 흔들어 주었다. 불검화물의 2차 회수를 위하여 하층부를 다른 분액깔대기에 옮긴 후 다시 50 mL의 diethyl ether를 가하여 층분리가 되면 상층부를 처음의 분액 깔대기에 옮겨 합쳤다. 합쳐진 diethyl ether층에 잔여된 알칼리 제거를 위해 20 mL의 증류수로 5회 세척한 후 물층을 제거하였다. 최종적으로 얻어진 추출층은 sodium sulfate anhydrous를 가하여 여과지로 여과한 후 여액을 40°C 이하에서 감압농축하였다. 농축된 수기 벽면을 *n*-hexane으로 씻어낸 후 10 mL로 정용하여 0.45 µm membrane filter로 여과 후 HPLC 분석시료로 사용하였다.

Tocols의 HPLC 분석

Tocols 분석을 위하여 HPLC(JASCO, Tokyo, Japan)를 사용하였으며, 분석조건은 다음과 같았다. 사용된 column은 Lichrospher Si-60(4.6×250 mm, 5 µm, Merck Co., Darmstadt, Germany), column의 온도는 25°C로 유지하였다. 이동상은 *n*-hexane과 2-propanol의 비율이 99:1(v/v)인 혼합 용매를 사용하였고 유속은 1.0 mL/min이었다. 사용된 검출기는 형광검출기(Model FP-1520, JASCO, Tokyo, Japan)를 사용하였고, 이때 excitation 파장 및 emission 파장은 각각 298 nm와 325 nm이었다.

통계분석

볶음 온도와 시간에 따른 각 시료간의 유의성 검정은 SAS⁽¹⁵⁾ 통계처리에 의한 분산분석(ANOVA)을 실시하였고 Duncan의 다범위 검정으로 그 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

관능적 평가

볶음 온도와 시간을 달리하여 얻어진 쌀눈에서 가장 뚜렷한 차이를 보이는 맛과 기호도로서 관능적 특성을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 전반적으로 볶음 처리하지 않은 쌀눈 보다는 볶음 처리구가 모든 특성에 대해 유의적인 차이를 나타내었으며, 특히, 볶음 처리구는 고소한 맛(peanut-like taste)의 증가와 떫은 맛(astringent taste)의 감소와 같은 관능적으로 바람직한 결과를 나타내었다.

볶음 온도가 높아질수록 시간에 따른 관능적 특성은 신속

Table 1. The sensory properties of unroasted rice germ and roasted rice germs prepared from different roasting conditions

Roasting conditions		Taste properties				Total acceptability
Temp. (°C)	Time (min)	Raw rice	Peanut-like	Burnt	Astringent	
170	Unroasted	7.9 ^{a,1)}	2.0 ^d	1.1 ^d	8.4 ^a	2.0 ^c
	10	3.8 ^b	4.1 ^c	2.3 ^c	3.4 ^b	5.2 ^b
	20	2.8 ^c	6.9 ^a	3.5 ^b	2.4 ^b	7.9 ^a
	30	1.1 ^d	5.4 ^b	7.0 ^a	2.3 ^b	5.4 ^b
180	Unroasted	7.9 ^a	2.0 ^c	1.1 ^d	8.4 ^a	2.0 ^c
	5	4.3 ^b	4.3 ^b	2.3 ^c	3.4 ^b	5.5 ^b
	10	2.6 ^c	6.9 ^a	4.1 ^b	2.5 ^b	7.9 ^a
	15	1.9 ^c	5.1 ^b	6.8 ^a	3.8 ^b	5.3 ^b
190	Unroasted	7.9 ^a	2.0 ^c	1.1 ^d	8.4 ^a	2.0 ^d
	3	5.4 ^b	3.4 ^b	2.1 ^c	4.8 ^b	3.8 ^c
	6	2.3 ^c	7.0 ^a	4.1 ^b	2.8 ^c	7.9 ^a
	9	1.2 ^d	6.4 ^a	6.4 ^a	2.7 ^c	6.5 ^b

¹⁾Values of the unroasted and roasted sample in the same column (within the same subgroup) with the different superscript letters (a-d) are significantly different (p<0.05).

히 변화되었으며, 모든 볶음조건에서 가장 낮은 강도의 생쌀 맛(raw rice taste)과 가장 높은 강도의 탄 맛(burnt taste)을 나타내는 시점으로 비교시 170°C는 30분인데 반해 190°C는 9분 정도로 약 3.3배 정도로 단축됨을 볼 수 있었다. 이러한 결과는 고소한 맛이 가장 높았던 170°C에서 20분 볶은 쌀눈의 관능적 결과가 190°C에서 6분 볶은 쌀눈과 거의 일치함을 볼 때도 확인할 수 있었다.

볶음 시간에 따른 특성의 변화는 190°C 처리구를 제외하고는 볶은 쌀눈들간의 짧은 맛에서의 감소가 유의적인 차이를 보이지 않았고 고소한 맛은 볶음 시간이 길어질수록 최고점에 도달한 이후에 감소하였는데, 고소한 맛이 가장 높게 증가한 시간이 종합적 기호도 결과와 비교시 가장 좋은 볶음 시간으로 나타났다.

또한 종합적 기호도에 있어서는 볶음 처리하지 않은 경우보다 모든 볶음 처리한 쌀눈이 높은 관능 평점을 받았으며, 특히 170°C에서는 20분, 180°C에서는 10분, 190°C에서는 6분에서 가장 높은 기호도를 나타내었다. 이러한 결과는 김 등⁽¹³⁾이 쌀눈을 볶아서 압착한 쌀눈유에서 갈색물질의 존재를 확인한 바 있듯이 볶음 과정중 쌀눈에 존재하는 당과 아미노산의 가열처리로 인한 Maillard 반응의 향미성분으로 인해 고소한 맛이 증가되면서 볶지 않은 시료에서 강하게 나타나는 생쌀 맛과 짧은 맛이 어느 정도 상쇄되었다고 사료된다.

색의 변화

세가지 온도와 시간별로 볶은 쌀눈의 색 변화를 볶음 처리하지 않은 쌀눈과 비교한 결과(Table 2), 볶지 않은 시료의 L값과 b값은 볶은 시료의 것과 모두 유의적인 차이를 나타내었으나 a값은 170°C 10분, 180°C 5분, 190°C 3분의 볶음 초기에는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았다.

볶음 시간에 따른 쌀눈의 색 변화는 볶지 않은 처리구에 비해서 전반적으로 볶은 처리구가 모든 온도에서 시간이 증가수록 L값은 감소, a값은 증가하는 뚜렷한 경향을 나타낸 반면, b값은 볶음 초기에는 상승하다가 L값이 급격히 감소하는 볶음 시간에 다시 감소되는 경향을 보여주었다.

볶음 온도의 영향도 볶음시간에서의 경우와 마찬가지로 같은 볶음 시간인 10분 정도로 비교시 170°C는 L값과 a값이 각각 57.9와 4.8이며 180°C는 56.4와 6.3이고 190°C는 48.7과 9.7로 온도가 높을수록 L값의 감소와 a값의 증가가 현저하였다. 이는 시판 차 제품의 건조 중 색도와 입도에 따른 색변화를 적색도와 황색도의 비교치인 a/b값으로 나타내어 입도가 작은 차의 경우 a/b값의 증가로 적색 색소의 흡수가 커짐을 알 수 있었다고 평가한 박 등⁽¹⁶⁾의 결과에서 처럼 본 실험에서도 볶은 쌀눈의 a/b값으로 볶음에 따른 영향을 비교해 볼 때 볶음 시간과 온도가 증가할수록 a/b값이 점차 커짐으로써 황색도의 증가보다는 적색도의 증가가 볶음에 더욱 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 또한 이러한 색 변화와 더불어 관능 검사시 고소한 맛과 탄 맛이 증가되었던 결과(Table 1)로 보아 쌀눈 중 함유된 당과 아미노산에 의한 Maillard 반응에 의해 형성된 갈색물질도 볶음 쌀눈의 색 변화에 영향을 주었을 것으로 사료된다.

모든 볶음 조건을 고려할 때 관능 검사에서도 고소한 맛이 높아 종합적 기호도가 가장 좋았던 시료들은 각 볶음 조건에서도 L값이 56~57, a값이 6~7, b값이 20~21, a/b값이 약 0.3을 나타내어 유사한 색도를 보이는 처리구로 170°C 20분, 180°C 10분, 190°C 6분이었다. 이러한 결과는 동굴레 근경의 볶음 처리시 관능적 최적 조건으로 예측된 범위가 적색도가 가장 높은 지점이었다고 한 류 등의 보고⁽¹⁷⁾와 같은 시점에서 볼 때 최적 기호도를 갖는 볶음 쌀눈을 제조하는 데 있어 색 변화가 볶음 정도를 판별하는 객관적 측정의 지침이 될 수 있으리라고 생각된다.

쌀눈의 지질산화안정성

볶음 처리후 관능적 기호도가 우수했던 세가지 시료(170°C 20분, 180°C 10분, 190°C 6분 볶은 쌀눈)와 볶음 처리 하지 않은 쌀눈을 60°C에서 저장하면서 3일 간격으로 과산화물가를 측정하여 각 쌀눈 시료의 지질산화안정성을 비교하였으며 그 결과는 Fig. 1과 같았다.

모든 볶음 처리구의 과산화물가는 볶지 않은 쌀눈에 비해

Table 2. Hunter color values¹⁾ of unroasted rice germ and roasted rice germs prepared from different roasting conditions

Roasting conditions		Hunter color values			a/b
Temp. (°C)	Time (min)	L	a	b	
170	Unroasted	62.4 ± 1.4 ^a	4.1 ± 0.3 ^c	18.9 ± 0.5 ^b	0.2 ± 0.0 ^c
	10	57.9 ± 0.0 ^b	4.8 ± 0.0 ^c	20.1 ± 0.0 ^a	0.2 ± 0.0 ^c
	20	55.6 ± 0.5 ^c	6.8 ± 1.3 ^b	20.7 ± 0.8 ^a	0.3 ± 0.1 ^b
	30	45.1 ± 0.0 ^d	9.5 ± 0.0 ^a	17.7 ± 0.0 ^c	0.5 ± 0.0 ^a
180	Unroasted	62.4 ± 1.4 ^a	4.1 ± 0.3 ^c	18.9 ± 0.5 ^b	0.2 ± 0.0 ^c
	5	59.0 ± 0.0 ^b	4.8 ± 0.0 ^{bc}	20.4 ± 0.0 ^a	0.2 ± 0.0 ^{bc}
	10	56.4 ± 3.3 ^b	6.3 ± 1.4 ^b	20.9 ± 0.3 ^a	0.3 ± 0.1 ^b
190	Unroasted	62.4 ± 1.4 ^a	4.1 ± 0.3 ^c	18.9 ± 0.5 ^c	0.2 ± 0.0 ^c
	3	59.2 ± 0.0 ^b	3.8 ± 0.0 ^c	18.2 ± 0.0 ^d	0.2 ± 0.0 ^c
	6	57.3 ± 2.7 ^b	6.3 ± 1.3 ^b	21.3 ± 0.4 ^a	0.3 ± 0.1 ^b
190	9	48.7 ± 0.0 ^c	9.7 ± 0.0 ^a	19.7 ± 0.0 ^b	0.5 ± 0.0 ^a

¹⁾Mean ± Standard deviation.

Values of the unroasted and roasted samples in the same column (within the same subgroup) with the different superscript letters (a-d) are significantly different ($p < 0.05$).

현저하게 높은 경향을 보였으며 9일 저장시 볶지 않은 쌀눈의 과산화물가는 2.0 meq/kg인데 반해 170°C 20분 처리구는 145.6 meq/kg, 180°C 10분 처리구는 169.5 meq/kg, 190°C 6분 처리구는 182.9 meq/kg으로 과산화물의 생성 속도가 현저하게 다름을 보여주고 있다. 이러한 결과는 신과 정⁽¹²⁾이 쌀눈과 건조 쌀눈을 40°C에서 저장 후 추출한 유지의 산패 유도기간을 측정시 31일 후 쌀눈은 4.5시간에서 3.2시간으로, 건조 쌀눈은 4.2시간에서 2.5시간으로 단축되었다고 하여 볶음 처리구의 과산화물가가 높은 경향을 보인 본 실험과 유사하였다. 이는 볶음 공정의 열처리로 인한 쌀눈 조직의 파괴⁽¹⁸⁾ 및 가열로 인해 생성된 유리 라디칼⁽¹²⁾로부터 유지의 산화가 촉진했던 것으로 사료된다.

또한 볶음 처리구간의 과산화물가는 모든 처리구가 1% 수준에서 유의적인 차이를 나타내었으며 특히, 고온 단시간 시료인 190°C 6분 처리구가 저온 장시간 시료인 170°C 20분 처리구보다 높은 과산화물가를 나타내어 고온 단시간 보다는 저온 장시간 볶음 쌀눈이 지질산화안정성에 있어 보다 유리한 것으로 사료된다.

저장 중 Tocols의 함량 변화

관능검사 결과 기호도가 가장 좋았던 세가지 볶음 조건(170°C 20분, 180°C 10분, 190°C 6분)의 쌀눈과 볶지 않은 쌀눈을 60°C에서 저장하면서 tocals 함량 변화를 측정하여 Table 3과 같은 결과를 얻었다.

모든 쌀눈 처리구에서 β -tocotrienol을 제외한 7가지 tocals 이성체(α -, β -, γ 및 δ -tocopherol과 α -, β -, γ 및 δ -tocotrienol)가 검출되었다(Fig. 2). 볶은 쌀눈이 볶지 않은 쌀눈과 비교하여 tocals 함량이 증가됨을 알 수 있었는데, 이는 190°C에서 20분 볶은 들깨와 볶지 않은 들깨 압착유의 tocopherol 함량을 비교했을 때 볶은 들깨 기름에서 더 높은 tocopherol 함량을 보였다고 한 김 등⁽¹⁹⁾의 보고와 미강의 열처리로 tocopherol, tocotrienol 및 oryzanol의 증가를 보였다고 한 Lane 등⁽¹⁸⁾의 보고와도 일치하는 결과이었다. 또한 볶은 쌀눈

에서 더 높은 tocals 함량을 보인 원인은 김 등⁽²⁰⁾이 참깨를 볶아 얻은 참기름의 tocopherol 증가는 볶음으로 인한 참깨 입자간의 온도 상승으로 기름과 지용성 비타민 추출율이 높아지기 때문이라고 한 결과와 유사하다 볼 수 있으며, 옥수수피에 열처리시 단백질이나 인지질 등에 결합되어 있던 γ -tocopherol까지도 열에 의해 그 결합이 파괴된 후 분리, 용출되어 함량 증가를 보였다고 한 Moreau 등⁽²¹⁾의 보고처럼 볶음 처리 후 추출을 한 본 실험도 같은 현상이 나타난 것으로 생각된다.

쌀눈에 함유된 주요 tocopherol과 tocotrienol은 α -tocopherol (86% of total tocopherol content)과 α -tocotrienol(56% of total tocotrienol content)이었으며, 각 tocol isomer의 시료당 함량은 α -tocopherol > γ -tocopherol > α -tocotrienol의 순으로 높게 나타났다. 전반적으로 저장 기간이 증가할수록 쌀눈의 tocals 함량은 모든 처리구에서 감소하는 경향이었으며, 저장 9일에는 볶지 않은 쌀눈의 경우 총 tocals 함량이 저장 0일 함량의 약 4%가 감소한 데 비하여 볶음 처리구는 약 90% 이상 감소하였다. 이는 볶음 처리구의 과산화물가가 저장일에 따라 현저하게 증가한 결과(Fig. 1)와 일치하는 것으로서 과산화물가가 가장 높았던 190°C 6분 처리구가 저장일에 따라 tocals 함량도 비교적 낮음을 확인 할 수 있었다.

한편, 저장 안정성에 있어서는 모든 볶음 쌀눈 처리구의 tocals isomer별 함량의 감소에 차이가 있었는데, tocopherol의 경우 α -tocopherol이 가장 현저한 함량의 감소를 보였으며, γ -tocopherol과 β -tocopherol은 유사한 경향을 나타내었고 모든 처리구에서 가장 낮은 함량을 보인 δ -tocopherol은 감소 정도가 가장 낮은 것으로 나타내었다. 또한 저장일에 대한 볶음 쌀눈의 tocotrienol의 함량 변화도 α -tocotrienol이 가장 현저한 함량의 감소를 보인 반면에 δ -tocotrienol은 가장 안정성이 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 tocotrienol에 대한 연구가 그들의 함량과 분포, 생리적 효과와 영양적 가치에 집중되어 있고 지질산화안정성에 대한 보고를 찾아볼 수 없다는 점으로 미루어 볼 때 의미가 있다 할 것이다.

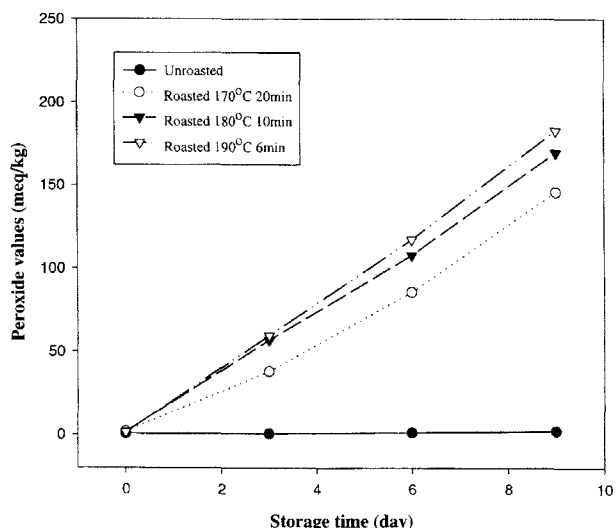


Fig. 1. The changes in peroxide values of unroasted rice germ oil and roasted rice germ oils during storage at 60°C.

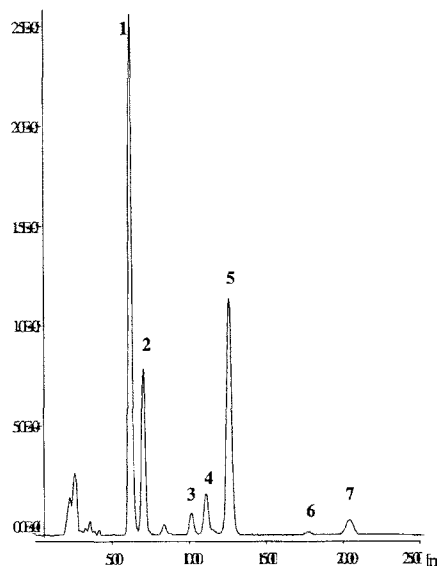


Fig. 2. HPLC chromatogram of separation of tocopherol and tocotrienol of unroasted rice germ and roasted rice germs.

1: α-Tocopherol, 2: α-Tocotrienol, 3: β-Tocopherol, 4: γ-Tocopherol, 5: γ-Tocotrienol, 6: δ-Tocopherol, 7: δ-Tocotrienol.

요약

본 연구는 다양한 볶음 조건에서 볶지 않은 쌀눈과 볶은 쌀눈의 품질 특성을 조사하기 위하여 관능검사, 색, tocopherol 및 과산화물가를 측정하여 평가하였다. 관능검사와 색으로 선정된 쌀눈의 가장 기호도가 우수한 최적 볶음 조건은 170°C 20분, 180°C 10분, 190°C 6분이었다. 쌀눈의 Hunter a 값은 볶음 온도와 시간이 증가할수록 증가하였던 반면 L값은 볶음 과정이 진행될수록 감소하였다. 지질산화안정성에 있어서는 볶지 않은 쌀눈이 볶은 쌀눈보다 안정하였으며, 60°C에서 저장 9일 후 POV는 볶지 않은 쌀눈의 과산화물가

는 2.0 meq/kg인데 반해 170°C 20분 처리구는 145.6 meq/kg, 180°C 10분 처리구는 169.5 meq/kg, 190°C 6분 처리구는 182.9 meq/kg으로 과산화물의 생성 속도가 현저하게 차이를 보여주었다. 또한 모든 쌀눈 처리구에서 4가지의 tocopherol 과 3가지의 tocotrienol이 확인되었으나 β-tocotrienol은 검출되지 않았다. 쌀눈의 주요 tocopherols는 α-tocopherol과 α-tocotrienol이었으며 60°C 저장 중 모든 볶음 처리구에서 tocopherol isomer의 영향은 α-tocopherol이 가장 현저한 감소를 보인 반면 β-

Table 3. Tocopherol and tocotrienol contents¹⁾ of unroasted rice germ and roasted rice germs prepared from selected roasting conditions during storage at 60°C (unit: mg/kg rice germ)

Sample	Storage time (day)	Tocol isomers								Total tocopherols
		α-T	β-T	γ-T	δ-T	α-T3	β-T3	γ-T3	δ-T3	
Unroasted	0	315.7 ± 5.0 ^a	17.8 ± 0.1 ^b	31.0 ± 0.0 ^c	2.6 ± 0.1 ^b	24.3 ± 0.7 ^c	-	17.8 ± 0.4 ^c	2.6 ± 0.0 ^a	411.6 ± 3.7 ^c
	3	312.6 ± 1.6 ^a	17.6 ± 0.1 ^a	30.6 ± 0.1 ^a	2.5 ± 0.0 ^a	23.8 ± 0.5 ^a	-	17.6 ± 0.4 ^a	2.5 ± 0.0 ^a	407.1 ± 1.6 ^a
	6	322.0 ± 0.6 ^a	18.2 ± 0.4 ^a	31.2 ± 0.4 ^a	2.6 ± 0.1 ^a	24.2 ± 0.6 ^a	-	17.8 ± 0.3 ^a	2.5 ± 0.1 ^a	418.4 ± 0.1 ^a
	9	315.7 ± 7.2 ^a	18.0 ± 0.2 ^a	36.9 ± 1.0 ^a	2.6 ± 0.1 ^a	23.9 ± 0.8 ^a	-	17.3 ± 0.4 ^a	2.5 ± 0.1 ^a	416.9 ± 6.7 ^a
Roasted (170°C, 20 min)	0	397.9 ± 9.0 ^b	19.7 ± 0.5 ^a	37.6 ± 0.8 ^b	2.8 ± 0.1 ^a	29.0 ± 0.6 ^b	-	20.4 ± 0.5 ^b	2.6 ± 0.2 ^a	509.7 ± 11.7 ^b
	3	140.0 ± 6.6 ^b	14.7 ± 0.6 ^b	24.4 ± 1.0 ^b	2.4 ± 0.1 ^b	10.5 ± 0.6 ^{bc}	-	11.9 ± 0.5 ^c	2.0 ± 0.1 ^c	205.8 ± 9.5 ^b
	6	55.6 ± 1.1 ^b	10.7 ± 0.0 ^b	15.9 ± 0.1 ^b	1.7 ± 0.4 ^b	4.9 ± 0.2 ^b	-	6.7 ± 0.1 ^b	1.8 ± 0.1 ^b	97.0 ± 1.4 ^b
	9	24.5 ± 0.6 ^b	6.7 ± 5.2 ^b	9.6 ± 0.1 ^b	1.5 ± 0.0 ^b	2.9 ± 0.0 ^b	-	3.6 ± 0.1 ^b	1.2 ± 0.0 ^b	46.8 ± 4.7 ^b
Roasted (180°C, 10 min)	0	438.4 ± 6.4 ^a	20.3 ± 0.1 ^a	42.8 ± 2.9 ^a	2.9 ± 0.0 ^a	31.0 ± 0.1 ^a	-	22.3 ± 0.3 ^a	2.7 ± 0.0 ^a	560.2 ± 6.6 ^a
	3	113.2 ± 2.1 ^c	14.3 ± 0.1 ^b	23.7 ± 0.1 ^b	2.4 ± 0.0 ^{ab}	9.5 ± 0.1 ^c	-	12.6 ± 0.1 ^c	2.2 ± 0.1 ^{bc}	177.7 ± 2.2 ^c
	6	42.1 ± 1.0 ^c	9.9 ± 0.1 ^c	14.4 ± 0.1 ^c	1.9 ± 0.0 ^b	4.1 ± 0.1 ^b	-	6.6 ± 0.1 ^b	1.8 ± 0.1 ^b	80.6 ± 1.4 ^c
	9	16.6 ± 0.8 ^b	6.3 ± 0.1 ^b	8.1 ± 0.2 ^c	1.4 ± 0.0 ^b	2.3 ± 0.1 ^b	-	3.2 ± 0.1 ^b	1.3 ± 0.1 ^b	39.1 ± 1.5 ^b
Roasted (190°C, 6 min)	0	436.6 ± 2.4 ^a	20.2 ± 0.2 ^a	42.1 ± 0.7 ^a	2.9 ± 0.1 ^a	31.2 ± 0.1 ^a	-	22.0 ± 0.3 ^a	2.8 ± 0.0 ^a	557.6 ± 3.5 ^a
	3	123.1 ± 1.2 ^c	15.0 ± 0.4 ^b	25.1 ± 0.5 ^b	2.5 ± 0.0 ^a	11.2 ± 0.2 ^b	-	14.1 ± 0.3 ^b	2.3 ± 0.1 ^b	193.0 ± 2.6 ^b
	6	39.7 ± 0.4 ^c	9.4 ± 0.4 ^c	13.8 ± 0.5 ^c	1.8 ± 0.0 ^b	4.3 ± 0.1 ^b	-	6.9 ± 0.3 ^b	1.8 ± 0.0 ^b	77.6 ± 1.7 ^c
	9	17.7 ± 0.1 ^b	6.2 ± 0.1 ^b	8.1 ± 0.1 ^c	1.4 ± 0.0 ^b	2.5 ± 0.0 ^b	-	3.6 ± 0.1 ^b	1.4 ± 0.1 ^b	40.7 ± 0.6 ^b

¹⁾Mean ± Standard deviation.

Values of the sample in the same column with the different superscript letters (a-c) are significantly different (p<0.05).

tocopherol과 γ -tocopherol은 서서히 감소하였다. δ -tocopherol은 tocopherol 이성체 중에 가장 높은 안정성을 보였으며 저장일별 tocotrienol 이성체들의 지질산화안정성도 tocopherol과 유사한 경향을 보였다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 지원으로 수행된 연구의 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Ministry of Agricultural and Forestry. Agricultural and Forestry Statistical Yearbook, Vol. 2002, pp. 232. National Agricultural Products Quality Management Service (NAQS) of the Ministry of Agriculture and Forestry (MAF), Seoul, Korea (2002)
2. Choi, O.K., Yun, S.K. and Hwang, S.Y. The chemical components of Korean rice germ. *Korean J. Dietary Culture* 15: 253-258 (2000)
3. Juliano, B.O. Polysaccharides, proteins, and lipids of rice, pp. 59-174. In: *Rice: Chemistry and Technology*. Juliano, B.O. (ed.). The American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota, USA (1994)
4. Kawabata, K., Tanaka, T., Murakami, T., Okada, T., Murai, H., Yamamoto, T., Hara, A., Shimizu, M., Yamada, Y., Matsunaga, K., Kuno, T., Yoshimi, N., Sugie, S. and Mori, H. Dietary prevention of azoxymethane-induced colon carcinogenesis with rice-germ in F344 rats. *Carcinogenesis* 20: 2109-2115 (1999)
5. Rogers, E.J., Rice, S.M., Nicolosi, R.J., Carpenter, D.R., McClelland, C.A. and Romanczyk, Jr. L.J. Identification and quantitation of γ -oryzanol components and simultaneous assessment of tocopherols in rice bran oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 70: 301-307 (1993)
6. Liyod, B.J., Siebenmorgen, T.J. and Beers, K.W. Effects of commercial processing on antioxidants in rice bran. *Cereal Chem.* 77: 551-555 (2000)
7. Orthoefer, F.T. Rice bran oil: Healthy lipid source. *Food Technol.* 50(12): 62-64 (1996)
8. Qureshi, A.A., Mo, H., Packer, L. and Peterson, D.M. Isolation and identification of novel tocotrienols from rice bran with hypocholesterolemic, antioxidant, and antitumor properties. *J. Agric. Food Chem.* 48: 3130-3140 (2000)
9. Yamamoto, A., Fuji, Y., Yasumoto, K. and Mitsuda, H. Product specificity of rice germ lipooxygenase. *Lipids* 15: 1-5 (1980)
10. Chung, R.L., Chen, J.C., Chu, J. and Tzen, J.T. Characterization of seed oil bodies and their surface oleosin isoforms from rice embryos. *J. Biochem.* 120: 74-81 (1996)
11. Shin, D.H. and Chung, J.K. Changes during storage of rice germ oil and its fatty acid composition. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 77-81 (1998)
12. Shin, D.H. and Chung, J.K. Chemical composition of the rice germ from rice milling and its oil stability during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 241-243 (1998)
13. Kim, I.H., Kim, C.J., You, J.M., Lee, K.W., Kim, C.T., Chung, S.H., and Tae, B.S. Effect of roasting temperature and time on the chemical composition of rice germ oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 79: 413-418 (2002)
14. AOCS. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society. 4th ed. AOCS press, Champaign, IL, USA (1990)
15. SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1990)
16. Park, K.D., Choi, J.H. and Sung, H.S. Color evaluation of commercial dehydrated tea-products by hunter-lab tristimulus colorimeter. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 11: 25-30 (1982)
17. Ryu, K.C., Chung, H.W., Lee, G.D. and Kwon, J.H. Color changes and optimization of organoleptic properties of roasted *polygonatum odoratum* tea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 831-837 (1997)
18. Lane, R.H., Qureshi, A.A. and Salser, W.A. Tocotrienols and tocotrienol-like compounds and methods for their use. U.S. Patent 5,591,772 (1997)
19. Kim, Y.E., Kim, I.H. and Lee, Y.C. Effects of roasting process and antioxidants on oxidative stability of perilla oils. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 379-382 (1997)
20. Kim, H.W. Studies on the antioxidative compounds of sesame oils with roasting temperature. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 246-251 (1997)
21. Moreau, R.A., Hicks, K.B. and Powell, M.J. Effects of heat pretreatment on the yield and composition of oil extracted from corn fiber. *J. Agric. Food Chem.* 47: 2867-2871 (1999)

(2003년 4월 2일 접수; 2003년 5월 19일 채택)