KOREAN J. FOOD COOKERY SCI.
Vol. 26, No. 6, pp. 872 ~886 (2010)

현미의 볶음 처리 유무와 첨가량이 선식의 영양적 관능적 특성 및 산화안정성에 미치는 영향

이병용 · 오진환 · 김미현 · 장기효 · 이재철 · 서정희†
강원대학교 식품영양학과

Influences of Roasted or Non-roasted Brown Rice Addition on the Nutritional and Sensory Properties and Oxidative Stability of *Sunsik*, Korean Heated Cereal Powder

Byung Yong Lee, Jinhwan O, Mi-Hyun Kim, Ki-Hyo Jang, Jae-Cheol Lee and Jeonghee Surh†
Department of Food and Nutrition, Kangwon National University

Abstract

Six kinds of *sunsik* containing different contents of brown rice(BR; 20, 30, and 50%) were prepared and subjected to various processing conditions(with or without roasting at 200°C for 20 min e.g., designated as RBR50 or BR50) to assess their functionality as ready-to-eat foods. They were also assessed for their nutritional and sensory properties and oxidative stability. Dietary fiber contents were proportionate to the levels of added BR. Protein was highest in RBR50 ($p<0.001$), which also had the highest amounts of free and structural amino acids. The amount of free amino acids tended to increase with roasting, although most amino acids were present in structural form. Oleic acid and linoleic acid were the predominant fatty acids in all prepared *sunsik*, and RBR50 presented noticeably higher peroxidability index due to its higher amount of linoleic acid($p<0.05$). Nevertheless, RBR50 showed good oxidative stability; this phenomenon was observed in all *sunsik* with roasted BR but not in those with non-roasted BR. It is implied that potential antioxidants might have been newly formed or converted from their precursors while BR was roasted. Roasting process also had an impact on the sensory properties of *sunsik*, e.g., *sunsik* with added roasted BR showed lower dissolution and darker color intensity compared to its counterpart *sunsik*.

Key words: *sunsik*, brown rice, roasting, oxidative stability

I. 서 론

최근 현대인의 바쁜 일상생활로 편의식 위주의 식사가 늘어나고 있고, 더불어 소비자의 건강 지향적인 욕구도 함께 증가함에 따라, 편의식에 영양성 및 기능성을 부가시킨 제품을 연구 · 개발하고자 하는 움직임이 활발해지고 있다(Kim EM와 Kim HS 2002, Bae JH 등 2003, Jeon JR와 Kim J 2004, Yun S 등 2010). 이러한 움직임은 특히, 전통적 개념의 식사를 대신하고 있는 빵, 시리얼, 선식 등에 적용되어, 자연친화적이며 건강지향적인 식품 소재들이 부가된 다양한 제품 개발 연구들이 보고되고 있다(Kim EM와 Kim HS 2002, Kim MH와 Shin MS 2003, Kim JH 등 2004, Kim JH 등 2005).

본 연구에서는, (i) 식사대용식, 편의식으로 소비가 증가되고 있고(Kim EM와 Kim HS 2002, Chung SS와 Han YS 2003), (ii) 곡물, 두류 등의 천연 식품소재를 주원료로 하여 자연식으로 인식되고 있으며(Kim EM와 Kim HS 2002), (iii) 주원료인 보리, 현미, 검정콩 등의 곡류와 두류에서 항산화성과 발암 억제 효과 등 기능성이 보고됨에 따라(Flight I와 Clifton P 2006) 건강식으로도 인식되고 있는 선식을 연구 대상 식품으로 선정하였다. 또한, 선식에 부가될 기능성 식품소재의 선정에 있어서도, 선식에 대한 소비자들의 이러한 인식도를 반영하고자 하였다. 즉, 식사대용식으로서의 선식은 포만감을, 간식으로서의 선식은 저칼로리와 다이어트의 특성을, 자연식과 건강식으로서의 선식은 기능성 천연 식품 소재가 강화된 선식을,

†Corresponding author: Jeonghee Surh, Department of Food and Nutrition, Kangwon National University
Tel: 033-570-6884
Fax: 033-570-6889
E-mail: jsurh@kangwon.ac.kr

그 개발 지향점으로 하여, 이를 충족시킬 수 있는 소재를 선정하여 선식에 강화하고자 하였다. 일례로, 당뇨병 환자를 위한 선식(Kim JH 등 2004), 영양균형선식(Kim JH 등 2004, Kim JH 등 2005) 등 기능성 건강 선식을 개발하고자한 선행연구들을 살펴보면, 대상 소비자들의 건강지향점을 목표로 하고, 이를 충족시킬 수 있는 곡물, 채소류 및 어패류들을 선정하여 선식에 첨가 혹은 강화시키는 전략을 취하고 있었다. 본 연구에서는 소비자의 선식에 대한 인식도를 바탕으로 하여 추출된 키워드인, 포만감, 저칼로리, 다이어트, 기능성 등을 충족시켜 줄 식품소재로 현미를 선정하였다. 이는 현미가 (i) 벼의 겉겨만 제거되고 쌀겨와 배아가 그대로 남아 있어, 단백질, 각종 비타민, 필수지방산 등의 영양성분이 풍부하고 특히 섬유소의 함량이 높다는 사실과(Choe JS 등 2002, Kim MH와 Shin MS 2003, Park J 등 2003, 조무호와 김석중 2005, Lee MH와 Oh MS 2006), (ii) 현미 속 섬유질은 소화를 지연시키고 음식물의 장내 체류시간을 늘림으로써 적게 먹고도 포만감을 줄 수 있어(Charalampopoulos D 등 2002, Flight I와 Clifton 2006), 저칼로리, 다이어트의 욕구를 충족시킬 수 있으며, (iii) 또한, 현미에는 항암, 항산화, 혈압강하, 콜레스테롤 저하 등의 효과를 발휘하는 폴리페놀(polyphenols), 감마오리자놀(γ-oryzanol), GABA(γ-aminobutyric acid), 옥타코사놀(octacosanol) 등의 다양한 생리활성물질이 함유되어 있어(Xu Z 등 2001, 조무호와 김석중 2005, Lee MH와 Oh MS 2006), 기능성 식품소재를 선호하는 건강지향적인 욕구도 충족시킬 수 있을 것으로 사료되었기 때문이다.

특히, 본 연구에서는, 선식의 주원료에 이미 포함되어 있는 현미를 선식에 강화함에 있어 다음의 두 가지 사실을 고려하고자 하였다. 첫째, 기존의 선식 제품들은 원료소재들의 배합비를 결정함에 있어, 식품학적, 영양학적 효능에 대한 충분한 연구 없이 전통적 섭취(historical use)에 근거하여 그 배합비율을 결정하는 경우가 많았다. 둘째, 선식의 제조공정은 곡물에 따라, '증숙・건조' 혹은 '증숙・건조・볶음'의 형태를 취하고 있다는 사실이다. 곡물을 주원료로 하는 선식에서 특정 곡물의 강화는 다른 곡물의 상대적 감소를 동반하므로, 배합비율에 따라 제품의 식품영양학적, 관능적 특성이 달라질 수 있다. 볶음(roasting) 공정 또한 원료 내 구성성분간의 화학반응을 야기할 수 있어(Kim HW 2000, Kim SH 등 2002, Sikorski ZE 등 2008) 제품의 최종 품질에 영향을 줄 수 있다. 따라서, 현미의 첨가량과 볶음 공정 유무를 달리하여 현미 강화 선식을 제조하고, 이러한 조건들이 선식의 영양적, 관능적 특성 및 산화안정성에 미치는 영향을 검토함으로써, 과학적 근거에 기반한 현미 강화 선식을 개발하는 기초 자료로 활용하고자 하였다.

II. 연구내용 및 방법

1. 실험재료

현미의 첨가량과 볶음공정이 다른 6종의 선식은 2009년 12월에 제조된 것으로 푸른솔식품(정선, 강원)으로부터 공급받았다. 실험에 사용된 선식의 조성은 Table 1과 같다. 현미와 찹쌀(국산, 대홍쌀유통)을 선식 전체 중량의 60%로 구성하였으며, 이 중 현미의 함량을 20%, 30%, 50%로 달리하였다. 특히, 현미 20%를 첨가한(이 경우 찹쌀 40%) 선식은, 제조사의 현재 시판 선식들 중, 소비자의 기호도가 높은 선식들의 기본 배합비로, 관능적 특성의 기준으로 삼고자, 이를 본 실험에 있어 현미의 최저 첨가량으로 정하였다. 또한, 현미 첨가량 증가로 인한 선식 제품의 단가 상승을 고려하여, 경제적 측면에서 소비자의 접근성이 유지될 수 있도록, 최고 현미 첨가량은 50%로 결정하였다. 그 외 첨가된 나머지 부재료는 알파콘(범아식품), 검정깨(청주곡물상회), 식물성크림(삼보상사), 마(광릉식품), 포도당(선일상사), 호두 플레이크(flake, 광릉식품), 호박 플레이크(광릉식품), 당근 플레이크(광릉식품)로, 6종 선식 시료 사이에 함량을 동일하게 유지하였다. 현미를 '증숙(steaming)-건조(drying)' 후 다른 원재료들과 혼합한 군(BR20, BR30, BR50 each for Brown Rice 20%, 30%, 50%)과 '증숙-건조-볶음(roasting)' 후 기타 선식 원재료와 혼합한 경우(RBR20, RBR30, RBR50 each for Roasted Brown Rice 20%, 30%, 50%)로 구분하였다. 현미의 볶음 공정은 stainless steel 재질의 주물에서 이루어졌으며, 초기 온도는 140℃, 볶음처리가 끝난 현미 입자의 온도는 약 200℃로 20 min 동안 처리되었다. 6종 선

Table 1. Formula for the preparation of *sunsik* with different contents of roasted or non-roasted brown rice

(unit: %)[1)]

Ingredients	BR20	BR30	BR50	RBR20	RBR30	RBR50
brown rice[2)]	20	30	50	20	30	50
glutinous rice	40	30	10	40	30	10
α-corn	18	18	18	18	18	18
black sesame seed	8	8	8	8	8	8
vegetable cream	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
hemp	4	4	4	4	4	4
glucose	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
walnut flake	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
pumpkin flake	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
carrot flake	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

1) The total amount of brown rice and glutinous rice was adjusted to 60% of the formula.

2) Brown rice was either roasted(RBR20, RBR30, RBR50) or non-roasted(BR20, BR30, BR50).

식에 함유된 찹쌀은 모두 증숙-건조-볶음의 공정을 동일하게 거친 후 다른 원료들과 혼합되었다. 이 후 혼합된 선식원료들은 분쇄 · 균질화되었다. 제조된 선식은 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate)/폴리에틸렌 재질의 포장재로 포장한 후 실온에 보관하였으며, 개봉 이후에는 -20℃에 보관하면서 사용하였다. 개봉 이후 3일 이내에 수분, 조지방, 조단백, 회분, 지방산을 분석하였고, 7일 이내에 아미노산, 무기질, 식이섬유를 정량하였다.

2. 일반 성분 분석

시료의 일반성분은 AOAC 방법에 준하여 분석하였다(AOAC 1990). 수분은 105℃ 건조기(OF-12, JEIO TECH, Kimpo, Korea)를 이용한 상압가열건조법으로, 조회분은 백색에서 회백색의 회분이 얻어질 때까지 550℃ 회화로(MF31G, JEIO TECH)에서 시료를 완전 회화시킨 직접회화법으로 분석하였다. 조단백질은 킬달 분해 장치(Digestion unit K-424, Buchi, Switzerland), 증류 장치(Kjelflex K-360, Buchi), 적정 장치(702 SMTitrino Metrohm, Buchi)를 연속적으로 사용하여 micro-Kjeldahl법으로 분석한 후, 질소계수 6.25를 곱하여 시료의 조단백질 함량을 산출하였다. 조지방 함량은 diethyl ether를 용매로 하여 Soxhlet 장치(E-816, Buchi, Switzerland)를 사용하여 추출하였다. 수분의 경우, 장시간의 건조로 인한 시료의 지나친 열화 및 산화의 가능성을 고려하여 부가적으로 적외선 수분측정기(MB45 Moisture Analyzer, OHAUS, Switzerland)를 이용하여 병행 측정하였다. 탄수화물은 100 - (수분+조회분+조단백질+조지방)의 식으로 계산하여 그 값을 표시하였고, 모든 일반성분의 분석은 3회 반복 실시하여 평균값을 취하였다.

3. 식이섬유 분석

현미 첨가량에 따른 선식의 식이섬유 함량을 비교 분석하기 위해, 6종 시료에 대해 식이섬유를 분석하였다. 분석은 AOAC 방법(Enzymatic method 985.29)에 따라, 열에 안정한 효소들(amylase, protease, amyloglucosidase)을 시료에 처리한 분해(digestion) 단계, ethanol을 가하여 식이섬유를 침전시킨 단계, 여과(filtration) 단계(Fibertec System E 1023 Filtration Module, Foss, Switzerland)를 순차적으로 거쳤다. 이 후, 얻어진 반응물을 105℃ 상압가열건조법으로 항량이 될 때까지 건조시켰다. 이렇게 건조된 반응물을 첫째, 회화 처리하여 반응물 속의 회분 함량을 산출하였고, 둘째, 효소에 의한 분해단계에서 분해되지 않고 남아있는 시료 속 단백질의 함량을 산출하기 위해, 건조된 반응물의 단백질 함량을 micro-Kjeldahl법으로 분석하였다. 반응물의 건조중량에서 회분과 단백질의 함량을 차감함으로써, 시료에 들어있는 식이섬유의 함량을 산출하였다.

4. 무기질 분석

선식 시료를 균질하게 혼합한 후 일정량(0.2 g)을 취하여 H_2O_2 7 mL, HNO_3 2 mL를 가한 후 마이크로파 시료용해장치(Microwave Digestion System, Ethos Touch Control, Milestone Inc, Italy)를 사용하여 시료를 다음의 온도조건으로 분해 추출하였다. 먼저 선식 시료의 온도를 3분 동안 85℃까지 상승시키고, 이후 9분 동안 145℃까지 상승 시킨 후, 다시 4분 동안 180℃까지 올려 15분간 유지시켰다. 이렇게 분해된 시료를 증류수로 20배 희석한 후 ICP-AES(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometer, Vista-Pro, Varian, Australia)에 주입하여 refected power는 1.2 kw, flow gas는 argon, plasma flow는 15 L/min, auxiliary gas flow rate은 1.5 L/min, nebulizer gas flow rate은 0.7 L/min의 조건에서 정량 분석하였다.

5. 아미노산 분석

6종의 선식 시료에 대해 구성 아미노산과 유리 아미노산을 분석하였다. 먼저, 구성아미노산 분석을 위한 전처리는, 시료 약 400~500 mg에 6 N HCl를 약 10 mL 첨가한 후 110℃에서 22 hr 동안 가수분해 하였다. 이후 진공농축과 건조과정을 통해 HCl을 제거하였고 증류수를 첨가하여 100 mL로 정용한 후 0.45 μm syringe filter로 여과시켜 아미노산 분석기에 주입하였다. 유리아미노산 분석을 위해서는, 50 mL 원심분리관에 시료 약 5 g과 70% 에탄올 30 mL를 넣어 1 hr 동안 교반한 후 10분간 방치시켰다. 이 추출물을 15,000 rpm에서 15 min 동안 원심분리한 후 상등액은 농축플라스크로 옮기고, 남은 침전물에는 70% 에탄올 25 mL를 넣어 교반과 원심분리 과정을 2회 추가 반복하여 얻어진 상등액을 모두 합하였다. 농축플라스크에 모은 추출액을 진공농축한 후 증류수를 첨가하여 150 mL로 정용하고 0.45 μm syringe filter로 여과한 후 아미노산 분석기에 주입하였다.

가수분해한 시료를 이온교환수지 컬럼에 통과시킨 후, 다양한 pH와 이온강도를 가진 buffer를 칼럼에 흘려 아미노산들을 분리하고, 이들 아미노산을 고온의 reaction coil에서 ninhydrin과 반응시켜 발색 화합물을 형성시켰다. 형성된 화합물들을 570 nm와 440 nm의 파장에서 흡광도를 측정함으로써 각각의 아미노산들을 정량하였다. 실험에 사용된 아미노산 분석기는 Hitach L-8800 Amino acid Analyzer(Hitachi, Japan), 컬럼은 Ion exchange column(4.6 mm × 60 mm)이었고, 컬럼 오븐 온도는 30-70℃, 반응코일 온도는 135℃, 유속은 0.35 mL/min, 시료 주입액은 20 μL 이었다.

6. 지방산 조성 분석 및 Peroxidability Index 산출

시료의 지방산은 Lepage G와 Roy CC(1986)방법에 따라 분석하였다. 균질화된 선식 시료 0.1 g에 내부 표준물질로 tridecanoic acid(C13:0) (Sigma, St. Louis, USA)를 100 mL 함유한 methanol:benzene 4:1(v/v) 혼합용액 2 mL를 넣고 vortex(KMC-1300V, Vision Scientific, Korea)로 교반하면서, 200 μL의 acetyl chloride(Sigma-Aldrich, Steinheim, Germany)를 drop-wise로 천천히 첨가하였다. 이 후, 이 반응액을 100℃에서 1 hr 동안 열처리함으로써 methanolysis반응을 유도하였다. 반응 시간이 경과한 후, 찬물로 식혀 반응액을 실온으로 유지시키고, 6% K_2CO_3 5 mL를 천천히 넣어주면서 반응액을 중화시켜 methanolysis반응을 종결시켰다. 그 후, 원심분리기(5810R, eppendorf, Hamburg, Germany)를 사용하여 10℃, 3,000 rpm 에서 10 min 동안 원심분리 한 후 상층액을 취해 GC-FID (Gas Chromatograph-Flame Ionization Detector)에 주입하였다.

지방산 분석을 위한 GC는 YL 6100GC(Young lin, Anyang, Korea), 컬럼은 J&W Durawax(30.0 m × 320 μm × 0.25 μm) (J&W Scientific, Folsom, CA, USA)를 사용하였다. Injector와 Detector(FID) 온도는 모두 200℃, 시료주입량은 1 μL, 이동상 기체 N_2의 유속은 1 mL/min이였다. 컬럼 온도는 90℃에서 5 min 동안 유지하고 180℃까지 10℃/min의 속도로 상승시켜 3분간 유지하고, 180℃에서 195℃까지는 3℃/min, 195℃에서 199℃까지는 1℃/min, 199℃에서 202℃까지는 4℃/min으로 상승시킨 뒤 5분간 유지하였다. 이후 212℃에서 240℃까지 1℃/min으로 상승시킨 후, 최종온도 240℃에서 20 min 동안 유지하는 temperature-gradient 분석조건으로 설정하여, 총 33개의 지방산에 대해 분석하였다. 33개의 개별 지방산 각각에 대해 "농도 vs. peak 면적"의 표준정량곡선들을 작성하여 선식 시료의 지방산을 정량하였다.

선식 시료의 peroxidability index(PI, 산화가능 지수)는 지방산(fatty acid, FA) 조성을 기준으로 하여 다음과 같이 산출하였다(Cortinas 등 2003); PI = (% monoenoic FA×0.025) + (% dienoic FA×1) + (% trienoic FA×2) + (% tetraenoic FA×4) + (% pentaenoic FA×6) + (% hexaenoic FA×8).

7. 현미첨가량과 볶음공정에 따른 선식의 산화 안정성 평가

Kornbrust와 Mavis(1980)의 방법에 따라, 선식시료를 철(iron)과 ascorbic acid를 포함하는 산화유도시스템에 노출시킨 후, 시간의 경과에 따라 산화생성물인 malondialdehyde(MDA)를 측정함으로써, 현미 첨가량과 볶음 공정에 따른 6종 선식의 산화 안정성을 비교 평가하였다. 시료 2 g을 50 mL tube에 정량하고 1.15% KCl(Showa Chemical Industry Co., Tokyo, Japan) 21 mL을 첨가하여 homogenizer(Wise Mix HG-15, Daihan Scientific, Seoul, Korea)로 1분 동안 균질화하였다. 이 중 2.5 mL을 취하여 80 mM tris-malate buffer(pH=7.4) 12.5 mL, 5 mM $FeSO_4 \cdot 7H_2O$(Showa Chemical Industry Co.) 5 mL, 2 mM ascorbic acid(Junsei Chemical Industry Co., Tokyo, Japan) 5 mL를 차례대로 넣고 10 sec 동안 vortex mixer를 이용하여 잘 섞은 후 37℃ 항온수조에 넣었다. 반응액을 항온수조에 넣은 시점(0 min)부터, 반응 진행 후 20, 40, 60, 90, 150, 210, 270, 330 min에, 반응액 중 2 mL를 취하여 TBA(2-thiobarbituric acid, Tokyo Chemical Industry, Tokyo, Japan)-TCA(trichloroacetic acid, Wako Pure Chemical Industries, Osaka, Japan)-HCl이 혼합되어 있는 반응 시약(15% TCA+0.37% TBA in 0.25 N HCl) 4 mL를 넣고 잘 섞은 후, 100℃에서 정확히 15 min 동안 반응시켰다. 이후 차가운 물로 식혀 반응을 종결시키고 3,500 rpm에서 15 min 동안 원심분리(5810R, eppendorf, Germany) 하였다. 상층액을 UV-visible spectrophotometer(UV-1650, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 531 nm에서 흡광도를 측정함으로써 반응액 속에 형성된 MDA-TBA complex를 정량하였다. 표준 정량곡선 작성을 위해 MDA의 전구체인 1,1,3,3-tetraethoxypropane(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)이 사용되었다.

8. 관능검사

현미의 첨가량과 볶음공정 처리 유무를 달리하여 제조된 6종의 선식에 대한 관능평가는, 강원대학교 식품영양학과 재학생 중 관능평가에 훈련된 20명을 패널로 선정하여 실험목적과 선식의 품질특성에 대하여 사전 교육을 실시한 후, 5점 평점법(scoring test)으로 실시하였다. 각각의 선식은, 분말상태(40 g)로 15℃ 생수 150 mL와 함께 제시하였으며, 평가항목은 (i) 선식의 특성에 대한 관능적 평가 영역과 (ii) 그 특성에 대한 개인적 기호도 영역으로 구분하여 구성하였다. 평가된 선식의 품질특성은, 입자크기(particle size, 분말상태에서의 입자 크기), 용해성(dissolution, 선식이 물에 녹는 정도), 점도(viscosity, 선식을 물에 용해시켰을 때 걸쭉한 정도), 이향(odor, 불쾌한 냄새), 단맛(sweetness), 짠맛(saltness), 구수한 맛(tasty flavor), 색깔(color)로 '각 특성이 약한 경우'를 1점으로 하고 '그 특성이 강한 경우'를 5점으로 하여 평가하였다. 각 특성에 대한 기호도와 종합적 기호도(overall acceptability)는 '매우 나쁘다'를 1점으로 하고 '매우 좋다'를 5점으로 하여 평가하였다.

9. 선식 1회 제공량의 영양 평가

선식의 영양성분 분석 자료를 바탕으로 1회 제공량(40

g) 당 영양성분 함량을 영양평가프로그램인 CAN-pro3.0 (Computer Aided Nutritional Analysis Program version 3.0)으로 산출하였으며, 이 결과를 한국인 영양섭취 기준과 비교함으로써, 연령별 성별 영양소 섭취기준에 대한 기여도를 분석하였다.

10. 통계처리

실험 결과들은 통계처리 프로그램 SAS(version 9.1 for windows, Cary, NC, USA)를 이용하여 평균값과 표준편차로 나타내었으며, ANOVA, Duncan's mulitple range test로 유의적인 차이가 있는지를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 현미 강화 선식의 일반성분, 식이섬유 및 무기질

1) 일반성분과 식이섬유

현미의 첨가량과 볶음 공정 처리 유무를 달리하여 제조한 선식 6종의 일반성분 및 식이섬유의 함량은 Table 2와 같다. 6종의 현미첨가 선식은 수분 5.8~7.5%(6.3%), 조단백질 9.8~11.5%(10.5%), 조지방 1.9~3.7%(2.7%), 조회분 2.4~2.9%(2.6%), 탄수화물 77.2~81.0%(79.1%)의 분포를 보였으며, 이들 일반성분의 함량은 단백질, 수분(적외선수분 측정법에 한함)을 제외하고는 6종 선식 사이에 유의적인 차이가 관찰되지 않았다. 또한, 이 수치는 시판 선식 제품을 수거하여 영양성분을 분석한 Chung SS와 Han YS(2003)의 연구 결과(수분 2.4~4.8%, 조단백질 16.8~20.1%, 조지방 3.4~11.2%, 조회분 2.3~2.7%)와 비교하면, 수분은 다소 높고, 조단백질과 조지방의 함량은 상대적으로 낮아 차이를 보였다. 이는, 다양한 곡류, 채소류, 해조류 등을 원료로 하는 선식의 제조 방식과, 각 선식 제품들의 원료 구성 및 배합의 차이에 따라 일반성분의 함량이 영향을 받기 때문으로 볼 수 있다(Chung SS와 Han YS 2003). 한편, 6종 선식의 식이섬유 함량은 5.42~7.16%의 분포를 보였으며, 현미 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었다. 이는, 식품성분표에서 보고된 것과 같이, 현미의 식이섬유 함량이 대략 3.3%로, 6종 선식에서 현미와 함께 주원료로 사용된 찹쌀의 식이섬유 함량인 0.6%에 비해 5배 이상 더 높다는 사실과 관련이 있을 것이다(National Rural Resources Development Institute RDA 2007). 즉, 식이섬유가 풍부한 현미를 많이 첨가한 선식일수록, 식이섬유를 상대적으로 적게 보유한 찹쌀의 함량은 낮아지게 되므로(현미+찹쌀이 선식의 60%를 구성), 전체적으로 현미 첨가량이 높은 선식에서 식이섬유 함량이 높게 나타난 것이다. 유사한 예로, Lee MH와 Oh MS (2006)는 쿠키 제조 시 밀가루를 대체하여 첨가한 현미의 함량이 높을수록 제조된 쿠키의 식이섬유 함량도 비례적으로 높았다고 보고하였다. 6종의 현미 강화선식에 함유된 식이섬유(dietary fiber)의 함량은 Chung SS와 Han YS(2003)가 보고한 시판 선식 제품의 조섬유(crude fiber) 함량(2.49~4.22%)보다는 높았고, β-glucan 함량이 높은 것으로 알려진 보리로 만든 미숫가루(parched barley powder)의 식이섬유 함량인 7.4%와 유사한 수준이었다(National Rural Resources Development Institute RDA 2007). 식이섬유는 (i) 특히 수용성일 경우, 수분을 흡수하여 음식물의 점도를 높임으로써 소화기관에 머무르는 시간을 늘려 공복감을 지연시킬 수 있고, (ii) 콜레스테롤의 원료가 되는 담즙산을 흡착하여 함께 배설함으로써 혈중 콜레스테롤치를 낮출 수 있으므로, 풍부한 식이섬유를 함유한 위 6종 선식은 다이어트와 변비 개선 및 관상심장질환(coronary heart disease)의 예방에 부분적으로 기여할 수 있을 것이다(Charalampopoulos D 등 2002, Flight I와 Clifton 2006).

Table 2. Proximate composition(%) of *sunsik* depending on brown rice addition and its roasting[1)]

Samples	Moisture, 105℃[2)]	Moisture, IR[2)]	Crude Protein	Crude fat	Ash	Carbohydrate	Dietary Fiber[3)]
BR20	5.8±0.1	5.9±0.4[b]	10.9±0.1[b]	1.9±0.8	2.7±0.1	78.6±1.0	6.69
BR30	6.3±0.2	6.4±0.1[a]	10.5±0.1[c]	3.0±0.6	2.6±0.3	81.0±5.2	6.16
BR50	6.4±0.1	6.6±0.0[a]	10.0±0.2[d]	2.8±1.7	2.4±0.2	77.2±0.5	7.00
RBR20	6.0±0.0	6.6±0.1[a]	10.5±0.0[c]	2.8±0.7	2.7±0.1	77.9±0.8	5.42
RBR30	6.0±0.0	6.5±0.1[a]	9.8±0.2[d]	3.7±2.1	2.5±0.2	79.5±4.6	6.52
RBR50	7.5±2.7	6.5±0.1[a]	11.5±0.2[a]	1.9±0.5	2.9±0.0	80.2±7.9	7.16
Mean	6.3	6.4	10.5	2.7	2.6	79.1	
Significance	NS[4)]	p<0.01	p<0.001	NS	NS	NS	

1) a-d: Values with different superscripts in the same column are significantly different.
2) Moisture contents were measured with 105℃ oven drying method and Infrared(IR) Moisture Analyzer.
3) The content was presented only with the mean of triplicated experiments because the amount of sample that was subjected to individual set of analysis was small.
4) Statistically not significant.

Table 3. Essential minerals of *sunsik* depending on brown rice addition and its roasting[1)]

Samples	Quantity Elements(μg/g)					Minor Elements(μg/g)		
	Ca	Mg	P	Na	K	Fe	Zn	Cu
BR20	1,726±168[ab]	1,171±201[ab]	4,114±739	39±5	6,587±765	17.7±1.7	14.3±1.6[a]	2.3±0.5
BR30	1,542±371[abc]	971±157[bc]	3,472±508	39±3	6,058±818	15.9±3.1	11.5±2.2[b]	1.7±0.9
BR50	1,345±54[c]	919±94[c]	3,441±236	36±1	5,796±331	15.0±0.9	11.0±1.0[b]	1.3±0.2
RBR20	1,417±70[bc]	1,218±116[a]	3,908±373	37±4	6,060±670	20.2±5.3	14.7±1.3[a]	2.0±0.4
RBR30	1,770±101[ab]	953±12[bc]	3,785±33	38±1	6,928±149	16.7±0.9	11.4±0.2[b]	1.7±0.3
RBR50	1,850±173[a]	1,000±59[abc]	3,885±213	36±2	6,837±439	15.8±1.6	12.5±0.8[ab]	1.9±0.6
Mean	1,608	1,039	3,767	38	6,378	16.9	12.5	1.8
Significance	p<0.05	NS[2)]	NS	NS	NS	NS	p<0.05	NS

[1)] [a-c]: Values with different superscripts in the same column are significantly different.
[2)] Statistically not significant.

2) 무기질

일반성분 분석 결과에 의하면(Table 2), 선식에 함유된 조회분(crude ash)의 함량은 현미의 첨가량과 볶음 공정 유무에 관계없이 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 조회분은 회화 이후 남겨진 무기물들의 총량으로, 일반적으로 총 무기질 함량을 대표한다고 볼 수 있다. 따라서, 조회분의 결과는 6종 선식 사이에 무기질 함량이 큰 차이가 없을 것을 시사하였다. 그러나, 식품의 영양적 가치 평가에 있어 (i) 총 무기질의 함량뿐 아니라 무기질의 조성(compositions) 및 개별 무기질의 함량이 중요하고(The Korean Nutrition Society 2005), (ii) 선식의 주원료인 곡류는 종류, 품종, 계통, 토양의 조건뿐 아니라 도정도에 따라 무기질의 함량 및 조성이 변화될 수 있으므로(Kim M 등 2004), 본 실험에서는 5종의 다량무기질(quantity elements), 칼슘(calcium, Ca), 마그네슘(magnesium, Mg), 인(phosphorous, P), 나트륨(sodium, Na), 칼륨(potassim, K)과 3종의 미량무기질(minor elements), 철(iron, Fe), 아연(zinc, Zn), 구리(copper, Cu)를 분석하여 비교하였다(Table 3). 이 중 인과 나트륨을 제외한 6종의 무기질은 영양학적 중요성에 비해 식생활로부터 공급이 높지 않아, 식이를 통해 충분히 섭취될 것이 권장되고 있는 대표적 영양소이다(The Korean Nutrition Society 2005). 현미의 첨가량과 볶음 공정 유무에 관계없이 6종 선식에 함유된 무기질의 함량은 K > P > Ca > Mg > Na > Fe > Zn > Cu로, 양적으로 동일한 순서로 검출되었다(Table 3). 일반적으로 곡물에 가장 많이 함유되어 있는 무기질은 P로 알려져 있고(Kim M 등 2004), 일반선식의 무기질 조성을 평가한 Kim JH 등(2005)의 연구에서도 P가 가장 많이 검출되었으나, 본 연구에서는 K의 함량이 P에 비해 1.6~1.8배 높은 것으로 확인되었다. 식품성분표에 따르면, 동일 중량의 쌀을 기준으로 할 때, K의 함량은 현미(326 mg/100 g)가 백미(163 mg/100 g)보다 2배 정도 높았다(National Rural Resources Development Institute RDA 2007). 이는, 본 연구에서 검토된 현미 선식의 K 함량이, 타 연구에서 수행된 일반선식의 K 함량에 비해 상대적으로 더 높았다는 결과를 부분적으로 설명할 수 있다. 6종의 선식에 함유된 P의 함량은 100g 중량을 기준으로 하여 환산하면, 344~411 mg의 수준으로, Kim JH 등(2005)이 개발한 영양균형선식의 P 함량(458 mg/100 g)보다도 낮았다. 이러한 결과는, (i) 최적의 칼슘 흡수를 위해 칼슘:인의 섭취비율이 1:1로 권장되고 있음에도 불구하고, 우리나라 성인에게 있어 두 무기질의 섭취량 비율이 1:2 라는 점과, (ii) 최근 콜라음료와 인산 식품첨가제 사용으로 인해 인의 과잉섭취 인구가 증가하는 추세를 고려할 때(The Korean Nutrition Society 2005), 일반선식에 비해 현미가 강화된 선식을 선택하여 섭취할 경우, 한국인의 불균형한 무기질 섭취를 개선하는데 일부 기여할 수 있음을 시사하였다. 한편, (i) 6종 현미 강화 선식의 주원료가 현미와 찹쌀(백미)이었고, (ii) 곡류의 무기질 함량은 도정률이 증가할수록 감소하는 경향을 보이는 것으로 알려져 있으므로(Choe JS 등 2002), 현미의 첨가량을 달리하여 제조된 위 6종 선식의 경우, 현미 첨가량이 높을수록 상대적으로 백미 함량은 감소하게 되므로, 현미 첨가량에 비례하여 조회분 및 개별 무기질의 함량이 증가할 것으로 예상하였다. 그러나, 분석결과, Ca와 Zn을 제외한 개별 무기질의 함량(Table 3) 및 무기질의 총량을 대표하는 조회분 함량(Table 2) 모두에서 현미의 첨가량에 따른 유의적 차이는 관찰되지 않았다.

2. 현미 첨가와 볶음공정이 선식의 아미노산 및 지방산 조성에 미치는 영향

1) 유리 및 구성 아미노산

곡류의 아미노산은 선식의 풍미 특히 구수한 맛과 향에 밀접하게 연관될 수 있으므로, 현미의 첨가량 및 볶음 공정 유무에 따른 아미노산 조성의 변화를 살펴보았다. 선식 100 g 당 함유되어 있는 아미노산의 총량은 6,891~8,403 mg의 분포를 보였으며, 이 중 구성 아미노산은

Table 4. Amino acids and nitrogen compounds profile of *sunsik* with different contents of roasted or non-roasted brown rice

(unit: mg/100g)[1)]

Amino acid	BR20			BR30			BR50			RBR20			RBR30			RBR50		
	Free	Structural	Total	Free	Structural	Total	Free	Structural	Total	Free	Structural	Total	Free	Structural	Total	Free	Structural	Total
Phosphoserine	8	214	222	9	163	173	8	203	211	9	277	287	9	207	216	10	210	219
Phosphoethanolamine	22	nd2)	22	25	nd	25	20	nd	20	22	nd	22	23	nd	23	23	nd	23
Aspartic acid	11	589	600	11	619	631	10	660	670	11	647	658	11	629	640	12	765	777
Threonine	4	265	269	4	262	266	3	281	285	4	302	306	4	284	288	4	321	325
Tryptophan	3	nd	3	3	nd	3	3	nd	3	4	nd	4	3	nd	3	4	nd	4
Serine	17	322	339	17	324	341	15	357	372	18	385	403	18	367	385	18	406	424
Glutamic acid	7	1,253	1,261	10	1,222	1,232	9	1,279	1,288	10	1,417	1,427	9	1,160	1,169	10	1,412	1,423
Glycine	3	278	281	3	300	304	3	317	320	4	322	325	3	315	318	4	380	384
Alanine	14	396	410	15	379	394	13	405	418	15	439	455	15	400	415	16	458	474
Citrulline	2	nd	2	2	nd	2	2	nd	2	2	nd	2	2	nd	2	2	nd	2
α-amino-n-butyric acid	2	29	31	2	26	28	2	26	28	2	30	32	2	43	46	2	30	32
Valine	5	367	371	5	392	397	5	398	403	5	404	409	5	409	414	5	453	458
Cystine	nd	102	102	nd	44	44	nd	104	104	nd	105	105	nd	46	46	nd	117	117
Methionine	1	135	136	1	116	118	1	135	136	1	152	153	1	132	134	2	167	169
Cystathionine	2	nd	2	2	nd	2	2	nd	2	2	nd	2	2	nd	2	2	nd	2
Isoleucine	2	288	290	2	288	290	2	302	304	2	315	317	2	302	304	2	343	345
Leucine	2	656	658	2	593	596	2	621	623	2	717	719	2	628	630	2	681	684
Tyrosine	2	171	173	2	137	140	2	213	215	2	222	224	2	211	213	2	248	250
Phenylalanine	2	347	349	3	332	334	2	341	343	2	366	368	2	353	355	3	398	401
β-Alanine	2	70	72	2	10	13	2	nd	2	1	12	13	1	69	70	2	nd	2
γ-Amino-n-butyric acid	12	14	26	12	13	25	12	12	24	12	18	30	12	13	26	13	15	28
Ethanolamine	1	9	10	1	8	9	1	9	10	1	7	8	1	nd	1	1	10	12
Ammonia	3	96	99	3	88	91	3	94	96	3	101	104	3	96	100	4	101	104
Ornithine	nd	nd	nd	nd	6	7	nd	6	6	nd	36	36	nd	nd	nd	nd	13	13
Lysine	3	247	250	3	257	259	3	276	279	3	263	266	3	252	255	3	305	308
Histidine	2	186	188	2	178	180	2	184	187	2	195	197	2	191	194	2	215	217
Carnosine	3	80	83	2	61	63	3	63	66	3	62	64	4	75	78	3	52	55
Arginine	34	455	489	34	487	521	31	578	609	40	578	618	39	578	617	41	693	734
Proline	4	433	437	3	381	384	3	402	405	4	461	465	3	406	409	3	414	417
Total	173	7,002	7,175	183	6,688	6,871	166	7,266	7,432	187	7,830	8,017	186	7,167	7,353	196	8,207	8,403

[1)] All Values are the averages of duplicated experiments.
[2)] Not detected.

6,688~8,207 mg, 유리 아미노산은 166~196 mg로(Fig. 1), 대부분 구성 아미노산의 형태로 존재하였다. 현미 첨가량에 따른 아미노산의 비례적 변화는 관찰되지 않았지만, 현미가 볶아서 첨가된 선식이 볶지 않고 첨가된 선식에 비해 유리 아미노산의 함량이 증가하는 현상을 나타내었다(Fig. 1). 이러한 현상은, 증숙 건조한 현미를 200℃의 온도에서 볶는 과정 중, 고온에 의한 단백질의 열분해(pyrolysis)에서 기인한 것으로 해석된다. 유리 아미노산이 특히 식품의 풍미와 직접적으로 연관되는 점을 감안할 때, 선식 제조에 있어 현미의 볶음 공정 처리 유무는 아미노산의 조성 뿐 아니라 선식의 관능적 특성에도 영향을 줄 수 있을 것으로 예상할 수 있다.

6종 선식 중, 조단백질의 함량 및 총 아미노산의 함량이 가장 높았던 RBR50(볶은 현미 50% 첨가) 선식 및 비교의 목적으로 BR50(볶지 않은 현미 50% 첨가) 선식의 아미노산 조성 및 함량을 Table 4에 나타내었다. 현미의 첨가량과 볶음 공정 유무에 관계없이 6종 선식에 함유된 아미노산의 함량은 glutamic acid > aspartic acid ≈ leucine

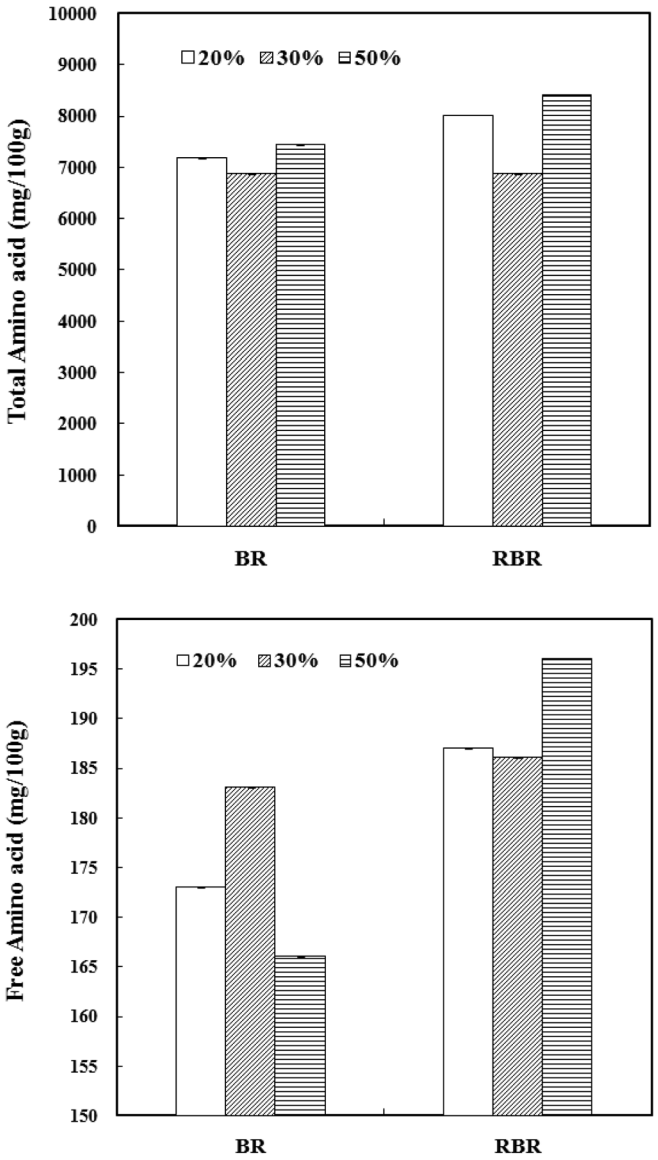

Fig. 1. Changes in total amino acids(top) and free amino acids (bottom) of *sunsik* with different contents of roasted or non-roasted brown rice.

> alanine > serine으로, 양적으로 동일한 순서로 검출되었다. 이 결과는, 일반 선식 및 영양강화선식의 아미노산 조성을 분석한 Kim JH 등(2005)의 연구결과와 일치하였다. 선식은 구성하는 곡류의 종류 및 이들 곡류의 배합비에 따라 다양한 제품이 가능함에도 불구하고, 선식에 함유된 아미노산을 그 양이 많은 순서대로 배열할 때, 동일한 순서로 나타났다는 사실은, 곡류에 분포하는 주요 아미노산이 유사하기 때문으로 해석할 수 있다(National Rural Resources Development Institute RDA 2007). 6종의 선식에서 관찰된 아미노산 중, 분자량이 작은 alanine과 serine은 감미를 주는 것으로 알려져 있고, glutamic acid는 자신은 맛이 거의 없으나 상승작용이 강한 아미노산으로 알려져 있다(Lindsay RC 2008). 따라서, 선식에서 가장 많이 검출된 glutamic acid는 alanine과 serine이 제공하는 단맛을 상승시켜줄 것으로 기대할 수 있다.

현미를 첨가한 6종의 선식에서, γ-aminobutyric acid (GABA)가 24~30 mg/100 g의 수준으로 검출되었다(Table 4). GABA는 신경전달물질로서 신경 억제작용과 정신 안정기능, 혈압상승 억제작용 등의 기능성이 보고되고 있으며, 현미의 식품영양학적, 기능적 가치를 설명할 때, 현미 속 GABA의 기능성이 인용되고 있다(Choi HD 등 2004, Lee JH 등 2009). 6종의 현미선식에 함유된 GABA의 함량은 Choi HD 등(2004)이 현미에서 검출한 양 1.80 mg/100 g에 비해 상대적으로 높았다. 이러한 결과는 선식의 제조공정과 선식의 아미노산 조성이 일부 영향을 주었을 것으로 보인다. 즉, 첫째, 현미 속 GABA의 함량은 곡물의 품종이나 저장조건 뿐 아니라, 현미를 침지(soaking)하는 공정을 통해 증가할 수 있기 때문이다(Choi HD 등 2004, Lee JH 등 2009). Choi HD 등(2004)은 침지온도(10~50℃)와 침지시간(1~8 hr)을 달리하여 현미를 물속에 침지시킨 후 GABA의 함량을 모니터한 연구에서, 침지 후 GABA의 함량이 침지 이전보다 유의적으로 증가하였고, 또한, 침지온도와 시간에 비례적으로 GABA의 함량이 증가하는 경향을 관찰하였다. 선식은, 곡물을 세척하고 난 후 증숙(steaming)에 앞서 물에 침지하는 공정을 포함하고 있고, 따라서 이 공정과정이 현미에 내재하는 GABA의 함량을 증가시키는 데 기여했을 것으로 해석할 수 있다. 둘째, GABA의 함량은 glutamic acid의 존재 여부에 의해 영향을 받을 수 있다. 즉, glutamic acid는 glutamate decarboxylase의 기질로 이용되어, 이 효소에 의해 탈탄산(decarboxylation)반응을 겪음으로써 GABA로 전환될 수 있기 때문이다(Bai Q 등 2009). 따라서, 6종 선식의 아미노산 조성 중 glutamic acid가 1,232~1,423 mg/100 g의 범위로 가장 많은 양을 차지했다는 사실(Table 4)과, 대부분의 곡물에 가장 많이 존재하는 아미노산이 glutamic acid라는 사실(National Rural Resources Development Institute RDA 2007)은 GABA 함량을 증가시키는 데 기여했을 것으로 해석할 수 있다. 한편, 현미 첨가량 및 볶음공정 처리 유무가 다른 6종 선식은, GABA 함량에 있어 서로 간에 유의적 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결과는, 첫째, 6종 선식에 첨가된 현미의 첨가량이 다를지라도, 선식이 곡물의 혼합물이며 GABA가 대부분의 곡물에서 발견된다는 사실과, 둘째, GABA의 전구체인 glutamic acid의 함량이 6종 선식 사이에서 유의적인 차이가 없었다는 사실 등이 일부 영향을 주었을 것으로 해석하였다. 또한, 본 실험에서 설정된 현미 첨가량의 범위 및 볶음 공정 유무가 곡물의 혼합물인 선식에 있어서는 GABA 함량을 유의적으로 변화시킬 수 있는 임계적(critical) 차이가 아닐 가능성도 배제할 수 없다.

Table 5. Fatty acid compositions, fatty acids-related nutritional index, and peroxidability index(PI) of *sunsik*[1)]

Fatty acids		BR20	BR30	BR50	RBR20	RBR30	RBR50	Significance
Caproic acid	C6:0	0.4±0.1[a]	0.4±0.0[a]	0.5±0.0[a]	0.4±0.0[a]	0.4±0.0[ab]	0.3±0.0[b]	NS
Caprylic acid	C8:0	3.8±1.3[a]	3.6±0.3[a]	4.0±0.4[a]	3.8±0.1[a]	3.7±0.2[a]	2.6±0.2[b]	NS
Capric acid	C10:0	2.8±1.0[a]	2.7±0.2[ab]	2.9±0.3[a]	2.8±0.0[a]	2.7±0.2[ab]	1.9±0.2[b]	NS
Lauric acid	C12:0	19.5±7.0[a]	18.5±1.4[a]	19.7±2.2[a]	19.0±0.3[a]	18.6±1.3[a]	12.3±1.0[b]	NS
Myristic acid	C14:0	7.9±2.7[a]	7.7±0.5[a]	8.1±1.0[a]	7.8±0.1[a]	7.6±0.5[a]	5.1±0.4[b]	NS
Palmitic acid	C16:0	10.8±0.8	10.8±0.3	11.5±0.5	10.6±0.1	10.6±0.1	11.3±0.6	NS
Palmitoleic acid	C16:1, *cis*-9	0.1±0.0[a]	0.1±0.010[a]	0.1±0.0[a]	0.1±0.0[a]	0.0±0.1[b]	0.1±0.0[a]	p<0.05
Oleic acid	C18:1, *cis*-9	27.4±6.5	29.1±1.6	28.0±0.7	28.6±0.3	29.5±1.2	30.6±3.6	NS
Linoleic acid	C18:2, *cis*-9,12	24.7±6.9[b]	25.0±1.2[b]	23.2±2.5[b]	24.8±0.3[b]	24.9±1.0[b]	33.0±1.4[a]	p<0.05
Linolenic acid	C18:3, *cis*-9,12,15	0.2±0.1	0.2±0.0	0.2±0.0	0.2±0.0	0.1±0.1	0.2±0.0	NS
Eicosenoic acid	C20:1, *cis*-11	2.3±0.6[ab]	1.8±0.2[bc]	1.7±0.2[c]	1.9±0.0[bc]	1.7±0.0[c]	2.6±0.1[a]	p<0.01
Behenic acid	C21:0	nd[2)]	nd	nd	nd	nd	nd	
Arachidonic acid	C20:4, *cis*-5,8,11,14	0.1±0.0[b]	0.1±0.1[b]	0.2±0.0[a]	0.1±0.011[b]	0.1±0.0[b]	0.1±0.0[b]	p<0.01
Erucic acid	C22:1, *cis*-13	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Nervonic acid	C24:1, *cis*-15	0.0±0.0[c]	0.1±0.0[bc]	0.1±0.0[ab]	0.1±0.0[bc]	0.1±0.0[bc]	0.1±0.0[a]	p<0.01
SFA		45.3±12.9[a]	43.7±2.6[ab]	46.5±4.3[a]	44.4±0.5[ab]	43.6±2.3[ab]	33.4±2.2[b]	NS
MUFA		29.8±5.9	31.0±1.4	29.9±1.9	30.6±0.3	31.3±1.1	33.4±3.5	NS
PUFA		25.0±7.0[b]	25.3±1.2[b]	23.6±2.5[b]	25.1±0.3[b]	25.1±1.2[b]	33.2±1.3[a]	p<0.05
n-3 PUFA		0.2±0.1	0.2±0.0	0.2±0.0	0.2±0.0	0.1±0.1	0.2±0.0	NS
n-6 PUFA		24.8±6.9[b]	25.1±1.2[b]	23.4±2.5[b]	24.9±0.3[b]	25.0±1.1[b]	33.1±1.3[a]	p<0.05
P/S		0.6±0.4[b]	0.6±0.1[b]	0.5±0.1[b]	0.6±0.0[b]	0.6±0.1[b]	1.0±0.0[a]	p<0.05
n-6/*n*-3		207.0±111.3	137.7±5.8	146.7±34.3	145.6±2.6	93.1±80.7	202.2±8.6	NS
PI		26.1±7.2[b]	26.6±1.4[b]	25.1±2.5[b]	26.2±0.3[b]	26.2±1.4[b]	34.5±1.2[a]	p<0.05

[1)] Unit is % of total fatty acids(TFA), expect P/S and *n*-6/*n*-3 which are dimensionless. SFA, MUFA, PUFA, and PI are abbreviations for saturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, and peroxidability index, respectively. P/S and n-6/n-3 mean the ratio of PUFA contents to SFA contents and the ratio of n-6 PUFA contents to n-3 PUFA contents, respectively. a-c: Values with different superscripts in the same row are significantly different.

[2)] Not detected.

2) 지방산

선식에 함유된 지방산의 조성은 선식이 지닌 영양적 가치뿐 아니라, 산화가능성을 예측할 수 있는 지표(marker)로 활용될 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 현미의 첨가량과 볶음공정 처리 유무가 다른 선식 6종의 지방산 조성을 검토하였다(Table 5). 6종의 선식에 가장 많이 함유되어 있는 지방산은 oleic acid(27.4~30.6% of total fatty acids)와 linoleic acid(23.2~33.0% of total fatty acids)로 나타났다. 이러한 결과는, Han JG 등 (1996)과 Choe JS 등 (2002)이 현미의 주요 지방산으로 oleic acid와 linoleic acid를 보고한 결과와 일치하였다. 곡물의 혼합물인 선식의 경우, 선식을 구성하는 곡물의 종류에 따라 지방산 조성이 결정될 수 있다. 실제로, Kim JH 등(2005)은 일반선식에 함유된 주요 지방산으로 linoleic acid, behenic acid, erucic acid를 보고하였고, 이 중 linoleic acid의 함량은 전체 지방산의 38% 이상을 차지한다고 보고하였다. 6종의 현미강화 선식을 분석한 본 연구에서는, Kim JH 등(2005)이 관찰한 3개의 주요 지방산 중, 현미의 주요 지방산으로 알려진 linoleic acid를 제외하고는, 6종 선식 모두에서 behenic acid와 erucic acid가 관찰되지 않았다(Table 5). Behenic acid(C21:0)는 주로 식물성 유지 생산에 사용되는 씨앗류에 존재하고, erucic acid(C22:1, ω-9)는 양배추, 무 등의 겨자과(brassica family) 채소류가 근원(source) 식품임을 감안할 때, 선식을 구성하고 있는 곡물, 채소류의 구성 및 배합이 지방산 조성에 결정적인 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다.

RBR50(볶은 현미 50% 첨가) 선식을 제외한 5종 선식의 구성 지방산을 지방산 계열별로 살펴보면, saturated fatty acid(SFA, 43.6~46.5%), polyunsaturated fatty acid(PUFA, 23.6~25.3%), monounsaturated fatty acid(MUFA, 29.8~31.3%)의 순으로 나타났고, 이에 따라, P/S 비율은 0.5~0.6으로 산출되었다. 선식의 SFA 함량이 상대적으로 높게 나타난 것은 palmitic acid(10.6~11.5%)와 lauric acid(18.5~19.7%)에서 기인하였다. 한편, RBR50(볶은 현미 50% 첨가) 선식

의 linoleic acid(C18:2) 함량은 33.0%로 다른 5종의 선식(23.2~25.0%)에 비해 유의적으로 높게 나타났고($p<0.05$), 이러한 결과는 이 지방산의 함량을 반영하는 지표인 PUFA 함량, n-6 PUFA 함량, P/S 비율에도 영향을 줌으로써, 이들 지수(index)에서도 RBR50 선식은 다른 5종의 선식에 비해 유의적으로 높은 결과를 나타내었다. 현미의 볶음 공정 처리 유무를 제외한 모든 조건이 동일했던 RBR50 선식과 BR50(볶지 않은 현미 50% 첨가) 선식이, linoleic acid 함량에서 통계적으로 유의적 차이를 나타냄으로써, 지방산 조성을 바탕으로 하여 산출되는 peroxidability index(PI) 역시 RBR50 선식이 34.5, BR50 선식이 25.1로, RBR50 선식이 유의적으로 높은 결과를 나타내었다($p<0.05$). 지방산 조성 측면에서 보면, 식품 내부에 이중결합의 수가 많은 지방산의 비율이 증가하게 되면 일반적으로 그 식품의 산화속도는 증가하는 경향이 있으므로(McClements DJ와 Decker EA 2008), RBR50 선식의 산화안정성이 가장 낮을 것으로 예상할 수 있다. 그러나, (i) 현미에는 γ-oryzanol, ferulic acid, p-coumaric acid 등을 포함한 phenolic acids, polyphenols 등 항산화 기능을 발휘하는 성분들이 함유되어 있고(Han JG 등 1996, Xu Z 등 2001, Lee MH와 Oh MS 2006, 조무호와 김석중 2005), (ii) 볶음공정(roasting)에 의한 갈변반응(Maillard reaction)으로 항산화물이 추가적으로 생성될 수 있으므로(Kim HW 2000, Kim SH 등 2002), 산화의 기질인 지방산 이외에, 선식에 함유되어 있는 다른 산화 촉진 혹은 억제 인자들이 선식의 산화안정성에 영향을 줄 수 있으므로, 다음 단계로 6종 선식의 산화가능성을 실험적으로 평가하였다.

3. 선식의 산화안정성

6종의 선식시료 각각을 철(iron)과 ascorbic acid를 포함하는 산화유도시스템에 노출시킨 후, 산화생성물인 MDA의 생성량을 시간의 경과에 따라 측정함으로써, 6종 현미 선식의 산화안정성을 비교하였다(Fig. 2). 현미를 볶지 않고 첨가한 선식의 경우(BR20, BR30, BR50), 시간이 경과함에 따라 현미 첨가량에 관계없이 MDA의 생성량이 급격히 증가하는 현상을 보임으로써, 낮은 산화안정성을 나타내었다. 반면, 현미를 볶아서 첨가한 선식(RBR20, RBR30, RBR50)은, 측정시간(0~330 min)의 범위 안에서 MDA의 유의적 증가가 관찰되지 않음으로써, 현미를 볶지 않고 첨가한 선식에 비해 상대적 높은 산화안정성을 나타내었다(Fig. 2). 이러한 결과는, 현미의 볶음 공정 처리 유무가 위 6종 선식의 산화안정성에 영향을 줄 수 있는 중요한 인자임을 시사하고 있다. Fig. 2에서 관찰된 볶음공정에 따른 산화안정성의 차이는, 현미에 내재하고 있는 γ-oryzanol, phenolic acids, polyphenols 등의 항산화 성분만으로 설명하기는 다소 어려울 것으로 사료된다. 이는 첫째, 현미의 첨가량이 증가하면 이러한 항산화 성분의 함량도 증가하게 되는데(Lee MH와 Oh MS 2006), 본 연구에서는 현미의 첨가량에 따른 산화안정성의 차이는 거의 관찰되지 않았기 때문이다. 둘째, 동일한 현미 첨가량을 가진 선식들을 비교할 경우에도(예: BR50 vs. RBR50), phenolic acid나 polyphenols는 고온의 볶음 공정에서 일부 분해될 가능성을 배제할 수 없으므로, 볶기 전에 현미에 존재했던 항산화 성분들인 γ-oryzanol, phenolic acids, polyphenols의 함량은 오히려 볶은 후에 감소할 가능성이 있고, 따라서 그 경우 본 실험결과와는 정반대로, 볶은 현미를 함유한 선식들이 상대적으로 더 낮은 산화안정성을 보일 것으로 예상되기 때문이다. 따라서, 현미를 볶아서 첨가한 선식에서 유의적으로 더 높은 산화안정성을 보인 Fig 2의 결과는, 볶는(roasting) 공정에 의해 새로운 항산화물질이 생성되었을 가능성을 시사하고 있다. 즉, 200℃의 고온에서 현미를 볶는 과정 중, 현미에 함유된 당과 단백질 사이에는 갈변반응(Maillard reaction)이 일어날 수 있고, 이러한 반응은 항산화력을 지닌 다양한 종류의 Maillard Reaction Products들을 생성함으로써(Kim HW 2000, Kim SH 등 2002), 볶은 현미를 첨가한 선식에 항산화력을 부여한 것으로 해석할 수 있다.

4. 현미 첨가와 볶음공정이 선식의 관능적 특성에 미친 영향

현미는 그 자체가 특유의 고소한 맛을 지니고 있으며, 현미를 볶는 공정 중에 진행되는 Maillard 반응 등의 화학반응은 다양한 저분자의 휘발성 화합물들을 생성할 수 있으므로(Sikorski ZE 등 2008), 본 실험에서의 변인인 현미의 첨가량과 볶음공정은 선식의 관능적 특성에 영향을 줄 수 있을 것이다. 따라서, 본 연구영역에서는 현미 첨가량과 볶음공정 처리 유무를 달리하여 제조한 선식 6종의 관능적 특성 및 각 특성에 대한 기호도를 평가·비교하였다(Table 6, 7).

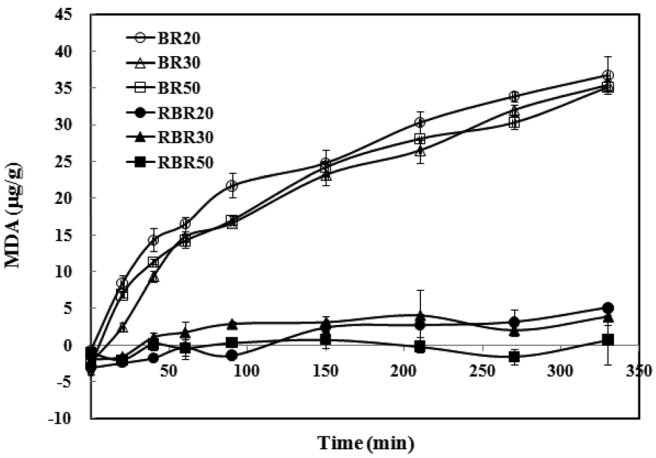

Fig. 2. Induced MDA contents of *sunsik* with different contents of roasted or non-roasted brown rice.

Table 6. Sensory characteristics of the *sunsik* with different contents of roasted or non-roasted brown rice[1)]

Characteristics	BR20	BR30	BR50	RBR20	RBR30	RBR50	Significance
Particle size	3.4±1.0	3.1±0.9	3.7±0.9	3.6±0.8	3.7±0.9	3.6±1.0	NS
Dissolution	3.0±0.9^{bc}	3.9±0.9^{a}	3.8±1.1^{a}	2.6±1.0^{c}	3.4±1.0^{ab}	3.1±1.1^{bc}	p<0.001
Viscosity	3.6±1.3^{a}	1.9±0.8^{b}	2.0±0.9^{b}	3.4±1.3^{a}	2.1±0.9^{b}	2.1±0.7^{b}	p<0.001
Odor	2.4±0.8	2.9±1.1	2.7±1.2	2.5±0.8	2.3±0.9	2.9±1.2	NS
Tasty flavor	3.1±1.0^{ab}	2.6±1.0^{b}	2.9±1.0^{b}	3.0±1.2^{b}	3.7±0.8^{a}	3.0±1.3^{b}	p<0.05
Sweetness	2.7±0.9^{bc}	2.9±1.1^{ab}	2.6±1.1^{bcd}	2.1±1.0^{d}	3.4±0.9^{a}	2.3±0.9^{cd}	p<0.001
Saltness	2.4±1.0^{ab}	2.7±0.9^{ab}	2.3±0.9^{b}	2.3±0.8^{b}	2.6±1.0^{ab}	2.9±1.1^{a}	NS
Color	2.1±0.6^{d}	3.0±0.6^{bc}	2.6±1.0^{c}	3.9±0.8^{a}	3.3±0.7^{b}	4.3±0.8^{a}	p<0.001

[1)] Sensory characteristics of the *sunsik* were assessed using the scoring test of 5-point numerical scale, i.e., ranging from 1(when the characteristic was weak) to 5(when it was strong).

5점 척도법으로 평가한 선식의 각 관능 특성의 평점범위는, 분말 입자의 크기(particle size) 3.1~3.7, 용해성(dissolution) 2.6~3.9, 점도(viscosity) 1.9~3.6, 이취(odor) 2.3~2.9, 구수한 맛(tasty flavor) 2.6~3.7, 단맛(sweetness) 2.3~3.4, 짠맛(saltness) 2.3~2.9, 색(color) 2.1~4.3의 범위로 분포하였다(Table 6). 현미의 첨가량과 볶음공정 처리 유무가 다른 6종 선식은 입자 크기와 짠맛 특성에서는 유의적인 차이가 관찰되지 않았으며, 이에 따라, 이 두 관능적 특성에 대한 기호도 역시 서로 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다(Table 7). 이취의 경우, 6종 선식 사이에 통계적으로 유의적인 차이는 관찰되지 않았으나, RBR30(볶은 현미 30% 첨가) 선식이 이취가 가장 약한 것으로 평가되어 기호도 측면에서 가장 좋은 것으로 평가되었다. 구수한 맛과 향의 관능적 특성은, 현미의 첨가량이 상대적으로 높은 선식에서 더 강할 것이라는 예상과는 달리, 현미 첨가량과 볶음공정에 따라 비례적으로 변화하는 현상을 나타내지 않았다. RBR30 선식이 유의적으로 가장 구수한 것으로 인지되었고(p<0.05), 이에 따라 기호도 역시 RBR30 선식이 유의적으로 가장 높게 평가되었다(p<0.05). 6종 선식의 단맛 특성도 유사한 경향을 나타냄으로써, RBR30 선식이 단맛 및 단맛에 대한 기호도 모두에서 유의적으로 높게 평가되었다(p<0.001). 이는, (i) 선식의 주원료가 곡물이고, 따라서, 6종 선식에서 현미 첨가량의 증가는 또 다른 주원료인 다른 곡물(여기서는 찹쌀)의 감소를 의미하며, (ii) 현미뿐 아니라 찹쌀(백미) 역시 그 고유의 구수한 맛과 단맛을 지니고 있으므로, 단순히 현미 첨가량에 의한 관능적 특성의 비례적 변화가 아닌, 주원료 사이의 배합비율에 따라 구수한 맛과 단맛의 특성 및 기호도가 달라지는 결과를 나타낸 것으로 볼 수 있다. 또한 (iii) 볶음 공정에 의한 유리 아미노산의 증가(Fig. 1)와 (iv) Maillard 반응에 의한 다양한 저분자 화합물의 생성(Sikorski ZE 등 2008)은, 선식의 주원료가 지닌 고유의 관능적 특성과 상호작용을 하여 선식의 구수한 맛과 향을 상승(synergistic), 상쇄(compensating), 혹은 억제(suppressive)시킴으로써, 궁극적으로 제품의 풍미(flavor)에 영향을 주었을 것이다.

선식에 물을 첨가할 때, 선식 분말이 물에 잘 분산 · 용해되는 정도를 평가한 용해성(dissolution)은, 동일한 현미 첨가량일 경우 현미를 볶아서 첨가한 선식이 더 낮은 용해성을 지닌 것으로 평가되었다(Table 6). 일반적으로, 물

Table 7. Preference responses to the sensory characteristics of the *sunsik* with different contents of roasted or non-roasted brown rice[1)]

Characteristics	BR20	BR30	BR50	RBR20	RBR30	RBR50	Significance
Particle size	3.6±1.0	3.4±0.6	3.8±0.9	3.6±0.6	3.7±0.7	3.5±0.8	NS
Dissolution	3.1±0.9^{bc}	3.8±0.7^{a}	3.8±0.8^{a}	2.7±1.0^{c}	3.3±0.8^{b}	3.2±1.0^{bc}	p<0.001
Viscosity	3.1±0.9	3.2±0.9	3.3±1.0	2.9±0.9	3.1±0.7	3.1±0.7	NS
Odor	3.6±0.8^{ab}	3.0±1.1^{c}	3.1±1.0^{bc}	3.4±0.7^{abc}	3.7±0.8^{a}	3.1±1.0^{bc}	p<0.05
Tasty flavor	3.0±1.0^{b}	3.0±0.9^{b}	2.9±1.1^{b}	3.0±0.9^{b}	3.7±0.9^{a}	2.9±1.2^{b}	p<0.05
Sweetness	3.1±0.7^{b}	3.1±0.9^{b}	2.9±1.0^{bc}	2.7±0.8^{bc}	3.7±0.9^{a}	2.6±0.7^{c}	P<0.001
Saltness	3.4±0.7	2.9±1.0	3.1±1.1	3.0±0.9	3.4±0.7	2.9±0.9	NS
Color	3.5±1.1^{a}	3.4±0.6^{a}	3.4±0.9^{a}	3.0±0.9^{ab}	3.3±0.7^{a}	2.7±0.9^{b}	p<0.01
Overall acceptability	3.1±0.9^{b}	3.0±1.1^{b}	2.7±1.3^{b}	2.7±0.9^{b}	4.0±0.8^{a}	2.7±1.0^{b}	p<0.001

[1)] Preferences to the *sunsik* and its characteristics were assessed using the scoring test of 5-point numerical scale, i.e., ranging from 1(dislike extremely) to 5(like extremely).

질의 용해도는 입자 크기(particle size)가 작고 균일할수록 높아지는 것으로 알려져 있으므로(Walstra P와 van Vliet T 2008), 분말 상태의 제품일 경우 그 입자 크기는 제품의 용해도에 결정적인 영향을 줄 수 있다. 그러나, 본 실험에서 관능검사로 평가된 6종 선식의 입자 크기는 서로 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다(Table 6). 이러한 결과는, (i) 용해성을 결정하는 입자 크기의 경계가 관능적으로 측정할 수 있는 범주보다 더 낮으며, (ii) 현미를 볶는 과정 중, 고분자 물질의 분해(break down) 및 이들 분해물 사이의 재중합(re-polymerization)으로 인해 생성될 수 있는 다양한 물질들 역시 육안으로 그 차이를 인식할 수 있는 범주 이하이기 때문이다. 따라서, 볶음 공정 처리 유무에 따른 선식의 용해도를 해석하기 위해서는, 관능적 도구 이외에 선식의 입자크기를 기계적으로 측정하여, 공정에 따른 입자분포도(particle size distribution)의 변화를 비교하는 후속 연구가 진행되어야 할 것이다.

선식을 물에 용해시킨 직후의 걸쭉한 정도를 평가한 점도(viscosity)는 현미 첨가량이 낮은 20% 선식(BR20, RBR20)에서 다른 첨가 농도보다 유의적으로 높게 나타났으나($p<0.001$), 이러한 차이가 기호도에는 영향을 주지 않았다(Table 6, 7). Table 2의 결과에 의하면, 현미 첨가량을 증가시킬수록 선식의 식이섬유 함량은 증가하였다. 식이섬유는 수분을 보유하는 능력(water holding capacity)이 우수하므로(BeMiller JN와 Huber KC 2008), 현미 첨가량이 높은 선식은 증가된 식이섬유에 의해 수분흡수율이 증가되고, 이에 따라 상대적으로 높은 점도를 나타낼 것으로 사료되었다. 그럼에도 불구하고, 관능검사에서 현미 함량이 낮았던 20%(BR20, RBR20) 선식의 점도가 높게 평가된 것은, 이들 선식이 현미 첨가량이 높았던 다른 선식들(BR30, BR50, RBR30, RBR50)에 비해 상대적으로 물 결합력이 낮아, 첨가된 물 중 일부가 선식 분말로부터 유리되어 있었던 현상과 관련 있을 것으로 해석되었다. 즉, 현미 첨가량 20%인 선식들은 선식에 보유된 물의 함량이 낮았기 때문에 다른 선식에 비해 되직한(뻑뻑한) 상태였고, 따라서 선식에 물에 넣고 젓을 때, 흐름을 유도하기 위해 요구되어지는 초기 상태의 힘인 항복치(yield stress)가 더 높았다. 관찰된 이러한 현상들로 인해, 선식을 물에 용해시킨 직후의 점도(묽고 되직한 정도) 평가를 요구한 본 평가항목에 대해, 평가자들은 이를 '점도가 높다(되직하다)'로 평가한 것으로 보인다.

한편, 현미를 볶아서 첨가한 선식은, 볶지 않고 첨가한 선식에 비해 선식 분말의 색이 더 진한 것으로 평가되었다($p<0.001$). 이는, 현미를 볶는 공정에 의해 현미에 함유된 당과 단백질 사이의 Maillard 반응으로 갈변물질(melanoidin)이 생성되었기 때문으로 볼 수 있다(Sikorski ZE 등 2008). 6종 선식에 대한 종합적인 기호도(overall acceptability)는 선식의 구수한 맛과 향, 단맛에 대한 관능적 특성 평가 및 그에 대한 기호도와 일치하는 경향을 나타내어, RBR30 선식이 가장 높게 평가되었다(Table 6, 7).

본 실험에서 평가된 선식의 관능적 특성 중 (i) 용해도, 점도, 색의 특성은 현미첨가량 혹은 볶음공정에 의해 영향을 받아, 비례적으로 변화하는 특성을 나타내었다(예를 들면, 현미 첨가량 증가에 따른 점도 변화, 볶음공정에 의한 용해도 감소 및 색도의 강화). 그러나, (ii) 후각과 미각에 의해 인지되는 관능적 특성인 구수한 맛과 향, 단맛의 특성은, 선식을 구성하는 다른 곡물들 역시 동일한 관능적 특성을 보유하고 있으므로, 현미 첨가량 및 볶음공정에 따른 비례적 변화가 아닌, 선식을 구성하는 원료들 사이의 상호작용(interaction)으로, 최적의 관능적 특성을 부여하는 배합비가 있음을 시사하였다.

5. 현미 강화 선식 1회분 제공량의 영양소 평가

선식은 소비자들에게 식사대용 혹은 간식용으로 주로 이용되므로, 제품의 기호적 특성 뿐 아니라 영양적 특성이 적절히 조화되어 제조될 필요가 있다. 따라서, 본 연구 영역에서는, 현미의 볶음 처리 유무와 첨가량을 달리하여 제조한 6종의 선식에 대한 영양성분 분석 결과(Table 2, 3)와 관능검사 결과(Table 6, 7)를 토대로 하여, 1회분 제공량을 기준으로 한 현미 첨가 선식의 영양적 가치를 평가하고자 하였다. 관능평가 결과, 가장 높은 기호도를 나타낸 '볶은 현미 30% 첨가 선식(RBR30)'의 1회 분량(40 g)당 영양소 함량을 산출하고, 이를 한국인의 성별・연령별 영양소 섭취기준(Dietary Reference Intake, DRI)에 대한 기여율로 나타내었다(Table 8). RBR30 선식 1회 분량은, 남녀 모두 대부분의 연령대에서 1일 열량 필요 추정량의 10% 미만의 열량을 제공함으로써 열량 기여율은 낮은 것으로 나타났으나, 식이섬유, 칼슘, 마그네슘의 경우 권장 섭취량의 10% 이상의 기여도를 나타내었다. 식이섬유소의 경우 당뇨 및 대장암의 예방을 위하여 그 섭취가 강조되고 있으며(Charalampopoulos D 등 2002, The Korean Nutrition Society 2005, Flight I와 Clifton 2006), 칼슘은 한국인의 식사에서 가장 섭취가 부족한 무기질로 섭취 증가의 필요성이 지속적으로 지적되고 있는 영양소이다(The Korean Nutrition Society 2005, Korea Health Industry Development Institute 2007, National Rural Resources Development Institute RDA 2007). 특히 여성의 경우 지속적인 칼슘 섭취 부족은 폐경기 이후 골다공증의 발생 빈도를 높일 수 있으므로 뼈 건강을 위해서는 섭취가 강조되어야 할 영양소이다(The Korean Nutrition Society 2005). 마그네슘 또한 300종 이상의 효소체계에 있어 보조인자로서 작용하며, 골격과 무기질의 항상성에 중요한 역할을 하므로, 골다공증과 밀접하게 관련되어 있는 영양소이다(The Korean Nutrition Society 2005). 따라서, 본 현미강화 선식은 영양적 측면에서 (i) 열량은 낮으나 (ii) 건강을 위하

Table 8. Nutrients in RBR30 *sunsik* and their contributions to DRI for Koreans[1)]

		Energy (kcal)	Fat (g)	Protein (g)	Carbohydrate (g)	Dietary Fiber (g)	Ca (mg)	P (mg)	Mg (mg)	Na (mg)	K (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	Cu (mg)
100 g		390.5	3.7	9.8	79.5	6.5	177.0	378.5	95.3	3.8	692.8	1.7	1.1	0.2
40 g(1serving)		156.2	1.5	3.9	31.8	2.6	70.8	151.4	38.1	1.3	277.2	0.7	0.5	0.1
Contribution(%) to daily KDRIs(Dietary Reference Intakes for Koreans) of 1 serving of *sunsik* RBR30														
	Age													
Male	6~8	9.8		5.9		13.7	10.1	21.6	27.2	0.1	7.3	7.4	10.5	15.9
	9~11	8.2		4.2		11.3	8.8	18.9	19.1	0.1	5.9	5.6	7.3	12.3
	12~14	6.5		3.0		9.0	7.1	15.1	12.7	0.1	5.9	5.6	6.9	9.3
	15~19	5.8		2.5		8.2	7.1	15.1	9.5	0.1	5.9	4.2	5.4	8.0
	20~29	6.0		2.7		8.4	10.1	21.6	11.2	0.1	5.9	6.7	5.6	8.8
	30~49	6.5		2.7		9.0	10.1	21.6	10.9	0.1	5.9	6.7	5.7	8.8
	60~64	7.1		3.0		10.0	10.1	21.6	10.9	0.1	5.9	6.7	6.0	8.8
	65~74	7.8		3.0		10.0	10.1	21.6	10.9	0.1	5.9	6.7	6.3	8.8
	≥75	7.8		3.0		10.0	10.1	21.6	10.9	0.1	5.9	6.7	6.5	8.8
Female	6~8	10.4		5.9		14.5	10.1	21.6	27.2	0.1	7.3	7.4	11.0	15.9
	9~11	9.2		4.2		13.1	8.8	18.9	19.1	0.1	5.9	5.6	7.6	12.3
	12~14	7.8		3.3		10.9	7.9	16.8	13.6	0.1	5.9	5.6	7.4	9.3
	15~19	7.8		3.3		10.9	7.9	16.8	11.2	0.1	5.9	4.2	6.3	8.0
	20~29	7.4		3.3		10.4	10.1	21.6	13.6	0.1	5.9	4.8	6.4	8.8
	30~49	8.2		3.3		11.3	10.1	21.6	13.6	0.1	5.9	4.8	6.6	8.8
	60~64	8.7		3.3		11.9	8.8	18.9	13.6	0.1	5.9	7.4	7.1	8.8
	65~74	9.8		3.3		11.9	8.8	18.9	13.6	0.1	5.9	7.4	7.5	8.8
	≥75	9.8		3.3		11.9	8.8	18.9	13.6	0.1	5.9	7.4	7.8	8.8

[1)] KDRIs were Estimated Energy Requirements(EER) for energy, Adequate Intake(AI) for dietary fiber, sodium and potassium, and Recommended Intake(RI) for the other nutrients.

여 섭취 증가가 요구되는 영양성분의 함량이 상대적으로 높게 나타났으므로, 열량 대비 영양소밀도(nutrient density)가 높은 식품으로서 다이어트식 및 간식으로 활용될 가능성을 나타내었다.

IV. 요 약

현미의 기능성을 선식에 부가하기 위해, 현미의 볶음처리 유무와 첨가량을 달리하여 6종의 현미 강화 선식을 제조하고, 이들 조건에 따른 선식의 영양적, 관능적 특성 및 산화안정성을 비교 평가하였다. 본 연구에 의해 산출된 유의적 결과들은 크게 다음과 같이 요약할 수 있다.

1) 현미 첨가량이 선식의 품질 특성에 미친 영향

선식 재료의 배합에 있어, 현미의 첨가량을 증가시킬수록 선식의 식이섬유 함량 역시 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나, 그 외의 일반성분, 8종의 개별 무기질 및 아미노산 조성은 현미 첨가량에 따른 유의적 변화가 관찰되지 않았다.

2) 현미의 볶음공정이 선식의 품질 특성에 미친 영향

현미를 볶아서 선식에 첨가한 경우, 볶지 않고 첨가한 선식과 비교할 때, 유리아미노산의 함량이 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 현상은 볶음(roasting) 공정 중 고온에 의한 현미 단백질의 열분해에서 기인한 것으로 해석되었다. 한편, 현미의 볶음공정에 의해 가장 큰 영향을 받은 것은 선식의 산화안정성이었다. 즉, 현미를 볶지 않고 첨가한 경우에는 시간의 경과에 따라 산화물이 비례적으로 급격히 증가하였으나, 볶음공정을 처리하였을 때는 측정시간의 범위 안에서 산화물 생성의 유의적 변화를 관찰할 수 없었다. 이와 같이, 현미 첨가량과 관계없이 볶음공정에 의해 산화안정성이 유의적으로 높아졌다는 사실은, 현미 자체에 내재하는 항산화물질에 의한 영향뿐 아니라, 볶음공정 중 진행되는 Maillard reaction 등의 화학반응에 의한 항산화물질의 생성이 현미강화선식의 산화안정성에 크게 기여할 것임을 시사하였다.

3) 현미 강화 선식의 관능적 특성

현미강화 선식의 관능적 특징 중, 후각과 미각에 의해 인지되는 특성인 구수한 맛과 향, 단맛의 특성은 종합적

인 기호도(overall acceptability)와 일치하는 결과를 나타냄으로써, 볶은 현미 30%를 첨가한 RBR30 선식이 관능적으로 가장 우수한 것으로 나타났다. 이는, 다양한 곡물이 주원료인 선식의 경우는, 선식을 구성하는 원료들 사이의 상호작용(interaction)으로, 곡물의 첨가량 및 볶음공정에 따른 관능적 특성의 비례적 변화가 아닌, 최적의 관능적 특성을 부여하는 배합비가 있음을 시사하였다.

참고문헌

조무호, 김석중. 2005. 현미와 발아현미의 항산화 효과. 대구카톨릭대학교 자연과학논문집 3(1):87-92

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. The Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. U.S.A. pp 777-784

Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2003. Physicochemical properties of onion powder added wheat flour dough. Korean J Food Sci Technol 35(3):436-441

Bai Q, Chai M, Gu Z, Cao X, Li Y, Liu K. 2009. Effects of components in culture medium on glutamate decarboxylase activity and γ-aminobutyric acid accumation in foxtail millet(*Setaria italica* L.) during germination. Food Chem 116(1): 152-157

BeMiller JN, Huber KC. 2008. Carbohydrates. pp 84-154. In: Food Chemistry. Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR (ed). CRC Press, Boca Raton, FL. U.S.A.

Charalampopoulos D, Wang R, Pandiella SS, Webb C. 2002. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. Int J Food Microbiol 79(1-2):131-141

Choe JS, Ahn HH, Nam HJ. 2002. Comparison of nutritional composition in Korean rices. J Korean Soc Food Sci Nutr 31(5):885-892

Choi HD, Park YK, Kim YS, Chung CH, Park YD. 2004. Effect of pretreament conditions on γ-aminobutyric acid content of brown rice and germinated brown rice. Korean J Food Sci Technol 36(5):761-764

Chung SS, Han YS. 2003. Consumer's recognition, nutrient composition, and safety evaluation of commercial *sunsik* and saengsik. Korean J Food Culture 18(3):235-243

Cortinas L, Galobart J, Barroeta AC, Baucells MD, Grashorn MA. 2003. Change in a-tocopherol contents, lipid oxidation and fatty acid profile in eggs enriched with linolenic acid or very long-chain w3 polyunsaturated fatty acids after different processing methods. J Sci Food Agric 83(8):820-829

Flight I, Clifton P. 2006. Cereal grains and legumes in the prevention of coronary heart disease and stroke: a review of the literature. Eur J Clin Nutr 60(10):1145-1159

Han JG, Kim K, Kang KJ, Kim SK. 1996. Shelf-life prediction of brown rice in laminated pouch by n-hexanal and fatty acids during storage. Korean J Food Sci Technol 28(5):897-903

Jeon JR, Kim J. 2004. Properties on the quality characteristics and microbial changes during storage added with extracts from *Ulmus cortex*. Korean J Food Cookery Sci 20(2):180-186

Kim EM, Kim HS. 2002. Nutritional evaluation, stability of cereals and sanitation status of processing utensils and environments based on hygiene education. Korean J Community Nutrition 7(6):833-843

Kim HW. 2000. Studies on the antioxidative compounds of sesame oils with roasting temperature. Korean J Food Sci Technol 32(2):246-251

Kim JH, Park PS, Kim JK. 2005. Manufacture of nutritionally balanced *sunsik* for the moderns: its quality characteristics. Korean J Food Preserv 12(2):123-129

Kim JH, Park PS, Moon HK, Lee WY, Kim JK. 2004. Quality characteristics of functional health *sunsik* for diabetes mellitus. Korean J Food Preserv 11(4):557-564

Kim M, Yang HR, Jeong Y. 2004. Mineral contents of brown and milled rice. J Korean Soc Food Sci Nutr 33(2):443-446

Kim MH, Shin MS. 2003. Quality characteristics of bread made with brown rice flours of different preparations. Korean J Soc Food Cookery Sci 19(2):136-143

Kim SH, Kim IH, Kim JO, Lee GD. 2002. Comparison of components of sesame oils extracted from sesame flour and whole sesame. Korean J Food Preserv 9(1):67-73

Korea Health Industry Development Institute. 2007. Report on national health and nutrition survey (Dietary intake survey). Ministry of Health and Welfare. Seoul, Korea. pp 387-447

Kornbrust DJ, Mavis RD. 1980. Relative susceptibility of microsomes from lung, heart, liver, brain and testes to lipid peroxidation: Correlation with vitamin E content. Lipids 15(5): 315-322

Lee JH, Oh SK, Cho KM, Seo WD, Choung MG. 2009. Variations in physicochemical properties of brown rice(*Oryza sativa* L.) during storage. Food Sci Biotechnol 18(6):1398-1403

Lee MH, Oh MS. 2006. Quality characteristics of cookies with brown rice flour. Korean J Food Culture 21(6):685-694

Lepage G, Roy CC. 1986. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. J Lipid Res 27(1):114-120

Lindsay RC 2008. Flavors. In: Food Chemistry. Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR (ed). CRC Press. Boca Raton, FL. U.S.A. pp 639-687

McClements DJ, Decker EA. 2008. Lipids. pp 155-216. In: Food Chemistry. Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR (ed). CRC Press, Boca Raton, FL. U.S.A.

National Rural Resources Development Institute RDA. 2007. Food Composition Table II. Seoul, Korea. pp 98-404

Park J, Yang M, Jun HS, Lee JH, Bae HK, Park T. 2003. Effect of raw brown rice and *Job's tear* supplemented diet on serum and hepatic lipid concentrations, antioxidative system, and immune function of rats. J Korean Soc Food Sci Nutr 32(2):197-206

Sikorski ZE, Pokorny J, Damodaran S. 2008. Physical and chemical interactions of components in food systems. pp 849-883. In: Food Chemistry. Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR (ed). CRC Press, Boca Raton, FL. U.S.A.

The Korean Nutrition Society. 2005. Dietary Reference Intakes for Koreans. Seoul, Korea. pp 15-311

Walstra P, van Vliet T. 2008. Dispersed systems: Basic consdierations. pp 783-847. In: Food Chemistry. Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR (ed). CRC Press, Boca Raton, FL. U.S.A.

Xu Z, Hua Na, Godber JS. 2001. Antioxidant activity of tocopherols, tocotrienols, and γ-oryzanol components from rive bran against cholesterol oxidation accelerated by 2,2'-azobis (2-methylpropionamidine). J Agric Food Chem 49(4):2077-2081

Yun S, Jeong HR, Kim MH. 2010. A survey on the breakfast skipping rate of Korean adults relative to their lifestyle and breakfast skipping reasons and dietary behavior of breakfast skippers. Korean J Community Nutrition 15(2):191-205

2010년 10월 12일 접수; 2010년 12월 6일 심사(수정); 2010년 12월 6일 채택