

대립자미벼의 품질특성

류 수 노[†]

한국방송통신대학교 자연과학대학 농학과

Grain Quality of New Large-Grain Pigmented Rice Variety, “Daeripjamibyeo”

Su-Noh Ryu[†]

Department of Agricultural Science, Korea National Open University, Seoul 110-791, Korea

ABSTRACT Daeripjami, a novel black rice variety developed by conventional breeding has high contents of Cyanidin-3-glucoside(C3G) and a more strong antioxidant than normal black rice. This study aimed at informing ordinary people of the superiority of Daeripjami, a variety of rice proven to be superb physiologically and valuable as natural coloring, and making it popular by examing the physicochemical features of the rice. Recently, an increasing number of people in modern society are suffering from various adult diseases and atopic diseases. Therefore, in order to resolve the problem by making people consume more C3G, the main coloring contained in functional rice Daeripjami. The general components of Daeripjami, Superjami, Heugjinju and Ilpum were compared, As for water content, Ilpum took first place, followed by Heugjinju, Daeripjami and Superjami, As for crude protein and fat content, Heugjinju was highest, followed by Daeripjami, Superjami and Ilpum. This indicated that Daeripjami likely has better cooking qualities than Heugjinju. Amylose content turned out to be related with the volume, stickness and retrogradation of cook rice. As Heugjinju contained more amylose than Daeripjami, the latter was expected to have better eating quality than the former. The 1000 grain weight of daeripjami was 1.67 times heavier than that of Heugjinju. The C3G content of Daeripjami is 3.49 times higher compared with that of Heugjinju. As for total polyphenol and electron donating ability, Daeripjami was high in physiological functionality.

Keywords : Daeripjami, Heugjinju, Anthocyanin, Cyanidin-3-glucoside (C3G), Protein, Amylose content, Polyphenols, Electron Donating Ability (EDA)

유색미에는 흑자색, 적갈색, 녹색 등에 이르는 다양한 천연색소를 함유하고 있는데, 이 중 흑자색미에 함유된 안토시아닌(anthocyanin) 색소의 80% 정도는 cyanidin 3-glucoside (C3G)이며 peonidin-3-glucoside(P3G) 5%, malvidin, pelargonidin 및 selphinidin 등을 함유하고 있다(Ryu *et al.* 1998). 안토시아닌은 항산화 활성(Osawa T. 1995), 항염효과(Wang H. *et al.* 1999), 항아토피(Han *et al.* 2009), 항당뇨(Kim *et al.* 2010) 및 심혈관계 질병(Verlangieri *et al.* 1985) 등의 예방과 치료에 효과가 있는 것으로 밝혀진 성분이다.

이러한 기능이 있는 안토시아닌이 풍부한 유색미 중에서도 슈퍼자미 품종은 안토시아닌이 흑진주벼보다 10배 이상이 높고, 가공 특성에 알맞은 특성을 가졌다고 보고된바 있다(Ryu S. N. 2010).

대립자미 품종은 흑진주벼와 수원425호의 후대계통인 C3GHi와 쌀알의 크기가 일반 쌀알의 1.5배인 대립벼 1호를 교배하여 C3G 함량이 높은 계통으로 육성한 것으로(Kwon *et al.* 2010) 흑진주벼에 비해 C3G 색소가 3배 이상 높으며, 혈당감소 효과와 아토피 치료효과가 뛰어난 기능을 가지고 있다(Ryu S. N. 2010).

본 연구는 천연색소로서 가치를 지니며 생리적으로 우수하다고 규명된 대립자미 품종(품종등록 2012-4150호)의 이화학적 특성연구를 통하여 최근 각종 성인병과 아토피 등 현대사회에서 늘어가는 질병을 예방하고자 대립자미를 식품소재로 활용하기 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-42-822-8041 (E-mail) ryusn@knou.ac.kr
<Received 18 March, 2013; Revised 30 April, 2013; Accepted 6 May, 2013>

재료 및 방법

공시재료

대립자미, 슈퍼자미, 흑진주벼, 일품벼의 시료는 한국방송통신대학교 시험포장에서 2012년 생산된 것을 사용하였다. 쌀가루는 분쇄기(Healy Duty Blender, Model 24 CB10C. Waring Commerical)로 분말을 만들어 40mesh의 표준체(정계상공)로 통과된 것을 사용하였다.

성분분석

품종별 안토시아닌인 C3G 함량은 Ryu *et al*(1998)의 방법에 따라, 시료의 수분함량은 수분측정기(Moisture Analyzser, MB 45, Ohaus, Switzzland)를 이용하여 측정하였고, 조단백질, 조지방은 A.O.A.C. 방법(1996)에 따라 분석하였다. 조단백은 Micro Auto Kjeldahl법으로 질소함량을 구한 후 질소계수 5.95를 곱하여 계산하였고, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 측정하였다.

아밀로오스 함량

시료의 아밀로오스의 함량은 Juliano법(Juliano BO. 1985)에 의하여 분석하였다. 무수(無水) 시료 100 mg을 튜브에 넣고 95%의 ethanol 1 mL과 1N NaOH 용액 9 mL를 가하여 끓는 물에서 10분간 가열 호화시킨 후 정용 플라스크에 100 mL로 정용하였다. 이 호화액 중 5mL를 취하여 1N acetic acid 1 mL와 2% I₂-KI 용액 2mL를 가해 혼합해준 뒤 증류수를 이용하여 100 mL로 정용하여 20분간 실온에 방치한 다음 spectrophotometer(Uvikon 931, Kontron instrument, Italy)를 이용하여 620 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다.

총 폴리페놀

총 폴리페놀 함량 측정은 Folin-Denis 방법을 변형하여 실시하였다. n-Hexane으로 탈지한 시료 5 g에 70% methanol

50 mL를 넣고 90°C에서 30분 간 환류냉각한 후 여과하고 남은 잔사에 50 mL의 methanol을 넣고 환류냉각, 여과과정을 3회 반복하여 얻은 여과액을 농축하여 50 mL로 정용한 다음 11,000 rpm으로 5°C에서 15분 원심분리시켜 얻은 상징액을 총 폴리페놀 함량 측정용 시료로 사용하였다. 검액 100 μl를 취하여 2% Na₂CO₃(sodium carbonate, FW: 106) 2 mL와 잘 혼합하고 2분 후, 50% folin 시약을 100μl 첨가하여 발색시켰다. 30분 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 표준물질 (+)-catechine equivalent 기준으로 환산하였다(Damir A. A. 1985).

전자공여능

전자공여능(Electron Donating Ability, EDA)은 DPPH (1, 1-diphenyl 1-2-picrylhydrazyl)의 환원성을 이용하여 516 nm에서 UV/Visible spectrophotometer(Shimadzu, UV-1201, Japan)로 측정하였다. 즉, 추출물 0.1 mL에 methanol 4 mL, 0.15 mM (DPPH) 1 mL를 혼합하여 실온에서 30분간 안정화시킨 다음 sample 첨가구와 무 첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 표시하여 전자공여능을 측정하였으며, 아래와 같이 계산하였다.

$$EDA(\%) = (1 - \text{absorbance value of sample} / \text{absorbance value of control}) \times 100$$

결과 및 고찰

종실특성 일반성분 분석

천립중과 일반성분 차이

대립자미, 슈퍼자미, 흑진주, 일품의 천립중과 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 천립중은 대립자미가 28.1 g으로 흑진주 16.8 g에 비해 60% 무거웠다. 한편 수분 함량은 일품이 10.49%로 가장 높았고, 흑진주, 대립자미,

Table 1. Proximate composition of rice.

	Brown rice 1000 grain weight(g)	Moisture(%)	Crude protein(%)	Crude fat(%)	*C3G(mg/100g)
<i>Ilpumbyeo</i>	19.3±1.6	10.49±0.26	6.88±0.06 ^c	0.83±0.01 ^c	-
<i>Heuginjubyeo</i>	16.8±1.8	10.54±0.39	9.67±0.11 ^a	3.45±0.00 ^a	263.2±13.5
<i>Superjamibyeo</i>	18.1±1.5	8.99±0.29	8.38±0.59 ^b	3.33±0.07 ^b	2016.6±19.23
<i>Daeripjamibyeo</i>	28.1±1.3	9.13±0.46	8.93±0.51 ^b	3.39±0.05 ^b	918.4±23.01
<i>F-value</i>		4.70 ^{NS}	922.94 ^{***}	4014.31 ^{***}	

Mean±S.D. NS : no signification *** P<0.001

^{abc}Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test

*C3G : Cyanidin 3-glucoside contents in 100g brown rice.

슈퍼자미 순이었으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 조단백의 경우 일품이 6.88%로 가장 낮았고, 슈퍼자미가 8.38%, 대립자미 8.93%, 흑진주가 9.67%로 유의적($p < 0.001$)으로 높게 나타났고, 조지방의 경우에도 이와 같은 순이었다. 쌀의 단백질, 지방, 아밀로오스 등의 구성 성분의 차이는 다양한 이화화적인 특성을 부여하여 텍스처, 호화 특성 및 수분 흡수력 등을 달라지게 한다(Luh & Liu 1991). 선행연구(Ha *et al.* 1999; Lee *et al.* 2006; Kim *et al.* 2008b; Kwon *et al.* 2011)에서 유색미의 조단백은 8.68~11.07% 이었고, 조지방은 2.5~3.35%이었다. 일반적으로 단백질 함량이 높으면 영양 면에서는 우수하지만 색깔과 흡수성 저하, 전분의 호화 및 팽창 억제, 취반시 밥이 단단하고 부착성이 떨어지는 등의 문제로 인해 취반시 식미를 저하시킨다고 하였다(Juliano 1992; Son *et al.* 2002; Kim SK 2003). 본 연구에서 대립자미의 단백질 함량은 기존의 유색미보다 낮은 것으로 나타났다. 쌀에 소량 존재하는 지방질은 전분의 호화 중에 아밀로오스와 복합체를 형성하여 전분입자의 팽윤을 저지한다고 하였는데(Tester & Morrison 1990), 대립자미, 흑진주와 슈퍼자미의 조지방 함량이 일품보다 높았다.

아밀로오스

대립자미, 슈퍼자미, 흑진주, 일품의 아밀로오스를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 일품의 아밀로오스 함량은 18.50%로 가장 높았고, 대립자미는 17.13%, 슈퍼자미는 16.50%, 흑진주가 15.99%로 가장 낮아 품종간에 유의적($p < 0.001$)인 차이가 있었다. Ha *et al.*(1999)의 연구에서 유색미의 아밀로오스는 14.27~16.84%로 나타나 본 연구의 결과와 비슷하였고, Choi ID(2010b)는 일반미가 19.20~27.18%, 유색현미가 17.63~25.49%으로 일반현미가 유색현미보다

아밀로오스 함량이 높았으며, 본 실험의 일품이 현미상태인 대립자미, 슈퍼자미, 흑진주보다 높은 것과 같은 결과이었다. 쌀의 아밀로오스 함량은 낮을수록 식미가 좋다고 보고되어지는데, Kim SK(2003)은 아밀로오스 함량이 높으면 취반시 밥의 부피증가가 크고 끈기가 작고 밥의 굳기가 증가한다고 하였다. Tester *et al.*(1990)은 아밀로오스의 함량이 응집성에 대해 부의 상관관계가 있으며, 팽윤의 방해요인으로 작용한다고 하였으며, Juliano(1985)와 김수경(1994)의 연구결과 아밀로오스의 함량이 높으면 노화가 잘 일어난다고 보고되었다. 또한 우리나라의 양질미 선발 기준을 보면, 식미와 관련하여 아밀로오스 함량이 20% 이하이어야 한다고 하였다(Choi HC 2002). 따라서 본 연구의 슈퍼자미의 아밀로오스 함량은 일반계인 일품벼보다 낮으므로 일반미와 혼합하여 밥을 짓거나 떡을 제조하였을 때 일반쌀로만 지었을 때보다 부피 증가가 작고, 끈기가 많으며, 노화가 지연될 것으로 예상되나 이에 대해서는 입증할 수 있는 검토가 필요하다.

총 폴리페놀

페놀화합물은 phenolic hydroxyl기를 가지기 때문에 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하는 성질을 가지며, 항산화 효과 등의 생리활성 기능을 가지는 것으로 알려져 있다.

대립자미, 슈퍼자미, 흑진주, 일품의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 일반계 쌀인 일품에 비해 대립자미, 흑진주와 슈퍼자미의 총 폴리페놀 함량이 1.2배 가량 높은 것으로 나타났고, 흑진주 보다 슈퍼자미의 함량이 유의적($p < 0.001$)으로 높은 것으로 나타났다. 흑미의 페놀화합물은 배유부분이나 세포벽에 결합된 형태보다는 외피, 과피에 유리형의 형태로 대부분 존재한다는 Chung & Lee(2003)의 연구결과와 Choi *et al.*(2006)의 연구결과를

Table 2. Amylose content in rice. (%)

	Ilpumbyeo	Daeripjamibyeo	Heuginjubyeo	Superjamibyeo	F-value
Amylose contents(%)	18.50±0.20 ^a	17.13±0.35 ^b	15.99±0.02 ^c	16.50±0.03 ^b	1.62 ^{***}

Mean±S.D. *** P<0.001

^{abc} Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

Table 3. Total amount polyphenols in rice.

	Ilpumbyeo	Daeripjamibyeo	Heuginjubyeo	Superjamibyeo	F-value
Total polyphenols (mg/g)	0.10±0.00 ^c	1.26±0.01 ^a	1.22±0.01 ^b	1.27±0.00 ^a	76883.73 ^{***}

Mean±S.D. *** P<0.001

^{abc} Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

Table 4. DPPH radical scavenging activity in rice

	Ilpumbyeo	Daeripjamibyeo	Heuginjubyeo	Superjamibyeo	F-value
DPPH radical scavenging activity (%)	5.64±0.74 ^c	41.25±1.53 ^a	37.56±1.16 ^b	44.19±1.48 ^a	933.19 ^{***}

Mean±S.D. ***P<0.001

^{abc} Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

불 때 쌀가루는 수침을 거쳤기 때문에 수침 과정에서 유리형 페놀화합물이 일부 손실되었을 것으로 판단되며, 실제적으로 대립자미와 슈퍼자미의 이용시에 세척과 수침에 의해서 일부 손실이 나타난 것으로 평가된다.

그러나 Choi *et al.*(2006)의 연구결과는 열처리에도 폴리페놀의 손실은 없는 것으로 나타나 조리 중의 손실은 낮을 것이라고 판단된다. 페놀성 화합물은 식물체에 널리 분포되어 있는 물질로 다양한 구조와 분자량을 가지며 페놀성 화합물의 phenolic hydroxyl기가 단백질과 같은 거대분자와의 결합을 통해 항산화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 나타나, 이러한 페놀성 화합물이 쌀에 함유되어 있는 양은 소량이기는 하지만 대립자미와 슈퍼자미를 밥과 같은 주식으로 매일 섭취한다면 페놀성 화합물의 항산화 및 항암효과에 대한 효능을 볼 수 있을 것으로 사료된다.

전자공여능

전자공여능 실험 결과는 Table 4와 같다. 각 시료 간에는 유의적(p<0.001)인 차이가 있었고, 슈퍼자미 > 대립자미 > 흑진주 > 일품 순으로 나타났다. 유색미가 일반 백미보다 항산화 활성이 높은 것은 선행 연구(Kim *et al.* 2008b; 고미립 2011)와도 같은 결과이었다. 그 중 고미립(2011)의 연구결과 일반쌀, 영rais, 현미, 흑미 중 흑미의 항산화 활성이 가장 높았으며 흑미 중에서도 흑진주벼가 가장 높은 것으로 나타났는데, 본 연구에서는 흑진주 보다 대립자미와 슈퍼자미의 DPPH 라디칼 소거능이 높은 것으로 나타나 대립자미와 슈퍼자미가 강한 항산화 활성 능력을 가졌다고 사료된다. 이는 유색미의 미강층에 존재하는 안토시아닌을 포함한 다량의 항산화 활성 물질과 관련이 깊다고 여겨지는데, 슈퍼자미의 경우 안토시아닌의 주색소인 C3G가 흑진주의 약 10배 정도(Kwon *et al.* 2011)이므로 이에 기인하는 결과라고 생각된다.

적 요

대립자미는 전통적인 교배육종방법을 통하여 육성한 품종으로 안토시아닌 색소 중에서 C3G 함량이 높고 항산화

능력이 뛰어난 기능성 품종이다. 본 연구의 목적은 천연색소로서 가치를 지니며 생리적으로 우수하다고 규명된 대립자미의 품질 특성을 구명하여 이를 일반인에게 알리고 대중화 하는 데 있다. 최근 각종 성인병과 아토피 등 현대화되는 사회에서 늘어가는 질병을 예방하고자 기능성을 가진 대립자미의 주색소인 C3G의 섭취를 늘리고 식품소재로 활용하기 위한 기초자료를 마련하고자 연구를 수행하였다.

일반성분의 경우 수분함량은 일품벼가 가장 높았고, 흑진주, 대립자미, 슈퍼자미 순이었고, 식미와 관계가 있는 조단백질과 조지방함량은 흑진주벼보다 낮아 대립자미의 취반 특성이 우수한 것으로 평가되었다. 아밀로스 함량은 밥의 부피와 끈기, 노화지연에 관계가 있는데, 대립자미가 낮아 기존의 유색미보다 취반특성이 좋은 것으로 확인되었다.

대립자미의 1,000립중은 28.1 g으로 흑진주벼보다 1.7배, 천연색소 C3G 함량은 3.8배 높은 특징을 가진 품종으로 항산화 생리활성을 가지는 총 폴리페놀 함량과 전자공여능을 측정할 결과 대립자미는 높은 생리기능성을 가진 품종으로 확인되었다.

사 사

이 논문은 2012년도 한국방송통신대학교 학술연구비 지원을 받아 작성된 것임.

인용문헌

- Association of official analytical chemistry. 1996. A.O.A.C.; official method of analysis, 16th ed., Wasington D.C.
- Choi B. K, J. S. Kum, H. Y. Lee, and J. D. Park. 2006. Physicochemical properties of black rice flours(BRFs) affected by millin conditions. *Korean J. Food Sci Technol.* 38(6) : 751-755.
- Choi H. C. 2002. Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added product. *Korean J. Crop Sci.* 47(s) : 15-32.
- Choi I. D. 2010b. Physicochemical properties of rice cultivars with different amylose contents. *J Korean Soc Food Sci Nurt.* 39(9) : 1313-1319.

- Chung Y. A, J. K. Lee. 2003. Antioxidative properties of phenolic compounds extracted from black rice. *J Korean Soc. Food Sci. Nur.* 32 : 948-951.
- Damir A. A. 1985. Comparative studies on physicochemical properties and micro-structure of raw and parboiled rice. *Food Chem.* 16 : 1-14.
- Ha T. Y, S. H. Park, C. J. Lee, and S. H. Lee. 1999. Chemical composition of pigmented rice varieties. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31(2) : 336-341.
- Han S. J, S. N. Ryu, and S. S. Kang. 2004. A new 2-arylbenzofuran with antioxidant activity from the black colored rice (*Oryza sativa* L) bran. *Chem. Pharm. Bull.* 52(11) : 1365-1366.
- Han S. J, S. N. Ryu, H. T. Tring, E. H. Joh, S. Y. Jang, M. J. Han, and D. H. Kim. 2009. Metabolism of cyanidin 3-O- β -D-glucoside isolated from black colored rice and its anti-scratching behavioral effect in mice. *Journal of Food Science* 74(4) : 253-258.
- Han S. J, S. H. Chu, S. W. Kwon, and S. N. Ryu. 2012. A new large-grain rice variety, 'Daeripjami' with high concentrations of cyanidin 3-glucoside (C3G). *Kor. J. Breed. Sci.* 44(2) : 190-193.
- Juliano B. O. 1985. Growth composition, In rice chemistry and technology, B. O. Juliano (ed)Am. Assoc. Cereal. Chem. St. Paul MN. p. 175.
- Juliano B. O. 1992. Rice starch properties and grain qualities. In rice chemistry and technology, Julian B. O. (ed)Am. Assoc. Cereal. Chem. St. Paul MN. p.11
- Kim E. O, J. H. Oh, K. T. Lee, J. G. Im, S. S. Kim, H. S. Suh, and S. W. Choi. 2008b. Chemical compositions and antioxidant activity of the colored rice cultivars. *Korean J. Food Preserv.* 15(1) : 118-124.
- Kim H. Y., J. H. Kim, S. Y. Lee, S. N. Lee, S. N. Ryu, S. J. Han, and S. G. Hong. 2010. Antioxidative and anti-diabetic activity of C3GHi, Novel black rice breed. *Kor. J. Crop. Sci.* 55(1) : 38-46.
- Kim S. K. 2003. History and palatability of rice. *J. east Asian Soc. Dietary Life* 13(3) : 232-246.
- Kwon S. W, S. H. Chu, S. J. Han, S. N. Ryu. 2011. A new rice variety 'Supejami' with high content of cyanidin 3-glucoside. *Kor. J. Breed. Sci.* 43(3) : 196-200.
- Lee H. H, H. Y. Kim, H. J. Koh, and S. N. Ryu. 2006. Varietal difference of chemical composition in pigmented rice varieties. *Korean J. Crop Sci.* 51(S) : 113-118.
- Luh B. S. and Y. K. Liu. 1991. Rice flours in baking, In Rice. Vol. II. Utilization. 2nd Ed. ed by Luh B. S. Avi Book.
- Osawa T. 1995. Antioxidative defense systems present on higher plants, and chemistry and function of antioxidative components. *Food & Food Ingredients J. of Jpn.* 163 : 19-29.
- Park S. Z., H. Y. Kim, S. J. Han, and S. N. Ryu. 2000. Cyanidin-3-glucoside content in F1, F2 and F3 grains of pigmented rice Heugjinjubyeeo crosses. *Korean J. Breed.* 32(3) : 285-290.
- Ryu S. N. 2004. Rice cultivar C3GHi American Patent 10-770567.
- Ryu S. N. 2007a. Breeding Method of C3GHi Varieties, Korean Patent 10-0687311.
- Ryu S. N. 2007b. Rice Seed of highly content with C3G pigment, Japan Patent, 3886499.
- Ryu S. N., S. Z. Park, and C. T. Ho. 1998. High performance liquid chromatographic determination of anthocyanin pigments in some varieties of black rice. *Journal of Food and Drug analysis* 6(4) : 729-736.
- Ryu S. N., S. J. Han, S. Z. Park, and H. R. Kim. 2006. Antioxidant activity of blackish purple rice. *Korean J. Crop* 51(2) : 173-178.
- Seo S. J., Y. C. Choi, S. M. Lee, S. Kong, and J. Lee. 2008. Antioxidant activities and antioxidant compounds of some specialty rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37 : 129-135.
- Son J. R, J. H. Jim, J. I. Lee, Y. H. Youn, J. K. Kim, H. G. Hwang, and H. P. Moon. 2002. Trend and further research of rice quality evaluation. *Korean J Crop Sci.* 47 : 33-54.
- Tester R. F, and W. R. Morrison. 1990. Swelling and gelatinization of cereal starches. I. effects of amylopectin, amylose and lipids. *Cereal Chem.* 67 : 551-557.
- Verlangieri A. J, J. C. Kapeghian, S. el-Dean, and M. Bush. 1985. Fruit and vegetable consumption and cardiovascular mortality. *Med. Hypotheses.* 16 : 7-15.
- Wang H, G. N. Muraleedharan, M. S. Gale, Y. C. Chang, and M. Booren. Alden, J. I. Gray, L. D. David. 1999. Antioxidant and antiinflammatory activities of anthocyanins and their aglycon, cyanidin, from tart cherries. *J. Nat. Prod.* 62 : 294-296.
- 고미림. 2011. 영라이스, 현미, 흑미, 백미의 항산화 성분 및 항산화 효과. 경희대학교 석사학위논문. 68-71.
- 김수경. 1994. 취반 조건이 밥의 노화에 미치는 영향. 전남대학교 박사학위논문.