한작지(Korean J. Crop Sci.), 57(3): 248~253(2012) DOI : http://dx.doi.org/10.7740/kjcs.2012.57.3.248

재배지역, 이앙 및 수확시기가 신농흑찰, 신명흑찰 수량 및 품질에 미치는 영향

송영은† · 이덕렬 · 조승현 · 이기권 · 이재흥 · 송영주 · 정종성

전라북도농업기술원

Effect of Different Cultivation Region, Transplanting and Harvesting Date on Yield and Quality of "Shinongheugchal", "Shinmyeongheugchal"

Young-Eun Song, Deok-Ryeol Lee, Seung-Hyun Cho, Ki-Kwon Lee, Jae-Heung Lee, Young-Ju Song, and Jong-Sung Jeung

Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

ABSTRACT Demand is increasing for new functional and health food such as natually colored or flavored rices. Shinongheugchal, Shinmyeongheugchal, colored glutinous rice, were breed as new variety in Jeollabuk-do ARES. Shinongheugchal and Shinmyeongheugchal are medium to late maturing cultivars and higher than Heugnambyeo in term of C3G content. It was conducted to improve the quality of Shinongheugchal, Shinmyeongheugchal in different cultivation regions, transplanting time. The cultivation regions was Jinan (mid-mountainous area) and Iksan (plain area). Transplanting time was May. 20, May. 25 May 30 and Jun. 5 in Jinan, that of Iksan was Jun. 5, Jun. 10, Jun. 15 and Jun. 20. The average heading date of Shinongheugchal and Shinmyeongheugchal was Aug. 13, Aug. 19 and Aug. 15, Aug. 22 in Jinan and Iksan. The average yield of Shinongheugchal(brown rice) in Jinan was 514 kg $10a^{-1}$ and that of in Iksan was 529 kg $10a^{-1}$. The average yield of Shinmyeongheugchal(brown rice) in Jinan was 508 kg $10a^{-1}$ and that of in Iksan was 511 kg $10a^{-1}$.The average C3G content of Shinongheugchal in Jinan was 273.9 mg/100g, that of in Iksan was 228.2 mg/100g. The average C3G content of Shinmyeongheugchal in Jinan was 126.3 mg/100g, that of in Iksan was 101 mg/100g. The optimal transplanting date was May 30 in Jinan and June 10 in Iksan considering the yield and C3G content in Shinongheugchal. The optimal harvesting date of Shinongheugchal in Iksan was 50 days after heading.

Keywords : Shinongheugchal, Shinmyeongheugchal, C3G, transplanting date, harvesting date

국민의 생활수준 향상과 식생활 패턴의 변화로 1인당 연간 양곡소비량이 71.2 ㎏(Statistics Korea, 2011)로 감소한 반면 건강 기능성 식품에 관한 소비자의 관심이 높아짐에 따라 쌀에 있어서도 현미를 비롯하여 유색미와 같은 특수미의 섭취가 증가하고 있다. 일반적으로 쌀은 77%가 전분과 당질로 구성되고 있으며 그 외 비 당질 성분인 단백질, 지방, 식이섬유 등은 백미보다 현미에 더 많이 함유되어 있어 쌀겨와 배아에 유용한 성분들이 풍부한 것을 알 수 있으며 유색미의 기능성 성분으로는 피틴산, 헤미셀룰로오스, γ-오리자놀, 토코페놀, 옥타코사놀등이 있다(Kim *et al.,* 2008). 유색미의 색상은 담적색, 농적색, 농자색, 흑색에 이르기까지 다양하며 현미 외층부에 색소성분을 함유하고 있으며 색소성분은 주로 안토시아닌계 및 페놀화합물이며 이들에 대한 심혈관계 질환예방, 항암능, 항산화능 등 다양한 생리활성 기능이 밝혀지고 있다(Park *et al.,* 2008). 안토시아닌은 식물의 꽃, 자실, 잎, 줄기, 뿌리에 존재하는 적색, 자색, 청색의 색소이며 넓은 의미의 플라보노이드계 색소로 유색미 자색 색소인 안토시안닌계 색소는 cyanidin-3-glucoside (C3G), cyanidin-3-rhamnoside, cyanidin-3,5-diglucoside, malvidin-3-galactoside로 구성되어 있으며 이중 C3G가 주된 색소인 것으로 알려져 있다.(Ryu *et al.,* 2009). 흑미는 색택에 따라 가격에 차이가 있으므로 수량 및 색택이 우수한 고품질 흑미 생산을 위해 지역별 품종별 이앙시기, 수확시기 설정 질소시비량 등 재배기술 개발 연구(Kim *et al.,* 1998; Chae *et al.,* 2003)가 많이 이루어지고 있으며, 또한 편의식 형태의 혼합미 제조를 위한 전처리 연구(Lee, 2006), 기능성 전곡

†Corresponding author: (Phone) +82-63-290-6122 (E-mail) sjm964@korea.kr
<Received 11 June, 2012; Revised 4 September, 2012; Accepted 11 September, 2012>

미 쌀가루 가공기술개발(Park, 2008) 등 가공기술개발을 위한 많은 연구가 이루어지고 있다. 전북농업기술원에서 육성한 신명흑찰과 신농흑찰의 전국적인 재배면적이 증가하여 고품질 흑미 생산을 위한 적정 이앙시기 설정 등 재배기술 개발에 대한 연구가 필요하여 본 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

본 시험은 전라북도농업기술원에서 육성한 신명흑찰와 신농흑찰을 시험재료로 사용하여 2008년부터 2년간 실시하였다. 이앙시기는 중산간지인 진안(해발 275 m)의 경우 중묘를 5월 20일에서 6월 5일까지 5일 간격으로 재식밀도 30 × 12 cm, 평야지인 익산은 6월 5일에서 6월 20일까지 5일 간격으로 재식밀도 30×14 cm로 이앙하였다. 시비량은 진안의 경우 질소, 인산, 칼리를 성분량으로 10a당 각각 10-6.4-7.8 kg로, 익산 시비량은 각각 9-4.5-5.7 kg로 시용하였고 이 중 질소는 기비, 분얼비, 수비로 나누어 50:20:30%의 비율로 분시 하였으며 인산은 전량기비로 칼리는 기비:수비를 70:30%의 비율로 분시 하였다. 분시방법은 익산의 경우도 동일하였다. 수확시기는 출수 후 45일 부터 5일 간격으로 4회 수확하였다. 생육과 수량구성요소 조사는 농촌진흥청 조사기준에 준하였다. 안토시아닌함량은 유색미(현미)를 분쇄기(Perten mill)로 마쇄하여 250 ml 삼각플라스크에 0.5 g을 칭량하여 넣은 후 0.1% HCl-MeOH(v/v) 용액 10 ml을 첨가하여 4℃ 암상태에서 24시간 동안 3회 추출하여 감압농축기로 농축한 후 25 ml로 정용하여 이 용액을 안토시안 함량 분석에 사용하였다. cyanidin-3-glucoside(C3G)를 표준품으로 검량선을 작성하여 측정하였다(Jung *et al*, 2000). 색도측정은 색차계(CM-3500d, Minolta, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 3반복으로 측정하였다. 완전 착색미율은 달관조사를 통하여 완전립과 착색정도에 따라 분리, 선발하였다.

결과 및 고찰

중산간지(진안)에서 이앙 60일 후 이앙시기별 신농·신명흑찰의 수량구성요소 및 수량은 Table 1과 같다. 신농흑찰의 평균 출수기는 8월18일로 신명흑찰보다 3일 늦었고 신명흑찰에 비해 주당수수, 수당립수가 많았으나 현미천립중, 등숙비율이 낮아 수량에서 큰 차이는 없었다. 신농·신명흑찰는 이앙시기가 늦어질수록 출수기는 1～5일정도 늦어졌으며, 이는 Kim(1998)등이 흑진주벼 재배시 이앙시기에 따라 출수기가 늦어진다는 결과와 같았다. 5월 20일과 5월 25일 이앙시기에서 주당 수수와 수당립수는 적었으며 등숙비율과 수량은 이앙시기가 빠르거나 늦으면 감소하였다. 이는 등숙기간이 너무 빠르면 전분 축적이 완전하지 않아 청미 등 불완전립이 발생하고 너무 늦으면 등숙기간에 고온기를 거치면서 불완전립 발생이 증가한다고 알려져 있다. 신농흑찰의 수량은 5월 25일과 5월 30일, 신명흑찰은 5월 30일에 높았다.

Table 2는 평야지에서 이앙시기별 신농·신명흑찰 수량구성요소와 수량을 나타냈고 신농흑찰의 출수기는 신명흑찰

Table 1. Yield and yield component of black rice under different transplanting dates in Jinan.

Sample	Transplanting date	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of Panicle /hill	No. of spikelet /Panicle	1,000-grain wt. (g)	Ripened grain (%)	Brown /rough (%)	Yield (kg $10a^{-1}$)
SN[1)]	May. 20	Aug. 15	62.3	18.6	15.6	61.0	18.8	80.0	80.0	474 b[2)]
	May. 25	Aug. 17	61.4	19.2	13.0	83.6	18.5	81.2	80.2	537 a
	May. 30	Aug. 18	57.4	18.8	16.7	81.1	17.9	84.5	80.3	535 a
	Jun. 5	Aug. 20	58.8	19.3	18.6	73.4	17.3	69.6	79.0	510 ab
	Mean	Aug. **18**	**60.0**	**19.0**	**16.0**	**74.7**	**18.1**	**78.8**	**79.9**	**514**
SM	May. 20	Aug. 13	56.7	17.3	13.6	57.9	19.8	90.6	80.8	486 c
	May. 25	Aug. 14	61.2	18.2	13.2	70.5	19.9	84.4	81.6	508 b
	May. 30	Aug. 16	59.4	17.9	16.4	72.1	19.7	91.4	81.9	544 a
	Jun. 5	Aug. 18	55.4	18.0	16.2	71.7	19.4	88.2	81.4	493 bc
	Mean	Aug. **15**	**58.2**	**17.9**	**14.9**	**68.1**	**19.7**	**88.7**	**81.4**	**508**

[1)]Shinongheugchal: SN, Shinmyeongheugchal: SM.
[2)]The same letters in a column are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan Multiple Range Test.

Table 2. Yield and yield component of black rice under different transplanting dates in Iksan.

Sample	Transplanting date	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of Panicle /hill	No. of spikelet /Panicle	1,000-grain wt. (g)	Ripened grain (%)	Brown /rough (%)	Yield (kg 10a^{-1})
SN[1)]	Jun. 5	Aug. 19	67.7	21.5	14.9	97.3	19.8	91.2	77.0	538 a[2)]
	Jun. 10	Aug. 22	68.4	21.3	16.4	106.1	19.6	88.3	77.8	538 a
	Jun. 15	Aug. 23	65.7	20.8	14.4	86.0	19.9	86.9	77.0	521 a
	Jun. 20	Aug. 28	61.7	21.7	15.5	84.1	19.9	88.1	77.4	520 a
	Mean	Aug. **23**	**65.9**	**21.4**	**15.3**	**93.4**	**19.8**	**89.1**	**77.3**	**529**
SM	Jun. 5	Aug. 18	68.5	21.5	16.1	106.0	19.7	87.2	76.5	546 a
	Jun. 10	Aug. 21	66.6	19.8	17.5	76.1	21.6	90.1	78.0	519 ab
	Jun. 15	Aug. 22	61.5	19.8	16.3	81.3	21.8	90.2	78.6	508 ab
	Jun. 20	Aug. 26	59.6	19.8	14.5	88.1	21.1	89.3	78.1	472 b
	Mean	Aug. **22**	**64.0**	**20.2**	**16.1**	**87.9**	**21.3**	**89.2**	**77.8**	**511**

[1)]Shinongheugchal: SN, Shinmyeongheugchal: SM.
[2)]The same letters in a column are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan Multiple Range Test.

에 비해 평균 1일정도 늦었고 수당립수는 많았다. 주당 수수와 현미 천립중은 적었고 등숙비율과 정현비율은 큰 차이가 없었으나 수량은 약간 높았다. 이앙시기가 늦어질수록 출수기는 3~9일 늦었으며 주당수수, 수당립수, 수량도 역시 감소하는 경향이었다.

벼 등숙 중 기상조건은 출수 후 40일간 평균온도 20~22℃, 적산온도 800~880℃, 일평균 일조시간은 7시간, 일교차는 8~10℃가 적정하다고 알려져 있다(Lee *et al.,* 2008). 신농흑찰의 진안, 익산 출수기인 8월18일, 익산 8월23일 기준으로 출수 후 40일간 등숙 중 기상 조건을 알아본 결과는 Fig. 1과 같다. 진안, 익산의 평균온도는 각각 20.1℃, 22.5℃, 일평균 일조시간은 진안 6.2시간, 익산은 6.0시간, 일교차는 12.7℃, 10.6℃로 진안에서 일교차가 컸다. 이는 등숙기간 중에는 밤낮의 기온차가 커 밤의 온도가 낮아 호흡이 저하되고 체내 양분의 소모가 적은 것이 등숙이 유리한 것으로 알려져 있다.(Cho, 1995)

중산간지인 진안에서 신농흑찰의 평균 착색비율은 Table 3과 같이 86.6%로 신명흑찰의 착색비율 79.6%보다 높아 착색이 좋았으며 완전착색미 수량도 10a당 446 kg으로 신명흑찰보다 약 6% 정도 높았고 안토시안 함량도 100 g당 274 mg, 신명흑찰 126 mg 보다 높았다. 신농·신명흑찰 모두 이앙시기가 늦을수록 착색비율, 완전 착색미 수량 및 안토시안 함량이 높았다. 이는 6월 15일 흑진주벼의 안토시안함량이 증가하였다고 보고한 Kim 등(1998), 조생흑찰벼의 이앙시기에 따라 안토시안함량이 증가한다고 보고한 Jung(2008)의 결과와도 일치하였다.

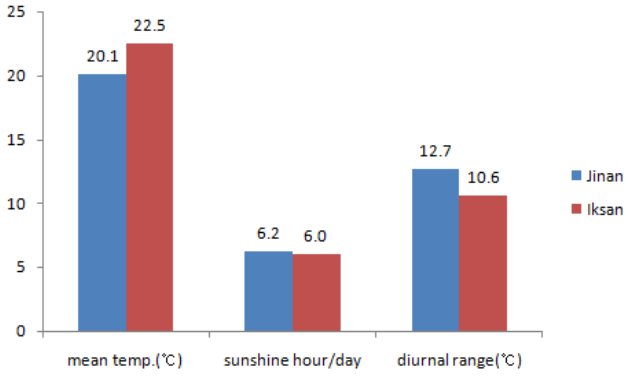

Fig. 1. Comparison of environmental condition at Jinan, Iksan during ripening period.

평야지 익산에서 신농흑찰의 평균 착색비율은 Table 4와 같이 82.3%로 신명흑찰 69.5%보다 높고, 완전착색미 수량도 10a당 438 kg로 신명흑찰 361 kg보다 18.5% 높았으며 안토시안함량은 신명흑찰에 비해 2배정도 높았다. 신농흑찰의 이앙시기별 착색비율은 6월 10일 이앙에서 85.1%로 가장 높았으나 안토시안함량은 6월 5일, 15일 이앙보다는 증가하였으나 6월 20일 이앙보다 다소 감소하였다. 신농흑찰이 신명흑찰에 비해 색택과 수량이 우수하였으며, 평야지인 익산보다 중산간지인 진안에서 착색비율과 안토시안함량이 높았다. 안토시안함량과 수량을 고려한 이앙시기는 중산간지역의 경우 5월 30일, 평야지인 익산은 6월 10일이었다.

유색미의 안토시안함량과 색택은 일교차의 영향을 많이

Table 3. Yield and C3G content of black rice under different transplanting dates in Jinan.

Sample	Transplanting date	Hunter's color value			Coloring grain (%)	Coloring* grain yield (kg 10a^{-1})	C3G content (mg/100 g)
		L	a	b			
SN[1)]	May. 20	19.5	1.33	0.77	83.4	395 b	226.0 b[2)]
	May. 25	19.6	1.34	0.92	83.4	448 ab	219.7 b
	May. 30	19.6	1.22	0.73	88.9	478 a	312.4 a
	Jun. 5	19.6	1.18	0.77	90.9	464 a	337.3 a
	Mean	**19.6**	**1.27**	**0.80**	**86.6**	**446**	**273.9**
SM	May. 20	19.9	1.87	1.73	78.4	379 b	116.8 b
	May. 25	19.8	1.66	1.39	76.5	389 b	124.6 ab
	May. 30	19.5	1.55	1.27	78.3	426 a	133.3 a
	Jun. 5	19.7	1.58	1.36	84.7	417 ab	130.4 a
	Mean	**19.7**	**1.66**	**1.44**	**79.5**	**421**	**126.3**

*Coloring grain × Yield.
[1)]Shinongheugchal: SN, Shinmyeongheugchal: SM.
[2)]The same letters in a column are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan Multiple Range Test.

Table 4. Yield and C3G content of black rice under different transplanting dates in Iksan.

Sample	Transplanting date	Hunte's color value			Colored-growth percentage (%)	Colored* grain yield (kg 10a^{-1})	C3G content (mg/100 g)
		L	a	b			
SN[1)]	Jun. 5	19.4	1.79	0.70	78.9	424 b	207.3 b[2)]
	Jun. 10	19.5	1.57	0.57	85.1	458 a	219.4 ab
	Jun. 15	19.6	1.45	0.65	82.1	432 ab	211.8 b
	Jun. 20	19.4	1.19	0.47	84.2	438 ab	274.4 a
	Mean	**19.5**	**1.50**	**0.60**	**82.3**	**438**	**228.2**
SM	Jun. 5	19.5	1.76	0.69	69.2	378 a	103.9 a
	Jun. 10	20.1	2.32	1.36	67.7	351 b	97.2 b
	Jun. 15	20.3	2.47	1.51	68.2	346 b	95.9 b
	Jun. 20	20.1	2.01	1.27	78.1	368 ab	106.9 a
	Mean	**20.0**	**2.14**	**1.21**	**69.5**	**361**	**101.0**

*Colored grain yield.
[1)]Shinongheugchal: SN, Shinmyeongheugchal: SM.
[2)]The same letters in a column are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan Multiple Range Test.

받아 평야지 보다 중산간지에서 안토시안함량이 높아 색택이 좋게 나타나는 것으로 알려져 있다.

이에 관한 연구로 Park 등(2002)은 흑진주벼의 cyanidin-3-glucoside 함량은 출수 후 40일간 평균기온은 낮고 일사량이 많을수록 증가하였으며 특히 20일 이후에는 일교차가 클수록 색소함량이 증가하였다 하였고, Chae 등(2003)은 현미수량과 cyanidin-3-glucoside 함량 모두 평균기온 24℃까지는 등숙온도가 올라갈수록 증가하였고 평균기온이 27℃ 이상이면 감소하는 경향을 나타내었다고 보고하였다. Reyes 등(2004)의 자심 시험결과 안토시안 함량은 재배지대의 일장이 길수록 생육기간 중 온도가 낮을수록 괴경내 안토시안 색소 축적이 활발하다고 보고하였다. 그 이유로 Kim 등(1998)은 현미색소함량이 높은 이앙시기인 6월 15일의 출수 후 45일간의 적산온도는 1,000℃정도(일평균 기온 22.

Table 5. Coloring grain yield and C3G content of black rice under different harvesting dates in Iksan.

Sample	Harvesting date* (days)	Ripened grain (%)	Yield (kg 10a^{-1})	Colored-growth percentage (%)	Colored grain yield** (kg 10a^{-1})	C3G content (mg/100 g)
SN[1)]	45	86.5	515.4 b	88.1	454 ab	278.7 a
	50	91.2	532.9 ab	88.6	472 a	259.0 ab
	55	89.9	539.4 ab	81.1	437 b	206.9 b
	60	88.8	546.1 b	71.5	392 c	195.9 b
	Mean	**89.1**	**528.8**	**82.3**	**439**	**235.1**
SM	45	90.3	506.7	77.9	395 a	119.1 a
	50	89.8	529.4	72.6	384 a	98.6 ab
	55	90.9	535.1	72.2	386 a	91.3 b
	60	913	532.5	68.7	366 b	94.9 b
	Mean	**91.3**	**511.1**	**72.9**	**382.8**	**101.0**

*Days after heading.
**Colored grain yield.
[1)]Shinongheugchal: SN, Shinmyeongheugchal: SM.
[2)]The same letters in a column are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan Multiple Range Test.

1℃)로 보여 등숙기간의 온도조건이 현미 색도 생성과 관계가 있는 것으로 보고하였으며 Reyes 등(2004)은 수확 30일 전부터 수확기까지의 평균온도 및 최저온도와 고도의 부의 상관관계를 보여 이 시기의 야간온도가 낮을수록 괴경 내 안토시안축적이 왕성하게 이루어진 것으로 추정하였다.

상대적으로 중산간지에 비해 안토시안함량과 색택의 비율이 떨어지는 평야지인 익산의 안토시안함량과 색택의 비율을 높이기 위해 적정 이앙시기로 선발된 6월 10일 이앙시기를 기준으로 출수후 45～60일에 수확하여 착색비율, 완전착색미 수량, 안토시안함량 등을 조사하여 본 결과는 Table 5와 같다. 신농흑찰의 수확시기별 수량은 출수 후 50일, 55일에서 높았으나 출수 50일에 완전착색비율이 88.6%로 높아 신농흑찰 완전착색미 수량은 10a 당 472 kg로 높았다. 수확시기별 신명흑찰의 완전착색미 수량은 출수 후 60일을 제외한 수확시기에서 유의한 차이가 없었다. 따라서 완전착색미 수량을 기준으로 한 평야지 익산지역의 수확시기는 신농흑찰의 경우 50일 수확시에 10a당 472 kg으로 가장 높았다.

적 요

고품질 신농흑찰, 신명흑찰 생산을 위한 중산간지와 평야지의 이앙시기와 평야지의 수확시기 설정을 위한 시험을 수행 후 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 이앙시기가 늦어질수록 재배지역, 시험품종에 관계없이 출수기는 늦었다.
   동일한 이앙시기인 6월 5일 중산간지 진안, 평야지 익산의 신농흑찰, 신명흑찰 출수기는 큰 차이가 없었다. 재배지역별 출수기는 이앙시기가 상대적으로 빨랐던 진안의 평균 출수기가 빨랐다. 또한 이앙시기별 신농흑찰의 출수기는 신명흑찰의 출수기보다 늦어 진안은 2～3일, 익산은 1～2일정도 늦었다.
2. 이앙시기에 따른 현미수량은 진안지역에서 신농흑찰은 5월 25일 신명흑찰은 5월 30일 이앙에서 수량이 많았으며. 익산에서는 신농흑찰, 신명흑찰 현미수량은 이앙시기가 늦어질수록 감소하는 경향이었다.
3. 이앙시기가 늦어질수록 평야지인 익산보다는 중산지 진안에서 신농흑찰의 안토시안함량이 높아 6월 5일 진안지역 신농흑찰의 안토시안함량이 100 g당 337.3 mg으로 가장 높았다.
4. 이앙시기별 완전 착색미 비율은 신농흑찰, 신명흑찰 모두 진안, 익산에서 이앙시기가 늦어질수록 높아지는 경향이었으나 완전 착색미 수량은 진안 5월 30일 이앙에 익산 6월 10일 이앙에서 가장 높았다.
5. 수확시기에 따른 익산지역의 완전착색미 비율은 수확시기가 늦어질수록 감소하는 경향이었으나 완전착색미 수량은 신농흑찰 출수 후 50일 수확에서 가장 높았다.

인용문헌

American Journal of Potato Research. 81(3) : 187-193.

Chae, J. C., D. J. Lee, and D. K. Jun. 2003. Effect of Ripening Temperature on C3G Cyanidin-3-glucoside Contents. Korean J. Crop Sci. 48(S2) : 226-227.

Cho, D. S. 1995. Physio-Ecological Characteristics of Rice(In Korean). Hyang Moon sa.

Jeong J. T. 2008. Color Rice for Processing Cultivation Technique Development. Chungnam ARES Research Report. pp. 61-84.

Jung, K. H., H. J. Koh, J. H. Lee, S. J. Yang, H. P. Moon, and H. C. Choi. 2000. Visual Selection of Blackish-Purple Rices in a Segregating Population. Korean J. Bleed. 32(2) : 127-131.

Kim, E. O., J. H. Oh, K. T. Lee, J. G. Im, S. S. Kim, H. S. Suh, and S. W. Choi. 2008. Chemical Compositions and Antioxidant Activity of the Colored Rice Cultivars. Korean Journal of Food Preservation. 15(1) : 118-124.

Kim, K. K., C. Y. Kim, J. I. Lee, J. C. Shin, and M. H. Lee. 1998. Effect of Transplanting Dates and Nitrogen Fertilizer Levels on the Dry Matter Production and Yields of a Pigmented Rice “Heugjinjubyeo” RDA. J. Agro-Envir. Sci. 40(2) : 48-55.

Korean Statistics Information Service 2011. Grain Consumption per Head according to Cereals and Use (In Korean). Statistics Korea.

Lee H. D., H. D. Lee., Y. C. Kim, D. J. Kim, and D. J. Lim, 2008. Contermeasure and Critical Technology for High Quality of Domestric rice (In Korean). RDA.

Lee, H. Y. 2006. Study on Pre-treatment for Preparation of Mixed Grain Product Subjected to Convenient Food Product. KFRI.

Park, J. D. 2008. Development of Whole-Rice Flour for Functional Ready-To-Eat Rice Product. KFRI.

Park, S. Z., H. Y. Kim, S. N. Ryu, S. J. Han, and B. I. Ku. 2002. Environmental Variation of C3g Content in Heugjinjubyeo. Korean. J. Breed. Sci. 34(2) : 125-126.

Park, Y. S., S. J. Kim, and H. I. Chang, 2008, Isolation of C3G from Black Rice (Heugjinjubyeo) and Screening of its Antioxidant Activities. Kor. J. Microbiol. Biotechnol., 36(1) : 55-60.

Reyes, LF, JC Miller, Jr., and L. Cisneros-Zevallos. 2004. Environmental Conditions Influence the Content and Yield of C3Gs and Total Phenolics in Purple- and Red-flesh Potatoes during Tuber Development.

Ryu, S. N., J. H. Ahn, and S. G. Hong, 2009. Enhancement of Genetic Variation in High Functional Pigmented Rice and Its Utilization. RDA.