

## 이양시기와 농업기후지대의 차이가 조생흑찰의 현미 품질과 수량에 미치는 영향

이윤상<sup>\*†</sup> · 이정관\* · 이상영\* · 윤 태\* · 우선희\*\*

\*충청북도농업기술원 식량자원연구과, \*\*충북대학교 농업생명환경대학 농학과

### Effects of Different Transplanting Dates and Agroclimatic Zones on Quality of Brown Rice and Yield of a Pigmented Rice Variety 'Josaengheugchal'

Yun-Sang Lee<sup>\*†</sup>, Joung-Kwan Lee\*, Sang-Young Lee\*, Tae Yun\*, and Sun-Hee Woo\*\*

\*Chungbuk Agricultural Research and Extension Service, Chungbuk 373-880, Korea

\*\*Dept. of Crop Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

**ABSTRACT** This experiment was carried out to clarify the effect of various transplanting dates and agroclimatic zones on quality of brown rice and yield of a pigmented rice variety 'Josaengheugchal'. The black density of brown rice in Jecheon (central inland region) showed a slight difference among the transplanting dates, but in Cheongwon (western sobaek inland region) that had increased at the transplanting dates of June 10th to 20th. cyanidin 3-glucoside (C3G) content at the same transplanting date in Jecheon was higher than Cheongwon, and the overall C3G content was increased at the later transplanting dates. The optimum transplanting date estimated by brown rice yields and C3G content was May 11th (491 kg/10a) in Jecheon and June 16th (468 kg/10a) in Cheongwon.

**Keywords :** Josaengheugchal, pigmented rice, transplanting dates, agroclimatic zone, cyanidin 3-glucoside

**국내** 쌀 생산량은 수입개방, 농촌인구의 노령화, 휴경답의 증가 등 여러 가지 원인으로 2000년 524만 톤에서 2005년에는 496만톤(MAF, 2006)으로 약 9.6%가 줄어들었으며, 쌀 가격의 변동은 2000년 79,908원/40 kg에서 2004년에는 79,316원/40 kg으로 변동이 거의 없었으나, 같은 기간 소비자물가지수는 8.1% 상승하였다(KNSO, 2007). 결과적으로 벼 재배농가의 소득은 그만큼 감소하는 것으로 나타나 농가의 어려움을 가중시키고 있는 실정이다. 이를 극복하기 위해서는 쌀 품질의 고급화와 기능성을 우선적으로 고려하는 소비자를 겨냥한 시장 개척이 중요한데 기능성 유색미 재배

는 그 대안이라 할 수 있다. 유색미는 항암 효과도 인정되었다는 보고(Nam & Kang, 1997)가 있으며, 일반미보다 강한 항산화 효과를 나타내고, 충위별 항산화 활성을 쌀의 표면 층에서만 집중적으로 관찰될 뿐 아주 내층인 L2 및 L3층에서는 거의 관찰되지 않았다(Kwak *et al.*, 1999). 유색미는 일반미에 비하여 일반적으로 항산화, 항암, 항변이원성 등에서 높은 활성을 나타내었으며, 재배종 유색미 미강 추출물이 추청벼에 비하여 발암을 강하게 억제하는 것으로 나타났다(Nam *et al.*, 2005). 또한 재배벼, 야생벼, 보리 총 16점에 대한 미강과 잎의 메탄을 추출물에서 DPPH법과 TBARS법으로 항산화 활성을 측정한 결과 흑진주벼, *O. minuta*, *O. rufipogon*, *O. barthii*의 미강과, 탑골보리의 잎이 높은 효과를 나타내었으며(Ryu *et al.*, 2002b), 국내외에서 수집하고 재배한 유색미 23점과 대조군으로 일반미인 추청을 사용하여 환원력, DPPH radical에 대한 전자공여능력, hydroxy radical 소거활성, 지질과산화억제효과 등 항산화 활성을 측정법으로 검정한 결과 서로 상관성은 나타나지 않았다(Nam *et al.*, 2002). 흑미에서 추출한 색소 성분을 diethyl ether, ethyl acetate, butanol, 물로 용매 분획하여 각 분획의 DPPH 라디칼 소거활성을 측정한 결과 butanol 분획에서 가장 높은 항활성이 관찰되었고 이는  $\alpha$ -tocopherol보다는 2배 이상 높았으나 BHT보다는 약간 떨어지는 것으로 나타났다(Jeong & Lee, 2003).

유색미의 안토시아닌 색소조성을 보면 종실에서는 cyanidin 3-glucoside, cyanidin 3-rhamnoside, malvidin 3-galactoside, peonidin 3-glucoside 등 4가지 성분이(Nagai *et al.*, 1960; Lee, 1997), 잎과 절간마디에는 cyanidin 3-glucoside, cyanidin 3-rhamnoside, cyanidin 3,5-diglucoside 등의 3가지 성분이

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-43-220-8422  
(E-mail) podolee@cbares.net <Received November 6, 2008>

보고되었다(Nagai *et al.*, 1960). 또한 한국산 유색미 흑진주벼에서도 주요 안토시아닌 색소가 cyanidin 3-glucoside임을 확인하였다(Cho *et al.*, 1996). HPLC 분석결과 흑진주벼의 cyanidin 3-glucoside 함유량은 470 mg/100 g(종자) 정도이며, 이것과 총 안토시아닌 함량사이의 상관관계는 존재하지 않았다(Ryu *et al.*, 1998). 흑자색미 유전자원 중에서는 흑진주벼의 C3G 함량이 가장 높았으며(박 등, 1998), 시비 조건에 따른 흑진주벼의 C3G와 P3G 함량은 생고구=금비구>무비구>퇴비구 순이었고, 질소 사용량의 증가에 따라 흑진주벼의 C3G와 P3G 함량도 증가하는 경향이었으나, 인산과 칼리는 유의한 영향을 미치지 않았음을 알 수 있었으며(Park *et al.*, 2000), C3G 함량은 질소 및 퇴비 사용량 처리구에서 모두 등숙 기간이 40일 이후 80일까지 길어질수록 매우 유의하게 감소되었고, 그 경향은 흑진주벼에서 보다 흑남벼에서 더욱 뚜렷하게 나타났다(채 등, 2003).

지금까지 육성된 유색미 중 찰벼이면서 흑색인 품종으로 육성된 조생흑찰은 단간, 내도복성이며 가공 및 혼반용으로 그 우수성이 인정되어 2004년 농작물직무육성 신품종선정 위원회에서 국가품종목록 등재품종으로 선정되었다(농촌진흥청, 2004). 그러나 조생흑찰을 고품질 품종의 재배시기에 맞추어 이앙하면 생육이 부진할 뿐만 아니라 조류피해 등으로 수량 저하요인이 되고 착색도 불량하며 수확기에는 탈립으로 많은 손실이 발생하는 것을 확인하였으며, 또한 간장이 짙어져 기계수확 시 어려움 점이 발견되었다.

따라서 본 시험에서는 조생흑찰의 품질과 수량성을 높이는 방법을 찾기 위해 재배지역과 이앙시기를 달리하여 그에 따른 생육과 품질을 조사하여 최적의 이앙시기를 구명하고자 하였다.

## 재료 및 방법

본 시험은 농업기후대(Choi *et al.*, 1985)와 이앙시기를 달리하여 2006년에 제천시 백운면(중부 내륙지대)과 청원군 오창면(소백서부 내륙지대)에 위치한 충북농업기술원 작물연구과 시험포장에서 조생흑찰을 이용하여 수행하였다. 이앙 시기는 제천 5월 10일, 5월 20일, 5월 30일 및 6월 10일에, 청원 5월 20일, 5월 30일, 6월 10일 및 6월 20일에 각각 10일 간격을 두었다. 시비량은 제천지역은 질소, 인산 및 칼리를 성분량으로 10a당 각각 10 kg, 6.4 kg, 7.8 kg을 사용하였으며, 이중 질소는 기비, 분열비 및 수비로 나누어 50 : 20 : 30으로 사용하였으며, 인산은 전량 기비로, 칼리는 기비 : 수비로 분시하였다. 청원지역의 시비량은 각각 질소

9 kg, 인산 4.5 kg 및 칼리를 5.7 kg으로 하였으며, 분시비율은 제천과 동일한 방법으로 사용하였다. 제천지역의 재식 밀도는 조간 30 cm, 주간 12 cm로, 청원지역은 조간 30 cm, 주간 14 cm로 하여 각각 기계 이앙하였으며, 그 밖의 재배관리는 충북농업기술원의 표준경종법을 따랐다.

조사방법으로는 현미의 착색도는 색차색도계(CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(+red~green), b(+yellow~blue) 값을 측정하였다. 안토시아닌 색소 중 항산화 활성이 높다고 알려진 C3G의 분석은 HPLC(Agilent 1100 series, USA)를 이용하여 UV Detector에 TSK-GEL ODS-120T 컬럼을 사용하였다. 이동상(Mobile phase)은 formic acid를 중류수(A)와 acetonitrile(B)에 각각 녹여 0.1%로 만든 것을 사용했으며, 분석시간 14.5분 동안 A는 100%에서 0%로, B는 0%에서 100%로 각각 농도 구배를 주면서 유속은 1 mL/분으로 설정하여 분석하였다. C3G 정량은 C3G 표준품을 정확히 100 ppm(1 mg/10 mL 0.1% TFA in 95% ethanol) 만들고 이것을 회석하여 80, 60, 40 및 20 ppm을 각각 주입하여 검량선을 작성하였고, 여기서 얻은 데이터를 이용해 회귀식을 얻어 정량하였다. 그 밖의 조사는 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준(농촌진흥청, 1995)에 따랐으며, Duncan test로 처리간 유의성 검정을 하였다.

## 결과 및 고찰

### 출수기 생육

출수기는 제천 및 청원 두 지역 모두 가장 늦게 이앙한 시기인 6월 10일과 6월 20일에서도 중부평야지 안전출수한 계기인 8월 20일(Yang *et al.*, 1986)보다 빠른 8월 14일과 8월 18일이었다(Table 1). 동일한 이앙시기 간을 비교해 볼 때 청원이 제천에 비해 4~5일 빨랐으며, 제천과 청원의 이앙시기가 가장 빠른 5월 10일과 5월 20일을 기준으로 10일 씩 늦어짐에 따라 제천은 각각 2, 5, 6일, 그리고 청원은 각각 5, 6, 8일 각각 늦어졌다. 이는 Kim *et al.*(1998)이 흑진주벼의 이앙시기 시험에서 이앙시기가 늦을수록 출수기가 지연되었다는 보고와도 같은 경향을 보였다.

이앙시기 간의 출수기 간장을 비교하면 제천은 5월 10일 이앙이 55 cm로 가장 짧았고, 6월 10일 이앙이 63 cm로 가장 길었다. 청원 또한 5월 20일 이앙이 56 cm로 가장 짧았으며, 6월 20일 이앙이 64 cm로 가장 길어 두 지역 모두 이앙시기가 늦어질수록 간장은 길어졌다. 수장은 이앙 시기에 관계없이 같은 경향을 보였으나 제천보다 청원이 약간 길었다.

### 수량구성요소

수수는 제천과 청원 두 지역 모두 거의 차이는 없었으나, 전체적인 수수는 제천보다 청원이 많았다(Table 2). 이는 지역의 기온 차이에 기인한 것으로 생각된다. 주당 영화수는 청원지역이 제천지역보다 많았으며, 제천의 경우 68~72개 범위에서 일정한 경향이 없었으며, 청원은 77~83개 범위였다. 두 지역 모두 가장 많은 영화수를 보인 이양 시기는 5월 30일이었다. 등숙비율은 제천지역이 청원지역보다 높았으며, 제천은 이양시기가 늦어지면 질수록 감소한 반면 청원은

높은 경향을 보였다. 이는 등숙에 유리한 평균기온인 22°C 전후의 정밀한 분석이 필요한 것으로 생각되었다. 현미 천립중은 제천지역보다 청원지역이 다소 무거웠으며 이양시기 간에는 유사한 경향이었다.

### 수량

제천지역의 현미 수량은 5월 10일과 5월 20일 이양한 시험구에서 각각 10a당 488 kg, 493 kg으로 5월 30일과 6월 10일 이양보다 약 10% 이상 높았다(Table 3). 그러나 청원

**Table 1.** Heading date, culm length and panicle length as affected by different transplanting dates and agroclimatic zones.

Agroclimatic zones	Transplanting date	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)
Jecheon	May 10	Aug. 1	55b	18a <sup>†</sup>
	May 20	Aug. 3	57b	19a
	May 30	Aug. 8	60a	19a
	Jun. 10	Aug. 14	63a	19a
Cheongwon	May 20	Jul. 29	56b	20a
	May 30	Aug. 4	58b	20a
	Jun. 10	Aug. 10	62a	20a
	Jun. 20	Aug. 18	64a	21a

<sup>†</sup>Values with the same letter in a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

**Table 2.** Yield components according to different transplanting dates and agroclimatic zones.

Agroclimatic zones	Transplanting date	Panicle		Spikelet		Ratio of ripened grain (%)	1000 grain weight (g)
		No./hill	No./m <sup>2</sup>	No./plant	No./m <sup>2</sup> [ $\times 1,000$ ]		
Jecheon	May 10	13.4a	373	68a	25.4	89.8a	20.2bc <sup>†</sup>
	May 20	13.3a	370	70a	25.9	88.9b	20.7a
	May 30	13.1a	364	72a	26.2	88.8b	20.5ab
	Jun. 10	13.0a	361	70a	25.3	86.5c	19.9c
Cheongwon	May 20	14.2a	338	77a	26.0	85.0bc	21.3ab
	May 30	13.9a	337	83a	27.5	83.0c	21.0b
	Jun. 10	13.6a	324	82a	26.6	86.0b	21.5a
	Jun. 20	13.8a	328	81a	26.6	88.9a	21.3ab

<sup>†</sup>Values with the same letter in a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

**Table 3.** Yields according to various transplanting dates in Jecheon.

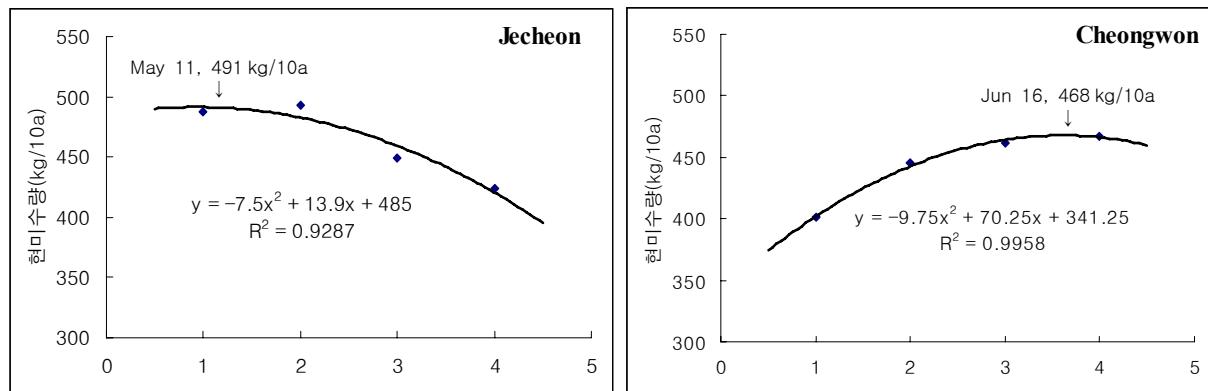
Transplanting date	Rough rice yield (kg/10a)	Brown/rough rice ratio (%)	Brown rice yield (kg/10a)
May 10	605	80.7	488
May 20	609	81.0	493
May 30	564	79.6	449
Jun. 10	530	80.0	424
LSD (0.05) -----	28.85 -----		23.64

은 정반대의 경향으로 5월 20일 이앙대비 6월 10일과 6월 20일 이앙시기가 15~17% 높은 현미 수량을 보였다(Table 4). 이것을 수량과 등숙기 적산온도를 비교할 때 1,000°C 전후에서 높게 나타난 것을 알 수 있었다(Table 5). 현미수량으로 추정한 최적 이앙시기는 Fig. 1과 같이 제천은 5월 11일에 10a당 491 kg, 청원은 6월 16일에 468 kg로 추정되

었다. 두 지역간의 수량을 비교해 보면 5월 30일 이앙시 까지는 제천지역이 높고, 6월 10일 이후는 청원지역이 높았다. 이것으로 볼 때 조생흑찰의 재배는 중산간 지역의 조생종 재배지역에서 적기에 이앙하는 것이 유리하며, 평야지에서는 6월 10일 이후까지 최대한 이앙시기를 늦추는 것이 수량성면에서 이앙 적기로 판단되었다.

**Table 4.** Yields according to different transplanting dates in Cheongwon.

Transplanting date	Rough rice yield (kg/10a)	Brown/rough rice ratio (%)	Brown rice yield (kg/10a)
May 20	503	79.8	401
May 30	545	81.6	445
Jun 10	574	80.5	462
Jun 20	576	81.1	467
LSD (0.05) -----	25.87 -----		20.98



**Fig. 1.** Estimated the optimum transplanting date by brown rice yields.

**Table 5.** Hunter values, C3G contents and accumulated temperature according to different transplanting dates and agroclimatic zones.

Agroclimatic zones	Transplanting date	Hunter values <sup>j</sup>			C3G (mg/100 g)	Accumulated temp. <sup>k</sup> (°C)
		L	a	b		
Jecheon	May 10	18.24	-2.07	3.18	274.7 b <sup>†</sup>	1,041 (23.1)
	May 20	19.40	-1.32	3.65	268.0 b	1,026 (22.8)
	May 30	18.12	-3.80	2.80	300.3 b	978 (21.7)
	Jun 10	17.29	-4.40	2.92	957.0 a	922 (20.5)
Cheongwon	May 20	22.27	2.61	6.57	104.7 c	1,142 (25.4)
	May 30	20.78	0.84	5.28	108.3 c	1,100 (24.4)
	Jun 10	17.44	-2.88	2.54	648.7 b	1,049 (23.3)
	Jun 20	18.36	-3.47	2.30	965.3 a	983 (21.8)

<sup>j</sup> L, Lightness (Black = 0, White = 100); a, Red-Green (Red = +100, Green = -80); b, Yellow-Blue (Yellow = +70, Blue = -70).

<sup>k</sup> Sum of average temperature from heading to 45 days after. Parenthesis is a average temperature during the periods.

<sup>†</sup>Values with the same letter in a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

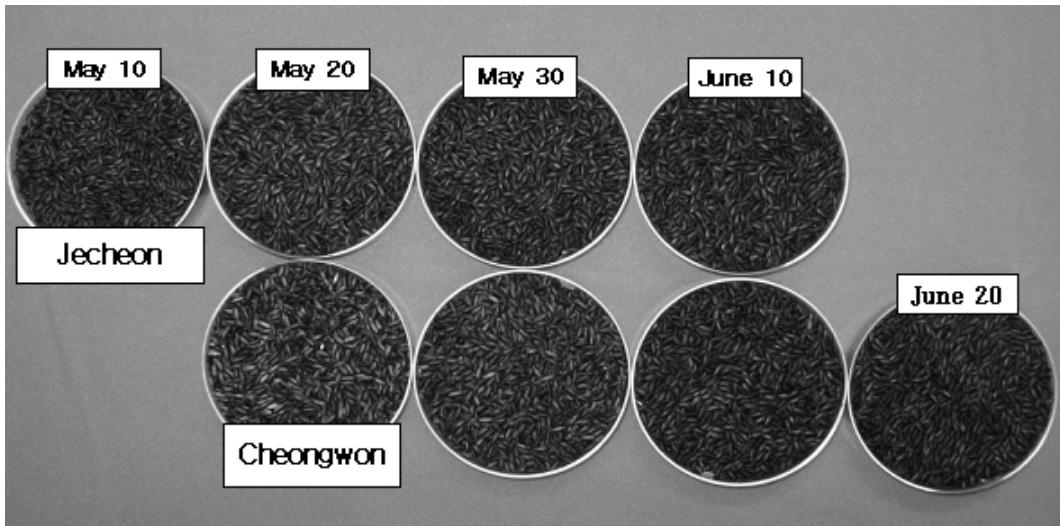


Fig. 2. Comparison of brown rice quality according to the different transplanting dates and agroclimatic zones.

### 현미의 착색도 및 C3G 함량

이앙시기별 현미의 착색도(Hunter values)는 밝기를 나타내는 L값, 적색도 a값, 황색도 b값으로 표시하였으며(Table 5), 이 값이 낮아질수록 검은색이 짙어지는 것으로 해석되었다. 제천지역은 모든 이앙시기에서 대체적으로 낮은 값을 보여 검은색을 띠었으나, 청원의 경우 5월 20일과, 5월 30일 이앙 구에 비해 6월 10일 이앙 이후에서 착색도가 현저한 감소를 보여 현미의 색택이 짙은 검은 색을 띠었으며, 그 차이는 Fig. 2에서 확인할 수 있다. Kim *et al.*(1998)도 수원 지역에서 이앙시기를 달리하여 재배된 흑진주벼의 현미에서 추출한 색소를 분석한 결과 6월 15일 이앙시기가 가장 높았다는 보고와도 일치하는 경향이었는데 이는 흑진주벼와 조생흑찰 모두 조생종이고, Choi *et al.*(1998)이 구분한 농업기후대에서도 두 지역의 평균기온이 비슷하였기 때문이라고 생각된다.

특히 안토시아닌 색소 중 대표적인 항산화물질인 cyanidin-3-glucoside(C3G) 함량은 착색도 값이 낮아질수록 높아졌다(Table 5). 6월 10일 이앙 이전의 동일한 시기에서 제천과 청원지역을 비교해 보면 제천이 청원보다 높았으며, 이앙 시기 간에는 늦을수록 높았다. Ryu *et al.*(2002a)은 익산 등 7개 지역에서 재배된 흑진주벼를 분석한 결과 C3G 함량은 철원지역 같은 평균기온이 낮고, 일사량이 많은 지역에서 증가하였다 하였다. 본 시험에서도 5월 20일과 5월 30일 이앙구를 지역 간 비교하였을 때 제천지역이 높게 나타난 결과와 같은 경향을 보였다. Table 5에서와 같이 등숙기간 중의 적산온도를 지역, 이앙시기 및 착색도를 종합해 보면

약 1,050°C보다 낮은 적산온도에서 현미의 색택이 짙은 검은색을 나타냈으며 이는 등숙기간 중의 온도조건이 안토시아닌 생성에 깊이 관여하는 것으로 생각되었으며 Kim *et al.*(1998)의 결과와도 같은 경향이었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 제천지역이 청원지역보다 지리적, 기후적 조건이 조생흑찰의 안토시아닌 색소 발현과 수량면에서 유리하였다. 따라서 제천지역은 표준이앙기인 5월 10일에서 시작하여 5월 30일 이전에 이앙을 하면 품질과 수량 면에서 우수할 것으로 생각되었으며, 청원지역에서는 제천지역의 등숙기 기상조건과 비슷해질 수 있는 이앙시기, 즉 고온기 등숙을 피할 수 있는 시기를 택하여 6월 10일에서 6월 20일 사이에 이앙을 하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

### 적 요

조생흑찰의 품질과 수량성을 높이는 방법을 찾기 위해 재배 지역과 이앙 시기를 달리하여 그에 따른 생육과 품질을 조사하여 최적의 이앙시기를 구명하고자 하였다.

1. 출수기는 동일 이앙시기에서 청원이 제천에 비해 4~5일 빨랐으며, 이앙시기가 첫 이앙 일을 기준으로 10일씩 늦어짐에 따라 제천은 각각 2, 5, 6일, 청원은 5, 6, 8일 각각 늦어졌다.

2. 출수기 간장은 제천 청원 모두 이앙시기가 늦어질수록 길어졌으며, 수장은 비슷하였으나 지역 간에는 제천보다 청원이 다소 길었다.

3. 수수는 제천보다 청원이 많았으며, 영화수는 5월 30일 이양에서 두 지역 모두 많았다. 등숙 비율은 제천이 청원보다 높았고, 천립중은 청원지역이 무거웠다.
4. 수량은 제천이 이양시기가 빠를수록 높았고, 청원은 늦어질수록 높은 경향이었다.
5. 현미수량으로 추정한 최적 이양시기는 제천은 5월 11일 (491 kg/10a), 청주는 6월 16일(468 kg/10a)로 추정되었다.
6. 이양시기별 현미의 색도는 제천의 경우 모든 이양시기에서 검은색을 띠었으나, 청원의 경우 6월 10일 이양 이후에서 검은색이 짙어졌다.
7. C3G 함량은 제천이 6월 10일 이양 이전의 동일한 시기에서 청원보다 높았으며, 이양 시기가 늦을수록 높았다.

### 인용문헌

- Cho, M. H., Y. S. Paik, H. H. Yoon, and T. R. Hahn. 1996. Chemical structure of the major color component from a Korean pigmented rice variety. *Agri. Chem. Biotech.* 39(4) : 304-308.
- Choi, D. H., Y. S. Jung, B. C. Kim, and M. S. Kim. 1985. Zoning of agroclimatic regions based on climatic characteristics During the rice planting period. *Korean J. Crop Sci.* 30(3) : 229-235.
- Jeong, Y. A. and J. G. Lee. 2003. Antioxidative properties of phenolic compounds extracted from black rice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32(6) : 948-951.
- Kim, C. 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 National Statistical Office (KNSO). 2007. <http://www.search.stat.go.kr/search/search2/stat/SearchR0.jsp>.
- Kwak, T. S., H. J. Park, W. T. Jung, and J. W. Choi. 1999. Antioxidative and hepatoprotective activity of coloured-, scented and Korean native rice varieties based on different layers. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28(1) : 191-198.
- Lee, H. J. 1997. Identification of anthocyanin from pigmented rice seeds. Seoul National University.
- Ministry of Agriculture & Forestry (MAF) 2006. Agricultural & forestry statistical yearbook. pp. 96-97.
- Nagai, I. G., G. Suzushino, and Y. Tsuboki. 1960. Anthoxanthins and anthocyanins in Oryzaceae. *Jpn. J. Breed* 10(4) : 47-56.
- Nam, S. H. and M. Y. Kang. 1997. In vitro inhibitory effect of colored rice bran extracts carcinogenicity. *Agricultural Chemistry and Biotechnology* 40(4) : 307-312.
- Nam, S. H., S. M. Chang, and M. Y. Kang. 2002. Screening of mutagenicity and antimutagenic activity against chemical direct mutagens of ethanolic extracts from colored rice bran. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 45(4) : 195-202.
- Nam, S. H., S. P. Choi, M. Y. Kang, H. J. Koh, N. Kozukue, and F. Mendel. 2005. Bran extracts from pigmented rice seeds inhibits tumor promotion in lymphoblastoid B cells by phorbol ester. *Food and Chemical Toxicology* 43 : 741-745.
- Park, S. Z., H. Y. Kim, Y. J. Won, and S. J. Han. 2000. Effect of fertilizer levels on the anthocyanin pigment cyanidin 3-glucoside and peonidin 3-glucoside content in Heugjinjubyeo. *Korean J. Crop Sci.* 41(S) : 326-327.
- 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. *J. of Food and Drug Analysis* 6(4) : 729-736.
- Ryu, S. N., H. Y. Kim, S. Z. Park, S. J. Han, and B. I. Ku. 2002a. Environmental variation of C3G content in Heugjinjubyeo. *Korean J. Breed. Suppl.* 2. p 125.
- Ryu, S. N., S. Z. Park, and H. Y. Kim. 2002b. Antioxidant activity in rice cultivar, wild rice and barley. *Korean J. Crop Sci.* 47(1) : 54-61.
- Yang, W.H. Y. D. Yun, J. K. Ahn, Y. H. Kwak, S. H. Park, and R. K. Park. 1986. Study on the establishment of timely date for mechanical transplanting in rice. *Res. Rept. RDA (Mech. Transpl. Rice)* 28(1) : 248-255.
- 농촌진흥청. 1995. 농촌진흥청 농사시험연구 조사 기준. pp. 35-57.
- 농촌진흥청. 2004. 2004농작물 직무육성 신품종 선정 위원회 결과. pp. 104-113.
- 박순직, 이종훈, 한상준, 김홍열, 류수노. 1998. 유색미에 함유된 항산화성분 Cyanidin 3-glucoside의 HPLC 분석 및 품종 간 차이. 한국작물학회 학술대회지. pp. 55-56.
- 채제천, 전대경, 류수노. 2003. 질소 및 퇴비수준에 따른 벼 품종의 등숙기간별 안토시아닌 색소 C3G 함량. 한국작물학회지 48(S) : 152-153.