

등숙기 온도변이가 중만생종 벼의 쌀 품질과 식미치에 미치는 영향

최경진[†] · 박태식* · 이춘기* · 김정태* · 김준환* · 하기용* · 양운호** · 이충근* · 곽강수** · 박흥규* · 남정권* · 김정일* · 한귀정*** · 조용식*** · 박영희*** · 한상욱**** · 김재록***** · 이상영***** · 최현구***** · 조승현***** · 박흥규***** · 안덕종***** · 정완규***** · 한상익* · 김상열* · 장기창* · 오성환* · 서우덕* · 나지은* · 김준영* · 강항원*

*농촌진흥청 국립식량과학원, **농촌진흥청 연구정책국, ***농촌진흥청 국립농업과학원, ****경기도농업기술원, *****강원도농업기술원, *****충청북도농업기술원, *****충청남도농업기술원, *****전라북도농업기술원, *****전라남도농업기술원, *****경상북도농업기술원, *****경상남도농업기술원

Effect of Temperature During Grain Filling Stage on Grain Quality and Taste of Cooked Rice in Mid-late Maturing Rice Varieties

Kyung-Jin Choi[†], Tae-Shik Park*, Choon-Ki Lee*, Jung-Tae Kim*, Jun-Hwan Kim*, Ki-Yong Ha*, Woon-Ho Yang**, Chung-Keun Lee*, Kang-Su Kwak**, Hong-Kyu Park*, Jeong-Kwon Nam*, Jeong-Il Kim*, Gwi-Jung Han***, Yong-Sik Cho***, Young-Hee Park***, Sang-Wook Han****, Jae-Rok Kim****, Sang-Young Lee*****, Hyun_Gu Choi*****, Seung-Hyun Cho*****, Heung-Gyu Park*****, Duok-Jong Ahn*****, Wan-Kyu Joung*****, Sang-Ik Han*, Sang-Yeol Kim*, Ki Chang Jang*, Seong-Hwan Oh*, Woo Duck Seo*, Ji-Eun Ra*, Jun Young Kim*, Hang-Won Kang*

*National Institute of Crop Science, RDA, **Rural Development Administration(RDA),

National Academy of Agricultural Science, RDA, *Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Services,

*****Gangwon-do Agricultural Research & Extension Services,

*****ChungCheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services,

*****Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services,

*****Jeollabuk-do Agricultural Research & Extension Services,

*****Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services,

*****Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services,

*****Gyeongsangnam-do Agricultural Research & Extension Services

ABSTRACT This experiment was conducted to clarify the effect of the temperature for grain filling duration on quality and taste of cooked rice cultivated in different region in Korea. In 2006 and 2007, 4 mid-late maturing group of rice varieties (Nampyeongbyeo, Ilpumbyeo, Junambyeo and Dongjin 1) were cultivated in 28 experimental plots of 27 different regions located in 8 provinces. The taste of cooked rice were positively correlated with 1,000 grain weight but negatively correlated with protein content of brown rice. Mean temperature for 30 days from heading was more closely correlated with grain filling and tastes of cooked rice than those for 40 days. Though, the optimum mean temperature for the best taste of cooked rice for 30 days after heading was 22.1 to

23.1°C depending on varieties, in general, 1,000 grain weight and cooked rice taste were the highest in the mean temperature of 22.2°C for 30 days from heading. But grains were poorly ripened in case of the mean temperature lower than 21.0°C for 30 days after heading. Therefore, for the better taste of cooked rice in Korea, the developing new rice varieties and cultivation method should be focused to adjust the mean temperature within 22-23°C during the period of 30 days after heading.

Keywords : rice, mid-late maturing group, mean temperature, grain filling, taste of cooked rice, grain quality

[†]Corresponding author: (Phone) +82-55-350-1181 (E-mail) choikj@rda.go.kr

<Received 1 November, 2011; Revised 7 November, 2011; Accepted 14 December, 2011>

쌀 품질 및 밥맛과 관련 있는 요인은 품종, 기후, 토양, 재배기술 등 너무 많아 시험을 통해 알아내기에는 분명 한계성이 있을 것이다. 그러나 품종과 재배기술이 전국적으로 같을 경우, 쌀 품질과 밥맛을 다르게 하는 주된 요인은 크게 기후와 토양조건으로 볼 수 있다. 밥맛이라는 것은 사람에 따라 판단하는 기준이 달라 아직 밥맛을 객관적으로 평가할 수는 없지만 상대적으로 많은 사람들이 선호하는 경우 품질과 밥맛이 좋다고 말할 수 있는 것이다.

쌀의 품질은 외형, 단백질함량, 전분종류, 무기물 등 많은 요인이 관여하고 있는 복합적인 의미를 지닌다. 또한 밥맛에 좌우하는 요인 역시 쌀의 품질과 관련성이 많고 쌀의 품질은 품종적인 특성과 더불어 환경에 의해서도 크게 좌우된다. 벼의 품질은 온도의 영향을 많이 받게 되는데 홍 등(1996)은 저온조건에서는 등숙을 저하가 벼의 품질저하의 가장 중요한 요인이라고 하였고 일교차가 없는 항온등숙에서 단백질함량이 가장 높았다고 하였으며(이 등, 1996), 등숙초기에 동화산물 축적량이 많은 것은 일교차의 영향에 기인한다고 하여 일교차의 중요성과 필요성을 제시하였다.

최근 지구온난화가 세계의 주요한 이슈로 떠오르고 있고 윤 등(2001)에 의하면 우리나라도 기후변화에 의해 1990년대 말의 등숙기온이 1980년대 말의 등숙기온보다 높아져 출수기가 평년보다 빨라졌다고 하였는데 이는 품종적인 요인 외에도 모내기를 앞당긴 영향이 매우 큼을 알 수 있으며 출수기가 앞당겨짐에 따라 벼의 품질을 저하시키는 방향으로 나아가고 있어 보다 많은 연구가 필요하다. 또한 이에 따른 작물의 재배지역도 빠른 속도로 북상하고 있으며 우리의 주식인 벼도 이러한 환경변화에 점차 대처해 나가야 할 것이다. 출수가 빨라지면 벼의 품질에 변화가 오게 되는데 허 등(1962)은 여러 지역에서 생태형별로 조사한 결과 조생종일수록 쌀의 단백질함량이 높으며 벼의 수확기가 늦어질수록 단백질함량이 감소하는 경향이라고 하였으며 동일한 품종으로 남부평야지에서 출수기를 달리하였을 때 8월 15일에 출수한 것이 출수전 10일~출수후 30일까지 40일간 평균기온이 23.9℃로 8월 5일에 출수한 것보다 1.4℃가 낮아 기상생산력이 높다고 해석하기도 하였다(이 등, 1988). 그러나 온도와 관련된 문제를 다른 방향으로 해석하는 보고도 있는데 남부지역에서 평야지보다 산간지역의 수량이 높다는 결과가 많은 것에 대해 산간지역의 수량 증대를 밀식의 효과로 해석하기도 하였다(정 등, 2004).

쌀의 품질은 재배환경과 재배방법과도 관련성을 가지는데 채 등(2002)은 간척지에서 재배된 벼에서 쌀 수량과 식미는 고도로 부의 상관을 가진다고 하였고, 밥맛의 연차적 변이를 조사한 결과 품종, 연차변이 및 품종×연차변이 모두

에서 유의적인 변이를 확인할 수 있었다고 보고하였다(최 등, 1997). 등숙온도와 관련하여 박 등(1999)은 등숙기 평균기온 30℃ 전후의 고온은 임실율과 등숙률을 감소시키고 심복백 비율을 높여 품질적인 측면에서 매우 불리하다고 하였다. 이 등(1995)은 벼의 등숙에서 동화산물의 생산에 관여하는 요인중 가장 큰 요인이 낮의 기온이며 이삭의 최대 축적이 일어났던 온도 범위가 21~26℃ 사이에 있다고 상당히 넓은 범위를 보고하기도 하였다.

이제 국가의 안보적 차원을 넘어 우리 쌀을 계속 지켜나갈 수 있는 방법은 식미가 우수한 품종을 개발하고 고품질 쌀을 생산하는 것이 최적의 방법이라 여겨진다. 따라서 이미 개발된 많은 우수한 품종의 특성을 파악하고 각 지역의 환경에 적합한 품종과 재배방법을 통해 고품질 쌀을 생산하면 농업인의 소득도 보장이 되고 우리 쌀도 지킬 수 있을 것이다.

따라서 이 시험은 전국의 주요 농업지대별 식미가 우수한 품종을 선별하여 농가에서 지역브랜드로 활용토록 함과 동시에 식미에 관여하는 온도요인을 구명하여 각 지역별로 다른 환경변이에 맞추어 식미가 우수한 쌀을 생산할 수 있도록 하는 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

2006~2007년까지 2개년에 걸쳐 지역별로 많이 재배되고 있는 중만생종 벼인 일품벼, 남평벼, 주남벼, 동진1호 등 4 품종을 선정하여 전국 8개도 27개 지역 28개 시험구에서 재배하였다. 각 도농업기술원과 공동연구에 의해 선정된 재배지역은 경기도 5개 지역(수원, 화성, 양평, 김포, 남양), 강원도 2개 지역(춘천, 원주), 충북 2개 지역(청원, 보은), 충남 3개 지역(예산, 논산, 당진), 전북 4개 지역(익산, 정읍, 부안, 진안), 전남 2개 지역 3개 시험구(나주 적기 및 만기재배, 해남), 경북 5개 지역(대구, 안동, 포항, 영덕, 봉화), 경남 4개 지역(밀양, 진주, 고성, 함양)이었다. 품종별 재배지역을 보면 일품벼는 대구, 포항, 부안지역을 제외한 24개 지역 25개 시험구에서, 남평벼는 양평, 당진, 안동, 봉화지역을 제외한 23개 지역 24개 시험구, 주남벼는 익산, 청원, 안동, 봉화지역을 제외한 23개 지역 24개 시험구에서 실시하였다. 그러나 동진1호는 중남부지역을 중심으로 재배되었으며 재배지역은 경기도 수원, 충북 청원, 충남 2개 지역(예산, 논산), 전북 4개 지역(익산, 정읍, 부안, 진안), 전남 2개 지역 3개 시험구(나주 적기 및 만기재배, 해남), 경북 2개 지역(대구, 포항), 경남 3개 지역(밀양, 진주, 함양) 등 15개 지역 16개 시험구에서 재배하였으며 전국 각 지역 및 품종별 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하여 재배하였다.

전국 27개 지역 28개 시험구에서 난괴법 3반복으로 시험을 수행한 결과를 토대로 각 지역 및 품종별 출수기, 주요 등숙형질 등에 관한 자료를 수집하고, 지역별 기온과 일조 시간 및 강수량 등의 기상자료를 수집하여 분석의 기본 자료로 활용하였다.

또한 경기도, 강원도 및 충북에서 재배한 시료는 국립식량과학원((구)작물과학원)의 수원 본원에서, 충남과 전남북에서 재배한 시료는 익산의 벼맥류부((구)호남농업연구소)에서, 경남북에서 재배한 시료는 밀양의 기능성작물부((구)영남농업연구소)에서 수확물을 통합하여 벼와 쌀의 품위를 조사하였으며 각 지역별로 재배된 쌀은 국립식량과학원(수원, 익산, 밀양)에서 완전미로 도정하여 식미조사를 위해 사용하였다. 식미검정은 국립농업과학원 농식품자원부((구)농업자원개발연구소)에서 실시하였으며 국립식량과학원으로부터 발송된 완전미를 냉장보관 상태를 유지하여 식미를 측정하였으며, 식미측정은 훈련된 30명의 관능요원을 활용하였다. 수원에서 재배한 추정벼를 식미검정용 표준품종(식미 5.0)으로 하여 각 시료별 식미를 1~9까지 9점법으로 측정하

였고 측정이 완료된 식미치는 국립식량과학원에서 표준으로 사용하는 식미치인 7점법(-3~3, 표준품종은 0)으로 변환하여 사용하였다.

자료분석에 사용된 통계방법은 주로 회귀분석법을 활용하였으며 출수기~출수 후 30일까지 평균기온에 따른 현미 천립중 및 식미치 분석은 최적점을 찾기 위해 2차회귀식을 사용하였고 조사된 나머지 형질들 간의 관계는 단순회귀로 상관관계를 분석하였다.

결과 및 고찰

시험이 이루어졌던 2006년과 2007년의 벼 등숙기 기상은 표 1에서 보는 바와 같으며 2006년 8월 상순에서 10월 상순까지 기상을 보면 평균기온은 평년대비 0.6°C 높았는데, 특히 9월상·중순의 평균기온은 평년보다 각각 2.1, 2.3°C 낮았으나 9월 하순과 10월 상순에는 평년대비 각각 0.7°C, 2.2°C 높았다. 일조시간은 평년대비 1.06시간/일 많았고 등숙기 강수량은 353 mm 적어 등숙에 매우 유리하였다. 그러

Table 1. General weather conditions during grain filling stage of rice in 2006 and 2007

Mon.	10days	Ave. temp.(°C)		Sunshine duration(hr.)		Precipitation(mm)	
		2006	Normal	2006	Normal	2006	Normal
Aug.	1st 10days	27.4	25.9	95.5	54.8	12.2	113.4
	2nd 10days	26.1	23.8	56.4	44.3	36.6	111.7
	3rd 10days	24.6	23.1	50.2	54.1	58.7	101.4
Sep.	1st 10days	20.2	22.3	62.3	51.4	12.7	53.4
	2nd 10days	18.2	20.5	39.1	48.1	27.8	84.7
	3rd 10days	18.5	17.8	76.4	62.3	0.0	25.6
Oct.	1st 10days	18.0	15.8	74.8	64.5	0.2	11.1
Average/sum		21.9	21.3	455	380	148	501

Mon.	10days	Ave. temp.(°C)		Sunshine duration(hr.)		Precipitation(mm)	
		2007	Normal	2007	Normal	2007	Normal
Aug.	1st 10days	25.7	26.0	38.4	60.1	179.0	104.1
	2nd 10days	26.6	24.1	54.3	42.3	36.7	109.2
	3rd 10days	24.6	23.3	51.2	43.9	152.2	111.7
Sep.	1st 10days	19.9	21.8	41.7	50.0	164.2	46.5
	2nd 10days	21.9	20.1	38.3	41.0	182.2	86.3
	3rd 10days	20.0	18.0	28.1	62.9	51.9	20.5
Oct.	1st 10days	17.7	15.8	50.4	64.5	15.0	11.1
Average/sum		22.3	21.3	302	365	781	489

※ Normal means average of past 5years.

나 2007년 기상을 보면 등숙기에 해당되는 8월 이후 기상에서 평균기온은 평년대비 1.0℃ 높았지만 일조시간이 0.96 시간/일 부족하였으며 강수일수와 강수량이 많았고 병해와 수발아 등이 많이 발생하여 등숙에 매우 불리한 상황이었다.

일반적으로 벼의 등숙 및 수량과 관련된 등숙기 적정 평균기온을 산출하는 과정에서 많은 연구자들은 출수기~출수 후 40일까지의 평균기온을 말하고 있지만 그 이론적 근거는 아직 제대로 밝혀진 바는 없다. 기상조건이 상이한 여러 지역에서 동시에 같은 품종을 시험에 사용해야 하는 관계로 시험규모가 매우 커지기 때문이다. 벼는 등숙이 잘될수록 식미가 좋아진다는 것을 부정할 수 없을 것이다. 그러나 벼의 등숙과 식미에 가장 큰 영향을 미치는 온도요인이 출수

기~출수 후 40일까지의 평균기온이라는 점은 검토가 필요하기 때문에 새로운 자료를 제시하고자 한다. 2006년 시험에 사용된 벼 품종별 출수기~출수 후 30일까지와 40일까지의 평균기온과 식미치와의 관계를 검토해 본 결과는 표 2에서 나타낸 바와 같으며, 모든 품종에서 출수기~출수 후 40일까지의 평균기온에 비해 30일까지의 평균기온이 식미치와 훨씬 높은 관련성을 가지고 있어 출수 후 30일까지의 평균기온이 출수 후 40일까지의 평균기온보다 벼의 등숙을 더 잘 설명할 수 있다고 여겨진다.

2006년과 2007년에 시험이 수행된 주요 중만생종 품종 중 전국 여러 지역에서 공통적으로 시험 재배된 벼 품종별 평균기온 증가에 대한 현미천립중 변이는 그림 1에서 보는

Table 2. Coefficient of determination between tastes of cooked rice and mean temperature for 30, 40 days after heading in 2006

Rice varieties	No. of Observation	Coefficient of determination(R^2)	
		30 days	40 days
Nampyeongbyeo	24	0.406	0.381
Ilpumbyeo	25	0.355	0.268
Junambyeo	24	0.227	0.126
Dongjin 1	16	0.431	0.279
Total	89	0.226	0.159

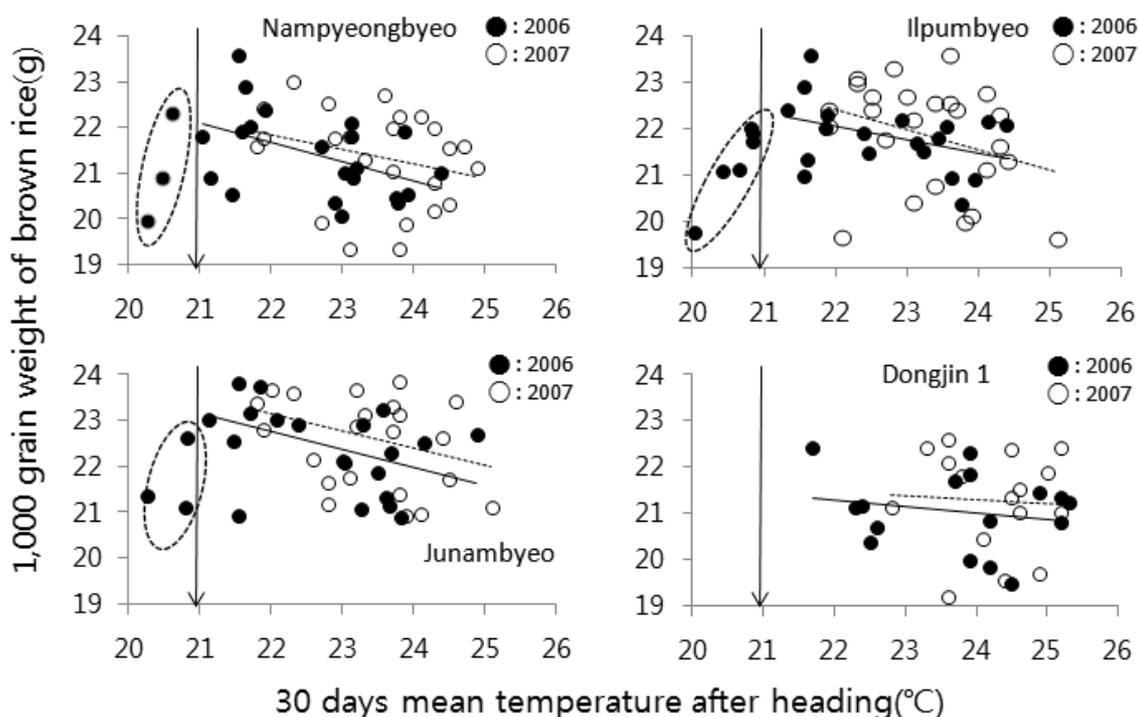


Fig. 1. Relationship between mean temperature for 30 days after heading and brown rice weight of tested varieties in 2006 and 2007.

Table 3. Correlation coefficient between 1,000 grain weight of brown rice and mean temperature for 30, 40 days after heading in 2006

Rice varieties	No. of Observation	Correlation coefficient(r)	
		30 days	40 days
Nampyeongbyeo	21	-0.460*	-0.355
Ipumbyeo	21	-0.397	-0.102
Junambyeo	21	-0.428	-0.360
Dongjin 1	16	-0.192	-0.116
Total	79	-0.412**	-0.299*

바와 같으며 동진1호를 제외하고 시험에 사용된 모든 품종에서 공통적으로 출수기~출수 후 30일까지의 평균기온이 21℃ 이하에서는 저온의 영향으로 탄수화물의 축적이 부족하여 현미천립중이 매우 작아 등숙이 불량한 것으로 나타났다. 2006년, 출수기~출수 후 30일까지 평균기온이 21℃ 이하였던 재배지역은 경기도 김포(남평벼 20.5℃, 일품벼 20.7℃ 주남벼 20.8℃), 강원도 춘천(남평벼 21.0℃, 일품벼 20.8℃ 주남벼 20.8℃), 충북 보은(남평벼 20.6℃, 일품벼 20.8℃) 및 경북 영덕(남평벼 20.3℃, 일품벼 20.0℃ 주남벼 20.3℃) 지역이었다. 출수기~출수 후 30일까지의 평균기온이 22℃ 내외에서 현미천립중은 가장 양호한 경향을 보였지만 평균기온이 그 이상이면 온도가 높을수록 현미천립중이 작아져 등숙에 불리한 것으로 나타났다. 그러나 2007년에는 전국적으로 등숙기 기온이 높아 저온에 의한 등숙불량 현상은 나타나지 않았으며 온도와 벼 등숙과의 관계가 2006년 보다 뚜렷하지 못하였다.

출수기~출수 후 30일까지 평균기온이 21℃ 이상인 조건에서 평균기온과 현미천립중과의 관계는 표 3에서 보는 바와 같이 모든 품종에서 평균기온 상승과 현미천립중과는 부의 상관관계가 나타났다. 비록 남평벼에서만 유의성이 인정되었지만 일품벼와 주남벼에서도 유의성이 인정될 정도의 높은 상관성을 보이고 있었다. 또한 이 표에서도 출수기~출수 후 30일까지의 평균기온이 40일까지의 평균기온보다 벼의 등숙을 훨씬 잘 설명할 수 있는 것으로 나타났다.

시험에 사용된 중만생종 4품종 중 현미천립중이 비슷한 남평벼와 일품벼를 대상으로 현미천립중을 최대로 높일 수 있는 출수기~출수 후 30일까지의 평균기온을 추정한 결과는 그림 2에서 보는 바와 같으며 2006년에는 출수 후 30일간의 평균기온이 지역별로 다양한 변이를 보여 22.2℃에서 최고치를 보였으나 2007년에는 등숙기 고온으로 출수기~출수 후 30일까지의 평균기온이 대부분이 높아 최고점은 보이지 않았고 온도가 상승함에 따라 현미천립중은 감소하

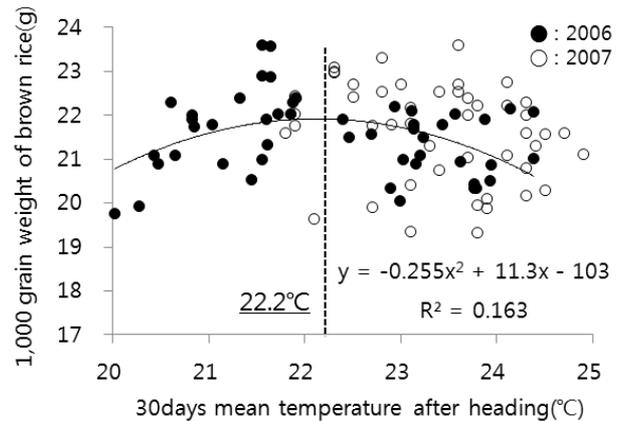


Fig. 2. Relationship between mean temperature for 30 days after heading and brown rice weight of Nampyeongbyeo and Ipumbyeo in 2006 and 2007.

는 경향이었지만 뚜렷한 효과는 나타나지 않았다.

식미치를 구성하는 요인에 영향이 있다고 알려진 현미단백질 함량에 관여하는 등숙기 평균기온 및 쌀 품위를 분석하여 나타낸 결과는 그림 3에서 보는 바와 같으며, 시험에 사용된 4품종 중 현미천립중이 비슷한 남평벼와 일품벼를 대상으로 2006년과 2007년 2개년 간의 변이를 추정하였다. 그림 3(A)에서 나타낸 바와 같이 출수기~출수 후 30일까지의 평균기온과 현미단백질 함량과의 관계를 보면 평균기온(평균기온 21℃ 이하인 지역은 제외)이 상승할수록 현미단백질은 증가하는 양상이었지만 2006년에는 모든 시험구에서 현미단백질 함량이 상대적으로 낮아 평균기온 상승에 따른 현미단백질 함량의 증가 정도가 매우 적었고 2007년에는 평균기온 상승에 따라 현미단백질 함량은 고도의 유의성을 가지고 증가하였다. 또한 남평벼와 일품벼를 대상으로 현미천립중과 현미단백질 함량과의 관계는 그림 3(B)에서 보는 바와 같이 2006년과 2007년 모두 현미천립중이 증가함에 따라 현미단백질 함량은 유의적으로 감소하였다. 그러

나 동일한 현미천립중 수준에서도 현미단백질 함량은 연차간 변이가 매우 크게 나타나 2007년이 2006년 보다 월등히 높았는데 이는 2007년의 등숙기 기온이 상대적으로 높고 일조가 부족하여 현미천립중이 충분히 증가하지 못하였기 때문이라고 여겨진다. 따라서 출수기~출수 후 30일까지의 평균기온은 현미천립중에 크게 영향을 미치며 이에 따라 현미단백질 함량도 동시에 영향을 받는 것으로 나타나 쌀의 품질은 출수기~출수 후 30일까지의 평균기온이 매우 중요하다는 것을 잘 보여준 결과로 여겨진다.

2006~2007년 2년간 조사된 벼 품종별 현미천립중과 기타 등숙형질들 간의 상관관계는 표 4에서 나타난 바와 같으며 2006년 조사된 남평벼의 현미천립중은 현미단백질 함량과 부의 유의적 관계를 나타내었고 등숙률과는 고도의 정의 상관을 나타내었다. 또한 남평벼를 제외한 나머지 품종의 현미천립중은 모두 정현비율과 유의적 상관을 나타내었다.

그러나 등숙기 기온이 높고 강수량이 많아 상대적으로 등숙이 불량하였던 2007년에는 2006년과는 다른 양상을 보여 일품벼와 동진1호에서 등숙률이 현미천립중과 유의적 상관을 나타내었고 남평벼와 동진1호에서는 정현비율이 현미천립중과 유의적 상관을 나타내었다.

2006년과 2007년에 조사된 전국 27개 지역 28개 시험구에서 재배된 중만생종 4품종에 대한 출수기~출수 후 30일까지 평균기온과 식미치와의 관련성은 그림 4에서 보는 바와 같으며 2006년에는 재배지역별 온도변이에 따른 식미의 변화가 매우 잘 나타났고 식미치가 가장 높은 것으로 추정되는 출수기~출수 후 30일까지의 평균기온은 22.2℃로 나타났다. 따라서 그림 2에서 현미천립중이 최고가 되는 평균기온이 22.2℃임을 감안할 때 현미천립중 증가와 식미치가 동일한 결과를 나타내어 현미천립중이 최대일 때 식미치가 가장 높아질 것으로 추정되었다. 그러나 2007년에는 벼 등

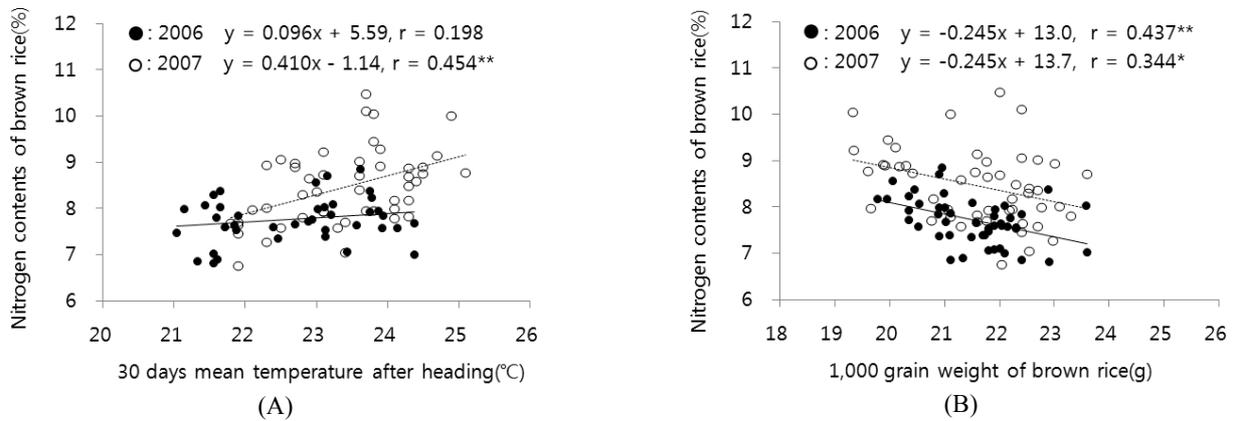


Fig. 3. Relationship between mean temperature for 30 days after heading and N content of brown rice(A), 1,000 grain weight of brown rice and N content of brown rice(B) in 2006 and 2007.

Table 4. Yearly difference of correlation coefficients between 1,000 grain weight of brown rice and other ripening components in 2006 and 2007

Year	Rice cultivar	Protein content of brown rice	Percent of ripened grain	Brown/rough rice ratio
2006	Nampyeongbyeo	-0.46*	0.53**	0.30
	Ilpumbyeo	-0.36	0.32	0.48*
	Junambyeo	-0.19	0.28	0.46*
	Dongjin 1	-0.21	0.26	0.67**
	Total	-0.44**	0.36**	0.46**
2007	Nampyeongbyeo	-0.33	0.37	0.49*
	Ilpumbyeo	-0.29	0.42*	0.36
	Junambyeo	-0.38	0.37	0.25
	Dongjin 1	-0.21	0.61**	0.55*
	Total	-0.43**	0.40**	0.36**

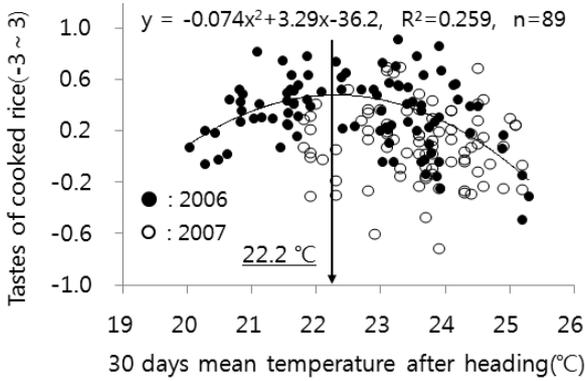


Fig. 4. Relationship between mean temperature for 30 days after heading and cooked rice tastes in mid-late maturing group of rice varieties in 2006 and 2007.

숙기간에 고온조건이 지속되었을 뿐 아니라 일조시간이 크게 부족하고 강우일수가 많아 등숙이 불량하여 출수기~출수 후 30일까지의 평균기온과 식미치와의 관련성은 찾아보기가 어려웠고 식미치도 전반적으로 매우 낮은 것으로 나타났다.

또한 시험재료로 사용된 중만생종 4품종들에 대한 출수기~출수 후 30일까지 평균기온과 식미치와의 관련성은 그림 5에서 나타난 바와 같으며 식미치가 최고에 이르는 출수 후 30일간의 평균기온은 품종별로 22.1°C~23.3°C 사이에 분포하였다. 최고식미를 나타내는 출수기~출수 후 30일까지의 평균기온은 남평벼에서 22.1°C, 일품벼와 주남벼에서 22.5°C로 나타났지만 동진1호에서는 23.1°C로 추정되어 다

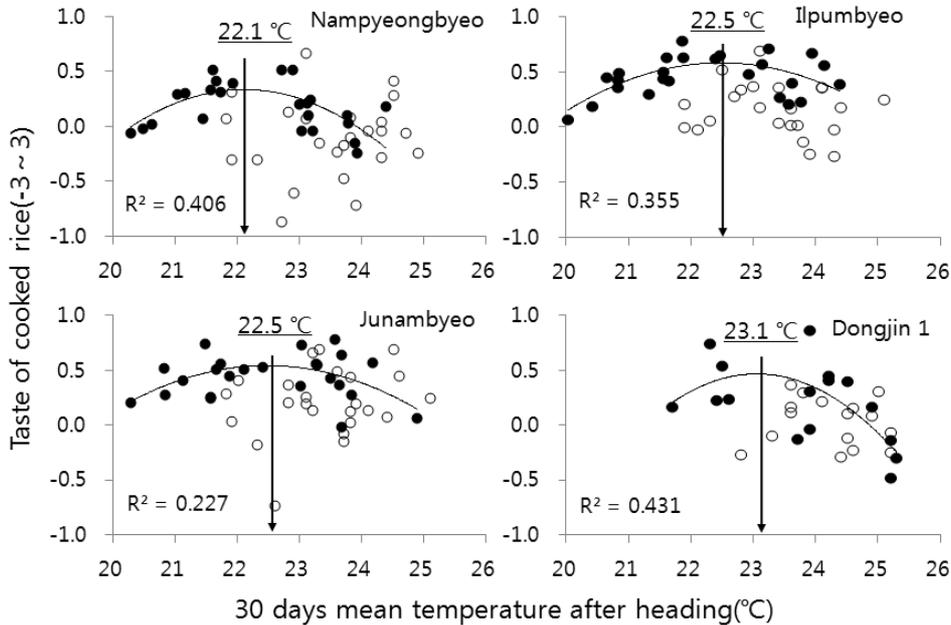


Fig. 5. Relationship between mean temperature for 30 days after heading and cooked rice tastes in each mid-late maturing group of rice varieties in 2006 and 2007.

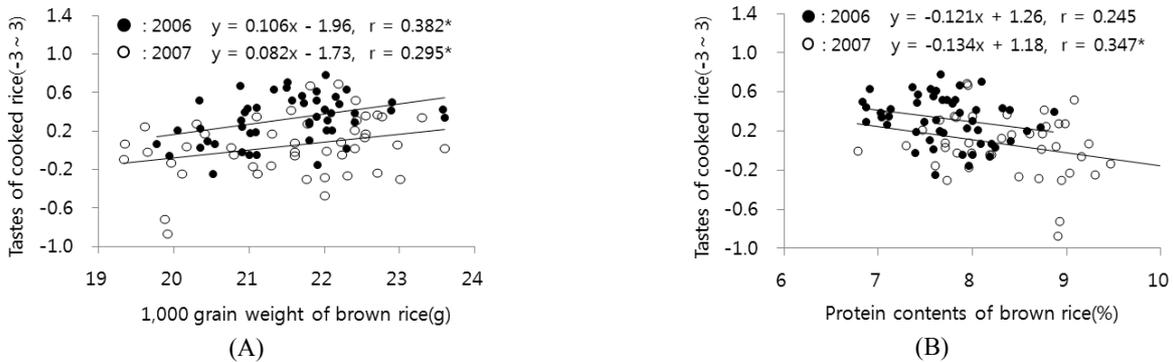


Fig. 6. Relationship between cooked rice tastes and 1,000 grain weight(A), and N content of brown rice(B) in 2006 and 2007.

른 품종보다 높은 것으로 나타나 등숙기의 온도가 상대적으로 높은 남부지역에서 재배하기 적합한 품종으로 판단되었다.

현미천립중과 식미치와의 관계 및 현미단백질 함량과 식미치와의 관련성은 그림 6에서 보는 바와 같으며 현미천립중이 비슷한 남평벼와 일품벼를 대상으로 하여 분석된 현미천립중과 식미치는 그림 6(A)에 나타난 것과 같이 2006년과 2007년 모두 유의적인 정의 상관을 나타내어 현미천립중 증가는 식미치 증가에 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 또한 현미단백질과 식미치와는 그림 6(B)에서 보는 바와 같이 2006년 및 2007년 모두 부의 상관을 나타내었지만 2006년에는 비교적 등숙이 잘되어 현미단백질 함량이 상대적으로 낮아 유의성이 나타나지 않았고 부의 유의적 차이는 2007년 성적에서만 나타났다.

적 요

2006~2007년까지 2개년에 걸쳐 전국 8개도 27개 지역 28개 시험구에서 재배한 시료를 바탕으로 등숙기 온도가 벼의 등숙형질에 미치는 영향을 분석하고 식미치 향상에 적합한 등숙온도를 추적한 결과는 다음과 같다.

1. 출수기~출수 후 30일까지의 평균기온이 출수 후 40일까지의 평균기온 보다 벼의 등숙정도를 나타내는 현미천립중과 식미치 변이를 더 잘 설명할 수 있었다.
2. 시험에 사용된 중만생종 벼 품종들은 출수기~출수 후 30일까지의 평균기온이 21°C 이하일 경우에는 저온으로 등숙이 불량하였고 22°C 전후에서 현미천립중이 최고를 나타내었으며 그 이상의 온도에서는 온도가 올라갈수록 현미천립중이 감소하였다.
3. 현미천립중이 최대가 되는 출수기~출수 후 30일까지 평균기온은 22.2°C, 식미치가 가장 높았던 평균기온도 22.2°C로 같은 경향을 나타내었다.
4. 출수기~출수 후 30일까지 평균기온이 증가할수록 현미단백질 함량은 증가하였고 현미천립중이 증가할수록 현미단백질 함량은 감소하였으며, 현미천립중이 증가하면 식미치가 증가하였고 현미단백질이 증가하면 식미치가 감소하였다.
5. 식미치가 최고를 나타내는 출수기~출수 후 30일까지의 평균기온은 남평벼에서 22.1°C, 일품벼와 주남벼에서는 22.5°C였지만 동진1호는 23.1°C로 다소 높았다.
6. 출수기~출수 후 30일까지 평균기온이 21°C 이상인 경우 온도가 높아질수록 현미단백질 함량은 유의하게 증가하였고, 현미천립중과 현미단백질 함량과의 관계는

부의 유의성을 나타내었다.

7. 식미치는 현미천립중과 정의 유의성을 보였고 현미단백질 함량과는 부의 유의성을 나타내었다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호:PJ007382)의 지원에 의해 수행된 결과입니다.

인용문헌

- Bo Kyeong Kim, Jae Kwon Ko, Jae Kil Lee, and Hyun Tak Shin. 1999. Analysis of Yield and Its Associated Characters Affected by Planting Density and Fertilizer Level in Heavy-Panicle Japonica Rice. Korean J. Breed. 31(1) : 21-28.
- Hae Chune Choi, Ha Cheol Hong and Baek Hie Nahm. 1997. Physicochemical and Structural Characteristics of Grain Associated with Palatability in Japonica Rice. Korean J. Breed. 29(1) : 15-27.
- Hoon Park, Sang Bai An and Young Soo Hwang. 1974. Analysis of productivity in rice plant IV. Soil and fertilization productivity and fertilization efficiency. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 7(1) : 35-42.
- Jae-Hong Park and Byun-Woo Lee. 2003. Genotypic Difference in Leaf Senescence during Grain Filling and Its Relation to Grain Yield of Rice. Korean J. Crop Sci. 48(3) : 216-223.
- Je-Cheon Chae, Myoung-Sik Jung, Dae-Kyung Jun and Yong-Man Son. 2002. Relationship between Yield and Quality of Rice Varieties Grown in Reclaimed Saline Paddy Field. Korean J. Crop Sci. 47(3) : 259-262.
- Jeong Taek Lee, Kazuo Kobayashi. 1989. Relationship between Light Environment and Crop Growth under Various Nitrogen Application Rates Condition in Rice Plant Canopy. Korean J. Environ. Agriculture. 8(2) : 128-135.
- Jong-Rok Son, Jae-Hyun Kim, Jung-Il Lee, Young-Hwan Youn, Jae-Kyu Kim, Hung-Goo Hwang and Hun-Pal Moon. Trend and Further Research of Rice Quality Evaluation. 2002. Korean L. Crop Sci. 47(s) : 33-54.
- Jung-Soo Park, Won-Woo Lee, Young-Cheoul Ju and Young-Hoo Kim. 2002. Field Lodging Degree of Rice Varieties according to Nitrogen Application Rate. Korean J. Crop Sci. 47(3) : 226-235.
- M. H. Heu, C. Y. Lee, Z. R. Choe and S. I. Kim. 1962. Variability of Protein Content in Rice Grown at Several Different Environments. Korean J. Crop Sci. 7 : 79-84.
- Seong-Ho Yun and Jeong-Taek Lee. 2001. Climate Change Impacts on Optimum Ripening Periods of Rice Plant and Its Countermeasure in Rice Cultivation. Korean J. Agricultural and Forest Meteorology. 3(1) : 55-70.

- Sok Young Lee and Yong Woong Kwon. 1995. Changes in Sink Capacity and Source Activity of Rice Cultivars in Response to Shift of Heading date. *Korean J. Crop Sci.* 40(2) : 260-267.
- Sok Young Lee. 1995. Relationship among Photosynthesis, Grain Filling and Temperature of Rice Cultivars by Shifted of Heading Date. *Korean J. Crop Sci.* 40(3) : 398-405.
- Tae Soon Kwak and Hae Chune Choi. 1999. Variation of Major Visual Characteristics of Grain in Rice Varietal Groups Classified by Rapidity of Grain Filling. *Korean J. Breed.* 31(1) : 1-6.
- 박홍규, 강시용, 최원영, 김상수, 이기상, 양원하. 1999. 벼 생식 생장기 및 등숙기 고온처리가 등숙 및 수량에 미치는 영향. *한작지.* 44(5)별책 : 114-118.
- 벼 품종분류 기준. 2007. 작물과학원.
- 벼농사분야 영농활용 자료집(1) 이앙재배. 2006. 작물과학원.
- 오용비, 김병호, 안종국, 임무상, 박래경. 1990. 벼 기계이앙 재배시 측조시비 효과 구명. 3. 수비시기가 벼 생육 및 수량에 미치는 영향. *농시논문집(수도편)* 32(3) : 1-10.
- 우리 쌀 품질향상 추진대책. 2007. 농촌진흥청.
- 이선용, 김상수, 최장수, 최영근, 이기영, 임무상, 村上利男. 1988. 남부평야지와 산간고랭지에 있어서 재배법 및 기상조건이 수도의 수량에 미치는 영향. *농시논문집(수도편)* 30(2) : 25-31.
- 이정일, 김제규, 신진철, 김이훈, 이문희, 오윤진. 1996. 벼 등숙기 온도차이가 쌀 품질에 미치는 영향. *농업논문집* 38(1) : 1-9.
- 정응기, 신영범, 오용비, 최인후, 신영섭. 1996. 유기물 사용이 벼 생육 및 쌀 품질에 미치는 영향. *농업논문집* 38(1) : 17-26.
- 정진일, 김기영, 최윤희, 최원영, 고종철, 오명규, 홍하철, 이승엽, 이명철. 2004. 평야지재배 조생종 벼의 이화학적 및 식미특성 분석. *한국국제농업개발학회지.* 16(4) : 345-349.
- 정진일, 이재길, 신현탁, 이동진. 1999. 보급연도별 벼 품종의 질소시비수준에 따른 생육특성 및 품질. *한국국제농업개발학회지.* 11(4) : 403-411.
- 홍광표, 김장용, 강동주, 손길만, 신원교. 1996. 저온 및 고온연도에 재배된 벼의 생육시기별 기상영향과 수량반응. *농업논문집* 38(2) : 291-298.