

## 수확시기가 쌀의 수량과 품질에 미치는 영향

채제천\*<sup>†</sup> · 전대경\*

\*단국대학교 생명자원과학대학

### Effect of Harvest Time on Yield and Quality of Rice

Je-Cheon Chae\*<sup>†</sup> and Dae-Kyung Jun\*

\*College of Bio-Resources Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

**ABSTRACT :** The characteristics of yield and quality in 3 rice varieties according to harvest time of 40, 50, 60 and 70days after heading(DAH) was investigated to obtain basic information for the production of high quality rice. The protein content of milled rice increased significantly as increase the ripening period from 40 to 70DAH. The palatability value measured by rice taster was the highest in ripening period of 40DAH and decreased with increase of ripening period. The optimum time for harvest in terms of both rice yield and quality was 4050DAH in Daejinbyeo, and 4060DAH in Seojinbyeo and Chucheongbyeo, however, it was considered to be 4050DAH only for rice quality. The palatability value measured by rice taster showed a highly negative correlation with protein content of milled rice( $r=-0.94^{**}$ ) and cumulative ripening temperature( $r=-0.79^{**}$ ).

**Keywords :** harvest time, ripening period, rice yield, rice quality, protein content, palatability value, rice taster, cumulative ripening temperature

**최근** 우리 쌀은 밥을 지었을 때 윤기가 거의 없거나 부족하고, 구수한 밥향이 거의 없으며, 부드러운 찰기가 부족하고, 씹힘감이 너무 단단한 느낌을 주는 경우가 많다. 이의 원인은 내비·내도복성의 다수성 품종을 선택하고 과다한 질소질 화학비료를 시용하였기 때문이기도 하지만 수확이 너무 늦고 건조와 저장조건이 부적절한 것도 주요한 원인의 하나라 보여진다. 특히 벼의 적기 수확은 질소질 비료의 저감과 함께 새로운 기술과 노력을 투입하지 않고도 쌀의 품질을 상당히 향상시킬 수 있는 재배기술인 만큼 요즈음처럼 고품질 쌀 생산이 필요한 때에는 적극적으로 시도해 볼 필요가 있다.

벼는 현미 발달이 완료된 출수후 35~40일이면 수확이 가능하다. 수확시기가 너무 빠르면 광택은 좋으나 파쇄립, 청미가 증가하고, 너무 늦으면 투명도와 광택이 감소하고 동할미, 피

해립, 복백미가 증가하고 도정특성이 저하하여 품질이 떨어진다(農山漁村文化協會, 1990; 구 등, 1998; 채 등, 1992). 따라서 수량, 도정특성, 품위 등을 고려하여 수확적기를 중만생종은 출수후 50일, 조·중생종은 이 보다 다소 빠르게 설정하고 있다(작물시험장, 2002). 이러한 수확적기는 밥맛보다는 수량과 외관상 쌀품위를 근거로 설정한 것이다.

그러나 최근 지구온난화 현상으로 등숙기의 기온이 2°C 정도나 상승하여 벼의 생육 및 등숙속도가 빨라지고 있고(윤, 1998; 윤·이, 2001) 서리가 늦게 내리므로 농가는 수확작업은 서두를 필요가 없는데다(채, 1992), 농촌 일손도 부족하고, 또 RPC에서는 벼의 수분 함량을 되도록 낮추어 입고시키기를 바라므로 전반적으로 벼 수확이 늦어지고 있다. 이에 따라 밥맛이 나빠질 개연성이 매우 커지고 있으나 국내에서 벼 수확 시기에 따른 밥맛 연구는 없었다. 따라서 고품질 쌀생산을 위한 기초 정보를 얻고자 벼의 수확시기, 즉 등숙기간에 따른 수량과 품질을 밥맛 위주의 관점에서 검토하였다.

### 재료 및 방법

경기도 평택시 오성면 소재의 평택평야 일반농가답에서 2001년 실험을 수행하였다. 전년산 볏짚 전량을 환원한 공시토양의 이화학적 특성은 Table 1과 같다. 공시토양은 pH가 5.5이고 유효인산 함량 116 ppm, 치환태 Ca과 Mg함량은 5.52 cmol과 1.04 cmol로 적정범위이나 유기불함량 1.53%, 유효규산 함량 34 ppm, 치환태 K함량은 0.03 cmol로 적정수준에 다소 미달하는 토양이었다.

공시품종은 조생종인 대진벼, 중생종인 서진벼, 중만생종인 추청벼의 3품종이었다. 수확시기는 출수후 40, 50, 60, 70일의 4수준으로 하고 난괴법 3반복으로 수행하였다. 2001년 5월6일 파종하여 20일간 육묘후 5월25일에 30 cm × 15 cm의 재식거리로 1주 3본씩 손이앙하였다. 시비량은 질소, 인산, 가리를 성분량으로 8-3.1-3.1 kg/10a 시용하였다. 질소는 기비 : 분얼비를 70 : 30으로 분시하였다. 기비는 11-6-6-고토4-붕소0.1-구산14-

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone)+82-41-550-3621 (E-mail) chaejc@dankook.ac.kr

<Received May 16, 2002>

**Table 1.** Physico-chemical characteristics of soil used in the experiment.

pH (1:5)	O.M. (%)	TN (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Av.SiO <sub>2</sub> (ppm)	Ex.cation (cmol <sup>+</sup> /100g)		
					K	Ca	Mg
5.5	1.53	0.09	116	34	0.03	5.52	1.04

**Table 2.** Yield and yield components of 3 rice varieties grown in standard cultivation condition of farmers paddy field. Yield was investigated at 45 days after heading.

Varieties	Heading date	No. of panicles /hill	No. of spikelets/ panicle	1000 grain wt. of brown rice (g)	Grain filling ratio(%)	Brown rice yield (kg/10a)
Daejinbyeo	8.2	15.8b	86.7b	22.2a	86.9a	586 a
Seojinbyeo	8.11	15.1b	83.2b	22.5a	85.6a	538ab
Chucheongbyeo	8.22	18.0a	90.3a	18.9b	77.0b	524 b
F-value		21.7**	7.9*	91.4**	26.2*	11.2*
LSD <sub>.05</sub>		1.3	4.9	0.8	4.1	37.8

\*,\*\* : Significant at 5% and 1% level, respectively.

석회20 조성의 복비를 실량으로 56.4 kg/10a, 분얼비는 이양후 30일에 요소 실량으로 3.9 kg/10a을 시비하였다. 인산과 가리는 전량 기비로 시용하였다. 6월30일부터 10일간 중간낙수를 실시하였으며 출수후 30일에 완전낙수 하였다.

출수후 45일에 품종당 10주를 수확하여 벼 수분함량 15%로 건조후 현미수량과 수량구성요소를 조사하였다. 백미 도정은 실험용정미기(SATAKE, BS-08A, Japan)로 일정 압력에서 균일하게 정백을 91%가 되도록 하였다. 쌀품질 특성으로 백미의 수분, 단백질, 아밀로스 함량과 식미를 측정하였다. 단백질과 아밀로스 함량은 근적외분광분석방식의 성분분석계(AN-700, Kett, Japan)로 비파괴적으로 측정하였고 식미는 취반한 밥알의 보수막을 근적외광(NIR)으로 측정하는 원리의 식미계(味度메타, TOYO MA-30A, Japan)로 측정하였다. 평균기온자료는 실험포장 인근에 위치하는 평택시농업기술센터의 자료를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 벼 품종의 수량 및 수량구성요소

정상적인 농가 조건에서 재배된 대진벼, 서진벼 및 추청벼의 수량과 수량구성요소는 Table 2와 같다. 출수기는 조생종인 대진벼가 8월2일, 중생종인 서진벼가 8월11일, 중만생종인 추청벼가 8월22일이었다. 현미수량은 대진벼가 586 kg/10a으로 가장 많고 서진벼가 538 kg/10a, 추청벼가 524 kg/10a이었다. 현미수량은 품종의 특성을 잘 반영하고 있으며 품종간에는 유의한 차이가 있었다. 수량구성요소는 대진벼와 서진벼 간에는 유의한 차이가 없으나 추청벼는 이들 두 품종에 비하여 1주수수와 1수형화수는 유의하게 많으나 천립중과 등숙율이 유의하게 낮았다.

### 수확시기에 따른 벼 품종의 수량

수확시기가 출수후 40, 50, 60 및 70일 되는 시기에 수확하여 현미수량과 품질특성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 조생종인 대진벼와 중생종인 서진벼는 등숙기간 40일~60일 사이의 수량 차이가 유의하지 않았고 70일에서만 유의하게 수량이 낮아졌다. 중만생종인 추청벼는 등숙기간이 출수후 40일로 수확이 너무 빠르거나, 70일로 너무 늦으면 모두 수량이 유의하게 낮았고 등숙기간 50~60일 사이에 수량이 유의하게 높았다. 이와같은 결과는 벼의 수확적기가 출수후 조생종은 40~50일, 중생종은 45~50일, 중만생종은 50일이라는 기존의 벼재배기술 지침(작물시험장, 2002)과 일치하는 것이다.

### 수확시기에 따른 벼 품종의 품질 특성과 적산등숙온도

#### 백미 단백질 함량

근적외분광분석에 의한 성분분석계로 측정된 백미의 단백질 함량은 대진벼, 서진벼, 추청벼 모두 수확시기가 출수후 40일에서 70일로 늦어짐에 따라 유의하게 증가하는 경향이었다. 근적외분광분석법에 의한 단백질 분석은 화학분석법에 못지 않게 정도가 높은 만큼(문 등, 1994; 한충수·夏賀, 1996) 이 실험결과의 신뢰도는 높다고 생각된다. 벼는 출수후 40~50일이면 쌀알의 생리적 성숙이 완료되고 따라서 단백질 함량의 증감을 기대하기 어려움에도 이 실험에서는 수확시기가 늦어짐에 따라 단백질 함량이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 그 이유에 대하여 현 단계에서 확실하게 해석할 수는 없으나 수확시기 지연에 따라 현미 수량이 감소하는 것과 일부 관계가 있을 것으로 보인다. 또한 벼 품종에 따라 다르나 현미의 항산화성분 및 활성이 수확시기 40일에서 80일 사이에 유의하게 증가 또는 감소한다는 연구결과(김 등, 2001; 채 등, 2001a 채 등, 2001b)로 미루어 보아 등숙기간 중 화학성분의

**Table 3.** Brown rice yield, protein and amylose content of milled rice, palatability value by rice taster, cumulative ripening temperature as affected by harvest time.

Varieties	Ripening period (DAH)	Brown rice yield (kg/10a)	Protein content (%)	Amylose content (%)	Palatability value by rice taster	Cumulative ripening temperature (°C)
Daejinbyeo	40	572 a	6.6 b	18.7 a	66 a	1002
	50	581 a	6.8ab	18.7 a	65ab	1207
	60	547ab	7.2 a	18.4 b	59bc	1381
	70	508 b	7.3 a	18.4ab	58 c	1536
	F-value	11.7**	8.0*	8.0*	9.9**	
	LSD <sub>.05</sub>	33.4	0.4	0.2	4.5	
Seojinbyeo	40	539 a	5.7 b	18.8 a	80 a	954
	50	533ab	6.6 a	18.8 a	67 b	1130
	60	518ab	6.7 a	18.5 a	68 b	1291
	70	504 b	6.7 a	18.8 a	66 b	1430
	F-value	6.7*	26.2**	ns	33.3**	
	LSD <sub>.05</sub>	21.2	0.35	-	3.9	
Chucheongbyeo	40	507 b	6.3 b	19.4 a	76 a	857
	50	537 a	6.3 b	19.5 a	75ab	1012
	60	519ab	6.4 b	19.6 a	73ab	1145
	70	509 b	6.8 a	19.4 a	69 b	1288
	F-value	11.9**	9.7	ns	6.3*	
	LSD <sub>.05</sub>	13.6	0.25	-	4.5	

\*, \*\* : Significant at 5% and 1% level, respectively.

함량 변화는 나타날 수 있는 결과로 생각된다. 이에 대하여는 앞으로 면밀한 분석이 있어야 하겠다.

백미의 단백질 함량 증가는 밥의 점성이나 조적감을 나쁘게 하고, 쌀 전분 세포막 물질을 만들어 밥의 부드러움을 해치고 식미를 저하시킨다(農山漁村文化協會, 1990; 구 등, 1998). 질 소소비량이 증가할 때 쌀알의 단백질 함량이 증가되어 식미가 저하됨은 잘 알려져 있으나(農山漁村文化協會, 1990; 조 등, 2002a; 조 등, 2002b), 수확이 지연되어 등숙기간이 길어짐에 따라 단백질 함량이 증가하는 이 실험의 결과는 의미있는 것으로서 고품질 쌀을 생산하려면 품종별로 적기에 수확되도록 하여야 함을 시사하는 결과로 생각되었다.

아밀로스 함량은 대진벼에서만 등숙기간이 60, 70일로 증가할 때 유의하게 감소하였을 뿐 서진벼와 추청벼는 등숙기간에 따른 차이가 나타나지 않았다.

### 식미치

근적외분광분석에 의한 식미계로 측정된 식미치는 대진벼, 서진벼, 추청벼 모두 출수후 40일에 수확할 때 유의하게 높았고 그 이후로 등숙기간이 길어짐에 따라 식미치가 낮아지는 경향이였다. 조생종인 대진벼는 등숙기간이 40, 50, 60, 70일로 늘어날 때 식미치가 66, 65, 59, 58로 등숙기간이 60일 이상일 때 식미치가 뚜렷하게 낮아졌다. 중생종인 서진벼는 등숙기간 40일의 식미치가 80으로 매우 높았고 50, 60, 70일로

늘어날 때 식미치가 67, 68, 66으로 낮아졌다. 중만생종인 추청벼는 등숙기간 40~60일 사이의 식미치가 76, 75, 73으로 비교적 높으면서도 차이가 크지 않았고 등숙기간이 70일로 길어질 때 69로 낮아졌다. 채 등(1992)은 추청벼의 수확시기가 출수후 50일을 넘으면 쌀알 전분대립을 구성하는 전분소립의 구조가 분산되어 식미가 저하될 가능성이 크다고 하였는데 이 실험에서의 등숙기간 증가에 따른 식미치 저하는 선행 연구결과와 맥을 같이 하는 것으로 고찰되었다.

식미계에 의한 식미치는 패널요원에 의한 관능검사 식미치와 상관성이 낮다는 국내 보고(김 등, 1998)가 있기도 하나 상관성이 높아 실용성이 인정된다는 보고(경기도농업기술원, 2001; 조 등, 2002a; 조 등, 2002b)도 있다. 또한 식미계의 측정원리인 식미판정식이 관능검사 식미치를 53.8~80.8%나 추정할 수 있어(박, 1994; 한식연, 2001) 일본에서는 식미를 평가함에 있어 식미계가 육종 및 유통현장에서 신뢰도 높게 쓰이고 있다(新潟縣農林水産部, 1996; 秋田縣農政部, 2000). 따라서 이 실험의 식미치는 특히 쌀의 윤기와 관련한 밥맛을 상당부분 대변하는 신뢰도 높은 결과라 생각된다.

### 적산등숙온도

한편 8월2일 출수한 대진벼를 출수후 40, 50, 60, 70일에 수확했을 때 등숙기간중의 평균기온을 합한 적산등숙온도는 각각 1002, 1207, 1381, 1536°C이었다(Table 3). 8월11일 출

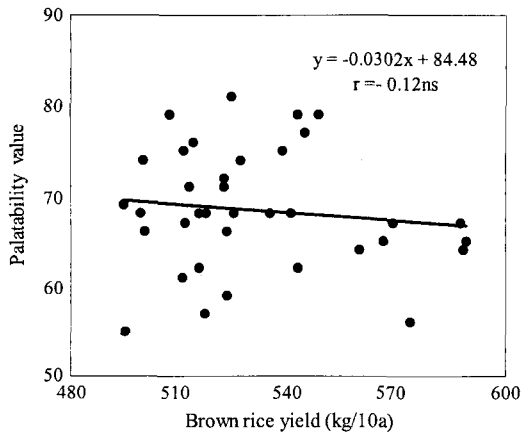


Fig. 1. Relationship between yield and palatability value by rice taster of milled rice of 3 varieties and 4 harvest time.

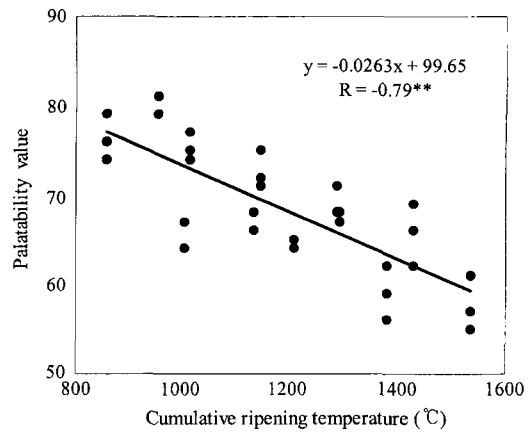


Fig. 4. Relationship between cumulative ripening temperature and palatability value by rice taster of milled rice of 3 varieties and 4 harvest time.

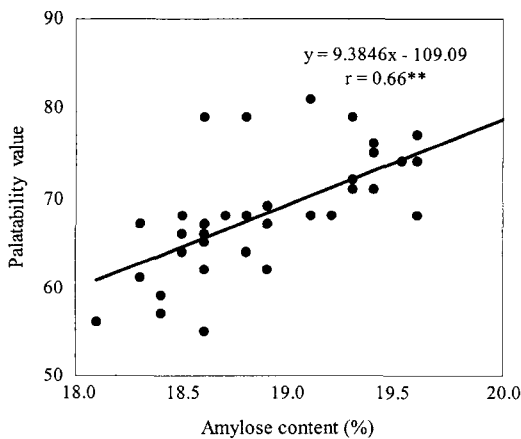


Fig. 2. Relationship between amylose content and palatability value by rice taster of milled rice of 3 varieties and 4 harvest time.

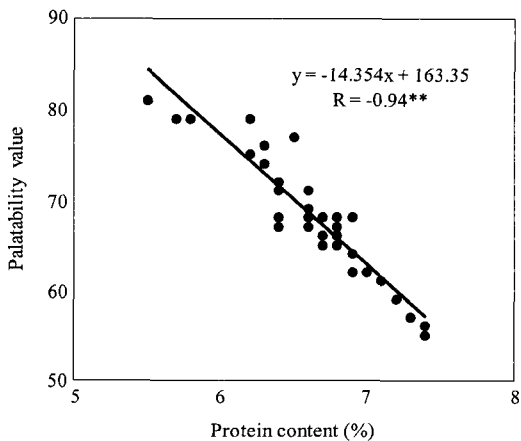


Fig. 3. Relationship between protein content and palatability value by rice taster of milled rice of 3 varieties and 4 harvest time.

한 서진벼의 적산등숙온도는 각각 954, 1130, 1291, 1430°C 이었고 8월22일 출수한 추청벼의 적산등숙온도는 각각 857, 1012, 1145, 1288°C이었다. 등숙기간중의 기온이 높은 만큼 조생종일수록 등숙적산온도가 높았다.

식미치와 품질특성과의 관계

식미계로 측정된 3 품종, 4 수확시기 간의 식미치는 현미수량과는 아무런 관련성이 없었다(Fig. 1). 그러나 식미치는 백미의 아밀로스 함량이 18.4%에서 19.6%로 높아짐에 따라 매우 유의한 정의 상관(0.66\*\*)을 나타내었다(Fig. 2). 또한 식미치는 백미의 단백질 함량과 매우 유의하고도 직선적인 부의 상관(-0.94\*\*)이 나타나서 단백질 함량이 5.7%에서 7.3%로 증가함에 따라 식미치는 뚜렷하게 감소하였다(Fig. 3). 쌀의 식미가 단백질 함량과 매우 밀접한 부의 상관이 있음은 잘 알려진 사실이고 또한 일본의 양식미 쌀 생산지인 니이가타현에서 고품질 고시히카리의 단백질 함량 기준을 7.1%(질소 함량으로 1.2%)로 정하고 있음을 볼 때(新潟縣農林水産部, 1996), 우리나라에서도 식미를 높이려면 쌀알의 단백질함량을 낮추는데 보다 더 관심을 가져야 하겠다. 이 실험의 성적만으로 결론을 내리기는 어려우나 식미를 고려할때 단백질 함량은 7%를 넘지 않는 것이 바람직할 것으로 생각되었다.

한편 백미의 식미치는 적산등숙온도와도 매우 유의하고 직선적인 부의 상관(-0.79\*\*)이 나타나 등숙적산온도가 낮을수록 식미치가 높았다(Fig. 4).

이 실험의 결과로 볼 때 식미를 고려한 등숙적산온도는 조생종인 대진벼와 중생종인 서진벼는 1200°C 이하, 중만생종인 추청벼는 1100°C 이하일 것으로 고찰되었다. 일본에서는 양식미벼 품종의 식미가 최고로 되는 등숙온도와 적산등숙온도가 구명되어 있는데 예로서 니이가타에서 고시히카리의 찰기가 최대로 되는 등숙온도는 등숙기간 평균기온 25°C이며, 이 보다 높

거나 낮으면 찰기가 저하되며 식미가 최고로 되는 수확적기는 등숙기 적산온도 1,000°C로서 평균기온이 25°C이면 출수후 40일에 수확할 것을 권장하고 있다(新潟縣農林水産部, 1996).

우리나라 양질미 생산지역의 기상조건은 벼 생육기간중, 특히 결실기에 평균기온이 낮고, 기온교차가 크며, 일조시수가 길고, 상대습도와 증기압이 낮는데(김 등, 2000) 등숙기 기온이 높은 지구 온난화시대에 고품질 쌀을 생산하려면 적산등숙온도가 일정 수준을 넘지 않도록 적기에 수확하여야 한다. 또한 우리나라에서 쌀의 식미가 최고로 되는 등숙적산온도에 대하여 품종별, 지역별, 작기별로 보다 정밀한 검토가 있어야 할 것으로 사료되었다.

## 적 요

양식미 쌀생산을 위한 기초 정보를 얻고자 조생종인 대진벼, 중생종인 서진벼, 중만생종인 추청벼를 공시하여 농가포장 조건에서 수확시기에 따른 수량과 품질특성을 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 백미의 단백질 함량은 대진벼, 서진벼, 추청벼 모두 수확시기가 출수후 40일에서 70일로 늦어짐에 따라 유의하게 증가하는 경향이였다.

2. 식미계에 의한 식미치는 대진벼, 서진벼, 추청벼 모두 출수후 40일에 수확시 유의하게 높았고 출수후 70일로 늦어짐에 따라 낮아지는 경향이였다.

3. 수량과 식미를 함께 고려한 수확적기는 대진벼는 출수후 40~50일, 서진벼와 추청벼는 출수후 40~60일이나 양식미를 위하여는 3품종 모두 출수후 40~50일에 수확하여야 할 것으로 판단되었다.

4. 식미를 좋게 하는 등숙적산온도는 대진벼와 서진벼는 1200°C, 추청벼는 1100°C 정도일 것으로 추정되었다.

5. 식미치는 백미의 단백질함량과는 매우 유의하고도 직선적인 부의 상관(-0.94\*\*)을 나타내었고 아밀로스함량과는 매우 유의한 정상관(0.66\*\*)을 나타내었다.

6. 식미치는 적산등숙온도와 매우 유의하고도 직선적인 부의 상관(-0.79\*\*)을 나타내어 등숙기간중 적산온도가 낮을수록 식미치가 높았다

## 사 사

이 연구는 2001학년도 단국대학교 대학연구비 지원으로 연구되었음.

## 인용문헌

- 작물시험장. 2002. 웹자료-벼재배기술.
- 조영철, 이광민, 한상욱, 이원우, 김영호, 채제천. 2002a. 질소비료 사용량이 미질에 미치는 영향. 2002공동심포지엄 : 부가가치 향상을 위한 작물연구 현황과 전망. 한국작물학회 · 한국육종학회 · 한국약용작물학회 : 257.
- 조영철, 한상욱, 임갑준, 이원우, 김영호, 채제천. 2002b. 경기지역 적용 고품질 벼품종의 재배지역에 따른 미질 변이. 2002공동심포지엄 : 부가가치 향상을 위한 작물연구 현황과 전망. 한국작물학회·한국육종학회·한국약용작물학회 : 256.
- 채제천, 김성곤, 민용규, 한판주, 윤인화, 김영배, 이병영, 손종록, 안은모, 정근복. 1992. 벼 생산후 품질관리 실태 및 개선방안 연구보고서. 농촌진흥청.
- 채제천, 이동진, 전대경, 류수노. 2001a. 질소수준에 따른 벼 품종의 등숙기간별 항산화활성 변화. 한국작물학회지 46(별2호) : 218-219.
- 채제천, 전대경, 류수노. 2001b. 질소 및 퇴비수준에 따른 벼 품종의 등숙기간별 안토시아닌 색소 C-G 함량. 한국작물학회지 46(별1호) : 152-153.
- 秋田縣農政部. 2000. 3. 稻作指導指針.
- 한국식품개발연구원. 2001. 벼의 수확후 처리 · 가공기술 개발. 농림부.
- 한충수, 夏賀元康. 1996. 근적외선분석계를 이용한 국내산 쌀의 성분예측모델 개발(I) 현미와 백미의 성분예측모델. 한국농업기계학회지 21(2) : 198-207.
- 경기도농업기술원. 2001. 연구결과 평가자료 -밥맛의 객관적 평가 지표 개발-.
- 구자욱 · 이도진 · 허상만. 1998. 쌀의 품질과 맛. 전남쌀연구회.
- 김광호, 김연식, 서경인. 2001. 흑자색 종피 벼 품종의 파종기 및 출수후 일수에 따른 종실의 Cyanidine 3-Glucoside 함량 변이. 한국작물학회지 46(별1호) : 264-265.
- 김광호, 채제천, 최해춘, 정홍우. 2000. 이천쌀의 우수성과 성가 제고방안 연구. 이천시.
- 김상숙, 민봉기, 김동철. 1998. 수입 식미측정기의 국내적용성 검토. 한국농화학회지 41(7) : 560-562.
- 윤성호, 이정택. 2001. 기후변화에 따른 벼 적정 등숙기간의 변동과 대책. 한국농림기상학회지 3(1) : 55-70.
- 윤성호. 1998. 지구 온난화 및 기상 이변에 대응한 농업기술 대책. 한국육종학회 공동 심포지움 자료-21세기 한반도 농업전망과 대책. pp.313-335.
- 문성식,이경희,조래광. 1994. 한국산 쌀의 품질측정에 있어서 근적외분광분석법의 응용. 식품과학 26(6) : 718-725.
- 農山漁村文化協會. 1990. 稻作大百科.
- 박래경. 1994. 작물의 품질개량 육종. 박래경박사 정년퇴임기념 발간추진위원회.
- 新潟縣農林水産部. 1996. 3. 水稻栽培指針.