

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명	연구분야	수행기간	연구실	책임자	
지구온난화에 따른 농업환경변동 대응 연구	농업환경	'08~'11	농업기술원 환경농업연구과	강창성	
기후변화대비 고온적응 벼 재배기술 개발	벼	'08~'09	농업기술원 작물개발과	원태진	
색인용어	기후변화, 고온적응, 이앙기				

ABSTRACT

This experiments were carried out to find adaptable rice cultivars according to transplanting time and growth temperature treatments in rice field. Field experiments were carried out at Hwaseong in Gyeonggi province from 2008 to 2009 and were treated with 5 rice cultivars and 3 transplanting times. Another test was conducted to find adaptable rice cultivars for high temperature during rice cultivation period. 44 rice cultivars were treated for high temperature of vinyl tunnel and glass greenhouse. The results were summarized as follows ;

The number of days to heading was shorted in early transplanted or early maturing cultivar, but was delayed in lately transplanted or mid-late maturing cultivar. Early maturing cultivars were increased ripening ratio, 1,000-grain weight and head rice yield as transplanted lately more May 20 and June 10 than May 1. Change of transplanting time had no effect on mid maturing cultivar and mid-late maturing cultivars.

The change of heading date was a few of different temperature treatments during growth period at the Jinbuall, Jinbu, Gyeonggi 1, Sura, Hwayoung, Hwameong, Changchungjinmi, SR29070 and Sindongjinbyeo.

The different temperature treatments during growth period did not affect the fertile grain ratio, ripened grain ratio, head rice ration at Gyeonggi 1, Hwaseongbyeo

The percent of fertile grain was not significantly affected by different temperature treatment during growing period at the varieties of Woonmi, Gyeonggi 1, Cheongan, Hwaseong, Hwajoung, Chucheong, Hwajin, Hwameong, Sechucheong and Dongjunbyeo. There was no significant difference in the percent of head rice by the high temperature treatments during growing period at Jinbu, Gyeonggi 1, Daejin, Cheongan, Hwaseong, Anjoung, SR29070, Ilpum, Samkwang, Hopum, Chilbo and Sindongjinbyeo.

Key words : Climate change, High temperature adaptation, transplanting time

1. 연구목표

한반도의 지난 100년간 평균기온은 1.5°C 상승하였고, 지난 30년간 겨울평균기온은 1.9°C 상승한 반면 세계평균은 0.74°C로 2배 이상 빠른 기온 상승과 따뜻한 겨울이 지속되는 지구 온난화 현상이 나타나고 있다. 열대작물인 벼는 온도상승으로 인해 재배지역이 확대될 수 있으나 현재의 재배지역에서는 고온적응 품종이나 재배기술의 대책이 없는 한 생산량의 감소를 가져올 것은 당연한 일일 것이다. 이에 따른 대책으로 재배시기의 이동이나 고온 내성 품종에 대한 연구가 선행되어야 할 것이다. 기온의 상승에 따라 벼의 생산량은 등숙기 고온에 의해 현재보다 20~30%정도 감소하지만 재배시기 조절로 고온을 회피하면 18%의 증수도 가능하다고 한다(윤, 1990). 등숙기의 온도는 쌀의 생산량과 품질을 결정하는 중요한 요인이다. 우리나라에 재배되는 자포니카의 경우 가장 높은 수량을 올릴 수 있는 등숙기 평균기온은 21.5°C라고 하며(농촌진흥청, 1981) 대체로 적정 등숙온도는 21~23°C로 보고 있다. 일본에서는 자포니카벼의 적정 등숙온도를 20~22°C로 보고 있으며, 이보다 높거나 낮은 경우에는 종실수량에 큰 피해를 입는다고 하였다(Aimi 등, 1959; Murakai, 1973). 이처럼 벼의 등숙은 등숙기의 기온에 크게 영향을 받게 되는데 등숙기 평균기온이 1°C 상승함에 따라 등숙기간은 약 1.7일이 단축된다고 하며(이, 1983), 등숙이 급속하게 이루어지면 영화간의 양분경합이 심해져 약세영화에는 심복백이 증가하게 되는데 특히 야간온도가 고온일 때 더욱 심하다고 한다(김 등, 1988). 등숙기 온도가 고온조건이 되면 동화산물의 축적이 빨라져 쌀알의 성장속도도 증가하지만 저온조건으로 동화산물의 축적이 늦어져서 충실하게 여문 쌀알에 비해 최종립중은 감소한다고 한다(Ebata 등, 1967). 이처럼 벼가 고온 등숙시에는 수량의 감소뿐만 아니라 쌀의 품질에도 영향을 미치게 되는데 청미와 심복백미는 유전적인 특성과 등숙기간, 재배시기에 따른 기상환경 등에 크게 영향을 받는다고 하였다(長戶一雄, 1944).

따라서, 본 연구는 벼 이앙기 이동과 고온 재배환경에 따른 수량과 미질에 미치는 영향을 밝혀 고온 경감 대책의 기초자료를 수립하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

〈시험 1〉 벼 이앙기 이동에 따른 수량과 미질에 미치는 영향

본 시험은 2008~2009년까지 화성시 기산동 소재 경기도농업기술원 논포장에서 수행되었다. 공시품종으로 오대벼, 운광벼, 화성벼, 삼광벼, 추정벼를 사용하였으며, 품종별로 5월 1일, 5월 20일, 6월 10일에 각각 35일 육묘한 중묘를 재식밀도 주당 3~4본, 30×14cm로 하여 기계이앙 하였다. 질소시비량은 9kg/10a를 기비-분얼비-수비로 각각 50-20-30% 비율로 분시하였고, 인산은 4.5kg/10a를 전량 기비로, 가리는 5.7kg/10a를 기비로 70%, 수비로 30% 분시하였으며, 기타 재배관리는 경기도농업기술원 표준재배법에 준하였다. 이앙시기에 따른 품종별 출수기 및 출수소요일수와 등숙시기별 이삭당 임실율과 등숙율을 조사하였으며, 수량 및 수량구성요소와 쌀 품질분석을 조사하였다.

〈시험 2〉 벼 재배환경에 따른 쌀 품질에 미치는 영향

본 시험은 2009년 화성시 기산동 소재 경기도농업기술원 노지포장, 유리온실, 비닐터널에서 수행되었다. 공시품종으로 진부올벼 등 유전자원 44품종(계통)을 5월 20일에 35일 육묘한 중묘를 사용하였으며, 노지포장에서는 재식밀도 주당 3~4본, 30×14cm로 하여 손이앙 하였고, 유리온실에서는 품종(계통)당 1열 30주를 주간 14cm로 하여 손이앙 하였으며, 비닐터널에서는 품종(계통)당 1열 20주를 주간 14cm로 하여 손이앙 하였다. 질소시비량은 9kg/10a를 기비-분얼비-수비로 각각 50-20-30% 비율로 분시하였고, 인산은 4.5kg/10a를 전량 기비로, 가리는 5.7kg/10a를 기비로 70%, 수비로 30% 분시하였으며, 기타 재배관리는 경기도농업기술원 표준재배법에 준하였다. 벼 재배환경에 따른 품종(계통)별 출수기 및 출수 소요일수와 등숙시기별 이삭당 임실율과 등숙율을 조사하였으며, 수량 및 수량구성요소와 쌀 품질분석을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

〈시험1〉 벼 이앙기 이동에 따른 수량 및 미질에 미치는 영향

조생종인 오대벼, 운광벼와 중생종인 화성벼와 중만생종인 삼광벼, 추청벼를 벼 이앙기를 5월 1일, 5월 20일, 6월 10일 달리하였을 때 출수기와 출수일수를 조사한 결과는 표1과 같다. 조생종은 5월 1일 이앙기의 벼 출수일수에 비해 5월 20일, 6월 10일 이앙시 각각 11일, 18~19일 출수일수가 단축되어 이앙기 이동에 따른 출수기 변화가 적었으나, 중생종과 중만생종은 5월 1일에 비해 5월 20일, 6월 10일 이앙시 각각 15~17일, 28~31일 출수일수가 단축되어 이앙기 이동에 따른 출수기 변화가 많았다.

성숙기 생육조사결과는 표 2와 같다. 조생종은 이앙기가 늦어질수록 간장은 증가하였고, 중생종 및 중만생종은 이앙기에 의한 생육 차이를 보이지 않았다.

출수일수와 출수기까지의 평균기온과의 관계를 조사한 결과 그림 1과 같이 조생종의 경우 이앙후 출수기까지의 평균기온에 의한 출수일수의 차이가 크지 않았으나, 중생종과 중만생종은 출수일수가 급격히 감소되는 경향이였다.

표 1. 이앙시기별 출수기 및 출수일수

품종명	년 도	출 수 기 (월. 일)			출수일수 (일)		
		5. 1이앙	5. 20이앙	6. 10이앙	5. 1이앙	5. 20이앙	6. 10이앙
오대벼	2008	7. 21	7. 28	8. 9	82	70	61
	2009	7. 20	7. 29	8. 14	81	71	66
	평 균	7. 20	7. 28	8. 11	82	71	64
운광벼	2008	7. 23	7. 30	8. 10	84	72	62
	2009	7. 22	8. 1	8. 15	83	74	67
	평 균	7. 22	7. 31	8. 12	84	73	65
화성벼	2008	8. 9	8. 12	8. 20	101	85	72
	2009	8. 7	8. 12	8. 20	99	85	72
	평 균	8. 8	8. 12	8. 20	100	85	72
삼광벼	2008	8. 15	8. 18	8. 24	107	91	76
	2009	8. 14	8. 18	8. 25	106	91	77
	평 균	8. 14	8. 18	8. 24	107	91	77
추청벼	2008	8. 19	8. 21	8. 27	111	94	79
	2009	8. 16	8. 19	8. 26	108	92	78
	평 균	8. 17	8. 20	8. 26	110	93	79

표 2. 이앙시기별 성숙기 생육

품 종	이앙기 (월.일)	간장 (cm)	수장 (cm)	수수 (개/주)
오대벼	5. 1	72.6 b	21.9 a	14.4 a
	5. 20	71.7 b	22.2 a	12.6 a
	6. 10	75.0 a	21.3 a	13.6 a
운광벼	5. 1	64.7 b	22.4 a	14.7 a
	5. 20	65.2 b	23.1 a	12.6 a
	6. 10	69.2 a	22.2 a	13.5 a
화성벼	5. 1	77.3 a	19.9 a	15.6 a
	5. 20	79.1 a	19.8 a	13.4 b
	6. 10	78.5 a	20.1 a	15.1 a
삼광벼	5. 1	80.4 b	19.6 a	13.7 a
	5. 20	76.4 b	19.9 a	12.1 a
	6. 10	83.2 a	19.2 a	14.0 a
추청벼	5. 1	81.0 a	18.4 a	17.0 a
	5. 20	77.9 a	18.5 a	15.0 a
	6. 10	83.8 a	18.9 a	18.3 a

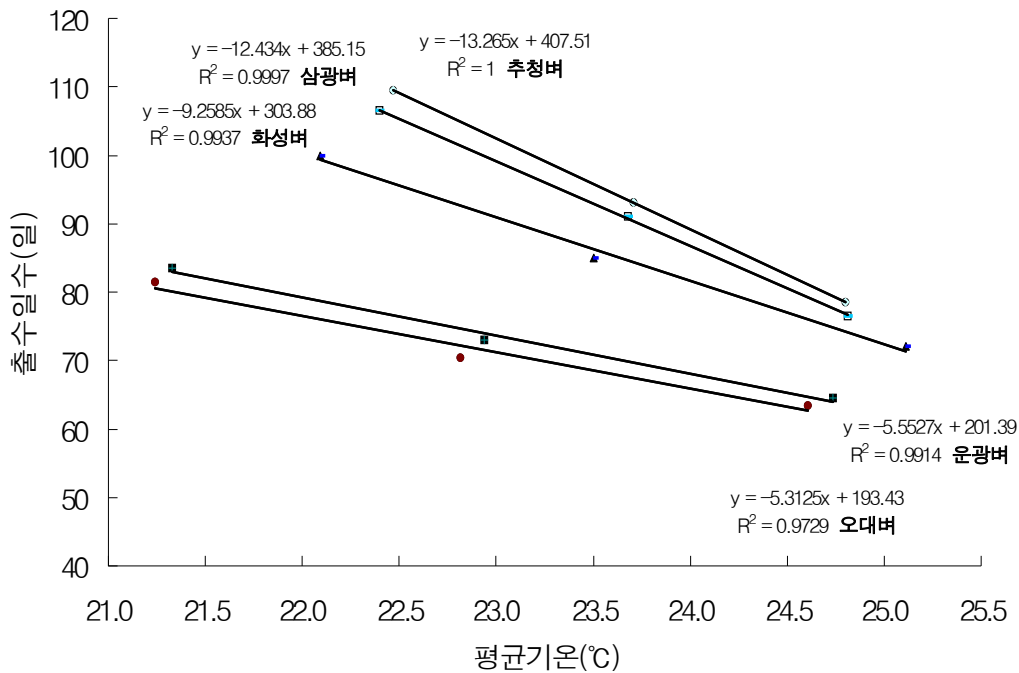


그림 1. 이양부터 출수기까지 평균기온과 출수일수의 관계('08~'09)

출수 후 적산온도가 1100°C에 도달하는 수확기까지의 소요일수를 조사한 결과는 표 3과 같다. 오대벼, 운광벼, 삼광벼는 5월 1일과 5월 20일 이양시 출수후 적산온도 1100°C 소요일수가 동일하였고 6월 10일 이양시 3~4일 지연되었다. 화성벼와 추청벼는 5월 1일 이양에 비해 5월 20일 이양시 2일 지연되었고 6월 1일이양시 5월 1일과 5월 20일 이양에 비해 4~6일 지연되었다. 이러한 결과는 조생종은 이양기 이동에 의한 출수기 변동이 적은 반면 중생종과 중만생종은 이양기 이동에 의한 출수기의 지연이 등숙기간중 9월말 10월초의 저온에 의한 적산온도 부족으로 판단된다.

벼 이양기 이동에 따른 쌀 수량 및 품질을 조사한 결과는 표 4와 같다. 등숙율은 오대벼와 운광벼를 5월 20일, 6월 10일 이양에 비해 5월 1일 이양시 81%로 낮았으며 다른 품종은 이양기에 따른 등숙율 영향은 없었다. 천립중은 오대벼, 운광벼, 화성벼의 경우 이양기를 늦음에 따라 증가하는 경향이 있었으며 삼광벼와 추청벼는 이양기에 따른 천립중의 영향은 없었다. 완전미 수량은 오대벼의 경우 이양기를 늦음에 따라 증가하는 경향이 있었으며 운광벼, 화성벼, 추청벼는 5월 1일, 5월 20일 이양시는 대등하였으며 6월 10일 이양시에 증가하는 경향을 보였고, 삼광벼는 이양기에 의한 영향은 없는 것으로 판단된다. 그러나 이양시기가 늦을 수록 표 3과 같이 등숙기 적산온도 부족으로 수확기가 지연되는 경향을 보였다.

표 3. 이앙시기별 출수후 적산온도(1100℃) 소요일수

품 종	이앙기 (월.일)	2008년	2009년	평 균
오대벼	5. 1	44	44	44
	5. 20	44	44	44
	6. 10	46	49	47
운광벼	5. 1	44	44	44
	5. 20	44	45	44
	6. 10	47	49	48
화성벼	5. 1	46	47	46
	5. 20	48	48	48
	6. 10	51	53	52
삼광벼	5. 1	49	47	48
	5. 20	48	48	48
	6. 10	51	53	52
추청벼	5. 1	51	50	50
	5. 20	52	52	52
	6. 10	54	58	56

표 4. 벼 이앙기 이동에 따른 쌀 수량 및 품질('08~'09)

품 종	이앙기 (월.일)	등숙율 (%)	천립중 (g)	완전미 수 량 (kg/10a)	완전미수량 지수
오대벼	5. 1	81.5 b	24.2 c	320 c	100
	5. 20	91.1 a	24.9 b	437 b	136
	6. 10	89.6 a	26.8 a	490 a	153
운광벼	5. 1	81.1 b	21.4 c	430 b	100
	5. 20	85.7 a	21.9 b	491 b	114
	6. 10	87.0 a	23.9 a	604 a	140
화성벼	5. 1	89.5 a	21.8 b	472 b	100
	5. 20	91.8 a	21.9 b	441 b	93
	6. 10	93.0 a	22.2 a	548 a	116
삼광벼	5. 1	93.1 a	22.0 a	570 a	100
	5. 20	92.6 a	22.0 a	602 a	106
	6. 10	91.3 a	22.6 a	621 a	109
추청벼	5. 1	94.5 a	21.6 a	493 b	100
	5. 20	94.4 a	21.5 a	492 b	100
	6. 10	92.9 a	22.0 a	543 a	110

벼 품종별로 이앙기를 달리하였을 때 미질특성을 조사한 결과는 표5와 같다. 단백질 함량은 오대벼, 운광벼, 삼광벼, 추청벼의 이앙기 5월 1일, 5월 20일처리에서 대등하였으며 6월 10일 이앙시 단백질 함량은 증가하였고, 화성벼는 이앙기에 따른 단백질함량 변화는 없었다.

아밀로스함량은 오대벼와 운광벼의 경우 이앙기가 늦을 수록 증가하는 경향을 보였고, 화성벼는 5월 20일, 6월 10일처리에서 대등하였으며 5월 1일 이앙시 함량은 감소하였고, 추청벼는 5월 1일, 5월 20일처리에서 대등하였으며 6월 10일 이앙시 아밀로스함량은 증가하였고, 삼광벼는 이앙기에 따라 아밀로스함량 변화는 없었다.

식미치는 오대벼의 경우 이앙기가 늦을 수록 증가하는 경향을 보였고, 화성벼, 삼광벼, 추청벼는 이앙기에 따라 식미치 변화는 없었다.

이러한 결과를 종합해 볼 때, 6월 10일 이앙을 늦추었을 때 5월 20일 적기이앙에 비해 수량은 증가하나 단백질함량이 높아져 고품질벼 생산은 어려울 것으로 판단되며, 5월 1일 이앙시 단백질함량은 다소 낮을 수는 있으나 조생종은 수량감소가 심하고, 중생종과 중만생종은 수량에 크게 영향을 주지 않는 것으로 판단되었다.

표 5. 벼 이앙기 이동에 따른 미질특성('08~'09)

품 종	이앙기 (월.일)	단백질함량 (%)	아밀로스함량 (g)	식미치 (%)
오대벼	5. 1	6.5 b	16.2 c	65.8 c
	5. 20	6.3 b	17.5 b	70.1 b
	6. 10	6.8 a	19.2 a	72.4 a
운광벼	5. 1	6.3ab	15.5 c	68.6 b
	5. 20	6.0 b	16.2 b	66.0 b
	6. 10	6.5 a	18.0 a	72.8 a
화성벼	5. 1	6.1 a	18.1 b	75.3 a
	5. 20	5.9 a	19.0 a	77.4 a
	6. 10	6.6 a	19.4 a	78.8 a
삼광벼	5. 1	5.6 b	18.4 a	78.2 a
	5. 20	5.5 b	18.5 a	76.4 a
	6. 10	6.0 a	18.6 a	76.3 a
추청벼	5. 1	6.1 b	18.3 b	76.4 a
	5. 20	5.9 b	18.7 b	75.2 a
	6. 10	6.7 a	19.2 a	74.9 a

〈시험 2〉 벼 재배환경에 따른 쌀 품질에 미치는 영향

진부울벼 등 유전자원 44품종(계통)을 노지포장, 비닐터널, 유리온실에 5월 20일 이앙하였으며, 벼 생육기간 중 기온과 조도를 조사한 결과는 표 6과 같다. 노지포장의 평균기온은 22.1℃로 비닐터널과 유리온실은 각각 0.3, 1.6℃ 높았으며, 적산온도는 노지포장 3139℃에 비해 비닐터널, 유리온실은 각각 47, 228℃ 높았다. 조도는 노지포장 83klux에 비해 비닐터널, 유리온실은 각각 13, 46klux가 적었다.

표 6. 벼 생육기간(5월 20일~10월 8일) 중 재배환경 기온 및 조도

구 분	기 온(℃)				조 도 J (Klux)
	평 균	최 고	최 저	적 산	
노지포장	22.1±2.9	27.4±3.0	17.6±3.7	3139	83±11.6
비닐터널	22.4±2.8	27.5±3.0	18.2±3.7	3186	70± 4.8
유리온실	23.7±2.5	28.9±3.1	19.6±3.0	3367	37±45.2
비닐터널-포장	0.3	0.1	0.6	47	-13
유리온실-포장	1.6	1.5	2.0	228	-46

J: 맑은날 13:00~13:30 측정

재배환경에 따른 조생종 7품종(계통)의 출수기 변화를 조사한 결과는 표 7과 같다. 오대, 운미, 운광, 히토메보레는 노지포장에 비해 비닐터널과 유리온실재배에서 3~7일 출수기가 지연되어 재배환경 변화에 민감하게 반응하였으나, 진부울, 진부, 경기1호의 출수기는 재배환경에 따라 1~2일로 변동이 적어 온도 및 조도변화에 적응하는 품종이라 판단되었다.

재배환경에 따른 중생종 17품종(계통)의 출수기 변화를 조사한 결과는 표 8과 같다. 표 7의 조생종 출수기에 비해 중생종의 출수기의 변화는 상대적으로 적었으며, 특히 수라벼와 화영벼의 출수기는 노지포장재배에 비해 비닐터널은 1일 단축되었고 유리온실은 1일 지연되어 다른 중생종 품종에 비해 재배환경변화에 적응하는 품종이라 판단된다.

재배환경에 따른 중만생종 20품종(계통)의 출수기 변화를 조사한 결과는 표 9과 같다. 중만생종의 출수기는 표 7, 표 8의 조생종, 중생종의 출수기에 비해 상대적으로 변화가 적었으며, 특히 화명, 청정진미, SR29070, 신동진벼의 출수기는 노지포장, 비닐터널, 유리온실재배 모두 동일하여 기온과 조도 등의 환경변화에 적응하는 품종이라 판단된다.

표 7. 조생종 재배환경에 따른 출수기 변화

품 중 (계통)	출수기(월/일)			출수 변경일수	
	노지포장 (A)	비닐터널 (B)	유리온실 (C)	B-A	C-A
진부울	7/11	7/9	7/11	-2	0
진부	7/24	7/23	7/24	-1	0
오대	7/26	7/30	7/30	+4	+4
운미	7/27	8/1	7/31	+5	+4
운광	7/28	8/2	8/1	+5	+4
히토메보레	8/1	8/8	8/4	+7	+3
경기1호	8/3	8/4	8/5	+1	+2

표 8. 중생종 재배환경에 따른 출수기 변화

품 중 (계통)	출수기(월/일)			출수 변경일수	
	노지포장 (A)	비닐터널 (B)	유리온실 (C)	B-A	C-A
서안	8/13	8/15	8/14	+2	+1
안중	8/13	8/10	8/12	-2	-1
화중	8/13	8/11	8/14	-2	+1
안산	8/7	8/11	8/8	+4	+1
대진	8/8	8/10	8/8	+2	0
서진	8/14	8/12	8/14	-2	0
수라	8/13	8/12	8/14	-1	+1
안성	8/12	8/14	8/13	+2	+1
청아	8/7	8/7	8/10	0	+3
해찬물결	8/13	8/11	8/13	-2	0
청안	8/12	8/10	8/13	-3	+1
화영	8/13	8/12	8/14	-1	+1
화성	8/12	8/10	8/12	-2	0
고시히카리	8/7	8/7	8/9	0	+2
소비	8/14	8/11	8/15	-3	+1
다산	8/12	8/14	8/13	+2	+1
안다	8/12	8/15	8/14	+3	+2

표 9. 중만생종 재배환경에 따른 출수기 변화

품 중 (계통)	출수기(월/일)			출수 변경일수	
	노지포장 (A)	비닐터널 (B)	유리온실 (C)	B-A	C-A
추청	8/18	8/19	8/18	+1	0
화진	8/15	8/14	8/16	-1	+1
대안	8/14	8/17	8/16	+3	+2
화명	8/16	8/16	8/16	0	0
새추청	8/16	8/18	8/17	+2	+1
삼광	8/16	8/16	8/17	0	+1
고품	8/15	8/14	8/15	-1	0
청정진미	8/15	8/15	8/15	0	0
남평	8/17	8/18	8/18	+1	+1
동진	8/15	8/16	8/16	+1	+1
일품	8/17	8/16	8/17	-1	0
호품	8/17	8/15	8/15	-2	-2
칠보	8/14	8/15	8/14	+1	0
SR29070	8/15	8/15	8/15	0	0
SR29791	8/14	8/15	8/15	+1	+1
SR29822	8/15	8/14	8/16	-1	+1
SR29823	8/14	8/10	8/14	-4	0
한마음	8/16	8/15	8/16	-1	0
신동진	8/16	8/16	8/16	0	0
드래찬	8/18	8/17	8/18	-1	0

재배환경에 따른 조생종 품종의 임실율을 조사한 결과는 표 10과 같다. 운미벼와 경기1호는 노지포장에 비해 비닐터널과 유리온실재배시 대등하거나 다소 높은 임실율을 보였고 다른 품종은 비닐터널과 유리온실에서 임실율이 낮았다.

재배환경에 따른 중생종 품종의 임실율을 조사한 결과는 표 11과 같다. 청안, 화성, 화중벼는 노지포장에 비해 비닐터널과 유리온실재배시 대등하거나 다소 높은 임실율을 보였고 다른 품종은 비닐터널과 유리온실에서 임실율이 낮았다.

재배환경에 따른 중만생종 품종의 임실율을 조사한 결과는 표 12와 같다. 추청, 화진, 화명, 새추청, 동진벼는 노지포장에 비해 비닐터널과 유리온실재배시 대등하거나 다소 높은 임실율을 보였고 다른 품종은 비닐터널에서는 임실율이 대등하였으나 유리온실에서 낮은 경향을 보였다.

표 10. 조생종 재배환경에 따른 임실율 변이

생태형	품종	노지포장 (A)	비닐터널 (B)	유리온실 (C)	B/A (%)	C/A (%)
조생	진부	90.8	90.4	83.2	99	92
	오대	90.0	88.3	83.3	98	93
	운미	86.1	87.3	92.1	101	107
	운광	91.7	84.2	79.5	92	87
	경기1호	93.1	91.9	92.9	99	100
	히토메보레	94.5	90.3	82.5	96	87

표 11. 중생종 재배환경에 따른 임실율 변이

생태형	품종	노지포장 (A)	비닐터널 (B)	유리온실 (C)	B/A (%)	C/A (%)
중생	고시히카리	90.4	86.5	79.7	96	88
	안산	78.8	68.8	76.8	87	98
	대진	90.7	88.3	76.7	97	85
	안성	94.7	89.7	77.3	95	82
	청아	94.1	85.2	86.7	91	92
	해친물결	93.3	91.4	86.3	98	93
	청안	88.7	90.2	88.7	102	100
	화성	91.4	95.9	92.3	105	101
	안중	88.3	87.2	81.7	99	93
	수라	89.6	86.1	79.4	96	89
	화중	93.8	94.6	92.0	101	98
	화영	92.2	89.2	80.8	97	88
	서안	89.4	90.5	84.9	101	95
	소비	91.8	92.7	86.4	101	94
	서진	93.5	92.7	81.2	99	87

표 12. 중만생종 재배환경에 따른 임실을 변이

생태형	품종	노지포장 (A)	비닐터널 (B)	유리온실 (C)	B/A (%)	C/A (%)
중만생	SR29070	95.9	96.9	89.6	101	93
	SR29791	95.6	95.0	81.7	99	85
	SR29822	94.8	93.9	83.4	99	88
	SR29823	92.0	92.1	81.3	100	88
	일품	93.7	93.0	90.7	99	97
	추청	94.8	94.8	93.0	100	98
	화진	95.7	95.4	93.3	100	98
	대안	94.7	94.6	90.0	100	95
	화명	94.6	96.0	95.3	101	101
	새추청	97.0	97.8	93.6	101	97
	삼광	97.4	96.0	89.0	99	91
	고품	96.9	95.2	92.5	98	95
	청정진미	94.9	94.6	90.5	100	95
	남평	93.3	90.6	88.1	97	95
	동진	96.9	97.7	93.5	101	97
	호품	96.3	95.1	84.9	99	88
	칠보	96.1	92.9	90.8	97	94
	한마음	94.1	89.8	83.0	95	88
	신동진	92.5	89.6	83.1	97	90
	드래찬	89.3	89.8	78.5	100	88

재배환경에 따른 조생종 품종의 등숙율을 조사한 결과는 표 13과 같다. 경기1호는 노지포장에 비해 비닐터널과 유리온실재배시 대등하거나 다소 높은 등숙율을 보였고 다른 품종은 비닐터널과 유리온실에서 등숙율이 낮았다.

재배환경에 따른 중생종 품종의 등숙율을 조사한 결과는 표 14와 같다. 화성, 화중, 화영, 서진벼는 노지포장에 비해 비닐터널과 유리온실재배시 대등하거나 다소 높은 등숙율을 보였고 다른 품종은 비닐터널과 유리온실에서 등숙율이 낮았다.

재배환경에 따른 중만생종 품종의 등숙율을 조사한 결과는 표 15와 같다. SR29070, SR29822, 일품, 추청, 화진, 대안, 화명, 새추청, 삼광, 고품, 동진, 칠보, 신동진벼는 노지포장에 비해 비닐터널과 유리온실재배시 대등하거나 다소 높은 등숙율을 보였고 다른 품종은 비닐터널에서는 등숙율이 대등하였으나 유리온실에서 다소 낮은 경향을 보였다.

표 13. 조생종 재배환경에 따른 등숙율 변이

생태형	품종	노지포장 (A)	비닐터널 (B)	유리온실 (C)	B/A	C/A
	진부	95.8	97.3	89.0	102	93
	오대	96.3	94.1	88.2	98	92
조생	운미	94.4	85.1	86.2	90	91
	운광	94.5	87.5	85.0	93	90
	경기1호	95.3	94.3	95.9	99	101

표 14. 중생종 재배환경에 따른 등숙율 변이

생태형	품종	노지포장 (A)	비닐터널 (B)	유리온실 (C)	B/A	C/A
	고시히카리	92.6	91.1	82.7	98	89
	안산	87.4	84.6	70.3	97	80
	대진	92.0	92.2	79.3	100	86
	안성	95.4	90.8	72.1	95	76
	청아	94.9	81.9	87.4	86	92
	해찬물결	96.5	93.9	83.6	97	87
	청안	91.8	90.4	86.4	98	94
중생	화성	94.2	94.1	95.1	100	101
	안중	95.7	92.6	85.0	97	89
	수라	92.8	89.1	89.4	96	96
	화중	93.6	95.6	92.9	102	99
	화영	94.0	92.7	89.9	99	96
	서안	93.7	93.1	79.4	99	85
	소비	92.6	94.7	83.9	102	91
	서진	92.9	97.2	91.1	105	98

표 15. 중만생종 재배환경에 따른 등숙율 변이

생태형	품종	노지포장 (A)	비닐터널 (B)	유리온실 (C)	B/A	C/A
중만생	SR29070	94.7	96.2	96.5	102	102
	SR29791	95.1	94.7	89.2	100	94
	SR29822	94.3	96.5	92.2	102	98
	SR29823	94.5	82.1	79.9	87	85
	일품	91.4	90.0	90.0	99	99
	추청	95.4	93.7	95.0	98	100
	화진	95.1	94.5	93.1	99	98
	대안	94.4	95.7	94.2	101	100
	화명	95.3	96.7	92.5	102	97
	새추청	96.4	96.9	97.0	101	101
	삼광	94.9	96.5	95.2	102	100
	고품	94.6	95.9	94.2	101	100
	청정진미	95.9	96.5	88.8	101	93
	남평	95.2	92.9	88.9	98	93
	동진	95.2	95.0	94.4	100	99
	호품	96.1	96.6	90.2	100	94
	칠보	96.5	95.9	94.2	99	98
	한마음	94.5	85.9	88.3	91	93
	신동진	94.4	95.1	93.2	101	99
	드래찬	96.3	93.8	87.9	97	91

재배환경에 따른 조생종 품종의 완전미율을 조사한 결과는 표 16과 같다. 진부벼와 경기1호는 노지포장에 비해 비닐터널과 유리온실재배시 대등하거나 다소 높은 완전미율을 보였고 다른 품종은 비닐터널과 유리온실에서 완전미율이 낮았다.

재배환경에 따른 중생종 품종의 완전미율을 조사한 결과는 표 17과 같다. 대진, 청안, 화성, 안중벼는 노지포장에 비해 비닐터널과 유리온실재배시 대등하거나 다소 높은 완전미율을 보였고 다른 품종은 비닐터널과 유리온실에서 완전미율이 낮았다.

재배환경에 따른 중만생종 품종의 완전미율을 조사한 결과는 표 18과 같다. 노지포장에 비해 비닐터널과 유리온실에서 변이가 적은 품종은 SR29070, 일품, 삼광, 호품, 칠보, 신동진벼이었다.

표 16. 조생종 재배환경에 따른 완전미율 변이

생태형	품종	노지포장 (A)	비닐터널 (B)	유리온실 (C)	B/A	C/A
조생	진부	82.0	80.3	81.2	98	99
	오대	84.7	75.2	75.4	89	89
	운미	92.0	76.9	82.6	84	90
	운광	89.0	84.9	64.2	95	72
	경기1호	89.9	92.3	89.1	103	99
	히토메보레	96.9	88.1	84.7	91	87

표 17. 중생종 재배환경에 따른 완전미율 변이

생태형	품종	노지포장 (A)	비닐터널 (B)	유리온실 (C)	B/A	C/A
중생	고시히카리	94.3	95.0	87.1	101	92
	안산	80.5	70.5	62.9	88	78
	대진	86.0	87.1	86.0	101	100
	안성	87.1	86.6	71.8	99	82
	청아	93.9	91.2	88.7	97	94
	해찬물결	92.8	93.7	85.7	101	92
	청안	93.8	94.2	93.6	100	100
	화성	91.9	90.4	92.7	98	101
	안중	93.4	95.2	93.8	102	100
	수라	85.6	80.5	86.4	94	101
	화중	93.9	88.5	90.4	94	96
	화영	97.9	95.6	89.8	98	92
	서안	89.5	89.8	81.1	100	91
	소비	92.3	92.3	73.3	100	79
	서진	89.5	84.7	83.4	94	93

표 18. 중만생종 재배환경에 따른 완전미율 변이

생태형	품종	노지포장 (A)	비닐터널 (B)	유리온실 (C)	B/A	C/A
중만생	SR29070	92.6	94.0	92.4	102	100
	SR29791	87.3	84.6	79.1	97	91
	SR29822	89.6	88.3	71.2	99	80
	SR29823	93.8	92.5	74.9	99	80
	일품	93.8	93.4	92.4	99	98
	추청	92.5	95.6	87.6	103	95
	화진	91.3	92.0	82.1	101	90
	대안	95.8	96.4	88.3	101	92
	화명	92.0	93.4	79.7	101	87
	새추청	94.7	93.9	89.1	99	94
	삼광	91.3	92.8	89.1	102	98
	고품	90.4	88.1	87.4	97	97
	청정진미	90.7	84.1	86.5	93	95
	남평	96.8	97.3	91.0	100	94
	동진	93.3	89.0	94.8	95	101
	호품	90.7	88.7	87.8	98	97
	칠보	91.3	91.4	90.2	100	99
	한마음	65.4	69.2	60.0	106	92
	신동진	75.7	76.7	76.2	101	101
	드래찬	85.4	77.6	76.6	91	90

4. 적 요

본 시험은 벼 이앙기 이동과 고온 재배환경에 따른 수량과 미질에 미치는 영향을 밝혀 고온경감 대책의 기초자료를 수립하고자 수행한 결과는 다음과 같다.

〈시험 1〉 벼 이앙기 이동에 따른 수량 및 미질에 미치는 영향

가. 5월 1일 이앙대비 5월 20일 이앙의 출수기 차이는 오대벼, 운광벼는 11일, 화성벼, 삼광벼, 추청벼는 11~17일 이었다. 또한 5월 1일 대비 6월 10일 이앙에서는 오대벼, 운광벼는 18~19일, 화성벼, 삼광벼, 추청벼는 28~31일 이었다.

나. 출수후 적산온도 1100℃까지 소요일수는 5월 1일과 5월 20일 이앙에 비해 6월 10일 이앙시 오대벼, 운광벼는 3~4일, 화성벼, 삼광벼, 추청벼는 4~6일 더 소요되었다.

- 다. 조생종은 5월 1일 이앙에 비해 이앙을 늦춤에 따라 등숙율, 천립중, 완전미 수량이 증가하는 경향을 보였으나 중생종과 중만생종은 이앙시기에 의한 영향은 없는 경향이였다.
- 라. 6월 10일 이앙을 늦추었을 때 5월 20일 적기이앙에 비해 수량은 증가하나 단백질함량이 높아져 고품질쌀 생산은 어려울 것으로 나타났으며, 5월 1일 이앙시 단백질함량은 다소 낮을 수는 있으나 조생종은 수량감소가 심하고, 중생종과 중만생종은 수량에 크게 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

〈시험 2〉 벼 재배환경에 따른 쌀 품질에 미치는 영향

- 벼 생육기간 중 노지포장의 평균기온은 22.1℃로 비닐터널과 유리온실은 각각 0.3, 1.6℃ 높았으며, 조도는 노지포장 83klux에 비해 비닐터널, 유리온실은 각각 13, 46klux가 적었다.
- 44품종(계통) 노지포장 재배에 비해 비닐터널과 유리온실에서
- 가. 출수기 변화가 적은 품종(계통)은 진부올벼, 진부벼, 경기1호, 수라벼, 화영벼, 화명벼, 청정진미, SR29070, 신동진벼이였으며 온도 및 조도 변화에 적응하는 것으로 나타났다.
- 나. 임실을 변화가 적은 품종(계통)은 운미벼, 경기1호, 청안벼, 화성벼, 화중벼, 추청벼, 화진벼, 화명벼, 새추청벼, 동진벼이였다.
- 다. 등숙율 변화가 적은 품종(계통)은 경기1호, 화성벼, 화중벼, 화영벼, 서진벼, SR29070, SR29822, 일품벼, 추청벼, 화진벼, 대안벼, 화명벼, 새추청벼, 삼광벼, 고품벼, 동진벼, 칠보벼, 신동진벼이였다.
- 라. 완전미율 변화가 적은 품종(계통)은 진부벼, 경기1호, 대진벼, 청안벼, 화성벼, 안중벼, SR29070, 일품벼, 삼광벼, 호품벼, 칠보벼, 신동진벼이였다.

5. 인용문헌

- AiMi, R., H. SAWAMURA and S. KONNO, 1959. Physiological studies on the mechanism of ripening of crop plants. The effect of the temperature upon the behaviour of carbohydrates and some related enzymes during the ripening of rice plant. Proc. Crop Sci. Soc. Jpn. 27:405-416
- Ebata M. and Nagato, K. 1967. Ripening conditions and grain characteristics. Intern. Rice Comm. Newsletter(spec. issue) : 10-17
- 김광호, 채재천, 임무상, 조수연, 박래경. 1988. 쌀 품질의 연구현황, 문제점 및 방향, 한작지(품질연구 1호) : 1~17
- 이석순. 1983. 양질미 생산재배기술에 관한 연구. 김진호 회갑기념논문집 pp. 21~34
- 농촌진흥청. 1981. 수도냉해실태분석과 종합기술대책 : 냉해연구보고. 농촌진흥청

長戸一雄. 1944. 穂上位置に依る米粒成熟の差異に就いて. 口作紀 13(2) : 156~173

윤진일, 1990. 대기중 이산화탄소 배증조건하의 기후시나리오에 의한 국내 쌀생산 추정. 한국기상학회지 26(4) : 263~274

6. 연구결과 활용제목

○ 기후변화 대비 고온적응성 벼 품종선발(기초활용)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
						'08	'09
기후변화대비 고온적응 벼 재배기술 개발	책임자	농업기술원 작물개발과	농업연구사	원태진	세부과제총괄		○
	공동연구자	"	농업연구사	이재홍	과제수행	○	○
		"	"	임갑준	과제수행	○	○
		"	"	장정희	결과검토	○	○
		"	"	최병열	결과검토	○	○
"	농업연구관	지정현	결과검토	○	○		