한작지(Korean J. Crop Sci.), 53(S): 15~18(2008)

벼 수발아가 품질과 수량에 미치는 영향

김세종† · 원종건 · 안덕종 · 박소득 · 최충돈

경상북도농업기술원

Influence of Viviparous Germination on Quality and Yield in Rice

Se-Jong Kim†, Jong-Gun Won, Duok-Jong Ahn, So-Deuk Park, and Chung-Don Choi

Gyeongbuk Agricultural Research & Extension Services, Daegu 702-320, Korea

ABSTRACT This study was conducted to analyze the rice yield and grain quality of viviparous germinated seeds caused by long period rainy days. In the yield characteristics, the milled/brown rice rates in two cultivars, Unkwangbyeo and Gopumbyeo were 86.0 and 80.9%, respectively, in viviparous germinated seeds, showing the decreased rates by 3.2 and 6.2%, respectively, as compared to 89.2 and 87.1% in normal seeds. Rice yield in Unkwangbyeo and Gopumbyeo also decreased by 5 and 7%, respectively, in viviparous germinated seeds as compared to normal seeds. Peak viscosity and set back of viviparous germinated seeds were decreased, and the hardness of them was increased compared to normal seeds. Color value (a) of viviparous germinated seeds was 0.90, showing lower value than that (1.65) of normal seeds of Gopumbyeo. The results demonstrated that as the viviparous germinating rate was increased, the grain quality was deteriorated.

Keywords : viviparous germination, quality, yield, rice

최근 이상 기온으로 인한 강우 일수 증가와 벼 등숙기간 중 연속 강우, 일조 부족 및 높은 온습도 등에 의하여 수발아 발생이 증가하고 있는데, 벼 수발아는 황숙기에서 완숙기 사이에(Park & Park, 1984) 강우에 의하여 피해가 심하게 나타나며 재배 시기, 수확 시기, 일장, 온도(조 등, 1987; Kim & Lee, 1996) 등에 의해 영향을 받는다. 특히 통일형보다는 자포니카형에서, 중만생보다는 조생종이 발생 비율이 높다(홍 등, 1980; 이 등, 1990; 노, 1991; Suh & Kim, 1994). 벼 종자는 종자 중량의 약 23%의 수분을 흡수하고 호흡에 필요한 산소와 여러 가지 대사 과정 진행에 적당한 온도가 주어지면 종자내의 저장 양분, 즉 탄수화물, 단백질, 지방 등이 호흡층 또는 호분층에 형성된 효소들에 의해 분해되어 호흡작용, 단백질 합성 및 기타 대사작용이 활발히 진행되어 발아하게 된다(이, 1984). 벼 종자의 발아중 전분을 분해하는 주 효소는 amylase로 α-amylase와 β-amylase 두 종류가 있는데 일반적으로 α-amylase는 호분층에 형성되고 β-amylase는 배유에 존재하며 특히, α-amylase는 GA에 의하여 유도된다고 알려져 있다(Okamoto & Akazawa, 1980; Daussant *et al*., 1983; Suh & Kim, 1994). 수발아 종자는 수발아 정도에 따라서 품질을 크게 떨어뜨리는데 Oh *et al*.(1987)은 벼 품종의 수발아 정도에 따른 미질과 수량성에서 수발아가 심할수록 동할미, 무배미 등 불완전립이 증가하고 색택이 변화되어 외형적 미질을 저하시킨다고 하였고, 수발아 길이가 길수록 완전미 비율은 낮아졌고 수발아 길이가 1.6 mm 수준이 되면 완전미 수준이 20% 수준으로 급격히 감소한다고 하였으며(Oh *et al*., 1987), 보리에서도 발근 정도에 따른 도정후 완전립율은 발근장 14 mm에서는 64-82.4%로 크게 저하하였다고 하였다(Nam *et al*., 1994). Park & Park(1984)은 영남 조생 등 다수계벼 6품종을 재배하여 수발아성을 조사한 결과 수발아가 출수후 40-45일경인 황숙기 및 완숙기에 심하였고, 다비 조건, 통풍이 잘 되지 않는 곡간답이라 하였다. 또한 수발아 처리 기간별 현미의 품질은 처리 기간이 경과 될수록 완전미 비율이 감소하였다고 하였다(Kim & Lee, 1996). 따라서 본 연구에서는 벼 수발아가 종자의 품질과 수량에 미치는 영향을 구명하여 벼 재배 기초 자료를 얻고자 수행하였던 바 그 결과를 보고하는 바이다.

†Corresponding author: (Phone) +82-53-320-0224
(E-mail) kimsejong@hanmail.net

<Received November 28, 2008>

재료 및 방법

본 시험에 사용한 품종은 2007년도에 경북농업기술원 시험포장에서 발생한 수발아 종자 운광벼와 고품벼를 사용하였고 분석에 사용한 종자의 수발아율은 운광벼는 3.3%, 고품벼는 26.7%이었다. 이앙은 6월 1일하였고, 출수기는 운광벼는 8월 2일, 고품벼는 8월 17일이었다. 등숙기간 중 기상 조건은 전년도에 비해 강우량은 8월 하순부터 9월 중순까지 전년에 비해 많았고 특히 9월 초순에는 약 200 mm 정도 많았으며 연속 강우기간이 8월 26일부터 9월 8일까지 1일을 제외하고 13일간 279 mm, 9월 14일부터 9월 24일까지 11일간 151.4 mm의 비가 연속해서 내렸고, 평균 기온은 오히려 더 높아 수발아 하는데 좋은 기상 조건을 나타내었다. 수확은 운광벼는 9월 20일, 고품벼는 10월 7일에 하여 분석시료로 활용하였다.

쌀의 외형상 품위는 RN-500(Kett, Japan)으로, 아밀로스 및 단백질 분석은 AN-700(Kett, Japan)으로 하였으며, 최고점도, 치반점도는 신속점도 측정계(RVA, Rapid Visico Analyzer, Newport Sci. Pty. Ltd., Australia), 경도는 texture analyzer (TA-XT2, stable, Micro systems Co. Japan)로 하였다. 기타 수량 등의 조사는 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(농촌진흥청, 2003)에 의하여 조사하였다.

결과 및 고찰

수발아 종자의 외형상 품위는 완전립이 정상종자의 경우 운광벼 70.4%, 고품벼 86.7%인데 비해 수발아 종자는 각각 63.6%와 78.7%로 정상종자에 비해 6.8%, 8.0% 낮았으며 싸라기와 분상질립, 금간쌀에서도 같은 경향이었다(Table 1). 완전립이 수발아 종자에서 낮은 이유는 수발아가 진전될수록 배와 배유의 양분 손실과 조직의 변화 및 정조에서 현미 백미로 조제시 수발아한 배 또는 배유의 일부가 떨어져 나가거나 착색 등의 원인인 것으로 생각된다. Kim & Lee(1996)는 수발아 처리기간이 길어질수록 완전미율이 떨어진 반면 불완전미 등은 증가하였으며, Oh *et al*.(1987)은 유아 길이가 1.6 mm 이상이 되면 완전립율이 20% 수준으로 급격한 감소를 나타냈다고 하였고, Nam *et al*.(1994)은 보리에서 수발아 길이가 길어질수록 완전립 비율은 낮아졌다는 결과들과 비슷한 것으로 생각된다.

수발아 된 종자의 수량 형질은 정현비율은 비슷하였으나 현미 천립중은 운광벼 22.1 g, 고품벼 20.9 g인데 비해 수발아 종자는 각각 21.5 g과 20.4 g으로 0.6 g, 0.5 g 더 적었다(Table 2). 백미 천립중은 운광벼와 고품벼 정상종자에 비해 수발아 종자는 각각 1.2 g, 1.7 g 더 작았으며 이에 따른 현백 비율도 각각 3.2%와 6.2% 더 낮았다. 조곡 1,000 g에 대한 쌀 수량 지수는 운광벼는 수발아 종자가 정상 종자에 비해 95%, 고품벼는 93%로 각각 5%와 7% 낮았다. 정현 비율이 비슷한 것은 탈곡시 수발아 된 유아가 완전히 떨어져

Table 1. Appearance of milled rice through viviparous germination.

Cultivars		Appearance of milled rice (%)			
		Head	Broken	Chalky	Damage
Unkwangbyeo	Normal seed	70.4	2.3	14.8	12.5
	Viviparous germinated seed	63.3	12.6	19.4	4.7
Gopumbyeo	Normal seed	86.7	2.1	10.1	1.1
	Viviparous germinated seed	78.7	4.6	11.4	5.3

Table 2. Yield characteristics of milled rice through viviparous germination.

Cultivars		Brown/rough rice ratio (%)	1,000 grain wt. (g)		Rice/Brown rice ratio (%)	Yield (Rough rice, 1,000 g)	
			Brown rice	Hulled rice		Milled rice	Index (%)
Unkwangbyeo	Normal seed	79.8	22.1	19.7	89.2	712	100
	Viviparous germinated seed	78.7	21.5	18.5	86.0	674	95
Gopumbyeo	Normal seed	83.1	20.9	18.2	87.1	747	100
	Viviparous germinated seed	82.6	20.4	16.5	80.9	697	93

나가지 않고 붙어 있기 때문인 것으로 생각되고, 현미천립중보다 백미천립중에서 차이가 더 나는 것은 도정시 현미 상태에서는 유아가 일부 붙어 있었으나 백미 도정시는 유아가 완전히 분리되어 떨어져 나가고 발아한 부분의 조직이 약해 져서 일부 분쇄되어 없어졌기 때문에 백미 천립중이 현미천립중 보다 더 줄어진 것이고 수량도 같은 경향이라고 생각된다. Oh *et al*.(1987)은 수발아 종자에서 정상종자에 비해 정조중은 감소가 적었으나 현미중은 15%까지 크게 감소하였다고 보고하였는데, 본 연구결과와 비슷한 경향이었다.

수발아 종자의 이화학적 특성은 단백질 및 아밀로스 함량 모두 정상종자와 비슷하였다(Table 3). 색차는 L값은 뚜렷한 경향은 없었으나 고품벼에서 a값이 정상종자는 1.65인데 비해 수발아 종자는 0.90으로 수발아 종자가 0.75 더 낮아 품질이 저하되었음을 알 수 있었다. 색차 a값이 수발아 종자가 더 낮은 것은 발아에 의해 성분의 변화 혹은 왕겨층의 색소가 착색된 것으로 생각된다. 하지만 운광벼는 수발아 종자와 정상 종자간에 a값의 차이가 없었는데 이는 운광벼의 수발아율이 고품벼보다 낮았기 때문인 것으로 사료되며 운광벼가 고품벼 보다 더 낮은 것은 품종의 특성이라고 생각된다.

식미와 관련 높은 최고점도는 값이 높을수록 품질이 더 양호한데 정상종자 운광벼가 3,288, 고품벼가 3,122였는데 비해 수발아 종자는 각각 3,127과 2,149로 낮아 품질이 떨어 졌고 특히 고품벼는 크게 떨어졌다(Table 4). 밥의 노화와 관련이 있는 치반점도는 값이 높아야 품질이 좋은데 정상종자의 운광벼 -217, 고품벼 -176인데 비해 수발아 종자는 각각 -245과 -500으로 더 낮아 품질이 떨어 졌으며 고품벼는 더 떨어졌다. 또한 경도는 낮아야 품질이 좋은데 정상종자의 운광벼 2,482, 고품벼 3,385인데 비해 수발아 종자는 각각 3,287 및 3,636으로 크게 올라가 수발아 종자의 품질이 매우 저하되었음을 알 수 있었다.

적 요

2007년도 성숙기 때 대구 지역에서 장기 강우로 발생한 운광벼 및 고품벼 수발아 종자에 대하여 수량 및 품질을 분석시험을 수행하였다. 수발아 종자의 수량 형질은 현미 천립중은 정상종자 운광벼와 고품벼가 각각 22.1 g과 20.9 g인데 비해 수발아 종자는 각각 0.6 g과 0.5 g 더 적었으며, 현백 비율은 정상종자 운광벼가 89.2%, 고품벼 87.1%에 비해 각각 3.2%와 6.2% 낮은 86.0%와 80.9%였으며, 수량은 정상종자에 비해 운광벼는 5%, 고품벼는 7% 감수되었다. 식미와 관련 높은 최고점도는 정상종자 운광벼가 3,288, 고품벼가 3,122였는데 비해 수발아 종자는 각각 3,127과 2,149로 낮아 품질이 떨어졌다. 치반점도는 운광벼, 고품벼 모두 정상종자에 비해 수발아 종자가 더 낮았고 경도는 오히려 높아 품질을 크게 떨어 드렸으며, 색차는 고품벼에서 a값이 정상종자는 1.65인데 비해 수발아 종자는 0.90으로 더 낮아 색깔이 변하였다

Table 3. Chemical composition and colorimeter value of milled rice through viviparous germination.

Varieties		Protein (%)	Amylose (%)	Colorimeter†		
				L	a	b
Unkwangbyeo	Normal seed	7.6	14.1	71.4	-1.01	17.8
	Viviparous germinated seed	7.5	15.2	70.2	-1.00	17.3
Gopumbyeo	Normal seed	7.7	17.2	73.0	1.65	14.6
	Viviparous germinated seed	7.5	16.2	72.7	0.90	14.5

†Colorimeter; L: Lightness (black = 0, white = 100), a: Redness (green = -60, red = +60), b: Yellowness (blue = -60, yellow = +60).

Table 4. Amylogram and hardness properties of milled rice through viviparous germination.

Cultivars		Viscosity (RVU)				Hardness (kg)
		Peak Visc.	Breakdown	Final Visc.	Setback	
Unkwangbyeo	Normal seed	3,288	1,124	3,071	-217	2,482
	Viviparous germinated seed	3,127	1,206	2,940	-245	3,287
Gopumbyeo	Normal seed	3,122	1,127	2,946	-176	3,385
	Viviparous germinated seed	2,149	1,219	1,648	-500	3,636

인용문헌

Daussant, J., S. Miyata, T. Mitumi, and T. Akazawa. 1983. Enzymic mechanism of breakdown in germination rice seeds. 15. Immunochemical study on multiple forms of amylase. Plant Physiol. 71 : 88-95.

Kim, B. G. and D. J. Lee. 1996. Varietal difference of viviparity germination-inhibition of rice hull extracts. Korean J. Crop Sci. 41(4) : 434-440.

Nam, J. H., H. S. Song, M. W. Park, C. K. Lee, and H. H. Park. 1994. Influence of sprouted degree of barley on viviparity for regermination, yield and grain. Korean J. Crop Sci. 39(2) : 115-120.

Oh, S. H., C. Y. Kim, C. H. Kim, S. Y. Kim, and J. Y. Lee. 1987. Influence of viviparous germination on quality and yield potential of rice. Res. Rept. RDA (Crops) 29(1) : 68-73.

Okamoto, K. and T. Akazawa. 1980. Enzymic mechanism of starch breakdown in germination rice seeds. 9. Denovo synthesis of β-amylase. Plant Physiol. 65 : 81-84.

Park, K. B. and R. K. Park. 1984. Studies on the viviparous germination of Indica × Japonica type varieties in paddy rice. Korean J. Crop Sci. 29(1) : 15-18.

Suh, K. H. and Y. W. Kim. 1994. Varietal difference in viviparous germination at different days after heading and temperature conditions in rice. Korean J. Crop Sci. 39(2) : 187-192.

노영덕. 1991. 수도 품종의 수발아와 관련한 수발아성에 관한 연구. 한국작물학회지 29(1) : 15-18.

농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구조사분석 기준. p. 838.

이규성, 이영태, 신문식, 신현탁, 전병태. 1990. 이면 교잡에 의한 벼 수발아성 유전 분석. 한국작물학회지 22(3) : 240-244.

이수관. 1984. 수도 수발아 현상에 관한 연구. 농촌진흥청. 연구지도속보 3(6) : 27-29.

조동삼, 김인배, 윤태, 박성규, 권규칠. 1987. 수도의 수발아에 관한 연구(1) 수확 및 치상 시기의 영향. 충북대학교 농업과학연구보고 5(1) : 3-13.

洪有基, 宋南顯, 朴俊圭, 南奎鎔, 柳度重, 李峻倍. 1980. 수도 신품종 수발아성에 관한 조사 연구. 경기농업연구 1 : 29-34.