

검은쌀보라색논벼계통 <1>에서 보라색형질발현과 몇가지 량적형질특성

정광오, 리명길, 김광필, 허달, 김수근

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《오늘 우리가 요구하는 우량품종은 생산성이 높을뿐아니라 품질이 좋고 불리한 환경 조건에 대한 견딜성이 강한 품종입니다.》

쌀알껍질에 안토시아닌(anthocyanin)이 많이 들어있어 검은색을 띠는 검은쌀은 Fe, Cu, Mg, Se함량이 높아 빈혈, 고혈압, 당뇨병, 심장혈관계통질환을 비롯한 여러가지 질병치료에 효과가 높으며 강장보혈제로 많이 리용되고있다.

검은쌀벼 안토시아닌색소의 특성[1, 3, 4, 6]과 유전[2, 5]에 대한 연구는 일부 진행되었지만 쌀알이 검은색이면서 벼식물체가 보라색을 띠는 검은쌀보라색벼의 보라색발현과 초형과 관련된 몇가지 량적형질에 대한 연구는 적게 진행되었다.

우리는 소출이 높을뿐아니라 품질이 좋고 태풍과 비바람 등 불리한 환경에 대한 견딜성이 강한 검은쌀벼를 육종할 목적으로 검은쌀이면서 잎과 잎집이 보라색을 띠는 검은쌀보라색논벼계통 <1>에서 보라색형질발현과 초형과 관련된 몇가지 량적형질들의 특성에 대한 연구를 하였다.

재료 및 방법

재료로는 새로 구입한 검은쌀보라색논벼계통 <1>과 우리 나라에서 재배되고있는 조선형벼(*Oryza sativa* ssp. *japonica*)품종 《검은쌀 3》호와 인디아형벼(*O. sativa* ssp. *indica*)품종 《동승 1》호를 리용하였다.

벼씨앗을 2020년 3월 27일 파종하고 모내기를 5월 24일 진행하였다. 모판에서 모관리와 모내기후 벼재배는 일반벼재배방법에 따라 진행하였다. 벼모를 평당 80포기, 포기당 한대씩 옮겨심었다.

모시기로부터 이삭이 여문 후 검은쌀보라색논벼계통 <1>식물체의 색을 관찰하였다.

꽃핀 후 초형과 관련된 형질들인 식물체키, 대길이, 기능잎들인 받을잎과 두번째 잎, 세번째 잎들의 크기(길이와 너비)를 잴고 이삭이 여무는 시기 포기당 이삭수, 이삭길이를 잴으며 이삭을 수확한 후, 이삭당 알수, 천알질량, 포기당 알질량을 각각 잴다.

결과 및 논의

1) 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 보라색형질발현특성

검은쌀보라색논벼계통 <1>은 어린 모시기부터 꽃피는 시기까지 잎과 잎집, 이삭들은 보라색을 띠었다.(그림 1, 2) 이것은 어린 모시기부터 꽃피는 시기까지 잎집과 잎, 이삭들에서 안토시아닌합성과 관련된 유전자들이 발현된 결과 표현형적으로 전체 식물체가 보라색을 띠는것을 보여준다.



그림 1. 모시기 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 보라색형질발현

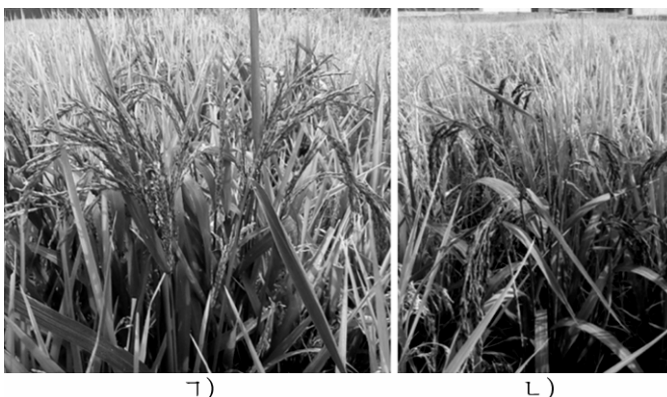


그림 2. 꽃피는 시기(ㄱ)와 여무는 시기(ㄴ) 검은쌀보라색
논벼계통 <1>의 잎과 잎집에서 보라색형질발현

그러나 영양생장시기 보라색을 띠던 잎과 잎집들이 이삭이 팬 후 여무는 시기에는 점차 보라색대신 풀색을 띠기 시작하면서 검은풀색으로 변하였다.(그림 2) 이것은 잎과 잎집에 엽록소함량이 많아진 결과로서 이삭이 여무는 시기 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 빛합성에 유리한 점으로 된다. 그리고 검은쌀보라색논벼계통 <1>에서는 이삭이 여물어도 우와 아래의 대속이 보라색을 띠었지만 《검은쌀 3》호의 대속은 풀색을 띠었다.(그림 3, 4) 이것은 검은쌀보라색논벼계통 <1>에서는 이삭이 여무는 시기에 잎과 잎집에서 안토시아닌의 합성이 약해

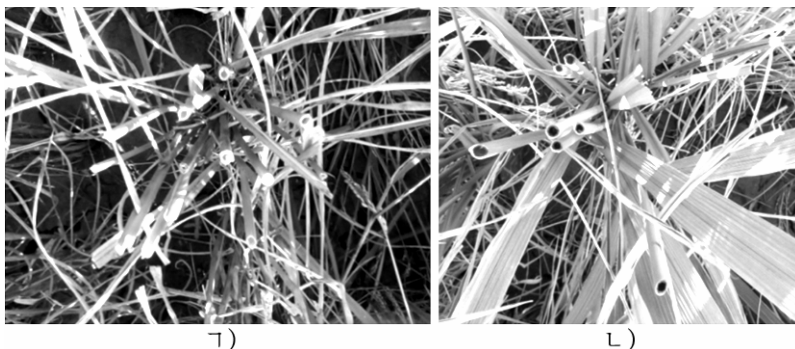


그림 3. 이삭이 여문 후 《검은쌀 3》호(ㄱ)와 검은쌀보라색
논벼계통 <1>(ㄴ) 이삭마디속에서 보라색형질발현

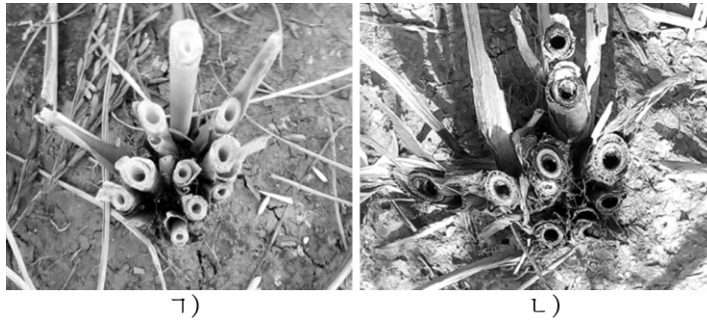


그림 4. 이삭이 여문 후 《검은쌀 3》호(ㄱ)와 검은쌀보라색논벼계통 <1>(ㄴ)의 벼대속에서 보라색형질발현

지지만 벼대속에서 안토시아닌을 합성하는 유전자는 여전히 활성을 가진다는것을 표현형적으로 보여준다.

그러므로 이삭을 수확한 후 안토시아닌추출원천의 하나로서 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 벼대를 리용할수 있다고 본다.

이삭이 여물면서 보라색을 띠던 벼알들은 점차 누런색으로 변화였다.(그림 5)

2) 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 몇가지 량적형질특성

검은쌀보라색논벼계통 <1>에서 꽃피는 시기 몇가지 초형과 관련된 량적형질들을 조사하였다.(표 1)

표 1. 검은쌀보라색논벼계통 <1>에서 꽃피는 시기 몇가지 량적형질

품종 및 계통	키 /cm	대길이 /cm	아지 수/대	이삭 길이/cm	받을잎		두번째 잎		세번째 잎	
					길이/cm	너비/cm	1	2	1	2
《검은쌀 3》호	142.7 ±7.7	100.2 ±5.8	10.3 ±2.6	22.1 ±1.8	48.7 ±5.9	2.0 ±0.1	56.1 ±4.8	1.5 ±0.1	52.2 ±5.6	1.4 ±0.1
검은쌀보라색 논벼계통 <1>	142.3 ±5.6	98.8 ±4.9	10.2 ±2.1	25.6 ±1.9	38.2 ±5.1	2.4 ±0.1	64.4 ±4.7	2.0 ±0.1	66.2 ±4.9	1.9 ±0.1

n=10

표 1에서 보는바와 같이 검은쌀보라색논벼계통 <1>은 《검은쌀 3》호와 키, 대길이, 아지수에서 유의한 차이가 없었다. 그리고 받을잎길이는 《검은쌀 3》호보다 10cm정도 짧지만 두번째와 세번째 잎길이는 더 길고 잎너비도 0.5cm정도 더 넓었다.

또한 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 이삭길이는 25.6cm로서 《검은쌀 3》호(22.1cm)보다 3.5cm 더 길었다.(그림 5) 이것은 잎크기(길이와 너비)와 이삭길이에서 검은쌀보라색논벼계통 <1>이 《검은쌀 3》호와 크게 차이난다는것을 보여준다.

검은쌀보라색논벼계통 <1>의 대특성은 표 2와 같다.

표 2에서 보는바와 같이 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 늘어나는 마디수는 평균 6.3개로서 《검은쌀 3》호(5.1개)보다 1.2개 많고 이삭마디사이와 두번

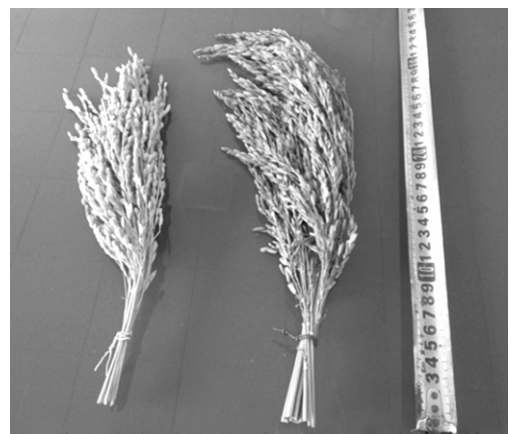


그림 5. 《검은쌀 3》호(ㄱ)와 검은쌀보라색논벼계통 <1>(ㄴ)의 이삭크기

째 마디사이 길이에서는 유의한 차이가 없었지만 마디직경은 1.3~1.5배 더 컸다.(그림 6)

표 2. 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 마디사이 길이와 마디직경

품종 및 계통	늘어나는 마디수 /개	이삭마디		두번째 마디		세번째 마디		네번째 마디		다섯번째 마디사이		여섯번째 마디사이	
		길이 /cm	직경 /cm	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
《검은쌀 3》호	5.1 ±0.4	42.7 ±5.7	2.0 ±0.2	22.7 ±3.4	3.9 ±0.2	19.3 ±2.3	3.4 ±0.2	14.3 ±2.4	4.8 ±0.2	2.0 ±0.5	5.8 ±0.2	—	—
검은쌀보라색 논벼계통 <1>	6.3 ±0.3	42.3 ±6.1	3.5 ±0.2	23.5 ±3.7	5.1 ±0.2	15.3 ±2.1	6.2 ±0.2	11.5 ±2.1	5.7 ±0.2	7.3 ±1.4	6.1 ±0.2	4.7 ±1.6	7.7 ±0.3

n=10

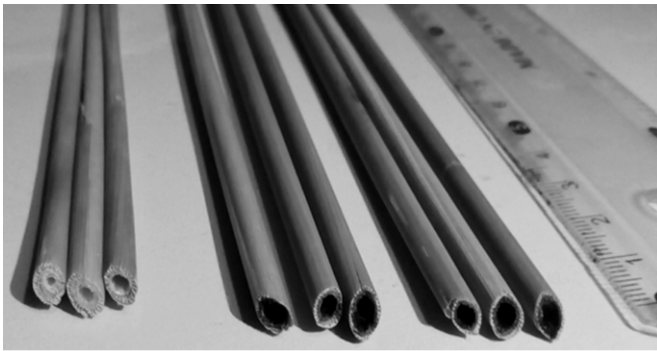


그림 6. 《검은쌀 3》호(㉠)와 검은쌀보라색
논벼계통 <1>(㉡)의 이삭마디

그리고 검은쌀보라색논벼계통 <1>은 《검은쌀 3》호보다 세번째 마디 아래에서는 마디사이 길이는 짧지만 마디직경은 더 컸다. 이것은 검은쌀보라색논벼계통 <1>이 《검은쌀 3》호보다 넘어짐견딜성이 클수 있다는것을 보여준다.

2020년 8월말 《태풍 8》호의 영향을 받았을 때 《검은쌀 3》호의 식물체들은 대부분이 넘어졌지만 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 식물체들은 《태풍 8》호, 《태풍 9》호와 《태풍 10》호의 영향을 받은 후에도 전혀 넘어지지

않았다.(그림 7) 이것은 비바람과 태풍에 의한 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 넘어짐견딜성이 강하다는것을 보여준다.



그림 7. 《태풍 8》호의 영향을 받은 후 《검은쌀 3》호(㉠)와
《태풍 10》호의 영향을 받은 후 검은쌀
보라색논벼계통 <1>(㉡)

검은쌀보라색논벼계통 <1>과 《검은쌀 3》호에서 소출구성요소들인 포기당 이삭수, 천알질량, 여문률은 비슷하지만 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 이삭당 알수는 173.4알로서 《검은쌀 3》호(123.2알)보다 50알정도 더 많았다. 결국 이삭당 알수가 많으므로 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 이삭당 알질량은 42.2g으로서 《검은쌀 3》호(29.6g)보다 12.6g이나 더 무거웠다. 그 결과 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 평당 소출은 2.8kg으로서 《검은쌀 3》호(2.2kg)보다 0.6kg이나 더 났다.(표 3)

표 3. 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 소출구성요소

품종 및 계통	포기당 이삭수/개	이삭당 알수/알	천알질량 /g	여문률 /%	이삭당 알질량/g	평당소출 /kg
《검은쌀 3》호	10.3±2.6	123.2±32.5	24.0±0.8	88.9±5.3	29.6±3.7	2.2±0.2
검은쌀보라색논벼계통 <1>	10.2±2.1	173.4±30.8	24.2±0.8	90.1±4.9	42.2±3.9	2.8±0.2

n=10, 평당 80포기, 포기당 한대씩 모내기함.

따라서 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 소출능력은 《검은쌀 3》호의 소출능력보다 더 높다고 볼수 있다.

그리고 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 벼알과 현미의 생김새는 길죽한 모양으로서 타원형의 조선형벼품종 《검은쌀 3》호가 아니라 인디아형벼품종 《동승 1》호와 비슷하였다.(그림 8)

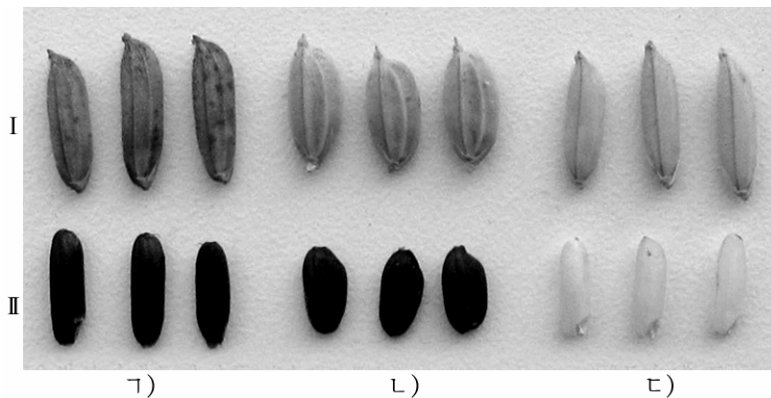


그림 8. 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 벼알(I)과 현미(II)

ㄱ) 검은쌀보라색논벼계통 <1>, ㄴ) 《검은쌀 3》호, ㄷ) 《동승 1》호

검은쌀보라색논벼계통 <1>의 벼알과 현미의 길이와 너비의 비는 각각 4.0, 3.5로서 조선형벼품종 《검은쌀 3》호(각각 2.0)가 아니라 인디아형벼품종 《동승 1》호(3.8과 3.3)와 비슷하였다.(표 4)

표 4. 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 벼알과 현미크기

품종 및 계통	벼알크기/mm			현미크기/mm		
	길이	너비	길이/너비	길이	너비	길이/너비
《검은쌀 3》호	8.0	4.0	2.0	6.0	3.0	2.0
《동승 1》호	9.5	2.5	3.8	6.5	2.0	3.3
검은쌀보라색논벼계통 <1>	10.0	2.5	4.0	7.0	2.0	3.5

표 4의 자료와 그림 8의 결과로부터 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 벼알과 현미의 모양은 인디아형벼와 같다고 볼수 있다.

맺 는 말

1) 검은쌀보라색논벼계통 <1>은 어린 모시기로부터 꽃피는 시기까지 잎과 잎집이 보라색을, 이삭이 여무는 시기에는 점차 검은 풀색을, 이삭이 여문 후 대속은 보라색을 띤다.

2) 검은쌀보라색논벼계통 <1>은 《검은쌀 3》호와 키, 대길이, 아지수에서 유의한 차이가 없고 《검은쌀 3》호보다 두번째와 세번째 잎길이는 더 길고 잎너비도 0.5cm 정도 더 넓으며 이삭길이는 25.6cm로서 《검은쌀 3》호보다 3.5cm 더 길다.

3) 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 마디직경은 《검은쌀 3》호보다 1.3~1.5배 더 컸으며 태풍에 의한 넘어짐견딜성이 강하다.

4) 검은쌀보라색논벼계통 <1>의 평당 소출은 2.8kg으로서 《검은쌀 3》호(2.2kg)보다 0.6kg이나 더 높고 벼알모양은 인디아형벼와 같다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 58, 8, 137, 주체101(2012).
- [2] Akari Fukuda et al.; Plant Production Science, 15, 4, 270, 2012.
- [3] Alessandra Cristina Pedro et al.; Food Chemistry, 191, 339, 2016.
- [4] Daniela Sumczynski et al.; Food Chemistry, 211, 339, 2016.
- [5] Hiroaki Maeda et al.; Breeding Science, 64, 134, 2014.
- [6] Orranuch Norkaew et al.; Food Chemistry, 217, 98, 2017.

주체110(2021)년 1월 5일 원고접수

Expression of Purple Trait and Characteristics of Some Quantitative Traits in Black Grain-Purple Rice Line 1

Jong Kwang O, Ri Myong Gil, Kim Kwang Phil, Ho Tal and Kim Su Gun

Plants of black grain-purple rice line 1 are purple from seedling to flowering stage, gradually change to be black and green and after maturing, the inner parts of culm are purple.

The black grain-purple rice line 1 has not a significant difference in height, culm length, tiller number and is longer than *black grain rice No. 3* in length of the second and third leaf, and about 0.5cm wider in width of leaf, 3.5cm longer in length of panicle.

The node diameter of the black grain-purple rice line 1 is 1.3~1.5 times larger than that of *black grain rice No. 3* and its resistance to lodging in storm is strong.

The yield per *phyong*(3.24m²) of the black grain-purple rice line 1 is 2.8kg, an increase of 0.6kg over than *black grain rice No. 3*(2.2kg), and the grain shape is the same as indica's.

Keywords: black grain-purple rice, quantitative trait, purple trait, anthocyanin