

추비시기와 수확시기에 따른 유색보리의 사료가치 및 안토시아닌 함량

송태화* · 한옥규*[†] · 김양길* · 박태일* · 박기훈** · 김기종*

국립식량과학원 벼맥류부

Effect of Top Dressing and Harvest Time on Growth, Feed Value, and Anthocyanin Content of Colored Barley

Tae-Hwa Song*, Ouk-Kyu Han*[†], Yang-Kil Kim*, Tae-Il Park*, Ki-Hun Park**, and Kee-Jong Kim*

*Rice and Winter Cereal Crop, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

** Research Policy Bureau, RDA, Seoul 441-857, Korea

ABSTRACT This experiment was carried out to evaluate the effects of top dressing of nitrogen and harvest time on the growth, feed value and anthocyanin content for developing functional feed of colored barley. A colored barley cultivar, Boanchalbori, was tested in this experiment. Top dressing was applied at seven separate growth stages, regeneration time (RT), and intervals of 20, 30, 40, 50, 60, and 70 days after RT, and harvested at different time from 20 days after heading (DAH) to 40 DAH with 10 days interval in split plot design with three replications. Plant height was increasing with earlier top dressing, but not affected by harvest time. Percent dry matter was increasing with earlier top dressing and later harvests. Protein content was increased with later top dressing and harvests, but percent NDF, ADF and TDN was not significant. Total anthocyanin content was increased with earlier top dressing, included increasing C3G (cyanidin-3-glucoside) and delphinidin. The C3G and delphinidin were detected from 25 DAH and P3G (pelargonidin-3-glucoside), cyanidin and perlagonidin from 30 DAH. Their contents were increased significantly as harvest was delayed. This experiment provides some interesting results with respects to optimum top dressing and harvest time for the functional feed production of the colored barley.

Keywords : colored barley, top dressing, harvest time, feed value, anthocyanin content

우리나라는 경제가 발전하고 의식수준이 선진화됨에 따

라 식생활의 고급화와 더불어 웰빙식품에 대한 관심도 높아지고 있는 추세이며, 축산물의 소비 형태도 양에서 질로, 최근에는 웰빙 개념의 기능성 식품이나 청정육으로 전환되고 있다. 기능성 육류의 생산은 가축이 가지고 있는 선천적인 특성에 의해서도 결정되지만, 가축의 에너지원으로 사용되는 사료에 의해서 좌우되는 것으로 알려져 있으며, 최근 국내외적으로 고품질 고기 생산을 위한 기능성 사료의 개발이 활발하게 이루어지고 있다(장 등, 2010; 조 등2010).

식물체의 기능성 성분 중에서 안토시아닌은 적색이나 자색의 천연색소로 고등식물의 꽃, 과실, 줄기, 잎, 뿌리 등 식물체 각 부위에 폭넓게 함유되어 있으며, 안토시아닌과 당의 결합체로 구성되어 있다. 안토시아닌은 자연계에 널리 존재하는 수용성 flavonoid계 색소로서(Harborne, 1988), 항암, 항알러지, 항바이러스, 면역증강에 도움을 준다고 알려져 있다(Prior *et al.*, 2005; Kong *et al.*, 2003; Yang *et al.*, 2001; Harbonrne & William, 2000). 따라서 안토시아닌이 포함된 조사료를 개발한다면 가축 면역계를 강화하여 건강한 가축을 생산하는데 매우 유익하리라 생각된다.

국내에서 겨울철 눈을 이용한 조사료 급원으로 널리 재배되고 있는 청보리는 종실과 잎, 줄기를 포함하고 있는 총체 사료로써 조사료 대체뿐만 아니라 단위동물의 사료로 일부 대체가 가능한 장점이 있다(박 등, 2008; 이 등, 1994; 정 등; 1987). 최근 농촌진흥청에서 식물체의 지상부에 안토시아닌 함량이 높은 보안찰보리가 개발되었는데, 이를 총체사료용으로 이용 기술을 개발한다면 기능성 사료로 활용 가치가 높을 것으로 판단된다.

안토시아닌 색소의 발현 기작은 극히 복잡하여, 유전적 요소뿐만 아니라 여러 가지 환경조건에 의해서도 크게 좌우된다. 즉 광, 온도, 체내 질소 함량 및 수분상태 등이 모두

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-840-2146
(E-mail) okhan98@korea.kr <Received May 5, 2011>

안토시아닌의 색소의 생성에 영향을 미친다고 보고된바 있다(주와 임, 2002). 그러나 안토시아닌 함량이 높은 청보리 생산에 대한 연구는 없다.

따라서 본 연구는 안토시아닌이 다량 함유된 기능성 사료용 보리의 생산 기술을 개발하기 위하여 최근에 개발된 유색보리인 보안찰보리 품종을 이용하여 추비 및 수확시기에 따른 안토시아닌 함량의 변화를 검토하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험처리

이 시험은 2009년 10월부터 2010년 6월까지 전북 익산에 소재한 국립식량과학원 벼맥류부 전작포장에서 수행하였다. 시험재료는 줄기와 종실이 모두 자색인 보안찰보리 품종을 이용하였다. 파종은 10월 25일에 실시하였으며, 방법은 휴폭 40 cm, 파폭 18 cm, 파종량은 ha당 150 kg 수준이었다. 시비량은 진단시비로 ha당 N 140 kg, P₂O₅ 82 kg, K₂O 30 kg 수준으로 하였으며, 인산과 칼리는 전량 기비로, 질소는 기비로 40% 시용한 후 생육재생기에 나머지 60%를 전량추비(표준), 생육재생기에 반량추비 후 20(3월 15일), 30(3월 25일), 40(4월 5일), 50(4월 15일), 60(4월 25일), 70일(5월 5일) 후에 나머지 반량 추비 등 7처리를 하였다. 수확은 출수 후 20일로부터 5일 간격으로 5회에 걸쳐 실시하였으며, 보안찰보리의 출수일은 4월 25일이었다.

사료가치 분석

분석용 시료는 각 수확기별로 지상부 전체를 1 kg씩 취하여 70℃ 순환식 건조기에 60시간 이상 건조한 후 칭량하여 건물함량을 산출한 다음 이를 분쇄하여 분석에 이용하였다. 시료의 조단백질은 AOAC(1995)방법으로, NDF(neutral detergent fiber)와 ADF(acid detergent fiber)는 Goering과 Van Soest(1970)의 방법으로 분석하였다. TDN(total digestible nutrients)은 ADF와 NDF의 건물소화율 및 섭취량과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여 $TDN(\%) = 88.9 - (0.79 \times \% ADF)$ 의 계산식을 이용하여 산출하였다(Holland, 1990).

안토시아닌 분석

안토시아닌은 5 ml 갈색병에 시료 0.2 g을 넣은 후 0.1 N HCl-80% MeOH 용액 2 ml을 가하여 4℃에서 24시간 추출하였다. 추출액을 2.0 ml microtube에 옮긴 후 10,000 rpm에서 10분간 centrifuging 하였다. 원심분리한 상등액은 0.45 μm syringe filter를 이용하여 여과한 후 HPLC 분석 시험용액으로 사용하였다. 분석조건은 표 1과 같다.

통계분석

이 실험에서 얻어낸 데이터는 SAS Ver. 9.1 program을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, Duncan's multiple range test에 의하여 5% 유의수준에서 처리구간의 통계적인 차이를 구명하였다.

결과 및 고찰

초장

추비 및 수확시기에 따른 보안찰보리의 초장은 표 2에서와 같다. 추비시기에 따른 초장은 추비시기가 빠를수록 유의하게 큰 경향이었는데, 생육재생기에 전량을 추비한 표준구보다 생육재생기에 반량을 1차 추비하고 20일, 30일 후에 나머지 반량을 추가로 시비한 구에서 유의하게 컸다. 조 등(1969)은 밑에서 추비시기별로 보면 초기에 추비한 처리구가 만기에 추비한 처리구보다 간장이 크다고 보고하였다. 이는 생육재생기의 1차, 2차 추비가 식물의 분얼, 생장을 결정하는 중요한 시기에 시비하는 것이므로 초장에 영향을 많이 주고, 그 시기를 지나 시비하면 시비가 지연될수록 시비의 효과가 나타나지 않는다는 것을 설명하는 것이다.

수확시기에 따른 초장은 평균 71.8 cm로써 출수 후 20일부터 40일까지 유의한 변화가 없었다. 송 등(2009), 윤 등(2009)에 의하면 보리의 초장이 출수 후부터 생육이 진행됨에 따라 약간의 성장은 있지만 유의적인 차이는 없었다고 보고하였다. 이 시험에서도 안토시아닌 함량이 높고 건물수량이 많은 조사료 생산이 목적이었기 때문에 조사시기가 출수 후 20일 이후였는데, 이 시기는 식물의 영양생장이 멈춘 시점이므로 수확시기에 따른 초장의 변화가 없었던 것으로 생각되었다.

건물물

추비 및 수확시기에 따른 보안찰보리의 건물물은 표 3과 같다. 추비시기에 따른 건물물은 생육재생기에 전량을 추비

Table 1. Chemical properties of soils before the experiment.

Items	Conditions
Column	YMC-Pack ODS-AM
Flow rate	0.9 ml/min
Mobile phase	A: 5% formic acid, B: acetonitrile+formic acid
Absorbance	520nm
Injection volume	20μl

Table 2. Changes in plant height according to top dressing and harvest time of colored barley.

Top dressing time	Plant height (cm)					Mean
	20 ^z	25	30	35	40	
Standard	70.6 ^{bc}	70.9 ^c	71.0 ^{bc}	71.0 ^{bc}	71.3 ^b	69.9 ^D
Mar. 15	75.2 ^a	77.1 ^a	77.5 ^a	77.7 ^a	77.8 ^a	76.6 ^A
Mar. 25	75.6 ^a	76.0 ^a	76.6 ^a	76.9 ^a	76.9 ^a	74.6 ^{AB}
Apr. 05	71.5 ^b	72.0 ^b	72.5 ^b	72.9 ^b	73.0 ^{ab}	72.2 ^B
Apr. 15	69.4 ^c	68.5 ^d	68.7 ^d	69.8 ^c	70.0 ^{bc}	69.2 ^D
Apr. 25	69.3 ^c	69.4 ^{cd}	69.8 ^c	69.4 ^c	69.5 ^{bc}	69.4 ^D
May 05	68.0 ^d	68.2 ^d	68.3 ^d	68.9 ^c	68.9 ^c	70.9 ^C
Mean	72.3	72.1	70.9	71.9	72.0	71.8

^zDays after heading.^{a-d}Means in the same column with different letter were significantly different at $p < 0.05$ according to Duncan's multiple range test.**Table 3.** Changes in percent dry matter according to top dressing and harvest time in colored barley.

Top dressing time	Dry matter rate (%)					Mean
	20 ^z	25	30	35	40	
Standard	38.3 ^a	39.3 ^a	41.1 ^a	43.2 ^a	47.7 ^a	41.9 ^A
Mar. 15	34.7 ^{bc}	36.6 ^b	38.6 ^b	41.8 ^{ab}	47.4 ^a	39.8 ^B
Mar. 25	33.8 ^{cd}	36.6 ^b	38.5 ^b	41.7 ^{ab}	48.0 ^a	39.7 ^B
Apr. 05	35.1 ^{bc}	36.5 ^b	39.1 ^b	40.9 ^b	46.7 ^{ab}	39.7 ^B
Apr. 15	36.2 ^{ab}	35.6 ^{bc}	37.7 ^{bc}	40.7 ^b	45.2 ^b	39.1 ^B
Apr. 25	32.6 ^d	33.4 ^c	34.5 ^c	37.7 ^c	42.7 ^c	36.2 ^C
May 05	36.9 ^{ab}	37.1 ^b	39.0 ^b	42.2 ^{ab}	42.7 ^c	39.6 ^B
Mean	35.4 ^D	36.4 ^D	38.4 ^C	41.2 ^B	45.8 ^A	39.4

^zDays after heading.^{a-d}Means in the same column with different letter were significantly different at $p < 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

한 표준구에 비해 생육재생기에 반량 시비한 후 20일(3월 15일)에서 70일(5월 5일)까지 나머지 반량을 추가로 분시한 시험구에서 유의하게 낮은 경향이 있었다($p < 0.05$). 시험구별로는 3월 15일, 3월 25일, 4월 5일, 4월 15일 및 5월 5일에 추비한 처리구에서 평균 39.6% 수준으로 큰 차이가 없었으나, 4월 25일에 추비한 시험구에서는 평균 36.2%로 유의하게 낮았다. 수확시기에 따른 건물물은 출수 후 20일에 평균 35.4%에서 출수 후 40일에 평균 45.8%로 수확시기가 늦을수록 유의하게 증가하는 경향이 있었다($p < 0.05$).

본 시험에서 추비시기에 따른 건물물은 다른 처리구에 비해 조사료용 청보리의 적정 수확시기인 출수 후 40일경을 보면 4월 15일 추비구의 47.4%에서 5월 5일 추비구의 42.7%로 조기에 추비한 구일수록 증가하였다($p < 0.05$). 이는 조 등(2004)에 의하면 보리의 추비효과가 가장 큰 것은

비교적 이른 시기인 3월 15일이고, 다소 늦은 출수기의 추비효과도 인정되나 양분의 이용기간이 한정되고 수분이 부족할 때는 증수효과가 적다고 보고하였다. 이와 윤(1978)은 목초에서 질소질 비료를 일찍 시비한 처리구가 늦게 시비한 처리구보다 건물물이 높았다고 보고하였다. 또한, 수확시기가 늦어짐에 따라 건물물이 증가하였는데, 이는 권(2003)이 보고한 것처럼 작물이 생육후기로 가면서 성장 기능이 떨어지고 종실의 등숙이 가속화되면서 수분이 적어지며 잎의 노화도 진행되었기 때문으로 생각되었다. 황 등(1985)은 호밀, 밀, 보리, 트리티케일 등에서 수확시기가 늦을수록 건물물이 증가한다는 하였고, Walton(1983)은 숙기가 진행됨에 따라 사료작물인 알팔파나 티모시의 건물물이 증가한다고 보고하였다.

사료가치

추비 및 수확시기에 따른 단백질 함량은 표 4와 같다. 단백질 함량은 3월 15일 추비구의 평균 7.8%에서 4월 25일 추비구의 평균 9.7%로 추비시기가 늦어질수록 증가하는 경향을 보였으며, 표준구의 7.1%보다도 높았다($p < 0.05$). 또한 수확시기에 따른 단백질 함량은 출수 후 20일에 수확한 시험구의 평균 7.8%보다 출수 후 40일에 수확한 시험구의 평균 9.1%로 수확시기가 늦어질수록 단백질 함량이 증가하는 결과를 보였다.

맥류의 생육단계별 단백질 함량에 대하여 황 등(1985)은 생육이 진행됨에 따라 단백질 함량이 감소한다고 하였고, 김 등(1988)은 출수기 이후 전체 건물중에 대한 줄기의 비중이 높고, 줄기의 조단백질 함량이 낮아진다고 보고하여 본 시험의 결과와 차이가 있었다. 그러나 본 연구에 사용된 유색보리인 보안찰보리는 식용으로 육종된 단간형 품종으로, 잎과 줄기의 비율이 높은 조사료용 청보리 품종과는 달

리 지상부의 줄기 비율이 낮다. 따라서 등숙기에 단백질 함량이 높은 종실 비율이 급격히 증가하면서 지상부 전체의 단백질 함량이 상대적으로 높아진 것으로 판단되었다. 수확 시기별로 추비를 늦게 한 처리구에서 단백질 함량이 높게 나타났는데($p < 0.05$), 이는 질소비료의 추비시기가 단백질 함량에 영향을 미친다는 이와 윤(1978)의 보고로 미루어 볼 때 늦은 추비가 단백질의 축적에 유리함을 알 수 있었다.

추비 및 수확시기에 따른 NDF와 ADF의 변화는 그림 1과 같다. NDF와 ADF 함량은 추비시기의 영향을 크게 받지 않았고, 수확시기가 늦어질수록 점차 감소하는 경향이나 유의성이 없었다. 송 등(2009)은 출수 후 일수가 경과함에 따라 청보리의 NDF와 ADF 함량이 낮아진다고 보고하여 본 시험의 결과와 일치하였는데, Delogu 등(2002)은 출수 후 종실비율의 증가와 종실의 전분 축적으로 NDF와 ADF의 함량이 낮아진다고 보고하였다. 그러나 본 시험에서 추비시기는 보리의 섬유소 축적에 영향을 미치지 않는다는 것을

Table 4. Changes in percent crude protein according to top dressing and harvest time in colored barley.

Top dressing time	Crude protein (%)					Mean
	20 ^z	25	30	35	40	
Standard	6.3 ^d	6.3 ^d	7.6 ^c	7.0 ^e	8.1 ^c	7.1 ^D
Mar. 15	6.9 ^d	7.1 ^c	8.4 ^b	8.1 ^d	8.7 ^b	7.8 ^C
Mar. 25	8.2 ^b	7.9 ^b	7.9 ^c	8.3 ^c	8.7 ^b	8.2 ^C
Apr. 05	7.7 ^c	8.1 ^b	8.5 ^b	9.0 ^a	9.5 ^a	8.6 ^B
Apr. 15	8.3 ^b	8.1 ^b	8.4 ^b	8.7 ^b	9.5 ^a	8.6 ^B
Apr. 25	9.8 ^a	9.7 ^a	9.9 ^a	9.6 ^a	9.6 ^a	9.7 ^A
May 05	7.6 ^c	7.9 ^b	9.6 ^a	9.6 ^a	9.8 ^a	8.9 ^{AB}
Mean	7.8 ^C	7.9 ^C	8.6 ^B	8.6 ^B	9.1 ^A	8.4

^zDay after heading.

^{a-e}Means in the same column with different letter were significantly different at $p < 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

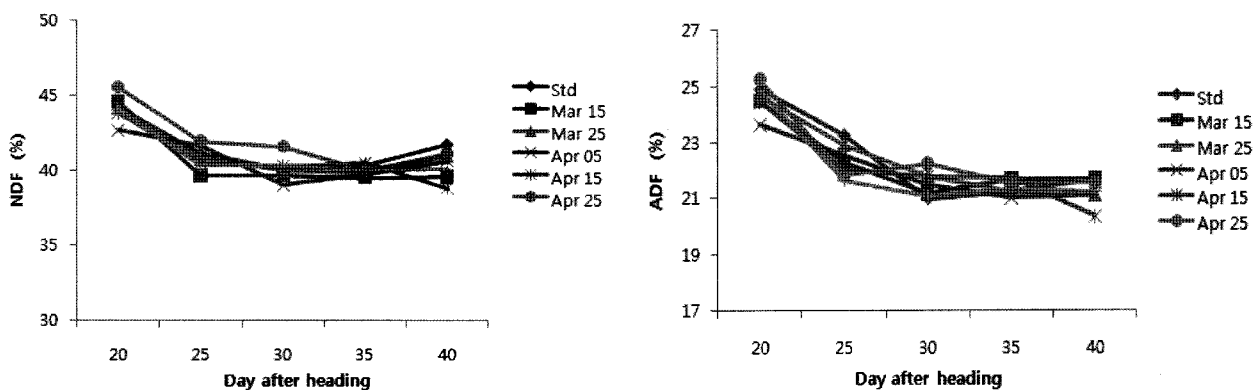


Fig. 1. Changes in percent NDF, ADF according to top dressing and harvest time in colored barley.

알 수 있었다.

가소화영양소총량(TDN)은 표 5와 같이 추비시기가 평균 71.1%에서 71.5%, 수확시기가 평균 69.4%에서 72.1%로써, 각 처리에 따른 유의성이 없었다. 최와 김(2008)에 의하면 총체보리는 출수기 전후 초기생산량이 적은 반면, 황숙기로 갈수록 종자성숙과정에서 건물 및 가소화 양분축적이 높아져 건물과 TDN 수량 및 에너지 함량이 높아진다고 하였는데, 이 연구에 사용된 보안찰보리도 수확시기가 늦어질수록 다소 높아지는 경향은 보였으나 통계적인 유의성은 없었다. 조사료의 TDN은 주로 섬유소 함량에 의하여 많이 좌우가 되는데, 이 시험에는 그림 1과 같이 추비시기가 섬유소 축적에 영향을 미치지 못하였기 때문에 TDN 값도 차이가 나지 않았다.

안토시아닌 함량

추비시기에 따른 안토시아닌 함량은 표 6 및 그림 2B와 같다. 총 안토시아닌 함량은 각 처리간에 유의한 차이가 있었으며, 추비시기가 빠른 표준구가 가장 높았고, 다른 시험구도 대체로 추비시기가 빠를수록 높은 경향이였다($p < 0.05$). 조성별로는 cyanidin-3-glucoside(C3G)와 delphinidin이 총 안토시아닌 함량과 같이 추비시기가 빠를수록 유의하게 높은 경향이였으나, perargonidin-3-glucoside(P3G), cyanidin, pelagonidin 등은 유의성이 없었다.

수확시기에 따른 안토시아닌 함량은 표 7 및 그림 2C와 같이 출수 후 25에 16.3 ug/g에서 출수 후 40일에 71.2 ug/g로써, 수확시기가 늦어질수록 유의하게 증가하였다. 조성별로 보면 출수 후 20일에는 안토시아닌이 검출되지 않았고, 출수 후 25일에는 C3G와 delphinidin만 검출되었다. 그리고

Table 5. Changes in percent TDN according to top dressing and harvest time in colored barley.

Top dressing time	TDN ^z (%)					Mean
	20 ^y	25	30	35	40	
Standard	69.2	70.5	72.3	72.1	71.8	71.2
Mar. 15	69.5	71.3	72.2	71.8	71.8	71.3
Mar. 25	69.4	70.8	71.7	72.1	72.2	71.2
Apr. 05	70.2	71.1	71.9	72.3	72.2	71.5
Apr. 15	69.6	71.5	71.7	71.7	72.8	71.5
Apr. 25	68.9	71.7	71.3	71.9	71.9	71.1
May 05	69.2	71.8	72.2	72.0	72.1	71.5
Mean	69.4	71.2	71.9	72.0	72.1	71.3

^zDay after heading.

^yTDN: total digestible nutrients.

Table 6. Changes in anthocyanin compositions according to top dressing time of colored barley.

Top dressing time	Anthocyanins (ug/g)					Total
	C3G ^z	P3G ^y	Delpinidin	Cyanidin	Pelagonidin	
Standard	20.4 ^a	10.1	18.3 ^a	10.2	12.2	71.2 ^a
Mar. 15	16.5 ^b	9.5	15.9 ^b	9.5	11.2	62.6 ^b
Mar. 25	15.4 ^b	9.3	15.4 ^b	9.4	11.5	61.0 ^b
Apr. 05	13.4 ^c	8.8	13.7 ^c	9.5	11.0	56.4 ^c
Apr. 15	13.3 ^c	8.7	13.7 ^c	9.4	10.9	56.0 ^c
Apr. 25	13.8 ^c	9.1	14.4 ^c	9.0	11.3	57.6 ^c
May 05	15.6 ^b	9.4	16.0 ^b	10.1	11.8	62.9 ^b
Mean	15.5	9.3	15.3	9.6	11.4	61.1

^zC3G: cyanidin-3-glucoside, ^yP3G: perargonidin-3-glucoside.

^{a-c}Means in the same column with different letter were significantly different at $p < 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

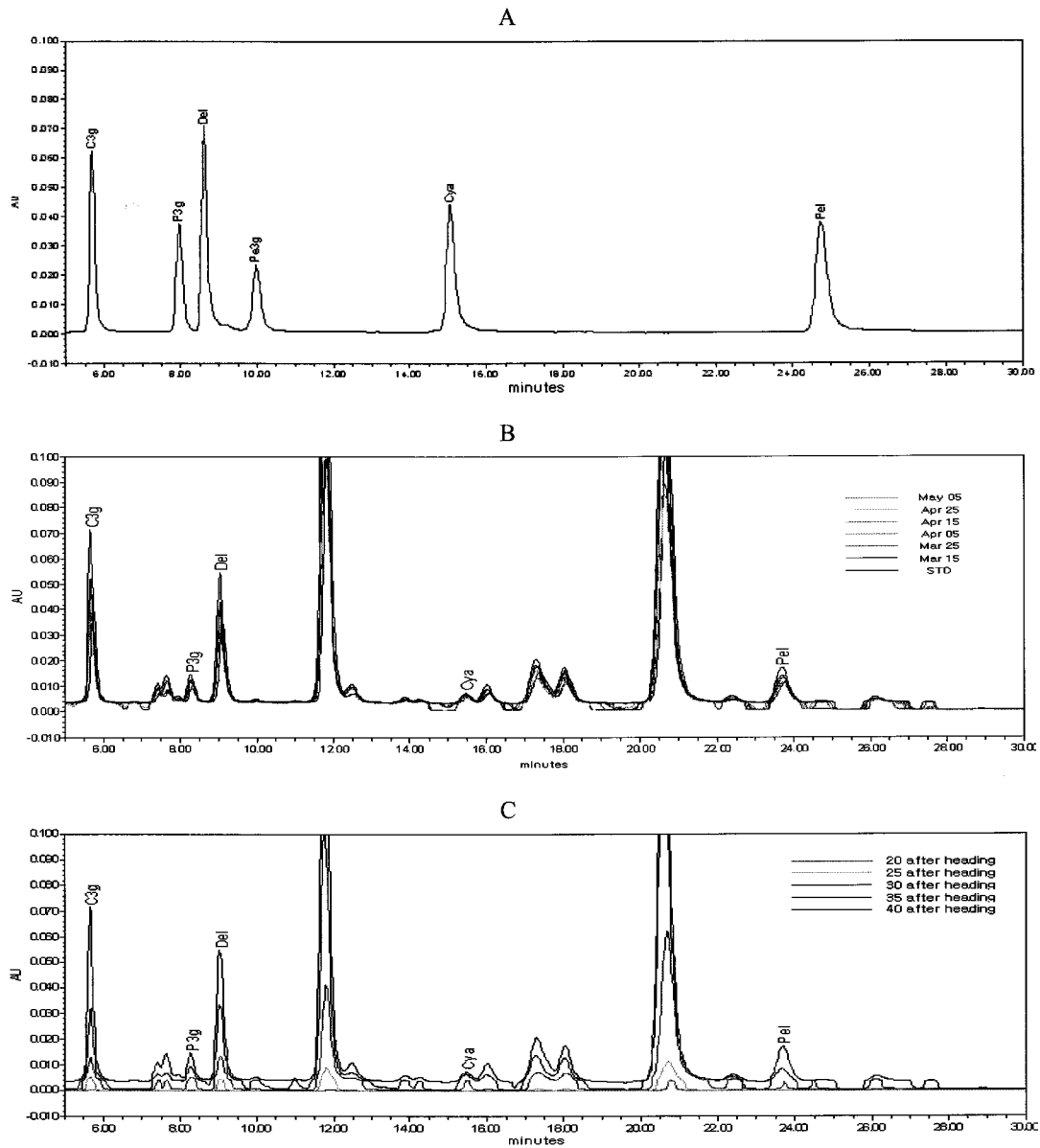


Fig. 2. Changes of anthocyanin compositions according to different top dressing and harvest time of colored barley. A: standards of anthocyanins, B: change of anthocyanin compositions affected to different top dressing time, C: change of anthocyanin compositions affected to different harvest stages, *C3G: cyanidin-3-glucoside, P3G: pelargonidin-3-glucoside, Del: delphinidin, Cya: cyanidin, Pel: pelargonidin.

P3G, delphinidin 및 pelargonidin 등은 출수 후 30일부터 많이 검출되기 시작하였는데, 수확시기가 늦어짐에 따라 직선적으로 증가하였으며($p < 0.05$), cyanidin은 출수 후 35일에 수확한 보리가 12.8 ug/g로 출수 후 40일에 수확한 보리의 10.2 ug/g에 비해 다소 높았다. Kohyama 등(2008)에 의하면 체 내에 질소 양분이 부족한 상태에서 안토시아닌 함량이 촉진된다고 보고하였는데, 생육재생기부터 초기에 준비한 처리구는 질소양분이 생육에 많이 이용되고 안토시아

닌 색소가 형성되는 시점에서는 후기에 준비한 처리구보다 적기 때문에 안토시아닌 함량이 더 많이 축적된 것으로 사료되었다. 또한, Kohyama 등(2008)은 탄수화물이 증가됨에 따라 안토시아닌 함량도 높아진다고 하였는데, 준비시기가 빠를수록 건물축적에 유리하여 탄수화물의 함량이 높아지므로 안토시아닌 함량이 많은 보리를 생산하기 위해서는 생육재생기에 준비하는 것이 가장 유리하다는 것을 알 수 있었다.

片岡(1986)에 의하면 안토시아닌 생합성 관여효소인 PAL

Table 7. Changes in anthocyanin compositions according to harvest time of colored barley.

Harvest time ^z	Anthocyanins (ug/g)					
	C3G ^y	P3G ^x	Delphinidin	Cyanidin	Pelargonidin	Total
20 ^z	-	-	-	-	-	-
25	7.2 ^d	-	9.1 ^d	-	-	16.3 ^d
30	10.2 ^c	8.7 ^b	11.5 ^c	8.9 ^c	8.4 ^c	47.7 ^c
35	13.2 ^b	8.7 ^b	14.5 ^b	12.8 ^a	10.0 ^b	59.2 ^b
40	20.4 ^a	10.1 ^a	18.3 ^a	10.2 ^b	12.2 ^a	71.2 ^a

^zDay after heading. ^yC3G: cyanidin-3-glucoside. ^xP3G: pelargonidin-3-glucoside.

^{a-d}Means in the same column with different letter were significantly different at $p < 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

(phenylalanine ammonia lyase) 활성과 안토시아닌 생합성은 온도와 밀접한 관계가 있으며, 森 등(2004)은 PAL이 온도의 영향을 받으며 부적당한 온도에서는 안토시아닌 생합성의 억제에 관여한다고 보고하였다. 전(2005)은 온도가 식물의 광합성 작용에 영향을 미치며, 광합성량은 최적온도에 도달할 때까지 온도와 비례적으로 증가한다고 하였으며, 주와 임(2002)은 식물에서 광합성에 의한 체내의 탄수화물의 증가하게 되면 안토시아닌 등 색소 형성이 촉진된다고 보고하였다. 이 시험에서 안토시아닌이 검출되기 시작한 출수 후 25일은 5월 중순경으로 온도가 급격히 상승하기 시작하고 일장도 길어지므로 광합성 작용이 왕성해져 안토시아닌의 축적에 유리하게 작용하였다고 생각되었다.

이상의 결론을 종합하여 볼 때, 조사료 수량과 안토시아닌 함량이 높은 조사료용 유색보리를 생산하기 위해서는 월동 후 생육재생기에 질소를 전량 추비하고, 출수 후 35~40일에 수확하는 것이 유리한 것으로 판단되었다.

적 요

이 연구는 기능성 사료용 보리의 생산 기술을 개발하기 위한 기초자료를 얻고자 식물체 전체에 안토시아닌이 함유된 길보리인 보안찰보리 품종을 이용하여 추비 및 수확시기별 생육과 사료가치 및 안토시아닌 함량의 변화를 검토한 바 그 결과는 다음과 같다.

1. 초장은 추비가 빠를수록 유의하게 컸고, 수확시기에 따른 유의성이 없었으며, 건물물은 추비시기가 빠를수록, 수확시기가 늦을수록 높았다.
2. 단백질 함량은 추비와 수확시기가 늦을수록 높았으나, NDF, ADF 및 TDN 함량은 추비시기와 수확시기에 따른 유의성이 없었다.

3. 총 안토시아닌 함량은 추비시기가 빠를수록 증가하였으며, 조성별로는 cyanidin-3-glucoside(C3G)와 delphinidin에서 유의성이 있었다.
4. C3G와 delphinidin은 출수 후 25일, pelargonidin-3-glucoside(P3G), cyanidin 및 pelargonidin은 출수 후 30일부터 검출되었으며, 수확시기에 늦어짐에 따라 유의하게 증가하였다.

사 사

본 연구는 2010년도 농촌진흥청 국립식량과학원 박사후연수과정 지원사업에 의해 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

인용문헌

- AOAC. 1995. Official method of analysis (15th ed.). Association & Official Analytical Chemists, NY, Washington DC, U.S.A.
- Delogu, G., N. Faccini, P. Faccioli, F. Reggiani, M. Lendini, N. Berardo, and M. Odoardi. 2002. Dry matter yield and quality evaluation at two phenological stage of Sardinia Italy. *Field Crops Res.* 74: 207-215.
- Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook 379*, U.S. Gov. Print. Office., NY, Washington, DC.
- Harborne, J. B. 1988. *Introduction to ecological biochemistry* (3rd ed.). Academic press, London.
- Harborne, J. B. and C. A. Wiliam. 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochem.* 55: 481-504.
- Holland, C., W. Kezar, W. P. Kautz, E. J. Lazowski, W. C. Mahanna and R. Reinhart. 1990. Pioneer Hi-Bred International Inc., Des moines, IA.
- Kohyama, N., H. Ono and T. Yanagisawa. 2008. Changes in anthocyanins in the grains of purple waxy hull-less barley during seed maturation and after harvest. *J. Agric. Food*

- Chem. 56: 5770-5774.
- Kong, J. M., L. S. Chia, N. K. Goh, T. F. Chia, and R. Brouillard. 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochem.* 64(5): 923-933.
- Prior, R. L., X. Wu, and K. Schaich. 2005. Standardized method for determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and biological and food samples. *J. Agric. Food Chem.* 53: 4290-4302.
- Walton, P. D. 1983. Production and management of cultivated forages. Reston Pub. Co, Reston Vir. p. 336.
- Yang, C. S., J. M Landau, M. T. Huang, and H. L. Newmark. 2001. Inhibition of carcinogenesis by dietary polyphenolic compounds. *Annu. Rev. Nutr.* 21: 381-406.
- 片岡都雄. 1986. ブドウ果實の着色に關する-とくにアブツツン酸による着色の抑制について-. 香川大學農學部紀要 45: 1-48.
- 森 健太郎, 菅谷純子, 弦間 洋. 2004. ブドウ'黒王'の成熟期における溫度が果實の着色およびアントシアニン関連酵素活性に及ぼす影響. 園学研 3(2): 209-214.
- 조장환, 한옥규, 이동진, 박문용. 2004. 맥류생산과학. 도서출판 한림원. 서울. pp. 365-371.
- 최기준, 김원호. 2008. 한국에서 동계사료작물 생산과 이용. 한국초지조사료학회 2008년도 학술심포지엄 및 제46회 학술발표회. pp. 19-48.
- 조재영, 이동우, 조장환, 홍병희. 1969. 질소의 추비기 및 추비방법이 소맥의 수량 및 수량요소에 미치는 영향. 한국작물학회지 7(1): 103-115.
- 조성경, 조철훈, 정사무엘, 김민규, 오현민, 이봉덕, 이수기. 2010. Quercetin의 급여가 산양의 사료이용성, 혈액상 및 육질에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 52(4): 297-304.
- 황종진, 성병렬, 연구복, 안완식, 이종호, 정규용, 김영상. 1985. 사료용 맥류 품종의 예취시기별 청에 및 건물수량과 영양가 비교. 한국작물학회지 30: 301-309.
- 장해동, 이제현, 홍성민, 정지홍, 김인호. 2010. 약용식물(Artemisia, Acanthopanax and Garlic)의 급여가 돼지의 생산성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 52(2): 103-110.
- 전방욱. 2005. 식물생리학. 도서출판 라이프사이언스. 서울. pp. 183-183.
- 정일병, 안종남, 전병찬, 정숙근. 1987. 돼지에 대한 국내산 보리의 사료가치. 1. 동에너지 수준에서 육성비육돈에 대한 국내산 겉보리와 도입옥수수 대체효과. 농업시험장 논문집 29(2): 16-22.
- 주문갑, 임지수. 2002. 광 및 온도 처리가 상추의 수량과 엽록소 및 안토시아닌 함량에 미치는 영향. 한국국제농업개발학회지 14(2): 105-112.
- 김정갑, 양종성, 한민수, 이상범. 1988. 대맥 및 호맥의 건물생산성과 사료가치에 관한 연구. II. 생육단계별 화학성분, 소화율 및 에너지 함량변화. 한국축산학회지 30(3): 193-198.
- 권영업. 2003. 사료용 맥류의 성장해석, 사료가치 분석 및 최적 수확시기에 관한 연구. 동국대학교 박사학위논문.
- 이인덕, 윤익석. 1978. Timothy 초지에 있어서 춘계의 질소시비 시기가 목초수량에 미치는 영향. 한국축산학회지 20(4): 383-387.
- 이정호, 이규호, 이영철, 오상집. 1994. 산란계 사료에 β -Glucanase 첨가가 보리의 이용성에 미치는 효과. 한국가금학회지 21(3): 195-205.
- 박태일, 한옥규, 서재환, 박기훈. 2008. 동계 사료작물의 신품종 육성현황 및 개발 계획. 한초지 2008년도 학술심포지엄 및 46회 학술발표회. pp. 49-73.
- 송태화, 한옥규, 윤성근, 박태일, 서재환, 김경훈, 박기훈. 2009. 사료맥류의 생육단계별 수량 및 품질 변화. 한국초지학회지 29(2): 129-136.
- 윤성근, 박태일, 서재환, 김경훈, 송태화, 박기훈, 한옥규. 2009. 청보리 품종의 적정 수확시기 및 사료가치 평가. 한국초지조사료학회지 29(2): 121-128.