

Research Article

## 밀 신품종 ‘태중’의 사료가치 및 발효품질 평가

송태화<sup>1</sup>, 김경훈<sup>2</sup>, 정영근<sup>1</sup>, 손재한<sup>1</sup>, 박종철<sup>1</sup>, 오영진<sup>1</sup>, 박종호<sup>1</sup>, 김양길<sup>1</sup>, 김경호<sup>1</sup>, 박태일<sup>1</sup>, 김보경<sup>1</sup>, 강천식<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>국립식량과학원, 완주 55365, <sup>2</sup>국립식량과학원 남부작물부, 밀양 50424

### Evaluation of Feed Value and Fermentation Quality of New Wheat Cultivar, ‘Taejoong’

Tae-Hwa Song<sup>1</sup>, Kyeong-Hoon Kim<sup>2</sup>, Young-Keun Cheong<sup>1</sup>, Jae-Han Son<sup>1</sup>, Jong-Chul Park<sup>1</sup>, Young-Jin Oh<sup>1</sup>, Jong-Ho Park<sup>1</sup>, Yang-Kil Kim<sup>1</sup>, Kyong-Ho Kim<sup>1</sup>, Tae-Il Park<sup>1</sup>, Bo-Kyeong Kim<sup>1</sup>, Chon-Sik Kang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Crop Science, RDA, wanju 55365, Korea

<sup>2</sup>Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang, 50424, Korea

#### ABSTRACT

This experiment was conducted to obtain information of feed value and fermentative quality of wheat cultivar, ‘Taejoong’ to confirm availability as a whole crop silage. As a result, the heading date of ‘Taejoong’ is April 27, and plant height is longer than whole crop barley, ‘Youngyang’ or whole crop wheat, ‘Cheongwoo’, spike length are also large, fresh and dry matter yield are also high. In case of feed value, ‘Taejoong’ had higher crude protein content than whole crop barley, ‘Youngyang’ or whole crop wheat, ‘Cheongwoo’, lower NDF and ADF contents, and significantly higher digestible nutrient contents ( $p < 0.05$ ). In case of fermentation quality, pH of ‘Taejoong’ was 4.2, and lactic acid content was lower than ‘Cheongwoo’ silage and significantly higher than ‘Youngyang’ silage ( $p < 0.05$ ). Acetic acid content was significantly lower than ‘Youngyang’ and ‘Cheongwoo’ silage ( $p < 0.01$ ), butyric acid content was significantly lower than that of ‘Youngyang’ silage ( $p < 0.05$ ). The final Flieg's score showed that ‘Taejoong’ silage was the best. Also income of ‘Taejoong’ improved than ‘Youngyang’ or ‘Cheongwoo’. Therefore, ‘Taejoong’ is considered sufficiently available as whole crop for forage.

(Key words : Feed value, Fermentation quality, Long spike type, Taejoong, Whole crop wheat)

#### I. 서론

최근 이상기후에 따른 국제 곡물가격의 지속적인 상승과 불안정한 사료원료의 공급환경에 따라 가축사료를 대부분 수입에 의존하고 있는 우리나라는 안정적인 사료확보를 위해 국내 자급사료의 개발과 이용효율의 증진이 절실히 필요한 시점이다. 따라서 겨울철 유휴지를 활용하여 양질의 조사료를 생산하는 정책을 기반으로 국내에서는 청보리, 호밀, 귀리, 트리티케일, 총채밀 등 사료맥류를 육성 보급하고 있다. 특히 밀은 보리에 비해 내한성이 강하여 사료맥류의 재배가 제한되는 중북부 지역에서도 재배가 가능하고, 사료맥류 수확 시 청보리와 수확시기가 달라 논이용 작부체계의 다양화와 농기계 이용효율을 증진시킬 수 있다. 또한 총채밀은 TDN(Total digestible nutrients) 함량이 높고 사일리지 발효품질도 우수하여 다른 사료맥류보다 사료가치가 우수한 것으로 나타났다

(Song et al., 2012).

국내 밀 품종개발은 주로 수량증대와 숙기 단축을 육종목표로 진행하여 1970년 이후 38개의 식용밀 품종을 개발하였고, 사료용으로는 총채수량과 사료가치 증진을 육종목표로 1개의 품종 ‘청우’가 개발된 상태이다(Kim et al., 2015). ‘청우’ 밀은 ‘영양’보리보다 사일리지 등급이 우수하고, 생체 및 건물수량은 비슷하였다(Kim et al., 2015). ‘태중’밀은 수량구성요소 중 하나인 일수립수의 증대를 통한 수량향상을 목표로 2005년도에 국제육수수밀연구소(CIMMYT)에서 숙기는 느리지만 이삭이 길고 일수립수가 많은 Xian83(104).11을 모본으로 하고, 국내 밀 품종 중 숙기가 빠르고 품질이 양호한 ‘금강’밀(Nam et al., 1998)을 부분으로 인공교배를 실시하여 육성된 품종이다(Son et al., 2014). ‘태중’밀은 이삭길이가 길고 일수립수가 많을 뿐만 아니라 적립계이면서 대립이고, 도복에 강하고 붉은곰팡이에 중도저항성을 나타내는 다수확 경질

\* Corresponding author : Chon-Sik Kang, National Institute of Crop Science, RDA, wanju 55365, Korea, Tel: +82-63-238-5227, E-mail: kcs1209@korea.kr

밀 신 초형으로서 식물특허로 등록되었다(Kang et al., 2013). 따라서 본 연구는 '태중'밀의 생육특성, 수량성, 사료가치, 사일리지 품질 등을 조사하여 조사료로서의 활용가능성을 검토하고자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험재료

시험재료는 농촌진흥청 국립식량과학원에서 개발한 청보리 표준품종인 '영양'보리(Hyun et al., 2008), 총체밀 품종 '청우'밀(Kim et al., 2015)과 장수형 품종 '태중'밀(RDA, 2016)을 사용하였다.

### 2. 재배방법 및 사일리지 조제

본 시험은 2013년 10월부터 2015년 10월까지 2년간 전북 전주에 소재한 국립식량과학원 답리작 시험포장에서 실시하였다. 파종방법은 휴립광산파를 하였고, 파종량은 220kg/ha이었다. 시비량은 청보리 표준시비량인 ha당 N<sub>2</sub> 118kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 74 kg, K<sub>2</sub>O 39kg를 기준으로 하였는데, 이 중 질소는 기비 40%, 추비 60%로 나누어 사용하였으며, 인산과 칼리는 전량 기비로 사용하였다. 모든 작물의 병해충 및 잡초방제는 기본방제를 기준으로 하였으며, 기타 재배 및 생육조사 등은 국립식량과학원 표준재배법(NICS, 2010)과 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA, 2012)에 의하여 실시하였다. 수확은 '영양'보리는 황숙기, '청우'밀과 '태중'밀은 출수 후 30일에 실시하였고, 사일리지는 각 수확시기에 맞춰 재료들을 1~2cm 정도로 잘라 10L 시험용 사일리지 용기에 충전 시킨 다음 완전 밀봉하여 실온에 보관하였으며, 이를 약 60일간 발효시킨 후 분석에 사용하였다.

### 3. 사료가치 분석

분석용 시료는 각 맥종의 수확기에 맞춰 반복마다 시료를 1kg씩 시료를 취하여 70℃ 순환식 건조기에 60시간 이상 건조한 후 건물 중량을 칭량하여 건물함량을 산출한 다음 이를 분쇄기로 분쇄하여 사료가치 분석에 이용하였다. 시료의 조단백질은 AOAC(1995)방법으로, neutral detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF)는 Goering and Van Soest(1970)의 방법으로 분석하였다. Total digestible nutrients(TDN)는 ADF와 NDF가 건물소화율 및 섭취량과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여  $TDN(\%)=88.9-(0.79 \times \%ADF)$ 의 계산식을 이용하여 산출하였다(Holland et al., 1990).

### 4. 사일리지의 pH 및 유기산 분석

pH는 시료 10g에 3차 증류수 100ml를 넣고 4℃로 맞춘 shaking incubator에 넣어 24시간 추출시킨 후 상층액을 취하여 pH meter(Denver, USA)를 이용하여 측정하였다. 유기산은 pH와 같은 추출방법으로 상층부를 취한 다음 여과지(Whatman No. 2)로 여과를 거친 후 다시 0.45 μm syringe 필터로 최종 여과를 거친 후 HPLC(Waters, Germany)를 이용하여 분석하였다. 유기산의 분석조건은 Table 1과 같다.

### 5. 통계분석

이 실험에서 얻어낸 데이터는 SAS Ver. 9.2 program(SAS, 2011)을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, Duncan's multiple range test에 의하여 5% 유의수준에서 처리구간의 통계적인 차이를 구명하였다.

Table 1. HPLC conditions for the analysis of organic acids

Items	Conditions
Column	SUPELCOGEL™ C-610H
Detector	UV
Flow rate	0.5ml/min
Solvent	0.1% Phosphoric acid
Absorbance	210nm
Injection volume	20μl

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 생육특성 및 수량성

태중밀의 생육특성 및 수량성은 Table 2와 Fig. 1과 같다. 태중밀의 출수기는 4월 27일로 영양보리와 청우밀보다 약 8~11일 늦은 편이었고, 초장과 수장은 각각 114cm와 14.7cm로 영양보리나 청우밀보다 초장은 약 16cm이상, 수장은 약 8.1cm이상 길었다. 이삭비율은 50.9%로 청우밀 34.0%보다 유의적으로 높은 값을 보였고, 생초수량과 건물수량도 각각 29.6MT/ha, 12.1MT/ha로 영양보리와 청우밀보다 유의적으로

높았다( $p < 0.05$ ). 태중밀의 생체중은 영양보리 대비 생체중 6.8%, 청우밀 대비 생체중 10.4% 증수하였고, 건물중은 영양보리 대비 건물중 19.8%, 청우밀 대비 건물중 11.0% 증수하였다. 이와 같은 결과는 태중밀이 영양보리나 청우밀보다 초장이 길고 이삭도 큰 편이어서 전체적인 생체중량이 높은 것으로 판단된다. 또한 장수형 '태중'밀을 조사료용으로 사용하면 조사료 수량증대에 기여할 수 있을 뿐만 아니라, 수확기도 영양보리나 청우밀보다 약 10일 정도 늦어 수확기기의 활용성 증대에도 기여할 것으로 생각된다.

Table 2. Growth characteristics and forage yield of wheat cultivar with long spike, 'Taejoong'

Species	Heading date	Plant height (cm)	Spike length (cm)	Number of spikes (No/m <sup>2</sup> )	Spike wt ratio (%)	Yield (MT ha <sup>-1</sup> )		
						Fresh	Dry matter	TDN <sup>1)</sup>
Youngyang (Barley)	April 16	98 <sup>b</sup>	4.9 <sup>b</sup>	660	55.2 <sup>a</sup>	27.7 <sup>b</sup>	10.1 <sup>b</sup>	6.9 <sup>b</sup>
Cheongwoo (Wheat)	April 19	89 <sup>b</sup>	6.6 <sup>b</sup>	791	34.0 <sup>b</sup>	26.8 <sup>b</sup>	10.9 <sup>b</sup>	7.2 <sup>b</sup>
Taejoong (Wheat)	April 27	114 <sup>a</sup>	14.7 <sup>a</sup>	450	50.9 <sup>a</sup>	29.6 <sup>a</sup>	12.1 <sup>a</sup>	8.4 <sup>a</sup>
Mean	April 21	100	8.7	634	46.7	28.0	11.0	7.5

<sup>a, b</sup>Means in the same column with different letter were significantly different ( $p < 0.05$ )

<sup>1)</sup> Total digestible nutrients

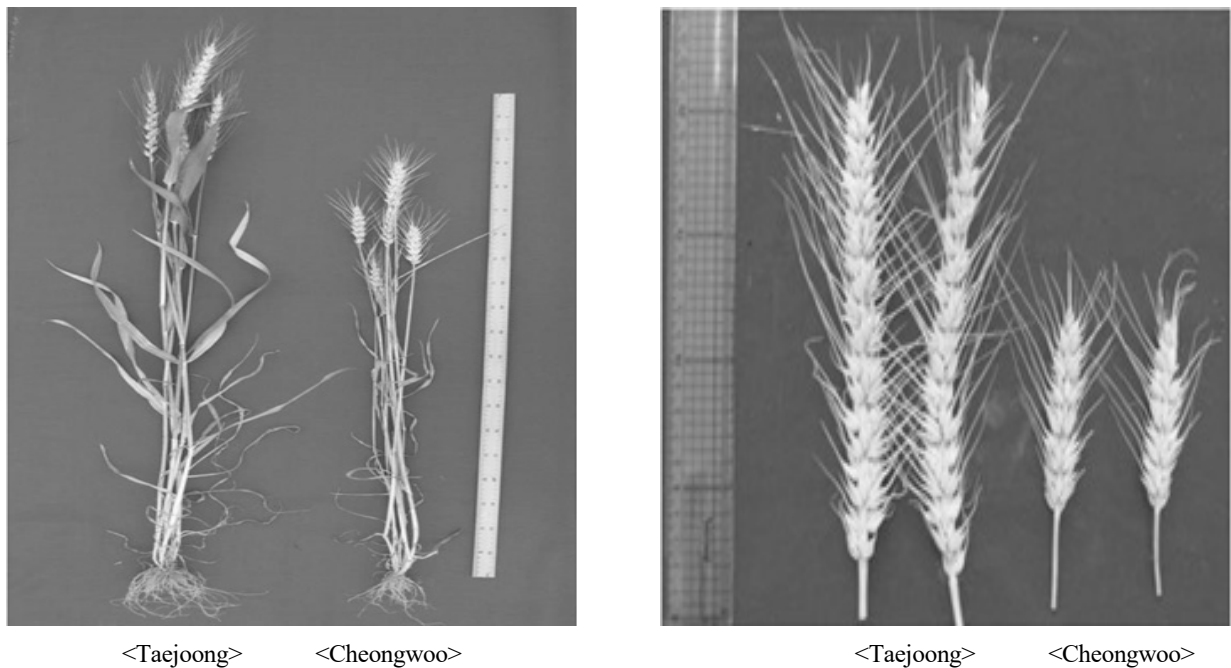


Fig. 1. Comparison of plant body and spike length.

Table 3. Feed value of wheat cultivar with long spike, 'Taejoong'

Species	Feed Value (%)			
	CP <sup>1)</sup>	NDF	ADF	TDN
Youngyang (Barley)	7.8 <sup>c</sup>	48.5 <sup>b</sup>	26.8 <sup>b</sup>	67.6 <sup>b</sup>
Cheongwoo (Wheat)	8.1 <sup>b</sup>	52.5 <sup>a</sup>	29.0 <sup>a</sup>	66.0 <sup>b</sup>
Taejoong (Wheat)	8.4 <sup>a</sup>	45.3 <sup>c</sup>	24.7 <sup>c</sup>	69.4 <sup>a</sup>
Mean	8.1	48.8	26.8	67.7

<sup>a, b, c</sup>Means in the same column with different letter were significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>CP : Crude protein, NDF : Neutral detergent fiber, ADF : Acid detergent fiber, TDN : Total digestible nutrients.

## 2. 태중밀의 사료가치

태중밀의 조사료용 사료가치는 Table 3과 같다. 조단백질 함량은 8.4%로 영양보리나 청우밀보다 유의적으로 높았고, NDF와 ADF함량은 각각 45.3%, 24.7%로 영양보리나 청우밀보다 낮은 값을 보였으며, 가소화영양소 총량은 69.4%로 영양보리나 청우밀보다 유의적으로 높은 값을 보였다( $p < 0.05$ ). 단백질은 생명체를 구성하는 필수적인 고분자의 복잡한 유기물로서 탄수화물이나 지방과 같이 에너지를 발생할 수 있다. 또한 질소를 함유하고 있어 다른 영양소로 대체할 수 없고, NDF와 ADF는 구조탄수화물에 속하고 세포벽을 구성하는 물질로 섭취량 및 소화율과 밀접한 관계가 있으므로 사료가치 측면에서 모두 중요한 요인으로 평가되고 있다(Holland, 1990). Kwon(2003)과 Song et al.(2012)은 맥류 종실의 발달과 함께 전분축적이 많아져 종실비율이 증가하면 NDF와 ADF의 함량은 낮아진다고 보고하였는데, 태중밀은 장수형 타입으로 전체 식물체 중에서 종실이 차지하는 비율이 높아 줄기 속에 많이 함유되어 있는 섬유소 함량이 상대적으로 낮게 나

타나 단백질과 TDN함량이 높고, NDF와 ADF 함량이 낮은 양호한 사료가치를 보인 것으로 판단된다.

## 3. 태중밀 사일리지의 발효품질

태중밀 사일리지의 발효품질은 Table 4와 같다. 태중밀 사일리지의 pH는 4.2이었고, 유산함량은 4.36%로 청우밀 사일리지보다 낮고, 영양보리 사일리지보다 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 초산함량은 0.50%로 영양보리나 청우밀 사일리지보다 유의적으로 낮은 값을 보였고( $p < 0.01$ ), 낙산함량은 영양보리 사일리지 대비 유의적으로 낮은 값을 보였다( $p < 0.05$ ). 최종 Flieg's score는 태중밀 사일리지가 1등급으로 가장 좋은 것으로 나타났다. 사일리지의 발효상태는 미생물들이 대사기질로 이용하는 수용성탄수화물의 함량, 수분, 박테리아 종류, 밀봉상태 등 요인과 관련된다고 보고하였는데(Charmley, 2000; Filya et al., 2000), 본 연구에서 청우밀과 태중밀 사일리지 모두 영양보리보다 우수한 발효품질을 보인 것은 총체질 중에 미생물이 이용 가능한 수용성탄수화물이 총체용 보

Table 4. Organic acid and quality grade of wheat cultivar with long spike, 'Taejoong'

Species	pH	Organic acid (% DM)			Flieg's score	Grade
		Lactic	Acetic	Butyric		
Youngyang (Barley)	4.5	3.32 <sup>c</sup>	1.20 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	80	2
Cheongwoo (Wheat)	4.1	5.07 <sup>a</sup>	1.47 <sup>a</sup>	0.06 <sup>b</sup>	93	1
Taejoong (Wheat)	4.2	4.36 <sup>b</sup>	0.50 <sup>b</sup>	0.02 <sup>b</sup>	95	1
Mean	4.3	4.25	1.06	0.11	89	-

<sup>a, b, c</sup>Means in the same column with different letter were significantly different ( $p < 0.05$ ).

리보다는 많은 것으로 생각된다. 또한 태중밀 사일리지가 청우밀 사일리지와 비교했을 때, pH는 비슷하고 유산함량은 낮지만, 최종 Flieg's score가 더 높은 것은 초산함량의 차이에서 기인한 것이다. 초산은 호기성 발효과정 중에서 생성되는 산으로 가축의 에너지원으로 이용될 수 있기 때문에 불량발효라고 할 수는 없지만 유산발효에 비해 재료 양분의 손실이 크기 때문에 사일리지에서는 유익한 발효라고 할 수 없다(Song et al., 2013). 태중밀 사일리지는 영양보리나 청우밀 사일리지보다 초산함량의 생성이 현저히 낮아 발효 시 재료의 에너지 손실을 절약하면서 빠른 시간에 발효안정단계에 도달할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 총체맥류를 주로 사일리지형태로 유통하는 우리나라에서는 태중밀과 같이 양질의 사일리지 생산이 가능한 맥류의 이용활성화가 조사료생산 현장에 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

#### 4. 상관관계 분석

수량 및 품질의 각 항목별 상관관계 분석결과는 Table 5와 같다. 건물수량은 생초수량과 정의상관을( $r=0.889^*$ ), TDN수량은 이삭길이와 정의상관을 나타냈다( $r=0.930^{**}$ ). 즉 생초수량이 많을수록 건물수량이 많아지고, 이삭길이가 클수록 TDN수량이 증가되는 경향을 나타냈다. 이와 같은 결과는 Kwon(2003)과 Song et al.(2009)와 비슷한 결과를 나타냈다. TDN함량은 NDF와 ADF함량과 높은 부의상관관계를 나타냈는데( $r=-0.982^{***}$ ,  $r=-0.962^{***}$ ), 이러한 결과는 생초수량이 많고 이삭길이가 긴 특성을 가진 태중밀을 조사료용으로 이용하는 것이 높은 건물수량과 TDN수량을 얻는데 유리하다는

것을 알 수 있다(Song et al., 2012). pH는 유산함량과 Flieg's score와 부의 상관을 나타냈고( $r=-0.896^*$ ,  $r=-0.848^*$ ), 사일리지등급과는 고도의 정의상관을 나타냈다( $r=0.980^{***}$ ). 즉 pH는 유산함량이 많을수록 낮아지고, pH가 낮을수록 Flieg's score가 우수하였다. 이와 같은 결과는 Filya et al.(2000)과 Song et al.(2013)의 보고와 유사하였다.

#### 5. 경제성 분석

태중밀과 영양보리, 청우밀 대비 경제성분석 결과는 Table 6과 같다. 청보리 대표품종인 영양보리와 비교했을 때, 태중밀의 종자가격이 영양보리에 비해 87원/kg이 비싸서 ha당 19,140원의 지출이 증가되지만, 생산된 조수입에서 171,900원/ha의 이익이 발생하여 결과적으로 추정수익액은 약 152,760원/ha 증가한다. 총체밀 대표품종인 청우밀과 비교하면 종자가격은 같고 생산된 조수입에서 268,700원/ha의 이익이 발생하여 추정수익액은 약 268,700원/ha 증가한다. 따라서 태중밀을 사료용으로 활용하면 경종농가의 소득증대에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

### IV. 적 요

본 연구는 '태중'밀의 조사료로서의 이용성을 확인하기 위하여 사료가치와 사일리지 품질특성을 구명하고자 실시하였다. 태중밀의 출수기는 4월 27일이고, 영양보리나 청우밀보다

Table 5. Correlation coefficients among each item of whole crop barley and wheat

Parameters	SL	PHL	FWY	DMY	TDNY	TDN	NDF	ADF	pH	Lactic	Flieg's score
PHL	0.814*										
FY	0.273	0.263									
DMY	0.239	0.096	0.889*								
TDNY	0.930**	0.135	0.904*	0.979***							
TDN	0.415	0.0206	0.323	0.179	0.375						
NDF	-0.442	-0.316	-0.264	-0.109	-0.307	-0.982***					
ADF	-0.407	-0.224	-0.316	-0.166	-0.363	-0.962***	0.989***				
pH	-0.434	0.051	-0.004	-0.343	-0.291	0.115	-0.201	-0.150			
Lactic	-0.586	-0.801	-0.416	-0.230	-0.344	-0.581	0.695	0.611	-0.896*		
Flieg's score	0.500	-0.010	0.210	0.534	0.555	0.277	-0.198	-0.249	-0.848*	0.044	
Grade	-0.590	-0.112	-0.118	-0.419	-0.392	-0.023	-0.052	-0.009	0.980***	-0.839*	0.925**

\*\*\*, \*\*, \* indicates significance at 0.001, 0.01, 0.05 level.

SL : Spike length, PL : Plant height length, FY : Fresh yield, DY : Dry matter yield, TDNY : Total digestible nutrients yield

Table 6. Economic analysis of whole crop wheat cultivar, 'Taejoong'

Loss	Profit
o Increased cost: - Taejoong(wheat) seed price: 1,497W/kg×220kg/ha=329,340W/ha - Youngyang(barley) seed price: 1,410W/kg×220kg/ha=310,200W/ha - Cheongwoo(wheat) seed price: 1,497W/kg×220kg/ha=329,340W/ha - Loss(A) : Taejoong(wheat) seed price - Youngyang(barley) seed price=19,140W/ha - Loss(B) : Taejoong(wheat) seed price - Cheongwoo(wheat) seed rice=0W/ha	o Increased profit - Taejoong(wheat) gross income: 3,215,600W/ha(29,560kg/ha × 110W/kg) - Youngyang(barley) gross income: 3,043,700W/ha(27,670kg/ha × 110W/kg) - Cheongwoo(wheat) gross income: 2,946,900W/ha(26.790kg/ha × 110W/kg) - Profit(C): (compared with 'youngyang'barley) <b>income increase= 171,900W/ha</b> - Profit(D): (compared with 'cheongwoo'wheat) <b>income increase= 268,700W/ha</b>
o Estimated profit (C-A) = 152,760W/ha	
o Estimated profit (D-B) = 268,700W/ha	

초장이 길고 장수형으로 이삭도 큰 편이며, 생초수량과 건물수량도 높다. 사료가치 면에서는 태중밀이 영양보리나 청우밀보다 조단백질 함량은 높았고, NDF와 ADF함량은 낮았으며, 가소화영양소함량은 유의적으로 높았다( $P<0.05$ ). 발효품질 면에서는 태중밀의 pH는 4.2이었고, 유산함량은 청우밀 사일리지보다 낮고 영양보리 사일리지보다는 유의적으로 높았다( $P<0.05$ ). 초산함량은 영양보리나 청우밀 사일리지보다 유의적으로 낮은 값을 보였고( $p<0.01$ ), 낙산함량은 영양보리 사일리지 대비 유의적으로 낮은 값을 보였다( $p<0.05$ ). 최종 Flieg's score는 태중밀 사일리지가 1등급으로 가장 좋은 것으로 나타났다. 경제성 분석에서도 영양보리와 청우밀 대비 소득이 향상되는 것으로 나타나, 태중밀은 담근먹이용 조사료로 충분히 이용 가능한 것으로 판단된다.

## V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 용도별 초다수성 신초형 계통 육성, 세부과제번호: PJ00923001)의 지원에 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

## VI. REFERENCES

- AOAC. 1995. Official method of analysis (15th ed.) Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Charmley, E. 2000. Towards improved silage quality-A review. Crops and Livestock Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada,
- Nappan, Nova Scotia, Canada B0L 1C0.
- Filya, I., Ashbell, G., Hen, Y. and Weinberg, Z.G. 2000. The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Animal Feed Science and Technology*. 88:39-46.
- Goering, H.K. and Van Soest. P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook 379*, U.S. Gov. Print. Office Washington, DC.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des moines, IA.
- Hyun, J.N., Kwon, S.J., Kim, H.T., Ko, J.M., Lim, S.G., Kim, J.G., Park, H.H., Hur, H.Y., Kwon, Y.U. and Kim, J.G. 2008. A new whole crop silage barley cultivar, 'Younyang' with high yielding and BaYMV resistance. *The Korean Society of Breeding Science*. 40(4):484-489.
- Kang, C.S., Seo, S.J., Kim, K.H., Jung, Y.G., Kim, H.S., Park, J.C., Choi, I.D., Kim, K.H., Hyun, J.N., Kim, K.J., Park, K.H., Lee, C.K., Park, G.K. and Park, C.S. 2013. A new plant type wheat 'Iksan 370' with long spikes, high yield and hard wheat and breeding method. *Korean Patent No. 10-2013-0120136*.
- Kim, K.H., Seo, J.H., Park, T.I., Han, O.K., Park, K. H., Song, T.H., Park, J.C., Park, C.S., Kang, C.S., Park, H.H., Park, N.G., Jeung, J.H., Ju, J.I., Kang, S.J., Hyun, J.N. and Kim, K.J. 2015 A high-yield wheat cultivar 'Cheongwoo' for whole crop forage. *The Korean Society of Breeding Science*. 47(3):339-344.
- Kwon, Y.U. 2003. Studies on growth, nutrient components and optimal harvesting time in winter forage crops. *Dongguk university*.
- Nam, J.H., Song, H.S., Park, H.H., Heo, H.Y., Park, M.W., Park, K.H., Rho, C.W., Nam, S.Y., Ju, J.I., Park, D.B., Lee, Y.S., Park, S.G. and Kim, D.H. 1998. A new high milling, early maturing, semi-dwarf and white grain wheat variety 'Keumkangmil' with

- good bread quality. Korean Journal of Crop Science. 40:81-87.
- National Institute of Crop Science, Rural Development Administration (RDA). 2010. Task performance plan for test research business. pp. 45-54.
- RDA. 2016. 2016 project plan for collaborative research program to develop new variety of winter crop. pp. 44-65.
- Rural Development Administration (RDA). 2012. Agricultural science and technology of analysis based on research( I ). pp. 315-374.
- SAS. 2011. SAS system Release 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Son, J.H., Chenog, Y.K., Kim, K.H., Kim, H.S., Choi, I.D., Park, J.C., Shin, S.H., Lee, C.K., Park, K.G. and Kang, C.S. 2014. Agricultural and physiological characteristics of new elite wheat line 'Iksan370' with long spike. Journal of Agriculture & Life Sciences. 43(1):92-96.
- Song, T.H., Han, O.K., Park, T.I., Seo, J.H., Yun, S.K. and Park K.H. 2009. Effect of cutting height on productivity, feed value and economical efficiency of winter cereal crops for forage. The Korea Society of International Agriculture. 21(4):322-326.
- Song, T.H., Park, T.L., Han, O.K., Kim, K.J. and Park, K.H. 2012. Feed value and fermentative quality of haylage of winter cereal crops for forage at different growing stages. Journal of the Korean Grassland and Forage Science. 32(4):419-428.
- Song, T.H., Park, T.L., Han, O.K., Park, H.H., Cho, S.K., Oh, Y.J., Kang, H.J., Jang, Y.W. and Park, K.G. 2013. Effect of harvesting time and making method on feed value and fermentative quality in silage of whole crop barley. Korean Journal of Crop Science. 58(4):362-366.

(Received : January 02, 2017 | Revised : March 22, 2017 | Accepted : March 22, 2017)