Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 38(2) : 112~119, 2018
https://doi.org/10.5333/KGFS.2018.38.2.112

ISSN 2287-5824 (Print)
ISSN 2287-5832 (Online)

Research Article

호남지역 수확시기에 따른 밀 곡실 발효사료의 사료가치 및 발효품질

박종호[1,*], 정영근[1], 김경호[1], 박태일[1], 김양길[1], 강천식[1], 윤영미[1], 손재한[1], 이석하[2]

[1]국립식량과학원, 완주 55365,

[2]서울대학교 농업생명과학대학, 서울 08826

Feed Value and Fermentation Quality of Wheat Grain Silage with Respect to Days after Heading in Honam Region of Korea

Jong-Ho Park[1,*], Young-Keun Cheong[1], Kyong-Ho Kim[1], Tae-Il Park[1], Yang-Kil Kim[1], Chon-Sik Kang[1], Young-Mi Yoon[1], Jae-Han Son[1], Suk-Ha Lee[2]

[1]National Institute of Crop Science, RDA, Wanju-gun, 55365, Korea.

[2]Department of Plant Science and Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, 08826, Korea.

ABSTRACT

This study aimed to determine the optimal harvesting time for wheat to make grain silage, in Honam region of Korea. We harvested wheat grain every third day from 30 to 42 days after heading (DAH). The moisture content decreased from 61.6% at 30 DAH to 42.8% at 42 DAH. Yield of wheat grain significantly increased from 30 to 42 DAH ($p< 0.05$). Yield at 39 DAH (3.46T/ha) was not significantly different from that at 42 DAH ($p< 0.05$). With respect to the feed value of wheat grain silage, the amount of crude protein, crude fiber, and crude ash was different by harvesting time ($p< 0.05$). However, the amount of total digestible nutrients (TDN) from 30 and 42 DAH was not significantly different. The pH of wheat grain silage from 30 to 42 DAH was between 3.8 and 4.5 and it was stable until 39 DAH ($p< 0.05$). The lactic acid content of wheat grain silage from 30 to 42 DAH decreased from 3.08% to 1.10%. With respect to moisture content, yield, feed value, and fermentation, the optimal harvesting time for wheat grain silage was 39 DAH.

(**Key words** : Wheat, Grain, Silage, Fermentation, Forage)

Ⅰ. 서 론

밀은 쌀, 옥수수와 더불어 국제적으로 가장 많이 생산되는 작물 중 하나이며,국제 거래도 빈번하다. 2016년 밀 세계생산량은 749백만톤이었다(FAO, 2016). 우리나라의 사료용을 포함한 식량자급률은 1970년 80.5%에서 1980년 56%, 2014년 24.0%로 감소하는 추세에 있다(MAFRA, 2016).

사료는 영양가치에 따른 분류를 보면 조사료, 농후사료, 보충사료로 분류할 수 있다(Lee et al., 2015). 그 중 국내에서 조사료 자급률은 2015년 81%로 상대적으로 다른 사료에 비하여 높게 유지되고 있으나, 사료용 곡물의 자급률은 00%로 매우 낮다. 2015년 밀의 국내생산은 27천톤에 불과하며, 수입이 3,613천톤이 되어 밀 곡물자급도는 0.7%에 불과한 실정이다. 그 중 사료용 밀은 1,544천톤이 수입되어 옥수수 8,104천톤 다음으로 두 번째로 많다(MAFRA, 2016). 그러므로 수입산 옥수수와 사료용 밀을 대체하는 것은 국내 식량 자급률 향상을 위해서 중요한 과제이다.

국내에서 남부지방은 겨울철 사료작물로 청보리와 이탈리안 라이그라스를 주로 재배하지만, 중북부 지방에서는 추운 날씨로 인하여 재배가 제한적이지만, 밀은 추위에 강한 작물로 1월 최저 평균기온이 -10℃ 이상인 지역에서 재배가 가능하여 재배지역을 넓힐 수 있고, 지구온난화로 인하여 겨울철 이상한파에 귀리나 보리보다 안정적으로 재배할 수 있다. 국내에서 사료용 밀로 '청우'가 개발되어 잎, 줄기, 이삭을 모두 이용하는 총체 사일리지의 형태로 사용되고 있다(Kim et al., 2015). 또한 밀은 수확시기도 청보리 보다 늦어, 고가의 수확용 농기계 가동시간을 늘릴 수 있다. 따라서 밀은 벼농사 후작물로 재배하면서, 경지이용률과 사료자급률을 동시에 높일

* Corresponding author : Jong Ho Park, National Institute of Crop Science, RDA, Wanju-gun, 55365, Korea. Tel:+82-63-238-5226, E-mail:arkplane@gmail.com

수 있는 겨울작물이다. 밀은 곡실사료의 형태로도 이용이 가능한데, 곡실의 사료가치는 단백질 함량이 11~14%로 옥수수의 단백질 함량 8~11%보다 높으며, 라이신 함량도 옥수수가 1.80~2.00%인데 비하여 2.50~3.20%로 두 배 가까이 높아 사료 가치가 높다(FAO, 2004). 소에 급여시 건물기준으로 하였을 때 대사에너지(Metabolized energy, ME)는 옥수수가 3.42Mcal/kg 일때 3.45Mcal/kg으로 대등하였다(Owens et al., 1997). 또한 육성돈에 밀 곡실 사료 급여시 일별 증체량은 옥수수보다 낮았으나, 등지방 두께는 대등하였다(Gill et al., 1966).

한우, 돼지, 가금류를 사육하는 국내 축산 경영인들이 직면하는 가장 큰 문제는 축산분뇨악취 등 환경문제이며, 축산 경영인의 77%는 심각한 문제라고 생각하고 있다(한국농업인신문, 2016). 이를 경감시킬 수 있는 방안 중에 청보리 발효 사일리지의 경우 돼지의 임신돈에서 대장의 기능을 개선시켜 변비예방과 악취감소에 효과가 있다고 보고되었다(Cho et al., 2011).

따라서 본 연구는 국내에서 육성된 밀 품종을 이용하여, 곡실 발효사료를 만들 수 있는 최적 수확시기를 구명하고 수입 곡실사료를 대체할 수 있도록 안정적 곡실 발효사료 자급생산기반 구축을 위해 수행되었다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 시험재료

본 시험재료는 농촌진흥청 국립식량과학원에서 개발한 밀 품종으로서 고소, 금강, 백중, 연백, 조경 등 5품종을 사용하였다.

2. 재배법 및 밀 곡실 발효사료 조제

본 실험은 2014년 10월부터 2016년 6월까지 전북 전주에 소재한 국립식량과학원 시험포장(밭조건)에서 실시하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 파종량은 20.8kg/10a로 하여, 40cm 간격으로 줄뿌림 하였다. 10a당 시비량(N-P_2O_5-K_2O)은 9.1kg - 7.4kg - 3.9kg으로 질소는 2회에 걸쳐서 기비 40%, 추비 60%로 나누어 시비하였다. 품종별 생육조사는 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사분석기준에 의거 출수기, 초장, 경수, 수량 등을 조사하였으며(RDA, 2012), 이후 출수 후 일수(DAH : Days After Heading)에 따라 30일부터 3일 간격으로 42일까지 5회에 걸쳐 수확한 후에, 플라스틱 백에 밀 곡실 500g에 발효제(청미락토, 청미바이오)를 10^6CFU의 농도로 1ml 첨가한 후에 밀봉하여 곡실 발효사료(Fermented grain silage)를 만든 후 실온에서 40일 보관 후 발효품질 및 사료가치를 조사하였다.

3. 밀 곡실 발효사료 사료가치분석

분석용 시료는 각 품종별로 수확시기 및 발효곡실 개봉당일 400g의 시료를 취하여 60℃ 순환식 건조기에 72시간 이상 건조한 후 건물 중량을 측정하여 건물함량을 산출한 다음 이를 분쇄기로 분쇄하여 분석에 이용하였다. 시료의 일반성분 분석은 AOAC(1995)에 준하여, 조단백질(CP: Crude Protein)은 Dumas Method법(Vario Max CN; Element Analyzer, Langenselbold, Germany), 조섬유(Crude Fiber)는 여과포분석법(A2000; ANKOM, Macedon NY, United States), 조지방(Crude Fat)은 Soxhlet 추출법(Soxtec 2050; FOSS, Eden Prairie, MN, United States), 조회분(CA: Crude Ash)은 직접회화법으로 측정하였다. TDN(Total Digestible Nutrients) 함량은 사료공정서(MAFRA, 2011)에 준하여 TDN = DCP + DNFE + DCF + DEE × 2.25로 산출하였다(Song et al., 2015)

4. 밀 곡실 발효사료의 발효 품질분석

곡실 발효사료의 발효정도를 측정하기 위하여, 사일리지 10g을 3차증류수100mL에 넣어 희석한 후에, 4℃ Shaking Incubator에 넣어 24시간 추출시킨 후 여과지(Whatman No.2)를 통과시킨 후에 여과액을 이용하여 분석하였다. pH는 Electrode pH meter(Model 220; Denver instrument, Bohemia, NY, United States)를 이용하였다. 유기산 분석(Acetic acid, Butyric acid,

Table 1. High performance liquid chromatography (HPLC) conditions for the organic acid analysis.

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

Lactic acid)은 High Performance Liquid Chromatography(HPLC; Waters 2695; Waters, Milford, MA, United States)를 사용하였으며, 여과액을 0.45*um* membrane 필터를 통과시킨 후 Table 1의 조건하에 HPLC에 주입 후 분석하였다.

5. 통계분석

이 실험에서 통계분석은 R(Ver 3.2.3, 2015, The R Foundation for statistical computing platform)을 이용하였다. 분산분석을 실시한 후에, Duncan's multiple range test(DMRT)로 5% 유의수준에서 처리간의 통계분석을 하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 수확시기에 따른 수분함량변화

밀 품종별 수확시기에 따른 곡실 수분함량의 변화는 Fig. 1과 같았다. 발효에 중요한 요인인 수분함량은 수확시기가 늦어짐에 따라 감소하는 경향을 보였다. 출수 후 30일에는 평균 61.6%에서 시작하여 36일차에는 49.5%, 39일차에는 46.4%가 되었으며 42일차에는 42.8%까지 떨어졌다(p<0.05).

수분함량은 출수 후 30일에 백중이 63.7%로 가장 높았으며, 다음으로 고소가 61.8%, 금강이 60.4%로 가장 낮았다. 출수 후 42일째 수분함량은 금강이 44.3%로 가장 높았으며, 다음으로 조경이 43.6%였으며, 연백이 41.1%로 가장 낮았다. 출수 후 42일째 수분함량은 평균 42.8%로서 40% 이상을 보여, 안정된 발효에 유리한 수분함량을 보였다.

Song et al.(2015)은 금강밀을 이용한 시험에서 출수 후 35일에 수분함량은 48.8%, 40일에는 43.2%, 45일에는 40.0%미만의 수분을 보였다고 보고하였고, Change et al.(1987)은 수원지역에서 밀 수확시기에 따른 수분함량을 보고하였는데, DAH 35일 때 평균 수분함량은 45.0%였으며, 40일에서는 31.4%까지 떨어져 본 실험에서보다는 더 빠른 속도로 감소하였다. 이는 전주와 위도 차이로 파종부터 출수까지의 수원의 평균기온평균기온이 낮아 출수기, 성숙기가 늦어지고, 성숙기 에 따른 온도가 달라졌기 때문이라고 생각한다.

2. 생육특성

밀 출수기는 고소, 금강, 연백, 조경은 4월20일로 같았으며, 백중은 4월 21일로 하루 늦었다. 도복 정도는 고소가 가장 강하였으며, 금강, 연백, 조경은 약하였다(Table 2). 간장은 연백, 백중이 각각 88cm, 86cm로 길었으며, 고소, 금강이 81cm로 가장 작았고 전체 평균은 84cm였다. 수장은 고소가 9.7cm로 가장 길었으며, 백중이 8.3cm로 가장 작았고 전체평균은 8.7cm였다. 경수는 백중이 824개/m^{2}로 가장 많았으며, 고소가 641개/m^{2}로 가장 적었으며, 전체평균은 762개/m^{2}였다. 수당립수는 고소, 연백이 37개로 많았으며, 금강이 25개로 가장 적었고, 전체평균은 33개였다.

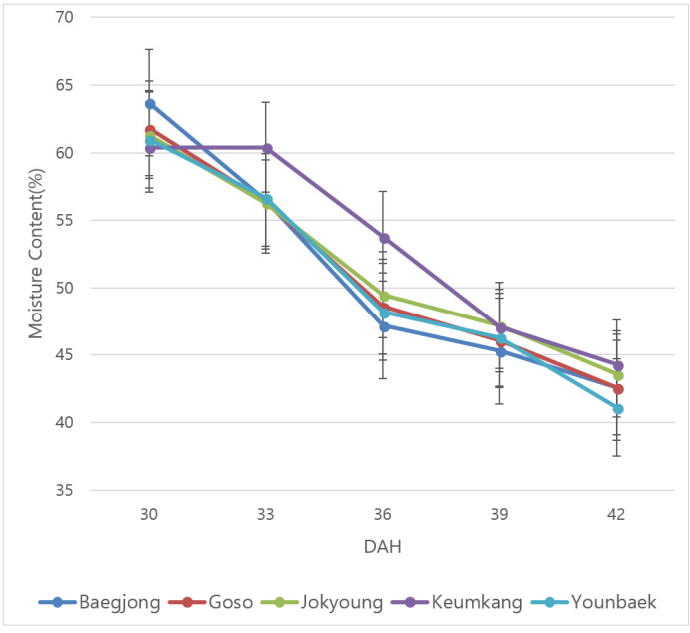


Figure 1. Moisture content of wheat grain according to days after heading (DAH).

Table 2. Average growth characteristics of wheat in field. (Jeonju, 2014～2016)

Variety	Heading date	Lodging (0~9)	Culm length (cm)	Spike length (cm)	No. of spike per m^2	No. of grains per spike
Baegjoong	April 21	2	86	8.3	824	31
Goso	April 20	0	81	9.7	641	37
Jokyoung	April 20	3	82	8.5	758	33
Keumkang	April 20	3	81	8.6	777	25
Younbaeg	April 20	3	88	6.4	808	37
Mean	April 20	2	84	8.7	762	33

Table 3. Average yield performance of wheat with respect to DAH. (Jeonju, Korea 2014～2016)

Variety	Yield(T/ha)					
	Baegjoong	Goso	Jokyoung	Keumkang	Younbaeg	Mean
DAHz30	2.36	2.96	2.34	2.34	2.95	2.59[d]
DAH33	3.33	3.62	3.53	3.31	3.51	2.82[c]
DAH36	3.88	4.39	4.45	3.98	4.89	3.46[b]
DAH39	4.72	5.03	4.93	4.31	5.16	4.54[ab]
DAH42	4.77	6.15	5.44	4.94	5.47	5.57[a]
Mean	3.81	4.43	4.14	3.78	4.40	3.60

[a-d] Different superscripts in the same column indicate significant difference (p<0.05).
[z] Days after Heading.

3. 수확시기에 따른 밀 수량특성

밀 출수 후 수확 일수별 수량성을 보면(Table 3) 출수 후 30일차에 2.59T/ha이었으며, 36일차에는 3.46T/ha, 42일차에는 5.57T/ha이었으며 출수 후 42일차의 수량이 가장 많았다. (p<0.05). 품종별로는 고소가 출수 후 42일차에 6.15T/ha로 가장 많았으며, 백중이 4.77T/ha로 가장 적었다. Chang et al.(1987)의 출수 후 일수에 따른 밀 전분합성을 보면 출수 후 15일에서 35일 사이에 전분함량이 직선적으로 증가하고, 출수 후 40일 정도가 되면 증가가 정체된다고 보고 하였다. Song et al.(2015)은 금강밀의 수량이 35일에 4.82T/ha, 40일에는 4.82T/ha, 45일에는 5.48T/ha였으며 모두 유의적 차이를 보인다고 보고 하였다. 본 연구에서도 30일부터 39일까지 수량은 유의적으로 증가하였으며, 42일에 5.57T/ha로 수량이 최대였으나, 39일과는 유의적 차이를 보이지 않았다. 그 이유는 출수 후 급속한 단백질, 탄수화물 등이 증가하는 과정을 거쳐서, 배가 완성되는 시기로 생리적 성숙기에 도달하고, 이후는 수분이 감소하는 과정을 거치기 때문일 것으로 판단된다(Kim and Chang, 1985).

4. 수확시기에 따른 밀 곡실 발효사료의 발효품질

밀 수확시기에 따른 pH는 출수 후 30일차에는 pH 3.8로 가장 낮았는데, 차츰 증가하여 42일차에 pH 4.5로 가장 높았다 (Table 4). 33일차부터 39일차까지는 pH 3.8~4.0로 안정된 발효를 보였다. 유기산 분석의 경우 초산은 출수 후 30일에 0.53%이었으며, 36일차와 39일차에 3.63%로 가장 높았으며, 42일차에는 0.57%로 감소하였으나 유의적 차이는 보이지 않았다. 낙산은 30일차부터 39일차까지는 0%였으나 42일차에는 0.06%로 높아졌다. 젖산의 경우는 30일차에 3.08%로 시작하여 33일차에 3.75%로 가장 높았으며 이후 감소하여 42일차에 1.10%로 가장 낮았으나 유의적 차이는 없었다(p<0.05). Song et al.(2015)이 금강밀의 유기산 분석에서 초산과, 낙산은 유의적 차이를 보이지 않았고, 젖산은 35일차에 5.34%, 40일에 2.56%, 45일에 2.34%로 유의적 차이를 보였다고 한 것보다는 젖산의 함량이 더 낮게 측정되었다. 젖산발효 중에서는 가용성 탄수화물 함량 및 수분함량이 출수 후 일수에 따라 발효에 적합하지 않아 젖산 함량이 감소하기 때문에, pH는 출수 후 35일부터 차츰 증가하여, 42일차에 최고가 된 것으로 판단된다. 이는 겉보리 곡실 발효사료에서도 비슷한 추세를 보이는데 출수 후 24일에 pH3.8로 가장 낮으며, 출수 후 36일차에는 pH4.2를 거쳐 39일차에는 pH5.2까지 증가하여 곡실 발효사료에 적합하지 않았다(Park et al., 2017).

5. 수확시기에 따른 밀 곡실 발효사료의 사료가치

밀 수확시기에 따른 조단백질의 함량은 출수 후 30일차에 13.1%로 가장 낮았으며, 이후 날짜가 지남에 따라 증가하여, 42일차에 14.0%로 가장 높았다(Table 5)(p<0.05). 조지방은 2.0~2.1%로 유의적 차이를 보이지 않았다. 조섬유는 출수 후 30일 4.0%로 가장 높았으며 42일차에 2.4%로 가장 낮았다 (p<0.05). 조회분은 출수 후 30일에 2.4%로 가장 높았으며, 이후 낮아져서 42일차에는 1.8%로 가장 낮았다(p<0.05). 소에 대한 TDN는 출수 후 36일차에 84.3%로 가장 높았으며, 30일차에 83.3%으로 가장 낮았으나 유의성은 보이지 않았다. FAO.(2004)에서 밀의 조단백질 함량은 11.0~14.0%라고 하였으며, Song et al.(2015)은 밀 금강의 조단백질 함량이 출수 후 35일 13.4%에서 42일에는 14.3%로 증가하는 것을 보고한 바 있는데 본 결과와 유사하였다. 춘파밀 연구에서도 알곡의 전체 질소 함량이 출수 후 33일 2.56%에서 출수 후 65일에는 2.78%까지 증가하여 비슷한 경향치를 보였다(Woodman and Engledow, 1924). 밀은 출수 후 생리적 성숙기에 도달시 까지 전분의 함량이 지속적으로 증가하고, 조섬유 함량은 감소한 것이 TDN의 감소에 영향을 준 것으로 판단된다.

Table 4. Average pH and organic acid content of the wheat silage harvested with respect to DAH.
(Jeonju, 2014～2016)

DAH	Variety	pH	Organic acids		
			Acetic acid	Butyric acid	Lactic acid
			%, DM		
30	Baegjoong	3.8	0.45	0.00	2.06
	Goso	3.9	0.57	0.00	1.25
	Jokyoung	3.8	0.69	0.00	4.75
	Keumkang	3.8	0.49	0.00	6.23
	Younbaeg	3.8	0.47	0.00	1.12
	Mean	3.8b	0.53	0.00	3.08
33	Baegjoong	3.8	0.48	0.01	6.77
	Goso	3.9	0.52	0.00	1.17
	Jokyoung	3.9	0.58	0.00	1.10
	Keumkang	3.9	0.55	0.00	8.88
	Younbaeg	3.9	0.42	0.00	0.82
	Mean	3.9b	0.51	0.00	3.75
36	Baegjoong	4.0	0.53	0.00	4.59
	Goso	3.9	0.66	0.00	0.92
	Jokyoung	3.9	0.71	0.00	3.84
	Keumkang	3.9	0.64	0.00	6.21
	Younbaeg	4.0	0.63	0.00	1.08
	Mean	3.9b	0.63	0.00	3.33
39	Baegjoong	4.1	0.77	0.00	2.73
	Goso	4.1	0.53	0.00	0.73
	Jokyoung	4.0	0.83	0.00	3.05
	Keumkang	3.9	0.50	0.00	2.67
	Younbaeg	4.0	0.52	0.00	0.81
	Mean	4.0b	0.63	0.00	2.00
42	Baegjoong	4.4	0.44	0.00	0.80
	Goso	5.2	0.44	0.00	0.44
	Jokyoung	4.1	0.82	0.00	2.41
	Keumkang	4.2	0.63	0.00	1.16
	Younbaeg	4.6	0.55	0.32	0.71
	Mean	4.5a	0.57	0.06	1.10

[a-b] Different superscripts in the same column indicate significant difference (p<0.05).

Table 5. Average feed quality of wheat silage with respect to DAH. (Jeonju, 2014～2016)

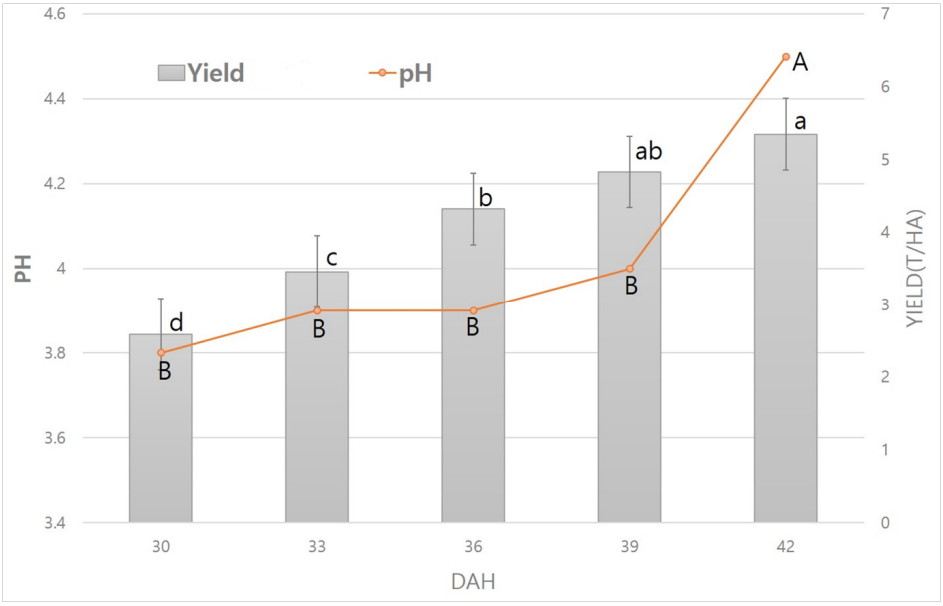
DAH	Variety	CPz (%)	EE (%)	CF (%)	CA (%)	NFE (%)	TDN_Cattle(%)
30	Baegjoong	11.7	2.1	3.8	2.2	69.7	84.5
	Goso	13.0	2.2	4.6	2.7	66.7	82.7
	Jokyoung	13.1	2.2	4.3	2.5	67.1	83.0
	Keumkang	15.2	2.3	3.9	2.3	65.4	83.2
	Younbaeg	12.4	2.0	3.6	2.3	68.6	83.1
	Mean	13.1b	2.1	4.0a	2.4a	67.5b	83.3
33	Baegjoong	12.4	1.9	3.1	2.1	71.9	85.3
	Goso	13.5	2.3	3.8	2.2	67.4	83.5
	Jokyoung	13.3	2.2	3.3	2.1	68.9	83.9
	Keumkang	15.3	2.2	3.3	2.2	66.1	83.4
	Younbaeg	12.8	2.1	3.5	2.2	68.8	83.4
	Mean	13.4ab	2.1	3.4b	2.2b	68.6ab	83.9
36	Baegjoong	12.8	1.9	2.9	1.9	72.0	85.5
	Goso	13.5	2.1	2.8	1.9	69.1	84.2
	Jokyoung	12.8	2.2	3.0	2.0	70.3	84.2
	Keumkang	14.8	2.2	2.8	1.9	68.1	84.1
	Younbaeg	12.8	1.9	3.1	2.0	70.0	83.8
	Mean	13.3ab	2.0	2.9c	1.9c	69.9a	84.3
39	Baegjoong	13.9	1.9	2.7	1.8	68.7	82.9
	Goso	13.9	2.0	3.2	1.9	69.0	83.6
	Jokyoung	13.6	2.0	2.8	1.9	70.6	84.1
	Keumkang	13.7	2.2	2.8	1.9	69.9	84.5
	Younbaeg	13.6	2.0	2.6	1.8	69.9	84.0
	Mean	13.7ab	2.0	2.8c	1.8c	69.6a	83.8
42	Baegjoong	13.9	1.8	2.5	1.9	68.6	83.2
	Goso	13.9	1.9	2.2	1.7	70.9	84.2
	Jokyoung	13.1	2.1	2.7	1.9	70.3	84.0
	Keumkang	15.2	2.2	2.4	1.9	68.8	84.2
	Younbaeg	14.1	1.9	2.3	1.8	70.4	84.3
	Mean	14.0a	2.0	2.4d	1.8c	69.8a	84.0

[a-d]Different superscripts in the same column indicate significant difference (p<0.05).

[z] CP: crude protein, EE: ether extract, CF: crude fiber, CA: crude ash, NFE: nitrogen free extract, TDN: total digestible nutrient.

6. 출수 후 수확일수에 따른 밀 곡실 발효사료 최적수확 시기

밀 수확시기에 따른 조지방, TDN은 유의적 차이를 보이지 않았으며, 조단백, 조섬유, 조회분, 가용무질소물(NFE)은 유의적 차이를 보였다. 사료가치에서 TDN 함량이 유의한 차이를 보이지 않으므로, 곡실 발효사료 제조시 고려할 요인은 수량과 발효를 고려할 필요가 있다. 밀은 수량은 출수 후 30일부터 유의적 차이를 보이면서 증가하여 42일차 5.57T/ha까지 증가하였다(p<0.05). 발효의 중요 지표인 pH의 경우 30일차에 pH3.8에서 시작하여 39일차까지는 pH4.0으로 발효에 적합하였으나, 42일차에는 pH4.5까지 상승하여 고소, 영백 등 일부 품종의 경우 발효에 적합하지 않았다. 젖산의 함량도 33일차에는 3.75%로 최고였으며, 이후 39일, 42일차에는 2.00%, 1.10%로 하락하였지만 유의성이 없었다(p<0.05). 따라서 사료가치, 발효, 수량 등 3가지 조건을 동시에 만족시키는 것은 출수 후 39일차가 적합할 것으로 보인다(Fig. 2). Seo et al.(2004) 일반 총체밀 사일리지의 경우의 수확시기는 유숙후기에서 황숙기 이전인 5월 하순을 추천하고 있으며, 이때의 수분함량은 60% 내외가 되어 사일리지에 적합하다. 또한 곡실사료용 밀은 출수 후 40일 이후가 되면 수분 함량 40% 내외에서 생리적 성숙기가 완성된다고 보고하였다(Kim et al., 1985). 따라서 밀



[a-e] Different superscripts in the column show the significant difference (p<0.05).
[A-B] Different superscripts in the curve show the significant difference (p<0.05).
Figure 2. Yield and pH of wheat grain according to DAH (2014 ~ 2016).

을 곡실 발효사료로 이용시에는, 수확시기가 청보리, 밀 총체 사일리지용과 곡실사료의 사이에 위치하게 되어, 수확시기의 노동력 분산이 가능하여, 고가의 농기계 이용률을 높일 수 있다. 또한 수확시기도 기존의 6월 중순에서 6월 초가 되어 밀의 후작물인 벼의 안정생산에 기여할 수 있다.

Ⅳ. 요 약

출수 후 수확일수에 따라 수량 및 사료가치를 고려해 보면 밀 수량은 출수 후 30일부터 42일까지 유의적으로 증가하였으며(p<0.05), 최대 수량은 42일차에 5.57T/ha이었는데, 39일, 42일차와는 유의적 차이를 보이지 않았다. 사료가치의 경우 조단백, 조섬유, 조회분의 경우 유의적 차이를 보이나, 조지방, TDN의 경우 유의적 차이를 보이지 않았다(p<0.05). 발효에 영향을 주는 pH는 30일부터 39일까지는 pH 3.8-4.2까지 안정을 유지하다가 42일차부터는 pH4.5로 증가하여 일부 품종의 경우 발효에 적합하지 않았다(p<0.05). 따라서 밀의 곡실 발효사료 제조를 위한 최적 수확시기는 출수 후 39일차였다.

Ⅴ. 사 사

본 연구는 농촌진흥청 Agenda 사업(과제번호: PJ01171501)의 지원에 의해 수행된 결과의 일부입니다.

Ⅵ. REFERENCES

AOAC. 1995. Official method of analysis (15th ed.) Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.

Chang, H.G., Kyung, K.H. and Kim, S.K. 1987. Changes in carbohydrate components of hard and soft wheat during kernel maturation. Korean Society of Food Science and Technology. 19:69-74.

Cho, S.B., Kim, C.H., Hwang, O.H., Park, J.C., Kim, D.W., Sung, H.G., Yang, S.H., Park, K.H., Choi, D.Y. and Yoo, Y.H. 2011. The Effect of Fermented Diet with Whole Crop Barley Silage on Fecal Shape and Odorous Compound Concentration from Feces in Pregnant Sows. Journal of Housing and the Built Environment. 17:145-154.

Food and Agriculture Organization. 2004. Animal production and health, protein sources for the animal feed industry. pp. 167-184.

Food and Agriculture Organization. 2016. World food situation: FAO cereal supply and demand brief. p.1.

Gill, D.R., Oldfield, J.E. and England, D.C. 1966. Comparative values of hulless barley, regular barley, corn and wheat for growing pigs. Journal of Animal Science. 25:34-36.

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 Journal of Breeding Science. 47:339-344.

Kim, K.J. and Chang, H.G. 1985. Changes in milling properties during maturation of wheat kernel. Journal of Korean Society of Crop Science. 30(4):381-387.

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2011. Feed process guide book. p.28.

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2016. Statistical Year Book of Agriculture and Food. p.287.

Lee, H.W., Kim, Y.Y., and Chang, J.S., 2015. Feed science. KNOU press. Seoul. p.7.

Owens, F.N., Secrist, D.S., Hill, W.J. and Gill, D.R. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. Journal of Animal Science. 75:868-879.

R Ver 3.2.3. 2015. The R Foundation for statistical computing platform.

Park, J.H., Oh, Y.J., Cheong, Y.K., Song, T.H., Park, T.I., Lee, K.W., Kim, K.H. Kim, Y.K., Park, J.C. and Kim, B.K. 2017. Feed value and fermentation quality of covered barley grain silage with respect to days after heading in Honam region of Korea. Journal of Korean Society of Crop Science. 62:16-23.

Rural Development Administration (RDA). 2012. Agricultural science and technology of analysis based on research. pp. 315-374.

Seo Kim, Lee, W.H., Lee, J.H., Park, T.I., and Choi, G.J. 2004. Honam. Grassland and Forage Science. 24:217-224.

Song, T.H., Oh, Y.J., Kang, H.J. Park, T.I., Chenong, Y.K., Kim, Y.K. and Kim, B.K., 2015. Effect of Feed Value and Fermentative Quality According to Harvesting Time of Barley and Wheat Grain Silage. The Korean Society of Crop Science. 60:174-179.

Woodman, H.E., and Engledow, F.L. 1924. A chemical study of the development of the wheat grain. The Journal of Agricultural Science. 14:563-586.

(Received : March 30, 2018 | Revised : June 20, 2018 | Accepted : June 21, 2018)