

Research Article

영남산간지역에서 파종 및 수확시기에 따른 봄과 가을 귀리의 조사료 수량과 사료가치

한옥규¹, 구자환¹, 민형규², 이혁준³, 주영호³, 이성신³, 오정식², 정기한⁴, 김삼철^{3,*}
¹국립식량과학원 중부작물부, ²산청군 농업기술센터,
³경상대학교 응용생명과학부(BK21Plus, 농업생명과학연구원), ⁴경상남도청 축산과

Effect of Sowing and Harvest Time on Forage Yield and Feed Value of Spring and Fall Oats at Youngnam Mountain Area

Ouk-Kyu Han¹, Ja-Hwan Ku¹, Hyeong-Gyu Min², Hyuk-Jun Lee³, Young-Ho Joo³, Seong-Shin Lee³,
Jung-Sik Oh², Ki-Han Jung⁴, Sam-Churl Kim^{3,*}

¹Central Area Crop Breeding Division, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon, 16429, Korea

²Sancheong Agricultural Technology Center, Sancheong, 52221, Korea

³Division of Applied Life Science (BK21Plus, Institute of Agricultural and Life Science), Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea

⁴Livestock Division, Gyeongnam Provincial Government, Jinju, 52732, Korea

ABSTRACT

This study estimated the effect of sowing and harvesting dates on dry matter (DM) yield and feed value of forage oats at Sancheong, Korea. The forage oats (Darkhorse vs. Highspeed) were used in this experiment. The experimental main plots consisted of the different sowing and harvesting dates at 2 seasons as follows: spring oats of sowing (February 25, March 3 and March 13) and harvesting (May 27, June 6 and June 16); and fall oats of sowing (August 15, August 25 and September 4) and harvesting (October 15, October 25 and November 4). On spring oats, Highspeed sown on March 3 and then harvesting on June 6 had the highest ($p<0.05$) plant length and DM yield. Crude protein content decreased ($p<0.05$) in seed of the delayed-harvesting Highspeed. On fall oats, plant length and DM yield with the delayed-harvesting date increased ($p<0.05$), while crude protein content of the delayed-harvesting Highspeed decreased ($p<0.05$). This study concluded that the spring oat sown in early March and then harvesting in early June was recommended to increase dry matter and feed value although the fall oat sown in end August and then harvesting in early November was recommended for fall period.

(Key words : Oat, Forage yield, Forage Quality)

I. 서론

지구 온난화로 인한 기상이변과 국제유가 상승은 국제 곡물가격 상승에 영향을 끼쳐 사료 구입비 증가 등 국내 축산농가의 경영악화를 초래하고 있다(Song et al., 2009). 또한 FTA 체결과 시장개방으로 인한 축산물 수입 등으로 인해 국내 축산 농가들은 값싼 수입산 축산물과 경쟁해야 하는 커다란 위협과 도전에 직면하고 있는 실정이다. 이에 대외 경쟁력 향상을 위해서는 현재 축산 농가의 생산비 중에 50% 이상을 차지

하고 있는 사료비를 절감할 수 있는 방안 모색이 절실하다. 우리나라는 사료용 곡물의 90% 이상을 수입에 의존하고 있는 반면, 조사료는 자급률이 80% 내외로 지속적인 조사료 생산 확대를 통하여 곡물사료를 대체하려는 노력을 기울이고 있다(Heo et al., 2005).

국내 조사료 생산은 주로 동계 사료작물에 집중되면서 기후조건이 적합한 호남지역에 편중되어 생산되고 있는 실정으로, 지역 내 수요와 공급이 공존하는 로컬피드(local feed) 개념의 지역기반 연중 조사료 생산체계 개발이 시급하다. 즉,

* Corresponding author : Sam Churl Kim, Division of Applied Life Science (BK21Plus, Insti. of Agri. & Life Sci.), Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea, Tel: +82-55-772-1947, Fax: +82-55-772-1949, E-mail: kimsc@gnu.ac.kr

조사료 소비지역에서 가장 적합한 사료작물을 생산함으로써 조사료 자급률 향상 및 지역 특화 고부가가치 축산물 생산을 통하여 농가소득 증대에 기여할 수 있다.

사료작물 중 귀리는 밀·옥수수·벼·보리 다음으로 생산량이 많고, 생육속도가 빠르고 척박한 토양에서도 수량이 높으며 (Shin and Kim, 1993), 단백질 함량이 높아 1980년부터 양질의 조사료 공급원으로서 많이 이용되어 왔다(Soon and Oh, 2017). 또한 혈중 콜레스테롤 함량을 떨어뜨리는 작용을 하는 β -D-glucan이 함유되어 있어(Thompson and Day, 1959; Varma et al., 2016) 식용으로도 많이 이용되고 있다. 우리나라에서 귀리는 생육이 빨라 사초용으로 3월부터 6월까지의 봄 재배와 9월부터 11월까지의 가을 재배에 이용이 가능한 단기 다수성 사초이다(Shin and Kim, 1995). 귀리는 다른 맥류에 비해 추위에 약해 주로 제주도를 비롯한 남부지방에 편중되어 생산이 이루어져 왔으나, 최근에는 내한성이 강한 국내 귀리 품종이 개발되면서 여러 지역에서 월동이 가능하고 월동 후 생육이 진행되면서 조사료 수량이 증가한다고 보고되었다(Han et al., 2009; Ju, 2009; Park et al., 2007; Shin et al., 2014). 또한 가을 재배용 품종인 다크호스와 하이스피드 품종이 육성되어 외국산 품종을 대체하여 농가에 보급되고 있는데, 생산지역별 파종 시기와 수확 시기에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 국내에서 개발된 귀리 품종인 다크호스와 하이스피드의 봄 및 가을 재배 시 적정 파종 시기 및 수확 시기에 따른 생산성과 사료가치를 검토함으로써 경남 산청 등 영남산간지역 맞춤형 작부체계 구축을 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재배방법

재배시험은 경남 산청군 오부면 소재 논(35°29'53.5"N, 127°53'21.9"E)에서 2015년 2월부터 11월까지(1차), 2016년 2월부터 11월까지(2차) 2회에 걸쳐 춘파와 추파로 구분하여 실시하였다. 시험에 사용된 귀리 품종은 국내에서 육성된 다크호스와 하이스피드였다. 춘파는 2월 21일, 3월 3일 및 3월 13

일에 파종을 실시하여 5월 27일, 6월 6일 및 6월 16일에 각각 수확하였다. 추파는 8월 15일, 8월 24일 및 9월 5일에 파종을 실시하여 10월 15일, 10월 25일 및 11월 4일에 각각 수확하였다. 시험 포장지 토양의 이화학적 특성은 Table 1과 같았다. 토양비옥도는 pH 4.9, 유기물 18 g/kg, 유효인산 50 mg/kg, 유효규산 303 mg/kg, 칼륨 0.63 cmol⁺/kg, 칼슘 3.1 cmol⁺/kg 및 마그네슘 0.4 cmol⁺/kg으로 양토였다. 시험기간 산청지역의 기온과 강수량은 Table 2와 같았다. 시험기간 평균기온은 최근 5년간 평균기온과 큰 차이를 보이지 않았으나, 시험기간 중 8월과 9월의 평균 강수량은 최근 5년간 평균 강수량에 비해 각각 84 mm와 104 mm 적었다. 파종방법은 휴립광산파를 실시하였으며, 시험구 당 면적은 600 m², 배치는 난괴법으로 3반복하였다. 파종량은 200 kg/ha로 하였으며, 시비량은 ha당 질소(N) 60 kg, 인산 50 kg 및 칼리 40 kg로 밑거름을 하고, 식물이 20 cm정도 자랐을 때 ha당 질소 60 kg를 추가로 시비하였다.

2. 조사방법

수확시기에 귀리의 초장과 건물수량을 조사하였다. 초장은 농촌진흥청 농사시험연구조사기준(RDA, 2003)에 준하였으며, 건물수량은 시험구 600 m²에서 가운데 6 m²을 예취하여 10a당 수량으로 환산하였으며, 생초 1 kg을 채취하여 65°C 순환식 열풍건조기에 72시간 이상 건조시킨 후 무게를 측정하여 건물률(Dry matter, DM %)을 계산하였고, 건물률을 생초 중량에 곱하여 건물수량을 계산하였다. 건물수량을 조사한 귀리는 cutting mill(Shinmyung Electric, Daegu, Korea)를 이용하여 분쇄하고 1 mm screen를 통과한 시료를 분석용 시료로 이용하였다. 조단백질(crude protein, CP) 함량은 AOAC(1990) 분석법에 준하여 Kjeldahl(B-324, 412, 435 and 719)Titrimo, BUCHI, Essen, Germany) 장치를 이용하였고, neutral detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF) 함량은 Van soest(1991)법에 준하여 Ankom²⁰⁰ fiber analyzer(Ankom Technology, Macedon, NY, USA)를 이용하여 분석하였다.

Table 1. Chemical properties of soil in experimental field

pH (1:5H ₂ O)	OM* (g/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Av. SiO ₂ (mg/kg)	Ex. Cat. (cmol ⁺ /kg)		
				K	Ca	Mg
4.9	18	50	303	0.63	3.1	0.4

*OM = organic matter; Ex. Cat = expressing cation.

Table 2. Means of temperature and precipitation during the experimental period in Sancheong, South Korea

Year	Month	Mean temp. (°C)	Precipitation (mm)
2015	February	2.4	40.0
2016		2.5	46.8
2015~2016		2.5	43.4
2012~2016		2.1	33.2
2015	March	7.0	59.3
2016		7.7	75.0
2015~2016		7.4	67.2
2012~2016		7.5	77.8
2015	April	13.0	165.6
2016		14.2	233.7
2015~2016		13.6	199.7
2012~2016		13.0	160.7
2015	May	18.7	96.1
2016		19.1	161.2
2015~2016		18.9	128.7
2012~2016		17.6	107.8
2015	June	21.1	95.7
2016		22.0	73.1
2015~2016		21.6	84.4
2012~2016		21.3	71.0
2015	August	24.3	191.5
2016		26.4	112.3
2015~2016		25.4	151.9
2012~2016		25.0	235.9
2015	September	19.4	91.6
2016		20.8	347.0
2015~2016		20.1	219.3
2012~2016		20.8	323.7
2015	October	14.4	61.0
2016		15.5	190.9
2015~2016		15.0	126.0
2012~2016		15.6	104.9
2015	November	12.4	108.0
2016		8.2	17.5
2015~2016		10.3	62.8
2012~2016		9.3	74.7

3. 통계처리

통계분석은 GLM SAS program(SAS, 2002)을 이용하여 실시하였다. 분석 모델에는 품종(Cultivar effect), 파종시기(Sowing date effect), 수확시기(Harvesting date effect) 및 각 요인의 상호효과(Interaction effect)를 포함하여 분석하였다. 한편 시험구 간 유의성 검증은 Tukey test를 이용하여 분석하였다($p < 0.05$).

III. 결과 및 고찰

1. 춘파시험

1) 초장과 건물수량

춘파 귀리의 품종, 파종시기 및 수확시기가 초장과 건물수량에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3과 같았다. 초장은

품종과 수확시기에는 영향을 받지 않았으나, 파종시기는 빠를수록 큰 것으로 나타났다($p=0.011$, 124.3 vs. 122.3 vs. 116.8 cm). 특히 하이스피드를 3월 3일에 파종하여 6월 6일에 수확하였을 때 초장이 131 cm로 가장 크게 나타났다($p<0.05$). 건물수량은 품종과 수확시기 간에는 상이한 결과를 보였지만 (CUL × HARVEST interaction, $p=0.002$), 하이스피드가 다크호스에 비해 건물수량이 많았으며($p=0.044$, 1,312 vs. 1,211 kg), 수확시기는 6월 6일 수확이 5월 27일 수확에 비해 많았다($p=0.044$, 1,310 vs. 1,178 kg). 한편 파종시기와 수확시기를 고려해 볼 때 하이스피드를 3월 3일 파종하여 6월 6일 수확한 시험구가 건물수량이 가장 많은 반면, 다크호스를 3월 3일 파종하여 5월 27일 수확하거나 3월 13일 파종하여 5월 27일 또는 6월 6일 수확한 구가 가장 적었다($p<0.05$, 1,495 vs. 1,015 & 1,015 & 1,107 kg). 본 연구에서 사용된 품종들은 6

월 6일 수확까지는 초장이 지속적으로 증가하는 양상을 보이다가 6월 16일에 수확 시 감소하였는데, 이는 귀리가 유숙기까지는 성장하여 초장이 증가하였으나 그 이후부터는 초장의 생장이 정지되었기 때문인 것으로 사료되었다(Shin and Kim, 1995). 다크호스에서 수확시기가 늦어질수록 건물수량이 증가하였는데, 이는 수확시기가 늦어짐에 따라 유효적산온도가 증가하기 때문으로 사료되었다(Lee and Kim, 1999). 한편 본 시험에서 초장은 파종시기가 빠를수록 큰 것으로 나타났는데, 이는 Kim and Kim(1992)과 Park et al.(2016)이 파종시기가 늦어짐에 따라 귀리의 초장이 유의적으로 감소하였다고 보고한 결과와 동일하였다. 또한 Han et al.(2012)에서도 파종시기가 봄에서 여름으로 갈수록 초장이 짧아지는 경향을 보였는데, 이는 Cho et al.(2004)이 보고한 바와 같이 봄에는 낮은 온도와 일장이 짧아 잎과 줄기의 생장이 유지되지만 봄이

Table 3. Effects of sowing and harvesting date on plant length and dry matter yield of spring oat

Cultivar	Sowing date	Harvesting date	Plant length (cm)	Dry matter yield (kg/10a)
Darkhorse	Feb. 23	May. 27	122 ^{ab}	1124.8 ^b
		Jun. 6	128 ^{ab}	1328.8 ^{ab}
		Jun. 16	123 ^{ab}	1318.6 ^{ab}
	Mar. 3	May. 27	123 ^{ab}	1014.5 ^b
		Jun. 6	128 ^{ab}	1331.4 ^{ab}
		Jun. 16	124 ^{ab}	1427.3 ^{ab}
	Mar. 13	May. 27	120 ^{ab}	1014.9 ^b
		Jun. 6	120 ^{ab}	1106.8 ^b
		Jun. 16	116 ^{ab}	1238.6 ^{ab}
Highspeed	Feb. 23	May. 27	127 ^{ab}	1195.2 ^{ab}
		Jun. 6	124 ^{ab}	1343.3 ^{ab}
		Jun. 16	122 ^{ab}	1264.2 ^{ab}
	Mar. 3	May. 27	124 ^{ab}	1377.6 ^{ab}
		Jun. 6	131 ^a	1495.1 ^a
		Jun. 16	104 ^b	1173.7 ^{ab}
	Mar. 13	May. 27	118 ^{ab}	1338.3 ^{ab}
		Jun. 6	121 ^{ab}	1260.5 ^{ab}
		Jun. 16	106 ^{ab}	1358.6 ^{ab}
SEM			12.18	175.64
Contrast*	CUL		0.190	0.044
	SOW		0.011	0.397
	HARVEST		0.290	0.021
	CUL*SOW		0.650	0.138
	CUL*HARVEST		0.121	0.002
	SOW*HARVEST		0.526	0.589
	CUL*SOW*HARVEST		0.441	0.141

^{a,b}Means in the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

*CUL = cultivar; SOW = sowing date; HARVEST = harvesting date; CUL*SOW = cultivar*sowing date; CUL*HARVEST = cultivar*harvesting date; SOW*HARVEST = sowing date*harvesting date; CUL*SOW*HARVEST = cultivar*sowing date*harvesting date.

지날수록 온도가 높아지고 일장이 길어지면서 생식생장을 촉진하여 잎과 줄기의 성장이 멈추어 초장이 짧아지는 것으로 사료되었다.

2) 사료가치

춘과 귀리의 품종, 파종시기 및 수확시기가 사료가치에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 4와 같았다. 건물질($p=0.001$, 27.1 vs. 43.0 vs. 56.7 %)은 수확시기가 늦어질수록 크게 증가하였으며, 다크호스를 2월 23일 파종하여 6월 16일 수확한 구에서 가장 높았던 반면, 다크호스를 3월 13일 파종하여 5월 27일 수확하거나 하이스피드를 3월 13일 파종하여 5월 27일 수확한 구에서 가장 낮았다($p<0.05$, 63.1 vs. 26.0 & 24.4 %). 조단백질 함량은 2월 23일 파종이 3월 3일 파종에

비해 높았으며($p=0.018$, 8.67 vs. 7.69 %), 수확시기는 5월 27일 수확이 6월 16일 수확에 비해 높았다($p=0.001$, 8.77 vs. 7.14 %). 한편 다크호스를 2월 23일 파종하여 5월 27일 수확한 구에서 조단백질 함량이 가장 높은 반면, 동일한 품종을 3월 13일 파종하여 6월 16일에 수확한 구가 가장 낮았다($p<0.05$, 9.79 vs. 6.33 %). NDF 함량은 품종, 파종시기 및 수확시기 간에 상호작용이 있었다(CUL × SOW × HARVEST interaction, $p=0.003$). 품종 간에서는 다크호스가 하이스피드에 비해 높았고($p=0.001$, 58.2 vs. 55.8 %), 수확시기는 5월 27일 수확이 6월 6일 수확에 비해 높았다($p=0.001$, 58.22 vs. 55.1 %). 한편 다크호스를 3월 13일 파종하여 6월 16일 수확한 구의 NDF 함량이 가장 높은 반면, 하이스피드를 2월 23일 파종하여 6월 6일 수확한 것이 가장 낮았다($p<0.05$, 62.2 vs.

Table 4. Effects of sowing and harvesting date on chemical compositions of spring oat (% , DM)

Cultivar	Sowing date	Harvesting date	DM	CP	NDF	ADF
Darkhorse	Feb. 23	May. 27	27.4 ^{ef}	9.79 ^a	58.8 ^{abc}	34.5
		Jun. 6	48.7 ^{abcd}	9.38 ^{ab}	56.8 ^{bc}	33.7
		Jun. 16	63.1 ^a	7.78 ^{abc}	58.5 ^{abc}	33.4
	Mar. 3	May. 27	27.1 ^{ef}	7.44 ^{abc}	59.4 ^{ab}	34.8
		Jun. 6	46.8 ^{abcde}	7.64 ^{abc}	56.1 ^{bcd}	33.0
		Jun. 16	59.6 ^{ab}	7.50 ^{abc}	57.0 ^{bc}	32.2
	Mar. 13	May. 27	26.0 ^f	8.33 ^{abc}	59.5 ^{ab}	35.8
		Jun. 6	52.4 ^{abc}	8.26 ^{abc}	55.7 ^{bcd}	32.5
		Jun. 16	52.8 ^{abc}	6.33 ^c	62.2 ^a	36.3
Highspeed	Feb. 23	May. 27	27.7 ^{ef}	9.09 ^{ab}	57.3 ^{bc}	34.3
		Jun. 6	39.8 ^{bcdef}	8.60 ^{abc}	51.5 ^d	31.4
		Jun. 16	56.4 ^{ab}	7.38 ^{abc}	56.9 ^{bc}	33.6
	Mar. 3	May. 27	29.7 ^{def}	8.60 ^{abc}	58.7 ^{abc}	35.6
		Jun. 6	36.3 ^{cdef}	7.81 ^{abc}	55.4 ^{bcd}	33.5
		Jun. 16	56.8 ^{ab}	7.12 ^{bc}	55.8 ^{bcd}	32.0
	Mar. 13	May. 27	24.4 ^f	9.38 ^{ab}	57.3 ^{abc}	36.4
		Jun. 6	33.9 ^{cdef}	8.42 ^{abc}	55.0 ^{bcd}	32.0
		Jun. 16	51.2 ^{abc}	6.70 ^{bc}	53.9 ^{cd}	31.1
SEM			9.609	1.186	2.186	2.271
Contrast*	CUL		0.864	0.965	0.001	0.157
	SOW		0.641	0.018	0.287	0.395
	HARVEST		0.001	0.001	0.001	0.001
	CUL*SOW		0.554	0.078	0.034	0.219
	CUL*HARVEST		0.338	0.374	0.099	0.177
	SOW*HARVEST		0.471	0.193	0.212	0.213
	CUL*SOW*HARVEST		0.912	0.806	0.003	0.126

^{a-f}Means in the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

DM = dry matter; CP = crude protein; NDF = neutral detergent fiber; ADF = acid detergent fiber.

*CUL = cultivar; SOW = sowing date; HARVEST = harvesting date; CUL*SOW = cultivar*sowing date; CUL*HARVEST = cultivar*harvesting date; SOW*HARVEST = sowing date*harvesting date; CUL*SOW*HARVEST = cultivar*sowing date*harvesting date.

51.5 %). 귀리의 ADF 함량은 품종과 파종시기에는 영향을 받지 않았으나, 수확시기는 5월 27일 수확한 구가 6월 6일 수확한 구에 비해 높았다($p=0.001$, 35.2 vs. 32.7 %). 본 시험에서 건물물은 수확시기가 늦어질수록 증가하였는데, Heo et al. (2005)에 의하면 수확시기가 늦어질수록 수분이 감소하여 건물물은 증가한다고 보고한 내용과 유사한 결과를 나타내었다. 조단백질 함량은 수확시기가 늦어질수록 감소하였는데, Cherney and Marten(1982)에 의하면 귀리를 조기 수확 시 조단백질 함량이 약 20%에서 만기 수확 시 약 13%로 감소하는 결과를 나타내었고, Brundage and Klebesadel(1970)에서도 수확시기가 늦어질수록 조단백질 함량이 직선적으로 감소한다고 보고하였는데 본 시험의 결과와 유사하였다. 이러한 원인은 수확시기가 늦어질수록 식물체에서 줄기의 비중이 높아지지만, 줄기의 조단백질 함량은 낮기 때문인 것으로 사료되었다(Crowder et al., 1967). NDF 함량은 다크호스를 3월 13일

파종 후 6월 16일에 수확하였을 때 가장 높았던 반면, 하이스피드를 2월 23일에 파종하여 6월 6일에 수확하였을 때 가장 낮았다($p<0.05$). Delogu et al.(2002)과 Song et al.(2009)에 의하면 춘파 귀리는 출수기에 섬유소가 가장 높다가 유숙기로 가면서 점차 감소하는데, 그 원인으로 출수 후 종실비율의 증가와 종실의 전분 축적이 NDF와 ADF 함량을 낮춰주기 때문이며, 수확시기가 늦어질수록 감소한다고 보고하였다. 그러나 본 시험에서는 하이스피드에서 3월 3일에 파종한 시험구와 3월 13일에 파종한 시험구에서만 감소하였다.

2. 추파시험

1) 초장과 건물수량

추파 귀리의 품종, 파종시기 및 수확시기가 초장과 건물수량에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 5와 같았다. 초장은 품

Table 5. Effects of sowing and harvesting date on plant length and dry matter yield of fall oat

Cultivar	Sowing date	Harvesting date	Plant length (cm)	Dry matter yield (kg/10a)
Darkhorse	Aug. 15	Oct. 15	100 ^{abc}	507.1 ^{cd}
		Oct. 25	108 ^{ab}	581.9 ^c
		Nov. 4	111 ^a	895.4 ^a
	Aug. 25	Oct. 15	100 ^{abc}	502.1 ^{cd}
		Oct. 25	112 ^a	701.9 ^{bc}
		Nov. 4	116 ^a	892.7 ^a
	Sept. 4	Oct. 15	75 ^c	375.0 ^d
		Oct. 25	95 ^{abc}	517.2 ^{cd}
		Nov. 4	108 ^a	684.4 ^{bc}
Highspeed	Aug. 15	Oct. 15	96 ^{abc}	455.8 ^d
		Oct. 25	107 ^{ab}	497.1 ^{cd}
		Nov. 4	109 ^a	803.1 ^{ab}
	Aug. 25	Oct. 15	98 ^{abc}	556.6 ^c
		Oct. 25	114 ^a	646.4 ^{bc}
		Nov. 4	122 ^a	752.7 ^b
	Sept. 4	Oct. 15	76 ^{bc}	451.3 ^d
		Oct. 25	97 ^{abc}	544.1 ^c
		Nov. 4	105 ^{abc}	729.7 ^b
SEM			15.41	139.97
Contrast*	CUL		0.983	0.400
	SOW		0.001	0.039
	HARVEST		0.065	0.001
	CUL*SOW		0.852	0.389
	CUL*HARVEST		0.940	0.677
	SOW*HARVEST		0.343	0.432
	CUL*SOW*HARVEST		0.977	0.923

^{a-d}Means in the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

*CUL = cultivar; SOW = sowing date; HARVEST = harvesting date; CUL*SOW = cultivar*sowing date; CUL*HARVEST = cultivar*harvesting date; SOW*HARVEST = sowing date*harvesting date; CUL*SOW*HARVEST = cultivar*sowing date*harvesting date.

종과 수확시기에는 영향을 받지 않았으나, 파종시기는 8월 25일, 15일 및 9월 4일의 순으로 높았다($p=0.001$, 110 vs. 105 vs. 93 cm). 한편 다크호스와 하이스피드 품종을 8월 15일 파종하여 11월 4일 수확, 8월 25일 파종하여 10월 25일 또는 11월 4일 수확, 다크호스를 9월 4일 파종하여 11월 4일 수확하였을 때 초장이 가장 큰 반면, 다크호스와 하이스피드 두 품종을 9월 4일 파종하여 10월 15일 수확하는 것이 가장 낮았다($p<0.05$). 건물수량은 품종 간에 차이가 없었으나($p>0.05$), 파종시기는 8월 25일, 8월 15일 및 9월 4일의 순으로 높았고($p=0.039$, 675 vs. 623 vs. 550 kg), 수확시기는 11월 4일, 10월 25일 및 10월 15일 순으로 높았다($p=0.001$, 793 vs. 581 vs. 475 kg). 한편 다크호스를 8월 15일 또는 8월 25일에 파종하여 11월 4일에 수확하였을 때 건물수량이 가장 높은 반면, 다크호스와 하이스피드를 9월 4일 파종하여 10월 15일 수확하는 것이 가장 낮았다($p<0.05$, 895 & 893 kg vs. 375 & 451 kg). 초장은

파종시기가 9월 4일에 가장 짧게 나타났는데, 이는 수확시기가 늦어질수록 건물수량이 증가한다고 보고한 Song et al.(2009)의 결과와 일치하였다. 한편, Contreras-Govea and Albrecht(2005)는 귀리를 봄에 파종하는 것보다 여름에 파종하여 가을에 수확하였을 때 조사료 수량은 품종 간에 유의적인 차이가 없다고 보고하였고, Ju et al.(2011)은 다크호스와 하이스피드는 가을 파종보다 봄에 파종 시 건물 수량이 높다고 보고하였는데, 본 시험에도 건물 수량이 춘파가 추파에 비해 높게 나타났다. 이는 국내에서 8월 중에 파종하는 귀리의 경우 생육기간이 짧고 고온과 일장 시간이 길어 환경적으로 나쁜 조건에서 성장하고 출수기에 도달하지 못하기 때문인 것으로 사료되었다(Han et al., 2012).

2) 사료가치

추파 귀리의 품종, 파종시기 및 수확시기가 영양소 함량에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 6과 같았다. 건물, 조단백

Table 6. Effects of sowing and harvesting date on chemical compositions of fall oat (% , DM)

Cultivar	Sowing date	Harvesting date	DM	CP	NDF	ADF
Darkhorse	Aug. 15	Oct. 15	19.5 ^{def}	10.5 ^{bc}	64.9 ^{ab}	37.8
		Oct. 25	21.5 ^{cdef}	11.6 ^b	56.9 ^{ab}	33.9
		Nov. 4	34.5 ^a	9.68 ^{bc}	61.0 ^{ab}	37.2
	Aug. 25	Oct. 15	17.7 ^{def}	11.6 ^b	62.8 ^{ab}	33.5
		Oct. 25	19.5 ^{def}	12.0 ^b	59.3 ^{ab}	35.1
		Nov. 4	29.4 ^{ab}	8.16 ^c	63.8 ^a	39.4
	Sept. 4	Oct. 15	14.7 ^f	17.2 ^a	52.6 ^b	30.2
		Oct. 25	15.1 ^f	15.1 ^{ab}	54.6 ^{ab}	37.7
		Nov. 4	23.6 ^{bcd}	10.2 ^{bc}	62.5 ^{ab}	38.1
Highspeed	Aug. 15	Oct. 15	19.7 ^{def}	11.7 ^b	61.1 ^{ab}	37.1
		Oct. 25	23.0 ^{bcde}	9.77 ^{bc}	59.7 ^{ab}	34.9
		Nov. 4	31.3 ^a	8.28 ^c	60.9 ^{ab}	35.9
	Aug. 25	Oct. 15	18.9 ^{def}	12.1 ^b	62.6 ^{ab}	38.3
		Oct. 25	21.5 ^{cdef}	10.5 ^{bc}	61.8 ^{ab}	36.0
		Nov. 4	28.8 ^{abc}	8.81 ^c	61.5 ^{ab}	37.9
	Sept. 4	Oct. 15	15.5 ^{ef}	15.0 ^{ab}	53.5 ^{ab}	31.5
		Oct. 25	18.8 ^{def}	11.8 ^b	59.1 ^{ab}	35.0
		Nov. 4	24.6 ^{abcd}	11.7 ^b	59.9 ^{ab}	34.8
SEM			3.650	3.907	5.695	4.484
Contrast*	CUL		0.141	0.350	0.860	0.857
	SOW		0.001	0.001	0.007	0.134
	HARVEST		0.001	0.013	0.027	0.099
	CUL*SOW		0.729	0.808	0.881	0.368
	CUL*HARVEST		0.398	0.372	0.141	0.199
	SOW*HARVEST		0.761	0.706	0.021	0.019
	CUL*SOW*HARVEST		0.983	0.725	0.834	0.738

^{a-f}Means in the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

DM = dry matter; CP = crude protein; NDF = neutral detergent fiber; ADF = acid detergent fiber.

*CUL = cultivar; SOW = sowing date; HARVEST = harvesting date; CUL*SOW = cultivar*sowing date; CUL*HARVEST = cultivar*harvesting date; SOW*HARVEST = sowing date*harvesting date; CUL*SOW*HARVEST = cultivar*sowing date*harvesting date.

질, NDF 및 ADF 함량은 품종 간의 차이는 없었다($p>0.05$). 건물물은 파종시기가 빠를수록(8월 15일 > 8월 25일 > 9월 4일) 높게 나타났으며($p=0.001$, 24.9 vs. 22.6 vs. 18.7 %), 수확시기가 늦을수록(11월 4일 > 10월 25일 > 10월 15일) 높게 나타났으며($p=0.001$, 28.7 vs. 19.9 vs. 17.7 %). 또한 다크호스와 하이스피드 두 품종을 8월 15일 파종하여 11월 4일 수확하였을 때 건물물이 가장 높은 반면, 다크호스를 9월 4일 파종하여 10월 15일과 25일에 수확하였을 때 가장 낮았다($p<0.05$, 34.5 & 31.3% vs. 14.7 & 15.1 %). 조단백질 함량은 파종시기가 늦을수록(9월 4일 > 8월 25일 > 8월 5일) 높게 나타났으며($p=0.001$, 13.5 vs. 10.5 vs. 10.3 %), 수확시기는 빠를수록 높게 나타났으며($p=0.013$, 13.0 vs. 11.8 vs. 9.5 %). 한편 다크호스 품종을 9월 4일 파종하여 10월 15일 수확하였을 때 조단백질 함량이 가장 높은 반면, 다크호스와 하이스피드를 8월 25일 파종하여 11월 4일 수확하거나 하이스피드를 8월 15일 파종하여 11월 4일 수확하였을 때 가장 낮았다($p<0.05$, 17.2 vs. 8.16 & 8.81 & 8.28 %). NDF 함량은 파종시기와 수확시기간에 상호작용이 있었는데(SOW × HARVEST interaction, $p=0.021$), 파종시기는 8월 25일이 9월 4일에 비해 높았으며($p=0.007$, 62.0 vs. 57.0%), 수확시기는 11월 4일이 10월 25일에 비해 높았다($p=0.027$, 61.6 vs. 58.6%). 또한 다크호스를 8월 25일 파종하여 11월 4일 수확하였을 때 NDF 함량이 가장 높은 반면, 같은 품종을 9월 4일 파종하여 10월 15일에 수확하였을 때 가장 낮았다($p<0.05$, 63.8 vs. 52.6%). ADF 함량은 파종시기와 상호작용이 있었으나(SOW × HARVEST interaction, $p=0.019$), 처리구 간의 차이는 없었다($p>0.05$). 본 시험에서 조단백질 함량은 파종시기가 늦어질수록, 수확시기가 빠를수록 증가한다고 하였는데, Kim and Kim(1992)은 파종시기가 늦어짐에 따라 조단백질 함량이 증가한다고 보고하였고, Holland(1990)와 Contreras-Govea and Albrecht(2005)는 귀리가 생육단계가 진행되면서 조단백질 함량이 감소한다고 보고하였으며, Gupta and Pradhan(1974)에서도 조단백질 함량은 식물의 성장이 진행될수록 감소한다고 하여 유사한 결과를 보였다. NDF 함량은 수확시기가 11월 4일에 수확 시 가장 높게 나타났는데, 이는 섬유소가 출수기를 정점으로 증가하였다가 유숙기부터 감소하기 때문인 것으로 사료되었다(Shin and Kim, 1995).

IV. 요약

본 연구는 영남산간지역에 적합한 조사료 생산 작부체계를 설정하기 위해 봄과 가을용 귀리의 재배방법을 검토하였다.

재배는 2015년 2월부터 11월까지(1차), 2016년 2월부터 11월까지(2차) 2회에 걸쳐 춘파와 추파로 구분하여 실시하였다. 품종은 국내에서 육성된 다크호스와 하이스피드를 사용하였다. 춘파시험은 2월 21일, 3월 3일 및 3월 13일 3회에 파종하여 5월 27일, 6월 6일 및 6월 16일에 각각 수확하였다. 추파는 8월 15일, 8월 24일 및 9월 5일 3회 실시하여 10월 15일, 10월 25일 및 11월 4일에 각각 수확하였다. 봄 재배의 경우 초장은 파종시기가 빠를수록 길었고, 특히 하이스피드 품종을 3월 3일에 파종하여 6월 6일에 수확 시에 가장 길었다. 건물물은 수확시기가 늦어질수록 증가한 반면, 조단백질 함량은 감소하였다. NDF 함량은 품종별로 볼 때 다크호스가 하이스피드에 비해 높았고, 수확시기는 5월 27일 수확이 6월 6일 수확에 비해 높았다. 추파 귀리의 경우 초장은 파종시기가 8월 25일, 15일 및 9월 4일의 순으로 길었다. 한편 건물수량은 파종시기가 8월 25일, 15일 및 9월 4일의 순으로 높았고, 수확시기는 11월 4일, 10월 25일 및 10월 15일 순으로 높았다. 건물물은 파종시기가 빠를수록 높게 나타난 반면, 수확시기는 늦을수록 높았다. 조단백질 함량은 파종시기가 늦을수록 높았고, 수확시기는 빠를수록 높았다. NDF 함량은 파종시기가 8월 25일이 9월 4일에 비해 높았으며, 수확시기는 11월 4일이 10월 25일에 비해 높게 나타났다. 이상의 결과에서 영남산간지역에서 봄에 사료용 귀리를 파종할 경우 늦어도 3월 3일까지는 파종을 완료하고 6월 6일 이전에는 수확하는 것이 유리할 것으로 사료되었으며, 가을에 귀리를 파종할 경우 9월 4일까지 파종을 완료하고 10월 25일 이전에 수확을 완료하는 것이 조사료 생산성을 향상시키는데 유리할 것으로 판단되었다.

V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ01131405)의 지원에 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사 드립니다.

VI. REFERENCES

- AOAC, 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Brundage, A.L. and Klebesadel, L.J. 1970. Nutritive value of oat and pea components of a forage mixture harvested sequentially. Journal of Dairy Science. 53:793-796.
- Cherney, J.H. and Marten, G.C. 1982. Small grain crop forage potential: I. Biological and chemical determinants of quality and yield. Crop

- Science. 22:227-230.
- Cho, C.H., Han, O.K., Lee, D.J. and Park, M.W. 2004. Wheat and barley science. Hanrimwon Co. Seoul. pp. 74-90.
- Contreras-Govea, F.E. and Albrecht, K.A. 2005. Forage production and nutritive value of oat in autumn and early summer. *Crop Science*. 46:2382-2386.
- Crowder, L.N., Lotero, J., Fransen, J. and Krull, C.F. 1967. Oats forage production in the cool tropics as represented by Colombia. *Agronomy Journal*. 59:80-82.
- Delogu, G., Faccini, N., Faccioli, P., Reggiani, F., Lendini, M., Berardo, N. and Odoardi, M. 2002. Dry matter yield and quality evaluation at tow phenological stage of Sardinia Italy. *Field Crops Research*. 74:207-215.
- Gupta, P.J. and Pradhan, K. 1974. Studies on the nutritive values of forages oat(*Avena sativa*). *Journal of Haryana Agricultural University, Hissar*. 4:242-246.
- Han, O.K., Park, H.H., Heo, H.Y., Park, T.I., Seo, J.H., Park, K.H., Kim, J.G., Ju, J.I., Hong, Y.G., Jeung, J.H. and Park, N.G. 2009. A new early high-yielding forage winter oat cultivar, "Punghan". *Korea Journal of Breeding Science*. 41:168-172.
- Han, O.K., Par, T.I., Park, H.H., Song, T.H., Hwang, J.J., Beak, S.B., Kim, D.W. and Kwon, Y.U. 2012. Effect of seeding dates on yield and quality of various oat cultivars for year-around forage production. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 32:209-220.
- Heo, J.M., Lee, S.K., Lee, I.D., Lee, B.D. and Bae, H.C. 2005. Effect of different growing stages of winter cereal crops on the quality of silage materials and silages. *Journal of Animal Science and Technology*. 47:877-890.
- Holland, C., Kezer, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. Pioneer forage manual:A Nutritional Guide. Pioneer Hi-bred International. Des Moines, USA. pp. 1-55.
- Ju, J.I., Choi, H.G., Gang, Y.S., Lee, J.J., Park, K.H. and Lee, H.B. 2009. Changes of growth and forage yield at different cutting dates among five winter cereals for whole crop silage in middle region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29:111-120.
- Ju, J.I., Lee, D.H., Han, O.K., Song, T.H., Kim, C.H. and Lee, H.B. 2011. Comparisons of characteristics, yield and feed quality of oat varieties sown in spring and autumn. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 31:25-32.
- Kim, J.R. and Kim, D.A. 1992. Effects of spring seeding dates on growth, forage yield and quality of early and late maturing oat cultivars. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 12:111-122.
- Lee, G.S. and Kim, D.A. 1999. Harvest date and cultivar effects on forage yield and quality of fall sown oat. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 19:339-346.
- Park, H.H., Heo, H.Y., Park, K.H., Park, T.I., Seo, J.H., Cheong, Y.K., Choi, J.S., Kim, J.G., Kwon, Y.U., Ju, J.I., Rye, I.M., Hong, Y.G., Jung, K.Y. and Han, O.K. 2007. A new early-heading and high-yielding forage winter oat cultivar, "Chohan". *Korea Journal of Breeding Science*. 39:124-125.
- Park, J.H., Choi, G.W., Jung, G.W. and Jo, I.H. 2016. Effect of seeding date on agronomic traits and forage crop seed production of spring oat (*Avena sativa* L.) in Gyeongbuk area. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 36:357-364.
- RDA. 2003. Agricultural research based on the test. Korea Rural development administration.
- SAS. 2002. User's Guide: Statistics. SAS Instute Inc., Cary, NC.
- Shin, C.N. and Kim, B.H. 1993. Dry matter yield and feed value of oat plant at various planting and harvesting date in fall. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 13:294-299.
- Shin, C.N. and Kim, B.H. 1995. Dry matter yield and chemical composition of spring oats at various stage of growth. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 15:61-66.
- Shin, C.N., Ko, K.H. and Kim, J.D. 2014. Effect of different seeding dates on agronomic characteristics and productivity of sudangrass hybrid and oat in cropping after corn for silage in Kyeongbuk. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 34:81-86.
- Song, T.H., Han, O.K., Yun, S.K., Park, T.I., Seo, J.H., Kim, K.H. and Park, K.H. 2009. Changes in quantity and quality of winter cereal crops for forage at different growing stages. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29:129-136.
- Soon, H.B. and Oh, M.G. 2017. Effects of seeding harvest dates on the productivity, nutritive values, and livestock carrying capacity of spring-seeded oats (*Avena sativa* L.) in the northern Gyeongbuk province. *Korean Journal of Agricultural Science*. 44:400-408.
- Thompson R.K. and Day A.D. 1959. Spring oats for winter forage southwest. *American Society of Agronomy*. 51:9-11.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74:3583-3597.
- Varma, P., Bhankharia, H. and Bhatia, S. 2016. Oat: a multi-functional grain. *Journal of Clinical and Precentive Cardiology*. 5:9-17.

(Received : April 12, 2018 | Revised : June 21, 2018 | Accepted : June 21, 2018)