Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 36(4) : 357~364, 2016
http://dx.doi.org/10.5333/KGFS.2016.36.4.357
ISSN 2287-5824 (Print)
ISSN 2287-5832 (Online)

Research Article

경북지역에서 파종시기가 춘파 귀리의 생육특성과 사료작물 종자생산에 미치는 영향

박정현 · 최광원 · 정기웅 · 조익환*
대구대학교 동물자원학과, 경산시

Effect of Seeding Date on Agronomic Traits and Forage Crop Seed Production of Spring Oat (*Avena sativa* L.) in Gyeongbuk Area

Joung-Hyun Park, Gwang-Won Choi, Gi-Woung Jung and Ik-Hwan Jo*
Department of Animal Resources, Daegu University, Gyeongsan 38453, Korea

ABSTRACT

The objective of this study was to efficiently produce forage crop seed of spring oat (*Avena sativa* L., cultivar High Speed) in Gyeongbuk area. Forage crop oats (130 kg/ha) were sown with a randomized block design. They were sown in triplicates in 2015 and 2016 using basal fertilizer of 70 kg N, 74 kg P, and 39 kg K/ha. Agronomic traits and seed production of oats were investigated to determine the influence of seeding dates (February 28/29th, March 10th, and March 20th). Heading, flowering, and maturing dates of these oats sown on February 28/29th and March 10th were almost close to each other with 1-2 days of difference for all test plots. For oats sown on the last day (28/29) of Feb., plant heights (111.6-122.6 cm) were significantly longer than those sown in March each year. In addition, panicle number (416.7 per m^2) and panicle length (17.3 cm) of oats sown on the last day of February were also significantly ($p < 0.05$) larger than those of oats sown in March in 2015 and 2016, respectively. Based on these results, it is recommended to sow these oats on the last day of February to have better agronomic traits in terms of plant height, stem length, panicle length, and panicle number per m^2. Grain numbers (56.3 and 63.3) and kernel weights (1.72 and 2.00 g) per spike in plots of oats sown on the last day of February were also significantly ($p < 0.05$) larger than those of oats in other plots in 2016 and in the average of 2015~2016, respectively. The highest grain yield (6,243 kg/ha) was obtained when oats were sown on the last day of February. Feed value of harvested oats was good in terms of proximate compositions including fiber contents and TDN contents. In conclusion, sowing on the last day of February is the most effective way to increase seed production of spring oats in Gyeongbuk area of Korea.
(**Key words :** Oat, Seeding date, Forage crop, Seed production, Gyeongbuk)

Ⅰ. 서 론

귀리(*Avena sativa* L.)는 생육속도가 빠르고 건물수량이 많으며 사료가치와 가축의 기호도도 높아 생산량의 90%가 가축 사료로 사용되어 왔는데 조사료용으로 인기가 높다 (2010b). 이에 따라, 국내 귀리 수입량도 매년 증가하여 2013년 5,019톤에서 2014년 21,844톤으로 급증하였고 2015년 26,987톤에 이르는 등 최근 3년간 5배 이상 증가세를 보이고 있어 (KCS, 2016) 늘어나는 귀리 수요에 대응하고 가격이 유동적인 국제 시장 상황에 대비하여 국내 환경에서 효율적인 귀리 생산을 위한 연구가 필요하다.

귀리의 생육특성 및 종자 생산과 관련하여 Hyun et al. (1994)은 제주지역에서 추파 (10월 초 ~ 12월 초)한 귀리의 경우, 수수, 1,000립중, 종실수량 면에서 11월 초순이 파종적기라 하였다. Park et al. (1995)은 도입 쌀귀리 및 겉귀리를 국내 중부지방에서 춘파 및 추파했을 때, 쌀귀리가 수량과 조단백질 (20% 이상), 아미노산 및 베타글루칸 함량 (평균 4.4%)에서 높다고 하였다. Givens et al. (2004)은, 재래종과 쌀귀리 각 2종을 영국 내 3곳에 2년간 추파하였을 때 귀리의 화학적 조성과 영양 가치는 파종지와 파종 연도에 따라 가장 크게 영향을 받고 다음으로 질소비료의 영향이 컸다고 하였다. 또한 오스트리아와 독일에서 전 세계

* Corresponding author : Ik-Hwan Jo, Department of Animal Resources, Daegu University, Gyeongsan 38453, Korea. Tel: +82-53-850-6725, E-mail: greunld@daegu.ac.kr

120종의 귀리 종자를 춘파(3월초~4월초)하고 생육특성과 낟알의 품질을 평가하였으며(Buerstmayr et al., 2007), 아르헨티나에서는 18종의 귀리를 3월 초와 6월 중하순에 파종하여 종실수량, 영양소 함량 및 지방산 조성을 조사한 바 있다(Martinez et al., 2010).

2015년까지 국내에서는 총 19종의 귀리 품종이 개발되었으며(RDA, 2016), 품종별, 파종 지역별 추파 귀리의 식용(Han et al., 2008) 및 조사료(Han et al., 2010a; 2010b; Han et al., 2013a; 2013b)로서의 생육특성과 수량성이 연구된 바 있고, 충남 천안 및 전남 나주에서 춘파 재배(Choi et al., 2011; Ju et al., 2011)했을 때와 경북 성주에서 8월 20일~9월 10일에 파종했을 때의(Shin et al., 2014) 생육특성과 조사료 생산성이 조사된 바 있다. 그러나 사료작물 귀리의 종자생산을 위한 연구는 미흡한 실정이다.

경상북도는 2014년 기준 한우 농가가 21,800여 가구로 전국 지자체 중 점유율(22.2%)이 가장 높다(Statistics Korea, 2014). 특히 이 지역은 한우농가가 밀집해 있어 많은 양의 조사료가 필요하지만, 사료작물 재배용 종자는 대부분 수입에 의존하고 있을 뿐만 아니라 도입가격 또한 매년 상승하는 경향을 보임(KCS, 2015)에 따라 조사료 자급생산을 위한 조사료 종자생산 기술 확립이 긴요하다.

이에 본 연구에서는 경북지역에서 사료작물의 자급자족형 생산 및 소비 시스템 구축의 일환으로 사료작물로서 귀리의 재배 생산지 확대와 가축 이용성 제고를 위해 춘파 귀리의 파종 시기별 생육 특성 및 종자 생산성을 알아보았다.

Ⅱ. 재료 및 방법

본 시험은 2015년과 2016년에 경상북도 경주시에서 수행되었다. 시험 지역의 토성은 모래와 진흙이 알맞게 섞여 있는 양토였으며 토양의 이화학적 특성은 Table 1과 같다. 2016년에 pH 7.6, 유기물 함량(OM) 15.0 g/kg, 전기전도도(EC) 0.30 dS/m, 총질소 함량(TN) 0.15%를 보여 2015년(pH 7.04, OM 8.0 g/kg, EC 0.13 dS/m, TN 0.14) 대비 다소 높았다. 한편 칼슘, 칼륨 및 마그네슘 이온 성분은 2015년에 각각 7.62, 1.85 및 2.96 $cmol^+$/kg이었다가 2016년에 각각 4.9, 0.66 및 1.28 $cmol^+$/kg로 다소 감소한 것으로 나타났다.

시험에 사용된 귀리(*Avena sativa* L.)는 'High Speed' 품종을 사용하였고 시험구 배치는 난괴법으로 파종 시기별(2월 말일, 3월 10일, 20일) 10일 간격으로 3반복하여 구당 면적 30 m^2, 재식거리 25cm × 5cm로 세조파하였다. 파종량은 130 kg/ha, 시비는 귀리 채종을 위한 표준 시비량에 따라 질소, 인산, 칼리 각각 70, 74, 39 kg/ha로 하였다.

귀리의 출현기, 출수기(出穗期), 개화기, 성숙기, 도복 정도, 초장(草長), 간장(幹長), 수장(穗長), 단위 면적(m^2)당 경수(莖數) 및 수수(穗數), 유효경비율(수수/경수 비율) 등 생육특성 조사와 1수립수(穗粒數), 임실률(姙實率), 1수립중(穗粒重), liter 중(重), 1,000립중(粒重), 설립중(屑粒重), 종자 생산성 등 종실(種實) 수량 조사는 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA, 2012)에 준하여 실시하였다. 도복 정도는 수확 전 20일에 달관조사를 실시하였다.

조단백질, 조지방(ether extract), 조회분 및 조섬유는 AOAC법(1990)으로 분석하였으며 acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber(NDF)는 Goering and Van Soest(1970)의 방법으로, total digestible nitrogen(TDN)은 Linn and Martin(1989) 등의 계산식(TDN = 88.9 - (0.79 × ADF%)에 의하여 계산하였다.

조사 분석된 자료는 SAS 프로그램(version 9.1; SAS Institute Inc., Cary, NC)을 이용하여 분산분석을 실시하였고 최소 유의차 검정(least significant test)에 의하여 5% 유의수준에서 처리구간의 통계적 차이를 검정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 생육 기간 중 기상 조건

시험기간 동안 경주 지역의 평균 온도는, 2월에서 6월까지 점차 상승(2015년 2.4~21.2℃; 2016년 2.9~22.4℃) 하였고 2016년에, 2015년 대비 월별로 0.5~1.4℃ 정도 높았고 평년 기온(-1.6 및 19.4℃) 보다는 2~4℃ 높은 분포를 보여 최근의 기후 변화가 반영된 것으로 판단된다. 시험기간 중 강수량과 일조량은, 2015년(219.8 mm 및 1,917.4 MJ/m^2) 대비 2016년(329.5 mm 및 2,339.3 MJ/m^2)에 각각 109.7 mm와

Table 1. Soil properties of the experimental field

Year	pH (1:5)	Organic Matter (g/kg)	Electric Conductivity (dS/m)	Total Nitrogen (%)	Available P_2O_5 (mg/kg)	Ca^{2+}	K^+	Mg^{2+}
						($cmol^+$/kg)		
2015	7.04	8.0	0.13	0.14	451.3	7.62	1.85	2.96
2016	7.60	15.0	0.30	0.15	457	4.9	0.66	1.28

421.9 MJ/m^2 늘어나 2016년이 귀리가 생육하는데 보다 유리한 것으로 판단되었다. 특히, 두 해 모두 귀리의 생육기인 파종 후 3개월간 비교적 많은 강수량(41~159 mm)과 일조량(401~665 MJ/m^2)을 보임에 따라(Table 2), 시험 지역 토성과 더불어 전반적인 생육 환경은 귀리의 생육에 지장이 없는 것으로 판단된다.

2. 춘파 귀리의 파종 시기에 따른 생육 특성

파종 시기에 따른 귀리의 생육 상태는 Table 3과 같다. 매년 파종 시기별 전 시험구에서 출현은 양호하였다. 또한, 귀리 우량종자 생산에 영향 요인인 도복은 파종 시기별 모든 시험구에서 발생하지 않았다. 일반적으로 도복은 파종량과 질소시비량 증가에 따라 심해지는 것으로 알려져 있으나(Marshall et al., 1987; Song, et al., 1996), 귀리의 품종 차이와 경작지 토양 및 기상환경 등 생육 환경의 차이가 원인일 수도 있다. 본 연구에서의 질소시비량(70 kg/ha)은 도복에 영향이 없는 적절한 수준으로 판단되었다.

출수기 및 개화기는, 매년 2월 말일 파종구와 3월 10일 파종구에서 1~2일 차이로 거의 비슷한 반면 3월 20일 파종구는, 3월 10일 파종구 대비 출수는 2년 평균 4일, 개화는 3일 정도 늦었다. 2015년 대비 2016년에 개화가 다소 빠른 것은 파종 후 개화기까지 평균기온 및 강수량이 전년 대비 다소 높아(Table 2) 귀리가 생육하는데 유리한 기상조건이었기 때문으로 판단된다. Ju et al. (2011)은 충남 예산지역에서 6 품종의 귀리를 춘파(3월 10일)했을 때 출수기는, 품종별로 5월 21~30일로 본 연구의 출수기인 5월 15~17일(3월 10일 파종 기준) 보다 6~13일 늦었는데 이는 귀리의 품종과 재배 지역이 다름과 함께 기상환경 등 생육 환경의 차이에서 비롯된 것으로 사료된다.

성숙기는 매년 2월 말일 파종구와 3월 10일 파종구가 1일 차이로 거의 비슷하였다. 이는 추파(10월 9일~12월 9일) 귀리 5개 시험구의 파종은 보름 간격(총 파종기간 2개월) 이었음에도 성숙기는 파종기별 시험구 간격이 1~3일(6월 4일~12일)로 근접하는 결과와 유사하였는데(Hyun et al., 1994) 춘파가 한해(寒害)의 영향이 적고 강수량이 늘어

Table 2. Climate conditions through the experiment periods in 2015 and 2016

Year	Items	Classification	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
2015	Temperature (℃)	Max.	8.7	14.7	19.1	27.0	27.4
		Min.	−3.1	−0.2	6.1	11.7	16.1
		Mean	2.4	7.0	12.3	19.1	21.2
	Precipitation (mm)	Total (219.8)	12.6	47.5	110.3	41.6	7.8
	Sunlight (MJ/m^2)	Total (1,917.4)	307.5	510.8	418.2	665.6	15.4
2016	Temperature (℃)	Max.	8.6	14.1	20.1	26.4	27.9
		Min.	−2.5	1.8	7.8	12.0	17.6
		Mean	2.9	7.6	13.7	19.0	22.4
	Precipitation (mm)	Total (329.5)	14.0	64.5	159.6	50.5	40.9
	Sunlight (MJ/m^2)	Total (2,339.3)	340.3	401.3	464.1	644.6	489.1

Table 3. Growth state of oat (*Avena sativa* L.) as influenced by seeding dates

Year	Seeding dates	Emergence dates	Emergence degree (1~3)*	Lodging degree (0~9)**	Heading date	Flowering date	Maturing date
2015	2. 28	3. 12	3	0	5. 14	5. 22	6. 03
	3. 10	3. 19	3	0	5. 15	5. 23	6. 04
	3. 20	4. 4	3	0	5. 22	5. 26	6. 11
2016	2. 29	3. 15	3	0	5. 16	5. 20	6. 05
	3. 10	3. 21	3	0	5. 17	5. 22	6. 06
	3. 20	3. 30	3	0	5. 18	5. 25	6. 08

* Emergence degree : 3 = Good, 1 = Bad.
** Lodging degree : 0 (none), 1 (≤20%), 3: (21-40%), 5: (41-60%), 7: (61-80%), 9: (≥81%).

남에 따라 귀리의 생육에 유리하기 때문으로 사료된다.

파종시기에 따른 춘파 귀리(High Speed)의 수량구성 관련 형질은 Table 4와 같다. 초장(草長)과 간장(幹長)은 매년 파종 시기가 2월 말에서 3월 중후반으로 늦어질수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며 파종 시기별로는 2월 말(28/29일) 파종 귀리의 초장(111.6-122.6 cm)이 유의적으로 가장 길었다($p<0.05$). 또한, 2016년에 귀리 초체(草體)의 생육이 비교적 양호한 것은 Table 2에서와 같이 2015년 대비 귀리의 생육기간 중 비교적 많은 강수량(329.5 mm)과 일조량(2,339.3 MJ/m^2)을 보였기 때문으로 사료된다. 이는 Choi et al.(2011)이 전남 나주지역에서 춘파(2월 27일, 150 kg/ha)한 귀리(Swan 및 Foot hill)의 초장(101 및 102 cm) 보다 길었고 Ju et al.(2011)이 충남 예산에서 춘파(3월 10일, 150 kg/ha)한 귀리(Samhan 및 High speed)와 비교했을 때 표준 품종인 삼한(103.2 cm) 보다는 길고 하이스피드(116.3 cm)와는 평균값(117.1 cm)이 유사하였다.

수장(穗長)은 2016년 2월 29일 파종구(17.3 cm)에서 3월 10일 및 20일 파종구(16.3 및 17.0 cm) 대비 최대 1 cm 유의적으로 길었으나($p<0.05$) 2015년 시험구 및 두 해 평균값에서는 15.6~16.7 cm 수준으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 Ju et al.(2011)이 충남 예산 지역에서 귀리 품종별로 춘파(3월 10일, 150 kg/ha)했을 때 하이스피드 품종의 수장(15.3 cm) 보다는 길었으나 표준 품종인 삼한(Samhan)의 수장(18.2 cm) 보다는 다소 짧았다. 단위 면적(m^2) 당 수수(穗數)는 2015년 2월 말 파종구에서 416.7 ea/m^2로 가장 많았으나($p<0.05$) 2016년에는 전년 대비 비교적 높은 수준(497~541개)을 보이면서도 파종기별로 유의적인 차이는 없었다. 단위 면적(m^2) 당 경수(莖數)는 매년 파종 시기별 유의적 차이 없이 494.5~532.2개를 보였으며 유효경 비율(수수/경수)도 유의적 차이 없이 파종시기별 두 해 평균 92% 이상을 보였다.

이상의 결과, 춘파 귀리의 경우, 2월 말 파종이 초장, 간장, 수장 및 단위 면적(m^2)당 수수 등에서 비교적 양호한 생육을 보였으며 귀리의 품종, 재배지 및 기후 등 재배환경과 파종량 등이 귀리의 생육에 영향을 주는 것을 알 수 있다.

3. 춘파 귀리의 파종 시기에 따른 수량성

파종시기에 따른 귀리의 성숙 정도 및 종실 수량은 Table 5와 같다. 1수립수(穗粒數)는, 2016년 및 두 해 평균값에서 2월 말 파종구가 각각 56.3 및 63.3개로 유의적으로 많았다($p<0.05$). 임실율(姙實率)은 파종 시기별 유의적인 차이 없이 두 해 평균 96.4~97.1%였다. 1수립중(穗粒重)은, 2016년 및 두 해 평균값에서 2월 말 파종구가 각각 1.72 및 2.00 g/spike로 유의적으로 높은 수준이었다($p<0.05$). 단, 1수립중이 2015년 2.55~2.97 g이었으나 2016년에 1.36~1.72 g으로 비교적 낮은 것은 1수립수가 2015년(76.5~84.2개) 대비 2016년(44.1~56.3개)에 30개 내외 적었기 때문으로 판단되며 종자 등숙율(登熟率)의 관점에서 설립중(屑粒重)의 차이(2015년 25.8~46.7 kg/ha, 2016년 133~212 kg/ha)와도 관련이 있는 것으로 판단되는데 이는 전년 대비 2016년의 비교적 많은 강수량(329.5 mm)과 일조량(2,339.3 MJ/m^2)이 귀리의 종실보다는 줄기와 잎의 생육에 더 유리하게 작용했기 때문으로 사료된다.

리터중(liter 重)은, 2015년 3월 10일 파종구에서 유의적

Table 4. Agronomic traits of oat (*Avena sativa* L.) as influenced by different seeding dates

Year	Seeding time	Plant height (cm)	Stem length (cm)	Panicle length (cm)	Stems / m^2 (ea)	Panicles / m^2 (ea)	Effective stems (%)
2015	2. 28	111.6^{a}	95.45^{a}	16.14^{ns}	489.3^{ns}	416.7^{a}	85.7^{ns}
	3. 10	102.2^{b}	86.67^{b}	15.55	426.0	362.7^{b}	85.2
	3. 20	90.2^{c}	74.15^{c}	16.07	420.0	338.0^{b}	80.8
2016	2. 29	122.6^{a}	105.3^{a}	17.3^{a}	549.3^{ns}	526.7^{ns}	95.8^{ns}
	3. 10	120.4^{b}	104.1^{a}	16.3^{b}	521.9	497.3	95.3
	3. 20	118.4^{c}	101.4^{b}	17.0^{ab}	558.9	541.3	96.8
2015~2016*	2. 28/29	117.1^{ns}	100.4^{ns}	16.7^{ns}	532.2^{ns}	495.2^{ns}	92.9^{ns}
	3. 10	111.3	95.4	15.9	494.5	458.9	92.4
	3. 20	104.3	87.8	16.5	519.2	483.2	92.2

* Average values of the each year data.

[a, b, c] Different letters in the same column mean significantly different ($p<0.05$).

[ns] in the same column mean no significant difference.

Table 5. Grain yields and maturity degrees of oat (*Avena sativa* L.) as influenced by different seeding dates

Year	Seeding dates	No. of grain (ea/spike)	Fertilizing rate (%)	Kernel wt. (g/spike)	Liter wt. (g)	1,000-kernel wt. (g)	Immatured kernel wt. (kg/ha)	Grain yield (kg/ha)
2015	2. 28	84.2^{ns}	95.0^{ns}	2.86^{ns}	465.0^{c}	34.3^{ns}	43.8^{ns}	6,372^{ns}
	3. 10	77.4^{ns}	95.8	2.55	520.0^{a}	34.2	46.7	5,275
	3. 20	76.5^{ns}	95.6	2.97	493.3^{b}	37.3	25.8	3,870
2016	2. 29	56.3^{a}	97.8^{ns}	1.72^{a}	530.0^{ns}	34.7^{ns}	133^{ns}	5,986^{a}
	3. 10	44.1^{c}	96.7	1.36^{c}	558.1	34.6	140	4,114^{b}
	3. 20	49.5^{b}	96.8	1.53^{b}	565.0	34.2	212	3,935^{b}
2015~2016*	2. 28/29	63.3^{a}	97.1^{ns}	2.00^{a}	486.7^{ns}	34.5^{ns}	73.6^{ns}	6,243^{a}
	3. 10	52.5^{b}	96.4	1.66^{b}	532.7	34.4	77.7	4,888^{b}
	3. 20	56.3^{b}	96.5	1.89^{a}	517.2	35.4	87.9	3,892^{b}

* Average values of the each year data.
$^{a, b, c}$ Different letters in the same column mean significantly different ($p<0.05$).
^{ns} in the same column mean no significant difference.

으로 높은(520.0 g) 수준이었으나 2016년과 두 해 평균값에서는 파종시기에 따른 유의적 차이는 보이지 않았다. 천립중(1,000粒重)은 파종시기별 유의적인 차이 없이 두 해 평균 34.4~35.4 g이었다.

Park et al. (1995)은 국내산 및 캐나다산 겉귀리(hulled oat)를 춘파(3월 30일, 7 kg/10a) 하였을 때 1수립수(穗粒數)는 58.7개 천립중은 34.2~34.4 g이라 하였는데 본 연구에서의 3월 20일 파종구의 2년 평균 1수립수 56.3개 및 천립중 35.4 g과 유사하였고 2월 말일 파종구의 평균 1수립수(63.3개) 보다는 다소 적었다.

종실 수량의 경우, 2월 말일 파종 시에 2015 및 2016년 각각 6,372 및 5,986 kg/ha로 매년 3월 10일(5,275 및 4,114 kg/ha)과 20일(3,870 및 3,935 kg/ha) 보다 높은 수준이었으며 2016년도와 두 해 평균에서도 2월 말일 파종 시에 각각 5,986 및 6,243 kg/ha으로 유의적으로 가장 높은 종자 수율을 얻었다($p<0.05$). May 등(2004)은 캐나다에서 5월초~6월초에 보름 간격으로 2 품종(AC assiniboia, CDC Pacer)의 귀리를 파종하였을 때 파종시기가 늦어질수록 종실수량이 감소하고, 설립이 증가한다고 하였는데 본 연구에서도 만파(晩播)일수록 종실수량이 감소한 결과와 유사하였다. 2016년 파종시기별 종자 수율(3,935~5,986 kg/ha)이 2015년 수율(3,870~6,372 kg/ha) 보다 다소 낮은 것은 설립중(屑粒重)이 2015년(25.8~46.7 kg/ha) 대비 2016년(133~212 kg/ha)에 4~5배 높았기 때문인 것으로 판단되는데 이러한 설립중의 연도별 차이는 재배지 토양과 온도 및 강수량 등 기상조건의 차이에서 기인하는 것으로 추정된다. 즉, 2016년에 귀리의 생육기간 중 비교적 많은 강수량(329.5 mm)과 일조량(2,339.3 MJ/m^2)을 보임(Table 2)에 따라 귀리 초체(草體)의 생육이 비교적 양호하였고(Table 4) 이는 기상 조건이 귀리의 종실보다는 줄기와 잎의 생육에 더 기여했기 때문으로 사료된다.

Hyun et al. (1994)은, 파종기별 추파(10월 9일~12월 9일) 귀리의 종자 수율은 단위 면적(m^2) 당 수수(穗數) 및 천립중(1,000粒重)과 유의적인 상관관계를 보인다고 하였는데 본 연구에서도 2월 말 파종 시 2015년도 단위 면적(m^2) 당 수수(穗數)가 416.7개로 유의적으로 가장 높았고 종자 수율도 두 해 평균 6,243 kg/ha로 유의적으로 가장 높은 결과와 유사하였다.

4. 춘파 귀리의 사료가치

경북 경주에서 2015년, 2016년 2년간 파종시기별로 춘파 경작하고 수확한 귀리(High speed)의 사료로서의 가치를 분석하였다(Table 6). 모든 값들은 파종시기별 유의적인 차이가 없었으며 일반성분은 평균 조단백질(crude protein, CP) 11.3±0.2%, 에테르추출 조지방(ether extract, EE) 4.6±0.2%, 조섬유(crude fiber, CF) 14.3±0.3%였다. Martinez et al. (2010)에 의하면 18 품종 귀리의 평균 CP 함량은 11.45%로 본 연구 결과와 유사하였고 식용 쌀귀리 중 조양(12.9%) 보다는 낮았으나 선양(11.3%)과 같은 수준이었다(Han et al., 2008). 또한, 조지방 및 조섬유 함량은, 겉귀리 5 품종의 건물 기준 평균 조지방(4.8±0.6) 및 조섬유

Table 6. Feed value (chemical composition, %) of oats as influenced by seeding dates in Gyeongbuk

Seeding dates \ Items	CP	EE	CF	CA	ADF	NDF	TDN
28/29 Feb.	11.3±0.2	4.6±0.2	14.3±0.3	3.3±0.2	20.3±0.3	42.9±2.4	72.8±0.2
10 Mar.	11.6±0.2	4.7±0.2	14.4±0.4	3.3±0.3	19.5±2.0	38.1±2.1	73.5±1.6
20 Mar.	11.1±0.1	4.5±0.2	14.3±0.3	3.3±0.2	20.0±1.1	39.0±1.9	73.1±0.9
Mean	11.3±0.2	4.6±0.2	14.3±0.3	3.3±0.2	20.0±1.2	40.0±2.9	73.1±1.0

CP : crude protein, EE : ether extract, CF : crude fiber, CA : crude ash, ADF : acid detergent fiber, NDF : neutral detergent fiber, TDN : total digestible nutrient = 88.9 - (0.79 × ADF %).
Every value shows average ± S.D.

(13.6±1.7%) 함량과 유사한 수준이었다(Biel et al., 2009).

Neutral detergent fiber(NDF)는 식물체에서 구조탄수화물과 비구조탄수화물을 가장 잘 분획하는 성분으로서 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌 등과 같이 소화가 되지 않거나 느리게 소화되는 물질을 포함하고 있고, acid detergent fiber(ADF)는 헤미셀룰로오스가 제외된 셀룰로오스, 리그닌 등이 포함되어 있다. ADF와 NDF는 반추동물, 특히 우유를 생산하는 젖소에게는 섭취가 요구되는 성분인데(NIAS, 2012) 춘파 귀리의 평균 ADF 20.0±1.2% 및 NDF 40.0±2.9%는 Givens et al.(2003)의 겉귀리 2품종의 건물 기준 ADF(18.2~19.9%) 및 NDF(32.8-34.3%) 함량 보다 다소 높은 수준이었다. 또한, 총가소화영양소(total digestible nutrient, TDN) 함량(73.1±1.0%)은 경북 경주지역에서 콩과 사료작물을 혼파하고 발효 우분을 시용한 호밀의 TDN 함량 46.9~50.1%(Hwangbo et al., 2015) 보다 높은 수준이었고 경북 경산 및 영주지역에서 같은 조건으로 경작한 호밀의 TDN 함량 52.5~54.2% 및 48.7~49.6%(Oh et al., 2014) 보다 높은 수준으로 나타나 경북 경주지역에서 춘파한 귀리의 사료가치는 우수한 것으로 평가된다.

이상의 결과, 경북 경주에서 2년간(2015, 2016) 사료용 종자 생산을 위해 귀리를 파종 시기별로 춘파(2월 말일, 3월 10일, 30일, 130 kg/ha)할 때 총 파종 기간은 10일 간격인 반면 출수기 및 성숙기는 3월 10일 파종에서 1일 정도로 줄어드는 경향이었으므로 파종 시기는 2월 말일부터 3월 초순이면 무방한 것으로 판단된다. 다만, 귀리의 사료작물 종자 생산을 위한 최적의 파종 시기는, 파종시기별 사료가치의 차이가 없으므로 두 해 평균 종자 생산성이 유의적으로 가장 높은(6,243 kg/ha) 2월 말이 효과적이었다. 향후, 파종량 및 시비량의 최적화, 생산지 다변화와 생체 이용성에 대한 연구와 함께 귀리의 사료 및 식품으로의 활용도는 확대될 것으로 기대된다.

Ⅳ. 요 약

경북 지역에서 수요가 높은 사료작물 중 춘파 귀리(*Avena sativa* L., cv. High Speed)의 안정적인 종자생산을 위하여 2015년과 2016년 2년간 파종 시기별(2월 말일, 3월 10일, 20일)로 파종(130 kg/ha) 하였을 때 귀리의 생육 특성, 종자 생산성 및 사료가치를 조사하였다. 출수기, 개화기 및 성숙기는, 매년 2월 말일 파종구와 3월 10일 파종구가 1~2일 차이로 거의 비슷하였다. 2월 말일 파종의 경우, 귀리의 초장이 타 파종구 대비 유의적으로 길었고($p<0.05$) 수장(穗長)은 2016년 최대 1cm 유의적으로 길었으며 단위 면적(m^2)당 수수(穗數)도 2015년 유의적으로 가장 많았다(416.7 ea/m^2). 이상, 파종 시기별 춘파 귀리는 2월 말 파종이 초장, 간장, 수장 및 단위 면적(m^2)당 수수 등에서 비교적 양호한 생육을 보였다. 1수립수(穗粒數)는, 2월 말일 파종구가 2016년 및 두 해 평균 각각 56.3 및 63.3개로 유의적으로 많았다($p<0.05$). 1수립중(穗粒重)도, 2월 말일 파종구가 2016년 및 두 해 평균 각각 1.72 및 2.00 g/spike로 유의적으로 높았다($p<0.05$). 종실 수량의 경우, 2월 말일 파종구에서 3월 10, 20일 파종구 보다 높은 수준이었으며 두 해 평균 가장 높은 종자 생산성(6,243 kg/ha)을 보였다($p<0.05$). 조단백질, 조지방, 조섬유, ADF, NDF 및 TDN 함량에서 파종기와 무관하게 귀리의 사료가치가 우수한 것으로 평가되며 이상의 결과로 볼 때, 경북 경주지역에서 춘파 귀리의 적절한 파종 시기는, 종자 생산성 면에서 2월 말일이 효과적이었다.

Ⅴ. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호 : PJ01125101)의 지원으로 이루어진 결과의 일부임.

Ⅵ. REFERENCES

AOAC. 1990. Official methods of analysis(15th ed.) Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.

Biel, W., Bobko, K. and Maciorowski, R. 2009. Chemical composition and nutritive value of husked and naked oats grain. Journal of Cereal Science. 49:413-418.

Buerstmayr, H., Krenn, N., Stephan, U., Grausgruber, H. and Zechner, E. (2007). Agronomic performance and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes of worldwide origin produced under Central European growing conditions. Field Crops Research. 101:343-351.

Choi, G.J., Lim, Y.C., Ji, H.C., Lee, S.H., Lee, K.W., Kim, D.K., Seo, S., Kim, W.H. and Kim, K.Y. 2011. Comparison of growth characteristics and forage productivity between italian ryegrass and oats sown in early spring. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 31(2):135-142.

Givens, D., Davies, T. and Laverick, R. 2004. Effect of variety, nitrogen fertiliser and various agronomic factors on the nutritive value of husked and naked oats grain. Animal Feed Science and Technology. 113:169-181.

Goring, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Ag. Handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington DC.

Han, O.K., Park, H.H., Park, T.I., Seo, J.H., Park, K.H., Kim, J.G., Heo, H.Y., Hong, Y.G. and Kim, D.H. 2008. A new early-heading and high yielding naked oat cultivar for human consumption, “Choyang”. Korean Journal of Breeding Science. 40(4):512-516.

Han, O.K., Park, T.I., Park, H.H., Song, T.H., Kim, K.J., Park, N.G., Ju, J.I., Jang, Y.J., Hwang, J.J. and Kwon, Y.U. 2013a. A New Early-Heading and High-Yielding Winter Oat Cultivar for Whole Crop Forage, ‘Okhan’. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 33(2):87-93.

Han, O.K., Park, T.I., Park, H.H., Song, T.H., Oh, Y.J., Hwang, J.J. and Kwon, Y.U. 2013b. A New Forage Oat Cultivar ‘Taehan’ for Early-heading and High-yielding of Double Cropping Cultivation in Paddy Field. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 33(4):227-233.

Han, O.K., Park, T.I., Seo, J.H., Park, K.H., Park, H.H., Kim, K.H., Kim, K.J., Ju, J.I., Jang, Y.J., Park, N.G. and Kim, J.G. 2010a. ‘Gwanghan’, A New Forage Winter Oat Cultivar for the Mid-Southern Regions of Korea. Korean Journal of Breeding Science. 42(3):226-230.

Han, O.K., Park, T.I., Seo, J.H., Park, K.H., Park, H.H., Kim, K.H., Kim, K.J., Ju, J.I., Jang, Y.J., Park, N.G. and Kim, J.G. 2010b. ‘Jopung’, A New Forage Winter Oat Cultivar for the Southern Regions of Korea. Korean Journal of Breeding Science. 42(3): 231-235.

Hwangbo, S., Choi, K.W., Jung, S.M. and Jo, I.H. 2015. Effects of mixed-sowing of legume and applying of cattle manure on the productivity, feed values and organic hanwoo carrying capacity of rye in southern area of Gyeongbuk province. Korean Journal of Organic Agriculture. 23(3):583-593.

Hyun, S.W., Park, Y.M., Ko, M.S. and Kang, Y.K. 1994. Effects of seeding date on growth and yield in oats. Korean Journal of Crop Science. 39(4):359-365.

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(1):25-32.

Korea Customs Service. 2016. Import-export trade statistics, actual import-export records, https://unipass.customs.go.kr:38030/ets/, Accessed 16/08/2016.

Korea Customs Service. 2015. Statistic trade data - Results of importation by items, http://www.customs.go.kr/kcsweb. Accessed 4/01/2016.

Linn, J. and Martin, N. 1989. Forage quality tests and interpretation. Univ. of Minnesota Ext. Serv. AG-FO-2637.

Marshall, H.G., Kolb, F.L. and Roth, G.W. 1987. Effect of nitrogen fertilizer rate, seeding rate and row spacing on semidwarf and conventional height spring oat. Crop Science. 27(3):572-575.

Martinez, M., Arelovich, H. and Wehrhahne, L. 2010. Grain yield, nutrient content and lipid profile of oat genotypes grown in a semiarid environment. Field Crops Research. 116(1):92-100.

National Institute of Animal Science, RDA. 2012. Korean Feeding Standard for Dairy Cattle.

Oh, M.G., Jo, I.H. and Hwangbo, S. 2014. Effect of Mixed-Sowing of Legume and Applying of Cattle Manure on the Productivity, Feed Values and Organic Hanwoo Carrying Capacity of Rye (*Secale cereale* L.). Korean Journal of Organic Agriculture. 22(3):457-468.

Park, B.G., Lee, H.J. and Lee, K.H. 1995. Adaptation and quality of naked oat (*Avena nuda* L.) cultivars in Korea. Korean Journal of Breed. 27(4):429-437.

Rural Development Administration, RDA. 2012. Standardization for research survey on agricultural science and technology. pp. 339-358.

Rural Development Administration, RDA. 2016. Oat, Crops, Agricultural technology. http://www.nongsaro.go.kr/portal/Main.ps?menuId=PS00001 Accessed 22/09/2016.

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(2):81-86.

Song, D.S., Kim, J.H. and Lee, S.C. 1996. Culm characteristics of rice plant related to lodging resistance under different nitrogen levels in direct seeding on flooded paddy surface. Korean Journal of Crop Science. 41(3):308-317.

Statistics Korea. 2014. Cattle ranchers farming Korean cattle 'Hanwoo', http://kosis.kr/statHtml. Accessed 4/01/2016.

(Received September 6, 2016 / Revised September 26, 2016 / Accepted October 2, 2016)