

ANIMAL

Effects of seeding and harvest dates on the productivity, nutritive values, and livestock carrying capacity of spring-seeded oats (*Avena sativa* L.) in the northern Gyeongbuk province

Soon Hwangbo¹, Myung Gon Oh^{2*}

¹Daegu University, Gyeongsan 38453, Korea

²Gyeongsangbuk-do Livestock Research Institute, Yeongju 36052, Korea

*Corresponding author: lightgon5@korea.kr

Abstract

This experiment was conducted to estimate the livestock carrying capacity per unit area of Hanwoo heifer with determine the quality of the forage by evaluating the productivity and nutritive value of spring seeding oats (*Avena sativa* L.) according to different seeding and harvesting timings. Dry matter yields were the highest at 13.62 tons per ha when oat was seeded on March 15 and harvested on June 8 ($p < 0.05$), while the lowest yield of 6.29 tons per ha was obtained when seeded on February 25 and harvested on May 19 ($p < 0.05$). The highest crude protein yield of 1.27 tons per ha ($p < 0.05$) was obtained when seeded on March 5 and harvested on June 8. The total digestible nutrient yield was the highest at 7.38 tons per ha when harvested on June 8, the last harvest of the experiment ($p < 0.05$). In the northern part of Gyeongbuk province, spring seeding oats at the beginning of March, rather than in the middle of March, showed good annual livestock carrying capacity per unit area. According to harvest timing, the plot harvested on June 8 showed the highest livestock carrying capacity with an average of 6.53 heads ($p < 0.05$). In conclusion, in the northern part of Gyeongbuk province in spring, it is better to seed oat early in March and to harvest early in June to increase the livestock breeding capacity, considering dry matter productivity and feed value.

Keywords: feed value, livestock carrying capacity, oats, productivity, sowing and harvesting date

Introduction

최근 우리나라 축산업은 국민 식생활 변화에 따른 육류 소비 증가로 규모면에서 커다란 성장을 가져왔을 뿐만이 아니라 대규모화 되어 축산식품의 공급이 확대되고 있다. 그러나 가축이 섭취하는 곡류사료의 대부분을 해외에 의존하고 있는 현실에서 국가마다 바이오 연료생산 증가와 사료원료 수급상황 악화로 인한 국내 사료 가격 상승으로 축산물 생산비가 높아 무한 경쟁 시대의 국내 축산업의 경쟁력 제고에 큰 장애요인이 되고 있다.



 OPEN ACCESS

Citation: Hwangbo S, Oh MG. 2017. Effects of seeding and 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.

DOI: <https://doi.org/10.7744/kjoas.20170037>

Editor: Heekwon Ahn, Chungnam National University, Korea

Received: April 7, 2017

Revised: July 18, 2017

Accepted: August 2, 2017

Copyright: © 2017 Korean Journal of Agricultural Science.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

경상북도는 2016년 기준 한우사육 두수와 한우 농가가 각각 59만여 마리, 19,000여 가구로 전국 지자체 중 가장 높은 점유율(21.2%)을 보이고 있으며(Statistics Korea, 2016), 특히 경북 북부지역인 봉화, 예천, 안동 등을 중심으로 한우농가가 밀집하여, 많은 양의 조사료가 필요하지만, 볏짚을 제외한 양질의 사료작물은 유통되는 조사료원에 의존하고 있는 실정이다.

국내에서는 사료비 절감을 위한 양질의 자급 조사료 확보를 위해 다양한 사료작물 재배에 대한 연구가 활발히 추진되고 있는데, 제주도와 남부지방을 중심으로 재배되고 있는 귀리(*Avena sativa* L.)는 사료가치가 우수하여 1980년 중반부터 양질의 조사료 공급원으로 축산농가에서 많이 재배되어 왔다. 귀리는 척박한 토양이나 산성토양에서도 수량이 높은 사료작물로(Shin and Kim, 1993), 단백질 함량이 높고, 반추가축의 기호성이 우수하여 방목, 청예, 건초 등과(Thompson and Day, 1959), 단위동물의 수입 곡류 대체용과(Hwang et al., 2016; Park et al., 2016) 같이 다양한 방법으로 이용이 되어왔다.

그러나, 귀리는 동계작물 중 내한성이 가장 약하여 추파귀리의 경우 겨울철 평균 기온이 4°C 이상 지역에서 월동이 가능하다고 알려져 있으나(Robert, 1995), 최근 내한성이 강화된 국내귀리 품종이 육성됨으로 안전 재배선이 1월 중 최저 평균기온이 -5°C 이상인 지역까지 재배가 가능하게 되었다(Heo et al., 2003; Park et al., 2007; Han et al., 2009).

귀리는 파종시기에 따라 봄 귀리와 가을 귀리로 나뉘고, 월동이 불가능한 지역에서의 봄 귀리 파종은 3월말 이전에 하는 것이 건물수량이 높고, 월동이 가능한 지역에서의 가을 귀리의 재배는 8월에 파종하는 것이 건물 수량이 높다고 알려져 있다(Shin and Kim, 1993; Kim et al., 1999). 국내 육성 하파용 귀리 품종인 ‘스완’, ‘다크호스’ 및 ‘하이스피드’ 등은 가을 파종 보다 봄 파종 시 건물 수량이 높다고 알려져 있으며(Ju et al., 2011), 경북북부와 같이 귀리의 월동이 불가능한 지역에서는 가을 파종보다는 주로 봄과 여름철에 파종하여 재배를 하고 있으나(Park et al., 2006; Shin et al., 2014), 국내 육성 품종에 대한 파종시기와 수확시기의 영향에 대하여 연구 보고된 바가 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 국내에서 육성된 하파용 귀리품종인 ‘다크호스’를 활용하여 경북 북부지역에서 재배 시 파종시기 및 수확시기가 귀리의 생산성 그리고 사료가치 및 가축사육 능력에 미치는 영향을 검토함으로써 경북 북부지역에 있어서 귀리의 적정 파종시기 및 수확시기를 구명하고 조사료의 연중 생산을 위한 최적 작부체계 확립을 위한 기초자료로 활용하고자 실시하였다.

Materials and Methods

시험재료 및 재배방법

본 연구는 2016년 2월부터 6월까지 경상북도 영주시 시험포장에서 전작으로 실시하였고, 시험포장 토양의 이화학적 특성과 시험이 실시되었던 지역의 기상조건은 Table 1, 2와 같다.

공시초종인 귀리(‘다크호스’)의 파종은 10일 간격으로 2016년 2월 25일, 3월 5일 및 3월 15일 3처리 하였고, 수확은 5월 19일, 5월 27일 및 6월 8일 3처리하여, 파종기를 주구로 하고, 수확기를 세구로 한 분할구 배치 3반복으로 실시하였다. 파종량과 파종방법은 150 kg/ha와 25 cm 간격으로 조파하였다. 시비는 N-P₂O₅-K₂O = 140-120-120 kg/ha로 하여 질소(N)는 기비 50%와 초장이 15 cm 전후일 때 50%씩 나누어 시용하였고, 인산(P₂O₅)과 칼리(K₂O)는 전량 기비로 시용하였다. 수확시기는 후작물의 파종시기를 감안하여 출수 후 10일경에 마지막 수확시기를 정하여 실시하였다.

Table 1. Soil characteristics of experimental field in Yeongju region.

pH (1 : 5)	EC ^w (dS/m)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	T-N ^x (%)	O.M ^y (%)	CEC ^z	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺
						(cmol ⁺ /kg)		
6.10	0.87	307	0.02	6.70	18.15	9.5	0.8	3.0

^wElectric conductivity, ^xTotal nitrogen, ^yOrganic matter, ^zCation exchange capacity.

Table 2. Meteorological data during growth period in 2016 and from historical data for the last 30 years.

Item	Year	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.
Temperature (°C)	2016	0.3	5.2	12.2	17.9	22.0
	1985 - 2015	-0.2	4.7	11.7	16.8	21.0
Precipitation (mm)	2016	49.9	36.9	171	86.1	62.0
	1985 - 2015	28.7	54.4	82.9	109.9	164.6

사료가치 분석

분석용 시료는 각 수확기별로 1 kg씩 시료를 취하여 60°C 순환식 건조기에 72시간 이상 건조한 후 단위면적당 건물 수량을 산출하였다. 건조된 시료는 Wiley mill로 분쇄하여 일반성분은 AOAC 법(1995)으로, Acid detergent fiber (ADF)와 Neutral detergent fiber (NDF)의 함량은 Goering and Van Soest (1970)에 의해 분석하였다. 또한 ADF와 NDF함량으로부터 Total digestible nutrients (TDN)과 Relative feed value (RFV)는 Nahm (1992)과 Linn and Martin et al. (1989)의 계산식에 의하여 구하였다. 한편 단위면적당 조단백질 수량과 TDN 수량은 얻어진 조단백질 함량과 가소화 양분총량(TDN)에 건물수량을 곱하여 산출하였다.

단위면적당 연간 가축 사육능력은 한우사양표준(RDA, 2012)에 의거 약 450 kg의 한우 암소 육성우가 1일 증체 400 g 을 목표로 하는 경우, 사료 자원을 70% 급여할 시에 필요로 하는 조단백질과 TDN은 1일 각각 426.3 g과 3.479 kg을 기준으로 하여 조단백질과 TDN에 의하여 평가하였다(Jo, 2003; Ryu et al., 2006).

통계 분석

이 실험의 결과는 SAS package program (Version 8. 01, USA, 2005)을 이용하여 유의성을 검정하였고, 처리 평균 간의 비교는 5% 수준의 최소 유의차검정(Least significant difference test)방법으로 하였다.

Results and Discussion

귀리의 생산성 비교

귀리재배에 있어서 파종과 수확시기가 건물수량, 조단백질 및 TDN 수량에 미치는 영향은 Table 3과 같다.

건물 수량은 2월 25일 파종 시에 ha 당 6.29 - 11.52 톤(평균 8.90 톤), 3월 5일 파종은 7.72 - 12.86 톤(평균 10.32 톤) 및 3월 15일 파종은 7.3 - 13.62 톤(평균 10.12 톤)으로 2월 파종 시 유의적으로 낮은 건물 수량을 나타내었으며 ($p < 0.05$), 수확기에 따른 건물 수량은 5월 19일 평균 7.10 톤, 5월 27일 평균 9.56 톤 및 6월 8일은 평균 12.67 톤으로 수확기가 늦어질수록 수량이 유의하게 높아졌다($p < 0.05$). 건물수량은 3월 15일에 파종하여 6월 8일에 수확하였을 때 ha 당 13.62 톤으로 가장 높게 나타났으며($p < 0.05$), 2월 25일 파종, 5월 19일 수확한 구가 ha 당 6.29 톤으로 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$). 조단백질 수량은 3월 5일 파종하고 6월 8일 수확한 구가 ha 당 1.27 톤으로 가장 높게 나타났다($p < 0.05$). TDN 수량 또한 수확이 가장 늦은 6월 8일 구가 ha 당 6.75 - 7.98 톤(평균 7.38 톤)으로 가장 높게 나타났다($p < 0.05$). 건물, 조단백질 및 TDN 수량은 늦게 수확할수록 높은 수량을 보였다($p < 0.05$).

Table 3. Effects of sowing and harvest timing on dry matter, crude protein, and total digestible nutrient yields of oats.

Seeding date	Harvesting date	Dry matter yield (Ton/ha)	Crude protein yield (Ton/ha)	Total digestible nutrients yield (Ton/ha)
Feb. 25	May. 19	6.29	0.62	3.90
	May. 27	8.90	1.15	5.21
	Jun. 8	11.52	1.14	6.75
	Mean	8.90b	0.97ab	5.29b
Mar. 5	May. 19	7.72	0.73	4.73
	May. 27	10.36	1.02	5.88
	Jun. 8	12.86	1.27	7.42
	Mean	10.32a	1.01a	6.01a
Mar. 15	May. 19	7.30	0.55	4.40
	May. 27	9.42	0.98	5.26
	Jun. 8	13.62	0.97	7.98
	Mean	10.12a	0.83b	5.88a
	LSD ² (p < 0.05)	0.94	0.24	0.56
Harvest date	May. 19	7.10c	0.63b	4.35c
	May. 27	9.56b	1.05a	5.45b
	Jun. 8	12.67a	1.13a	7.38a

a, b, c: Means in a column with different letters are significantly different (p < 0.05).

²LSD : least significant difference test.

귀리를 봄에 파종하여 재배하였을 때 건물수량은 Ju et al. (2010)은 ha 당 10.68 - 11.76 톤으로 나타났고, 하파용 품종인 ‘스완’, ‘다크호스’ 및 ‘하이스피드’는 가을파종 보다 높은 ha 당 7.73 - 10.21 톤이라 보고하였는데(Ju et al., 2011), 본 연구에서도 건물수량이 ha 당 6.29 - 13.62 톤으로 나타나 앞에서 보고한 수준과 비슷한 수량을 보였다. 또한, 파종과 수확기에 따라서는 본 시험에서는 2월 보다 3월의 파종이 높은 건물 수량을 보였고, 수확시기에 있어서도 늦어질수록 건물 수량이 직선적으로 증가하였는데, Han et al. (2012)도 귀리를 3월 9일과 23일 파종 시에 건물 수량이 ha 당 9.2 톤에서 10.24 톤으로 유의하게 증가하였고, 춘파 귀리는 수확시기가 늦어질수록 건물함량이 증가한다는 보고와(Shin and Kim, 1995) 일치하는 경향이였다.

경북지역에서의 동계사료작물의 연간 건물 수량을 보면, 청보리는 ha 당 5.58 - 6.84 톤, 호밀은 7.05 - 10.4 톤, 총체밀은 6.18 - 8.3 톤, 트리티케일은 6.07 - 8.69 톤으로 보고하였고(Hwangbo and Jo, 2013), 총체밀은 2.69 - 8.79 톤(Hwangbo and Jo, 2014), 청보리는 3.93 - 7.00 톤, 호밀은 4.93 - 7.39 톤(Jo et al., 2010)으로 품종, 기후 및 시비관리 등의 차이로 다양한 건물 수량을 보고하였지만, 본 시험에서 춘파귀리의 연간 건물 수량(6.29 - 13.62톤)과 비교 시 다른 동계사료작물의 가을파종 보다 짧은 생육기간임에도 불구하고 춘파귀리의 높은 생산성을 알 수 있었다.

귀리의 사료가치 비교

파종과 수확시기가 귀리의 사료가치에 미치는 영향은 Table 4와 같다.

귀리의 조단백질 함량은 5월 19일 수확 시에 7.6 - 9.83%(평균 8.98%), 5월 27일은 9.83 - 12.90%(평균 11.04%) 및 6월 8일은 7.13 - 9.93%(평균 8.97%)로 5월 27일 수확구가 가장 높았다(p < 0.05), ADF와 NDF는 파종기에 따라서는 파종이 늦어질수록 유의하게 함량이 높아졌으며(p < 0.05), 수확기에 따라서는 5월 19일 < 6월 8일 < 5월 27일로 함량이 높아져 3월에 파종하고 5월 27일에 수확한 구가 가장 높게 나타났(p < 0.05). TDN 함량은 2월 25일 파종구가 평균 59.71%로 3월 파종구의 평균 58.58 및 58.22% 보다 높게 나타났으며(p < 0.05), 수확시기에 따라서는

5월 19일 구가 평균 61.21%, 5월 27일 구가 평균 57.02% 및 6월 8일 구가 평균 58.28%로 나타나 TDN 함량은 파종 시기와 수확시기가 빠를수록 유의하게 높아졌다($p < 0.05$). 상대사료가치(RFV)는 파종기에 따라서는 2월 25일구가 87.70으로 가장 높았고, 수확기에 따라서는 5월 19일 구가 88.88 - 95.61(평균 92.42)로 가장 높았고, 수확이 5월 27일 구는 73.82 - 81.34(평균 77.44)로 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$).

Table 4. Effects of various sowing and harvest timings on nutritive values of oats.

Seeding date	Harvest date	CP ^v (%)	ADF ^w (%)	NDF ^x (%)	TDN ^y (%)	RFV ^z
Feb. 25	May. 19	9.83	34.00	60.73	62.04	95.61
	May. 27	12.90	38.50	67.37	58.48	81.34
	Jun. 8	9.93	38.33	63.77	58.62	86.19
	Mean	10.89a	36.94b	63.96b	59.71a	87.70a
Mar. 5	May. 19	9.50	34.93	61.86	61.30	92.79
	May. 27	9.83	40.67	69.00	56.77	77.16
	Jun. 8	9.83	39.53	64.73	57.67	83.65
	Mean	9.72ab	38.38a	65.20ab	58.58b	84.54b
Mar. 15	May. 19	7.60	36.20	63.53	60.30	88.88
	May. 27	10.40	41.90	70.90	55.80	73.82
	Jun. 8	7.13	38.40	63.76	58.56	86.06
	Mean	8.38b	38.83a	66.06a	58.22b	82.92b
	LSD ($p < 0.05$)	2.85	1.53	2.22	1.21	4.59
Harvest date	May. 19	8.98b	35.04c	62.04c	61.21a	92.42a
	May. 27	11.04a	40.36a	69.09a	57.02c	77.44c
	Jun. 8	8.97b	38.76b	64.09b	58.28b	85.30b

a, b, c: Means in a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

Abbreviation: CP, crude protein; ADF, acid detergent fiber; NDF, neutral detergent fiber; TDN, total digestible nutrients; RFV, relative feed value; LSD, least significant difference test.

일반적으로 사료작물은 생육이 진행됨에 따라 일반조성분의 함량은 변화되는데 섬유소 함량은 점차 증가하여 건물수량은 증가하나, 단백질 조지방 및 TDN 함량은 감소하여 조사료의 가치는 변화한다(Cherney and Marten, 1982; Hwang et al., 1985; Contreras-Govea and Albrecht, 2005). 총체맥류 5종의 봄철 조단백질 함량 변화를 조사한 결과를 보면 봄철 생육이 왕성한 시기까지 증가하였다가 이후 점진적으로 감소되었다(Hwang et al., 1985; Ju et al., 2009). 본 시험에서도 수확시기가 5월 말까지 조단백질 함량이 증가되었다가 6월 수확에서는 감소되는 경향으로 나타났는데, 이러한 결과는 귀리는 출수기를 정점으로 단백질 함량은 감소하고(Ju et al., 2011), 사료맥류는 이삭이 나온 후 일수가 경과할수록 단백질 함량이 감소된다는 보고(Song et al., 2009)와 일치하였다.

봄 재배 귀리에서 섬유소 함량은 출수기를 정점으로 증가되었다가 유숙기부터 감소된다고 하였고(Shin and Kim, 1995), 사료맥류에서 출수기를 정점으로 섬유소 함량이 감소되는 원인을 종실비율의 증가와 종실로의 전분 축적이 식물전체의 NDF와 ADF 함량을 낮추는데 기여하였기 때문이라고 하였다(Delogu et al., 2002; Song et al., 2009). 또한 5종(청보리, 밀, 호밀, 트리티케일 및 귀리)의 총체맥류 모두 RFV는 봄 생육초기에 높았다가 생육이 진행됨에 감소하였으며, 출수기 이후 전분축적으로 인해 다시 증가하는 경향을 보였다고 하였다(Ju et al., 2009). 본 시험에서도 수확시기에 따른 섬유소 함량이 5월 말까지 증가하다가 출수 이후 종실의 전분축적으로 6월 수확에서는 유의하게 감소되었고, 이에 따라 RFV 또한 섬유소 증가로 감소하다가 전분축적으로 증가하는 경향으로 나타나 앞선 보고와 결과가 일치하였다.

조단백질과 가소화영양수량에 의한 가축 사육능력

파종과 수확시기가 귀리의 조단백질 및 TDN 수량에 의한 단위면적 당 연간 가축 사육능력에 미치는 영향은 Table 5와 같다.

Table 5. Effects of sowing and harvest timings on carrying capacity per unit area for livestock of 450 kg Hanwoo heifer with 400 g average daily gain fed diets included 70% oats.

Seeding date	Harvest date	Livestock carrying capacity (heads/year/ha)		
		Crude protein	Total digestible nutrients	Mean
Feb. 25	May. 19	3.96	3.07	3.52
	May. 27	7.39	4.10	5.75
	Jun. 8	7.34	5.32	6.33
	Mean	6.23ab	4.16b	5.20ab
Mar. 5	May. 19	4.72	3.72	4.22
	May. 27	6.54	4.63	5.59
	Jun. 8	8.14	5.84	6.99
	Mean	6.47a	4.72a	5.60a
Mar. 15	May. 19	3.55	3.46	3.51
	May. 27	6.30	4.14	5.22
	Jun. 8	6.24	6.28	6.26
	Mean	5.36b	4.63a	5.00b
	LSD ² (p < 0.05)	1.56	0.43	0.83
Harvest date	May. 19	4.08b	3.42c	3.75c
	May. 27	6.74a	4.29b	5.52b
	Jun. 8	7.24a	5.82a	6.53a

a, b, c: Means in a column with different letters are significantly different (p < 0.05).

²LSD : least significant difference test.

한우 암소 약 450 kg을 1일 증체 400 g 목표로 하여 귀리를 사료자원으로 70% 급여할 시에 필요로 하는 조단백질과 TDN 총량은 1일 각각 426.3 g과 3.479 kg (RDA, 2012)임을 감안할 때, 2월 25일 파종구가 평균 5.20 두, 3월 5일과 15일 파종구가 각각 평균 5.60과 5.00 두로 파종기에 따라서는 경북북부 지역에서는 3월 중순 보다는 3월 초순에 귀리를 파종하는 것이 단위면적 당 연간 가축 사육능력이 우수하였고, 수확기에 따라서는 6월 8일 수확구가 평균 6.53 두로 5월 19일과 27일 수확구의 각각 평균 3.75와 5.52 두 보다 유의하게 높게 가축 사육 능력이 우수한 것으로 나타났다(p < 0.05).

경북지역에서 생산된 다양한 동계사료작물의 가축사육능력은 청보리는 연간 ha 당 2.54 - 3.33 두, 호밀은 2.21 - 3.62 두(평균 2.88 두), 총체밀은 3.17 - 4.03 두, 트리티케일은 2.74 - 3.86 두로 보고하였고(Hwangbo and Jo, 2013), 하계작물인 옥수수과 사초용 수수의 가축사육능력은 각각 연간 ha 당 2.81 - 6.26 두(평균 4.71 두), 1.70 - 4.08 두로(Choi et al., 2012), 본 시험의 귀리의 가축사육능력의 연간 ha 당 3.51 - 6.99 두(평균 5.27 두)와 비교 시 동계사료작물로 건물수량이 높은 호밀 보다 183% 높은 가축사육능력을 보였고, 하계사료작물 중 최고의 수량을 생산하는 옥수수와 비슷하게 나타나 사료작물 중 봄귀리의 우수한 가축사육능력을 알 수 있었다.

본 시험에서 귀리의 건물과 조단백질 수량은 파종시기로는 3월초 파종 시에 각각 평균 10.32와 1.01 톤으로 가장 높았고, 수확시기별로는 6월 수확 시에 각각 평균 12.67과 1.13 톤으로 높은 수량을 보였다(Table 3). 이러한 건물과 조단백질 수량에 따른 결과로 인해 귀리의 파종시기로는 2월말과 3월 초, 수확시기는 6월이 가장 높은 가축능력이

나타남을 알 수 있었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 경북북부지방에서 귀리를 봄에 파종하여 건물생산성과 사료가치를 고려하여 이용할 경우 파종시기는 3월 초순, 수확은 6월 초에 하는 것이 가축사육 능력 증대를 기대할 수 있으리라 사료된다.

Conclusion

본 실험에서는 춘파귀리(‘다크호스’)를 파종과 수확기를 달리하여 재배 시 작물의 생산성과 사료가치를 평가함으로써 양질의 조사료를 확보하여 단위면적당 가축사육 능력을 추정하고자 하였다. 건물수량은 3월 15일에 파종하여 6월 8일에 수확하였을 때 ha 당 13.62 톤으로 가장 높게 나타났으며($p < 0.05$), 2월 25일 파종, 5월 19일 수확한 구가 ha 당 6.29 톤으로 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$). 조단백질 수량은 3월 5일 파종하고 6월 8일 수확한 구가 ha 당 1.27 톤으로 가장 높게 나타났다($p < 0.05$). 가소화양분총량 수량 또한 수확이 가장 늦은 6월 8일 구가 ha 당 7.38 톤으로 가장 높게 나타났다($p < 0.05$). 경북북부 지역에서는 3월 중순 보다는 3월 초순에 귀리를 파종하는 것이 단위 면적 당 연간 가축 사육능력이 우수하였고, 수확기에 따라서는 6월 8일 수확구가 평균 6.53 두로 유의하게 높게 가축 사육 능력이 우수한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이상의 결과를 종합해 볼 때, 경북북부지방에서 귀리를 봄에 파종하여 건물생산성과 사료가치를 고려하여 이용할 경우 파종시기는 3월 초순, 수확은 6월 초에 하는 것이 가축사육 능력이 우수한 것으로 나타났다.

Acknowledgements

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(주관과제명: 조사료 생산불리지역 맞춤형 연중생산 체계 구축, 과제번호: PJ011314062016)의 지원에 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

References

- AOAC. 1990. Official methods of analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.
- Cherney JH, Marten GC. 1982. Small grain crop forage potential: I. Biological and chemical determinants of quality and yield. *Crop Science* 22:227-230.
- Choi KW, Jo IH, Hwangbo S. 2012. Effects of applying of animal manure on productivity and on carrying capacity for livestock of corn and forage sorghum. *The Korean Society of International Agriculture* 24:36-42. [in Korean]
- Contreras-Govea FE, Albrecht KA. 2005. Forage production and nutritive value of oat in autumn and early summer. *Crop Science* 46:2382-2386.
- Delogu G, Faccini N, Faccioli P, Reggiani F, Lendini M, Berardo N, Odoardi M. 2002. Dry matter yield and quality evaluation at tow phenological stage of Sardinia Italy. *Field Crops Research* 74:207-215.
- Goering HK, Van Soest PJ. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). United States Department of Agriculture Handbook No. 379, Washington, D.C.
- Han OK, Park HH, Heo HY, Park TI, Seo JH, Park KH, Kim JG, Ju JI, Hong YG, Jeung JH, Park NG. 2009. A new early high-yielding forage winter oat cultivar, "Punghan". *Korea Journal of Breeding Science* 41:168-172. [in Korean]
- Han OK, Park TI, Park KH, Seo JH, Hwang JJ, Baek SB, Kim DW, Kwon YU. 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. [in Korean]
- Heo HY, Park HH, Kim MJ, Choi SW, Park KG, Nam JH, Kim JG, Lee CK, Kwon YU. 2003. A new cold tolerant, high forage and grain yielding winter oat cultivar "Samhan". *Korea Journal of Breeding Science* 35:331-332. [in

Korean]

- Hwang JH, Sung BR, Yeon KB, Ahn OS, Lee JH, Jung KY, Kim YS. 1985. Forage and TDN yield of several winter crops at different clipping date. *Journal of Crop Science and Biotechnology* 30:301-309. [in Korean]
- Hwang OH, Lee YK, Cho SB, Han DW, Lee SR, Kwag JH, Park SK. 2016. The effect of palm kernel meal supplementation in the diet on the growth performance and meat quality of swine, and on the level of odorous compounds and bacterial communities in swine manure. *Korean Journal of Agricultural Science* 43:777-787. [in Korean]
- Hwangbo S, Jo IH. 2013. Effects of applying cattle slurry and mixed sowing with legumes on productivity, feed values and organic stock carrying capacity of winter forage crop in Gyeongbuk Regions. *Korean Journal of Organic Agriculture* 21:451-465. [in Korean]
- Hwangbo S, Jo IH. 2014. Effects of mixed sowing with legumes and applying cattle manure on productivity, feed values and stock carrying capacity of whole crop wheat in Gyeongbuk Regions. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 34:52-59. [in Korean]
- Jo IH, Hwangbo S, Lee SH. 2010. Effects of applying cattle slurry and mixed sowing with legumes on productivity, feed values and organic stock carrying capacity of winter forage crop in Gyeongbuk Regions. *Korean Journal of Organic Agriculture* 18:419-432. [in Korean]
- Jo IH. 2003. A study on area types of recycling agriculture. *Korean Journal of Organic Agriculture* 11:91-108. [in Korean]
- Ju JI, Lee DH, Han OK, Song TH, Kim CH, Lee HB. 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. [in Korean]
- Ju JI, Lee DH, Seong YG, Han OK, Song TH, Lee KW, Kim CH. 2010. Comparisons of growth, yield and feed quality at spring sowing among five winter cereals for whole-crop silage use. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 30:205-216. [in Korean]
- Ju JI, Lee JJ, Park KH, Lee HB. 2009. Changes of feed quality at different cutting dates among five winter cereals for whole-crop cereal silage in middle region. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science* 29:187-196. [in Korean]
- Kim SK, Kim JD, Park HS, Kim DA. 1999. Seeding rate and planting date effects on forage performance and quality of spring oats. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 19:233-240. [in Korean]
- Linn J, Martin N. 1989. Forage quality tests and interpretation. Univ. of Minnesota Ext. Serv. AG-FO-2637.
- Nahm KH. 1992. Practical guide to feed, forage and water analysis. pp. 1-70. Yooan Pub.
- Park HH, Heo HY, Kim JG, Park KH, Choi JS, Kwon YU, Nam JH, Lee JJ, Lee CK, Ryu IM, Ko SB, Jung KY, Lee SH. 2006. A new early-heading and high-yielding forage oat cultivars, "Darkhorse". *Korea Journal of Breeding Science* 38:287-288. [in Korean]
- Park HH, Heo HY, Park KH, Park TI, Seo JH, Cheong YK, Choi JS, Kim JG, Kwon YU, Ju JI, Rye IM, Hong YG, Jung KY, Han OK. 2007. A new early-heading and high-yielding forage winter oat cultivar, "Chohan". *Korea Journal of Breeding Science* 39:124-125. [in Korean]
- Park SW, Kim BH, Kim YH, Kim SN, Jang KB, Kim YH, Park JC, Song MH, Oh SN. 2016. Nutrition and feed approach according to pig physiology. *Korean Journal of Agricultural Science* 43:750-760. [in Korean]
- RDA National Institute of Animal Science. 2012. Korean feeding standard for Hanwoo. [in Korean]
- Robert WW. 1995. The oat crop production and utilization. pp. 224-231. Chapman & Hall.
- Ryu DK, Yun SI, Lee JS, Jo IH, Ahn JH. 2006. Standard model development of nature-circulating organic agriculture. Ministry of Agriculture and Forestry. [in Korean]

- SAS. 2005. Statistical Analysis System ver., 8.01. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Shin CN, Kim BH. 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. [in Korean]
- Shin CN, Kim BH. 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. [in Korean]
- Shin CN, Ko KH, Kim JD. 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. [in Korean]
- Song TH, Han OK, Yun SK, Park TI, Seo JH, Kim KH, Park KH. 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. [in Korean]
- Statistics Korea. 2016. Cattle ranchers farming Korean cattle 'Hanwoo'. [in Korean]
- Thompson RK, Day AD. 1959. Spring oats for winter forage southwest. *American Society of Agronomy* 51:9-11.