Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 40(1): 50~56, 2020
https://doi.org/10.5333/KGFS.2020.40.1.50

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

Research Article

중북부 지역에서 생육단계에 따른 이탈리안 라이그라스와 트리티케일의 건물수량과 사료가치

이홍주, 변지은, 황선구, 류종원*
상지대학교 생명과학대학, 원주 26339

Change of Dry Matter Yield and Feed Values According to Different Growth Stages of Italian Ryegrass and Triticale Cultivated in the Central Northern Region

Hong-Ju Lee, Ji-Eun Byeon, Sun-Goo Hwang and Jong-Won Ryoo*
Sangji University, Wonju, 26339, Korea

ABSTRACT

The field experiment was carried out to evaluate changes of dry matter productivity and feed value of Italian ryegrass and triticale at different growth stages in Wonju from 2018 to 2019. Italian ryegrass and triticale forages were harvested at an interval of seven days from May to June. The dry matter yield of Italian ryegrass with 7,870 kg/ha harvested on May 16 was significantly higher than that harvested on May 3 and May 9. The dry matter yield of triticale with 12,050 kg/ha harvested on June 7 was significantly higher than that harvested from May 3 to May 16. The crude protein yields harvested on May 16 were 890 kg/ha for Italian ryegrass and 1,103 kg/ha for triticale and were significantly higher than those harvested on May 3 and May 9. The total digestible nutrient yield(TDN) of Italian ryegrass with 5,223 kg/ha harvested on May 16 was significantly higher than that harvested on May 3 and May 9. The total digestible nutrient yield of triticale with 8,277 kg/ha harvested on June 7 was significantly higher than that harvested during May, but not different from that harvested after June 7. Considering the dry matter yield, crude protein yield and total digestible nutrient yield, it is suggested that the optimal harvesting times for Italian ryegrass and triticale seem to be May 16 and June 7, respectively.

(**Key words**: Italian ryegrass, Triticale, Harvest stages, Forage productivity, Forage quality, Growth stage)

Ⅰ. 서 론

국내산 조사료의 생산 확대 필요성에도 불구하고 남부지방에 비해 중북부지역에서 월동 조사료의 재배면적 확대가 저조한 상황이다. 지구 온난화로 각종 농작물 재배지가 북상함에 따라 답리작 사료작물 재배지도 남부지역뿐만 아니라 중북부지방으로 확대될 가능성 이 높아 지고 있다. 우리나라 중북부지방에 월동 사료작물로 재배되는 대표적인 작물은 호밀이었으나 최근 사료품질이 매우 우수한 이탈리안 라이그라스와 생산성과 품질이 우수한 트리티케일도 재배가 시도되고 있다.

이탈리안 라이그라스는 화본과 사료작물로서 가을에 파종하고 이듬해 봄에 수확 이용하는 동계 사료작물로서 초기생육이 왕성하고 수량성과 사료가치가 높으며, 가축의 기호성이 우수한 장점이 있어 농가 호응도가 매우 높아 단일 사료작물로 재배면적이 가장 넓다. 이탈리안 라이그라스는 봄철 청예, 건초, 사일리지 등으로 다양하게 이용할 수 있는데(Kim, 1983), 최근에는 곤포 사일리지로 이용이 크게 증가하고 있다(Choi et al., 2008). 이탈리안 라이그라스는 잎의 비율이 높아서 기호성이 좋고, 당분 함량도 높아 품질이 우수한 사일리지를 제조할 수 있다고(Lee, 2013) 보고하였다. 그러나 추위에 약해 월동이 불리하여 주로 중남부지역에서 재배되어 재배지역의 한계를 가진 작물이다(Kim et al., 2015). 우리나라에서 이탈리안 라이그라스의 안전재배지역을 남부에서 중북부지역까지 확대하고 단위면적당 생산성을 높이기 위해 추위에 강한 내한성 품종으로는 '코윈어리(Kowinearly)' 등(Choi et al., 2011)이 육성되었다. 이탈리안 라이그라스 월동성과 기상 환경의 영향으로 인해 재배지역마다 수량성이 다양하게 나타난다. 중북부지방은 겨울철 온도가 낮아 월동 사료작물로 적합한 초종을 선택하여 재배를 권장하는 것은 매우 중요하다(Cherney and Martin, 1982; Bergen et al., 1991).

트리티케일(triticale)은 밀의 양질성과 호밀의 왕성한 생장 능력

*Corresponding author: Jong Won Ryoo, College of Life Science Sangji University, Wonju, 220-702, Korea.
Tel: +82-33-730-0516, E-mail: jwryoo@sangji.ac.kr

및 재해 저항성을 결합한 작물을 육성하기 위해 밀과 호밀의 속간 교잡에 의해 인위적으로 만든 작물이다. 트리티케일은 곡물과 식용으로 이용될 뿐만 아니라 사료 생산성과 사료가치 등이 좋아 청예·건초·사일리지 등 다목적인 용도로 이용되며 재배면적도 점차 증가하고 있다(Yun and Ataku, 2000; Esen and Celik, 1997).

답리작 작물로서 이탈리안 라이그라스, 트리티케일은 각각 장점과 단점을 가지고 있어 한가지 작물의 대면적 단일재배보다는 지역 특성에 맞는 여러 작물을 재배하는 것이 조사료의 안정 생산에 유리할 것이다(Ju et al., 2009). 국내에서 조사료 생산을 위한 사료 맥류의 종류별 생산성과 사료가치의 비교 연구(Ju et al., 2009.)와 수확 시기에 따른 품질에 미치는 영향에 관한 연구가 보리, 밀, 호밀, 이탈리안 라이그라스를 위주로 이루어졌으나 중북부지방에서 이탈리안 라이그라스와 트리티케일이 품질 비교 연구가 되어 있지 않은 실정이다(Ju et al. 2009).

사료작물의 품질에 미치는 요인은 작물 종류, 토양, 수확횟수, 수확 시기 등 다양한 요인이 영향을 미친다. 사료작물의 품질에 미치는 요인 중에서 가장 중요한 것은 생육단계에 따른 품질과 수량을 고려한 수확 적기 결정이다. 따라서 생육단계에 따른 이탈리안 라이그라스와 트리티케일의 사료 품질에 대한 비교 검토가 필요한 실정이다. 본 연구는 중북부지방에서 이탈리안 라이그라스와 트리티케일의 생육단계별 생산성과 사료적 가치를 비교하고자 수행하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 시험방법

본 연구는 월동 사료작물로 이탈리안 라이그라스는 코윈어리(Kowinearly)와 트리티케일은 조성(Joseong) 품종을 공시하여 2018~2019년 강원도 원주시 농가 포장에서 수행하였다. 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였으며, 시험구당 면적은 20m^2 (4.0×5.0 m)로 하였다. 이탈리안 라이그라스는 2018년 9월 25일, 트리티케일은 10월 15일에 각각 파종하였다. 파종량은 이탈리안 라이그라스는 50 kg/ha 그리고 트리티케일은 150 kg/ha 으로 하였다. 시비량은 이탈리안 라이그라스는 N-P_2O_5-K_2O를 기준으로 90-120-120 kg/ha 시용하였고, 기비로 40kg, 봄철 추비로 50kg을 시용 하였으며, 인산과 칼리비료는 모두 기비로 시용 하였다. 트리티케일 시비량은 ha당 질소 200, 인산 100, 칼리 70kg 를 시비를 하였고, 시비방법으로 질소는 기비 40%, 추비 60%로 나눠 주었으며, 인산과 가리는 전량 기비로 시용하였다.

2. 시험포 토양의 화학적 특성과 기상

시험 포장의 시험 전 토양의 화학적 특성은 Table 1과 같다. 토양의 pH는 6.83, 총 질소는 0.19%, 유기물함량은 19.1 g/kg, 유효인산은 264 mg/kg, 치환성 칼륨 함량은 0.16 cmol+/kg이었다.

시험기간 동안 기상은 Table 2와 같다. 2019년은 1월 최저 평균기온이 평년보다 높아 이탈리안 라이그라스 월동에 양호한 기상 조건을 나타내었다. 작물 생육기인(3월~6월) 까지의 적산온도는 1,829℃로 이전 30년 동안의 평년온도 1,690℃보다 139℃ 높았다. 그러나 강수량은 285mm로 평년의 377mm보다 적었다.

3. 조사방법

조사항목 및 조사방법에 있어서 생육특성은 예취 전 중앙에 위치한 가장 평균적인 주를 각 반복별 15주씩 선발하여 조사하였다. 수확은 1주일 간격으로 하였고, 수량조사는 반복별 1m^2 (1x1m)의 방형 틀을 이용하여 중앙 부위를 예취하여 생초 수량을 조사하였다. 이후 각각의 구별로 약 500g씩 채취하여 절단 후 65℃ 순환식 송풍건조기에서 72시간 이상 건조하여 건물률을 구하고, 분쇄하여 분석시료로 사용하였다. 조단백질 함량은 AOAC법(1995)에 의하여 분석하였으며 Neutral etergent fiber(NDF) 및 Acid detergent fiber(ADF) 함량은 Goering and Van Soest(1970) 방법으로 분석하였다.

Table 1. Chemical properties of the experiment soil

pH(1:5)	OM(g/kg),	T-N(%)	Avail. P_2O_5(mg/kg)	Ex. cations ($cmol^+$/kg)		
				K	Ca	Mg
6.83	19.1	0.19	264.1	0.16	8.77	0.54

OM: Organic matter

Table 2. Meteorological data during the experimental period from 2018 to 2019

Division	Averaged minimum temperature during January (℃)	Sum of mean temperature(℃)		Precipitation (mm)
		Autumn growing season(Oct.~Dec.)	Spring growing season(Mar~June)	(Oct.~ May)
Current year	- 6.8	563	1,829	285
Normal year	9.5	446	1,690	377.8

Total digestible nutrient(TDN) 함량은 Holland et al.,(1990)에 의거 ADF 함량으로 추정하여 계산하였다(TDN % = 88.9 - (0.79 × ADF %)). 또한 Relative feed value(RFV)는 ADF 함량으로 digestible dry matter(DDM)을 추정하였고(% DDM = 88.9 -(ADF % × 0.779)), NDF 함량으로 dry matter intake(DMI)를 산정한 후(% DMI = 120/NDF %) RFV 값을 산출하였다(RFV = (% DDM × % DMI)/1.29).

이탈리안 라이그라스와 트리티케일의 동일 시기에 대한 상대적 측정값의 유의성 검정은 Student's T-test(Two-tailed)에 의하여 평가하였으며 한 식물에서 모든 시기에 대한 유의성 검정은 Duncan의 다중범위검정법(Duncan's new multiple rage test)에 의하여 분석하였다. 이와 같이 한 결과에 대한 독립된 2가지의 유의성 검에서 Duncan의 다중범위검정법은 R package Agricolae을 이용하여 평균 제곱 오차를 고려해 평균값을 5% 유의수준에서 비교하였으며, T-test는 Excel 2013을 이용하여 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 초장

작물별 생육단계에 따른 초장 변화는 Table 3에서 보는 바와 같다. 트리티케일의 초장은 출수 전 5월 3일 74.4 cm에서 개화 후기 5월 21일 101 cm로 이탈리안 라이그라스의 출수 전 67.7 cm에서 개화 후기 90.0 cm에 비하여 전 생육 기간 상대적으로 긴 초장을 보였다(P<0.05).

2. 건물함량과 건물수량

이탈리안 라이그라스의 건물함량과 건물수량은 Table 4와 같다. 이탈리안 라이그라스의 건물함량은 출수 전 5월 3일 수잉기 15.7%에서 생육이 진행될수록 높아져 출수기 5월 9일에 21%, 개화기인 5월 16일에 28.6 %, 개화 후기 5월 21일에 30.8%를 나타내었다. 트리티케일의 건물함량은 5월 9일에 24%를 나타내었으며 5월 21일 이후 33.6% 이상으로 높아졌다.

이탈리안 라이그라스와 트리티케일의 상대적인 건물함량은 t-test에 의하여 출수 전 5월 3일 이후부터 종실의 성숙기인 6월 7일(P=ns)까지 유의한 차이를 보이지 않았으나 성숙기인 6월 13일(P<0.05)에 9.9%, 6월 30일(P<0.05)에 13.8%로 트리티케일에서 높은 건물함량을 보였다. 이러한 결과는 두 작물 초종 사이에서 6월 13일 이후의 성숙기에 대한 차이가 건물함량에 큰 영향을 미치고 있음을 제시한다. 강원도 원주지역에서 이탈리안 라이그라스와 트리티케일의 건물 함량은 트리티케일은 이탈리안 라이그라스에 비교하여 숙기 진전이 빨라 건물 함량이 높게 나타난 것으로 보인다. 따라서 사료작물의 건물함량은 이용형태 등에 따라 수확 시기를 선정해야 하며 이에 따라 건물함량이 다르게 된다.

Table 3. Plant height of Italian ryegrass and triticale at different growth stages

Crops	Plant height (cm)			
	May 3	May 8	May 16	May 21
IRG	67.7	81.5	82.5	90.0
TCL	74.4	86.5	95.0	101.0
T-test	*	*	*	*

IRG : Italian ryegrass, TCL : Triticale.
T-test is performed between Italian ryegrass and triticale from each day (*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001; ns=non-significant).

Table 4. Changes of dry matter content and dry matter yield of Italian ryegrass and triticale at different harvest stages

Item	Forage	May 3	May 9	May 16	May 21	Jun 7	Jun 13	Jun 30
Dry matter content (%)	IRG	15.7^{e}	21.0^{d}	28.6^{c}	30.8^{bc}	33.7^{b}	39.7^{a}	39.4^{a}
	TCL	18.6^{d}	24.0^{d}	29.6^{c}	33.6^{bc}	37.3^{b}	49.6^{a}	53.2^{a}
	T-test	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
Dry matter yield(kg/ha)	IRG	3,430^{c}	5,150^{b}	7,870^{a}	8,200^{a}	8,350^{a}	8,450^{a}	8,360^{a}
	TCL	4,500^{e}	6,240^{d}	9,160^{c}	11,592^{b}	12,050^{ab}	12,120^{ab}	12,250^{a}
	T-test	**	**	*	**	**	**	**

IRG : Italian ryegrass, TCL : Triticale.
Values are average of 3 replicates. letters of row indicate a statistically significant difference between days according to Duncan's Multiple-Range Test(DMRT) at $P \leq 0.05$. Means with the same letter are not significantly different.
T-test is performed between Italian ryegass and triticale from each day (*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001; ns=non-significant).

수확 시기별 이탈리안 라이그라스의 ha당 건물수량은 출수 전 5월 3일에 3,430 kg, 출수기인 5월 9일에 5,150 kg이었으며, 개화기인 5월 16일에 7,870 kg을 나타내었고, 개화 후기 5월 21일에 8,200 kg를 나타내었다. DMRT 검정에서 이탈리안 라이그라스의 5월 16일 수확일에 건물 수량은 출수 전 5월 3일과 출수기 5월 9일보다 유의적으로 높았다. 트리티케일은 출수 전 5월 3일에 4,500 kg, 5월 9일에 6,240 kg, 5월 16일에 9,160 kg 이었으며, 5월 21일에는 5월 16일과 비교하여 2,432 kg 상승한 11,592 kg을 나타내었으며 6월 30일에 12,250 kg을 보였다. 트리티케일의 건물수량은 개화기인 5월 16일 이후 일수가 경과함에 따라 이탈리안 라이그라스 보다 더 급격하게 증가하였다. 이 결과에서 트리티케일은 출수 전 5월 3일의 4,500 kg/ha와 비하여 개화 후기 5월 21일에 11,592 kg/ha로 18일 동안 건물수량이 2.5배 이상 증가하였다. 트리티케일 건물수량은 출수시와 비교하여 유숙기~호숙기(dough stage)에 170~180% 증가하였다(Cherney and Martin, 1982). 트리티케일은 출수 후 줄기가 경질화 되고 이삭 또한 영글면서 무거워지는 것을 그 이유로 볼 수 있다. 트리티케일은 유숙기, 호숙기 사이 수확시 최대 수량을 나타내었다고 보고하였다(De Ruiter and Hanson, 2004; De Ruiter et al., 2002). 이탈리안 라이그라스와 트리티케일의 동일시기에서 건물 수량에 대한 t-test에 의한 유의성은 모든 시기에 관찰되었으며 트리티케일의 건물수량은 출수기 이후 일수가 경과함에 따라 이탈리안 라이그라스 보다 더 큰 폭으로 증가하였다. 이탈리안 라이그라스와 트리티케일의 건물수량에 대한 상대적 차이는 출수 전 5월 3일(P<0.01)에는 1,070 kg/ha였으나 6월 30(P<0.01)일에는 3,890 kg/ha로 3.6배 정도 증가하였다.

3. 조단백질의 함량과 수량

수확 시기별 이탈리안 라이그라스와 트리티케일의 조단백질 함량의 변화는 Table 5와 같다. 출수 전 5월 3일에 조단백질 함량은 이탈리안 라이그라스 15.7%, 트리티케일 16.6%에서 점차 낮아졌다. 이전 결과에서 이탈리안 라이그라스는 영양생장기에는 단백질 함량이 높지만, 출수기 이후 잎의 비율이 감소하게 되면 조단백질 함량이 감소한다고 보고하였다(Jones and Wilson, 1987). 높은 품질의 사료를 생산하기 위해서는 출수기 이전 수잉기에 수확하는 것이 필요하지만 생산성도 고려하여야 한다.

이탈리안 라이그라스와 트리티케일의 상대적인 조단백질의 함량은 5월 3일부터 5월 16일(P=ns)까지 t-test에 의하여 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만 이러한 두 작물 사이에서 조단백질의 상대적인 함량은 5월 21일(P<0.001)에 1.4% 정도 이탈리안 라이그라스에서 높았던 반면에 종실의 성숙기인 6월 7일(P<0.001)과 6월 13일(P<0.001)에는 트리티케일에서 2%가 높았다. Kim et al.(2018)은 월동 사료작물의 단백질 함량은 이탈리안 라이그라스가 트리티케일 보다 높았다고 보고하였으나 본 연구에서는 5월 3일부터 5월 16일까지는 유의한 차이를 나타나지 않았다.

이탈리안 라이그라스와 트리티케일의 수확 시기별 조단백질 수량의 변화는 Table 5와 같다. 이탈리안 라이그라스의 조단백질 수량은 5월 3일 537 kg/ha로 5월 16일에 890 kg/ha까지 증가하였으며 6월 7일에 634 kg/ha로 낮아졌다. 또한, 트리티케일의 조단백질 수량은 5월 3일 747 kg/ha에서 5월 16일 1,103 kg/ha로 증가하였다. 두 작물 사이에서 조단백질의 상대적 수량에 대한 t-test에 의하여 5월 21일(P=ns)을 제외한 나머지 시기에서 트리티케일이 유의하게 높은 수량을 나타내었다.

4. 산성세제불용섬유(ADF)와 중성세제불용섬유(NDF) 함량

수확 시기별 이탈리안 라이그라스와 트리티케일의 산성세제불용섬유(ADF) 함량의 변화는 Table 6과 같다. 이탈리안 라이그라스의 ADF는 출수 전 5월 3일 23.1%에서 점진적으로 증가하였다. 트리티케일은 출수 전 5월 3일 23.7%에서 5월 21일에 32.5%로 증가한 이후 종실의 숙기가 진행되는 6월 7일에 25.6%로 감소

Table 5. Changes of crude protein content and crude protein yield for Italian ryegrass and triticale at different harvest stages

Item	Forage	May 3	May 9	May 16	May 21	Jun 7	Jun 13	Jun 30
Crude protein content (%)	IRG	15.7^{a}	14.3^{ab}	11.3^{b}	9.7^{bc}	7.6^{cd}	7.6^{d}	8.5^{d}
	TCL	16.6^{a}	13.9^{ab}	12.2^{bc}	8.3^{c}	9.6^{c}	9.6^{c}	8.7^{c}
	T-test	ns	ns	ns	***	***	***	ns
Crude protein yield(kg/ha)	IRG	537^{d}	733^{bc}	890^{a}	791^{ab}	634^{cd}	638^{cd}	706^{bc}
	TCL	747^{d}	865^{cd}	1,103^{ab}	962^{bc}	1,153^{a}	1,166^{a}	1,069^{ab}
	T-test	*	**	**	ns	**	**	*

IRG : Italian ryegrass, TCL : Triticale.

Values are average of 3 replicates. Letters of row indicate a statistically significant difference between days according to Duncan's Multiple-Range Test(DMRT) at $P \leq 0.05$. Means with the same letter are not significantly different.

T-test is performed between Italian ryegass and triticale from each day (*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001; ns=non-significant).

하였다. 두 사료작물 사이의 ADF 함량에 대한 t-test의 유의성은 출수기인 5월 16일(P<0.05)부터 관찰되었으며 이 시기에서 상대적 ADF 함량은 트리티케일이 0.9% 낮았으나 5월 21일(P<0.01)에는 이탈리안 라이그라스가 3.1% 높았지만, 6월 7일(P<0.01) 이후부터는 이탈리안 라이그라스에서 높은 수치를 보였다. ADF 함량은 산성 용매 불용성 물질로서 소화율과 부의 상관관계가 있으며 ADF 함량이 낮을수록 정미 에너지가 높아 사료 품질이 높은 것으로 평가된다. 우리나라 중부 및 남부지역의 27개 지역에서 재배된 이탈리안 라이그라스의 평균 ADF함량은 37.2%이었으며, 재배지별로 차이를 나타내어 31.5%~44.3% 범위의 함량을 나타내었다(Choi et al., 2018).

NDF는 중성세제 불용성 섬유로 셀룰로스, 헤미셀룰로스, 리그닌의 세포벽 구조적 섬유소 물질로 높으면 사료 섭취량이 떨어지는 것으로 알려져 있다. 셀룰로스, 헤미셀루로스는 반추 가축에 정미 에너지로 공급할 수 있는 섬유소이다. 이탈리안 라이그라스의 NDF 함량은 출수 전 5월 3일 39.6%에서 종실의 숙기가 진행되는 6월 7일에 53.9%까지 증가하다 이후에는 6월 13일, 6월 30일과 비교하여 유의한 차이를 보이지 않았다. 트리티케일은 5월 3일 43.4%로 5월 16일에 51.9%로 증가하였으나 이후에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 두 작물에서 NDF의 상대적 함량에 대한 유의성(t-test)은 출수기 5월 9일(P=ns)을 제외한 나머지 시기에 관찰되었으며 개화 후기인 5월 21일(P<0.01)까지는 트리티케일에서 높은 함량을 보였으나 종실의 성숙기인 6월 7일(P<0.001) 이후부터는 상대적으로 낮아졌다.

5. 가소화영양분총량(TDN)와 가소화영양분총량(TDN) 수량

생육단계별 이탈리안 라이그라스와 트리티케일의 가소화영양분총량(TDN) 함량의 변화는 Table 7과 같다. 이탈리안 라이그라스의 TDN 함량은 출수 전 5월 3일 70.7%로 가장 높은 수치를 보였으나 점차 감소하였다. 트리티케일 역시 출수 전 5월 3일 가장 높은 70.2%의 TDN 함량을 보였으며 6월 21일 63.2%로 낮아졌다 종실의 성숙기인 6월 7일에 68.7%로 높아졌다. 두 사료작물의 상대적 TDN 함량은 5월 3일(P=ns)부터 5월 16일(P=ns)까지 t-test에 의한 유의한 차이가 없었으나 5월 21일(P<0.01)에는 이탈리안 라이그라스에서 높았던 반면에 다른 시기에서는 트리티케일이 상대적으로 높은 수치를 나타내었다.

이탈리안 라이그라스의 TDN 수량은 출수 전 5월 3일 2,424 kg/ha에서 개화기인 5월 16일에 5,223 kg/ha로 증가한 이후 유의한 차이를 보이지 않았다. 이와 관련하여 만생종 '화산 101호'로 수행한 Choi et al. (2011)은 수잉기, 출수시, 수전기, 개화기 수확 시 건물수량은 각각 ha당 4,818 kg, 7,244 kg, 9,147 kg, 9,646 kg, TDN 수량은 각각 3,311 kg, 4,806 kg, 5,701 kg, 6,009 kg으로 수확적기는 수전기에서 개화기였다고 발표한 바 있다. 그러므로 조사료로서의 품질과 수량의 균형을 고려하여 적정 수확기를 찾아야 한다. 영양 함량이 높으면서 가축의 소화에 큰 방해를 주지 않도록 고려하였을 때 중북부 지방인 원주에서는 개화기인 5월 16일에 이탈리안 라이그라스를 이용하는 것이 바람직할 것으로 본다(Table 7).

트리티케일은 5월 3일 3,159 kg/ha에서 6월 7일에 8,277 kg/ha까지 증가한 이후 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 TDN 수량을 고려한 트리티케일의 수확적기는 출수 후 3주인 6월 7일로 보인다. 두 사료작물 사이의 TDN 수량에 대한 유의성(t-test)은 모든 시기에서 관찰되었으며 트리티케일에서 높은 TDN 수량을 나타내었다. 트리티케일은 건물수량이 높아 전체 TDN 생산성에 있어서 이탈리안 라이그라스 보다 높게 나타났다. 수확 시기가 빠르면 TDN의 함량이 높아 영양상으로 품질은 뛰어나지만 그만큼 수량은 적게 나온다는 단점이 있으므로 TDN 함량과 수량을 고려한 적기 수확이 필요하다. 트리티케일 사일리지 품질은 성숙단계의 영향이 적고, 수확기가 수잉기에서 유숙기 사이 넓은 범위에 있다고 보고하였다(Twidwell et al., 1987;

Table 6. Changes of NDF and NDF content for Italian ryegrass and triticale at different harvest stages

Item	Forage	May 3	May 9	May 16	May 21	Jun 7	Jun 13	Jun 30
ADF (%)	IRG	23.1^{e}	27.8^{d}	28.5^{cd}	29.4^{bc}	30.6^{ab}	32.1^{a}	32.0^{a}
	TCL	23.7^{c}	24.4^{bc}	27.6^{b}	32.5^{a}	25.6^{bc}	24.9^{bc}	25.9^{bc}
	T-test	ns	ns	*	**	**	***	***
NDF (%)	IRG	39.6^{e}	47.3^{d}	49.5^{cd}	51.3^{bc}	53.9^{ab}	55.2^{a}	56.2^{a}
	TCL	43.4^{c}	43.5^{c}	51.9^{ab}	56.9^{a}	47.6^{bc}	47.0^{bc}	47.9^{bc}
	T-test	***	ns	**	**	***	*	***

IRG : Italian ryegrass, TCL : Triticale.

Values are average of 3 replicates. Letters of row indicate a statistically significant difference between days according to Duncan's Multiple-Range Test(DMRT) at $P \leq 0.05$. Means with the same letter are not significantly different.

T-test is performed between Italian ryegass and triticale from each day (*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001; ns=non-significant).

Table 7. Changes of TDN content and TDN yield for Italian ryegrass and triticale at different harvest stages

Item	Forage	May 3	May 9	May 16	May 21	Jun 7	Jun 13	Jun 30
TDN (%)	IRG	70.7^{a}	67.0^{b}	66.4^{bc}	65.7^{cd}	64.7^{de}	63.5^{e}	63.6^{e}
	TCL	70.2^{a}	69.6^{ab}	67.1^{b}	63.2^{c}	68.7^{ab}	69.2^{ab}	68.4^{ab}
	T-test	ns	ns	ns	**	**	***	***
TDN yield (kg/ha)	IRG	2,424^{c}	3,449^{b}	5,223^{a}	5,384^{a}	5,405^{a}	5,368^{a}	5,319^{a}
	TCL	3,159^{e}	4,346^{d}	6,063^{c}	7,735^{b}	8,277^{a}	8,389^{a}	8,383^{a}
	T-test	**	**	*	**	**	**	**

IRG : Italian ryegrass, TCL : Triticale.
Values are average of 3 replicates. Letters of row indicate a statistically significant difference between days according to Duncan's Multiple-Range Test(DMRT) at $P \leq 0.05$. Means with the same letter are not significantly different.
T-test is performed between Italian ryegass and triticale from each day (*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001; ns=non-significant).

Table 8. Changes of relative feed value(RFV) for Italian ryegrass and triticale at different harvest stages

Item	Forage	May 3	May 9	May 16	May 21	Jun 7	Jun 13	Jun 30
RFV (%)	IRG	166.8^{a}	132.4^{ab}	125.3^{bc}	119.7^{bc}	112.5^{bc}	107.7^{c}	106.0^{c}
	TCL	151.1^{a}	149.5^{a}	120.8^{bc}	104.0^{c}	134.9^{ab}	137.6^{ab}	133.4^{ab}
	T-test	ns	ns	ns	**	***	**	***

IRG : Italian ryegrass, TCL : Triticale.
Values are average of 3 replicates. Letters of row indicate a statistically significant difference between days according to Duncan's Multiple-Range Test(DMRT) at $P \leq 0.05$. Means with the same letter are not significantly different.
T-test is performed between Italian ryegass and triticale from each day (*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001; ns=non-significant).

Schneider et al., 1991). 목초는 성숙단계가 진행됨에 따라 수량은 증가되고 사료 품질은 감소하지만 트리티케일 같은 종실 작물은 종자가 성숙됨에 따라 품질이 유지되는 것이(Khorasani et al., 1997)이 이탈리안 라이그라스와 차이를 나타낸 것으로 보인다.

6. 상대 사료가치(RFV)

상대사료가치(RFV)는 잠재적 가소화에너지 평가지표로 이용되며 ADF함량과 NDF함량를 이용하여 계산하는데 상대 사료가치를 계산한 결과는 Table 8과 같다. 상대사료가치는 출수 전 5월 3일에 이탈리안 라이그라스 166.8%, 트리티케일 151.1%로 가장 높았다. 두 사료작물 사이의 RFV 함량을 비교해 본 결과, t-test에 의하여 개후 후기인 5월 21일(P<0.01) 이후부터 유의한 차이가 관찰되었으며 이 시기에 이탈리안 라이그라스가 15%이상 높았던 반면에 종실의 성숙기인 6월 7일(P<0.001) 이후 트리티케일에서 상대적으로 높은 함량을 나타냈다. 이탈리안 라이그라스는 생육단계가 진전됨에 따라 계속 낮아졌으나 종실이 차지하는 비율이 상대적으로 높은 트리티케일은 이삭이 결실되면서 RFV가 높아지는 상반된 결과를 나타내었다.

Ⅳ. 요 약

본 연구는 중북부지역인 원주에서 생육단계별 이탈리안 라이그라스와 트리티케일의 사료가치 변화를 조사하여 수확적기를 구명하고자 실시하였다. 이탈리안 라이그라스와 트리티케일은 5월 초순부터 1주일 간격으로 8회에 걸쳐 예취한 후 예취시기에 따른 사료가치를 비교하였다. 수확 시기별 이탈리안 라이그라스의 건물수량은 5월 3일(3,430 kg/ha)과 5월 9일(5,150 kg/ha) 수확일보다 5월 16일 수확일에 7,870 kg/ha로 유의적으로 높았다. 트리티케일의 건물수량은 5월 3일에서 5월 16일 수확일보다 6월 7일 수확일에 건물 수량이 12,250 kg/ha로 유의적으로 높았다. 조단백질 수량은 이탈리안 라이그라스, 트리티케일 공히 5월 3일, 5월 9일 수확일보다 5월 16일 수확일에 각각 890 kg/ha, 1,103 kg/ha로 유의적으로 증가하였으며 특히 이탈리안 라이그라스는 5월 16일 수확일에 조단백질 수량의 가장 높은 수치를 보였다. 이탈리안 라이그라스의 TDN 수량은 5월 3일(2,424 kg/ha), 5월 9일(3,449 kg/ha) 수확보다 5월 16일과 5월 21일 수확 시 5,223 kg/ha로 유의적으로 높았다. 트리티케일의 TDN 수량은 6월 7일 수확 시 8,277 kg/ha로 나타났으며 6월 이후 수확 시 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 따라서 중북부 지방에서 건물 수량, 조단백질 수량과 TDN 수량을 고려한 이탈리안 라

이그라스의 수확적기는 출수 후기부터 개화기인 5월 16일, 트리티케일은 출수 후 3주인 6월 7일로 판단된다.

Ⅴ. 사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구과제인 간척지 IRG 종자안정생산 기술개발(PJ013830082020) 과제에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

Ⅵ. REFERENCES

AOAC. 1995. Official methods of analysis (16th ed.). Association of analytical chemist, Washington, D.C., U.S.A.

Bergen, W.G., Byrem, T.M. and Grant A.L. 1991. Ensiling characteristics of whole-crop small grains harvested at milk and dough stages. J. Anim. Sci. 69:1766-1774.

Cherney, J.H. and Martin, G.C. 1982. Small grain crop forage potential: I. Biological and chemical determinants of quality and yield. Crop Sci. 22:227-231.

Choi, G.J., Choi, K.C., Hwang, T.Y,, Jung, J.S., Kim, J.H., Kim, W.H., Lee, E.J., Sung, K.I. and Lee, K.W. 2018. Impact of different environmental conditions and production techniques on forage productivity of Italian ryegrass in central and southern regions of Korea. Journal of the Korean Grassland and Forage Science. 38:231-242.

Choi, G.J., Ji, H.C., Kim, K.Y., Park, H.S., Seo, S., Lee, K.W. and Lee, S.H. 2011. Growth characteristics and productivity of cold-tolerant “Kowinearly” Italian ryegrass in the northern part of South Korea. African Journal of Biotechnology. 10:2676-2682.

Choi, G.J., Kim, W.H. and Seo, S. 2008. Production and utilization of Italian ryegrass and barley as winter annual forages in Korea. Proceedings of 2008 Annual Congress of Korean Society of Grassland and Forage Science. pp. 17-48.

Choi, G.J., Lim, Y.C., Ji, H.J., Lee, S.H., Lee, K.W., Kim, D.K., Seo, S. and Kim, K.Y. 2011. Change in dry matter yields and feed values of Italian ryegrass, Hwasan 101, at different growth stages. Journal of the Korean Grassland and Forage Science. 31:107-112.

De Ruiter, J.M. and Hanson, R. 2004. Whole crop cereal silage- production and use in dairy, beef, sheep and deer farming. Christchurch, NZ: NZ Institute for Crop and Food Research Ltd.

De Ruiter, J.M., Hanson, R., Hay, A.S., Armstrong, K.W. and Harrison-Kirk, R.D. 2002. Whole-crop cereals for grazing and silage: Balancing quality and quantity. Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 64:181-189.

Esen, A. and Celik, N. 1997. Effect of cutting stage on yield and quality of triticale (x *Triticosecale* Witt.) cultivars. Journal of the Korean Society of Grassland Science. 17:89-92.

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

Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. The pioneer forage manual-A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des Moines, IA, 1-55.

Jones, D.H. and Wilson, A.D. 1987. Nutritive quality of forage. In. The Nutrition of Herbivores, (Ed. by: J. B. Hacker and J. H. Ternuth). Academi Press. 11:65-89.

Ju, J.I., Lee, J.J., Park, K.H. and Lee, H.B. 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.

Khorasani, G.R., Jedel, P.E., Helm, J.H. and Kennelly, J. 1997. Influence of stage of maturity on yield components and chemical composition of cereal grain silages. Can. J. Anim. Sci. 77:259-267.

Kim, D.A. 1983. Forage crops. Seonjin Publish Company. Seoul. pp. 309-320.

Kim, J.G., Liu, C. Zhao, G. Kim, H.J., Kim, M.J., Kim, C.M. and Ahn, E.K. 2018. Study on the forage cropping system linked to whole crop rice and winter crop in southern region. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 38:202-209.

Kim, K.S., Lee, S.K., Choi, Y.S., Park, D.H., Ji, H.J., Jung, J.S., Choi, K.C. and Kim. W.H. 2015. Effect of seeding date and varieties of Italian ryegrass on forage yield and quality of early spring-seeded at paddy field in southern region. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 35:50-56.

Lee, S.M. 2013. Effects of seeding dates on yield and feed value of Italian ryegrass in paddy field cultivation. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 33:185-192.

Schneider, S., Vogel, R. and Wyss, U. 1991. Die Eignung von Triticale zur Bereitung von Ganzpflanzensilage. Landwirtschaft Schweiz. 4:407-411.

Twidwell, E.K., Johnson, K.D., Cherney, J.H. and Ohm, H.W. 1987. Forage yield and quality of soft red winter wheats and a winter triticale. Appl. Agric. Res. 2:84-88.

Yun, S.G. and Ataku, K. 2000. Effects of maturing stages on chemical composition for feed and *in vitro* dry matter digestibility of triticale. Journal of the Korean Society of Grassland Science. 20:227-232.

(Received : February 4, 2020 | Revised : March 19, 2020 | Accepted : March 20, 2020)