

# 트리티케일 파종시기 및 수확시기가 사일리지 사료가치와 기능성 성분에 미치는 영향

김지숙<sup>1</sup> · 라경윤<sup>2</sup> · 김울호<sup>3</sup> · 박명렬<sup>2,†</sup>

## Effects of Sowing and Harvesting Times on Feed Value and Functional Component of Triticale (x *Triticosecale* Wittmack)

Jisuk Kim<sup>1</sup>, Kyungyoon Ra<sup>2</sup>, Yul-Ho Kim<sup>3</sup>, and Myoung Ryoul Park<sup>2,†</sup>

**ABSTRACT** Triticale forage has the highest yield of all winter forage crops, including rye, and a cold tolerance within an average low temperature of  $-10^{\circ}\text{C}$  in January. Therefore, this study analyzed the effects of sowing and harvesting times on the feed value and functional components of triticale to optimize the use and supply of triticale as livestock feed. Room temperature' can vary widely with climate, season, and time of day. In order to clearly state the conditions of the study in a manner that facilitates replication by other researchers, please consider using an approximate temperature range instead. Seeds of the triticale 'Joseong' were sown during the fall of 2021 (October 20th) and spring of 2022 (March 7th). The triticale was harvested at the following growth stages: seedling stage, booting stage, heading stage, 10 days after heading, and 20 days after heading. The moisture content of each harvested triticale was adjusted to approximately 60%, and the triticale was fermented for silage for 40 days at ambient temperature under anaerobic conditions. We measured the pH and organic acid content of each silage to determine the feed value and functional component. The lactic acid content of the triticale silage harvested at the seedling stage sown in both fall and spring (1.61%, 1.63%) was the highest among all the silages. The octacosanol content in the silages of both fall-sown and spring-sown triticale harvested at the seedling stage (0.38, 0.27 mg/ml) was the highest. Overall, the results revealed that harvesting time had a greater impact on the feed value and functional components of triticale silage than sowing time.

**Keywords** : feed value, harvesting time, silage, triticale

**반추가축** 위는 다양한 미생물들이 공존하고 있어 조사료를 급여하면 발효에 의해 영양분의 흡수가 일어나는 소화기관을 이루고 있기 때문에 조사료 섭취는 반추가축의 영양생리적으로 매우 중요하다(Korea Feed Ingredients Association, 2006). 우리나라의 조사료 총 소요량은 매년 증가하여 2020년에 약 482만 톤이고, 국내 생산량은 392만 톤으로 자급률이 81.4%에 이르고 있으나, 국내 조사료의 55.3% (2,664

천 톤)은 품질이 낮은 벼짚으로 공급되고 있다(Jeong *et al.*, 2022). 우리나라 조사료 재배면적은 2020년 기준 11.2만 ha이고 전남(42.4%)과 전북(18.1%), 경남(8.2%)이 68.7%를 차지하고 있고, 한육우 전체 사육두수 340만두의 29.1%만이 전남(16.8%), 전북(12.3%), 경남(9.2%)에서 사육되고 있어, 사육과 조사료 생산의 불균형이 매우 심각한 상태이다(MAFRA, 2021). 이런 불균형을 해소하기 위해 겨울철 기온이 낮은 중

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 중부작물과 전문연구원 (Post-doc Research Scientist, Central Area Crop Breeding Division, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16429, Republic of Korea)

<sup>2</sup>농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 중부작물과 농업연구사 (Research Scientist, Central Area Crop Breeding Division, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16429, Republic of Korea)

<sup>3</sup>농촌진흥청 국립식량과학원 중부작물부 중부작물과 농업연구관 (Senior Research Scientist, Central Area Crop Breeding Division, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16429, Republic of Korea)

<sup>†</sup>Corresponding author: Myoung Ryoul Park; (Phone) +82-31-695-4051; (E-mail) [park5260@korea.kr](mailto:park5260@korea.kr)

<Received 29 September, 2022; Revised 18 November, 2022; Accepted 18 November, 2022>

부 이상의 지역에서 생육이 안정적으로 가능하고 수량이 우수한 조사료 작물의 재배가 필요하지만, 대표적인 동계사료 작물인 호밀 종자는 주로 수입에 의존하고 있어 수급이 불안정하다. 최근에 국내 채종이 용이한 트리티케일이 추위와 도복에 강하며, 수량성이 높고 사료적 가치가 높아 사료작물로 호밀을 대체해 재배가 권장되고 있다(Lee *et al.*, 2020). 또한, 생산성과 가축의 기호성도 좋으며(Yang *et al.*, 2021; Lee *et al.*, 2020), 타 작물에 비해 프로안토시아닌, 리그난, 세코이솔라리시레시놀 디글루코사이드의 기능성물질 함량이 높은 것으로 보고되었다(Athukorala & Mazza, 2010). 지구력 향상에 도움을 주는 것으로 알려진 기능성 물질인 옥타코사놀은 동계작물인 트리티케일과 밀 잎의 왁스층에 가장 많이 존재한다고 알려져 있다(Tulloch & Hoffman, 1974). 조사료는 풋배기용, 건조용, 담금먹이(사일리지)로 나뉘며, 주로 5, 6월경에 수확하여 건조하는데 이 시기에는 기상조건이 불안정하기 때문에 건조제조가 어렵고 저장에 용이하지 않아 대부분 사일리지로 만들어지고 있다(Heo *et al.*, 2005). 사일리지는 가축의 영양대사에 필요한 비타민, 미네랄, 기능성물질을 제공할 수 있다(Rogge *et al.*, 2006). 현재까지 국내 사일리지 제조에 관련된 연구가 수행된 작물은 호밀, 보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스 위주이고, 생육단계별 제조 후 품질평가, 품질향상, 재료특성, 미생물발효 능력 등이 평가되었다(Heo *et al.*, 2005; Choi & Song, 2011; Kim *et al.*, 2008; Moon *et al.*, 2014). 또한 조사료 사일리지의 pH와 유기산의 함량은 사일리지 등급 판정에 결정적으로 영향을 미친다(Kim *et al.*, 2015). 사료맥류작물의 연구는 생육단계별, 식물체 부위별, 수확시기에 따른 사료가치와 품질에 관한 연구가 대부분이며, 최근 10년 이내의 연구도 배합사료 대체용 분쇄사일리지를 조제하기 위한 연구가 대부분이다(Song *et al.*, 2017). 사료작물의 특성에 미치는 요인은 파종과 수확시기, 재배환경에 따라 영양성분의 차이가 있고, 물리적 가공에 의해서 사료가치 품질이 결정될 수 있다(Lee *et al.*, 2020). 따라서 본 연구에서는 트리티케일을 가을과 봄에 파종하여 재배 기간을 달리하였고, 생육단계별 5단계로 나누어 수확하여 사료가치 분석을 통해 파종기별·수확시기별 사료가치 정보를 제공하여 트리티케일의 사일리지 이용 효율을 증진하기 위해 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 재배법 및 조사료 수확

트리티케일의 유일한 보급종인 ‘조성’을 경기도 수원시 서둔동 국립식량과학원 중부작물부 맥류시험포장에 2021

년 가을(10월 20일)과 2022년 봄(3월 7일)에 파종하였다. 질소질 비료량은 기비로 가을 파종기에 6.8 kg/10a을 시비하였고, 2022년 봄 파종기에 4.6 kg/10a을 이후 시비하였다(RDA, 2012). 조사료 수확은 유묘기, 수잉기, 출수기, 출수 후 10일, 출수 후 20일에 수확하여 사일리지를 제조하였다.

### 사일리지 제조 및 시료 준비

사일리지 제조를 위해 수확한 트리티케일은 수분이 약 60%가 될 때까지 천일건조하였다. 건조된 시료를 약 1 cm로 세절하여 1 kg 씩 3반복으로 준비하였다. 세절된 시료를 플라스틱 용기에 넣어 진공을 가하여 혐기상태로 40일 동안 30°C 이하의 실온에서 빛을 차단하고 발효하였다. 발효 40일 후 분석할 사일리지는 동결건조하였고, 동결건조된 시료를 분쇄기(SEM-700DD, Hanil, Yongin, Korea)로 분쇄한 후 42 mesh 채로 걸러서 준비하였다.

### 사료가치 분석

사료가치 평가를 위해 조단백질(CP, crude protein), 산성세제불용섬유소(ADF, acid detergent fiber), 중성세제불용섬유소(NDF, neutral detergent fiber)를 분석하였다. 조단백질 분석은 조단백질분석기(FP628 nitrogen determinator, LECO)를 이용하여 총질소를 구한 후 질소계수 6.25를 곱하였다. ADF와 NDF는 Van Soest 세제법(ANKOM2000, Ankom Technology, Macedon, NY, USA)을 이용하여 조섬유를 산출하였다. 가소화양분총량(TDN, total digestible nutrient)은 계산식  $[88.9 - (0.779\% \times \text{ADF})]$ 을 이용하여 산출하였다(Lee *et al.*, 2005).

### pH 및 유기산 분석

발효가 완료된 사일리지를 200 ml 삼각플라스크에 10 g 씩 담아 준비하였다. 3차 증류수 100 ml를 넣고 25°C shaking incubator (VS 8480, Vision Science, Daejeon, Korea)에서 200 rpm으로 24시간 추출하였다. 추출된 시료를 whatman No.10 filter paper로 여과한 후 원심분리기 (VS-24SMTi, VISION SCIENTIFIC CO. LTD, Daejeon, Korea)를 이용하여 20°C, 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 상등액을 시험액으로 준비하였다. pH 측정은 pH meter (Seven Compact Duo meter, Mettler Toledo, OH, USA)를 이용하여 상온(25°C)에서 3회 반복 실시하였다. 유기산 분석은 원심분리 추출액 1 ml를 syringe filter (45 µm, PTFE)로 정제한 후 바이알에 넣어 준비하였다. 유기산 분석은 UPLC (Waters Acquity UPLC instrument, MA, USA)기기를 이용하였으며, 분석조건은 Moon *et al.* (2007)의 방법을

**Table 1.** UPLC conditions for the analysis of organic acids in triticale silage.

Items	Conditions
Column	ACQUITY CSH <sup>TM</sup> C <sub>18</sub> 2.1×150 mm, 1.7 μm
Mobile Phase	0.1% phosphoric acid in water
Isocratic Flow rate	0.2 ml/min
Injection Volume	10 μl
Absorbance	UV @ 210 nm

**Table 2.** GC-MS conditions for the analysis of octacosanol content in triticale silage.

Instrumental conditions		Operating conditions
GC	Column	DB-5MS (30 m x 0.25 mm x 0.25 μm)
	Oven temperature	220°C, 0 min
		260°C, 10 min
		310°C, 10 min
	Injection temperature	280°C
	Injection volume	1 μl
Carrier gas flow	1.20 ml/min (He)	
MS	Transfer line temperature	280°C
	MS source temperature	230°C
	Ionization	EI 70 eV
	SIM ions	<i>m/z</i> 467[M <sup>+</sup> -15] ion <i>m/z</i> 130 ion, <i>m/z</i> 97 ion

참조하였다(Table 1). 유기산 표준물질(Sigma-Aldrich, MO, USA) Acetic acid, Lactic acid, Butyric acid, Propionic acid를 0.25, 0.5, 0.7, 1.0 mg/ml 농도로 각각 준비하여 검량선을 작성하였다.

#### 옥타코사놀 분석

분쇄된 시료를 200 ml 삼각플라스크에 1 g 씩 담은 후 99% chloroform 100 ml를 넣고 10°C shaking incubator (VS 8480, Vision Science, Daejeon Korea)에서 200 rpm으로 24시간 추출하였다. 원심분리된 상등액을 whatman No.1 filter paper로 여과하여 준비하였다. 여과액 400 μl를 syringe filter (45 μm, PTFE)로 정제하여 바이알에 넣고 MSFTA (N-Methyl-N(trimethyl silyl) trifluoro acetamide) 유도체 100 μl를 첨가하여 60°C 오븐에서 15분 동안 TMS 유도체화 하였다. 옥타코사놀 함량 분석장비는 GC-2010 PLUS (Shimadzu, Kyoto, Japan)와 mass spectrometer GCMS-QP2020 Ultra (Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 분석하였다. 옥타코사놀 표준물질(1-Octacosanol, Sigma-Aldrich, MO, USA)을 0.25, 0.5, 0.7, 1.0 mg/ml 농도로 준비하여 함량 추정 검량선을 준비하였다( $y=8509873.911x-200358.$

9642,  $R^2=0.99$ ). 분석조건은 Lee *et al.* (2018)의 시험법을 참조하여 준비하였다(Table 2).

#### 통계 분석

SPSS 27.0 (Statistical package for social Science, SPSS Inc., IK, USA)프로그램을 사용하여 유의성을 검증하였다. ANOVA 실시 후 Duncan's multiple range test로 5% 수준에서 사후검정을 실시하였다.

### 결과 및 고찰

#### 파종기 및 수확시기별 트리티케일 생육

봄파종 시 각 생육단계 및 수확기는 가을파종 보다 대략 20일 정도 늦어졌으며 출수 후 10일(10DAH)까지의 초장은 가을파종보다 봄파종 했을 경우 작았지만 출수 후 20일(20DAH)에서는 더 길어졌다(Table 3). 생체수량은 초장과 비슷하게 생육후기로 갈수록 유의성 있게 높아졌고( $p<0.05$ ), 출수기와 10DAH에서만 봄파종이 가을파종보다 높았다(Table 3). 다른 사료맥류에서도 본 연구결과와 동일한 경향을 보였다(Ju *et al.*, 2010; Ju *et al.*, 2011).

**Table 3.** Plant length, fresh weight, and harvesting time of triticale according to growth stages.

Sowing time (Date)	Trait	Growth stage				
		SS	BS	HS	10DAH	20DAH
2021 Fall (10.20)	Plant length (cm)	32.5 <sup>d</sup>	81.0 <sup>c</sup>	95.3 <sup>b</sup>	131.4 <sup>a</sup>	133.9 <sup>a</sup>
	Fresh weight yield (kg/10a)	882 <sup>c</sup>	2,574 <sup>b</sup>	2,913 <sup>b</sup>	3,309 <sup>ab</sup>	4,608 <sup>a</sup>
	Harvesting time (date)	3.31	4.18	4.26	5.6	5.16
2022 Spring (3.7)	Plant length (cm)	30.7 <sup>c</sup>	70.8 <sup>d</sup>	93.3 <sup>c</sup>	121 <sup>b</sup>	140.6 <sup>a</sup>
	Fresh weight yield (kg/10a)	569 <sup>d</sup>	2,193 <sup>c</sup>	3,249 <sup>b</sup>	4,151 <sup>a</sup>	4,330 <sup>a</sup>
	Harvesting time (date)	4.28	5.10	5.16	5.26	6.3

SS: seedling stage; BS: booting stage; HS: heading stage; 10DAH: 10 days after heading; 20DAH: 20 days after heading  
<sup>abcde</sup> superscripts in the same column are significantly different according to Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ )

**Table 4.** Crude protein, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, and total digestible nutrients in silages of triticale sown in fall 2021 and spring 2022 harvested according to growth stages.

Sample	2021 Fall					2022 Spring				
	SS	BS	HS	10DAH	20DAH	SS	BS	HS	10DAH	20DAH
CP (%)	24.2 <sup>a</sup>	22.3 <sup>ab</sup>	21.5 <sup>b</sup>	16.1 <sup>c</sup>	11.7 <sup>d</sup>	35.0 <sup>a</sup>	20.0 <sup>b</sup>	18.5 <sup>b</sup>	13.4 <sup>c</sup>	12.4 <sup>c</sup>
ADF (%)	27.9 <sup>c</sup>	31.0 <sup>d</sup>	36.3 <sup>c</sup>	38.9 <sup>ab</sup>	40.3 <sup>a</sup>	22.3 <sup>d</sup>	32.4 <sup>c</sup>	31.8 <sup>c</sup>	34.0 <sup>b</sup>	38.8 <sup>a</sup>
NDF (%)	39.0 <sup>c</sup>	47.3 <sup>b</sup>	59.2 <sup>a</sup>	58.8 <sup>a</sup>	60.8 <sup>a</sup>	39.8 <sup>c</sup>	50.5 <sup>b</sup>	50.9 <sup>b</sup>	52.8 <sup>b</sup>	59.6 <sup>a</sup>
TDN (%)	67.0 <sup>a</sup>	64.7 <sup>b</sup>	60.1 <sup>c</sup>	58.9 <sup>cd</sup>	57.0 <sup>d</sup>	71.3 <sup>a</sup>	63.3 <sup>b</sup>	63.8 <sup>b</sup>	62.0 <sup>c</sup>	58.2 <sup>d</sup>

SS: seedling stage; BS: booting stage; HS: heading stage; 10DAH: 10 days after heading; 20DAH: 20 days after heading  
 CP: crude protein; ADF: acid detergent fiber; NDF: neutral detergent fiber; TDN: total digestible nutrients  
<sup>abcd</sup> superscripts in the same column are significantly different according to Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ )

**사일리지의 사료가치 변화**

조단백질(CP; crude protein)함량은 가을파종과 봄파종 유묘기(SS, Seedling stage)에 각각 24.2%와 35%로 5단계의 수확시기 중 가장 높은 함량을 보였으며, 가을파종보다는 봄파종에서 더 높았다(Table 4). 생육후기로 갈수록 조단백질의 함량이 감소하는 경향을 보였다. 수잉기(BS, Booting stage)의 경우 봄파종에 비해 가을파종의 조단백질 함량이 더 높았으며, 출수 10일 이후에는 20% 미만으로 가을파종과 봄파종이 유사한 함량을 보였다. 이와 같은 결과는 동계 맥류인 밀의 유묘기 사일리지 조단백질의 함량(약 20%)과 호밀 유묘기(18.5%) 함량이 가장 높았다는 결과(Heo *et al.*, 2005; Yang *et al.*, 2021)와 비슷하였다. 조사료의 영양섭취와 연관된 ADF 경우 유묘기에 가을파종과 봄파종에 각각 27.9와 22.3%로 가장 낮았지만, 생육후기로 갈수록 점차 증가하는 경향을 보였다. NDF의 경우도 ADF와 동일하게 유묘기에 가장 낮았고, 유묘기<수잉기<출수기<출수 후 10일<출수 후 20일 순으로 점차 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. TDN의 경우 가을파종과 봄파종 유묘기에 각각 67.0%와 71.3%로 NDF와 달리 다른 생육단계보다 높았고, 생육

후기로 갈수록 점차 낮아지는 경향을 보였다(Table 4). 정보리의 경우 사료가치는 수확시기, 수확방법, 저장기간과 저장방법 등에 따라 다르다고 조사되었는데 본 결과에서도 역시 트리티케일의 파종시기와 수확시기에 따라 사일리지의 사료가치가 다르다는 것이 확인되었다(Song *et al.*, 2013). 또한, 트리티케일 출수기에 수확하여 수분을 65%로 건조하여 만든 사일리지의 조사료가치와 조단백질 분석결과(Jung *et al.*, 2022)도 본 연구의 결과가 유사한 경향을 보였다.

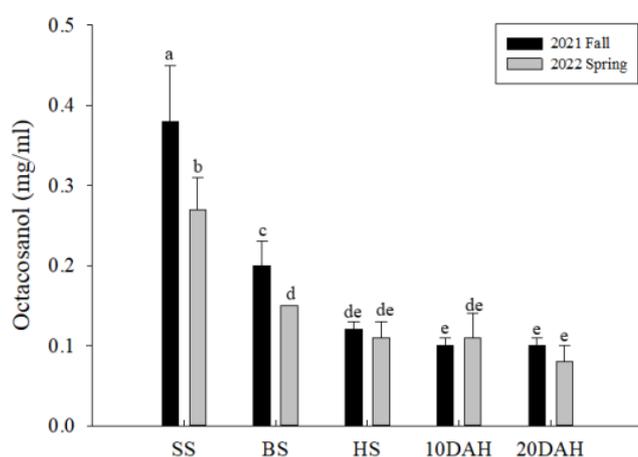
**사일리지의 pH 및 유기산 함량 변화**

트리티케일 사일리지 pH는 가을과 봄파종 유묘기에 각각 7.05와 6.85로 가장 높았고( $p < 0.05$ ), 파종기와 무관하게 생육단계가 진전되면서 낮아지는 경향을 보였다(Table 5). 호밀을 숙기별로 수확한 사일리지의 연구에서도 생육 후기로 갈수록 pH가 낮아지는 경향을 보였다(Kim *et al.*, 2001). 트리티케일을 이른 출수기에 수확하여 수분을 65% 이하로 건조하여 만든 사일리지의 연구에서도 pH가 6.2로 조사되었다(Jung *et al.*, 2022). 유기산 중 젖산(Lactic acid) 함량의 경우도 가을파종과 봄파종 유묘기에서 가장 높았고, 가

**Table 5.** Changes in pH and organic acid content in silages of triticale sown in fall 2021 and spring 2022 harvested according to growth stages.

Sample	2021 Fall					2022 Spring				
	SS	BS	HS	10DAH	20DAH	SS	BS	HS	10DAH	20DAH
pH	7.05 <sup>a</sup>	6.21 <sup>b</sup>	6.18 <sup>b</sup>	6.17 <sup>b</sup>	6.15 <sup>b</sup>	6.85 <sup>a</sup>	6.21 <sup>b</sup>	6.28 <sup>ab</sup>	6.22 <sup>ab</sup>	5.81 <sup>c</sup>
Lactic acid (%)	1.61 <sup>a</sup>	0.75 <sup>b</sup>	0.50 <sup>c</sup>	0.31 <sup>d</sup>	0.22 <sup>e</sup>	1.63 <sup>a</sup>	1.33 <sup>b</sup>	0.69 <sup>c</sup>	0.42 <sup>d</sup>	0.40 <sup>d</sup>
Acetic acid (%)	0.02 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.01 <sup>b</sup>	0.04 <sup>a</sup>	0.03 <sup>a</sup>	0.03 <sup>b</sup>	0.02 <sup>b</sup>	0.02 <sup>b</sup>
Butyric acid (%)	0.047 <sup>a</sup>	0.043 <sup>ab</sup>	0.04 <sup>b</sup>	0.037 <sup>bc</sup>	0.03 <sup>c</sup>	0.04 <sup>b</sup>	0.04 <sup>a</sup>	0.03 <sup>c</sup>	0.03 <sup>c</sup>	0.03 <sup>d</sup>
Propionic acid(%)	0.03 <sup>a</sup>	0.03 <sup>a</sup>	0.03 <sup>a</sup>	0.02 <sup>b</sup>	0.02 <sup>b</sup>	0.03 <sup>a</sup>	0.03 <sup>a</sup>	0.02 <sup>b</sup>	0.02 <sup>b</sup>	0.02 <sup>b</sup>

SS: seedling stage ; BS: booting stage; HS: heading stage, 10DAH: 10 days after heading; 20DAH: 20 days after heading  
<sup>abcd</sup> superscripts in the same column are significantly different according to Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ )



**Fig. 1.** Changes in octacosanol content in silages of triticale sown in fall 2021 and spring 2022 harvested according to growth stages.

SS: seedling stage, BS: booting stage, HS: heading stage, 10DAH: 10 days after heading stage, 20DAH: 20 days after heading.

<sup>abcde</sup> superscripts with the same column are significantly different according to Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ )

을파종 보다 봄파종 사일리지의 젖산의 함량이 더 높았다 (Table 5). 초산(Acetic acid)의 결과도 가을파종보다는 봄파종에서 높았으며 생육후기로 갈수록 초산의 함량도 낮아지는 경향을 보였다. 알팔파 사일리지 연구결과(Choi *et al.*, 2015)에 의하면 젖산의 함량이 높을수록 pH가 낮아졌지만 청보리를 이용한 사일리지 연구결과(Song *et al.*, 2013)와 본 연구 결과에서는 젖산함량이 pH에 크게 영향을 끼치지 않았다. 낙산(Butyric acid)과 프로피온산(Propion acid)도 트리티케일 수확시기가 늦어지면 함량이 점차 낮아지는 경향을 보였으며(Table 5), 이러한 결과는 초산의 양이 높으면 낙산의 양이 증가하는 호밀 사일리지의 연구와 유사한

결과를 보였다(Choi *et al.*, 2015). 낙산의 생성은 부패와 관련되며 이를 방지하기 위해 사일리지 발효 시 첨가제를 사용하여 젖산의 발효를 촉진하고 낙산의 생성을 줄이는 것으로 보고 되었다(Kim *et al.*, 2020). 유기산 함량의 경우 가을파종과 봄파종 사일리지 간의 차이는 유묘기를 제외하 나머지에서 없는 것으로 확인되었다(Table 5).

#### 사일리지의 옥타코사놀 함량 변화

트리티케일의 사일리지의 사료가치와 더불어 기능성 성분 파종기 및 수확기별 함량변화를 확인하기 위해 옥타코사놀 함량을 분석한 결과, 가을과 봄파종 유묘기에 각각 0.38과 0.27 mg/ml로 다른 생육단계보다 높았으며 가을파종 유묘기에 가장 많았다(Fig 1). 유묘기에서 수잉기까지는 가을파종이 높았지만 그 이후 출수기부터 출수 후 20일까지는 옥타코사놀 함량이 파종기와 관계없이 비슷하였다 (Fig. 1). 밀의 생육단계별 옥타코사놀 함량을 조사한 결과에서도 3일과 6일 유묘기의 함량이 높게 분석되었다(Ra *et al.*, 2020). 이런 결과를 종합해보면, 봄파종 보다는 가을에 파종한 트리티케일중 생육재생기에 수확하였을 경우 기능성 물질인 옥타코사놀 함량이 높은 사일리지를 생산할 수 있음을 보여주는 결과이다.

#### 적 요

본 연구는 트리티케일의 파종기(가을, 봄)와 수확시기별 (유묘기, 수잉기, 출수기, 출수 후 10일, 출수 후 20일) 사일리지 사료가치와 기능성 성분 분석 결과를 토대로 재배환경과 조사료 용도에 맞는 트리티케일의 적정 파종시기와 수확기 결정을 위한 기초자료로 제공하기 위한 것이며, 시험한 결과는 다음과 같다.

1. 생육후기로 갈수록 트리티케일의 초장과 생체수량은 높아졌고, 수잉기까지의 초기생육은 봄파종보다 가을파종에서 더 높았다.
2. 수확시기별 조단백질 함량 차이가 뚜렷하였다. 생장이 진전됨에 따라 조단백질이 감소하는 경향으로 유묘기에 가장 높았으며, 가을파종(24.2%)보다는 봄파종(35.0%)했을 경우에 더 높았다. ADF와 NDF에서도 생장후기로 갈수록 점차 감소하는 경향을 보였지만 파종기에 의한 변화는 크지 않았다. TDN은 유묘기의 봄파종(71.3%)과 가을파종(67.0%)에서 차이가 있었으나 이후에는 유사한 경향을 보였다.
3. 사일리지의 등급을 결정하는 주요 요인인 pH와 젖산 함량의 경우 봄파종 시 동일한 수확시기일지라도 가을파종이 낮은 편이었고, 생육단계가 진전됨에 따라 조단백질 함량과 동일하게 낮아지는 경향을 보였다.
4. 기능성 물질인 옥타코사놀도 생육초기에 함량이 높았고, 수잉기까지는 가을파종이 봄파종보다 높았지만, 출수기 이후에는 파종기나 수확기와는 상관없이 거의 동일한 수준이었다.

따라서 트리티케일 ‘조성’을 이용한 사일리지 제조 시 영양적 측면에서 조단백질이나 TDN, 기능성 물질인 옥타코사놀은 높은 사일리지가 필요할 경우 식물체가 어린 시기인 유묘기에 제조하는 것이 효율적이며, 발효가 잘되는 사일리지가 필요할 경우 출수 후 20일에 수확한 트리티케일을 이용할 경우 더 효율적이다. 가을파종이 어려울 경우 봄파종하여 유묘기에 수확하면 조단백질이나 TDN, 유기산 함량이 높은 사일리지를 제조할 수 있다.

## 사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(연구개발과제명 : 조숙 다수성 사료용 트리티케일 계통 육성 및 종자 보급(1주관), PJ013835012022)의 지원에 의해 수행되었다.

## 인용문헌(REFERENCES)

Athukorala, Y. and Mazza, G. 2010. Supercritical carbon dioxide and hexane extraction of wax from triticale straw: Content, composition and thermal properties. *Industrial Crops and Products* 31(3) : 550-556.

Choi, K. C. and C. E. Song. 2011. Effects of Harvest Stages and Ensiling method on nutritive values and quality of sorghum× sorghum hybrid silage. *Journal of The Korean Society of*

*Grassland and Forage Science* 31(3) : 295-304.

Choi, K. C., S. Ilavenil, M. V. Arasu, H. S. Park, and W. H. Kim. 2015. Effect of novel *Lactobacillus plantarum* KCC-10 and KCC-19 on fermentation characterization of alfalfa silage. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 35(2) : 166-170.

Heo, J. M., S. K. Lee, I. D. Lee, B. D. Lee, and H. C. Bae. 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(5) : 877-890.

Ju, J. I., D. H. Lee, O. K. Han, T. H. Song, and B. H. Lee. 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.

Ju, J. I., D. H. Lee, Y. G. Seong, O. K. Han, T. H. Song, K. W. Lee, and C. H. Kim. 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(3) : 205-216.

Jung, J. S., B. Ravindran, I. Soundharrajan, M. K. Awasthi, and K. C. Choi. 2022. Improved performance and microbial community dynamics in anaerobic fermentation of triticale silages at different stages. *Bioresource Technology* 345, 126485.

Jeong, E. C., Y. F. Li, L. L. Wang, S. H. Li, F. Ahmadi, and J. Kim. G. 2022. Comparative Study of Seed and Straw Productivity of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) ‘GreenCall’ According to Seeding Rates in the Southern Region. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science* 42(1) : 41-46.

Kim, J. G., J. S. Ham, E. S. Chung, S. H. Yoon, M. J. Kim, H. S. Park, and S. Seo. 2008. Evaluation of fermentation ability of microbes for whole crop rice silage inoculant. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 28(3) : 229-236.

Kim, J. G., E. S. Chung, S. Seo, W. S. Kang, J. S. Ham, and D. A. Kim. 2001. Effect of maturity at harvest on the changes in quality of round baled rye silage. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 21(1) : 1-6.

Kim, J. G., H. S. Park, S. H. Lee, J. S. Jung, G. W. Lee, and H. J. Ko. 2015. Evaluation of Productivity and Silage Quality for Domestically Developed Forage Crops in Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 35(2):145-151.

Kim, J., R. Bharanidharan, G. Bang, S. Jeong, S. H. Park, Y. K. Oh, and K. H. Kim. 2020. Effect of Ensilage of Rye Treated with Formic Acid and Lactic Acid Bacteria Inoculant on Ruminant Fermentation Characteristics. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, 40(4) : 244-250.

Korea Feed Ingredients Association. 2006. Planning special. *Feed Journal* 4(6) : 81-111.

- Lee, H. J., J. E. Byeon, S. G. Hwang, and J. W. Ryoo. 2020. Change of dry matter yield and feed values according to different growth stages of Italian ryegrass and triticale cultivated in the Central Northern region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 40(1) : 50-56.
- Lee, J. H., M. H. Oh, K. J. Lee, Y. S. Kim, E. H. Keum, J. E. Park, and S. A. Kim. 2018. Optimization of Analytical Methods for Octacosanol in Related Health-functional Foods with GC-MS. *Journal of Food Hygiene and Safety* 33(4) : 266-271.
- Lee, J.H., O. Y. Jeong, J. S. Pack, H. C. Hong, S. J. Yang, Y. T. Lee, J. G. Kim, K. I. Sung, and B. W. Kim. 2005. Analysis of dry matter yield and feed value for selecting of whole crop rice. *J. Anim. Sci & Technol. (Kor)*. 47(3): 355-362.
- Moon, Y. H., S. C. Kim, W. G. Cho, S. S. Lee, and S. J. Cho. 2014. Effects of supplementation of spent mushroom (*Flammulina velutipes*) substrates on the fermentative quality of rye silage. *Journal of Mushroom* 12(2) : 138-143.
- Moon, G. B., S. B. Kim, S. W. Cha, B. D. Lee, S. K. Cho, and S. K. Lee. 2007. Improvement of the Quality of Ojeoksan (Herbal Medicine) Meal Silage by Molasses Supplementation. *Korean Journal of Agricultural Science* 34(1) : 77-84.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs of Korea (MAFRA). 2021. Statistical data for supply forages.
- Ra, J.-E., S.-Y. Woo, K.-S. Lee, M. J. Lee, H. Y. Kim, H. M. Ham, I.-M. Chung, D. H. Kim, J. H. Lee, and W. D. Seo. 2020. Policosanol profiles and adenosine 5'-monophosphate-activated protein kinase(AMPK) activation potential of Korean wheat seedling extracts according to cultivar and growth time. *Food Chemistry* 317 : 126388.
- Rogge, W. F., P. M. Medeiros, and B. R. Simoneit. 2006. Organic marker compounds for surface soil and fugitive dust from open lot dairies and cattle feedlots. *Atmospheric Environment* 40(1) : 27-49.
- Rural Development Administration (RDA). 2012. Agricultural Science Technology Standards for Investigation of Research (Korean).
- Song, T. H., C. S. Kang, Y. K. Cheong, J. H. Park, and T. I. Park. 2017. An optimum harvest time for making grinded silage of barley and wheat for whole crop. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 37(4) : 264-270.
- Song, T. H., T. I. Park, O. K. Han, H.-H. Park, S. J. Cho, Y.-J. Oh, H.-J. Kang, Y. W. Jang, and K.-G. Park. 2013. Effect of Harvesting Time and Making Method on Feed Value and Fermentative Quality in Silage of Whole Crop Barley. *Korean J. Crop Sci.* 58(4): 362-366.
- Tulloch, A. P. and L. L. Hoffman. 1974. Epicuticular waxes of *Secale cereale* and *Triticale hexaploide* leaves. *Phytochemistry* 13(11) : 2535-2540.
- Yang, J. W., J. Y. Kim, M. R. Lee, I. J. Kang, J. H. Jeong, M. R. Park, and W. H. Kim. 2021. Identification and Chemotype Profiling of *Fusarium* Head Blight Disease in Triticale. *Research in Plant Disease* 27(4) : 172-179.