

PLANT & FOREST

# Comparison of forage yield and growth characteristic of two forage rice cultivars (cv. Mogyang and cv. Mogwoo) in a reclaimed rice field

Bumsik Choi<sup>1</sup>, Yeongmi Jang<sup>1</sup>, Su-Hwan Lee<sup>2</sup>, Nam-Jin Chung<sup>3</sup>, Jin-Woong Cho<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>College of Agricultural and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

<sup>2</sup>National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Korea

<sup>3</sup>College of Agricultural and Life Sciences, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

\*Corresponding author: [jwcho@cnu.ac.kr](mailto:jwcho@cnu.ac.kr)

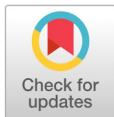
## Abstract

This experiment was conducted to find out the difference between roughage productivity and feed value by using two domestic forage rice cultivars in a mid-west reclaimed rice field in Korea. During the growing period, Na<sup>+</sup> content in soil showed no significant difference between the two cultivars; however, the K<sup>+</sup> content in the soil was significantly lower than that in which the Mogwo was grown. The tiller number was 45.5 to 58.8, which was higher than that of Mogyeong, and the leaf number was higher than that of Mogyeong. The dry matter yield per 10 a was 1,338 kg for Moggyang and 1,532 kg for Mogwoo. At the harvest time, the crude protein yield per 10 a produced 108 kg of Mogyang and 170 kg of Mogwoo, and the total digestion nutrient (TDN) yield per 10 a also produced about 617 kg of Mogyang and 880 kg of Mogwoo. To sum up the above results, Mogwo, which has many tiller numbers and leaf numbers, has a high dry matter production, a relatively low neutral detergent fiber (NDF) and acidic detergent fiber (ADF), and a high crude protein yield and TDN yield, and it was better when cultivating the forage rice cultivars in reclaimed land.

**Keywords:** forage rice cultivar, reclaimed rice field, total digestion nutrient (TDN) yield

## Introduction

최근 우리나라는 국민 식생활 경향을 보면 1970년 1인당 연간 쌀 소비량이 약 138 kg이었으나 2000년 93.6 kg, 2010년 72.8 kg 그리고 2017년 61.8 kg으로 매년 급감하는 추세를 보이고 있다(MAFRA, 2018a). 또한, WTO 회원국으로서 의무적으로 일정량의 쌀을 수입해야 하는데 2017년 현재 41만톤 가량을 수입하고 있어(MAFRA, 2018b), 국내 쌀은 현재 구조적 과잉상태에 있다고 할 수 있다(MAFRA, 2018b). 따라서 쌀 재고량 조정과 수급안정을 위하여 벼 재배면적을 감축하는 정책과 논에서의 타작물 재배를 적극적으로 추진하고 있는 실정이다(MAFRA, 2018a).



## OPEN ACCESS

**Citation:** Choi B, Jang Y, Lee SH, Chung NJ, Cho JW. 2019. Comparison of forage yield and growth characteristic of two forage rice cultivars (cv. Mogyang and cv. Mogwoo) in a reclaimed rice field. Korean Journal of Agricultural Science 46:791-798. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20190061>

**Received:** February 26, 2019

**Revised:** September 23, 2019

**Accepted:** September 30, 2019

**Copyright:** © 2019 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.

우리나라는 2018년 현재 약 135천 ha의 간척지가 조성되어 있으나 간척지는 대부분 벼 재배를 위한 논으로 조성되어 있어 쌀의 재고 과잉 문제가 발생함에 따라 식량증산 보다는 가축의 먹이가 되는 사료작물을 재배하여 조사료 확보와 자급률 향상을 적극적으로 추진해야 한다고 한다(Back et al., 2014; Cho et al., 2014; Kim and Cho, 2018). 그러나 간척지는 높은 염농도로 인하여 일정기간 제염기간을 필요로 하는데 벼는 담수상태로 재배하기 때문에 제염에 매우 효과적이어서 수년간 벼를 재배한 후에 다른 발작물을 재배할 수 있다고 한다(Yoo and Park, 2004).

간척지에서의 사료작물재배는 옥수수과 수수 및 사료용 피를 중심으로(Shin et al., 2004) 이루어 졌으나 염해로 인하여 일반 농경지에 비하여 생산성이 낮아 간척지에서는 제염과 조사료의 자급을 확보를 위하여 사료용 벼 재배를 적극적으로 추진해야 할 것으로 생각된다. 우리나라의 사료용 벼는 2006년 ‘녹양’을 비롯하여 2009년 ‘목우’, 2010년 ‘목양’ 등이 개발되어(Yang et al., 2013; Back et al., 2014) 파종시기, 수확적기 등 다양하게 연구되어 왔지만(Sung et al., 2004; Lee et al., 2005; Kim et al., 2007) 간척지에서의 사료용 벼 재배기술은 거의 많지 않은 실정이다. 그러므로 간척지에서 사료용 벼의 재배기술뿐만 아니라 품종간 특성 및 염농도에 대한 변화 등은 매우 중요하다고 할 수 있다. 따라서 국내에서 육성된 사료용 벼 품종은 목우와 목양을 대상으로 간척지에서의 조사료 생산성과 사료가치의 차이를 알아 보고 토양의 염농도의 변화 특성을 알고자 본 실험을 실시하였다.

## Materials and Methods

### 재배방법

본 시험은 충남 아산시 석문간척지 논에서 수행하였다. 공시된 사료용 벼 품종은 목양과 목우를 이용하였다. 파종은 벼 기계식 육묘상자에 상자당 약 200 g을 2018년 5월 20일에 파종하였으며, 약 30일간 육묘과정을 거친 후 6월 20일에 재식거리 30 cm × 15 cm 간격으로 1주당 5-7개체를 기계이앙 하였다. 시비는 N-P-K를 각각 10 a 당 18-8-8 kg을 시비하였다. N는 이양전에 50%, 최고분얼기에 50%를 각각 분시하였으며, P과 K는 전량 기비로 사용하였다. 시험구는 난괴법 3반복으로 수행하였다.

### 토양 특성

시험 토양의 화학적 특성은 Table 1과 같이 pH와 EC는 토양과 증류수의 비율을 1 : 5로 하여 초자전극법(Orion 520A)으로 측정하였고, 유효인산함량은  $\text{NH}_4\text{F}$ 가 함유한 침출액을 사용하여 Lancaster법에 따라 비색계(UV-1650PC, Shimadzu, Japan)로 측정하였다. 토양유기물은 Tyurin법으로 측정하였다. 치환성양이온 함량과  $\text{Na}^+$ 과  $\text{K}^+$ 함량은 1N- $\text{NH}_4\text{OAc}$  (pH 7.0)를 첨가하여 30분 진탕 여과하여 ICP(Optima-730DV, Perkinelmer, USA)를 이용하여 측정하였다.

**Table 1.** Chemical properties of soil before the experiment.

pH	EC (dS/m)	OM (%)	CEC (cmol <sub>e</sub> /kg)	Soil texture	Exchangeable cations (cmolc/kg)			
					$\text{K}^+$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+$	$\text{Ca}^{2+}$
7.3	1.4	1.6	11.9	SL	0.1	2.8	0.2	8.9

SL, sandy loam.

## 생육조사

생육특성은 최고분얼기, 출수기 및 수확시기인 호숙기에 초장, 분얼수, 엽면적 및 건물중을 측정하였다. 엽면적은 엽면적측정기(Li-1000, Li-Cor, USA)를 이용하였으며, 건물중은 80°C의 건조기에서 5일간 건조한 후 측정하였다.

## 사료가치분석

분석을 위한 시료는 시료분쇄기로 분쇄하고 2.0 mm 표준체에 걸러 이중 마개가 있는 플라스틱 통에 보관하여 실험실에서 채취하고 분석하였다. 조단백질(crude protein, CP) 함량은 켈달장치(KjelROC KD-310, Opsis, Sweden)를 이용하여 AOAC (1990)법을 기준으로 분석하였다. 중성세제불용성섬유소(acidic detergent fiber, ADF) 및 중성세제불용성섬유소(neutral detergent fiber, NDF) 함량은 Ankom fiber analyzer (Ankom technology, 2005a, 2005b)로 분석하였다. 가소화영양소총량(total digestion nutrient, TDN)은 계산식  $88.9 - (0.79 \text{ ADF}\%)$ 를 이용하여 분석하였다.

## 통계분석

통계처리는 SAS (2008) Enterprise Guide (ver. 9.1)을 이용하였으며 처리간 평균비교는 5% 수준에서 최소 유의차로 검정하였다.

## Results and Discussion

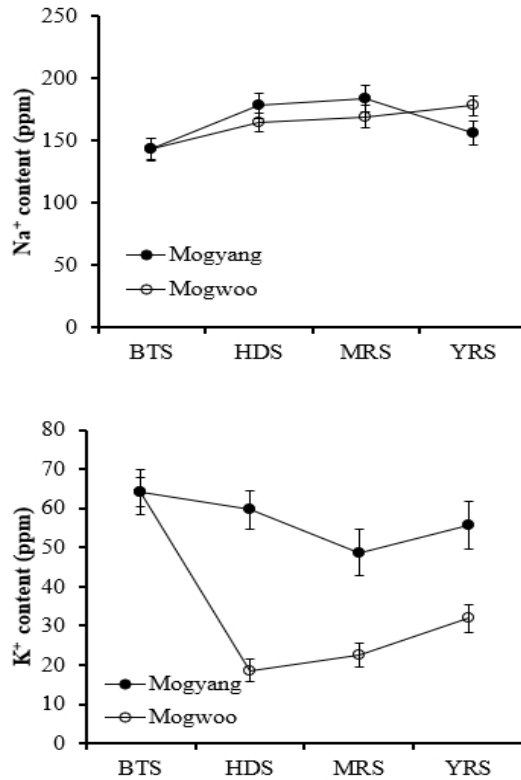
### 기상 및 토양특성

Table 2는 재배기간 동안의 기상특성으로 월별 평균기온이 6월 22.9°C, 7월 27.5°C, 8월 27.8°C 및 9월 20.3°C였다. 월별 강수량은 6월 144.6 mm, 7월 55.7 mm, 8월 156.8 mm 및 9월 82.7 mm으로 7-8월 강수량이 예년에 비하여 특히 적었으며, 7-8월의 온도 역시 매우 높았다. 또한 본 시험을 수행한 충남 당진시 석문 간척담의 토양 특성은 Table 2와 같이 pH 7.3 중성의 산도를 보였고, 토양 EC는 1.4 dS/m였으며, 유기물은 1.6%, 양이온치환용량은 11.9 cmol/kg였다.

사료용 벼 재배기간 중 출수기 이후의 토양 내  $\text{Na}^+$  함량 변화를 살펴보면 이앙하기 전에 약 143 ppm였으며 출수기에 164 - 178 ppm, 유숙기 168 - 184 ppm, 그리고 황숙기에 156 - 178 ppm을 보였으며, 재배 품종간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 유숙기까지는 목양벼를 재배한 토양의  $\text{Na}^+$  함량이 다소 높았고 황숙기에는 목우벼를 재배한 토양의  $\text{Na}^+$  함량이 다소 높은 경향을 보였다(Fig. 1). Cho et al. (2014)은 간척담의 염농도는 이앙전에 가장 높고 6-8월경은 다소 낮아지는 경향을 보인다고 하였고, Shin et al. (2004)은 밭의 경우 6-8월 사이가 가장 높아진다는 결과와 비교했을 때  $\text{Na}^+$  함량이 이앙전보다 등숙기간에 다소 높은 농도를 보인 것은 이 시기에 높은 고온과 강우부족에 의한 지속적인 수분 증발이 원인으로 생각된다. 이앙전과 등숙기간 동안의 토양 내  $\text{K}^+$  함량 변화를 보면 이앙전은 약 64 ppm의  $\text{K}^+$  함량이었으나 출수기 이후에 토양 내  $\text{K}^+$  함량은 다소 감소하는 경향을 보였다. 감소 정도는 목양벼를 재배했을 때보다 목우벼를 재배했을 때의 감소 정도가 더 크게 나타났는데 특히 출수기의  $\text{K}^+$  함량이 약 18.6 ppm으로 가장 낮은 농도를 보였다. 이와 같이 목우벼가 목양벼보다 토양 내  $\text{K}^+$  함량이 더 적은 이유는 생육기간 중 분얼기에 분얼수를 많이 확보하기 위하여  $\text{K}^+$ 의 흡수 이용이 더 많았기 때문으로 생각된다.

**Table 2.** Climate characteristics of cultivated area during growth period.

Growth period	Mean min. temp. (°C)	Mean max. temp. (°C)	Mean temp. (°C)	Precipitation (mm)
21st Jun. - 30th Jun.	19.3	28.1	22.9	144.6
1st Jul. - 31st Jul.	22.7	32.3	27.5	55.7
1st Aug. - 31st Aug.	23.4	32.2	27.8	156.8
1st Sept. - 31st Sept.	15.5	25.1	20.3	82.7



**Fig. 1.** Content of Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> during the growth period of two forage rice cultivars in reclaimed rice field. BTS, before transplanting stage; HDS, heading stage; MRS, milling ripe stage; YRS, yellow ripe stage.

### 생육 특성

최고분얼기부터 황숙기까지의 생육 특성은 Table 3과 같다. 최고분얼기는 목양벼는 8월 5일 였고 목우벼는 8월 10일 경이었다. 출수기는 목양벼가 8월 20일경이었으며 목우벼는 목양벼보다 다소 늦은 8월 30일 이었다. 이 시기 동안의 초장은 목양벼가 84.6 - 105.0 cm였으며, 목우벼는 77.0 - 107.2 cm를 보였다. 분얼수는 목양벼가 주당 37.5 - 44.0개 였으며 목우벼가 45.5 - 58.8개로 목양벼보다 유의적으로 많은 분얼수를 보였으며 최고분얼기보다 출수기 또는 황숙기의 분얼수가 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 간척지에서의 분얼수를 볼 때 일반적으로 일반 논에서 주당 3 - 5개체를 이양할 경우 주당 분얼수는 약 16 - 20개(Kim et al., 2015)를 보이고 또는 유효경수가 9 - 10개(Lee et al., 2013; Yang et al., 2013) 정도를 고려할 때 매우 많은 분얼수를 볼 수 있었다. 또한 엽수 역시 주당 분얼수와 비슷한 경향을 보이고 있다. 단위 면적당 엽면적을 살펴보면 목양벼가 2.74 - 3.37 m<sup>2</sup>였으며, 목우벼는 4.48 - 5.81 m<sup>2</sup>를 보여 목양벼보다 목우벼가 더 넓은 엽면적을 보였다. 단위면적당 건물수량은 두 품종 모두 황숙기에 목양벼가 1,338 kg, 목우벼가 1,532 kg으로 가장 많았으며, 목

우벼가 목양벼보다 더 많은 건물수량을 보였다. Yang et al. (2013)은 일반답에서 목양벼의 건물수량이 약 1,770 kg이고, 목우벼(Lee et al., 2013)의 1,956 kg을 고려할 때 간척지에서의 건물수량은 일반답의 목양벼는 86.5%, 목우벼는 78.3% 수준을 보였다. 그러나 간척지 논에서 조사료의 최대 수량을 확보하고자 할 경우 목양벼보다는 목우벼를 선택하여 재배해야 할 것으로 생각된다.

**Table 3.** Growth characteristics of two forage rice cultivars with ripen period in reclaimed rice field.

Cultivar	Growth stage	Plant height (cm)	Tiller number (no./hill)	Leaf number (no./hill)	Leaf area (m/m <sup>2</sup> )	Dry matter (kg/10 a)
Mogyang	MTS	84.6 ± 5.4	44.0 ± 3.2	141.4 ± 8.5	2.74 ± 3.1	413 ± 20
	HDS	85.2 ± 6.2	35.7 ± 2.5	113.2 ± 9.2	2.94 ± 2.8	753 ± 36
	YRS	105.0 ± 7.1	37.5 ± 3.3	120.9 ± 7.2	3.37 ± 2.7	1,338 ± 69
Mogwoo	MTS	77.0 ± 5.6	58.8 ± 4.1	231.2 ± 10.2	4.48 ± 4.0	710 ± 41
	HDS	93.0 ± 6.1	51.3 ± 4.6	203.6 ± 9.0	6.67 ± 4.5	1,177 ± 67
	YRS	107.2 ± 6.9	45.5 ± 3.9	189.8 ± 8.9	5.81 ± 3.9	1,532 ± 72

MTS, maximum tiller stage; HDS, heading stage; YRS, yellow ripen stage.

## 사료가치 평가

조사료를 사일리지로 이용할 경우 수분함량은 사일리지 제조에 큰 영향을 미치고 있고 일반적으로 원료의 수분함량이 약 65 - 75% 수준에서 알맞은 사일리지를 제조할 수 있다. 간척지에서 사료용 벼의 등숙기간 동안의 수분함량은 출수기에 목양벼가 약 89%, 목우벼가 77%였으며 유숙기는 목양벼가 77%, 목우벼가 78%였고, 호숙기는 목양벼가 78%, 목우벼가 77%였으며 황숙기는 목양벼가 71%, 목우벼가 70%였다. 따라서 사일리지의 적정 수분함량을 고려할 때 황숙기에 수확이 적절할 것으로 생각된다. 대체적으로 유숙기 이후에 두 품종간에는 목양벼가 목우벼보다 다소 높은 수분함량을 보였다(Fig. 2). 사료가치에 영향을 미치는 성분 중 NDF와 ADF는 조사료의 품질평가에 이용되어 왔다(Rohwedder et al., 1978). 출수기부터 황숙기까지의 NDF함량 변화를 살펴보면 출수기 - 황숙기에 약 58 - 64% 함량으로 등숙이 진행할수록 NDF의 함량은 증가하는 경향을 보였다. 수확시기인 황숙기는 목양벼가 약 64%로 목우벼의 60% 보다 높은 함량을 보였으며(Fig. 3), ADF함량 역시 목양벼가 목우벼보다 더 높은 함량을 보였다. 이와 같은 결과는 벼 품종들이 NDF 함량이 49 - 54%, ADF함량이 27 - 30%(Back et al., 2014) 그리고 NDF 함량이 32.5 - 42.3%, ADF함량이 22.3 - 31.5%(Cho et al., 2014)라는 결과들과 비교할 때 NDF와 ADF모두 더 많은 함량을 보였다. 그러나 발작물인 수수 교잡종의 NDF함량이 약 71%, 사료용 피가 74%(Shin et al., 2004) 라는 결과 비교하면 다소 낮은 함량을 보였고, 기장(Kim et al., 2018)이나 옥수수(Shin et al., 2004)와는 비슷한 수준을 보였다. 조단백질 함량은 등숙기간 중 출수기에 가장 높았고 황숙기에 가장 낮은 함량으로 등숙이 진행됨에 따라 조단백질 함량은 감소하는 경향을 보였다. 시기별 조단백질 함량을 살펴 보면 출수기에 목양벼가 약 15.6%, 목우벼가 14.4%였으며, 황숙기는 목양벼가 약 9.6%, 목우벼가 9.2%의 함량을 보였다. 이와 같은 조단백질 함량은 일품벼 돌연변이 계통이 황숙기에 6.5%라는 Sung et al. (2004)결과나 5.4 - 6.4%의 Back et al. (2014)보다 높은 함량을 보였다. 가소화양분총량(TDN)을 살펴보면 조단백질과 비슷하게 등숙이 진행될수록 TDN 함량은 점차 감소하는 경향을 보였고 황숙기의 품종별 함량은 목양벼가 약 54%, 목우벼 57%로 목우벼가 다소 많은 함량을 보였다. Lee et al. (2005)이 소비벼, 한강찰벼, 수원 468호 등의 TDN이 57.1 - 62.3%이었다는 보고에 비하여 비슷한 수준이었다.

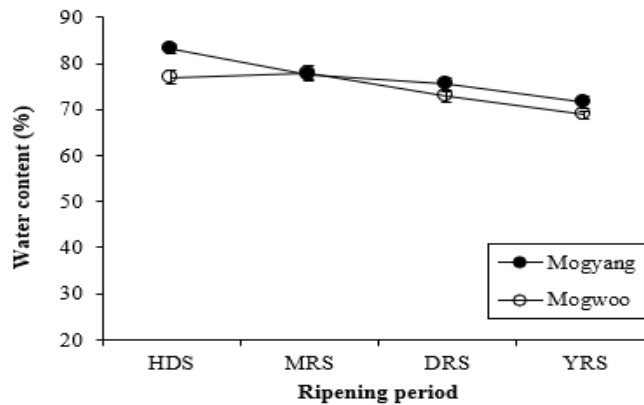
이상의 결과를 살펴볼 때 수확시기인 황숙기에 단위면적당 조단백질 수량과 TDN 수량을 보면 목양벼는 약 10 a 당 108 kg의 조단백질 수량을 보였으며 목우벼는 170 kg의 수량을 보였으며, 단위면적당 TDN 수량 역시 10 a 당 목양벼가 약 617 kg, 목우벼가 약 880 kg의 수량을 보여 목양벼보다 목우벼가 더 많은 TDN 수량을 보였다(Fig. 4).

이상의 결과를 종합해서 살펴보면 간척지에서 벼의 사료용 벼를 재배할 때 분얼수가 많고 건물중이 높으며 상대적으로 NDF와 ADF는 낮으며 조단백질 수량과 가소화양분총량수량이 많은 목우벼가 더 우수한 것으로 생각된다.

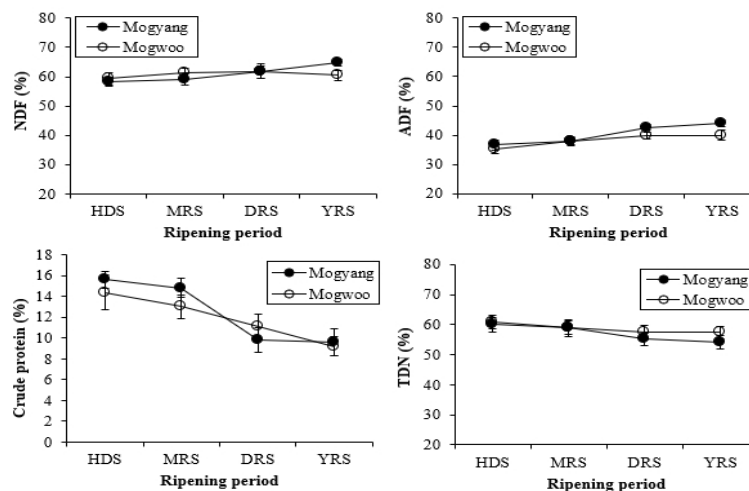
## Conclusion

국내에서 육성된 사료용 벼 목양벼와 목우벼를 이용하여 우리나라 중서부 간척지에서의 조사료 생산성과 사료가치의 차이를 알아 보고 품종간의 건물수량을 비교하고자 본 실험을 실시하였다. 재배기간 동안 토양내  $\text{Na}^+$  함량은 두 품종간에 큰 차이를 보이지 않았지만 토양내  $\text{K}^+$  함량은 목우벼를 재배한 토양이 목양벼를 재배한 토양보다 유의적으로 낮은 함량을 보였다. 분얼수는 목우벼가 45.5 - 58.8개로 목양벼보다 많았으며 엽수 역시 목우벼가 목양벼보다 많았다. 단위면적당 건물수량은 목양벼가 1,338 kg, 목우벼가 1,532 kg였다. 수확시기인 황숙기에 단위면적당 조단백질 수량과 TDN 수량은 목양벼가 약 10 a 당 108 kg, 목우벼는 170 kg을 생산하였다. 단위면적당 TDN 수량 역시 10 a당 목양벼가 약 617 kg, 목우벼가 약 880 kg을 생산하였다.

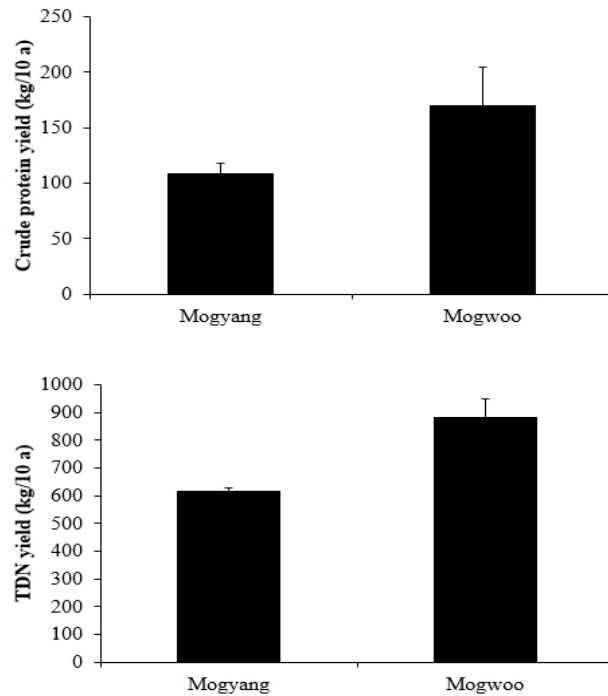
이상의 결과를 종합해서 살펴보면 간척지에서 벼의 사료용 벼를 재배할 때 분얼수가 많고 건물중이 높으며 상대적으로 NDF와 ADF는 낮으며 조단백질 수량과 가소화양분총량수량이 많은 목우벼가 더 우수하였다.



**Fig. 2.** Water content of two forage rice cultivars with ripening periods in reclaimed rice field. HDS, heading stage; MRS, milling ripe stage; DRS, dough ripe stage; YRS, yellow ripe stage.



**Fig. 3.** NDF (neutral detergent fiber), ADF (acidic detergent fiber), crude protein and TDN (total digestion nutrient) of two forage rice cultivars with ripening periods in reclaimed rice field. HDS, heading stage; MRS, milling ripe stage; DRS, dough ripe stage; YRS, yellow ripe stage.



**Fig. 4.** Crude protein and total digestion nutrient (TDN) yield of two forage rice crops at yellow ripe stage in reclaimed rice field.

## Acknowledgements

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 PJ013882032019)의 지원에 의해 수행되었습니다.

## Authors Information

Bumsik Choi, College of Agricultural and Life Sciences, Chungnam National University, Master student

Yeongmi Jang, College of Agricultural and Life Sciences, Chungnam National University, Master student

Su-Hwan Lee, National Institute of Crop Science, RDA, researcher

Nam-Jin Chung, College of Agricultural and Life Sciences, Chonbuk National University, Professor

Jin-Woong Cho, College of Agricultural and Life Sciences, Chungnam National University, Professor

## References

- ANKOM Technology. 2005a. Method for determining neutral detergent fiber. ANKOM Technology, Fairport, NY, USA.
- ANKOM Technology. 2005b. Method for determining acid detergent fiber. ANKOM Technology, Fairport, NY, USA.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis. 15th Edition. AOAC, Washington, D.C., USA.
- Back NH, Cho KM, Yang CH, Shin P, Noh TH, Lee GH, Park KH. 2014. Research on adaptability of major

- varieties for whole crop silage rice to wet seeding in newly reclaimed tidal land. *Korean Journal of International Agriculture* 26:258-261. [in Korean]
- Cho KM, Back NH, Yang CH, Shin P, Noh TH, Lee GH, Lee KB, Park KH. 2014. Growth characteristics and feed value of whole silage rice on paddy field and reclaimed tidal land. *Korean Journal of Crop Science* 59:526-531. [in Korean]
- Kim JG, Chung ES, Ham JS, Seo S, Kim MJ, Yoon SH, Lim YC. 2007. Effect of growth stage and variety on the yield and quality of whole crop rice. *Journal of Korean Grassland Science* 27:1-8. [in Korean]
- Kim JG, Park HS, Lee SH, Jung JS, Ko HJ. 2015. Effect of seeding methods and nitrogen fertilizer rates on the forage quality and productivity of whole crop rice. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 35:87-92. [in Korean]
- Kim JH, Cho JW. 2018. Comparison of forage yields and growth of sorghum, proso millet and Japanese millet according to cropping system with Italian ryegrass. *Korean Journal of Agricultural Science* 45:43-49. [in Korean]
- Kim JH, Park HS, Cho JW. 2018. Comparison of forage yields and growth of summer forage sorghum, proso millet and Japanese millet according to cropping system with winter forage barley. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 38:288-292. [in Korean]
- Lee JH, Jeong OY, Peak JS, Hong HC, Yang SJ, Lee YT, Kim JG, Sung KI, Kim BW. 2005. Analysis of dry matter yield and feed value for selecting of whole crop rice. *Journal of Animal Sciences and Technology* 47:355-362. [in Korean]
- Lee SB, Yang CI, Lee JH, Kim MK, Shin YS, Lee KS, Choi YH, Jeong OY, Jeon YH, Hong HC, Kim YG, Jung KH, Jeong JU, Kim JH, Shon JY. 2013. A latmaturing and whole crop silage rice cultivar 'Mogwoo'. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 33:81-86. [in Korean]
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). 2018a. Major statistics data. MAFRA, Sejong, Korea. [in Korean]
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). 2018b. Agriculture, food and rural affairs statistics yearbook. MAFRA, Sejong, Korea. [in Korean]
- Rohweder DA, Barnes RF, Jorgensen N. 1978. Proposed haygrading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science* 47:748-759.
- SAS Institute. 2008. SAS user's guide: Statistics. Version 9.1. SAS Institute, Cary, USA.
- Shin JS, Kim WH, Lee SH, Yoon SH, Chung ES, Lim YC. 2004. Comparison of dry matter and feed value of major summer forage crops in the reclaimed tidal land. *Journal of Korean Grassland Science* 24:335-340. [in Korean]
- Sung KL, Hong SM, Kim BW. 2004. Plant height, dry matter yield and forage quality at different maturity of whole crop rice. *Journal of Korean Grassland Science* 24:53-60. [in Korean]
- Yang CI, Lee SB, Won YJ, Ahn EK, Kim MK, Kim YG, Hyun UJ, Jeong JM, Hwang HG, Shin YS, Hong HC, Lee JH, Lee GS, Choi YH, Choi IS, Jung OY, Kim JH, Chang JK, Park HM, Sung NS. 2013. A high biomass yield and whole crop silage rice cultivar 'Mogyang'. *Korean Journal of Breeding Science* 45:405-409. [in Korean]
- Yoo SH, Park ME. 2004. Use of agricultural soil Saemangeum reclaimed land. *Journal of Society of Agricultrueal Research on Reclaimed Lands* 2:68-91. [in Korean]