

# 청보리 – 옥수수 작부체계시 조사료 최대생산을 위한 청보리 수확시기 구명

주정일<sup>1</sup> · 강영식<sup>1</sup> · 성열규<sup>1</sup> · 지희정<sup>2</sup> · 이희봉<sup>3</sup>

## Study on High Forage Production in Double Cropping Systems with Barley and Corn at paddy field in Middle Region

Jung Il Ju<sup>1</sup>, Young Sik Kang<sup>1</sup>, Yeul Gue Seong<sup>1</sup>, Hee Chung Ji<sup>2</sup> and Hee Bong Lee<sup>3</sup>

### ABSTRACT

This experiment was carried out to determine the harvesting day after heading of barley for highest total forage yield in double cropping with corn at paddy field in middle region. The fresh barley yield was the highest at the harvest of 20 days after heading, but the dry matter yield and TDN yield were the highest at the harvest of 25 days after heading because of higher dry matter rate. The dry matter yield of corn after the harvest of 25 days after heading was decreased about 16 percent than that of the check, sowing on april 25. But total fresh yield of corn monoculture was lower about 31 percent, and decreased 28 percent of dry matter and 23 percent of TDN yield, respectively, than that of the double cropping system with corn and barley. In double cropping system at paddy field, the total forage yield was the highest at the harvest of 25 days after heading of barley and grew corn subsequently. Although yield of corn was reduced by late sowing, the total forage yield was increased by double cropping system compared with corn monoculture.

(Key words : Barley for forage use, Corn, Double cropping, Harvesting day, Forage yield)

### I. 서 론

국제곡물가가 상승함에 따라 배합사료의 가격이 급등하여 축산농가의 어려움이 가중되고 있다. 따라서 경영비를 절감하기 위해서는 양질의 조사료를 확대하여 생산하고 이용할 필요가 있다. 조사료의 안정적 확보를 위해서는 논을 이용하여 동계작물과 하계 사료작물의 이모작 재배가 필수적으로 요구된다. 그러나 중부 지방에서 이모작 재배 시 앞 작물의 수확과 뒷

그루작물의 파종사이에서 농작업의 집중현상이 발생하여 일부 농가에서 기피하고 있는 실정이다. 또한 「청보리 + 옥수수」 작부체계에서 옥수수의 수량 감소를 우려하여 옥수수를 적기에 파종하여 단작으로만 재배하거나, 청보리를 조기에 수확하고 옥수수를 가급적 빨리 파종하는 것이 조사료 생산성이 높을 것이라는 생각을 갖는 농가가 다수 있었다.

조사료를 최대로 생산하기 위한 작부체계에 관한 연구는 다수 이루어졌다. Shin 등 (2007)은

<sup>1</sup> 충남농업기술원 (Chungnam Provincial ARES, Yesan, 340-861, Korea)

<sup>2</sup> 국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan, 330-801, Korea)

<sup>3</sup> 충남대학교 농업생명과학대학 (Chungnam National Univ. Daejeon, 305-764, Korea)

Corresponding author : Hee Bong Lee, Chungnam National Univ. Daejeon, 305-764, Korea. Tel: +82-42-821-5727, E-mail: hblee@cnu.ac.kr

간척지 논에서 동계작물로 이탈리아 라이그라스와 청보리 2종, 하계작물로 총채벼와 수수×수단그라스 2종으로 작부체계 4조합을 비교한 결과 생조수량, 건물수량과 TDN 수량은 총채벼 + 이탈리아 라이그라스 작부체계가 가장 높았다고 보고 하였다. Seo 등 (2004)은 답리적으로 양질의 조사료를 최대한 생산하기 위하여 벼 이앙시기, 건물생산성, 출수기, 사료가치, 도복 등을 종합하여 고려한 결과 유망한 동계 사료작물로 호밀과 보리를 추천한 바 있다. 이외에도 Park 등 (2011)은 중부지역에서 유기 조사료 생산을 위한 최적 작부조합으로 밭 토양에서 수수×수단그라스 교잡종+(호밀+레드클로버), 논토양에서는 유기벼짚+(호밀+레드클로버)을 선정하여 보고하였다.

총채맥류의 뒷그루로서 사료용 옥수수를 재배하고자 할 경우 앞그루 작물로는 수확시기가 빠른 호밀 등이 유리하고, 수확시기가 늦은 총채맥류의 후작으로는 수단그라스가 사료용 옥수수보다 재배 안정성이 높은 것으로 알려져 있다. 또한 사일리지용 옥수수에서 만파 (6. 9~6. 24)시 수량은 적기 파종 (4. 25)에 비하여 38.4% 감소되었고, 수원 19호의 경우 다수확 파종 한계기는 5월 하순으로 판단되었으며 (Lee et al., 1981), 늦추위에 의한 냉해 등의 우려가 없을 때 가능하면 파종시기가 빠를수록 건물수량과 사료가치 면에서 유리한 것으로 보고되었다 (Lee et al., 2004). 논 재배에서 청보리 뒷그루에 알맞은 옥수수 품종은 ‘강다옥’ 이었으며 (Ju et al., 2010), 조숙품종에서 만파적응성이 높아 사료작물과의 작부체계를 설정하는데 유리하다고 하였다 (Lim et al., 1991 a).

청보리를 수확하고 난 후 사료용 옥수수를 재배하는 작부체계에서 사일리지 옥수수의 파종시기는 청보리의 수확시기에 따라 결정된다. 따라서 본 시험은 「청보리+옥수수」 작부조합에서 사일리지옥수수의 수량 감소가 최소(적기 파종 대비) 이면서 조사료의 총생산량과 TDN 수량이 최대가 되는 청보리 수확시기와 옥수수

파종시기를 구명하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 청보리를 생육단계별로 수확하고 난 후에 뒷그루 작물로 옥수수를 파종하였을 경우 조사료 생산성이 최대가 되는 청보리 수확시기와 옥수수 파종시기를 구명하기 위하여 2009~2010년 충남농업기술원 논 시험포장에서 수행하였다.

시험작물과 품종으로 청보리는 영양보리, 사료용 옥수수는 광평옥을 공시하였다. 작부조합에 따른 처리내용은 ① 청보리 출수 후 15일 수확+사일리지옥수수 파종, ② 청보리 출수 후 20일 수확+사일리지옥수수 파종, ③ 청보리 출수 후 25일 수확+사일리지옥수수 파종, ④ 청보리 출수 후 30일 수확+사일리지옥수수 파종, ⑤ 사일리지옥수수 적파(4월 중하순) 등 5처리를 두었다.

청보리는 10월 19일에 휴립광산파로 파종하였는데 휴폭 150 cm, 파폭 120 cm, 휴장 6 m 이었다. 시비량은 토양분석 후 진단시비 처방기준에 준하였는데 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 13.0-6.5-3.5 kg/10a이었다. 이중 인산과 칼리는 전량 기비로 사용하였고, 질소는 기비 대 추비를 50:50으로 나누어 분시하였는데 3월 6일에 추비를 사용하였다. 옥수수는 적기 파종(대조구) 4월 25일, 청보리 수확 후 뒷그루로 재배한 옥수수는 5월 22일부터 6월 6일까지 5일 간격으로 파종되었다. 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 20-15-15 kg/10a으로 하였고, 이중 질소는 기비 대 추비를 50:50으로 하여 분시하였으며, 추비는 옥수수 8엽기에 사용하였다. 기타 재배관리는 각 작물의 표준재배법에 준하였고, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 생육 및 수량조사는 청보리는 생육단계별로 예취하여 생육 및 조사료 수량을 조사하였고, 옥수수는 황숙기에 생육, 생조 및 건물수량을 조사하였는데, 농촌진흥청 조사기준에 준하였다. TDN 수량은 건물수량×TDN

함량으로 산출하였는데, 청보리의 TDN 함량은 Acid detergent fiber (ADF)를 Goering and Van Soest (1970)의 방법으로 분석하여  $88.9 - (0.779 \times \text{ADF})$ 의 계산식으로 산출하였고, 사일리지 옥수수의 TDN 함량은  $(\text{경엽건물 수량} \times 0.582) + (\text{암이삭 건물수량} \times 0.85)$ 의 계산식 (Holland et al., 1990)으로 산출하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 청보리

청보리는 10월 19일에 파종하였고, 출수기는 다음해 5월 1일 이었으며, 도복은 발생하지 않았고, 초장과 이삭수로 볼 때 생육은 양호하였다.

논에 재배한 청보리를 생육단계별로 예측하여 조사한 생초수량은 Fig. 1과 같다. 청보리 수확기인 황숙기에 해당하는 출수 후 25일에 예측한 생초수량은 34,760 kg/ha이었다. 유숙기 경에 해당하는 출수 후 15일은 출수 후 25일에 예측한 것에 비하여 약 6% 감소되었고, 호숙기 경인 출수 후 20일은 2% 증수되었으며, 성숙기에 가까워지는 출수 후 30일은 약 15% 감소되었다. 따라서 출수 후 15일부터 출수 후 25일 까지 생초수량은 유의적으로 차이가 없었지만 출수 후 20일에 예측하였을 때 가장 높았고, 이러한 결과는 조사료 수량이 최대이면서 사료 가치가 가장 높은 호숙기와 황숙기가 청보리 수확적기라고 한 보고(Kim et al., 1995; Song et al., 2009; Youn et al., 1991)와 대체로 일치하였다.

중부지방에서 논에 재배한 청보리를 생육단계별로 예측하여 조사한 건물수량은 Fig. 2와

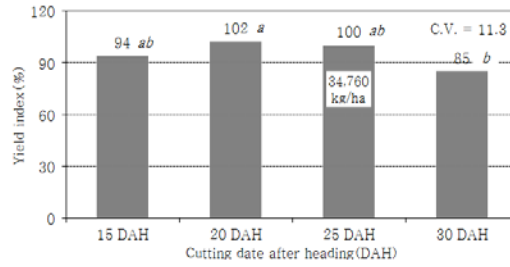


Fig. 1. Fresh forage barley yield by different harvesting date after heading at paddy field.

<sup>a b</sup> Means with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

같다. 출수 후 25일에 예측한 청보리 건물수량은 11,710 kg/ha이었고, 이때를 기준으로 볼 때 출수 후 15일은 약 23%, 출수 후 20일은 9%, 출수 후 30일은 2% 감소되었다. 건물수량은 출수 후 20일부터 출수 후 30일 까지 건물수량은 유의적인 차이가 없었지만 출수 후 25일에 예측한 것이 가장 높았다. 건물수량은 생초수량에 비하여 예측시기가 빠를수록 감소율이 상대적으로 높았는데 이는 수확시기가 빠를수록 건물율이 낮았기 때문이다. 일반농가에서 이모작 재배 시 벼 또는 옥수수를 가급적 일찍 이앙 또는 파종하기 위하여 앞그루 작물인 청보리를 조기에 수확하는 경우가 있는데, 이때는 수분 함량이 높은 상태에서 수확하게 된다. 그런데 생초수량은 예측시기에 따른 차이가 적었으나 건물율이 낮아서 실제적인 건물수량은 크게 감소됨을 알 수 있었다. 따라서 뒷그루 작물에 지장을 주지 않는 범위 내에서 청보리는 건물수량이 최대이면서 사료가치가 높은 시기에 해당하는 호숙기나 황숙기에 수확하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

Table 1. Agronomic characteristics of barley for forage at paddy field

Sowing date	Heading date	Plant height (cm)	No. of spikes per m <sup>2</sup>
19 Oct.	1 May	88	432

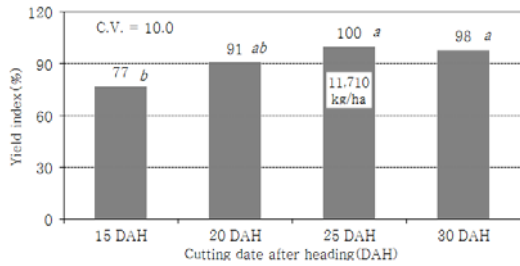


Fig. 2. Dry matter yield of forage barley by different harvesting date after heading at paddy field.

<sup>a b</sup> Means with different superscripts are significantly different (p<0.05).

2. 사일리지 옥수수

청보리를 생육단계별로 수확한 후 곧이어 논포장을 경운하고 5일 후에 사료용 옥수수를 파종하였다. Table 2에서 보는 바와 같이 옥수수를 4월 25일에 파종하면 출사기가 7월 10일, 수확기가 8월 27일이었고, 청보리 수확 후 뒷그루로 파종된 옥수수는 출사기가 7월 27일 ~ 8월 4일, 수확기가 9월 8일 ~ 9월 15일 이었다. 청보리를 출수 후 25일에 수확한 후 곧이어 옥수수를 뒷그루로 파종하면 옥수수 적기 파종에 비하여 출사기 22일, 수확기 19일이 지연되었다. 그리고 청보리를 출수 후 15일과 출수 후 30일에 수확한 후 옥수수를 뒷그루로 파

종하면 두 파종기간에 출사기 8일, 성숙기 7일 차이가 있었고, 생육기간이 7~8일 단축되었다. 생육은 청보리 뒷그루로 파종하면 옥수수 적기 파종과 비교하여 간장이 단축되지는 않았으나 개당 이삭중이 크게 감소되었고, 이는 Ju et al. (2010)이 지적한 바와 같은 경향이였다.

청보리를 생육단계별로 수확한 후 뒷그루로 재배한 옥수수의 생초수량은 Fig. 3과 같다. 옥수수 적기파종은 생초수량이 60,420 kg/ha이었고, 청보리 뒷그루로 재배한 옥수수는 파종시기가 늦어질수록 생초수량이 점진적으로 감소되었다. 옥수수 적기파종에 비하여 약 27일 늦게 파종된 옥수수(청보리 출수 15일 수확 후 옥수수 파종)는 생초수량이 약 4% 감소되었고, 청보리를 출수 후 25일에 수확한 후 뒷그루로 재배한 옥수수는 약 13% 감소되었다. 따라서 옥수수는 청보리 수확 후 재배할 경우 파종시기가 빠를수록 생초수량이 높았다. Son et al. (2009)은 사일리지용 옥수수에서 파종기가 늦어질수록 수량이 감소되었는데, 생초수량은 5월 3일 파종에 비하여 5월 21일 파종은 4.6%, 6월 11일 파종은 12.8% 감소되었다고 보고와 비슷한 경향이였다.

청보리를 생육단계별로 수확한 후 뒷그루로 재배한 옥수수의 건물수량은 Fig. 4와 같다. 옥수수의 적기파종 시 건물수량이 21,170 kg/ha이

Table 2. Agronomic characteristics of corn by different sowing date after harvesting of barley at paddy field in middle region

Treatment		Date of silking	Harvesting date	Plant height (cm)	Ear weight (g/ear)
Growing stage of barley	Sowing date of corn				
Control	25 April	10 July	27 Aug.	201	231
15 DAH †	22 May	27 July	8 Sept.	212	193
20 DAH	27 May	29 July	12 Sept.	220	193
25 DAH	1 June	1 Aug.	15 Sept.	223	194
30 DAH	6 June	4 Aug.	15 Sept.	222	166

† DAH : Day after heading.

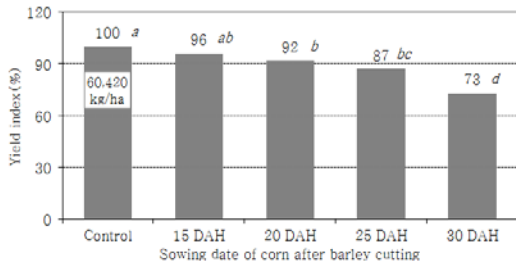


Fig. 3. Fresh corn yield by different sowing date after harvesting of barley at paddy field in middle region.

<sup>a-d</sup> Means with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

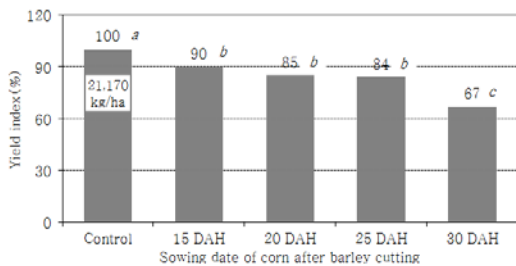


Fig. 4. Dry matter yield of corn by different sowing date after harvesting of barley at paddy field in middle region.

<sup>a-c</sup> Means with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

있고, 청보리 뒷그루로 재배한 옥수수는 파종 시기가 늦어질수록 건물수량이 점진적으로 감소되었다. 옥수수 적기파종에 비하여 약 27일 후에 늦게 파종된 옥수수 (청보리 출수 후 15일에 수확한 후 옥수수 뒷그루 파종)는 건물수량이 약 10% 감소되었고, 청보리를 출수 후 25일에 수확한 후 뒷그루로 재배한 옥수수는 약 16% 감소되었다. 따라서 옥수수는 청보리 수확 후 재배할 경우 파종시기가 빠를수록 건물수량이 높았고, 6월 상순 이후에 파종되면 건물수량이 급격히 감소되었다. 일반적으로 사료용 옥수수는 만파할수록 수량이 감소되는데 이는 만파에 의하여 출사에 이르지 못하는 개체 증가 (Lim et al., 1991a), 이삭 크기와 무게의 감소 (Ju et al., 2010), 이삭의 발육부전 (Cirilo and Andrade, 1996), 불임 이삭의 증가 (Pendleton

and Egli, 1969), 암이삭 비율의 감소 (Son et al., 2010) 등을 들 수 있고, 이를 극복하기 위해서는 조숙품종 재배와 밀식 (Lim et al., 1991a; Lim et al., 1991b), 파종기 이동에 따른 이삭의 크기와 무게에서 변화가 적은 품종 선발 (Ju et al. 2010), 만파 적응 품종 및 재배법의 개발 (Seo et al., 2010)이 필요하다고 하였다.

### 3. 청보리 + 옥수수 작부조합별 수량비교

논에서 재배한 청보리와 뒷그루로 재배한 옥수수의 생초수량을 합계하여 나타낸 것은 Fig. 5와 같다. 청보리와 옥수수를 논에서 이모작으로 재배할 경우 옥수수는 앞작물인 청보리의 수확시기에 따라 조사로 생산량이 영향을 받는다. 청보리를 출수 후 25일에 수확한 후 뒷그루로 옥수수를 파종하였을 경우 총 생초수량은 87,380 kg/ha이었다. 옥수수 단작 재배는 청보리와 옥수수 이모작 작부조합 (청보리 출수 후 25일 수확 + 사일리지 옥수수 파종)에 비하여 약 31% 감소되었다. 이러한 결과는 Seo 등 (2010)이 4월 하순에 옥수수를 단작으로 적파하는 것보다 이모작으로 동계 재배한 보리의 사료·중실의 수량성을 합할 경우 30~40% 증가하였다는 보고와 비슷한 경향이었다. 청보리의 생육 단계별로는 청보리를 출수 후 25일에 수확하고 뒷그루로 옥수수를 파종한 처리보다 청보리를 출수 후 15일과 20일에 수확하고 뒷그루로 옥수수를 파종하면 약 4% 증수되었고, 청보리를

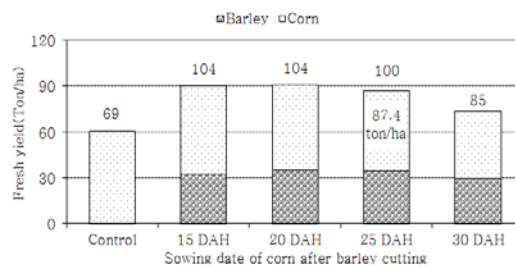


Fig. 5. Fresh yield of barley and corn by different harvesting/sowing dates at paddy field.

출수 후 30일에 수확한 후 뒷그루로 옥수수를 파종하면 약 15% 감소되었다. 따라서 생초수량으로만 보면 청보리의 수확시기가 빠를수록 총 생초수량이 높았는데, 농가에서는 경험적으로 청보리의 수확시기를 앞당기고 뒷그루 작물을 가급적 일찍 파종하는 경향은 이러한 생초수량의 증가에 기인하는 것으로 판단되었다.

논에서 재배한 청보리와 그 뒷그루로 재배한 옥수수의 건물수량을 합계하여 나타낸 것은 Fig. 6과 같다. 청보리를 출수 후 25일에 수확한 후 뒷그루로 옥수수를 파종하였을 경우 총 건물수량은 29,390 kg/ha이었다. 옥수수 단작 재배는 청보리와 옥수수 이모작 작부조합(청보리 출수 후 25일 수확 + 사일리지 옥수수 파종)에 비하여 약 28% 감소되었다. 청보리의 생육단계별로는 청보리를 출수 후 15일과 20일에 수확하고 뒷그루로 옥수수를 파종하면 약 2~4% 감소되었고, 청보리를 출수 후 30일 수확 후 뒷그루로 옥수수를 파종하면 약 13% 감소되었다. 따라서 청보리 수확 후 뒷그루 작물이 가급적 빨리 파종될수록 생초수량이 높았지만 수분함량이 높고 건물율이 낮아서 실제적인 건물수량은 증수되지 않았다.

청보리와 옥수수의 TDN 함량과 건물수량으로 계산한 총 TDN 수량은 Fig. 7과 같다. 청보리를 출수 후 25일에 수확한 후 뒷그루로 옥수수를 파종하였을 경우 총 TDN 수량은 20,310 kg/ha이었다. 옥수수 단작 재배는 청보리와 옥수수 이모작 재배에 비하여 약 23% 감소되었

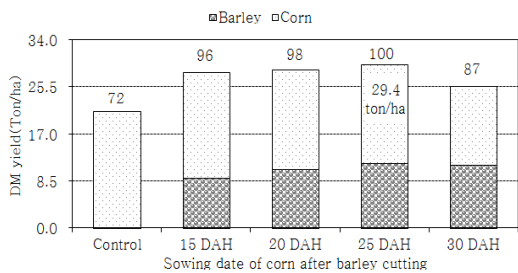


Fig. 6. Dry matter yield of barley and corn by different harvesting date after heading of barley at paddy field.

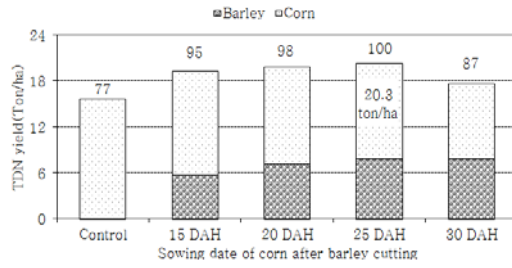


Fig. 7. TDN yield of barley and corn by different harvesting/sowing dates at paddy field.

다. 청보리의 생육단계별로는 청보리의 수확시기가 빨라 뒷그루로 옥수수의 파종시기가 빠르면 약 2~5% 감소되었고, 청보리를 출수 후 30일에 수확한 후 뒷그루로 옥수수를 파종하면 약 13% 감소되었다. 따라서 청보리와 옥수수의 작부조합에서 TDN 수량은 청보리를 출수 후 25일에 수확하고 뒷그루로 옥수수를 파종하는 작부조합에서 가장 높았다.

청보리와 옥수수의 이모작 재배 시 생초수량, 건물수량 및 TDN 수량을 종합하여 보면 청보리의 수확적기인 황숙기에 수확한 후 뒷그루로 옥수수를 파종하는 것이 총 건물수량과 TDN 수량이 가장 높았다. 이 때 총 TDN 수량은 청보리를 출수 후 15일에 조기 수확하고 옥수수를 파종하는 작부조합에 비하여 5% 증가하였고, 옥수수를 적기에 파종하는 것에 비하여 23% 증가하였다. 즉 청보리를 출수 후 15일경에 조기에 수확하고 뒷그루로 옥수수를 파종하면 청보리의 생초수량은 높았으나 건물수량이 감소되어 총 건물수량과 TDN 수량은 증가되지 않았다. 따라서 논에서 청보리와 옥수수를 이모작 재배할 경우 청보리를 출수 후 20일~25일 경, 즉 호숙기와 황숙기에 수확한 후 가급적 빨리 뒷그루 작물인 옥수수를 파종할 필요가 있었다.

#### IV. 요약

논에서 청보리를 수확한 후 사료용 옥수수를

뒷그루로 재배할 경우 옥수수의 파종 시기는 청보리의 수확시기에 의하여 결정되고, 이에 따라 조사료 생산량이 영향을 받게 된다. 본 시험은 청보리를 생육단계별로 수확한 후 뒷그루로 사료용 옥수수를 파종하는 작부체계에서 조사료 생산성이 최대가 되는 청보리 수확시기와 사일리지 옥수수 파종시기를 구명코자 2009~2010년 충남농업기술원 논 시험포장에서 수행하였다. 청보리는 출수 후 20일에 수확하는 것이 생초수량이 가장 높았으나 건물수량과 TDN 수량은 황숙기에 수확(출수 후 25일경)하는 것이 가장 높았다. 옥수수는 청보리를 출수 25일에 수확한 후 파종하면 건물수량이 적기 파종에 비하여 약 16% 감소하였다. 옥수수 적기 파종에 의한 단작 재배는 「청보리 출수 후 25일 수확 + 옥수수 파종」 작부조합에 비하여 총 생초수량 31%, 총 건물수량 28%, 총 TDN 수량 23% 감소되었다. 「청보리 + 옥수수」 작부조합에서 총 생초수량은 「청보리 출수 후 15일 수확 → 옥수수 파종」이 가장 높았으나, 총 건물수량과 TDN 수량은 「청보리 출수 후 25일 수확 → 사일리지 옥수수 파종」이 가장 높았으며, 이 때 청보리 생육단계는 황숙기이었고, 수분함량이 사일리지 제조에 가장 알맞은 시기이었다. 청보리를 황숙기 이후에 수확하면 옥수수의 수량이 급격히 감소되어 조사료의 총 생초수량과 TDN 수량이 크게 감소되므로 청보리를 황숙기 이전에 수확하고 옥수수를 가급적 빨리 파종할 필요가 있다.

## V. 인 용 문 헌

1. Cirilo, A.G. and F.H. Andrade. 1996. Sowing date and kernel weight in maize. *Crop Sci.* 36(2): 325-331.
2. Goering, H.K. and Van Sose. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook.* No. 397. U.S. USDA. Washington. DC.
3. Holland, C., W. kezar, W.P. Kautz, E.J. lazowski, W.C. Mahanna and R. Reinhart. 1990. The pioneer forage manual; A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred., Des Moines, IA.
4. Ju, J.I., Y.G. Seung, C.K. Kim and H.B. Lee. 2010. Planting date and hybrid influence on silage corn yield and quality at paddy field in middle region. *J. Kor. Grassl. Sci.* 30(1):1-8.
5. Kim, J.G., M.S. Han, G.Y. Kim, J.D. Han, W.S. Kang and C.N. Shin. 1995. Study on baled silage making of selected forage crops and pasture grasses. II. Yield performance and nutritive evaluation of baled silage as affected by stage of growth. *J. Kor. Grassl. Sci.* 15(3):198-206.
6. Lee, J.K., H.S. Park, Y.G. Kim, J.W. Chung, K.J. Na, M.C. Kim, S.C. Lee and W.B. Yook. 2004. Effect of the seeding and harvesting dates on the growth characteristics, dry matter yield and quality of corn for silage in alpine areas. *J. Kor. Grassl. Sci.* 24(2):115-122.
7. Lee, S.S., K.Y. Park and S.K. Jung. 1981. Growth duration and grain and silage yields of maize at different planting dates. *Kor. J. Crop Sci.* 26(4):337-343.
8. Lim, K.B., J.S. Yang, H.J. Han and Y.W. Choe. 1991 a. The application of early-maturing corn to cropping system of forage crop. I. The late-sowing adaptability of corn varieties requiring the short period to maturing. *J. Kor. Grassl. Sci.* 11(2):137-142.
9. Lim, K.B., Y.W. Choe, J.S. Yang and W.H. Heo. 1991 b. Application of early-maturing corn to cropping system of forage crop. II. Effects of late sowing and dense planting of early-maturing corn on forage productivity. *Kor. J. Crop Sci.* 36(3):209-213.
10. Park, J.H., Y.K. Yoon, S.S. Park, J.H. Noh and J.S. Lee. 2011. Establishment of cropping system for organic forage production in middle region of Korea. *Kor. J. Organic Agric.* 19(3):373-384.
11. Pendleton, J.W. and D.B. Egli. 1969. Potential yield of corn as affected by planting date. *Agron. J.* 61:70-71.
12. Seo, J.H., B.Y. Son, J.E. Lee, Y.U. Kwon, G.H. Jung, S.B. Baek, J.H. Sung and W.H. Kim. 2010. Change of growth and yield of late-planted maize cultivar for double cropping with barley. *Kor. J. Crop Sci.* 55(3):232-238.
13. Seo, S., W.H. Kim, J.G. Kim and G.J. Kim.

2004. Selection of promising forage crops and variety for forage production in paddy field. I. Middle region (Suwon). *J. Kor. Grassl. Sci.* 24(3): 207-216.
14. Shin, J.S., W.H. Kim, S.H. Yoon and S. Seo. 2007. Study on optimum forage cropping system in reclaimed tidal land. *J. Kor. Grassl. Sci.* 27(2):117-122.
15. Son, B.Y., J.T. Kim, J.S. Lee, S.B. Baek, W.H. Kim and J.D. Kim. 2010. Comparison of growth characteristics and yield of silage corn hybrids by different planting dates at paddy and upland field. *J. Kor. Grassl. Sci.* 30(3):237-246.
16. Son, B.Y., J.T. Kim, S.Y. Song, S.B. Baek, C.K. Kim and J.D. Kim. 2009. Comparison of yield and forage quality of silage corns at different planting dates. *J. Kor. Grassl. Sci.* 29(3):179-186.
17. Song, T.H., O.K. Han, S.K. Yun, T.I. Park, J.H. Seo, K.H. Kim and K.H. Park. 2009. Changes of quantity and quality of winter cereal crops for forage at different growing stages. *J. Kor. Grassl. Sci.* 29(2):129-136.
18. Youn, K.B., C.W. Lee, Y.H. Chang, S.S. Lee and Y.K. Park. 1991. Forage yield and quality of whole crop barley, wheat and triticale. *Kor. J. Crop Sci.* 36(6):496-500.

(Received July 23, 2012 / Accepted August 12, 2012)