

과 제 구 분 : 지역특화기술개발	Code 구분 : LS 0206	작물(전반기)
연구과제명 및 세부과제명	연구기간	과제책임자 및 참여연구원(☎)
발작물 논 재배기술 개발	'03~'05	경기도원 작물연구과 이은섭(229-5760)
논 재배 사료용 옥수수 파종기에 따른 작부체계	'03~'04	경기도원 작물연구과 이은섭(229-5781) 경기도원 종자관리소 이종형(834-8109) 경기도원 종자관리소 조은제(229-6166)
색 인 용 어	논, 사료용 옥수수, 파종기, 건물수량	

Abstract

This study was conducted to determine suitable cropping combination on cultivation environment of silage corn in front crop, and hairbath, rye, barley in later crop in use of fodder or hay. Cropping combination were combined with corn+hairbath, corn+rye, corn+barley silage, As sowing time of corn was delayed, Fresh yield, dry yield, and TDN yield of corn were decreased in corn+ winter livestock crop plots compared with corn plot. In the winter livestock crop, DM yield, and TND yield were highest increased 475kg/10a, 265kg/10a in corn+rye plot compared with corn plot, respectively. TDN yield was increased 10% corn+rye plot compared with corn plot. In the different combination plots, in corn+total fresh barley and corn+hairbath plot, DM yield was increased 8%, 18%, respectively. The suitable corn and winter livestock crop cropping system of connection with rice transplanting was corn+rye plot.

1. 연구목적

WTO/DDA 협상 전개에 따른 쌀 시장 개방이 확대됨에 따라 수입쌀과의 경쟁력 향상 대책수립과 쌀 소비량 감소에 따른 쌀 생산 조정제 시행으로 벼 재배면적 감소는 불가피한 실정이다. 한국농촌경제연구원의 발표에 의하면 2004년 말 벼 재배면적 1,000천ha에서 2014년까지는 750천ha로 감소될 것으로 전망하였다. 우리나라 조사료의 총 소비량은 420만 톤으로, 이중 80%를 자급하고 있는데, 이중 60%정도인 200만톤은 벼짚이 차지하고 있으며, 이 양은 논 40만ha에서 수거된 벼짚의 양이다(축산신문 2003. 2. 19). 벼 재배면적 감소에 따른 벼짚 이용감소는 조사료 수급에 차질이 우려되는데, 사료작물의 안정적인 수급과 토지이용을 제고 차원에서 답리작으로 사료용 맥류재배를 권장하고 있으나, 큰 성과를 올리지 못하는 실정이다.

사료용 옥수수 품종으로 국내종은 “횡성옥(1980), 광안옥(1990), 수원옥(1996), 두루옥 및 광안옥(2000년)을 육성보급(2004. 농촌진흥청)중이며 도입품종으로는 중숙종 “NC+4880”, “Garst 8396 IT”(성 등. 2002), 중만숙종 “DK754S”, “Garst 8285”(성 등 2002), 조숙종 “GW 737”, “DK 537”(성 등 2002) 등이 재배되고 있다. 사료용 옥수수를 중심으로 한 중북부지역에 알맞은 작부체계는 옥수수 p-3282+호밀18호 파종 조합이 유망하고(정 등. 1988), 호밀과 옥수수 조합에서는 호밀을 수확하고 옥수수 파종 5일전에

paraquat을 처리한 후 파종을 할 경우, 건물수량과 TDN수량이 유의적으로 높으며(김 등. 1997), 수단그라스계 잡종과 호밀 작부조합에서 연간 청예사료를 최대로 생산하기 위해서는 전작물인 수단그라스계 잡종의 ha당 파종량 및 질소시비량은 각각 110kg, 100kg, 후작물인 호밀은 ha당 파종량 및 질소시비량은 각각 200kg, 220kg에서 건물수량이 가장 많아 적합하다(한 등. 1995)고 하였으나, 중부지역 논에서의 사료용 옥수수관련 재배연구는 이 등(2004)이 보고한 논 재배 사료용 옥수수 적품종 “P32p75”와 ”32j55”를 선발한 결과 외에는 전무한 실정이다.

따라서 본 시험은 앞으로 쌀 생산 조정제 시행과 관련, 논에 전작물로 사료용 옥수수와 후작물로 헤어리베치, 호밀 및 총채보리 등과의 작부체계 적합성을 검토한 결과를 보고하는 바이다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 2002~2004년에 걸쳐 전작물로 사료용 옥수수와 후작물인 헤어리베치, 호밀, 총채보리 등과의 작부체계 적합성을 검토하고자 경기도농업기술원 작물연구과 답작포장에서 시험을 수행하였다.

시험품종은 옥수수는 광안옥, 헤어리베치는 조생종인 도입종, 호밀은 선두호밀, 총채보리는 올보리를 공시하였다. 전작물인 옥수수는 후작물인 동작물의 수확적기를 고려하여 4월20일부터 5월20일까지 10일 간격으로 파종하였고, 헤어리베치는 9월 24일에, 호밀과 총채보리는 10월 6일에 파종하였다. 수확기는 옥수수는 황숙기, 헤어리베치는 개화기 중기인 4월25일, 호밀은 유숙기인 5월6일, 총채보리는 호숙기인 5월17일에 각각 수확하였다. 10a당 시비량은 옥수수는 N-P₂O₅-K₂O를 20-15-15kg을, N은 기비로 10kg, 추비로 출수기에 10kg을 각각 사용하였고, P₂O₅와 K₂O는 전량기비로 사용하였다. 호밀은 N-P₂O₅-K₂O를 9-10-7kg을 N는 기비로 4.5kg, 추비로 재생기인 3월10일경에 4.5kg을 각각 사용하였고, P₂O₅와 K₂O는 전량기비로 사용하였다. 총채보리는 N-P₂O₅-K₂O를 9-7-3.9kg을 N는 기비로 4.5kg, 추비로 재생기인 3월10일경에 4.5kg을 각각 사용하였고 P₂O₅와 K₂O는 전량기비로 사용하였다.

헤어리베치는 N 4kg, P₂O₅와 K₂O 10kg을 전량기비로 사용하였다. 재식밀도는 옥수수는 75×25cm, 헤어리베치, 호밀 및 총채보리는 휴폭 25cm, 파폭은 5cm로 파종하였다. 일반관리에 있어, 잡초방제는 파종 직후 라쏘입제를 300평당 3kg를 살포하였고, 헤어리베치, 호밀과 총채보리는 3월중순에 손제초를 하였다. 그 외의 일반관리는 농진청 표준재배법에 준하였으며, 옥수수는 사일리지 제조 적기인 황숙기에 수확하였다.

생육조사는 농촌진흥청 농사시험연구조사기준(2003)에 준하였고 옥수수의 TDN 수량은 pioneer Hi-Bred사가 제시한 공식 $TDN \text{ 수량} = (\text{경엽 건물수량} \times 0.582) + (\text{암이삭 건물수량} \times 0.85)$ 에(Holland 등. 1990), 헤어리베치, 호밀과 총채보리의 TDN 수량은 축산연구소 사료재배과에서 제공한 공식 $TDN \text{ 수량} = \text{건물중} \times 0.653$ 을 이용하여 계산하였다. 시험구배치는

난괴법 3반복으로 하였다. 시험전 토양화학성은 경운 전에 표토 5~10cm에서 토양시료를 채취하여 분석(표1)하였는데, 시험전 토양의 화학적 특성은 유기물은 전국 논외 평균 (유기물함량 23g/kg, 유효인산함량 78.5mg/kg)(허 등. 1997)에 비하여 유기물 함량은 15g/kg, 유효인산함량은 78.5mg/kg으로 평균 논포장 보다 다소 낮았다.

표 1. 시험전 토양의 화학적 특성

	pH(1:5)	OM (g kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex.cation(cmol+ kg ⁻¹)		
				5.8	Ca	Mg
시험포장	5.8	15	39.0	0.21	4.0	1.1
논 평균	5.7	23	78.5	0.20	3.9	1.5

3. 결과 및 고찰

전작물인 옥수수의 생육 및 수량은 표 2와 같다. 옥수수 단작에 비하여 옥수수와 동작물과의 조합구에서 출현기가 지연되었는데, 이는 파종이 늦어졌기 때문이다. 간장은 옥수수 단작구 237cm에 비하여 옥수수+헤어리베치와 옥수수+호밀조합에서 각각 6cm, 11cm 길었다. 간직경은 옥수수 단작 21.3mm에 비하여 옥수수+동작물 조합구에서 1.0~4.3mm 가는 경향을 보였고, 생엽수와 10분당 이삭수는 조합 간에 차이는 없었다. 임 등 (2001)이 보고한 결과보다 본 시험에서 간직경은 1.6~2.9mm 가늘었고, 생엽수는 8.5~12.3매보다 다소 적은 것으로 나타내었는데, 이는 논외 재배환경이 밭 조건에 비하여 열악하였기 때문으로 여겨진다.

표2. 작부조합별 전작물(옥수수)의 생육특성

조합명	파종기 (월.일)	출현기 (월.일)	출사기 (월.일)	수확기 (월.일)	간장 (cm)	간직경 (mm)	생엽수 (매)	이삭수 (개/10분)
옥수수(단작)	4.20	5.10	7.19	8.24	237	21.3	9.4	23
옥수수+헤어리베치	4.30	5.15	7.23	9. 1	243	18.5	10.0	23
옥수수+호밀	5.10	5.18	7.26	8.29	248	20.3	10.6	23
옥수수+총채보리	5.20	5.29	7.31	9. 2	231	17.0	10.2	23

작부조합별 전작물인 옥수수의 수량특성은 표3과 같다. 간엽중(kg/3분)은 단작 2.4kg에 비하여 옥수수+헤어리베치에서 2.8kg으로 0.4kg 무거웠으나, 옥수수+총채보리에서는 0.7kg가벼웠다. 이삭 생체중(kg/10분)은 옥수수 단작 4.5kg에 비하여 옥수수+호밀과 옥수수+총채보리조합에서 각각 0.5, 1.0kg가벼웠고, 건물중은 옥수수+총채보리 조합에서만 가벼웠다. 이러한 결과는 전작물인 옥수수의 파종기 지연에 따라 생식생장기가 강우량이 많은 7월말과 8월상순에 경과되어 영향을 받은 것으로 여겨진다. 10a당 생체수량은 옥수수 단작 5,813kg에 비하여 옥수수+헤어리베치조합에서 7%정도 증가하였으나, 기타조합에

표3. 작부조합별 전작물(옥수수)의 수량특성

조합명	건엽중(kg/3본)		이삭중(kg/10본)		수량(kg/10a)			지수		
	생체중	건물중	생체중	건물중	생체중	건물중	TDN	생체중	건물중	TDN
옥수수(단작)	2.4	0.36	4.5	2.2	5,813	1,682	1,190	100	100	100
옥수수+헤어리베치	2.8	0.38	4.6	2.1	6,226	1,696	1,150	107	101	97
옥수수+호밀	2.5	0.37	4.0	2.2	5,380	1,511	1,042	93	90	88
옥수수+총채보리	1.7	0.27	3.5	1.8	5,322	1,426	930	92	85	78
LSD(5%)	.....	.....	.....	.....	ns	115.3	91.8			
CV(%)	.....	.....	.....	.....	12.4	89	9.6			

서는 각각 7%, 8% 감소하였다. 10a당 TDN 수량은 옥수수 단작 1,190kg에 비하여 옥수수+동작물 조합에서 3~22%감소하였다. 이 결과는 임 등(2001)이 보고한 도입적용 품종의 TDN수량 1,277~1,747kg보다 37~817kg이 적어 상이하였는데, 이는 논이 밭에 비하여 재배환경이 열악함에 따라 간장이 짧아지고, 간직경이 가늘어지며, 10본당 이삭수 감소로 인한 결과로 여겨진다. 따라서 사료용 옥수수를 논에서 재배할 시에는 배수가 용이한 사양토인 논을 선택하고 수평배수가 용이하도록 배수구 설치가 필수적으로 요구된다고 여겨진다.

후작물인 헤어리베치, 호밀, 총채보리 등에 대한 생육 및 수량특성은 표4와 같다. 10a당 생체수량, 건물수량과 TDN수량은 호밀에서 각각 3,843kg, 475kg, 265kg으로 다른 조합보다 높았는데, 수확시 숙기와 엽신과 줄기의 비율 등에 의해 영향을 받으며, 헤어리베치에서 적은 것은 건물율이 낮았기 때문으로 여겨진다.

표4. 옥수수 후작물의 생육 및 수량특성

조합명	출현기	출수(개화)기	수확기	입모수	초장	수(경)수	수량(kg/10a)		
	(월.일)	(월.일)	(월.일)	(본/m ²)	(cm)	(본/m ²)	생체	건물	TDN
옥수수+헤어리베치	10. 2	-	4.25	210	50.0	213	1,956	122	83
옥수수+호밀	10.14	4.16	5.06	497	147.1	556	3,843	475	265
옥수수+총채보리	10.13	4.22	5.17	494	85.4	529	2,095	231	134

※ 수확시기 : 호밀 유숙기, 총채보리 호숙기

김(2004)은 추파용 호밀의 건물함량은 조파시 만파보다 1.9%증가하고 조단백질과 TDN 수량은 낮았다고 보고하였다. 이러한 결과를 고려할 때 남부지역에 비하여 작물의 생육 기간이 짧은 중부지역에서는 옥수수 후작물로 동계 사료작물 선택시 만생종보다는 조생종을, 내한성이 강한 품종을 선택하는 것이 유리한 것으로 나타났다.

전작물인 옥수수와 후작물인 헤어리베치, 호밀, 총채보리의 조합별 생산량을 비교한 결과는 표 5와 같다. 전작물과 후작물의 10a당 총 생산량 중 생체수량은 옥수수 단작 5,813kg에 비하여 옥수수+호밀 80%, 옥수수+헤어리베치 41%, 옥수수+총채보리 조합이 28% 각각 증가하였고, 건물중은 옥수수+호밀 18%, 옥수수+헤어리베치 조합이 8% 각각 증가하였으며, TDN수량은 옥수수+호밀 10%, 옥수수+헤어리베치 조합에서 4% 각각 증가되었으나, 옥수수+총채보리조합에서는

표5. 조합별 수량성 비교

조합명	전작물			후작물			총생산량(kg/10a)			지수		
	생체중	건물중	TDN	생체중	건물중	TDN	생체중	건물중	TDN	생체중	건물중	TDN
옥수수(단작)	5,813	1,682	1,190	-	-	-	5,813	1,682	1,190	100	100	100
옥수수+헤어리베치	6,226	1,696	1,150	1,956	122	83	8,182	1,818	1,233	141	108	104
옥수수+호밀	5,380	1,511	1,042	3,843	475	255	9,223	1,986	1,307	180	118	110
옥수수+총채보리	5,322	1,426	980	2,095	231	134	7,417	1,657	1,064	128	99	89
LSD(5%)	.....	.....	..	....	....	.....	1,227	174.9	138.9			
CV(%)	.....	.....	....	....	....	.....	13.4	7.6	8.9			

11% 감소하였다. 건물수량이 호밀에 비하여 옥수수+헤어리베치 조합과 옥수수+총채보리 조합에서 낮은 원인은 옥수수+헤어리베치 조합과 옥수수+총채보리조합에서 후작물의 건물율이 낮았기 때문인 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합해 보면, 사료용 옥수수와 두과 및 화본과 사료작물을 조합하여 논에서 재배할 경우, 옥수수 단작에 비하여 생체수량은 옥수수+호밀, 옥수수+헤어리베치, 옥수수+총채보리 조합 모두 유망하였으나, 건물수량과 TDN 수량은 옥수수+호밀조합 18%, 10% 증가하여 가장 유망하였다. 헤어리베치는 수확시기를 본 시험보다 10일 늦은 5월 5일경에 할 경우에는 건물수량과 TDN수량을 증가될뿐만 아니라 벼 이앙에 영향을 주지 않아 유리할 것으로 판단되었다.

논에서의 사료용 옥수수와 두과·맥류사료작물을 재배 후 벼 재배로 전환시 농가유형별 노동력경합정도를 비교한 결과는 표6과 같다. 작부조합별 노동력경합정도는 옥수수+헤어리베치는 벼 농가에서는 “하”였으나, 축산농가에서는 “상”으로 평가되었고. 벼와 밭작물 재배하는 복합농가에서는 “중”였다. 옥수수+호밀조합은 벼 중심농가와 축산 중심 농가는 “중”을, 벼와 밭작물 복합농가는 “상”을 나타내었으며, 옥수수+총채보리 조합은 벼 중심농가와 축산중심농가는 “하”를 나타내었으나, 벼+밭작물 복합농가에서는 “중” 나타내었다.

표6. 농가유형별 노동력 경합정도

조합내용	농가유형별 노동력 경합정도		
	벼 중심농가	축산중심농가	벼+밭작물 농가
옥수수+헤어리베치	하	상	중
옥수수+호밀	중	중	상
옥수수+총채보리	하	하	중

벼 재배를 전제로 하여 작부조합을 계획할 경우, 벼 이앙가능시기는 표7과 같다. 옥수수+헤어리베치는 벼 이앙이 5월10일 이후에 가능하였고, 옥수수+호밀은 5월21일 이후 이앙이 가능하며, 옥수수+총채보리는 6월2일 가능한 것으로 나타났다. 따라서, 옥수수+총채보리 조합을 제외하고는 조생종, 중생종, 중만생종 이앙이 가능하며, 벼를 연계하여 작부조합을 고려할 경우에는 옥수수 후작물로는 헤어리베치나, 호밀이 적합할 것으로 판단되었다.

표 7. 벼와 연계한 작부체계

조합내용	동계작물 수확기 (월.일)	벼 이앙 가능시기 (월.일)	벼 재배 적합품종
옥수수+헤어리베치	4.25	5. 10	조, 중, 중만생종
옥수수+호밀	5.06	5. 21	조, 중, 중만생종
옥수수+총채보리	5.17	6. 2	조생종

※ 경기지역 벼 이앙적기 : 5월 20일±10일

※ 동계작물 수확후 벼이앙까지의 소요일수 산출 기초 : 경운 1일+담수 3일+씨레질 1일+ 땅굳히기 3일+ 기타 일로 인한 지연 7일=15일

이상의 결과를 종합하면 사료용 옥수수+호밀조합을 수확한 후 벼 재배를 가정할 경우, 벼 이앙적기가 5월20일±10일인 점을 감안할 때 동계사료작물의 수확은 5월 5일±10일 전후가 적당할 것으로 판단된다.

4. 결과 요약

중부지역 논에서 최적 사료작물 작부체계를 개발하고자 밭작물인 사료용 옥수수와 헤어리베치, 호밀, 총채보리 등을 후작물로 하여 작부조합을 달리하여 검토한 결과는 다음과 같다.

- 가. 옥수수의 10a당 수량은 단작(5,813kg)에 비하여 옥수수+동계작물조합에서 파종기 지연으로 건물수량 및 TDN 수량은 감소하였으며, 동작물의 10a당 수량은 옥수수+호밀조합에서 건물수량 475kg, TDN 수량 265kg으로 가장 증수하였다.
- 나. 조합별 10a당 건물수량은 옥수수 단작1,682kg에 비하여 건물수량은 옥수수+헤어리베치, 옥수수+호밀조합에서 각각 8%, 18% 증수하였으며, TDN수량은 옥수수 단작 1,190kg에 비하여 옥수수+호밀조합에서 10% 증수하였다.
- 라. 벼 이앙을 전제로 한 농가유형별 노동력 경합정도는 벼 중심농가는 “중”이하로 나타나며, 경기지역에서는 벼와 연계한 작부는 옥수수+호밀조합에서 모든 벼 품종 이앙이 가능하여 유망하였다.

5. 인용문헌

- 농촌진흥청(2004) 2004농작물 직무육성신품종선정위원회 결과. pp. 613.
- 한인규, 김동암, 조무환, 한건준(1995) 최대 청예사료 생산을 위한 수단그라스계 잡종 및 호밀 2모작 작부체계에서의 적정 파종량 및 질소시비수준.한초지 37(6) ; 661-668
- 정종원, 임영철, 신기준, 이종경, 임석기(1998) 중·북부지역특성에 알맞은 작부체계 선 발. 농업환경연구논문집 40(1):74-79
- 김수근. 2004. 추파용 호밀품종의 사초용 생산능력 평가. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 김원호, 김동양, 김종덕(1997) 호밀수확 및 제초제 처리시기가 후작 사일리지용 옥수수

에 미치는 영향 한초지 17(1) : 67-74

이종형, 이은섭, 최병열(2004) 논 재배 사료용 옥수수 적품종 선발. 2003년도 경기도농업기술원 연구보고서. pp. 203~209.

임영철, 정종원, 한성윤, 최기준, 임용우(2001) 대관령지역에서 사료용 옥수수 품종별 생육특성과 수량성 한초지21(1) : 39-44.

성병열, 최기준, 임용우, 임영철, 박근제(2002)(a) 2002년 사료작물 수입적응성 인증품종의 생육특성 및 수량성 I. 조숙 양질 다수성 사료작물 옥수수 교잡종 "DK 537". 한초지22(4):247-252.

성병열, 임용우, 임영철, 김기용, 임근발(2002)(b) 2002년 사료작물 수입적응성 인증품종의 생육특성 및 수량성 II. 중숙 양질 다수성 사일리지용 옥수수 교잡종 "NC+4880" 및 "Garst 8396 IT" 한초지22(4);253-258.

성병열, 최기준, 김기용, 임근발, 박근제(2002)(c) 2002년 사료작물 수입적응성 인증품종의 생육특성 및 수량성 III. 중만숙, 양질, 다수성 사료작물 옥수수 교잡종 "DK 754S" "Garst 8285" 및 GW 737". 한초지 22(4):259-264.

1. 성병열, 최기준, 임용우, 임영철, 박근제(2002) 2002년 사료작물 수입적응성 인증품종의 생육특성 및 수량성 I. 조숙 양질 다수성 사료작물 옥수수 교잡종 "DK 537". 한초지22(4):247-252.
2. 성병열, 임용우, 임영철, 김기용, 임근발(2002) 2002년 사료작물 수입적응성 인증품종의 생육특성 및 수량성 II. 중숙 양질 다수성 사일리지용 옥수수 교잡종 "NC+4880" 및 "Garst 8396 IT" 한초지22(4);253-258.
3. 성병열, 최기준, 김기용, 임근발, 박근제(2002) 2002년 사료작물 수입적응성 인증품종의 생육특성 및 수량성 III. 중만숙, 양질, 다수성 사료작물 옥수수 교잡종 "DK 754S" "Garst 8285" 및 GW 737". 한초지 22(4):259-264.
4. 임영철, 정종원, 한성윤, 최기준, 임용우(2001) 대관령지역에서 사료용 옥수수 품종별 생육특성과 수량성 한초지21(1) : 39-44.
 - 대관령지역에서는 조·중생종 품종인 P3352가 가장 수량도 많고, 생육 특성 면에서도 유리하였음
5. 정종원, 임영철, 신기준, 이종경, 임석기(1998) 중·북부지역특성에 알맞은 작부 체계 선발. 농업환경연구논문집 40(1):74-79
 - 옥수수 만생종 p-3282을 수확한 후 호밀의 조생인 호밀 18호를 연계하여 파종하는 것이 가장 많은 수량을 보였음
 - 조단백질 수량은 하작물 옥수수 p-3282+동작물호밀18호의 조합에서 가장 많았음
6. 김종근, 정의수, 서성, 강우성, 양종성, 조영무(1998) 재식밀도가 사일리지용 옥수수의 수량 및 사료가치에 미치는 영향 한초지 18(1) : 49-54
 - 기계화를 위한 옥수수의 적정 재식밀도는 75×20cm(67,000주/ha)로 하는 것이 옥수수의 최대생산을 위해 바람직함

7. 김원호, 김동양, 김종덕(1997) 호밀수확 및 제초제 처리시기가 후작 사일리지용 옥수수에 미치는 영향 한초지 17(1) : 67-74
 - 사일리지용 옥수수의 건물수량과 TDN수량은 호밀을 4월14일에 수확했을때에는 경운 5일전 paraquat 처리구에서 유의적으로 높았다.
8. 서종호, 이호진(1996) 숙기별 사일리지용 옥수수의 생육 및 수량변화. 한초지 16(4):291-298
 - 만생종의 출사GDD의 증가에 따른 건물수량 및 TDN 수량의 증가는 자수종보다 경엽중의 증가에 크게 기인하였다. 출사GDD 증가속도가 증가할수록 엽수 및 경엽중이 증대
9. 김수근. 2004. 추파용 호밀품종의 사초용 생산능력 평가. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
 - 조기 파종시의 건물함량은 19.7%로 만기파종시 17.8%보다 높았으나, 조단백질 및 TDN함량에 있어서는 만기 파종시보다 낮았다.
 - 사초용 호밀의 수확적기를 고려할 때 수량과 사료가치를 높일수 있는 방법은 조생호밀품종에 만기수확을 조합하는 사초생산기술에 의해서 가능
 - 사초용 호밀의 사초능력평가시에는 사초생산성 및 사료가치뿐만아니라 호밀 품종의 숙기도 중요하다.
10. 이병생, 김종덕, 권찬호, 정길웅(2004) 호밀의 품종 및 수확시기가 사초생산성 및 품질에 미치는 영향. 동물자원지 46(2) : 227-234
 - 호밀의 건물수량은 수확시기가 늦어짐에 따라 ha당 건물수량은 수확시기가 늦어짐에 따라 ha당 11.2톤에서 13.9톤으로 증가
 - 가소화양분총량수량은 수확기가 늦어짐에 따라 ha당 7.4톤에서 8.4톤으로 증가
 - 조단백질함량은 수확시기가 늦어짐에 따라 20.3%에서 17.1%로 감소하였고
 - 품종중에는 만생종인 Danko가 Koolgrazer 및 Homil22보다 높았다.
 - 섬유소함량에서는 만기수확인 5월4일이 수확시기 중 가장 많았음
 - 사초생산성이 최대이고 적정 품질을 위한 수확시기는 조생종인 Koolgrazer 시기는 4월24일에서 4월28일, 중생종인 homil22는 4월329일에서 5월3일, 만생종인 Danko는 5월4일에서 5월8일임
11. 윤승길, 安宅一未(2000) Tricale의 사료성분과 in vitro 건물소화율에 미치는 생육시기의 영향. 한초지20(3): 227-232
 - tricale은 다른 2종의 초종보다 수량성이 우수했다.
 - Tricale의 사료성분은 대부분 밀과 호밀의 중간정도
12. 한인규, 김동암, 조무환, 한건준(1995) 최대 청예사료 생산을 위한 수단그라스 계 잡종 및 호밀 2모작 작부체계에서의 적정 파종량 및 질소시비수준. 한초지 37(6) ; 661-668

- 수단그라스계잡종과 호밀의 작부조합에서 연간 청예사료를 최대로 생산하기 위해서는 전작물인 수단그라스계잡종의 파종량 및 질소시비수준은 각각 110kg, 100kg/ha, 후작물인 호밀은 ha당 파종량은 200kg, 질소시비수준은 220kg으로 조합하는 것이 건물수량면에서 가장 적합
13. 고한중, 박형수, 김수곤, 김동암(2002)호밀품종의 조만성과 연맥-호밀의 파종량이 혼파사초의 수량과 사료가치에 미치는 영향 동물자원지44(2) : 239-250
- 옥수수의 후작으로 연맥이나 호밀 재배시 단파보다는 혼파를 하는 것이 건물수량의 증수, 사료품질의 향상에 바람직하며, 혼파량은 ha당 호밀80kg, 연맥 80kg이 적절
 - 호밀품종의 숙기는 만생종보다 조생품종이 사초의 건물수량 증가와 조기수확의 이점있음
14. 이해길, 조영철, 김영호(2000)경기지역 답리작 보리경영의 경제성 연구. 경기도농업기술원 연구보고서. pp 187-201
- 답리작 보리의 기계화 재배단지조성 가능 규모는 곡실용, 21~30ha, 사료용 28~40ha, 벼농사중심의 전업농가의 답리작 보리재배 가능규모는 1.8ha로 분석