

조사료 단백질 함량 증진을 위한 트리티케일과 콩과작물 혼파 효과

조상균 · 오영진 · 박형호 · 장윤우 · 송태화 · 노재환 · 박태일 · 박광근 · 강현중[†]

국립식량과학원 벼맥류부

Effect of Mixed Seeding between Triticale and Legume crops for Increasing Protein Contents in Forage

Sang-Kyun Cho, Young-Jin Oh, Hyeong-Ho Park, Yun-Woo Jang, Tae-Hwa Song, Jae-Hwan Noh, Tae-Il Park, Kwang-geun Park, and Hyeon-Jung Kang[†]

Department of Rice and Winter Cereal Crops, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

ABSTRACT This study was conducted in the central northern area that has a smaller production of winter forage crop compared to the southern areas, in order to identify the optimal mix of seeding, mix ratio and seeding method. The results showed that among the mixed seeding of triticale and crimson clover, the mix of triticale+crimson clover, mixing ratio is 8:2 (w/w), had the largest dry weight of 1,462 kg/10a, which was more than either single seeding of triticale or crimson clover. Although there were no total quantity differences between different mix ratios, there were differences in quantity between sowing types with broadcasting seeding is more than in narrow strips seeding. In forage value of mixed seeding combination, crude protein contents in single seeding of crimson clover showed the highest value at 17.2%, and in single seed of triticale showed the lowest at 7.4%. In mixed seeding combination the crude protein contents were highest in triticale+crimson clover, mixing ratio is 7:3 (w/w), at 9.0%. The mixed seeding between triticale and legume crops will helpful for increasing forage value.

Keywords : triticale, legume crops, mixed seeding, forage, crude protein

화분과 작물과 콩과 작물의 혼파 재배는 토양의 피복 및 침식방지, 가축에게 양질의 사료급여, 콩과 작물의 우점화 억제, 단작시보다 건물수량 증가, 질소고정에 의한 토양의 질소수준 개선과 타 작물에게로 전이 등의 유리한 점이 있다 (Brophy *et al.*, 1987; Frame *et al.*, 1986). 유럽 선진 낙농국

가들은 일찍부터 화분과 작물의 단파보다 콩과 작물을 혼파 하였을 경우 조단백질 수량이 높고(Osman & Osman, 1982), 도복을 방지하며 화분과 단작에 비해 정착률을 높일 수 있으며 양질의 조사료 생산과 토양 비옥도 증진이라는 측면에서 이용되어 왔다(Chapman & Carter, 1976). 특성이 다른 두 작물의 혼파는 근계분포의 차이로 토양수분이나 양분을 효율적으로 이용할 수 있고 특히 콩과작물을 작부체계에 포함 시킬 때 병충해를 저감시킴과 동시에 대기 중에 있는 질소를 고정하여 화분과에 공급하기 때문에 토양의 비옥도까지 증진시킬 수 있는 장점도 있다(Drew *et al.*, 2005). 우리나라에서도 중북부지방에서는 내한성이 강한 1년생 콩과 녹비작물인 헤어리베치(hairy vetch) 혹은 사료용 완두(forage pea)가 재배되고 있는데 이들은 토양에서의 높은 질소 고정능력과 건물생산성이 많은 것으로 잘 알려져 있다(Lee & Park, 2002; Lee, 2007). 또한 이러한 콩과 작물은 단백질 함량이 높고 사료가치가 높을 뿐 아니라 기호성 향상을 위해 조사료 품질 개선작물로 이용되기도 한다(Seo *et al.*, 2000a; Kim *et al.*, 2004). 콩과 작물은 월동 후에는 초기생육이 빨라 잡초발생을 억제시키는 효과가 뛰어나 제초제의 사용량을 줄일 수 있으며 토양에 환원시 분해 속도가 빨라 후작물에 질소를 비롯한 무기질을 적절하게 제공 할 수 있어 친환경 농업자재로서도 손색이 없는 것으로 알려져 있다(Lee *et al.*, 2005; Lee, 2007). 따라서 본 연구는 남부지역에 비해 상대적으로 사료맥류의 생산이 적은 중북부지역에서 안정적인 조사료 최대생산 및 사료가치 향상을 위한 화분과와 콩과 작물의 최적 혼파조합, 혼파비용, 재배법 확립을 위해 본 연구를 수행하였다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-840-2165 (E-mail) happykorean@korea.kr

<Received 7 August 2014; Revised 13 September 2014; Accepted 26 September 2014>

재료 및 방법

본 시험에 사용된 품종은 트리티케일은 ‘신영’ 품종을 사용했고 레드클로버는 ‘single cut’ 품종을 크림슨클로버는 ‘dixie’ 알팔파는 ‘nitro’ 헤어리베치는 ‘ostsaat’ 품종을 사용했다. 시험 장소는 경기도 안성시 양성면 농가 논 포장을 임대해서 2012년부터 2013년까지 2년간 수행했다. 파종 시기는 10월 10일을 전후해서 파종하였고 시험구 면적은 길이 600 cm, 휴폭 120 cm에 파종량은 호밀은 농촌진흥청 표준 파종량인 15 kg/10a을 트리티케일은 22 kg/10a을 레드클로버는 1 kg/10a을 크림슨클로버는 3kg/10a을 알팔파는 4 kg/10a을 헤어리베치는 3.5 kg/10a을 기준으로 혼파 비율에 맞춰 산파를 했으며, 화분과와 콩과 혼파 비율은 80:20, 70:30으로 처리했고, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 처리하였다. 시비는 농촌진흥청 정보리 표준시비량인 질소(N)는 9.1 kg/10a, 인산(P₂O₅)은 7.4 kg/10a, 칼리는 3.9 kg/10a을 기준으로 사용했고, 질소는 파종시 40%, 월동 후 생육 재생기에 60%를 분시 했고 인산과 칼리는 전량 기비로 사용하였다. 혼파조합 및 비율에 따른 생육 및 수량을 분석했고 통계처리는 R

프로그램(ver. 2. 14. 0.)을 이용하여 분산분석을 실시하였고 처리간의 평균비교는 Duncan의 다중검정(Duncan's Multiple Range Test, DMRT)으로 처리간 유의성(p<0.05)을 검정했다.

혼파 조합별 사료가치를 평가하기 위해 분석용 시료는 각 품종의 수확기별로 반복마다 1 kg씩 시료를 취하여 70°C 순환식 건조기에 60시간 이상 건조한 후 이를 분쇄기로 분쇄하여 분석에 이용하였다. 시료의 조단백질은 AOAC (1995) 방법으로, neutral detergent fiber (NDF)와 acid detergent fiber (ADF)는 Goering & Van Soest (1970)의 방법으로 분석하였다. Total digestible nutrients (TDN)는 ADF와 NDF의 건물소화율 및 섭취량과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여 TDN (%) = 88.9 - (0.79 × %ADF)의 계산식을 이용하여 산출하였다(Holland, 1990).

연구결과

트리티케일과 콩과작물의 혼파조합 및 비율에 따른 생육 특성

트리티케일과 콩과작물 혼파조합 및 비율에 따른 생육 특

Table 1. Agronomic characters of mixed seeding combination and ratio between triticale and legume crops.

Seeding combination		Triticale				Legume crops			
		cold resistance	Heading date	plant height (cm)	No. of plants (ea/m ²)	cold resistance	Flowering date	plant height (cm)	No. of plants (ea/m ²)
Triticale	BS	0	5.11	131.4	867	-	-	-	-
	NS	0	5.11	129.0	617	-	-	-	-
Crimson clover	BS	-	-	-	-	5	5.8	55	580
	NS	-	-	-	-	5	5.8	54	516
Triticale(8)+ Crimson clover(2)	BS	0	5.11	130.0	813	5	5.8	71	94
	NS	0	5.11	129.4	519	5	5.8	70	79
Triticale(7)+ Crimson clover(3)	BS	0	5.11	130.1	818	5	5.8	70	120
	NS	0	5.11	129.8	443	5	5.8	72	112
Triticale(8)+ Hairy vetch(2)	BS	0	5.11	130.4	842	9	-	-	-
	NS	0	5.11	129.6	543	9	-	-	-
Triticale(7)+ Hairy vetch(3)	BS	0	5.11	129.5	820	9	-	-	-
	NS	0	5.11	129.8	462	9	-	-	-
Triticale(8)+ Alfalfa(2)	BS	0	5.11	130.1	842	9	-	-	-
	NS	0	5.11	129.6	529	9	-	-	-
Triticale(7)+ Alfalfa(3)	BS	0	5.11	129.5	824	9	-	-	-
	NS	0	5.11	129.0	452	9	-	-	-
Triticale(8)+ Red clover(2)	BS	0	5.11	131.7	820	9	-	-	-
	NS	0	5.11	129.1	548	9	-	-	-
Triticale(7)+ Red clover(3)	BS	0	5.11	132.1	822	9	-	-	-
	NS	0	5.11	130.7	433	9	-	-	-

BS: broadcasting seeding, NS: sowing in narrow strips

성을 보면(Table 1) 한해는 트리티케일은 월동이 가능하였으나 콩과작물은 호밀과 콩과작물 혼파구에서와 같이 크림슨클로버를 제외한 모든 콩과 작물은 월동 중 고사하였다. 출수기는 트리티케일은 5월11일로 혼파와 단파 모두 같았으며, 크림슨클로버는 5월8일로 단파와 혼파 모두 같았다. 초장은 트리티케일 단파에서 산파시에는 131 cm, 조파에서 129 cm로 큰 차이가 없었으며, 혼파구에서 파종비율과 파종 방법에 따른 초장 차이가 없어 트리티케일 단파와 같은 결과를 보였다. 크림슨클로버는 단파에서 파종방법에 따른 초장 차이는 없었으나 혼파에서 71 cm로 단파에 비해 길었는데 이는 트리티케일과의 경합으로 인한 결과로 생각된다. m²당 개체수는 트리티케일 단파에서 산파시에는 867개 이었고 조파시에는 617개로 산파에서 많았고, 혼파에서는 트리티케일(8)+크림슨클로버(2) 조합에서 산파는 813개로 조파 519개에 비해 많았으며, 트리티케일(7)+크림슨클로버(3) 조합에서도 비슷한 결과를 보여 조파에 비해 산파에서 개체

수가 많았음을 알 수 있다. 크림슨클로버에서는 단파에서 산파가 580개 조파가 516개로 산파가 다소 많았다. 혼파에서는 트리티케일(8)+크림슨클로버(2) 조합에서 산파는 94개로 조파 79개에 비해 많았으며, 트리티케일(7)+크림슨클로버(3) 조합에서도 산파에서 개체수가 많아 트리티케일 단파와 비슷한 경향을 보였다.

트리티케일과 콩과작물 혼파조합 및 비율에 따른 건물수량

트리티케일과 콩과작물의 혼파조합 및 비율에 따른 10a 당 건물수량을 보면(Table 2), 파종 유형에 따라 다른데 트리티케일 단파에서 산파 시 1,433 kg, 조파 시에는 1,126 kg, 트리티케일(8)+크림슨클로버(2) 혼파에서 산파 시 1,464 kg, 조파 시에는 999kg이었고, 트리티케일(7)+크림슨클로버(3) 혼파에서 산파 시 1,462 kg, 조파시에는 895 kg이었고, 크림슨클로버 단파에서 산파 시 488 kg, 조파 시 294 kg으로 트리티케일(8)+크림슨클로버(2)에서 수량이 가장 높아 트

Table 2. Yields of mixed seeding combination and ratio between triticale and legume crops.

Seeding combination		Triticale		Legume crops		Total	
		Fresh weight yield (kg/10a)	Dry weight yield (kg/10a)	Fresh weight yield (kg/10a)	Dry weight yield (kg/10a)	Fresh weight yield (kg/10a)	Dry weight yield (kg/10a)
Triticale	BS	4,367a*	1,441a	-	-	4,367a	1,433a
	NS	3,333b	1,126b	-	-	3,333b	1,126b
Crimson clover	BS	-	-	1,950a	488a	1,950a	488a
	NS	-	-	1,125b	294b	1,125b	294b
Triticale(8)+ Crimson clover(2)	BS	4,227a	1,418a	181d	46c	4,408a	1,464a
	NS	2,875b	958b	161e	41d	3,036b	999b
Triticale(7)+ Crimson clover(3)	BS	4,207a	1,413a	192c	49c	4,399a	1,462a
	NS	2,519b	851b	172e	44cd	2,691c	895c
Triticale(8)+ Hairy vetch(2)	BS	4,033a	1,418a	-	-	4,033a	1,418a
	NS	2,764b	916b	-	-	2,764b	916b
Triticale(7)+ Hairy vetch(3)	BS	4,150a	1,427a	-	-	4,150a	1,427a
	NS	2,398b	803b	-	-	2,398b	803b
Triticale(8)+ Alfalfa(2)	BS	4,133a	1,389a	-	-	4,133a	1,389a
	NS	2,764b	932b	-	-	2,764b	932b
Triticale(7)+ Alfalfa(3)	BS	4,283a	1,473a	-	-	4,283a	1,473a
	NS	2,398b	785b	-	-	2,398b	785b
Triticale(8)+ Red clover(2)	BS	4,150a	1,399a	-	-	4,150a	1,399a
	NS	2,875b	950b	-	-	2,875b	950b
Triticale(7)+ Red clover(3)	BS	4,217a	1,422a	-	-	4,217a	1,422a
	NS	2,426b	846b	-	-	2,426b	846b

BS: broadcasting seeding, NS: sowing in narrow strips

* DMRT 0.05%

리티케일이나 크림슨클로버 단파보다는 혼파 시에 수량이 높았다. 혼파 비율에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았으나, 파종유형에 따른 수량은 조파보다는 산파에서 수량이 많았는데 이는 조파에 비해 산파에서 개체수가 더 많았기 때문으로 여겨진다. Kim *et al.* (2002b)은 조파가 산파보다 수량이 약간 많았으나 유의적인 차이는 없었다고 보고해 본 연구와 약간 상이한 결과를 보였다. 일반적으로 화분과 작물과 콩과 작물의 혼파가 단파보다는 건물수량이 증가(Ta & Faris, 1987; Jo *et al.*, 2008)한다는 연구결과와 부합되는 결과를 얻었는데 Lee와 Lee (2006)와 Kim *et al.* (2002b)은 호밀과 헤어리베치 혼파에서 호밀과 헤어리베치 혼파보다는 호밀 단파에서 수량이 높고 특히 헤어리베치 혼파비율이 높을수록 건물수량이 낮아졌다는 연구결과와는 차이를 보였는데 이는 작물간의 차이에서 기인한 것으로 보여지나 차후에 다양한 화분과 작물과 콩과 작물의 혼파에 따른 보다 정밀한 수량성 분석이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

트리티케일과 콩과작물의 혼파조합 및 비율에 따른 사료가치

트리티케일과 콩과작물의 혼파조합 및 비율에 따른 사료가치를 보면(Table 3) 조지방(CP) 함량은 크림슨클로버 단파구가 17.2%로 트리티케일 단파구의 7.4%에 비해 상당히 높은 결과를 보였다. 조단백질 함량이 낮은 트리티케일에 크림슨클로버를 8:2의 비율로 혼파한 처리에서는 조단백질 함량이 8.3%이었고, 트리티케일과 크림슨클로버를 7:3의 비율로 혼파한 시험구에서 조단백질 함량이 9.0%로 개선된 것을 볼 수 있다. 이러한 결과는 Kim *et al.* (2005)과 Lee와 Lee (2006)의 보고에서도 콩과작물의 작목은 다르지만 호밀과 헤어리베치의 비율이 높아질수록 조단백질 함량이 증가 되었다는 결과와 부합되는 것이라 하겠다. 또 Osman과 Osman (1982)은 화분과 작물과 콩과작물을 혼파하면 사료

의 조단백질 함량을 높일 수 있다는 보고도 있듯이 두과작물인 크림슨클로버를 혼파하여 트리티케일에서 부족한 단백질 함량은 유용하게 보충시켜줄 수 있으며 나아가서는 단백질 공급원으로 이용되는 수입 유기곡류 등을 대체하는 효과까지도 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 한편 NDF, ADF 등 섬유소함량은 트리티케일 단파구에 비해 크림슨클로버 단파구에서 상당히 낮은 결과를 보여 트리티케일에 크림슨클로버를 혼파한 구에서도 이들 성분들이 낮아지는 경향을 보였는데, Lee와 Lee (2006)와 Kim *et al.* (2002a)의 연구결과에서도 호밀 단파보다는 호밀과 헤어리베치 혼파구에서 섬유소 함량이 낮아졌다는 보고와 부합하는 결과를 보였다. TDN은 큰 차이가 없었다.

적 요

남부지역에 비해 상대적으로 사료맥류의 생산이 적은 중북부지역에서 안정적인 조사료 최대생산과 사료가치 향상을 위한 최적 혼파조합, 혼파비율, 재배법 확립을 위하여 연구한 결과 트리티케일과 크림슨클로버 혼파에서는 건물수량은 트리티케일에 크림슨클로버를 8:2의 비율로 처리한 혼파조합에서 1,464 kg/10a로 가장 많았으며, 트리티케일이나 크림슨클로버 단파보다 혼파에서 수량이 많았다. 혼파 비율에 따른 수량 차이는 없었으나 파종유형에 따른 수량차이를 보면 조파보다는 산파에서 수량이 많았다.

트리티케일과 콩과작물의 혼파조합 및 비율에 따른 사료가치에서 조지방(CP) 함량은 크림슨클로버 단파구가 17.2%로 트리티케일 단파구의 7.4%에 비해 높았으며, 트리티케일과 크림슨클로버를 7:3의 비율로 혼파한 시험구에서 조단백질 함량이 9.0%로 개선되어 트리티케일과 콩과 작물의 혼파에 의하여 단백질을 포함한 사료가치의 향상이 가능할 것으로 생각되었다.

Table 3. Forage value of mixed seeding combination and ratio between triticale and legume crops.

Mixed seeding combination		CP	NDF	ADF	TDN
Triticale	BS	7.4d*	59.4a	35.5a	60.9a
	NS	7.3d	59.5a	35.8a	60.6a
Crimson clover	BS	17.2a	52.2b	35.4a	61.0a
	NS	17.1a	52.3b	35.4a	60.3a
Triticale(8)+Crimson clover(2)	BS	8.3c	57.8ab	35.3a	61.0a
	NS	8.5c	57.0ab	34.3a	60.2a
Triticale(7)+Crimson clover(3)	BS	9.0b	56.4ab	34.4a	61.7a
	NS	8.9b	56.9ab	34.0a	60.4a

CP : Crude Protein, NDF : Neutral Detergent Fiber, ADF : Acid Detergent Fiber, TDN : Total Digestible Nutrient

*DMRT 0.05%

사 사

본 연구는 2012~2013년도 농촌진흥청 연구개발과제 「조사료용 내재해 양질 다수성 맥류 신품종 개발(2단계)」에 의해 이루어진 것이며, 이의 지원에 감사드립니다.

인용문헌(REFERENCES)

AOAC. 1995. Official method of analysis (15th ed.) Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.

Brophy, L. S., and H. G. Heichel. 1987. Nitrogen release from roots of alfalfa and soybean grown in sand culture. *Plant and Soil*. 116 : 77-84.

Chapman, S. R., and L. P. Carter. 1976. *Crop production principles and practice*. W. H. Ferznan and Co. Francisco. pp. 80-90.

David, R. M., M. Allen., J. Clegg., A. Davidowicz., K. Frank., D. Gambin., M. Garkle., B. Gildemeister. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. *J. of AOAC Int.* 85(6) : 1217-1240.

Drew, E. A., V. G. Vadakattu, and K. R. David. 2005. The effect of herbicides on N₂ fixation in Southern Australian agricultural system. *Biological nitrogen fixation, sustainable agriculture and Environment. Proceedings of the 14th international nitrogen fixation congress*. pp. 162-164.

Frame, J., and P. Newbould. 1986. agronomy of white clover. *Advances in agronomy*. 40 : 1-88.

Holland, C., W. Kezar, W. P. Kautz, E. J. Lazowski, W. C. Mahanna, and R. Reinhart. 1990. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des moines, IA.

Jo, I. H., Y. B. Yun, W. R. Park, S. H. B. hwang, S. H. Lee, and J. S. Lee. 2008. The effect of application of cattle slurry and chemical fertilizer on productivity of Rey and Hairy Vetch by single or mixed sowing. *J. Kor. Gra. Sci.* 28(4) : 323-330.

Kim, J. D., S. G. Kim, and C. H. Kwon. 2004. Comparison of forage yield and quality of forage legume. *J. Anim. Sci & Technol.* 46(3) : 437-442.

Kim, J. G., E. S. Chung, M. J. Kim, S. Seo, J. K. Lee, J. D. Kim, and J. H. Seo. 2005. Effect of seeding dates and rates on the productivity and nutritive value of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth). *J. Kor. Gra. Sci.* 25(1) : 17-22.

Kim, J. G., S. H. Yoon, E. S. Chung, Y. C. Lim, S. Seo, J. H. Seo, and S. J. Kim. 2002b. Effect of seeding method and mixing ratio on the quality and productivity of Rye-Hairy Vetch mixture. *J. Kor. Gra. Sci.* 22(4) : 233-240.

Kim, J. G., S. Seo, E. S. Chung, Y. C. Lim, J. K. Lee, J. H. Seo, and G. J. Park. 2002a. Effect of planting and harvest dates on quality and productivity of Rye-Hairy Vetch mixture. *J. Kor. Gra. Sci.* 22(4) : 241-246.

Lee, H. W. 2007. Nitrogen fixation of legumes and transfer to grasses in spring paddy soil. *J. Kor. Gra. Sci.* 27(3) : 167-172.

Lee, H. W., and H. S. Park. 2002. Nitrogen fixation of legumes and cropping system for organic forage production. *Kor. J. Org. Agr.* 10 : 51-63.

Lee, H. W., W. H. Kim, H. S. Park, H. J. Ko, and S. G. Kim. 2005. Effect of N application rate on fixation and transfer from vetch to barley in mixed stands. *J. Kor. Gra. Sci.* 25(1) : 1-6.

Lee, I. D., and H. S. Lee. 2006. A comparative study on the dry matter yield and nutritive value from Rye and Hairy Vetch seeding types in Daejeon area. *J. Kor. Gra. Sci.* 26(4) : 207-214.

Osman, A. E. and A. M. Osman. 1982. Performance of mixture of cereal and legume forage under irrigation in the Sudan. *J. Agric. Sci. Camb.* 98 : 71-72.

Seo, J. H., H. J. Lee, I. B. Hur, S. J. Kim, C. K. Kim, and H. S. Jo. 2000a. Comparisons of chemical composition and forage yield among winter green manure crops. *J. Kor. Gra. Sci.* 20(3) : 193-198.

Ta, T. C., and M. C. Faris. 1987. Species variation in the fixation and transfer of N from legumes to associated grasses. *Plant soil*. 98 : 265-274.

Van Soest, P., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. of Dairy Sci.* 74 : 3583-3597.