

논에서 이탈리아 라이그라스와 두과 사료작물 혼파에 따른 생산성 및 사료가치 비교

김원호¹ · 김기용¹ · 정민웅¹ · 지희정¹ · 임영철¹ · 서 성¹ · 김종덕² · 윤봉기³ · 이효원⁴

Dry Matter Yield and Forage Quality at Mixture of Annual Legumes and Italian ryegrass on Paddy Field

Won Ho Kim¹, Ki Young Kim¹, Min Woong Jung¹, Hee Chung Ji¹, Young Chul Lim¹,
Sung Seo¹, Jong Duk Kim², Bong Ki Yoon³ and Hyo Won Lee⁴

ABSTRACT

This experiment was conducted to compare the dry matter yield and forage quality according to the seed mixture of annual legumes and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*, IRG) on paddy field at the experimental field of Jeollanam-Do Agricultural Research and Extension Services from 2007 to 2008. The five treatments used in this experiment were IRG single (cv. Kowinearly), IRG+Chinese milk vetch mixture, IRG + Crimson clover (cv. Linkarus) mixture, IRG + Austrian winter pea (*Pisum sativum subsp. arvense* cv. forage Pea) mixture and IRG + Hairy vetch (*Vicia villosa*. cv. Oregon Common) mixture. And the mixing ratio of Italian ryegrass + annual legumes were 70 : 30 as based mono seed rate. The dry matter (DM) percentage at harvest was 23.6~26.8%. The DM percentage among IRG single and mixture treatments were similar. The yields of fresh and CP were high in IRG + Forage pea mixtures as a 40,100 kg and 625 kg per ha, respectively ($p < 0.05$). The yields of dry matter were high in IRG + Forage pea and IRG + hairy vetch pea mixtures as a 9,470 kg and 9,500 kg per ha, respectively ($p < 0.05$). But the forage quality did not show difference between Italian ryegrass mono-culture and annual legumes mixture. The Av. P₂O₅ in IRG+Forage pea mixture was 78 mg/kg and concentration of K were 0.52~0.88. In conclusion, the mixture of IRG and Forage pea, dry matter yield, protein yield increased, and was effective in enhancing the stability of cultivation.

(**Key words** : Italian ryegrass (IRG), Chinese milk vetch, Crimson clover Forage pea, Hairy vetch, Mixture)

I. 서 론

근래 우리 농촌이 저비용 고소득의 방향으로, 우리 국토를 효율적으로 이용한다면 생산비를 절감하고, 생산량을 높일 수 있는 기술의

개발과 현장접목이 좋은 해결방법이라 생각된다. 논에서 호밀을 재배하여 축산과 경종농업의 협력이 중요한 시기이며, 경종농가와 연계한 논에서 양질의 조사료 생산과 이용을 위해 여러 가지 정책이 수립되고 있다. 최근 들어

¹ 농촌진흥청 국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan, 331-801, Korea)

² 천안연암대학 (Cheonan Yonam College, Sunghwan-Eup, Cheonan City, Chungnam, 330-709, Korea)

³ 전남도농업기술원 (Jeollanam-Do Agricultural Research and Extension Services, Naju, 520-715, Korea)

⁴ 한국방송통신대학교 (Dept. of Agriculture Science, Korea National Open University, Seoul, 110-791, Korea)

Corresponding author: Kim Won Ho, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-801, Korea, Tel: +82-41-580-6747, E-mail: kimwh@korea.kr

저비용 양질 조사료 생산기술 개발과 화학비료 절감에 관련된 연구가 많이 수행되고 있으며, 특히 논에서 두과 사료작물 선발과 혼파를 통해 화학비료를 적게 사용하는 친환경 조사료 생산기술 개발이 더욱 긴요하게 되었다.

최근 국립축산과학원에서는 추위에 강한 내한성 IRG 품종의 개발(화산 101호, 코그린, 코원어리, 코스피드, 코원마스터 등 10품종) 하였고(김 등, 2002; 최 등, 2008), 이탈리아 라이그라스 재배면적이 확대되고 있다(농식품부, 2010).

이탈리안 라이그라스는 토양이 비옥하고 수분조건이 좋으면 봄에 가지치기를 많이 하고 수확할 때도 잎이 많으며 엽의 표면에 광택이 있다. 그리고 토양수분 보유력이 우수하고 비옥도가 높은 토양에서 생산성이 우수하고 추위에 약한 작물이기 때문에 내한성 향상이 재배 지역 확대에 중요하다. 이탈리아 라이그라스의 장점은 사료가치가 높고 가축의 기호성이 매우 좋고 뿌리 발달이 지표면에 많이 분포하여 내습성이 강하고, 배수가 양호한 논토양에서도 생육이 좋다.

따라서 본 연구는 이탈리아 라이그라스와 두과 사료작물 혼파에 적합한 생육특성과 수량 및 사료가치 등을 고려하여 이탈리아 라이그라스와 맞는 두과 사료작물 초종을 선별하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 전라남도 나주시에 위치한 전남농업기술원 답리작 논에서 2007년 10월 15일에 파종하여 2008년 5월 16일에 수확하였다. 이탈리아 라이그라스(Kowinearly) 단파와 국내에서

자생하는 자운영 품종(야생종)과 Crimson clover (Linkarus), Forage pea(Austrian pea), Hairy vetch(Oregon common) 초종을 파종하였다. 혼파비율은 이탈리아 라이그라스 70%에 두과 사료작물을 각각 30%씩 비율로 혼파하였다. 혼파 기준은 이탈리아 라이그라스, 자운영, Hairy vetch, 그리고 Crimson clover 단파시 파종량은 40 kg/ha이고 Forage pea는 120 kg/ha으로 혼파 비율에 맞게 혼파하였다. 시비량은 이탈리아 라이그라스 단파시 질소-인산-칼리(150-120-120 kg/ha)와 두과 사료작물은 질소 50 kg, 인산 120 kg, 칼리 120 kg으로 혼파비율에 따라 질소 비료는 기비로 50%, 이른 봄 추비로 50% 분시 하였으며, 인산과 칼리비료는 전량 기비로 사용하였다. 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였으며, 시험구당 면적은 6 m²(2×3 m) 였다.

분석을 위한 시료는 수확당일 300~500g의 시료를 취하여 65℃ 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조한 후 건물함량을 구하였고 얻어진 시료는 전기믹서로 1차분쇄 후 20 mesh Mill로 다시 분쇄한 후 이중마개가 있는 플라스틱 시료통에 넣어 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하여 분석에 이용하였다. 조단백질 함량은 AOAC (1990)법에 의거하여 분석하였고 NDF 및 ADF는 Goering 및 Van Soest법(1970)에 따랐으며 *in vitro* 건물소화율은 Tilley 및 Terry 법(1963)을 Moore(1970)가 수정한 방법을 사용하였다. TDN 함량은 계산식에 의해서 산출하였다. 그리고 시험포 토양특성은 Table 1에서 보는 바와 같고 농촌진흥청 토양화학분석법(1988)에 준하여 분석하였다. 통계처리는 SAS (1999) package program (ver. 6.12)을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 처리 평균간

Table 1. Soil characteristics of experimental field in Naju

pH (1:5)	Organic matter (g/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable cation(cmol ⁺ /kg)			CEC (cmol ⁺ /kg)	T-N (%)
			K	Ca	Mg		
5.2	28.1	34	0.47	4.3	1.5	10.3	0.21

비교는 최소유의차 (LSD)를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성 및 생산성

논에서 이탈리아 라이그라스와 두과 사료작물 초종별 혼파에 의한 생육특성 및 생산성 비교는 Table 2에서 보는 바와 같다. 초장은 이탈리아 라이그라스 단파에서 107 cm였고 forage pea와 혼파시 이탈리아 라이그라스와 forage pea의 초장이 각각 105 cm와 101 cm였다. 그리고 건물물에 있어서는 이탈리아 라이그라스 단파시 26.8%로 높았고 두과 사료작물과 혼파할 경우 23.6~25.6%으로 비슷하였다.

이탈리안 라이그라스 단파시 생초수량은 34,550 kg/ha였으나 forage pea와 혼파시 40,100 kg/ha였고 hairy vetch와 혼파시 39,220 kg/ha으로 유의적으로 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 그리고 건물수량에 있어서도 이탈리아 라이그라스 단파시 9,250 kg/ha 보다 forage pea와 hairy vetch 초종과 혼파시 각각 9,470과 9,500 kg/ha으로 유의적으로 많았다. 김 등 (2009a)은 나주지역 논에서 두과 사료작물 초종간 비교시험에서 forage pea와 hairy vetch 초종에서 생초수량이 양호하였다고 보고하였으며, 본 연구 결과에서 이탈리아 라이그라스와 forage pea와 hairy

vetch 초종과 혼파에서도 생초 및 건물수량에서 높게 나타났다.

또한 이탈리아 라이그라스와 두과 사료작물 혼파에 있어 조단백질 수량은 forage pea초종과 혼파시 ha당 625 kg으로 이탈리아 라이그라스 단파시 508 kg/ha 보다 유의적으로 많았다. 그리고 이탈리아 라이그라스 단파보다 forage pea와 hairy vetch와 혼파시 건물수량이 많은 것으로 나타났다. 따라서 이탈리아 라이그라스 단파보다 forage pea와 혼파하는 것이 생산성과 조단백질 수량이 많은 것으로 나타나 혼파하는 것이 유리할 것으로 사료된다. 김 등 (2002)은 호밀 단파보다는 호밀 70%에 베치 30% 혼파하는 것이 생산성과 품질이 우수하여 토양보존과 생산측면에서 권장되는 재배방법이라 보고하였다. 그리고 Getnet 및 Inger (2001)은 연맥과 헤어리 베치 혼파시 연맥 단파시 4~5톤/ha 보다 9~11톤/ha으로 수량이 많은 것으로 보고하여 본 시험을 뒷받침 해주고 있다. 또한 본 연구에서 우수한 forage pea는 남부지역에서 배수가 양호한 논에 10월 상순에 파종하여 이듬해 5월 중순에 수확하여 양질조사료로 이용이 가능하고, 파종량은 120 kg/ha로 베타카로틴, 비타민 A와 비타민 C 등이 풍부한 작물이고 forage pea는 서늘한 기후가 오래도록 지속되는 북유럽이나 미국의 중 북부지방에서 가축의 사료로 방목용 및 건조용으로 재배되며 (James 등,

Table 2. Plant height and productivity on seed mixture of Italian ryegrass and annual legumes at paddy field

Seed mixture	Plant height (cm) (IRG-legumes)	Dry matter (%)	Yield (kg/ha)		
			Fresh	Dry	CP
IRG Mono	107	26.8	34,550 ^b	9,250 ^b	508 ^{bc}
IRG-Chinese milk vetch	105- 38	25.6	35,590 ^b	9,120 ^b	528 ^b
IRG-Forage pea	103-101	23.6	40,100 ^a	9,470 ^a	625 ^a
IRG-Crimson clover	102- 45	24.4	37,670 ^{ab}	9,190 ^b	533 ^b
IRG-Hairy vetch	101- 90	24.2	39,220 ^a	9,500 ^a	465 ^c

* abc Means in the same column with different letter were significantly different ($p < 0.05$).

2005, Patterson, 1999) 다른 사료작물에 비해 영양가가 우수한 것으로 알려져 있다. 그리고 내한성이 강한 어린시기를 넘겨서 봄에 기온상승과 함께 급속히 신장 개화 결실을 하는 작물 (Barnes 등, 1995)로 배수가 잘되는 남부지역 답리작에서 재배가 가능할 것이라 권장하였다 (김, 2008). 그리고 김 등 (2009b)은 남부지역 논에서 두과 사료작물중 forage pea 초종이 우수하였고 생산성과 사료가치를 고려하여 Austrian pea 품종이 높았다고 보고하였다.

2. 사료가치

논에서 이탈리아 라이그라스와 두과 사료작물 초종별 혼파에 의한 NDF, ADF, CP, TDN 그리고 IVDMD 함량은 Table 3에서 보는 바와 같다.

이탈리안 라이그라스 단파와 두과 사료작물 혼파시 사료가치는 처리간 차이가 적었고 단파시보다는 혼파시에서 약간 좋은 것으로 나타났다. 사료가치에 있어서도 조단백질함량이 이탈리아 라이그라스와 forage pea 혼파에서 6.6%로 단파보다 1% 이상 높게 나타났고, TDN 함량에서도 약간 높게 나타났다.

최근 우리나라 논에서 재배될 수 있는 헤어리베치 등 두과 사료작물은 조사료 공급원뿐만 아니라 녹비효과 등의 효과를 얻을 수 있는 작물로 충분히 추천할 수 있는 작물로 판단되나 본 연구에 결과에서는 이탈리아 라이그라스와 두과 사료작물을 70:30 비율로 혼파하여

사료가치를 분석한 결과 차이가 적어, 이에 따른 혼파방법, 혼파비율 등 다양한 연구가 병행되어야 할 것으로 사료된다.

그리고 최 등 (2008)은 개화기 이탈리아 라이그라스의 조단백질, NDF, ADF, 건물 소화율은 각각 12.4%, 54.4%, 33.7% 및 73.3%로 보고한 바 있으나 본 연구 결과에서 사료가치가 전체적으로 낮게 나타났다.

3. 토양특성 변화

논에서 이탈리아 라이그라스와 두과 사료작물 초종별 혼파에 의한 유기물, 유효인산 및 전질소함량 등 토양특성은 Table 4에서 보는 바와 같다.

단파 및 혼파 수확후 토양특성을 분석한 결과 이탈리아 라이그라스 단파보다 forage pea 혼파에서 유효인산 함량이 78 mg/kg으로 높게 나타났다. 그리고 hairy vetch 혼파시에도 60 mg/kg으로 높았고 자운영과 crimson clover 혼파에서는 비슷하게 나타났다. 그러나 유기물과 전질소 함량은 단파 및 혼파에서 비슷하게 나타났다. 그리고 토양내 K 함량은 이탈리아 라이그라스 단파시 0.35cmol⁺/kg였으나 두과 사료작물 혼파후 토양내 K 함량은 0.52~0.88cmol⁺/kg로 현저하게 높게 나타났으나 전체적으로 혼파에 의한 토양개량 효과는 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 김 등 (2002)은 호밀과 헤어리베치 혼파시 전질소함량이 약간 개선되었다고 보고와 큰 차이는 없었다.

Table 3. Forage quality on seed mixture of Italian ryegrass and annual legumes at paddy field (%)

Treatment	NDF	ADF	CP	TDN	IVDMD
IRG Mono	68.1	41.5	5.5	56.1	41.1
IRG-Chinese milk vetch	62.7	39.6	5.8	57.6	43.8
IRG-Forage pea	65.9	40.1	6.6	57.2	43.9
IRG-Crimson clover	65.6	39.4	5.8	57.8	42.3
IRG-Hairy vetch	67.1	40.8	4.9	56.6	41.1

Table 4. Chemical soil characteristics after harvest from seed mixture of Italian ryegrass and annual legumes on paddy field

Treatment	pH (1:5)	OM (mg/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cation (cmol ⁺ /kg)			CEC (cmol ⁺ /kg)	T-N (%)
				K	Ca	Mg		
IRG Mono	5.2	28.3	39	0.35	4.1	1.3	9.6	0.21
IRG-Chinese milk vetch	5.3	28.8	41	0.65	4.1	1.3	9.6	0.21
IRG-Forage pea	5.1	28.5	78	0.60	3.7	1.1	9.6	0.21
IRG-Crimson clover	5.2	27.1	38	0.52	4.0	1.4	9.8	0.21
IRG-Hairy vetch	5.2	28.6	60	0.88	3.9	1.3	10.0	0.22

IV. 요약

본 연구는 논에서 이탈리아 라이그라스와 두과 사료작물 혼파에 의한 생산성을 구명코자 전라남도농업기술원에서 2004년부터 2008년까지 수행하였다. 처리내용은 이탈리아 라이그라스(코윈어리 품종) 단파에 자운영, forage pea, crimson clover 그리고 hairy vetch를 혼파하는 5처리 3반복으로 실시하였다. 그리고 이탈리아 라이그라스와 두과 사료작물 혼파비율은 단파 기준으로 70:30 비율로 혼파하였다. 논에서 이탈리아 라이그라스 단파와 두과 사료작물 혼파에 의한 건물물은 23.6~26.8%였고 혼파에 따른 건물물은 비슷하였다. 그리고 이탈리아 라이그라스와 forage pea와 혼파에 의한 생초 및 조단백질 수량은 각각 ha당 40,100 kg, 그리고 625 kg/ha으로 유의적으로 많았다 ($p<0.05$). 또한 건물수량은 이탈리아 라이그라스와 forage pea 그리고 hairy vetch 혼파시 ha당 각각 9,470 kg 그리고 9,500 kg 유의적으로 많았다 ($p<0.05$). 이탈리아 라이그라스와 forage pea 혼파 토양의 유효인산 함량이 78 mg /kg으로 많았으며, 이탈리아 라이그라스 단파 K 함량보다 혼파시 0.52~0.88cmol⁺/kg으로 훨씬 높았다. 따라서 논에서 이탈리아 라이그라스와 forage pea를 혼파하여 건물수량, 조단백질 수량의 증가 및 재배의 안정성 제고에 효과적이었으며, 이탈리아 라이그라스 단파보다는 혼파재배가 바람직함

것으로 평가되었다.

V. 인용 문헌

1. 김동관. 2008. 남부지역 완두 추파재배시 검토사항. 전남농업기술원
2. 김원호, 이종경, 박형수, 황보순, 임영철, 지희정, 이효원, 윤봉기, 서 성. 2009a. 논에서 생육특성과 수량이 우수한 두과 사료작물 선발. 한초지. 22(4):233-240.
3. 김원호, 이종경, 임영철, 신재순, 정민웅, 지희정, 서 성, 이효원, 윤봉기. 2009b. 논에서 적응성이 우수한 Forage pea 품종 선발. 한초지 29(1):7-12.
4. 김종근, 윤세형, 정의수, 임영철, 서 성, 서중호, 김시주. 2002. 파종방법 및 혼파비율이 호밀-헤어리베치 혼파시 사료가치 및 생산성 향상에 미치는 영향. 한초지 22(4):233-240.
5. 농림수산식품부. 2010. 조사료 생산, 이용 활성화 대책 자료.
6. 최기준, 김원호, 서 성. 2008. 한국에서 동계 사료작물(이탈리안 라이그라스, 청보리) 생산과 이용. 한국초지조사료학회 2008년도 학술심포지엄 및 46회 학술발표회. pp. 17-48.
7. 토양화학분석법. 1988. 농촌진흥청.
8. AOAC. 1990. Official methods of analysis(15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
9. Barnes, R.F., D.A. Miller and C.J. Nelson. 1995. Forage: Vol. I An introduction to grassland agriculture. 5th ed. Iowa State University Press. Iowa.
10. Getnet, A. and L. Inger. 2001. Effect of variety, soil type and fertilizer on the establishment,

- growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixtures. *Anim. Feed Sci. & Techn.* 92:95-111.
11. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. USDA Agric. Handbook No. 379, USDA. Washington, DC.
 12. James M. Krall, Stephen D, Miller, Jack T. Cecil, Chris bastian. 2005. Production in the high plains. South Dakota State University Extension.
 13. Moore, R.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. Univ. of Florida, Dept. of Anim. Sci.
 14. Patterson, Paul E. 1999. Dry Pea Seed. South-eastern Idaho Crop Costs and Retus. University of Idaho Cooperative Extension Service. Publication EBB4-PS-99.
 15. SAS institute, Inc. 1999. SAS user's guide Statistics. SAS Inst., In, Cary, NC.
 16. Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Bri. Grassl. Soc.* 18:104-111.
- (접수일: 2010년 11월 9일, 수정일 1차: 2010년 11월 15일, 수정일 2차: 2010년 12월 5일, 게재확정일: 2011년 2월 23일)