

새로운 사초자원 개발을 위한 *Festulolium braunii*의 이용에 관한 연구

이인덕 · H. Jacob*

Study on the Utilization of *Festulolium braunii* for the Development of New Forage Resources

In Duk Lee and H. Jacob*

Summary

This study was conducted to evaluate the potential of *Festulolium braunii*(*Festuca pratensis* Huds. × *Lolium multiflorum* Lam.) as forage sources. The experiment was arranged in a split plot design with four replications from Feb. 1995. to Jan. 1996 at Hohenheim university. Main plots consisted of three forage species, *Festulolium braunii*(Paulita), *Lolium multiflorum*(Lemtla), and *Secale cereale*(Halo) and subplots consisted of three maturity, boot, heading, and anthesis. The growth characteristics, DM yields, nutritive value, N and energy balance were observed.

The heading date of *Festulolium braunii* was about two days earlier than that of *Lolium multiflorum*, furthermore *Festulolium braunii* retained higher leaf weight ratio(LWR) than other species. *Festulolium braunii* failed to show any significant differences in grass length, number of tillers, LAI, CGR, and DM accumulation when harvested at the same stage of maturity as compare with *Lolium multiflorum* or *Secale cereale*, but the content of CP, OMD, and mineral elements and NEL value of *Festulolium braunii* compare to others were slightly increased($P < 0.05$), while the content of NDF, ADF, and lignin decreased($P < 0.05$). The yield of CP was greater for *Festulolium braunii* than for *Lolium multiflorum* and yields of DOM and NEL per unit area(ha) for *Festulolium braunii* were greater than for other species($P < 0.05$). The equivalent or higher DM production and nutritive value are obtained when *Festulolium braunii* are cut during the period from boot to anthesis stages, therefore DM intake, preference, and N and energy balance were also higher for *Festulolium braunii* compare to for other species. It could be suggested that *Lolium multiflorum* would be a more suitable substitute to *Festulolium braunii* without decreasing forage production and quality, but the substitutive effect of *Secale cereale* would be difficult because of the major differences in growth type and period compare to *Festulolium braunii*. From above the results of this experiment it appears that *Festulolium braunii* have a potential to provide forage sources, but further research is needed to ascertain their potential under the climate of Korea.

“본 연구는 문교부 학술진흥재단 해외 공동연구지원 논문임.”

충남대학교(College of Agriculture, Chungnam National University, Taejeon 305-764, Korea).

*Hohenheim University, 70559 Stuttgart, Germany.

I. 서 론

UR에 대처하기 위한 축산물의 고 품질화 및 생산비를 절감하기 위해서는 여러가지 개선방안들이 검토되고 있는데 그 중에서도 반추가축의 사육은 기본 사료라 할 수 있는 양질의 조사료 공급을 위한 생산기반의 조성없이 외국의 농후사료에 의존하여 사양관리를 할 수 밖에 없는 중속적인 사육형태를 벗어날 수 없을 것으로 예상된다. 더욱이 값싼 섬유질사료의 부족현상이 매년 증가되고 있는 우리의 실정에서는 조사료자원의 기술개발은 물론이고 꾸준한 생산기반 확대의 필요성이 더욱 강조된다고 하겠다. 그 중에서도 답리작이나 농경지에서 후작으로 많이 재배되고 있는 일년생 사료작물인 Italian ryegrass와 호맥의 재배면적은 개략적으로 20,000ha(조사자에 따라 20,000~150,000ha로 추산)로서 국내 조사료 생산량의 상당량을 충당하고 있을 만큼 이들 사료작물에 의한 조사료의 생산비중은 매우 크다고 할 수 있다. 그러나 Italian ryegrass는 초기생육이 빠르고 품질과 수량이 높아서 오래전부터 초기에 목초수량을 높인다거나(Jo와 Kim, 1983) 단기초치 및 답리작으로 많이 재배하고 있었으나 내한성이 약해 재배지역이 한정되는 문제점을 가지고 있다. 호맥 역시 내한성은 강하지만 출수기-개화기 이후에는 품질이 급격히 떨어지기호성이 저하됨으로서 가축에 의한 채식량이 감소되는 문제를 안고 있다. 이러한 초중간의 상반되는 문제점들을 보완하고자 종 및 속간 교잡종을 이용하려고 하는 노력이 M. Alpine(1898)에 의해 제시된 이래 Jenkin(1959), Wit(1964) 및 Lewis(1966)등에 의해서도 이에 대한 연구가 수행된 바 있다. 그 중에서도 *Festuca*와 *Lolium*의 교잡종에 대한 연구는 1970년 이래 꾸준히 이루어져 약 20여종의 교잡종이 보고되었으나(Wacker 등, 1984) 종자생산 및 경제성과 품종으로서의 고정이 문제가 되어 계속 연구가 진행중에 있다. 독일(구 동독)에서는 1971년부터 Italian ryegrass의 빠른 초기생육 및 다수성의 특성에 meadow fescue의 영속성 및 내한성의 특성을 결합한 *Festuca*속과 *Lolium*속의 근연관계를 이용하여 기존의 meadow fescue와 Italian ryegrass보다 환경적응성을 높인 *Festulolium braunii*(*Festuca pratensis* Huds. × *Lolium multiflorum* Lam.)를 새로히 육성하여(Wacker,

1984) 영속성(2~4년)을 부여하였고 단위면적당 수량과 품질을 증가시킬 수 있는 가능성을 제시하였는데 이를 Wiesenschweidel이라 명명하였다. 그 후 *Festulolium braunii*(4배체, 염색체수 28)는 형태적으로 어느정도 고정되었고, Horn과 Kaltofen(1988) 및 Fojtik 등(1990)의 최근 시험결과에 의해서도 품종로서의 우수성을 인정받게 되었다. 그러나 서부 독일에서는 완전히 고정된 품종으로서의 특성과 수량성 및 영속성에 대하여 일부 의문을 제기하고 있는 것도 사실이어서 이에 대한 광범위한 검증시험이 계속되고 있다. *Festulolium braunii*의 형태적 특징은 화서가 총상화서와 수상화서의 중간형이지만 Italian ryegrass를 많이 닮았고 화서는 여러개의 소화가 모여 소수를 이루는 비교적 큰 화서를 가지고 있다. 엽신은 어릴 때 둥글게 말려 있고 엽맥이 분명하고 표면에 윤기가 있으며 엽이가 분명하며 엽설이 있다. 종실은 외영과 내영이 분명하며 비교적 커서 천립중이 3.5~4.3g이라고 보고되었다. *Festulolium braunii*는 까끄라기가 15~25%, 길이가 5.0~9.0(8.8)mm, 폭 1.1~2.0(1.8)mm, 천립중 3.50~4.38인데 비해 Italian ryegrass는 까끄라기가 100%, 길이가 4.0~8.5(8.3)mm, 폭 1.1~1.9(1.5)mm, 천립중 3.37~4.24g이고, meadow fescue는 까끄라기가 없으며 길이 4.0~7.0(8.0)mm, 폭 1.0~1.8(1.3)mm, 천립중 1.84~2.29g으로 종실에서 약간의 차이를 보이고 있다. 한편 *Festulolium braunii*의 수량 및 품질에 대해서는 최근 Kaltofen 등(1990)이 포장시험을 통하여 초기생육이 빠르고 수량과 품질이 우수하였음을 입증한 바 있다. 우리에게 관심이 되고 있는 내한성은 *F. pratensis* > *Festulolium braunii* > *L. perenne* > *L. multiflorum*의 순으로 비교적 좋은 편이라 보고되었으며 내하고성도 Italian ryegrass보다는 우수한 편이라 하였고(Wacker와 Kaltofen, 1987; Paulke 등, 1988; Bartmann, 1992) 영속성에 있어서도 2~4년에 걸쳐 지속적으로 높은 건물수량을 유지할 수 있다고 보고되고 있다(Wacker와 Netzband, 1980; Kaltofen과 Wojahn, 1982; Meinsen과 Knoch, 1987; Wacker와 Kaltofen, 1987; Paulke 등, 1988; Bartmann, 1992), ha당 *Festulolium braunii*의 건물수량은 Palke 등(1988)은 7,000~12,000kg이라고 보고하였는데 특히 N 비료를 증시함에 따라 건물수량이 증가되는 경향이 뚜렷하게 나타났다고 하였으며 이때 건물수량의

증가는 Italian ryegrass의 증수에 의해 기인된 결과라고 보고하였다. 초종간의 수량비교 결과 Wacker와 Netzbund(1980) 및 Wacker와 Kaltofen(1987) 등은 *Festulolium braunii*가 7~17%정도 Italian ryegrass보다 증수되었다고 하였고, Paulke 등(1988)과 Netzbund(1991)도 meadow fescue보다 17~30% 증수되었다고 하였으나 Boldt와 Bauser(1986)는 orchardgrass나 tall fescue와 비슷한 정도의 건물수량을 얻었다고 하였다. Kaltofen 등(1982) 및 Kaltofen과 Wojahn(1982) 등도 meadow fescue보다 수량이 높았으나 Italian ryegrass와는 차이가 없었다고 보고하였다. 한편 *Festulolium braunii*의 연간 예취횟수는 3~4회가 적당하다고 하였으며(Wacker 등, 1984; Walker와 Kaltofen, 1987; Enderlein과 Pfeffer, 1988) 사료가치는 비교적 높은 편이어서 유기물소화율이 77%라고 하였다. 에너지가는 *L. multiflorum* > *Festulolium braunii* > *L. perenne* > *F. pratensis* > *Phleum pratense*순으로 낮아졌다고 하여 *Festulolium braunii*가 비교적 높은 에너지를 가지고 있음을 암시하고 있다고 하겠다. 따라서 본 연구에서는 위와 같은 특성을 가지고 있다고 보고가 된 Italian ryegrass와 meadow fescue와의 속간 교잡종인 *Festulolium braunii*(Paulita)에 대한 생육특성과 수량성 및 사료가치 등을 비교 검토하여 우리나라에서 담리작으로 많이 재배되고 있는 Italian ryegrass나 호맥의 대체 또는 이들과의 혼파 가능성을 검토하는 한편 기존 목초와의 혼파 가능성도 탐색하여 *Festulolium braunii*의 국내에서의 재배 및 보급가능성을 타진하는 데 필요한 기초자료를 제시하고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 독일 Hohenheim대학교내의 Goldenen Acker시험포장에서 1995. 2월~1996. 1월까지 기준초지에서 수행하였다. 시험의 처리 및 배치는 주구로 3 초종(*Festulolium braunii*(K. Richt.) A. Camus (Paulita), *Lolium multiflorum*(Lemtal), *Secale cereale* (Halo))과 세구로 3 수확시기(수잉기, 출수기, 개화기)를 두어 4 반복의 분할구(구당면적 9m²)로 배치하여 시험하였다. 파종은 1993년 9월 2일 조파기(Lelyfräse)로 발아율을 고려하여 ha당 *Festulolium*

*braunii*는 60kg(발아율 66%), *Lolium multiflorum*은 37kg(발아율 94%)를 파종하였고 *Secale cereale*는 1994년 9월 14일 역시 조파기로 파종(32kg, 발아율 93%)해 놓은 기존포장에서 조사하였다. 95년 조사당년의 시비기준은 월동후 생육개시초기인 3월 15일에 P₂O₅-K₂O-MgO를 각각 ha당 150-150-11.5kg을 사용하였고 나머지 K₂O-150kg과 MgO 11.5kg은 3회(6월 15일) 예취후에 사용하였다. N 비료는 ha당 150kg을 사용하였는데 4월 15일에 30kg을 사용하였고 나머지는 4회에 걸쳐 예취후마다 동량 분시하였다. 그러나 *Secale cereale*는 3월 15일에 N 비료를 100kg 추비하였고 초고 25~30cm일 때 나머지 50kg을 전량 사용하였으며 P₂O₅-K₂O-MgO는 hg당 150-150-11.5kg을 3월 15일에 추비후 역시 초고 25~30cm일 때 나머지 K₂O-150kg과 MgO-11.5kg을 전량 사용하였다. 파종후 105일까지의 초고, 주당경수, 엽중비율, leaf area index(LAI) 및 crop growth rate(CGR)는 1995년 4월 2일 초종별 4반복(구당면적, 2m²)으로 파종한 시험포장에서 10일 간격으로 30×30cm의 방형틀을 이용하여 조사하였다. 건물수량은 처리내용에 따라 해당시기에 조사한 생초수량에 건물율을 곱하여 산출하였다. crude protein(CP)은 macro-kjeldahl방법으로, organic matter digestibility(OMD)와 net energy lactation(NEL)은 Menke와 Steingass(1987)의 방법으로 분석하였다. P, Ca, Mg, K 및 Na는 atom absorption spectrophotometer와 U/V spectrophotometer로 분석하였다. 질소 및 에너지이용성을 조사하기 위한 *in vitro* 소화시험은 15kg내외의 산양 9두를 공시하여 예비기간 7일과 본 시험기간 7일을 두어 실내에서 소화 cage를 이용하여 시험하였다. 시험사료는 영양신장기의 1번초(초고 35cm 정도)를 별도로 예취하여 일광 건조를 만든 후 이를 소형 pellet제조기로 거칠게 분쇄 압착하였다. 사료급여는 오전 8시와 오후 2시에 2회에 걸쳐 급여하였고 급여량은 예비시험 기간중의 평균채식량에 30%를 증량하여 충분한 양을 채식하고 남도록 하였다. 물과 미네랄은 자유채식하도록 하였다. 뇨의 수집은 30ml의 25% 황산용액을 매일 처리별로 첨가하였으며 배뇨량을 측정된 뒤 그 중에서 분석용 뇨를 수거하여 -15℃의 냉동고에 보관하였다. 분은 배분량을 측정후 분석용 분을 수거하여 냉동보관 하였다. CP는 macro-kjeldahl방법으로, neutral

detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF)는 Goering과 Van Soest(1970) 방법으로, Lignin은 Crampton과 Maynard(1938)방법으로 분석하였다. *In vitro* 건물소화율은 Tilley와 Terry(1963)의 방법으로 조사하였고 에너지는 oxygen bomb calorimeter로 측정하였다. 건물섭취량은 급여량-잔량의 차이로 구하였고, 건물, cellular constituents, NDF 및 ADF의 소화율은 시료와 분의 분석된 성분함량을(섭취량-분량/섭취량)의 수식에 각각 곱하여 산출하였다. 채식기호성(preference, P)은 초종별로 1번초를 건초로 만들어 오

전 7시부터 오후 6시까지 산양 10두를 공시하여 총 급여량에 대한 초종별 급여량의 백분율(% A)을 산출하고 총 섭취량에 대한 처리별 섭취량의 백분율(% B)을 산출한 뒤 처리별 $P=B/A$ 의 비율로 채식기호도 순위를 결정하였다. 시험기간중의 개략적인 토양분석 결과는 토양산도 6.2, 토양 100g당 인산함량은 25.6mg, 칼리함량은 22.6mg, 마그네슘함량은 9.6mg이었다. 평균기온 및 강우량을 조사한 결과는 표 1과 같다.

Table 1. Monthly meteorological data during the experimental period in Hohenheim, 1995

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Average (Total)
Mean temp.(°C)	0.4	5.4	3.7	9.7	13.7	14.8	21.1	18.2	12.0	12.3	3.0	-0.4	9.5
Precipitation(mm)	76.1	24.6	77.4	26.3	121.9	148.5	100.1	206.4	104.6	109.8	92.7	35.4	792.7

III. 결과 및 고찰

1. 초장, 분얼경수, LAI 및 CGR변화

파종후 60일부터 10일 간격으로 조사한 초장은 봄철 초기생육이 빠른 *Secale cereale*가 동일시기에 다른 초종과 비교할 때 가장 길었고 *Festulolium braunii*와 *Lolium multiflorum*간에는 차이가 크지 않았으나 *Lolium multiflorum*이 다소 긴 편이었다. 그러나 류 등(1988)이 수원에서 시험한 결과에서는 *Festulolium*(*Felopa*)이 hybrid ryegrass나 Italian ryegrass보다 초장이 길었다고 보고하여 본 시험의 결과와 차이가 있었으나 이는 토양 및 기상환경이 다르고 수원 지역에서는 내한성에 문제가 있는 Italian ryegrass의 생육이 *Festulolium*(*Felopa*)보다 부진하였기 때문이 아닌가 생각된다. 그러나 독일의 Hohenheim은 표 1에서와 같이 기상조건이 파종 3년차인 1995년에도 모든 초종이 영속성을 유지하고 있을 만큼 월동이나 하고에 문제가 없어서 초기생육이 왕성한 *Lolium multiflorum*의 초장이 다소 길었던 것이라 하겠다. 주당 분얼경수는 역시 동일시기에 다른 초종과 비교할 때 *Secale cereale*가 가장 많았고 나머지 두 초종간에는 차이가 크지 않았다. 엽중비율(LWR)은

*Festulolium braunii*가 다른 초종에 비하여 가장 높은 경향을 보여 마지막 조사시기인 7월 30일에도 67%를 유지하였던 데 비해 *Lolium multiflorum*은 동일시기에 조사한 엽중비율이 50%으로 *Festulolium braunii*보다는 전체적으로 낮은 편이었다. 한편 *Secale cereale*는 5월 31일부터 6월 20일까지 조사한 엽중비율이 38~25%에 불과하여 상당히 낮았는데 이는 다른 초종보다 호맥의 빠른 줄기신장으로 인한 출수 및 개화로 인해 경중이 높아졌기 때문이라 하겠는데 김 등(1988)도 호맥을 초장 10cm부터 완숙기까지 조사한 결과에서 생육이 진행됨에 따라 엽중비율이 급격히 감소되었음을 보고한 바 있다. 엽면적지수(LAI)는 *Festulolium braunii*와 *Lolium multiflorum*간에 큰 차이는 없었으나 *Festulolium braunii*의 경우 6월 30일에 최대엽면적지수(12.93)에 도달한 반면 *Lolium multiflorum*은 6월 20일에 최대엽면적지수(12.46)에 도달하여 최대엽면적지수에 도달한 시기가 *Lolium multiflorum*이 다소 빠른 양상을 보였다. 한편 *Secale cereale*는 5월 31일에 최대엽면적지수(11.28)에 도달하여 공시 초종중에서 가장 빠른 경향을 보였다. crop growth rate(CGR)는 *Festulolium braunii*가 6월 20일에 89.5g/m²/day으로 최대에 도달한 반면에 *Lolium multiflorum*은 동일시기에 106.1g/m²/day에 달하여

*Festulolium braunii*보다 약간 높았다. 그러나 *Secale cereale*는 두 초종에 비해서 동일시기에 조사한 CGR이 140.9g/m²/day으로 나타나 초종중에서 가장 높았다. 한편 기존 포장에서 조사한 숙기는 *Secale cereale*가 초종중에서 가장 빨라서 수잉기, 출수기 및 개화기가 각각 4월 20일, 5월 1일 및 5월 14일인 데 비해 *Festulolium braunii*은 각각 5월 12일, 5월 26일 및 6월 10일이었으며 *Lolium multiflorum*은 각각 5월 14일, 5월 28일 및 6월 12일로 조사되었는데 *Lolium multiflorum*보다는 *Festulolium braunii*의 숙기가 2일정도 빠른 편이었다(Boldt와 Bauer, 1986; Netzband, 1991), 엽색은 *Secale cereale*가 진한 녹색이었고, *Festulolium braunii*는 엽폭이 넓고 전체적으로 엽이

늘어지며 진한 녹색을 띄었으며 윤기가 있는 반면에 *Lolium multiflorum*은 *Festulolium braunii*에 비해 상대적으로 윤기는 있지만 엽폭이 좁고 녹색도가 떨어지는 편이었다. 한편 *Festulolium braunii*의 내한성, 내하고성 및 영속성은 직접 조사하지는 못하였으나 본 시험의 3년차에서도 수량과 사료가치가 저하되는 문제점이 없었을 뿐 아니라 Meinsen과 Knoch(1987), Wacker와 Kaltfen(1987), Paulke 등(1988), Enderlein과 Pfeffer(1988) 및 Bartmann(1992)등의 시험결과에서도 *Festulolium braunii*의 내한성이 *Lolium multiflorum*보다는 강하다고 보고된 바 있어 국내에서 재배할 경우 기존의 *Lolium multiflorum*보다는 재배지역의 확대 가능성이 클 것으로 여겨진다.

Table 2. Grass length, tiller number, leaf weight ratio(LWR), leaf area index(LAI) and crop growth rate(CGR) of *Festulolium braunii*(F), *Lolium multiflorum*(L), and *Secale cereale*(S) during the 105 days after seeding

	Species	Observation date						
		May 31	Jun. 10	Jun. 20	Jun. 30	Jul. 10	Jul. 20	Jul. 30
Grass length (cm)	F	21.0	28.8	35.5	43.0	48.8	50.3	54.3
	L	22.0	30.5	36.8	44.8	52.0	53.0	55.3
	S	105.0	120.0	151.4	-	-	-	-
No. of tiller	F	13	25	32	37	46	47	52
	L	18	28	37	43	50	49	53
	S	38	40	39	-	-	-	-
LWR (g/g)	F	90	81	80	78	72	70	67
	L	89	83	79	70	70	62	50
	S	38	35	25	-	-	-	-
LAI (m ² /m ²)	F	3.28	5.74	7.22	7.88	10.08	11.95	12.93
	L	3.88	5.79	7.27	8.05	10.90	12.46	11.43
	S	11.28	10.52	9.13	-	-	-	-
CGR (g/m ² /day)	F	23.4	40.0	55.9	65.0	74.9	89.5	82.3
	L	28.4	43.6	56.8	68.5	83.8	106.1	97.2
	S	110.6	131.5	140.9	-	-	-	-

2. 일반 화학적 성분, OMD, NEL 및 무기물

초종별 crude protein(CP)은 엽중비율이 높았던 *Festulolium braunii*가 12.53%으로 *Lolium multiflorum*

(12.05%)과 *Secale cereale*(12.13%)에 비하여 다소 높았다(P<0.05). 한편 숙기변화에 따른 CP는 *Festulolium braunii*와 *Lolium multiflorum*은 숙기간에 차이가 크지 않았으나 개화기에 약간 높은 경향을 보

였는데 비하여 *Secale cereale*는 생육이 진행됨에 따른 CP가 수잉기 14.99%, 출수기 12.19% 및 개화기 9.20%으로 현저히 감소되는 결과를 가져왔는데 박 등(1979)도 *Secale cereale*의 경우 출수기부터 개화기까지 CP의 급격한 감소를 보고한 바 있다. P함량은 *Secale cereale*가 다른 초종에 비하여 높았고(P<0.05) Ca, Mg 및 K함량은 *Festulolium braunii*가 높았으며(P<0.05) Na함량은 *Lolium multiflorum*이 다른 초종에 비하여 높은 경향을 나타내었다(P<0.05). 한편 숙기별로 조사한 무기물 함량은 모든 초종에서 차이를 보였으나 숙기간에 큰 차이는 없었다. neutral detergent fiber(NDF), acid detergent fiber(ADF) 및 lignin 함량은 *Festulolium braunii*가 약간 낮은 편이었고 *Secale cereale*가 상대적으로 높은 경향을 보였다. 숙기별로는 초종 모두 생육이 진행됨에 따라 이들 함량이 높아지는 경향을 보여서 박 등(1979)과 Kim 등(1988)이 보고한 시험결과와 부합되었다. organic matter digestibility(OMD)는 *Festulolium braunii*가 73.21%으로 초종중에서 가장 높았고(Netzband, 1988; Bartmann,

1992) 다음이 *Lolium multiflorum*으로 69.72%이었으며 *Secale cereale*는 63.43%으로 가장 낮았다(P<0.05). 숙기별로는 모든 초종이 수잉기에 OMD가 높았으나 개화기로 생육이 진행됨에 따라 낮아지는 경향을 보였다(P<0.05). 가장 높은 OMD는 *Festulolium braunii*의 출수기에서 얻었으나(P<0.05) *Festulolium braunii*의 경우 다른 초종에 비하여 개화기(72.66%)에도 비교적 높은 OMD를 유지하였는데 Bartmann(1992)도 *Festulolium braunii*가 생육후반까지 높은 OMD를 유지하였음을 보고한 바 있다. net energy lactation(NEL)은 *Festulolium braunii*가 6.22MJ/DMkg로 초종중에서 가장 높았고 *Lolium multiflorum*은 5.79MJ/DMkg이었으며 *Secale cereale*는 5.66MJ/DMkg로 가장 낮았다(P<0.05). 숙기별로는 공시초종 모두 수잉기에 NEL이 높았고 개화기에 가장 낮은 경향을 나타내었다(P<0.05). NEL 역시 *Festulolium braunii*가 다른 초종에 비하여 개화기(6.14MJ/DMkg)에도 높은 에너지를 유지하여서(P<0.05) Bartmann(1992)의 보고와 부합되는 결과를 얻었다.

Table 3. Concentration(dry wt.) of chemical constituents and energy value of *Festulolium braunii*, *Lolium multiflorum* and *Secale cereale* under the different growth stages

Species(S)	Growth stage(GS)	CP	NDF	ADF	Lignin	P	Ca	Mg	K	Na	OMD	NEL
											%	MJ/DMkg
<i>Festulolium braunii</i>	Boot	12.28	55.2	26.3	3.7	0.37	0.48	0.15	3.59	0.26	73.81	6.31
	Heading	12.59	66.6	32.6	4.4	0.38	0.51	0.15	3.54	0.25	73.16	6.20
	Bloom	12.72	68.1	36.2	5.8	0.38	0.49	0.16	3.60	0.24	72.66	6.14
	Sub mean	12.53	63.3	31.7	4.6	0.38	0.49	0.15	3.58	0.25	73.21	6.22
<i>Lolium multiflorum</i>	Boot	11.87	56.1	26.2	3.6	0.35	0.45	0.14	2.92	0.38	70.20	5.88
	Heading	11.88	65.4	33.4	4.5	0.36	0.47	0.13	2.87	0.36	69.76	5.80
	Bloom	12.39	69.1	36.6	5.9	0.36	0.46	0.14	2.85	0.39	69.20	5.70
	Sub mean	12.05	63.5	32.1	4.7	0.36	0.46	0.14	2.88	0.38	69.72	5.79
<i>Secale cereale</i>	Boot	14.99	61.0	29.2	3.5	0.43	0.31	0.15	3.36	0.21	72.82	6.34
	Heading	12.19	66.7	36.0	4.8	0.40	0.26	0.18	3.42	0.18	64.02	5.67
	Bloom	9.20	74.2	43.6	7.1	0.37	0.25	0.13	3.17	0.17	53.45	4.98
	Sub mean	12.13	67.3	36.3	5.1	0.40	0.27	0.15	3.32	0.19	63.43	5.66
LSD(0.05)	(S)	0.27	1.2	1.7	0.3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.09	0.04
	(GS)	0.15	1.0	0.8	0.3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.45	0.04
	(S×GS)	0.25	1.7	1.4	0.5	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.78	0.06

3. DM, CP, DOM 및 NEL 수량

ha당 건물수량은 *Secale cereale*가 13,297kg으로 초종중에서 가장 높았으나($P < 0.05$) *Festulolium braunii*(12,248kg)와 *Lolium multiflorum*(12,483kg)간에 유의적인 차이는 없었다. 따라서 Kaltofen과 Wojahn (1982), Wacker와 Kaltofen(1987), Kaltofen(1988) 및 Netzband(1991) 등이 보고한 바와 같이 *Festulolium braunii*가 *Lolium multiflorum*보다 건물수량이 7-17% 증수되었다는 결과를 본 시험에서는 확인할 수가 없었다. 숙기별로는 *Festulolium braunii*는 출수기(12,589kg)에 (Kaltofen, 1988), *Lolium multiflorum*은 수잉기(13,271kg)에, *Secale cereale*는 개화기(14,770kg)에 높은 경향을 나타내어(박 등, 1979; Kim 등, 1988; Kim 등, 1992) 생육단계에 따라 가장 높은 건물수량을 얻었던 시기가 초종간에 서로 다르게 나타났는데($P < 0.05$). 이는 표 2에서 보는 바와 같이 초종별 생육특성의 차이에서 기인된 결과 때문이라 하겠다. 가장 높은 건물수량은 *Secale cereale*의 개화기에서 얻었다($P < 0.05$). CP수량은 건물수량이 높은 *Secale*

*cereale*가 ha당 1,587kg으로 다른 초종에 비해 높은 편이었다. 그러나 숙기별 CP수량은 *Festulolium braunii*의 경우는 출수기(1,585kg)에 높았고 *Lolium multiflorum*(1,596kg)과 *Secale cereale*(1,819kg)는 수잉기에 각각 높은 CP수량을 얻었는데 이 중에서도 *Secale cereale*가 수잉기에 가장 높은 CP수량을 얻었다($P < 0.05$). 그러나 *Festulolium braunii*는 숙기별로 조사한 수잉기부터 개화기까지의 CP수량의 차이가 다른 초종에 비하여 크지 않았다. 초종별 DOM수량은 *Festulolium braunii*가 8,967kg을 얻어 가장 높았고 *Secale cereale*가 8,351kg으로 가장 낮았으나($P < 0.05$) *Festulolium braunii*와 *Lolium multiflorum*간에 유의적인 차이는 없었다. 생육이 진행됨에 따른 DOM수량은 *Lolium multiflorum*(9,317kg)과 *Secale cereale*(8,831kg)는 수잉기에 높았던 반면에 *Festulolium braunii*(9,211kg)는 출수기에 높은 경향을 보였는데($P < 0.05$) 가장 높은 DOM수량은 *Lolium multiflorum*에서 얻었다($P < 0.05$). NEL수량은 *Festulolium braunii*가 76,039MJ를 얻어 가장 높았고 *Lolium multiflorum*이 72,356MJ로 가장 낮았으나($P < 0.05$) *Festulolium braunii*와 *Secale*

Table 4. DM, CP, DOM and NEL yields of *Festulolium braunii*, *Lolium multiflorum* and *Secale cereale* under the different growth stages

Species(S)	Growth stage(GS)	DM	CP	DOM	NEL
	 kg/ha kg/ha MJ/ha MJ/ha
<i>Festulolium braunii</i>	Boot	12,138	1,491	8,958	76,588
	Heading	12,589	1,585	9,211	78,046
	Bloom	12,018	1,529	8,733	73,482
	Sub mean	12,248	1,535	8,967	76,039
<i>Lolium multiflorum</i>	Boot	13,271	1,596	9,317	78,017
	Heading	12,398	1,473	8,663	71,904
	Bloom	11,780	1,460	8,151	67,148
	Sub mean	12,483	1,510	8,710	72,356
<i>Secale cereale</i>	Boot	12,130	1,819	8,831	76,905
	Heading	12,990	1,583	8,316	73,653
	Bloom	14,770	1,359	7,907	73,555
	Sub mean	13,297	1,587	8,351	74,704
LSD(0.05)	(S)	391	39	283	2,276
	(GS)	447	63	306	2,447
	(S × GS)	774	109	530	4,237

cereale(74,704MJ)간에 유의적인 차이는 없었다. 생육이 진행됨에 따른 NEL수량은 *Lolium multiflorum* (78,017MJ)과 *Secale cereale*(76,905MJ)는 수잉기에 높은 편이었으나 *Festulolium braunii*(78,046MJ)는 오히려 출수기에 높은 경향을 보였다($P<0.05$). 결과적으로 초종중에서 내한성이 강하여 이른 봄 초기생육이 가장 빨랐던 *Secale cereale*는 생육이 진행됨에 따라 계속적으로 건물축적이 증가되어 개화기(14,770kg)에 건물수량이 가장 높았던 반면에 CP, DOM 및 NEL수량 등은 오히려 급격히 감소되는 경향을 보여서 수잉기에 가장 높았다(신 및 윤 1983; 김 등, 1985; 고 등, 1986; Kim 등, 1988). 한편 *Festulolium braunii*에 비하여 생육이 다소 왕성하였던 *Lolium multiflorum*은 수잉기에 건물수량(12,483kg)이 높았고 CP, DOM 및 NEL 수량도 역시 수잉기에 높은 경향을 보였다. 그러나 *Festulolium braunii*는 표 2에서 보는 바와 같이 *Lolium multiflorum*에 비하여 LAI과 CGR의 축적속도가 상대적으로 떨어져 최대건물수량(12,248kg)과 가장 높은 CP, DOM 및 NEL수량을 출

수기에서 얻을 수 있었다. 그러나 본 시험결과를 표 1에서와 같이 독일의 남부에 위치한 Hohenheim에서 얻은 결과이기 때문에 *Festulolium braunii*를 국내에 도입하여 이용하고자 할 경우에는 *Festulolium braunii*의 특성이 그대로 국내의 환경조건에서도 재현되는지를 확인하여야 될 것으로 본다.

4. In vivo 소화시험

1) 급여 사초의 화학적성분 및 에너지

CP함량은 초종간에 유의적인 차이는 없었으나 *Secale cereale*가 21.3%로 높았고 *Festulolium braunii*는 19.4%, *Lolium multiflorum*은 19.2%이었다. NDF함량은 *Festulolium braunii*와 *Lolium multiflorum*이 *Secale cereale*에 비하여 낮은 편이었으나($P<0.05$) ADF함량은 초종간에 뚜렷한 차이가 없었다. Lignin 함량은 *Secale cereale*(4.7%)가 *Lolium multiflorum* (4.2%)과 *Festulolium braunii*(4.1%)보다 높았다($P<0.05$). 에너지수준은 초종간에 차이가 없었다.

Table 5. Chemical composition(DM, basis) of feed components of diets fed to goats

Species	CP(%)	NDF(%)	ADF(%)	Lignin(%)	Gross energy (Mcal/kg)
<i>Festulolium braunii</i>	19.4 ^a	47.5 ^b	21.1 ^a	4.1 ^b	3.740 ^a
<i>Lolium multiflorum</i>	19.2 ^a	48.5 ^b	21.7 ^a	4.2 ^b	3.793 ^a
<i>Secale cereale</i>	21.3 ^a	52.4 ^a	22.1 ^a	4.7 ^a	3.732 ^a

^{ab,c} Means in the same column with different letters were significantly different($P<0.05$).

2) 급여 사초의 건물섭취량 및 소화율

체중 kg당 건물섭취량은 *Festulolium braunii*가 높은 편이었으나 초종간에 차이는 없었다. 건물소화율은 *Festulolium braunii*와 *Lolium multiflorum*간에는 차이가 없었으나 *Secale cereale*는 두 초종에 비하여 건물소화율이 가장 낮았다($P<0.05$). 이러한 결과는 표 5에서 보는 바와 같이 *Secale cereale*가 다른 초종에 비하여 상대적으로 섬유소의 함량이 높았기 때문에 건물소화율이 낮았던 것이라 하겠다(Spalinger, 1986). 세포내용물질의 소화율은 *Secale cereale*가 다른 초종에 비하여 낮은 편이었으나 초종간에 뚜렷한 차이는 없었다. NDF의 소화율은 역시 섬유소함량이 높았던 *Secale cereale*에서 낮은 편이었으나($P<0.05$)

*Festulolium braunii*와 *Lolium multiflorum*간에는 차이가 없었다. 그러나 ADF의 소화율은 초종간에 차이를 보이지 않았다. 이상의 결과로 미루어 볼 때 표 6에서 보는 바와 같이 건물섭취량과 각 성분별 소화율은 모두 *Festulolium braunii*가 다른 초종에 비하여 약간씩 높은 편이었고 다음이 *Lolium multiflorum*이었으며 *Secale cereale*가 가장 낮은 결과를 보였다.

3) 질소이용성

섭취된 질소량은 초종간에 차이가 없었으며 분과 뇨로 손실된 질소량도 초종간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 한편 외관상 소화된 질소량(가소화질소량)과 체내에 축적된 질소량(대사질소량)도 초종간

에 차이가 인정되지 않았으나 *Secale cereale*가 가장 낮은 편이었고 두 초종간 비교에서는 *Festulolium braunii*가 다소 높은 경향을 나타내었다. 한편 생물가는 초종중에서 *Secale cereale*가 가장 낮았으나($P < 0.05$) 나머지 두 초종간에는 차이가 없었다. 한편 표 6에서 얻어진 시험결과를 검토해 볼 때 모두

NRC의 사양표준에서 제시하고 있는 체중 20kg 산양의 유지 및 75% 증체에 필요로 하는 가소화단백질의 요구량을 충족할 수 있어서 공식초종 모두 질소균형에는 문제가 없다고 하겠으나 대사 및 가소화질소의 축적율은 *Festulolium braunii*가 다른 초종에 비해서 약간씩 높은 경향을 나타내었다.

Table 6. Dry matter intake and digestibility coefficients(%) of the chemical constituents in the experimental diets consumed by goats

Species	Intake ¹⁾ (DM, g/BW ^{0.75} kg/day)	Digestibility			
		DM	Cellular constituents	NDF	ADF
<i>Festulolium braunii</i>	68.0 ^a	80.3 ^a	81.7 ^a	78.8 ^a	69.0 ^a
<i>Lolium multiflorum</i>	67.4 ^a	80.1 ^a	80.8 ^a	78.2 ^a	67.9 ^a
<i>Secale cereale</i>	67.0 ^a	77.2 ^b	78.0 ^a	76.5 ^b	67.0 ^a

^{ab,c} Means in the same column with different letters were significantly different($P < 0.05$).

¹⁾ Mean weight of goats during digestion trials was 13.8kg/head.

DM; Dry matter, BW; Body weight.

Table 7. Average daily nitrogen balance of experimental diets consumed by goats

Species	Consumed (g)	Fecal (g)	Urinary (g)	Apparently digested		Retained		Retained % of absorbed
				g	%	g	%	
<i>Festulolium braunii</i>	15.3 ^a	3.4 ^a	6.0 ^a	11.8 ^a	77.3 ^a	5.8 ^a	37.8 ^a	49.2 ^a
<i>Lolium multiflorum</i>	14.9 ^a	3.5 ^a	6.3 ^a	11.4 ^a	76.5 ^a	5.1 ^a	28.9 ^a	44.7 ^a
<i>Secale cereale</i>	15.0 ^a	3.6 ^a	7.4 ^a	11.5 ^a	76.3 ^a	4.1 ^a	27.7 ^a	36.3 ^b

^{ab,c} Means in the same column with different letters were significantly different($P < 0.05$).

4) 에너지이용성

섭취한 에너지는 초종간에 차이가 없었다. 섭취한 질소중에서 분으로 손실된 에너지는 *Festulolium braunii*에서 다소 낮은 경향을 나타내었을 뿐($P < 0.05$) 나머지 초종간에는 차이가 없었다. 한편 섭취한 질소중에서 뇨로 손실된 에너지는 *Secale cereale*에서 낮은 편이었으나 *Festulolium braunii*와 차이는 없었다. 가소화 및 대사에너지는 역시 초종간에 차이가 인정되지 않았으나 *Festulolium braunii*가 다른 초종에 비하여 약간 높은 편이었고 다음이 *Lolium multiflorum*이었으며 *Secale cereale*에서 낮은 경향을 보였다. 한편 가소화 및 대사에너지의 축적율도 *Festulolium braunii*가 다른 초종에 비하여 가장 높았고($P < 0.05$) *Secale cereale*가 가장 낮은 결과를 얻었으

나 *Lolium multiflorum*과 차이는 없었다. 표 6에서의 이러한 시험결과는 3 초종 모두 NRC사양표준이 제시하고 있는 20kg 산양의 유지 및 증체에 필요로 하는 가소화 및 대사에너지의 요구량을 충족할 수 있는 것이었다.

5. 채식기호성

급여량에 대한 채식량의 백분율로 평가를 한 채식기호성은 *Festulolium braunii*가 1.066으로 가장 즐겨 채식한 초종으로 평가되었는데 이는 표 5 및 6에서 보는 바와 같이 CP함량 및 소화율이 상대적으로 다른 초종에 비하여 높았을 뿐아니라 표 2에서와 같이 염증비율도 높았기 때문에 즐겨 채식하였던 것이라 하겠다. 한편 *Lolium multiflorum*의 채식기호성은

*Festulolium braunii*보다 다소 떨어진 1.022이었으며 *Secale cereale*는 0.916을 얻어 초종중에서 채식기호성이 가장 떨어지는 초종으로 평가되었다. *Secale*

*cereale*의 기호성 저하에 대해서는 이미 이 등(1993)이 줄기경화 및 섬유소 함량의 증가로 인한 기호성의 감소를 지적한 바 있다.

Table 8. Average daily energy balance of experimental diets consumed by goats

Species	Consumed Mcal	Fecal Mcal	Urinary Mcal	Apparently digested		Apparently digested minus urinary losses	
				Mcal	%	Mcal	%
<i>Festulolium braunii</i>	1.762 ^a	0.398 ^b	0.081 ^a	1.364 ^a	77.4 ^a	1.283 ^a	72.8 ^a
<i>Lolium multiflorum</i>	1.749 ^a	0.429 ^a	0.076 ^b	1.320 ^a	75.4 ^{ab}	1.228 ^a	70.1 ^{ab}
<i>Secale cereale</i>	1.677 ^a	0.434 ^a	0.079 ^{ab}	1.215 ^a	72.5 ^b	1.128 ^a	67.3 ^b

^{ab,c} Means in the same column with different letters were significantly different(P<0.05).

Table 9. Preference ratings for herbage eaten by goats

Species	DM offer(g)	Percent (A)	DM intake(g)	Percent (B)	Preference ratings(P= B/A)	Ranking
<i>Festulolium braunii</i>	696	33.5	499	35.7	1.066	1
<i>Lolium multiflorum</i>	664	31.9	455	32.6	1.022	2
<i>Secale cereale</i>	720	34.6	442	31.7	0.916	3
	2,080	100.0	1,396	100.0		

따라서 지금까지의 시험결과를 모두 종합해 볼 때 동일시기에 조사한 *Festulolium braunii*의 초장, 분얼경수, LAI, CGR 및 건물수량이 *Lolium multiflorum*과 *Secale cereale*에 비하여 월등한 차이를 확인할 수는 없었다. 그러나 CP, OMD, NEL 및 무기물 함량은 다른 초종에 비하여 높았던 반면에 섬유소 함량(NDF, ADF, lignin)이 낮아서 단위 면적당(ha)조사한 CP, DOM 및 NEL 수량은 다른 초종에 비하여 높았을 뿐 아니라 수잉기부터 개화기까지 건물수량과 사료가치가 고르게 유지되는 특성을 보여 유망시 되었다. 한편 건물섭취량, 질소 및 에너지 축적율과 채식기호성도 *Festulolium braunii*이 다른 초종에 비하여 높았던 것으로 보아 기존의 *Lolium multiflorum*을 *Festulolium braunii*로 대체 이용할 가치는 있다고 여겨지며 다른 목초와의 혼과가능성도 있다고 하겠으나 *Secale cereale*와는 생육특성과 재배기간이 달라 수량성과 사료가치만으로 비교하여 대체한다는 것은 어려운 것으로 예견된다. 따라서 *Festulolium braunii*국내에서도 잠재생산성이 있는 사초자원의 하나로 권장해 볼

가치가 있다고 보며 이에 대해서는 국내의 환경조건을 고려한 확인 연구가 수행되어야 할 것으로 본다.

IV. 적 요

본 시험은 독일 Hohenheim대학교에서 1995년 2월부터 1996년 1월까지 속간교잡종인 *Festulolium braunii*의 국내 보급 가능성을 타진하고자 *Lolium multiflorum* 및 *Secale cereale* 등을 공시하여 생육특성, 건물수량, 영양가치 및 질소 및 에너지이용성 등을 비교 분석하였다. 시험의 처리는 주구 3 초종(*Festulolium braunii*(Paulita), *Lolium multiflorum*(Lemtal), *Secale cereale*(Halo))과 세구 3 수확시기(수잉기, 출수기, 개화기)를 두어 분활구 4 반복으로 기존초지에서 수행하였으며 얻어진 결과는 다음과 같다.

*Festulolium braunii*는 *Lolium multiflorum*에 비하여 출수가 2일 정도 빠른 편이고 엽중비율이 늦게까지

높게 유지되었으나 동일시기에 조사한 초장, 분얼경수, LAI, CGR 및 건물수량은 *Lolium multiflorum*과 *Secale cereale*에 비하여 문헌에 제시된 바와 같은 차이를 확인할 수 없었다. 그러나 CP, OMD, NEL 및 무기물 함량이 다른 초종에 비하여 높았던 반면에 섬유소 함량(NDF, ADF, lignin)이 낮아서($P < 0.05$) 단위 면적당(ha) 조사한 CP함량은 *Lolium multiflorum*보다 높았고, DOM 및 NEL수량은 두 초종에 비하여 높았을 뿐 아니라($P < 0.05$) 수잉기부터 개화기까지 고른 건물수량과 높은 사료가치를 유지하여 유망시 되었다. 건물섭취량, 질소 및 에너지 축적율과 채식기호성도 *Festulium braunii*가 다른 초종에 비하여 높은 편이었다. 따라서 건물수량과 사료가치만을 고려할 때 *Lolium multiflorum*을 *Festulium braunii*로 대체이용 가능성은 있다고 보겠으나 *Secale cereale*와는 생육특성과 생육기간이 달라 수량성과 사료가치만으로는 대체가 어려울 것으로 예견된다. 이상의 결과를 종합할 때 *Festulium braunii*는 우리나라에서도 잠재생산성이 있는 사초자원의 하나로 권장해 볼만한 가치가 있다고 여겨지며 이에 대해서는 국내의 환경조건을 고려한 확인 연구가 수행되어져야 할 것으로 본다.

V. 인용 문헌

1. Bartmann, B. 1992. Ertrags und Futterwertänderungen während der generativen Phase bei *Festulium braunii*(K. Richt.) A. Camus und *Festuca pratensis* Huds. Diplomarbeit. p. 1-73. Hohenheim Universität, Stuttgart, Germany.
2. Blot, K., and U. Bauer. 1986. Ertragsbildung und Qualitätsentwicklung des Bastardfutter grasses Wiesenschweidel(*Lolium multiflorum* Lam. × *Festuca pratensis* Huds.) im Vergleich zu anderen Futtergrasern. Naturewissenschaftliche Reife, Heft. 8:31-33.
3. Crampton, F.W., and L.A. Maynard. 1938. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. J. Nut. 15:383-395.
4. Enderlein, H., and B. Pfeffer. 1988. Züchtungsfortschritt und seine Nutzung bei Futtergrasern und Futterkruzifern. Feldwirtschaft. 29(12):557-559.
5. Fojtic, A., B. Cagas, F. Turek, L. Kuncl, P. Sramek, and I. Houdek. 1990. Production capacity of *Festulium* hybrids in monoculture and mixture. General Meeting of the European Grassland Federation, Banska Bystrica. p. 386-390.
6. Goering, H.K., and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agr. Handbook. No. 379. ARS, USDA, Washington, D.C.
7. Horn, S., and H. Kaltofen. 1988. Erfolgreicher Luzerngrasbau mit Wiesenschweidel. Feldwirtschaft. 29 (4):157-159.
8. Jenkin, T.J. 1959. *Festuca* species(*Festuca* L.). In Roemer-Runorf: Handbuch der Pflanzenzüchtung, Band IV. p. 418-434.
9. Jo, M.H., and D.A. Kim. 1983. The effect of different seeding rates of Italian ryegrass and cutting frequency on the yield and botanical composition of pasture mixtures in the first harvest year. J. Korean Grassl. Sci. 4(1):61-71.
10. Kaltofen, H., B. Knabe, and H.G. Lorey. 1982. Vergleich von Welsches Weidelgras und Wiesenschwingel mit F_2 , F_3 und F_4 Bastarden beider Grasarten. II. Mitt. Chemische Zusammensetzung der Pflanzen. Arch. Züchtungsforsch. Berlin 12 (5):297-303.
11. Kaltofen, H., H. Kaeding, and W. Petersen. 1990. Comparison of *Festulium* hybrids with traditional forage grasses on peat soil. General Meeting of the European Grassland Federation, Banska Bystrica. p. 446-450.
12. Kaltofen, H., and E. Wojahn. 1982. Vergleich von Welschen Weidelgras und Wiesenschwingel mit F_2 , F_3 und F_4 Bastarden beider grasarten. IV. Mitt. Ertragsbildung und Persistenz. Arch. Züchtungsforsch., Berlin 12(4):263-273.
13. Kim, D.A., C.H. Kwon, and K.J. Han. 1992. Effect of harvesting dates on the forage yield and quality of winter rye. J. Korean Grassl. Sci. 12(3):173-177.
14. Kim, D.A., K.I. Sung, and C.H. Kwon. 1986. Effects of sowing time and seeding rate on growth characteristics, winter survival and dry matter yield

- of forage rye(*Secale cereale L.*). J. Korean Grassl. 6(3):164-168.
15. Kim, J.G., J.S. Yang, S.B. Lee, and M.S. Han. 1988. Studies on the dry matter production and nutrient quality of rye and barley. I. Physiological analyses on the pattern of growth parameters and dry matter accumulation. Korean J. Anim. Sci. 30(2):137-142.
 16. Kim, J.G., J.S. Yang, S.B. Lee, and S.B. Lee. 1988. Studies on the dry matter production and nutrient quality of rye and barley. II. Changes in the chemical components, digestibility and net energy value as affected by stage of morphological development. Korean J. Anim. Sci. 30(3):193-198.
 17. Lewis, E.J. 1966. The production and manipulation of new breeding material in *Lolium-Festuca*. Proc. V. Int. Grassld. Congr. Helsinki, p. 688-693.
 18. Meinsen, C., and G. Knoch. 1987. Anbaueignung des Wiesenschweidels 'Paulita' für den Kleeergrasbau. Feldwirtschaft. 28(2):55-57.
 19. Menke, K.H., and H. Steingass. 1987. Schätzung des energetischen Futterwertes aus der *in vitro* mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. II. Regressionsgleichungen. Übers. Tierernahrung 15:59-94.
 20. Nezband, K. 1991. Breeding of tetraploid *Festulolium* fodder grasses with different maturity. Proc. 16th meeting of the fodder crops section of Eucaspia '90. Wageningen. P. 47-49.
 21. Paulke, K., C.H. Lehmann, and H. Kaltofen. 1988. Ergebnisse eines Produktionsexperimentes zur Ertragsbildung und Leistungsdauer einiger Futtergräser. Feldwirtschaft, 29:73-75.
 22. Spalinger, D.E., C.T. Robbins, and T.A. Hanley. 1986. The assessment of handling time in ruminants: The effect of chemical and physical structure on the rate of breakdown of plant particles in the rumen of mule deer and elk. Can. J. Zool. 64:313-321.
 23. Tilley, J.A.M., and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestibility of forage crops. J. Brit. Grassl. Sci. 18:104-111.
 24. Wacker, G., and K. Nutzband. 1980. Verbesserung der Leistungseigenschaften des Welschen Weidelgrases (*Lolium multiflorum Lam.*) durch Kreuzung mit Wiesenschwingel(*Festuca pratensis Huds.*). Arch. Züchtungsforsch., Berlin 10(5):307-313.
 25. Wacker, G., K. Nutzband, and H. Kaltofen. 1984. Neue Futtergräser. Arch. Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde. 28(7):429-433.
 26. Wacker, G., and H. Kaltofen. 1987. Anbauempfehlungen zum Bastardfuttergras 'Paulita' Feldwirtschaft. 28(2):53-55.
 27. Wit, F. 1964. Natural and experimental hybrids of ryegrass and meadow fescue *Euphytia*, Wageningen. 13:294-304.
 28. 고영두, 문영식, 광종형. 1986. 호맥의 생육단계별 수량과 whole crop silage 품질에 미치는 영향. 한초지. 6(1):19-23.
 29. 류종원, 강정훈, 한홍진, 김웅배, 박병훈. 1988. 화본과 목초의 종속간잡종 Hybrid ryegrass와 *Festulolium*의 생육특성. 한초지. 8(2):123-127.
 30. 박종만, 전우복, 명규호. 1979. 화본과 청예작물의 이용에 관한 연구. *In vitro*방법에 의한 Japanese millet, Corn, Rye 및 Italian ryegrass의 소화율을 중심으로. 한초지 21(4):289-298.
 31. 송진달, 양종성, 김강식. 1982. 청예맥류의 생육시기별 silage 조제 및 소화시험. 축시연보:848-852.
 32. 신정남, 윤익식. 1983. 예건이 silage품질에 미치는 영향. 한초지 3(2):92-99.
 33. 이호진, 채제천, 이석순, 구자옥, 최진용. 1993. 사료작물학. 향문사. 서울. p. 203-208.