

# 리드 카나리그라스의 농업적 특성

曹 武 煥

## A Review on Agronomic Characteristics of Reed Canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.)

Mu - Hwan, Jo.

### I. 서 론

리드 카나리그라스(reed canarygrass)는 습지와 고산 지대에 특히 잘 적응하는 다년생 화분과 목초이며, 매우 강한 지하경(rhizome)에 의하여 방석을 형성하고 청예, 건초, 사일리지 등 다양하게 이용이 가능할 뿐만 아니라 단과나 두과와의 혼과로 이용될 수 있는 융통성이 뛰어난 목초이다. 다른 북방형 화분과 목초에 비하여 이용 면이나 환경 적응성, 건물수량, 지속성 면에서 우수하여 농업적 잠재력이 높은 목초임에도 불구하고 아직까지도 널리 재배되고 있지 않다. 미국이나 호주 등지에서는 가축에 대한 기호성이 낮다는 이유로, 우리 나라에서는 아직 명확히 연구된 바는 없지만 소화 및 변식생리적으로 문제가 있는 것이 아닌가 하는 의문 때문에 크게 환영받지 못하는 목초로 인식하고 있다. 리드 카나리그라스가 다른 목초에 비하여 기호성이 낮다는 사실은 여러 연구자에 의하여 밝혀진 바 있으며, 개량되지 않은 자생 품종(alkaloid 함량이 높음)을 이용 하였거나 수확지연으로 품질이 매우 낮을 때 주로 이용되었던 것도 또 다른 원인으로 지적되고 있으나, 최근 옛날 품종에 비해서 알칼로이드 함량이 낮은 새로운 리드 카나리그라스 품종이 육성, 보급됨에 따라 기호성 면에서 많은 진전을 가져왔다. 그러나, 리드 카나리그라스에 의한 가축 생산성, 알칼로이드 함량에 따른 가축의 재분제 및 관리이용 측면에서의 연구보고는 많으나 아직까지 특별히 문제시 되는 연구결과는 없다. 또 저 알칼로이드 계통이 육성됨에 따라 사초로서의 새로운 평가와 더불어 보다 나은 품종의 육성과 관리이용 측면에서 새로운 연구가 추진되어야 할 것이다.

우리 나라에서도 연중 다습한 대관령 지역에서 많은 면적이 단과로 재배되고 있고, 일반초지에서도 저습지 등에 군락을 이루는 경우를 흔히 볼 수 있으나 reed canarygrass에 대하여 건물생산성을 제외한 가축

에 대한 기호성, 가축생산성, 시비관리(액비포함) 및 알칼로이드에 의한 가축의 생리적 장애 등에 관한 시험결과는 전무한 상태에 있다. 다양한 토양조건과 환경조건에 적응성이 높고, 열악한 관리조건하에서도 지속성이 뛰어나며, 특히, 나지발생에 따른 잡초의 침입을 방지할 수 있는 등, 산지초지 개발과 저습 방목지에 적합한 잠재력을 가진 초종의 하나인 Reed canarygrass에 대하여 이제까지의 국내외 연구결과들을 종합고찰 함으로서 보다 정확한 이해와 농업적 이용 가능성을 타진하고 앞으로의 연구 방향설정에 조금이나마 도움이 되었으면 하고 이 보고서를 작성하게 되었다.

### II. 리드 카나리그라스의 일반적 특성

#### 1. 역사적 배경

Reed canarygrass가 사초로서 처음 재배된 것은 1749년 스웨덴에서이며(Alway, 1931; Vose, 1959), 유럽, 아시아 및 미국의 온대지역에 자생하고 있다. 현재 미국에서 재배되고 있는 품종들은 미국의 자생종들이 아니라 유럽에서 자생하던 매우 번식력이 강한 품종들이다. 문서상 사료작물로 재배된 기록을 보면 영국에서는 1824년, 독일에서는 1850년, 미국에 있어서는 1835년으로 되어 있다. 『canarygrass』라는 이름이 붙은 것은 일년생인 *Phalaris canariensis* L.가 카나리 새의 먹이로 쓰였기 때문이라는 설(Hoover 등, 1948)과 Canary 섬에 일년생 자생종이 많이 분포한 데서 붙여졌다는 설(Lamson-Scribner, 1938)이 있다.

#### 2. 토양 및 기후조건에 대한 적응성

일반적으로 리드 카나리그라스는 토양적용범위가 매우 넓어 토양 산도(pH)가 4.9~8.2인 토양에서도 잘 적응한다(Decker 등, 1967; Goplan 등, 1963)고 알

려져 있으며, 번식력이 매우 왕성한 지하경(rhizome)과 대단히 발달한 근계를 가지고 있어서 가뭄에도 강하여 다른 북방형 목초보다도 내한발성이 강하고 수분이 많을 때나 적을 때에도 수량이 높다(Marten과 Heath, 1973).

〈표 1〉 관계 및 한발 조건에서의 건물수량 비교 (Sheaffer 등, 1990)<sup>1</sup>

초 종	사초수량 (Mt/ha)	
	관 개	한 발
리드 카나리그라스	4.5	1.8
스무스브롬그라스	3.1	1.1
오차드그라스	2.9	1.3
티 머 시	1.6	0.9
LSD(0.05)	1.1	

<sup>1</sup> 모래땅에서 7월 중순부터 2년간 평균, 시비조건은 168kg N/ha.

McKenzie(1951)에 의하면 표면이 완전히 물에 잠

긴 포트에서 3개월 이상이 되어도 생장에 피해가 없었고, 완전히 자란 리드 카나리그라스는 물 잠김에 대하여 49일을 견딜 수 있으며, 어린 식물은 35~49일, 종자는 35~56일 견딜 수 있다고 하여 습지에 매우 강하다는 것을 알 수 있다. 또, 내한성에 있어서도 다른 화분과 목초에 비하여 강하기 때문에 고산지대에 알맞을 것으로 생각된다. Sheaffer 등(1990)은 orchardgrass나 tall fescue 보다도 내한성이 강하다고 하였다(표 2). 한편, 리드 카나리그라스의 기후나 토양에 대한 적응범위가 넓다고 하더라도 염분이 많은 간척지토양에 강하다는 보고는 없으며, 강한 지하경에 의한 방석의 형성이나 한발 및 물 잠김이 강한 특성을 살리면서 염분에도 어느 정도 견딜 수 있는 품종의 개발이 숙제로 남아있다.

이상에서 보듯이 다른 어떤 목초 보다도 기후환경에 대한 적은 범위가 넓은 리드 카나리그라스를 잘 활용하면 최근의 이상기후와 기상이변의 다발로 자칫 이용하기 어려운 국토를 효과적으로 이용하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

〈표 2〉 다년생 화분과 목초의 특성(Sheaffer 등, 1990)

초 종	고온 및 내한발성	내침수성	耐寒性	젖은 예취에 대한 지속성	유식물 활 력	방 석 형성능력
리드 카나리그라스	최상	최상	최상	최상	중	최상
스무스브롬그라스	최상	중	최상	하	최상	최상
오차드그라스	상	하	중	최상	최상	하
톨페스큐	최상	하	중	최상	최상	중
티 머 시	하	하	최상	하	중	하
페레니알 라이그라스	하	하	하	최상	최상	하
켄터키 블루그라스	하	중	최상	최상	중	최상

### 3. 수확조건에 대한 지속성과 사료가치

리드 카나리그라스는 다른 북방형 목초에 비하여 지속성이 높은 사초로 자주 예취하던가 또는 더디게 예취하던가에 관계없이 수량과 품질 면에서 우수한 사초(飼草)의 생산이 가능하다. 즉, 톨페스큐와 오차드그라스는 자주 베어주지 않으면 지속성이 떨어지고 티머시와 브롬그라스는 자주 베는 조건(개화시 첫 번째 예취)에서 지속성이 떨어지나 리드 카나리그

라스는 어떠한 생육시기에 수확하더라도 지속성이 오래 유지된다. 따라서 채초는 물론 방목용 초지의 목초로서 적당하다(표 3).

### 4. 질소, 생활 오수와 분뇨종의 질소성분 흡수능력 및 토양보호 능력

리드 카나리그라스는 도시민의 생활오수나 가축의 분뇨가 혼합된 액비를 사용할 때 이들 중에 들어

〈표 3〉 수확빈도에 따른 건물수량 및 지속성과의 관계(Sheaffer 등, 1990)

조 종	수 량 (Mt/ha)				복조 피복도(%) <sup>1</sup>		
	예취회수	2회	3회	4회	2회	3회	4회
스모스브롬그라스(Baylor)		14.8	11.2	10.1	83	50	45
오차드그라스(Orion)		13.2	12.8	10.8	55	95	77
리트 카나리그라스(Rise)		14.3	13.4	11.2	95	88	68
리트 카나리그라스(Venture)		14.8	12.5	11.0	95	90	79
리트 카나리그라스(Palaton)		14.1	13.4	12.5	93	88	82
LSD(0.05)		1.8			11		

<sup>1</sup> 수량은 3년 평균, 피복도는 3년차 봄에 실시, 비료는 매년분 168kg N/ha.

〈표 4〉 수확체계에 따른 사초의 조단백질, NDF 및 가소화 건물과의 관계(Sheaffer 등, 1990)

조 종	2회수확(%)			3회수확(%)			4회수확(%)		
	CP	NDF	DDM	CP	NDF	DDM	CP	NDF	DDM
스모스브롬그라스(Baylor)	10.8	62.9	54.8	13.5	59.9	60.8	17.9	52.6	69.8
오차드그라스(Orion)	11.7	61.7	58.7	13.4	57.7	66.4	16.8	52.6	70.6
리트 카나리그라스(Rise)	12.6	61.7	54.2	14.6	59.9	58.0	18.1	54.6	65.9
리트 카나리그라스(Venture)	11.9	62.8	52.5	13.2	61.8	57.8	18.4	54.0	66.8
리트 카나리그라스(Palaton)	12.9	61.4	54.8	13.6	60.1	59.1	18.4	54.3	66.4
LSD(0.05)	1.2	1.9	2.3						

<sup>1</sup> 비료의 사용은 매년분 168kg N/ha

있는 질소성분의 이용 능력이 매우 높은 목초이다 (Sopper와 Kardos, 1973; Marten 등, 1979; Quin, 1979). 뉴질랜드에서 겨울동안 저습지에 리트 카나리그라스를 재배할 경우 라이그라스-클로버 혼파초지보다 NO<sub>3</sub>-N 축적률이 낮았다. 이는 날씨가 추위 식물이 생장을 하지 못하는 경우에도 리트 카나리그라스는 지하경을 통하여 질소를 추출해 내기 때문이라고 하였다(Quin, 1979). 옥수수과 비교하여서도 토양중의 질소비료를 보다 효과적으로 탈취한다(Marten 등, 1980; 1981b). 한편, 가축의 분뇨 및 축산폐수 분제는 초지로 환원되어 재활용되는 것이 경제적인 측면에서 유리하며, 과도한 가축분뇨의 초지내의 축적은 토양 및 수질의 오염과 지표유거수에 의한 환경오염 문제와 생활오수 및 가축분뇨의 초산염 및 각종 질소화합물의 과잉유출은 갈수록 심각한 상태로 진행되고 있다. 목초의 증수를 위해서는 질소의 증시가 필수적이고 질소의 과사용은 질산태 질소(Nitrate-N,

NO<sub>3</sub>-N)<sup>1)</sup>의 축적을 피할 수 없다. 이러한 측면에서 리트 카나리그라스는 다른 목초에 비하여 목초중의 질산태질소의 함량을 효과적으로 줄일 수 있다(Ryan 등, 1972; 그림 2). 따라서 이러한 곳에 질소흡수 능력이 높은 리트 카나리그라스를 효과적으로 재배 한다면 매우 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 생각된다.

또, 리트 카나리그라스는 토양유실 다발지역, 배수 불량지 및 목장 주위의 배수로, 저습지, 개류장 주위의 토양을 보호하는 데에는 어떤 목초보다도 효과적인 것으로 알려져 있어(Hovin 등, 1973; Casler와 Hovin, 1980) 토양보호 및 개량에도 매우 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 능력은 적박지의 개량과 잡초유입이 문제시 되는 초지에도 활용이 가능 하리라고 생각된다.

## 5. 콩과 목초와의 혼파의 적합성

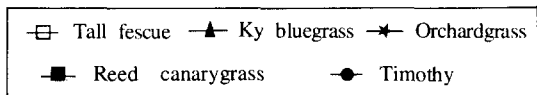
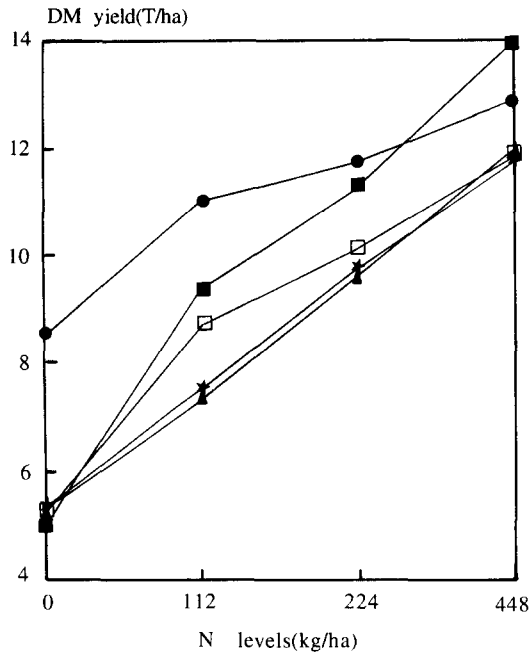
1. 질산태 질소의 안전한계는 학자에 따라 다르나 목초중 0.15% 임.

<표 5> 질소 시비량에 따른 리드 카나리그라스의 건초생산(3회 수확)성 (Niehous, 1971)

질소 시비량(Mt/ha) <sup>1</sup>	건물수량(Mt/ha)	CP 생산량(Mt/ha)	IVDDM 수량(Mt/ha) <sup>2</sup>
84	6.44	0.81	4.22
168	9.26	1.23	6.01
336	11.95	1.95	7.44
672	13.12	2.51	8.27

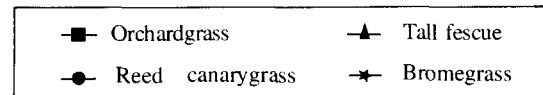
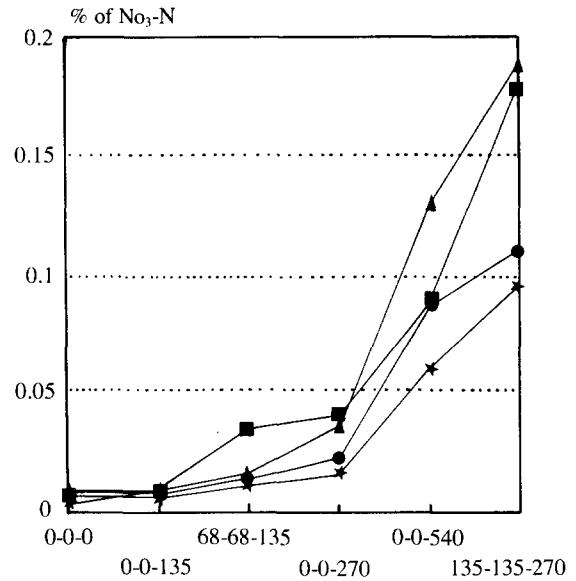
<sup>1</sup> 3년 평균, 질소시비중 반량은 이른봄, 반량은 1회 수확후 사용.

<sup>2</sup> *in vitro* digestible dry matter.



<그림 1> 질소 시비량에 따른 북방형 목초의 반응 (Colyer 등, 1977)

콩과 목초와 혼파하므로서 건초제조시 목초의 건조율을 높일 수 있고 가축에 의한 채식률도 높이는 것이 가능하다. 추천할만한 리드 카나리그라스의 비율은 20~50%의 범위이며 목초의 이용목적에 따라 달라진다. 그러나 화분과의 비율이 50% 이상 되면 강한 지하경으로 인하여 두과의 비율이 유지되기 어



<그림 2> 질소시비 처리에 따른 목초내 질산태질소의 함량(Ryan 등, 1972).<sup>2)</sup>

렵고 고능력우를 위한 섭취량을 증가 시키기 위해서는 리드 카나리그라스가 전체의 20~30%를 넘지 않는 것이 좋다.

미국 미네소타주에서 행한 시험결과에 의하면 이 초종은 혼파시 다양한 관리조건(예취회수)에서 수량이 높게 유지되며 콩과와도 경쟁이 심하지 않은 것으

2. - 질소시용시기: 4월, 6월, 7월  
 - NO<sub>3</sub>-N 분석방법: Devarda's alloy-steam distillation method  
 - 5회 예취 평균

〈표 6〉 3회 수확시 수량과 지속성 및 생활폐수의 흡수 능력

초 종	건물수량(Mt/ha)		질소흡수 (kg/ha)	5년후의 목초식생도 (%)
	사 초	가소화양분		
리드 카나리그라스	11.2	8.3	407	46
오차드그라스	8.1	6.1	262	55
볼페스큐	11.4	7.8	345	12
켄터키 블루그라스	7.2	5.2	249	77
스모스 브롬그라스	6.9	5.2	252	8
티머시	6.9	5.2	239	6

로 나타나고 있다. 알팔파-리드 카나리그라스가 알팔파-오차드그라스 혼파보다 수량과 지속성 면에서 더 나은 것으로 나타났는데, 이는 오차드그라스가 다발형으로 빈 공간을 만드는데 비하여 리드 카나리그라스는 지하경이 빈 공간을 채워주기 때문인 것으로 결론지었다(Sheaffer 등, 1990). 사초의 품질에 주안점이 있다면 억압력이 약한 오차드그라스를, 초지의 잡초를 방지하기 위해서는 리드 카나리그라스와 같은 억압력이 강한 초종이 유리할 것이다(Sheaffer 등, 1984).

실지로 북부 미국에 있어서 알팔파와 리드 카나리그라스를 혼파하여 건초로 이용된 보고는 많다. 즉, Iowa(Jones 등, 1988), Minnesota(Brophy 등, 1987), South Dacoda(Johnson과 Nichols, 1969), Wisconsin(Knueger와 Scholl, 1970). 한편, 오차드그라스, 볼 페스큐, 리드 카나리그라스를 포장에 혼파 하였을 경우 초기에는 오차드그라스가 가장 왕성한 성장을 보이 나 수확말기에 가면 리드 카나리그라스가 우점되며, 온실조건하에서는 오차드그라스가 우세하여 진다고 하였으며 세 초종을 혼파할 경우 정착만 잘 되었다면 결국 리드 카나리그라스가 우점된다고 보고된 바 있다(Sheaffer 등, 1981).

### Ⅲ. 리드 카나리그라스의 알칼로이드 함량과 가축의 기호성

불량환경조건에 적응력이 강하고 질소시비에 대한 반응이 크며 적절한 관리하에서 수량도 높아 농업적으로 매우 우수한 능력을 갖춘 리드 카나리그라스가 광범위하게 재배되지 않는데 대하여 많은 사람들은 가축에 대한 기호성이 낮기 때문이라고 한다. 실지로

오래된 품종인 라이스(Rise)와 벤테이즈(Vantage) 및 저습지에서 자라고 있는 대부분의 재래종들은 하나 또는 두 종류의 기본형 알칼로이드를 상당히 함유하고 있다. 식물의 알칼로이드는 종류가 다양하고 아직 까지 완전히 밝혀지지 않은 사실이 많아서 일부에서는 알칼로이드에 대한 그릇된 인식과 편견을 가지고 있기도 하다. 따라서 식물의 알칼로이드에 대한 이해를 돕기 위하여 이를 정리하고자 한다.

#### 1. 식물의 알칼로이드

\* 유관속 식물의 15-20%는 알칼로이드를 함유하고 있다.

\* 식물체내의 중간 대사산물.

\* 약물학적인 측면에서의 중요성(1639년 부터 항 말라리아 물질, -cinchona A)

\* 과거 100년동안 2,000여 알칼로이드가 식물로부터 분리되고 구조가 연구되고 있음.

\* 현재까지 약 지구상의 약 5%의 식물만이 검토 → 연구가 진행중에 있음.

\* 모든 알칼로이드는 heterocyclic 고리의 일부분으로서 N을 포함한다.

Alkaloid = vegetable alkali

\* 알칼로이드의 이름을 붙이는데는 관행상

heterocyclic ring이 있으면 → 진정 알칼로이드(True Alkaloids)

heterocyclic ring이 없으면 → 프로토 알칼로이드(Protoalkaloids)

\* 알칼로이드의 생합성적 전구물질은 거의 대부분이 아미노산이다.

\* 그 밖의 다중탄소 단위, 즉, 초산염 들도 몇몇 알칼로이드의 최종 구조에 결합한다.

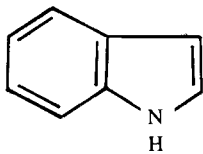
\* heterocyclic ring을 가지는 가지지 않던 간에 아미노산으로부터 유래되지 않은 알칼로이드는 가성알칼로이드(Pseudoalkaloid)라 하며, 탄소골격이 isoprenoid로부터 유래된 것들은 거의 완전히 알칼로이드라고 할 수 있다.

## 2. 알칼로이드의 분류(true, protoalkaloid)

### 1) heterocyclic ring의 유무에 따른 분류

#### ① 진정 알칼로이드(True Alkaloids)

- ㉠ Pyrrolidine
- ㉡ Piperidine
- ㉢ Pyridine
- ㉣ Pyrrolizidine
- ㉤ Phenanthroindolizidine
- ㉥ Quinolizidine
- ㉦ Quinoline
- ㉧ Isoquinoline
- ㉨ Quinazoline
- ㉩ Indol



- ①  $\beta$ -Carboline alkaloids
- ② Ergoline alkaloids

N - Heterocycle의 생합성적 전구물질  
= L - tryptophan

- ㉠ Dihydroindole(Betalains)
- ㉡ Imidazole
- ㉢ Acridine

#### ② 프로토 알칼로이드(Protoalkaloids)

#### ③ Pseudoalkaloids(terpenoid alkaloid)

- ㉠ Monoterpenoid      ㉡ Triterpenoid
- ㉢ Sesquiterpenoid    ㉣ Steroid
- ㉤ Diterpenoid

### 2) 유래된 아미노산에 따른 분류

- ① L-tryptophan                      ⑥ L-aspartic acid
- ② L-tyrosine                        ⑦ L-phenylalanine
- ③ L-histidine                       ⑧ Anthranilic acid
- ④ L-lysine                            ⑨ Mevalonic acid
- ⑤ L-ornithine                        + N-source

## 3. 진정, 원시 알칼로이드의 위치와 분포

- 1) 활발히 성장하는 조직(actively growing tissue)
- 2) 표피와 표피하부 세포(epidermal, hypodermal cells)

#### 3) 도관집(vascular sheaths)

#### 4) 유액 관(고부조직 관; latex vessels)

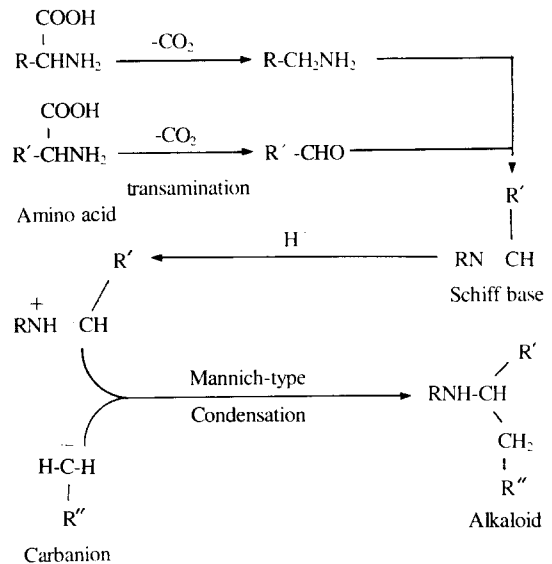
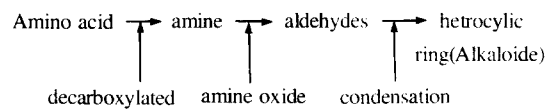
\* 액포(어린세포에는 발견되지 않으나 액포가 커지면 축적)

\* 죽은세포의 유연조직에서 많이 발견됨

\* 알칼로이드는 합성된 장소보다는 다른 조직에 축적됨

\* 처음에 합성된 물질이 아니라 구조적변형이 일어나서 축적

## 4. 진정, 원시 알칼로이드의 생합성(상세한 내용은 생략)



## 5. 알칼로이드의 생화학적 기능

모든 식물의 모든 부위에서 발견되는 알칼로이드가 일반적인 대사에 어떠한 기능을 하는지에 대한 연구가 진행되었으나 생태학적인 측면에서 식물을 섭취하는 곤충이나 동물로부터 자신을 보호하기 위

한 기능을 가진 것이 아닌가 하는 것 이외에는 생화학적으로나 생리적으로 특별히 밝혀진 것이 없다.

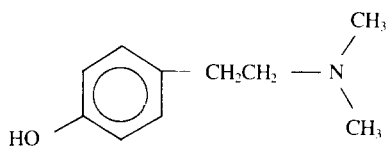
1) 동물에 있어서 요소나 요산을 처리하듯 식물에 있어서 질소배설산물의 처리기능

2) 질소저장기능으로서의 역할 - 그러나 질소결핍조건에서 이들을 이용하는지는 명확치 않음

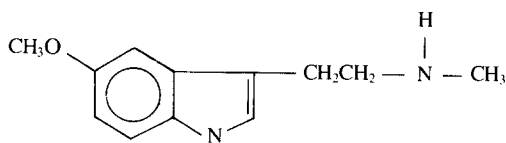
3) 생장조절제로서의 역할 - 특히 발아 억제제로서의 역할

4) chelating power에 의한 이온균형을 유지보완하는 기능

5) 알칼로이드는 동물과 동물조직에 많은 영향을 미치는데 주로 신경계통에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.



Hordenine



5-methoxy-N-methyltryptamine

\* Indol계 알칼로이드인 N, N-dimethyltryptamine, 5-methoxy-N, N-dimethyltryptamine Gramine, 알칼로이드가 가축의 기호성과 부의 상관성이 있음(Simons 와 Marten, 1971).

\* 알칼로이드의 함량은 늦여름에 최대를 보이며, 이는 수분부족에서 오는 것 같다(Majak 등, 1979).

\* 품종에 따라 알칼로이드 함량과, 가축의 기호성, 설사빈도 및 증체량에 많은 차이가 있음(Marten 등, 1976, 1979, 1981, 1990).

\* 생육기에 따른 gramine과 hordenine 함량은 서로 달라 1차 수확시에 비하여 재생목초에서 높으며 gramine은 10배, hordenine은 2배 이상 높다. 또 gramine은 엽신에서, hordenine은 엽초에서 그 함량이 높다(Woods 등, 1979).

## 6. 리드 카나리그라스의 알칼로이드

\* 리드 카나리그라스는 최소 8종류의 알칼로이드를 함유하고 있다.

### ① Indol계통

가 gramine

나 N-methyltryptamine

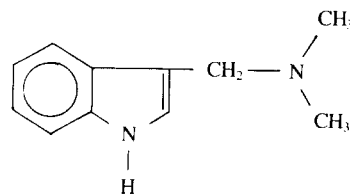
다 N, N-dimethyltryptamine

라 2-methyl-1, 2, 3, 4-tetrahydro-β-carboline

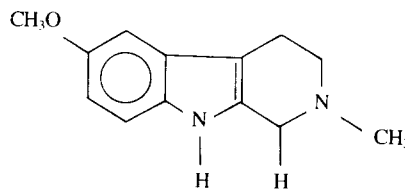
마 5-methoxy-N, N-dimethyltryptamine

바 2-methyl-6-methoxy-1, 2, 3, 4-tetrahydro-β-carboline

### ② hordenine(carboline 계통) - 2종류



Gramine



Carboline alkaloid nucleus

## 7. 알칼로이드가 가축에 미치는 영향

알칼로이드는 쓴맛이 나고, 쓴맛이 방목가축의 섭취를 거부하게 만든다. 총 알칼로이드 함량은 가축의 생산능력과 고도의 저(-)의 상관관계를 나타내는 것으로 알려져 있다.

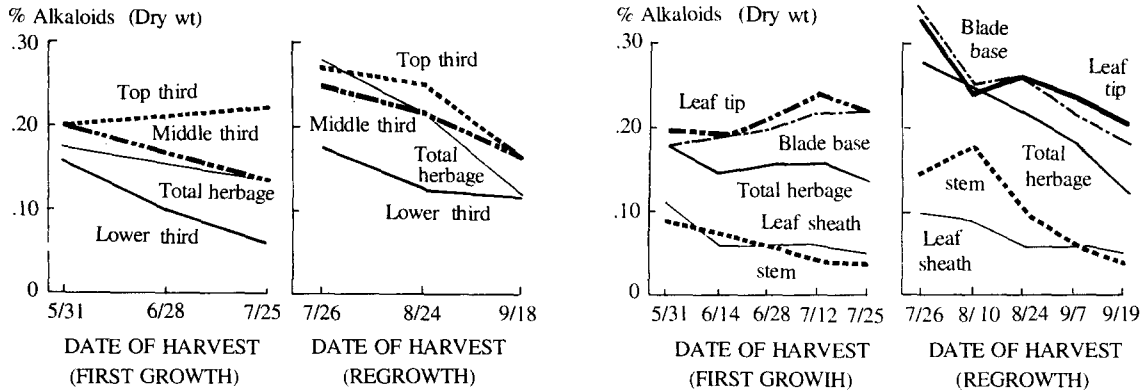
### 1) 곤충과의 관계

\* cinnabar 나방(*Tyria jacobaeae*) - Pyrrolizidine 알칼로이드가 있는 곳에서만 알을 낳는다.

\* danoid 나비 - 페르몬 형성에 Pyrrolizidine 알칼로이드 반드시 필요

### 2) 가축과의 관계

\* 알칼로이드이 종류에 따라 방목가축에게 매우 다양하게 영향을 미친다.



〈그림 3〉 리드 카나리그라스의 gramine과 hordenine 함량의 계절적 변화(Woods 등, 1979).

• 목초가 아닌 잡초 및 관목에 의한 각종 알칼로이드가 가축에 미치는 영향에 대해서는 Cheeke 및 Shull(1985)의 문헌을 참고 바람. 여기서는 주로 갈풀속(리드 카나리그라스 포함)의 알칼로이드에 대하여 언급하고자 함.

\* 주로 동물의 신경계통과 연관이 있는 것으로 밝혀짐.

\* 단순 그라민 알칼로이드(simple gramine alkaloids)는 기호성을 감소시키고,

\* 복합형태의 트립타민-카볼라인 알칼로이드(tryptamine-carboline alkaloids)는 기호성을 저하시키는 동시에 설사를 일으키게 하는 특성을 가지고 있다.

### ① 기 호 성

\* 부롬그라스보다 면양에 대한 기호성이 낮음 - Blakeslee 등(1956)

\* 부롬그라스나 오차드그라스보다 옛 품종인 'Rise' 리드 카나리그라스는 면양에 대한 기호성이 낮고 설사증세가 조금 더 관찰됨 - Marten과 Jordan(1974)

\* 乳牛. 육성우에 있어서 선택채식을 하지 않는 경우 부롬그라스에 비하여 증체량과 섭취량에 있어서 차이가 없었음 - Marten과 Donker(1968)

\* 리드 카나리그라스의 Indol 알칼로이드 함량과 면양의 기호성 간에는 고도의 상관성이 있었음 - Simons와 Marten(1971), Marten 등(1973) → 리드 카나리그라스의 선발에 있어서 총 Indol 알칼로이드 함량이 선발기준이 될 수 있다고 발표.

\* 乳牛 보다는 면양에 있어서 Indol 알칼로

이드 함량과 기호성간에 더 높은 상관성을 보여 면양이 기호성에 매우 민감하다고 결론 - Marten(1978)

\* 면양에 있어서 채식을 거부하는 Indol 알칼로이드 함량은 사초 건물의 0.6% 이나 때로 0.4%에서도 나타나며, 이 량은 일부 Indol 알칼로이드 함량이 매우 높은 품종이 있다고 하더라도 여러가지 유전형태의 리드 카나리그라스가 혼재하여 있을 때에는 거의 나타나지 않았다고 함 - Marten(1981)

\* 리드 카나리그라스 유전형질의 기호성 또는 알칼로이드 함량과 섭취량 간에는 부의 상관성이 있음 - Roe와 Mottershead(1962), O'Donovan 등(1967), Marten 등(1976) → 선발에 의하여 기호성 개선여지 있음을 제시

\* 8개의 서로 다른 유전형질의 리드 카나리그라스를 비교한 결과 면양과 육성우의 일당증체량은 총 Indol 알칼로이드 함량과 부의 상관성이 있었고, 고 알칼로이드 식물체와 트립타민카볼라인의 함량이 높은 식물체가 저 알칼로이드와 그라민함량이 높은 식물체에 비하여 설사가 많았다. - Marten 등(1976)

### ② 증 체 량

\* Marten 등(1981a) - 미네소타-76 품종은 면양 방목시 라이스(Rise) 품종보다 일당증체량에 있어서 51~95%, 벤테이즈(Vantage) 품종보다는 14~87%가 높았고 설사발생률도 낮았다(표 5).

### ③ 섭 취 량

\* 면양에 의한 리드 카나리그라스 건초의 섭취량과 가스화건물 섭취량은 Birdsfoot trefoil과 al-



〈표 7〉 알칼로이드 함량과 가축의 기호성(Marten, 1989. In Sheaffer 등, 1990)

초 종	알칼로이드함량(%)	기호성 <sup>1</sup>
스무스 브롬그라스	없 음	2.0
오차드그라스	없 음	4.4
Venture 리드 카나리그라스	0.11	3.2
Palaton 리드 카나리그라스	0.11	2.8
MN-76 리드 카나리그라스	0.09	3.2
Rise 리드 카나리그라스	0.21	5.6
Vantage 리드 카나리그라스	0.15	5.5

<sup>1</sup> 기호성: 1=완전히 채식함, 10=완전히 거부함.

falfa 보다는 못하나 smooth brome grass, timothy와는 비슷 하였음(Ingall 등, 1965).

\* alfalfa와 reed canarygrass를 방목, 청예 및 건초로 비교하였을 때 alfalfa가 우수함(O'Donovan 등, 1967; Donker 등, 1976).

\* 방목육우의 경우에 Tall fescue보다 reed canarygrass의 섭취량이 많음(Bryan, 1970).

\* 미국의 경우 리드 카나리그라스를 6월 첫주 이후 12~15일을 지연시킬 경우 유우와 면양에 대한 건물섭취량이 20~24% 감소하였다(Colovos, 1969).

④ 가축에 대한 문제발생

\* 미국과 캐나다에서는 중요시되고 있는 리드 카나리그라스에 대한 어떤 문제도 보고된 바 없다(Cheeke와 Shull, 1985).

\* 뉴질랜드에서는 면양에 있어서 리드 카

나리그라스의 방목에 의한 만성적 질병이 보고된 바 있다(Hartley, 1978).

\* 알칼로이드 함량이 건물의 0.2% 이상일 때 증체가 줄어드는 이유는 기호성이 떨어지고 설사의 빈도가 많아지기 때문인 것으로 알려짐(Cheeke와 Shull, 1985).

\* 알칼로이드 함량과 *in vitro* 소화율과는 관계가 없는 것으로 밝혀져, 가축의 생산력은 반추위에 미치는 기능보다는 다른 요인에 의하여 영향을 받는 것으로 알려짐(Coulman 등, 1977).

\* reed canarygrass의 tryptamin alkaloid는 소의 급성 폐기종을 일으킬 소지를 가지고 있으나 리드 카나리그라스의 알칼로이드가 소의 폐기종을 일으킬 수 있는 3-methylindol로 대사되는 과정은 아직 명확히 밝혀진 바 없다(Majak 등, 1979; Parmar 와 Brink, 1976).

〈표 8〉 리드 카나리그라스 품종에 따른 방목면양의 일당증체 및 설사 발생률

리드 카나리그라스 품 종 명	Indol Alkaloid <sup>1</sup>		평 균 일당증체량(g)	설 사 발생률(%)
	함량(%)	Type <sup>2</sup>		
라이스(Rise)	0.30	(높음) mixed	68	20
벤테이즈(Vantage)	0.26	(높음) gramine only	82	2
미네소타(MN-76)	0.10	(낮음) gramine only	118	2

<sup>1</sup> Indol 알칼로이드가 건물의 0.2% 이상이면 증체가 감소되기 시작.

<sup>2</sup> Gramine과(또는) tryptamine-carboline. 2년 평균.

#### IV. 리드 카나리그라스의 화학적 성분

〈표 9〉 리드 카나리그라스의 화학적 성분과 소화율(축사, 1988)

숙 기	화 학 적 조 성 분					소 화 율			
	CP	EE	NEE	CF	Ash	CP	EE	NFE	CF
	(%)					(%)			
수잉기(생초)	24.60	5.27	28.75	30.92	10.47	78.8	68.0	63.0	73.2
건초	25.98	5.37	29.91	29.06	9.68	—	—	—	—
출수기(생, *일본)	16.07	4.30	36.58	31.53	11.52	70.0*	52.0*	60.0*	63.0*
건초	13.77	3.06	42.12	32.46	8.59	54.6*	69.5*	63.0*	50.7*
개화기(생, *계산)	13.98	3.65	41.56	33.21	7.60	58.0*	60.3*	21.9*	50.9*
건초	13.96	3.64	41.58	33.21	7.61	58.0*	60.3*	28.9*	50.9*
결실기(생, *계산)	7.52	0.32	51.44	34.20	6.41	59.1*	54.9*	52.0*	67.6*
건초	7.52	3.77	47.99	34.31	6.40	46.4*	54.1*	36.9*	56.8*

〈표 10〉 리드 카나리그라스의 화학적 조성분(Decker 등, 1967)

1회수확시 숙 기	질 소 수 준	년 도	Connecticut				Maryland
			NFE	조섬유	조지방	조단백질	조단백질
			(%; 풍건물기준)				
절간신장전기	높 음	1960	36.3	21.2	3.4	18.4	22.5
절간신장기			33.0	25.3	4.0	18.6	—
출수초기			37.4	30.6	3.8	11.8	16.8
개화초기			39.2	29.0	3.8	10.8	12.6
만개화기			44.1	30.7	3.5	9.1	10.8
절간신장전기	낮 음	1960	40.8	20.2	3.5	16.0	19.3
출수초기			39.5	29.6	3.3	9.4	16.9
개화초기			40.6	29.4	3.5	9.4	11.5
만개화기			48.1	28.9	2.8	7.3	10.3
절간신장전기	높 음	1962	28.0	19.3	5.6	31.0	21.0
절간신장기			32.4	22.1	4.1	25.5	—
출수초기			38.6	27.6	4.3	15.0	14.4
개화초기			36.6	31.4	3.8	14.0	11.3
만개화기			50.2	29.0	2.6	10.5	10.0
절간신장전기	낮 음	1962	38.0	13.7	5.9	26.8	17.5
출수초기			38.0	19.8	4.4	22.5	13.0
개화초기			46.2	27.5	3.2	10.0	10.9
만개화기			50.5	27.2	2.6	7.5	9.4

〈표 11〉 리드 카나리그라스의 사료가치(축사, 1988)

구 분	영 양 가						
	DCP	TDN	DE	ME	NEm	NEg	NEI
	(%)			(Mcal/kg)			
수잉기(생초)	19.38	68.18	3.01	2.47	1.58	0.98	1.58
건초	20.47	68.80	3.03	2.49	1.60	1.00	1.60
출수기(생초)	11.25	58.09	2.56	2.10	1.25	0.68	1.33
건초	7.52	55.29	2.44	2.00	1.15	0.59	1.26
개화기(생초)	8.11	39.07	1.72	1.41	0.57	0.04	0.86
건초	8.10	41.96	1.85	1.52	0.68	0.15	0.93
결실기(생초)	4.44	54.78	2.42	1.98	1.13	0.57	1.25
건초	3.49	45.28	2.00	1.64	0.80	0.26	1.01

## V. 리드 카나리그라스 품종의 특성

품종에 따라 알칼로이드 함량과 기호성 및 가축생산성에 많은 차이가 있고(Roe와 Mottershead, 1962; O'Donovan 등, 1967; Marten 등, 1976; Marten, 1981, 1989), 리드 카나리그라스내의 알칼로이드의 함량은 환경이나 예취관리에서 보다는 유전형에 더욱 영향을 받으며, 또한 높은 유전력을 갖기 때문에 germplasm에 의한 개량효과가 높다고 할 수 있다(Woods와 Clark, 1971; Barker와 Hovin, 1974; Hovin과 Marten, 1975; Gander 등, 1976; Marum 등, 1979; Woods 등, 1979). 또한 리드 카나리그라스의 농업적, 영양가치적 측면에서의 다양성은 유전적 개량효과가 다른초종에 비하여 높다고 할 수 있다(Baltensperger와 Kalton, 1958, 1959; Carlson, 1966; Asay 등, 1968; Carlson 등, 1969; Simons와 Marten, 1971; Woods와 Clark, 1971; Barker와 Hovin, 1974; Hovin과 Marten, 1975; Hovin 등, 1976, 1978; Marum 등, 1979a, 1979b; Woods 등, 1979; Barker 등, 1981; Christensen 등, 1984).

많은 식물 육종가의 계속적인 노력으로 저알칼로이드 품종인 'MN-76'이 비농무성과 미네소타 농업시험장의 공동노력으로 1983년에 개발되었고, 같은 해에 방목가축에 대한 기호성이 크게 향상된 'Palaton; Land O'Lakes'과 'Venture; Pioneer Hi-Bred International' 품종이 개발되기에 이르렀다. 앞으로도 보다 생산성이 높고 품질이 우수하면서 저알칼로이

드 품종의 육성개발이 전망된다. 이제까지의 시험된 리드 카나리그라스 품종의 특성을 요약하면 표 12와 같다.

우리 나라에서도 프론티어, 벤취, 벤테이지 등 3품종이 정부 장려 품종으로 되어 있으나 벤취를 제외하고는 모두 알칼로이드 함량이 높은 품종이다. 대관령 등지에서는 저 알칼로이드 계통인 'Venture'와 'Palaton'이 고 알칼로이드 이면서 대조품종인 'Frontier'보다 수량이 월등히 높았으나 수원에서의 결과는 품종간 큰 차이가 없음을 보여주고 있다(김, 1992; 서와 김, 1992). 이러한 경향은 아마도 지역적인 기상환경(온도, 일조, 강수량)의 차이에서 기인되는 것이 아닌가 생각되어 심도 있는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## VI. 생산 및 관리

### 1. 파 종

1) 휴면, 미성숙 등으로 인하여 발아가 더디고 불규칙하므로(Vose, 1959) 발아율이 80% 이상일 때 ha당 6~10kg을 파종하는 것이 적당하다.

2) 볏짚 또는 늦여름에 충분한 토양수분이 유지될 때 파종하는 것이 좋다.

3) 유식물은 추위 및 건조에 약하며 생육이 느리기 때문에 파종 후의 유식물기에 있어서 관리에 유의해야 한다.

4) 파종상은 경운 상·하층이 잘 접촉될 수 있게

<표 12> 리드 카나리그라스 품종과 특성

품종명	육종년도	육종국(주, 회사)	적요
Superior	1926	Oregon	밭에서 재배목적
Ioreed	1946	Iowa	내구력, 활력있음
Auburn	1952	Alabama	
Rise	1971	Iowa(Rudy-Patrick Seed Co.)	내병성, 종자생산성
Frontier	1959	Ontario(Ottawa 연구소, Can)	다엽, 만생종
Grove	1970	Ontario(Ottawa 연구소, Can)	다엽, Frontier보다 7-10일 만생
Castor	1972	Alberta(S. G. Bonin)	Frontier와 유사하나 종자생산 높음
Vantage	1972	Iowa 주립대	Rise보다 종자생산 높고 2-3일 조생
Flare	1970	MN (Land O'Lakes Co.)	1970년 초에 개발
MN-76 pop.	1983	MN (MAES-USDA)	저알칼로이드(gramine type)
Venture	1983	MN (Pioneer Hi-bred Inc.)	저알칼로이드(Land O'Lakes 처음육종)
Palaton	1983	MN (Land O'Lakes)	저알칼로이드

- 1983년 부터 저 알칼로이드 품종이 선보임에 따라 신품종을 대상으로 가축의 생산성과 재배방법 등에 관한 새로운 연구의 필요성이 인식됨.

<표 13> 리드 카나리그라스 도입 품종비교(김, 1992)

품종	초장	내병성	내한성	건물수량			건물수량 지수
				1회	2회	총계	
cm				Kg/ha			%
Frontier(대조)	81	9	8	1,857	3,572	5,430	100
Palaton	95	9	9	2,965	3,773	6,738	124
Venture	92	9	9	3,072	4,145	7,217	133

(주) 시험장소: 삼양축산(주) 대관령목장 (해발 1,000m), 과종일 1985. 7. 24.  
질소소비량(kg/ha): 170 (3회 분시), 수확일: 86. 7. 4, 86. 9. 14.

<표 14> 리드 카나리그라스 도입 품종비교 (김, 1992)

품종	내병성	내한성	피복율	건물수량				건물수량
				1984	1985	1986	총계	
%				kg/ha				%
Frontier	9	7	91.0	13,107	8,004	7,508	9,504	100
Venture	9	8	92.7	14,161	8,265	7,859	10,095	106
Flare	9	9	93.9	15,688	7,265	6,739	9,897	104

(주) 시험장소: 수원시 서울대 농업생명과학대 실험목장, 과종일: 1983. 9. 8.  
질소소비량(kg/ha): 180 (3회 분시), 수확일: 1984 (4회), 1985 (3회), 1986 (3회)

〈표 15〉 리드 카나리그라스 품종비교(서 및 김, 1992)

품종	초장		출수일 (50%, '90)	건물수량					조단백질('90)	
	4/30	수확시		1회	2회	3회	4회	총수량	2차	3차
	cm		kg/ha					%		
Palaton	26	57	5월 30	2,361	2,163	2,865	3,203	10,592	18.8	13.7
Venture	25	57	5월 29	2,340	2,032	2,864	3,169	10,405	19.5	16.0
Caster	25	52	5월 28	2,475	1,889	2,803	2,851	10,018	21.2	13.1
Frontier	34	52	5월 29	3,657	2,275	2,513	2,832	11,277	16.0	15.0

(주) 시험장소: 축시, 수원, 과종일: 1989. 9. 5. 시험성적: 1991~1992 3년 평균.

사비량(kg/ha): 기비: 80-200-70, 관리비료: 280-200-240, 4회 분량분시.

진압하여 주어야 한다.

5) 리드 카나리그라스의 종자는 휴면과 경과(hardcoat)가 많아 냉장고와 같이 서늘한 곳에 저장하였다가 모래와 섞어 잘 혼든다음 파종하는 것이 좋다.

## 2. 시비

1) 리드 카나리그라스는 방석을 형성하는 특성이 있기 때문에 절소시비를 충분히 하지 않으면 수년 내에 수량이 급격히 떨어진다.

2) 절소비료를 많이 줄 때에는 인산 및 칼리비료도 증시 되어야 한다.

3) 연간 ha당 200kg 이상의 질소(N)성분이 사용되지 않는 한 타 목초보다 증수가 어렵다(Bonin과 Tomlin, 1968; Rhykerd 등, 1969; Niehaus, 1971).

4) 질소의 분시(分施)는 계절적 균일생산과 생산기간을 연장 시킨다.

## 3. 예취

1) 리드 카나리그라스 타 목초(오차드그라스, 부로움그라스, 톨페스큐, 티머시)에 비하여예취에 둔감하며 주수가 감소하지 않는다(Marten 등, 1979; Marten 과 Hovin, 1980).

2) 예취높이는 목초의 생육조건과 예취빈도에 따라 수량과 주수에 영향을 준다.

3) 예취높이를 8~10cm로 하면 재생이 빠르고 연간수량이 높으나(Davis, 1960; Horrocks와 Washko, 1969; Lawrence와 Ashford, 1979), 4cm 남겨두고 베도 증수에 영향이 없었다는 보고도 있다(Raese, 1963;

Horrocks와 Washko, 1971).

4) 이 목초의 재생은 식물의 발육형태에 의해 크게 영향 받지 않으므로 수확시 생장점의 제거여부는 재생에 영향을 크게 미치지 않는다.

5) 이 목초는 개화를 위해서 동계조건(춘화작용)이 필요하다. 따라서 1회 수확후 재생주는 영양생장만을 하지만, 이삭을 내지는 않으며 줄기가 올라올 때도 있다.

6) 너무 자주, 낮게 베면 광합성을 할 수 있는 잎 넓이가 줄어들고 지하경의 탄수화물 함량을 줄이기 때문에 결과적으로는 재생이 늦고 포기수와 수량이 감소된다.

## Ⅶ. 이용방법

### 1. 방목

1) 초장이 15~60cm 일 때 최고의 수량을 보이며, 생육이 계속되면 이용성이 매우 낮아져서 섭취량과 가축생산성이 급격히 낮아지기 시작한다.

2) 방목은 짧은 기간동안 방목강도를 높여서 순환방목으로 이용하는 것이 최적이다.

3) 방목강도가 낮게 계속 방목을 하면 선택채식으로 인하여 성숙줄기가 남게 된다. 또, 강순환방목을 하더라도 계속 방목만 하게 되면 뺏뺏하고 짧은 그루터기가 남게 되는데, 이 때에는 한여름에 기계로 짧게(5~7cm) 예취하여 주면 된다(Marten 과 Donker, 1968).

4) 리드 카나리그라스의 생육모형은 오차드그라스와 같아서 재생이 신속하다.

5) 내한성은 강하다 하나라도 耐霜性은 Tall fescue 보다 떨어져 초겨울 초지로서는 부적합하다 (Wedin 등, 1966).

6) 강한 포복경으로 인하여 방목에 매우 잘 견디고, 습지와 가뭄이 잘 타는 곳에서도 잘 견딘다.

## 2. 건 초

1) 다른 북방형 목초보다 수량이 높다(미국 및 국내 시험결과 참조).

2) 미국에 있어서 건조 생산량

- 9~20t/ha ---- Scoth(1929, Oregon)

- 13t(건물)ha --- Decker 등(1967); Marten 등(1979, Minnesota, 적정 시비와 예취조건)

- 17t(건물)ha --- Rhykerd 등(1969); Colyer 등(1977, West Virginia)

3) 고품질 건조 제조시는 출수전에 첫번째 수확을 해야 함.

4) 연간 4회 수확보다는 연간 2~3회 수확시 수량이 높음(Decker 등, 1967; Marten과 hovin, 1980).

5) 기계작업 곤란 등의 이유로 수확이 지연될 경우 수량이 높은 우수한 깔짚생산이 가능.

## 3. 사일리지

1) 건조적기에 수확하여 사일리지로 만들면 기호성이 높으며 고품질의 사초생산이 가능하다 (Schaller 등, 1972; Bittman 등, 1981).

2) 출수초기에 수확하고 세절하면 사일리지로 저장에 매우 잘 되는 편이다.

## VIII. Reed canarygrass의 알칼로이드 분석

1. Simons and Marten 법(1971)

2. Woods and Clark 법(1971)---Thin layer chromatography(TLC)

### ※ 알칼로이드의 추출과 정제

1) 냉동된 샘플 5g을 잘게 썰어 100ml CMA에서 하루밤 동안 추출한다(또는 생초를 2~4g 정도 수확하여 test tube에 넣고 즉시 냉동한 후 필요에 따라

20ml의 chloroform - methanol - ammonia(26:33:1) 용액에서 최소 8시간 이상 추출한다).

2) 목초를 꺼낸 다음 2N 황산 10ml를 첨가하고 잘 뒤섞는다(Stir).

3) 혼합후 염색된 chloroform 층을 버린다.

4) 5ml의 진한 암모니아를 첨가한 후 20ml의 칼로로포름을 첨가하여 혼합한 후 잘 뒤섞는다(이 때의 pH는 약 10 정도).

5) 침전후 수용액의 윗 부분(물 부분)을 버린다.

6) 10ml의 증류수를 가하여 혼합하고 잘 섞은 다음 혼합물이 완전히 침전하면 다시 물부분을 버린다.

7) Chloroform 분리층(보통 약 10ml)은 제거하여 다른 test tube에 넣어 두었다가 hordenine 분석에 사용한다.

8) 분리층과 나머지 부분은 공기 흡입장치가 있는 곳에서 완전히 말린다.

- 알칼로이드 혼합물에서 hordenine과 gramine의 회수율은 약 75%이며, 이 수치를 계산시 사용한다. 이러한 회수율은 시험자에 따라 달라질 수 있다.

### ※ 크로마토 그래피

- TLC(thin layer chromatography)를 이용(T 또는 MeO-group 알칼로이드가 없는 식물체 분석).

- 추출방법은 위와 동일하며 다만 7)번의 크로로포름 분리층을 나누지 않는다.

- Crude base를 0.25ml의 chloroform에 용해시키고 10ul 분리층은 E Merck Pre-Coated TLC Plate, Silica Gel 60, 0.25mm 두께로 한다<sup>3)</sup>.

- developing solvent: methanol: ammonia = 7:1(v/v)

- Spots: 95% ethanol + 진한 염산에서 xanthrodrol로 보이게 함(표 16).

## IX. 보완되어야 할 과제

① Reed canarygrass가 유생산에 미치는 영향

\* 산유량, 번식효율(번식간격, 수태율, 등) 및 유질

3. 이 물질은 USDA나 미네소타 대학에서 보증된 것은 아니다.

〈표 16〉 추출물질의 크로마토그래픽 특성과 xanthrydrol용액에서의 색깔.

혼합물질	Rf	색깔
- 3,3'-Bisindolylmethane	0.80	붉은자주
- N,N-dimethyltryptamine	0.67	자주
- 5-Methoxy-N,N-dimethyltryptamine	0.65	파랑
- Gramine	0.53	보라
- N-methyl-tryptamine	0.45	자주
- 5-Methoxy-N-dimethyltryptamine	0.42	파랑
- Nor-gramine	0.32	보라

※ Gramine, Hordenine의 정량의 정량—Woods 등 (1979) 참조

- ② Reed canarygrass에 의한 육우의 생산성
- ③ Alkaloid의 정량분석 방법의 체계화
- ④ Reed canarygrass의 토양보호 및 보존효과(적습지, 척박지, 절토지)
- ⑤ Reed canarygrass의 분뇨(가축분) 및 생활오수 정화능력
- ⑥ 저 알칼로이드계 품종육성을 위한 생태형의 수집 및 분석
- ⑦ 질소 및 분뇨의 과잉 급여시 질산태질소 함량과 축적량
- ⑧ 신품종의 육성과 도입(저 알칼로이드 계통)
- ⑨ 방목, 예취 및 시비관리에 대한 반응(우점, 지속성, 수량)
- ⑩ 두과 및 화분과와의 혼과조합 및 효과적인 제거방법

## X. 참고문헌

1. Ahlgren, G.H. Forage Crops. 1956. McGraw-Hill, New York, 2d ed., pp. 195-204.
2. Allinson, D.W., M.B. Tesar, and J.W. Thomas. 1969. Influence of cutting frequency, species, and nitrogen fertilization on forage nutritional value. Crop Sci. 9:504-508.
3. Alway, F.J. 1931. Early trials and use of reed canarygrass as a forage plant. J. amer. Soc. Agron. 23:64-66.

4. Arakeri, H.R. and A.R. Schmid. 1949. Cold resistance of various legumes and grasses in early stages of growth. Agron. J. 41:182-185.
5. Archibald, J.G., H.D. Barnes, H. Fenner, and B. Gersten. 1962. J. Dairy Sci. 45:858-60.
6. Asay, K.H., I.T. Carlson, and C.P. Wilsie. 1968. Genetic variability in forage yield, crude protein percentage, and palatability in reed canarygrass, *Phalaris arundinacea* L. Crop Sci. 8:568-571.
7. Baker, R.B. and A.W. Hovin. 1974. Inheritance of indol alkaloid in reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.). I. Heritability estimates for alkaloid concentration. Crop Sci. 14:50-53.
8. Baltensperger, A.A. and R.R. Kalton. 1958. Agron J. 50:659-63.
9. Baltensperger, A.A. and R.R. Kalton. 1959. Agron J. 51:37-38.
10. Barker, R.E., A.W. Hovin, I.T. Carlson, P.N. Drolsom, D.A. Sleper, J.G. Ross, and M.D. Casler. 1981. Crop Sci. 21:567-571.
11. Barker, R.E. and A.W. Hovin. 1974. Crop Sci. 14:50-53.
12. Barnes, R.F. and G.O. Mott. 1970. Evaluation of selected clones of *Phalaris arundinacea* L. I. *In vitro* digestibility and intake. Agron. J. 62:719-722.
13. Bitman, S.J. Washington, B.E. coulman, and S.G. Bonin. 1981. Agr. Can. Publ. 805.
14. Blakeslee, L.H., C.M. Harrison, and J.F. Davis. 1956. Ewe and lamb gains on brome and reed canarygrass pasture. Mich. Agr. Exp. Sta. Quart. Bull. 39:230-235.
15. Bonin, S.G. and B.P. Goplen. 1963. Can J. Plant Sci. 43:200-205.
16. Bonin, S.G. and B.P. Goplen. 1966. Heritability of seed yield components and some visually evaluated characters in reed canarygrass. Can. J. Plant Sci. 46:51-58.
17. Bonin, S.G. and D.C. Tomlin. 1968. Effects of nitrogen on herbage yields of reed canarygrass harvested at various development stages. Can. J. Plant Sci. 48:511-517.
18. Bowden, K. and L. Marion. 1951. The biogenesis of

- alkaloids. IV. The formation of gramine from tryptophan in barley. V. Radioautographs of barley leaves fed with tryptophan-B A-C<sup>14</sup>. *Can. J. Chem.* 29:1037-1045.
19. Bryan, W.B., W.F. Wedin, and R.L. Vetter. 1970. Evaluation of reed canarygrass and tall fescue as spring-summer and fall-saved pasture. *Agron. J.* 62:75-80.
  20. Byers, R.A. and K.E. Zeiders. 1976. *J. Environ Qual* 5:205-206.
  21. Buttler, G.W. and R.W. Bailey. 1973. Chemistry and biochemistry of herbage. V. I, II, III. Academic Press, London and New York.
  22. Carlson, I.T. 1966. In *Proc 10th Int. Grassld Congr*: 637-641.
  23. Carlson, I.T., K.H. Asay, W.F. Wedin, and R.L. Vetter. 1969. Genetic variability in vitro dry matter digestibility of fall-saved reed canarygrass, phalaris arundinacea L. *Crop Sci.* 9:162-164.
  24. Casler, M.D. and A.W. Hovin. 1980. *Crop Sci.* 20:511-15.
  25. Casler, M.D. and A.W. Hovin. 1984. Genotype x environment interaction for reed canarygrass forage yield. *Crop Sci.* 24:633-636.
  26. Casler, M.D. and A.W. Hovin. 1980. *Crop Sci.* 20:511-515.
  27. Christensen, D.W., D.D. Stuthman, and A.W. Hovin. 1984. Associations among morphological and digestibility characters in reed canarygrass. *Crop Sci.* 24:675-678.
  28. Colbry, V.L. 1953. In *Proc. Assoc. Off. Seed Anal.* 45:50-56.
  29. Colovos, N.F., R.M. Koes, J.B. Holter, J.R. Mitchell, and H.A. Davis. 1969.
  30. Digestibility, nutritive value and intake of reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.). *Agron. J.* 61:503-505.
  31. Colyer, D., F.L. Alt, J.A. Balasko, P.R. Henderlong, G.A. Jung, and V. Thang. 1977.
  32. Economic optima and price sensitivity of N fertilization for six perennial grasses. *Agron. J.* 69:514-17.
  33. Culvenor, C.C.J., R. Dal Bon, and L.W. Smith. 1964. Occurrence of indolalkylamine alkaloids in *Phalaris tuberosa* and *arundinacea*. *Australian J. Chem.* 17:1301-1304.
  34. Davis, W.E.P. 1960. Effect of clipping at various heights on characteristics or regrowth in reed canarygrass. *Can. J. Plant Sci.* 40:452-456.
  35. Davis, L.E., G.C. Marten, and R.M. Jordan. 1967. *Agron J.* 59:544-46.
  36. Decker, A.M., G.A. Jung, J.B. Washko, D.D. Wolf, and M.J. Wright. 1967. Management and productivity of perennial grasses in the northeast. I. Reed canarygrass. *West Vir. Agr. Exp. Sta. Bull.* 550T. p. 1-43.
  37. Donker, J.D., G.C. Marten, R.M. Jordan, and P.K. Bhargava. 1976. *J. Anim. Sci.* 42:180-84.
  38. Dvorak, R.A. and D.A. Miller. 1976. The nutritional Value of Maturing forage crops. III. Research, Univ. of Ill. *Agr. Exp. Sta.* 18:16-17.
  39. Evans, M.W. and J.E. Ely. 1941. Growth habits of reed canarygrass. *J. Amer. Soc. Agron.* 33:1017-1027.
  40. Gander, J.E., P. Marum, G.C. Marten and A.W. Hovin. 1976. *Phytochemistry* 15:737-38.
  41. Goodwin, T.W. and E.I. Mercer. 1983. Introduction to plant biochemistry. Chp 13. The alkaloids, p. 480-527. Pergamon Press, Oxford.
  42. Goplan, B.P., S.G. Bonin, W.E.P. Davis and R.M. MacVicar. 1963. Reed canarygrass. *Can. Dept. Agr. Publ.* 805.
  43. Griffith, W.L. and C. M Harrison. 1954. *Agron J.* 46:163-67.
  44. Hagman, J.L., G.C. Marten and A.W. Hovin. 1975. Alkaloid concentration in plant parts of reed canarygrass of varying maturity. *Crop Sci.* 15:41-43.
  45. Hanson, C.L., J.F. Power, and C. J. Erickson. 1978. forage yield and fertilization recovery by three irrigated perennial grasses as affected by N fertilization. *Agron. J.* 70:373-375.
  46. Heath, M.E. 1946. *Iowa Agr. Exp. Sta. annu. Rep.*
  47. Heath, M.E. 1971. *Purdue Univ Agron Guide AY-*60.
  48. Heichel, G.H., A.W. Hovin, and K. I. Henjum.



1980. Seedling age and cold treatment effects on induction of panicle production in reed canarygrass. *Crop Sci.* 20:683-687.
49. Hodgson, R.E., M.S. Grunder, and J.C. Knott. 1932. Carrying capacity of pure stands of reed canarygrass. *Wash. Agr. Exp. Sta. Bull.* 275. p. 29.
  50. Holmberg, G. Vegetating critical areas. 1959. *J. Soil Water Conserv.* 14:165-168.
  51. Hoover, M.M., M.A. Hein, W.A. Dayton, and C.O. Erlanson. 1948. In *USDA Yearbook of Agriculture*.
  52. Horrocks, R.D. and J.B. Washko. 1969. Spring growth of reed canarygrass and Climax timothy under different harvesting systems. *Crop Sci.* 9:716-719.
  53. Horrocks, R.D. and J.B. Washko. 1971. Studies of tiller formation in reed canarygrass and Climax timothy. *Crop Sci.* 11:41-45.
  54. Hoveland, C.S. and W.B. Anthony. 1971. *Crop Sci.* 11:461-63.
  55. Hoveland, C.S., E.M. Evans, and D.A. Mays. 1970. Cool-season perennial grass species for forage in Alabama. *Ala. Agr. Exp. Sta. Bull.* 397.
  56. Hoveland, C.S., R.L. Haaland, C.D. Berry, and J.F. Pedersen. 1982. *Ala. Agr. Exp. Sta. Circ.* 259.
  57. Hovin, A.W., B.E. Beck, and G.C. Marten. 1973. *Crop Sci.* 13:747-49
  58. Hovin, A.W. and G.C. Marten. 1975. Distribution of specific alkaloid in reed canarygrass cultivars. *Crop Sci.* 15:705-707.
  59. Hovin, A.W. and G.C. Marten. 1983. MN-76 low-alkaloid reed canarygrass germplasm. *Crop Sci.* 23:1, 017-18
  60. Hovin, A.W., G.C. Marten, and R.E. Stucker. 1976. *Crop Sci.* 16:575-78.
  61. Hovin, A.W., T.L. Tew, and R.E. Stucker. 1978. *Crop Sci.* 17:423-27.
  62. Hovin, A.W., H.L. Thomas, and I.T. Carlson. 1974. *Crop Sci.* 14:130.
  63. Hughes, H.D. and V.B. Hawk. 1954. Reed canarygrass stops gullies. *Crops and Soils* 6(8):14-15 and 35.
  64. Ingalls, J.R., J.W. Thomas, E.J. Benne, and M. Tesar. 1965. Competitive response of wether lambs to several cuttings of alfalfa, birdsfoot trefoil, bromegrass, and reed canarygrass. *J. Anim. Sci.* 24:1159-1164.
  65. Johnson, J.R. and J.T. Nichols. 1969. *South Dakota Agr. Exp. Sta. Bull.* 555.
  66. Jones, T.A., I.T. Carlson, and D.R. Ruxton. 1989. Legume compatibility of reed canarygrass clones related to agronomic and other morphological traits. *Crop Sci.* 29:1-7.
  67. Kendall, W.A. and R.T. Sherwood. 1975. Palatability of leaves of tall fescue and reed canarygrass and some of their alkaloids to meadow voles. *Agron. J.* 67:667-671.
  68. Kilcher, M.R. and D.H. Heinrichs. 1971. *Can. J. Plant Sci.* 51:391-97.
  69. Kroth, E.M., L. Meinke, and R.F. Dudley. 1976. Establishing reed canarygrass on low fertility soil. *Agron. J.* 68:791-794.
  70. Krueger, C.R. and J.M. Scholl. 1970. Performance of bromegrass, orchardgrass, and reed canarygrass grown at five nitrogen levels and with alfalfa. *Wis. Agr. Exp. Sta. Res. Rep.* 69.
  71. Lamson-Scribner, F. 1938. *Nature* 31:156.
  72. Lawrence, T. and R. Ashford. 1969. Effect of stage and height of cutting on the dry matter yield and persistence of intermediate wheatgrass, bromegrass, and reed canarygrass. *Can. J. Plant Sci.* 49:321-332.
  73. Lawrence, T., F.G. Warder, and R. Ashford. 1971. Effect of stage and height of cutting on the crude protein content and crude protein yield of intermediate wheatgrass, bromegrass, and reed canarygrass. *Can. J. Plant Sci.* 51:41-48.
  74. Marten, G.C. 1978. *J. Anim. Sci.* 46:1,470-77.
  75. Marten, G.C. 1981. *In forage Evaluation : Concepts and Techniques.* Australia: CSIRO.
  76. Marten, G.C. 1985. Reed canarygrass. *In* M.E. Heath et al(ed). *Forages.* 4th Ed. Iowa State University Press, Ames, IA.
  77. Marten, G.C., R.F. Barnes, A.B. Simons, and F.J. Wooding. 1973. Alkaloids and palatability of *Phalaris arudinacea* L. grown in diverse environ-

- ments. *Agron J.* 65:199-201.
78. Marten, G.C., C.E. Clapp, and W.E. Larson. 1979. Effects of municipal wastewater effluent and cutting management on persistence and yield of eight perennial forages. *Agron J.* 71:650-658.
  79. Marten, G.C. and J.D. Donker. 1968. Determination of pasture value of *Phalaris arundinacea* L. vs. *Bromus inermis* Leys. *Agron. J.* 60:703-705.
  80. Marten, G.C., R.H. Dowdy, W.E. Larson, and C.E. Clapp. 1978. In *Proc Int Symp Land Treat Wastewater* 2:20-25.
  81. Marten, G.C. and M.E. Heath. 1973. Reed canarygrass. In *Forages*, Iowa State Univ. Press, Ames, IA, 3d ed., pp. 263-276.
  82. Marten, G.C. and A.W. Hovin. 1980. Harvest schedule, persistence, yield, and quality interactions among four perennial grasses. *Agron J.* 72:378-87.
  83. Marten, G.C. and R.M. Jordan. 1974. In *Proc 12th Int Grassl Congr*: 305-12.
  84. Marten, G.C. and R.M. Jordan. 1979. *Agron J.* 71:55-59.
  85. Marten, G.C. R.M. Jordan, and A.W. Hovin. 1976. Biological significance of reed canarygrass alkaloids and associated palatability variation to grazing sheep and cattle. *Agron J.* 68:909-914.
  86. Marten, G.C., R.M. Jordan, and A.W. Hovin. 1981a. Improved lamb performance associated with breeding for alkaloid reduction in reed canary-grass. *Crop Sci.* 21:295-98.
  87. Marten, G.C., W.E. Larson, and C.E. Clapp. 1980. *J. Environ Qual* 9:137-41.
  88. Marten, G.C., D.R. Linden, W.E. Larson, and C.E. Clapp. 1981b. Maize culture in reed canarygrass sod to renovate municipal wastewater effluent. *Agron J.* 73:293-297.
  89. Marum, P, A.W. Hovin, and G.C. Marten. 1979a. Inheritance of three groups of indol alkaloids in reed canarygrass. *Crop Sci.* 19:539-544.
  90. Marum, P, A.W. Hovin, G.C. Marten, and J. S. Shenk. 1979b. *Crop Sci.* 19:355-60.
  91. Marum, P., A.W. Hovin, G.C. Marten, and J.S. Shenk. 1979. Genetic variability for cell wall constituents and associated quality traits in reed canarygrass. *Crop Sci.* 19:355-360.
  92. Mason, J.L. and J.E. Miltimore. 1970. *Can J. Plant Sci.* 50:257-60.
  93. McKenzie, R.E. 1951. The ability of forage plants to survive early spring flooding. *Sci. Agr.* 31:358-367.
  94. Moline, W.J., E.J. Schwartz, and A.D. Flowerday. 1967. *Nebr Farm Ranch Home Q*(Spring).
  95. Morris, G.C. 1938. In *Proc Assoc Off Seed Anal* 39:259.
  96. Niehous, M.H. 1971. Effect of N fertilizer on yield, crude protein content, and *in vitro* dry matter disappearance in *Phalaris arundinacea* L. *Agron. J.* 63:793-794.
  97. O'Donvan, P.B., R.F. Barnes, M.P. Plumlee, G.O. Mott, and L.V. Packett. 1967. *J Anim Sci.* 26:1144-52.
  98. Phillips, T.G., J.T. Sullivan, M.E. Laughlin, and V. G. Sprague. 1954. Chemical composition of some forage grasses. I. Changes with plant maturity. *Agron. J.* 46:361-369.
  99. Pringle, W.L. and A.L. van Ryswyk. 1967. *Can J. Plant Sci.* 47:305-10.
  100. Quin, B.F. 1979. *N.Z.J. Agr Res* 22:291-302.
  101. Raese, J.T. 1963. *Diss Abstr* 34:1326-27.
  102. Read, D.W.L. and R. Ashford. 1968. Effect of varying levels of soil and fertilizer phosphorus and soil temperature on the growth and nutrient content of bromegrass and reed canarygrass. *Agron. J.* 60:680-682.
  103. Rhykerd, C.L., C.H. Noller, K.L. Washburn, Jr, S.J. Donohue, K.L. Collins, L.H. Smith, and M.W. Phillips. 1969. *Purdue Univ Agron Guide* AY-176.
  104. Rincker, C.M., I.T. Carlson, and C.S. Garrison. 1977. Effects of two diverse environment on seed production characteristics of the parent clones of 'Vantage' reed canarygrass. *Crop Sci.* 17:625-28.
  105. Roe, R. and B.E. Mottershead. 1962. Palatability of *Phalaris arundinacea* L. *Nature* 193:225-257.
  106. Rountree, B.H., A.G. Matches, and F.A. Martz.

1974. *Crops Soils* 26(7):7-10.
107. Ryan, M., W.F. Wedin, and W.B. Bryan. 1972. Nitrate-N levels of perennial grasses as affected by time and level of nitrogen application. *Agron. J.* 64:165-168.
  108. Schaller, F.W., W.F. Wedin, and E.T. Carlson. 1972. Reed canarygrass. Iowa State Univ. Coop. Ext. Serv. Pm-538.
  109. Scoth, H.A. 1929. USDA Farmers Bull. 1602.
  110. Sheaffer, C.C., A.W. Hovin, and D.L. Rabas. 1981. Yield and composition of orchardgrass, tall fescue, and reed canarygrass mixtures. *Agron J.* 73:101-106.
  111. Sheaffer, C.C. and G.C. Marten. 1983. In *Proc Amer Forage and Grassl Coun*: 178-81.
  112. Sheaffer, C.C., G.C. Marten, and D.L. Rabas. 1984. Influence of grass species on composition, yield, and quality of birdsfoot trefoil mixtures. *Agron. J.* 76:627-632.
  113. Sheaffer, C.C., D.W. Miller, and G.C. Marten. 1990. Perennial grass-alfalfa mixtures: grass dominance, and mixture yield and quality. *J. Prod. Agric.*, Sept-Dec.
  114. Simons, A.B. and G.C. Marten. 1971. Relationship of indole alkaloids to palatability of *Phalaris arundinacea* L. *Agron. J.* 63:915-919.
  115. Smith, D., D.A. Rohweder, and N.A. Jorgensen. 1974. *Agron J.* 66:817-19.
  116. Smith, D., A.V.A. Jacques, and J.A. Balasko. 1973. Persistence of several temperate grasses grown with alfalfa and harvested two, three, or four times annually at two stubble heights. *Crop Sci.* 13:553-556.
  117. Sopper, W.E. and L.T. Kardos. 1973. In *Recycling Treated Municipal Wastewater and Sludge through Forest and Cropland*. University Park: Penn State Univ Press.
  118. Starling, J.L. 1961. *Crop Sci.* 1:107-11.
  119. Tesar, M.B., and L.N. Shepherd. 1963. *Agron J.* 55:131-34.
  120. Thompson, J.R. 1964. *Agron abstr*:98.
  121. VanArsdell, W.J., G.A. Branaman, C.M. Harrison, and J.F. Davis. 1954. Pasture results with steers on reed canarygrass. *Mich. Agr. Exp. Sta. Quart. Bull.* 37:125-131.
  122. Vose, P.B. 1959. The agronomic potentialities and problems of the canarygrass, *Phalaris arundinacea* L. and *Phalaris tuberosa* L. *Herb. Abstr.* 29:77-83.
  123. Washko, J.B. and R.P. Pennington. 1956. *pa. Agr. Exp. Sta. Bull.* 611.
  124. Wedin, W.F., I.T. Carlson, and R.L. Vetter. 1966. Studies on nutritive value of fall-saved forage, using rumen fermentation and chemical analyses. *Proc. 10th Intl. Grassl. Congr.*, pp. 424-428.
  125. Wedin, W.F. and R.L. Vetter. 1970. Grain feeding on birdsfoot trefoil or reed canarygrass pastures. *Agron. Abstr.* pp. 77-78.
  126. Williams, M., R.F. Barnes, and J.M. Cassady. 1971. Characterization of alkaloids in palatable and unpalatable clones of *Phalaris arundinacea* L. *Crop Sci.* 11:213-217.
  127. Wolf, D.D. 1967. Yield reductions reed canarygrass caused by fruit fly infestation. *Crop Sci.* 7:249-240.
  128. Wolf, D.C. and M.G. Savos. 1965. *FAO Plant Prot. Bull.* 13:14-16.
  129. Woods, D.L. and K.W. Clark. 1971. Genetic Control and seasonal variation of some alkaloids in reed canarygrass. *Can. J. Plant Sci.* 51:323-29.
  130. Woods, D.L. and K.W. Clark. 1971. Variation in the content of tryptamines in Clones of *Phalaris arundinacea* L. *Crop Sci.* 11:121-122.
  131. Woods, D.L. and K.W. Clark. 1974. Palatability of reed canarygrass pasture. *Can. J. Plant Sci.* 54:89-91.
  132. Woods, D.L., A.W. Hovin, and G.C. Marten. 1979. Seasonal variation of hordenine and gramine concentrations and their heritability in reed canarygrass. *Crop Sci.* 19:853-857.
  133. Wood, G.M., and P.A. Kingsbury. 1971. Emergence and survival of cool-season grasses under drought stress. *Agron. J.* 63:949-951.
  134. Zeiders, K.E. 1975. *Plant Dis. Repr.* 59:779-783.
  135. Zeiders, K.E. 1979. *Plant Dis. Repr.* 63:796-800.

136. Zeiders, K.E. and R.T. Sherwood. 1977a. *Crop Sci.* 17:594-596.
137. Zeiders, K.E. and R.T. Sherwood. 1977b. *Crop Sci.* 17:651-653.
138. 김동암. 1992. 산지초지 개발과 리이드 카나리그라스의 이용. 한국초지학회 창립 20주년기념, 양축농민을 위한 초지개발과 조사료 생산기술 연찬회 자료. p. 1-6.
139. 서성, 김재근. 1992. Reed canarygrass의 관리 및 이용에 관한 연구. I. reed canarygrass 4품종의 생육특성, 건물수량 및 사료가치 비교. *韓草誌*. 12:232-238.
140. 徐興鍾, 陸完芳. 1992. 刈取頻度 및 窒素施肥水準이 reed canarygrass의 貯藏炭水化合物含量에 미치는 影響. *韓草誌*. 12:89-97.