

국내 울무 수집종의 특성변이

이은섭* · 김희동* · 김성기* · 윤성탁**†

*경기도농업기술원, **단국대학교 생명자원과학대학

Variations of Agronomic Characteristics of Collected *Coix lachryma-jobi* Species

Eun-Seob Yi*, Hee-Dong Kim*, Sung-Kee Kim*, and Seong-Tak Yoon**†

*Gyeonggi-do Agricultural Reaserch & Extention Station, Hwasung 445-970, Korea.

**College of Bio-resources Science, Dankook Univ., Cheonan 330-714, Korea.

ABSTRACT : This experiment was conducted to evaluate on agronomic traits of Korean local adlay (*Coix lachryma* L.) germplasm, 281 cultivars (lines). The largest collected cultivars was from Kyung-sangbukdo (56 cultivars), and the next was in the order of Cheonlabukdo (48 cultivars), Kyung-sangnamdo (44 cultivars), Kyung-gido (39 cultivars) Chungcheongnamdo (23 cultivars), Kangwondo (23 cultivars), Cheonlanamdo (17 cultivars), and Chungcheongbukdo (16 cultivars) in distribution of collected region for 281 cultivars. In the growth stages, days to emergence from seeding were required 16.4 ± 2.03 days, days to heading from emergence was required 73.6 ± 5.87 days, days to ripening from heading was required 52.3 ± 4.91 days and cultivation period was required 142.5 ± 5.87 days. Culm length was 210.3 ± 16.39 cm, no. of tiller per plant was 10.4 ± 2.13 , culm diameter was 11.7 ± 1.09 mm, fruiting position was 4.6 ± 0.82 node, no. of main culm node was 11.1 ± 0.78 , degree of lodging was 5.3 ± 3.42 and severity of leaf blight was 56.1 ± 0.78 in the growth characteristics of the germplasm. In the yield of component, no. of grains per m^2 was $5,938 \pm 2,152$, percentage of ripening was 67.7 ± 33.12 , 1,000 grains weight was 123.8 ± 33.76 g and grain weight was 473.0 ± 207.90 g. Grain weight was correlates significantly positively with no. of main culm node, percentage of ripening and no. of grains per m^2 among agronomic traits. Correlation coefficient between grain weight and 1,000 grain weight was positive, while grain weight and severity of leaf blight was significantly negative. Correlation coefficient between grain weight and days to ripening from heading was significant negatively.

Key words : *Coix lachryma* L., agronomic traits, growth, yield

서 언

울무는 1년생 화본과 작물이며, 인도의 고산지대에서는 주식으로 이용되었다는 기록이 있다 (농어촌문화협회, 1983). 우리나라에 울무가 도입된 최초의 기록은 고려 문종 32년 (1087년) 중국의 송나라에서 온 약세목록에 기록되어 있고, 재배에 관한 기록은 조선 세종 때 편찬된 향

약집성방에 보면 “울무밥과 울무국수를 먹었고 논과 밭에 심고 열매는 8월에 거두어 들이며, 뿌리는 아무 때나 캔다” (과학·백과사전출판사, 1993)는 기록으로 보아 조선 초기에는 울무 재배가 일반화되었던 것으로 추정된다.

울무의 재배면적은 2000년 현재 601 ha로 1990년 200 ha에 비해 3배이상 증가하였으나, 국내 수요량에 미치지 못하여 2000년~2003년에는 166~526톤을 수입하고

† Corresponding author : (Phone) +82-31-868-8930 (E-mail) yies07@gyeonggi.go.kr

Received January 25, 2003 / Accepted July 21, 2004

있는 실정이다 (농림부, 2003). 2002년에는 정부의 “쌀 생산정책 전환”, 국내쌀 소비량의 감소, 2004년부터의 쌀 시장개방으로, 발생될 잉여 논 면적은 약 30만 ha로 예상되어, 김 등 (1996, 1997, 1998)은 울무 논재배를 위한 파종기와 관수방법에 대해 연구한 바 있다. 또 울무의 건강식품과 한약재로서의 우수성을 밝히고자 하는 생리활성 물질의 활성 검색 (한 등, 1996), 울무의 혈당억제 (이 등, 1997), 고지혈증 및 당뇨유발억제 (김 등, 2000), 항암효과 (권 등, 1996), 혈중지질과 간기능 개선 효과 (강 등, 1998) 등에 대한 연구가 있다. 황 등 (1998)은 울무의 필수아미노산의 함량을 조사한 바 필수아미노산 중 알라닌은 1,438.7 mg, 로이신은 2,222.5 mg으로 다른 곡물보다 많으며 그 외 필수아미노산도 골고루 함유하였음을 밝혔다. 이러한 연구결과로 인해 최근에 건강식품으로 울무떡 (인절미, 경단), 울무술, 울무빵, 울무과자, 울무죽 등이 가공 판매되며, 미용효과도 뛰어나 미용식으로 울무 미숫가루와 울무죽이 많이 이용되고 맛사지용 미용제품으로 울무팩도 제조·판매되어 한약재로서 뿐만 아니라 건강식품으로의 그 가치도 인정되고 있다. 앞으로도 울무의 재배면적은 증가되고, 용도도 다양해져 소비량이 증가할 것으로 예측되고 있다. 그럼에도 불구하고 그 간의 울무 유전자원에 대한 연구로는 권과 박 (1990)이 국내외 수집종에 대해 다변량 해석법에 의하여 울무의 품종군을 분류하고 수량에 가장 큰 영향을 미친 형질은 개화기, 성숙기, 초장, 등숙비율, 립수 등이었다고 한 바 외는 거의 없으며 더욱이 울무 육종모재로 이용하기 위한 교배모본 선발에 대한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구는 울무의 조숙, 단간, 내병, 다수성 신품종 육성을 위한 육종모재의 선발을 위한 기초자료로 활용하고자 농촌진흥청 농업과학기술원 생명자원부 유전자원 과로부터 국내 수집종 84품종 (계통)과 영남농업시험장 전작과로부터 45품종 (계통), 경기도농업기술원 북부농업 시험장에서 152품종 (계통) 등 총 281품종 (계통)을 분양받아 이들의 특성조사를 수행하여 얻은 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

본 시험은 울무의 조숙, 단간, 내병, 다수성 신품종 육성

을 위한 육종모재 선발 기초자료로 활용하고자 2001년도에 국내 수집종 281품종(계통)에 대해 생육특성 조사를 수행하였다. 파종은 4월 23일에 조간 60 cm, 주간 25 cm로 1열 10주로 하여 1구명 당 2립씩 파종하였다. 시비는 성분량으로 N 16 - P₂O₅ 9 - K₂O 5 - 돈분톱밥발효퇴비 1,200 kg/10a을, 질소는 기비로 60%를, 추비로 출수 10 일 전에 조간에 40% 시용하였으며, P₂O₅, K₂O 및 돈분발효퇴비는 전량기비로 하였다. 제초는 파종 1일 후에 토양 처리제인 들손유제 (330배액)를 살포하였고 병해충방제는 병해충의 이병특성을 보기 위해 실시하지 않았다.

시험구 배치는 순위배열법으로 하였다. 생육특성의 경우, 출아소요일수는 파종일~출아기의 소요일수로, 출수소요일수는 출아기~출수기의 소요일수, 성숙소요일수는 출수기~성숙기의 소요일수로, 재배기간은 파종일~성숙기의 소요일수로 산출하였다. 생육형질인 간장, 분얼수, 간직경, 절수와 수량형질인 m²당 립수, 등숙비율, 천립중, 주당 립수 및 도복정도는 농촌진흥청 조사기준에 준하였다. 잎마름병은 하위엽에서 3엽을 제외한 5, 7, 9, 11, 13엽의 병반면적율을 조사하여 산출하였다. 엽의 장폭비는 버니어 캘리퍼스를 이용하여 엽의 길이와 폭을 10엽 측정하여 평균하였고 종피경도는 등숙정도가 균일한 종자 10립을 골라 곡립경도계 (Model KHT-20N, FUJIWARA)로 측정 한 측정치를 평균하였다. 종피색도는 색도색차계 (Model JS-555, Color Techno System Co. Japan)를 이용하여 3회 측정하여 평균하였다. 통계처리는 SAS프로그램 (SAS V8)을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 유전자원 수집지역분포

울무 유전자원 특성조사에 공시된 품종 (계통)의 수집종 수는 Table 1과 같이 총 281종이었고, 지역별 수집종 수는 경상북도 56종, 전라북도 48종, 경상남도 44종, 경기도 39종 순 등이었다.

2. 울무 유전자원 특성

1) 생육단계별 소요일수

울무 국내 수집종의 생육단계별 생육소요일수를 조사한 결과, 출아소요일수는 16.4일±2.03일, 출수소요일수는

Table 1. Distribution of collection region for 281 germplasm of *Coix lachryma* L. used in the experiments.

Region	Gyeonggi	Kangwon	Chungbuk	Chungnam	Jeonbuk	Jeonnam	Kyeongbuk	Kyeongnam	The rest	Total
No. of cultivars	39	23	16	23	48	15	56	44	17	281

Table 2. Variation of growth stages and cultivation period in germplasm of *Coix lacryma* L.

Division (day)	No. of sample	Mean	Range	Coefficient of variation	Skewness
Days to emergence	265	16.4±2.03	13~ 25	12.39	1.4490
Days to heading	265	73.6±5.87	53~ 99	7.98	1.4462
Days to ripening	265	52.3±4.91	34~ 75	9.38	0.5423
Cultivation period	265	142.5±5.76	134~168	4.04	1.9815

73.6일±5.87일, 성숙소요일수는 52.3일±4.91일, 재배 기간은 142.5일±5.76일이 소요되었다 (Table 2). 출아 소요일수는 CV가 12.39%로 출수소요일수나 등숙소요일 수 및 재배기간에 비하여 수집품종 (계통)간에 변이가 큰 편이었다. 등숙일수의 왜도값은 0.5423 값을 나타내어 집단의 분포가 오른쪽으로 긴꼬리가 형성된 것으로 나타났다.

2) 생육형질의 변화

생육형질간의 변화는 Table 3에서와 같이 간장은 210.3±16.39 cm이었으며, CV는 7.79%였다. 왜도값은 0.7326으로 양의 값을 나타내었고, 변이는 146~286 cm로 넓게 분포하여 단간품종 육종시 육종효율이 높을 것으로 판단된다. 분얼수는 10.4±2.13개였으며, CV가 20.53%로 변이폭이 매우 컸으며 왜도값은 -0.2209로 음의 값을 보여 간장과는 반대 양상을 보였다. 간직경은 11.7±1.09 mm이며 왜도값이 1.6235로 양의 값을 보였다. 주간절수는

11.1±0.78절이었으며, CV도 7.08%로 낮았으며, 왜도값도 0.2117로 낮아 비교적 좌우 대칭의 모양을 나타내었다. 착립절수는 4.6±0.82절이었으며 CV는 17.92%로 높아 변이폭이 넓었으며, 왜도값은 양의 값을 보였다.

3) 수량형질 특성

수집된 265 품종 (계통)의 수량형질을 분석한 결과, 수량형질의 CV의 범위는 27.28~48.90%를 나타내어 수집 품종 (계통)간에 변이가 매우 큼을 알 수 있었다. m²당 종실수는 5,938±2,152립이었으며, 범위는 1,176~12,244립으로 넓었으나 왜도값은 0.1174로 양의 값을 보여 좌우대칭에 가까운 모양을 나타냈다. 등숙비율은 67.7±33.12%이었으며, CV는 48.90%로 매우 높았고 변이폭도 11.5~91.2로 수집종간에 심한 차이를 보였다. 왜도값은 12.374로 양의 값을 나타내어 오른쪽으로 심한 비대칭 모양을 나타내었다. 1,000립중은 123.8±33.76 g이었으며, 왜도값은 1.6209로 양의 값을 나타내었다. 국내 수집종은 대립

Table 3. Variation of growth characteristics in germplasm of *Coix lacryma* L.

Division	No. of sample	Mean	Range	Coefficient of variation	Skewness
Culm length (cm)	265	210.3±16.39	146~286	7.79	0.7326
No. of tiller / plant	265	10.4± 2.13	3.8~19.0	20.53	-0.2209
Culm diameter(mm)	265	11.7± 1.09	9.3~17.1	9.20	1.6235
No. of main culm (node)	265	11.1± 0.78	9.0~14.3	7.08	0.2117
Fruiting position (node)	265	4.6± 0.82	2.5~ 8.5	17.92	0.6380

Table 4. Variation of yield characteristics in germplasm of *Coix lacryma* L.

Division	No. of sample	Mean	Range	Coefficient of variation	Skewness
No. of grain/m ²	265	5,938± 2,152	1,176~12,244	36.24	0.1174
Percentage of ripening	265	67.7± 33.12	11.5~91.2	48.90	12.374
1000 grains weight (g)	265	123.8± 33.76	65.9~244.6	27.28	1.6209
Grain weight (g)/m ²	265	473.0±207.90	40~1,106	43.95	0.2809

종보다는 중립종의 분포가 높은 것으로 나타났다. m²당 립중은 473.0±207.90 g을 나타내었고, CV값은 43.95%로 매우 높았으나, 왜도값은 0.2809로 비교적 대칭형을 나타내었다 (Table 4). 위의 결과로 볼 때 수량형질이나 생육형질이 모두 다양성을 보여 신품종 육성을 위한 교배모본으로 유용하게 이용될 수 있을 것으로 판단된다.

4) 도복 및 잎마름병의 발생특성

울무는 현재의 표준재배조건 하에서는 장마기간에 생육특성상 신장기와 출수·개화기가 경과된다. 특히, 울무의 신장기는 15~20일이 소요되는데 이 기간에 100 cm 정도 신장하여 간이 매우 약한 상태이며, 또한 이 시기에는 줄기가 연약하고 뿌리량이 적기 때문에 비바람이 동반할 경우 뿌리도복과 줄기 좌절도복이 발생하면 수량감소로 이어질 수 있다. 수량의 안정성과 밀접한 관계가 있는 도복

과 잎마름병에 대해 본 시험에서 조사하여 분석한 결과, 국내 수집종의 도복정도는 5.3±3.42였으며 CV값은 64.38%로 매우 높았으며 변이폭도 0~9를 보여 수집종간에 도복 발생정도는 매우 다양하였다. 왜도는 -0.1158로 음의 값을 나타내었다. 잎마름병은 고온다습한 조건에서 발병되지만, 시비시기 및 시비방법 등에 의해 잎마름병의 발병을 경감시킬 수 있다 (中村大四郎 等, 1991)는 보고로 보아 환경영향을 많이 받는 것으로 여겨진다. 본 시험에서는 잎마름병 발병정도는 56.1±12.20%를 보여 품종간에 차이가 컸으며, 변이 폭은 24.5~85.7%로 병에 강한 수집품종(계통)부터 매우 약한 수집품종(계통) 등 다양성을 보여 잎마름병 저항성 울무 육종 모재로 활용 가능한 품종(계통)이 다수 있음을 알 수 있었다. 왜도값은 0.0330으로 좌우대칭을 보여 비교적 이상적인 분포를 나타내었다 (Table 5).

Table 5. Variation of degree of lodging and severity of leaf blight in germplasm of *Coix lachryma* L.

Division	No. of sample	Mean	Range	Coefficient of variation	Skewness
Degree of lodging (0~9)	265	5.3± 3.42	0~9	64.38	-0.1158
Leaf blight (%)	265	56.1±12.20	24.5~85.7	21.81	0.0330

5) 종실의 외형특성

종피경도와 종실의 모양은 도정효율과 도정율과도 깊은 관계를 가지고 있어 울무육종 시 고려해야 할 형질이다. 특히 도정의 효율에 대한 연구보고는 아직 없으나 종피경도가 강할 경우에는 마찰식인 현미기는 내구성이 떨어지고, 장타원형의 종실모양은 현미기의 마찰롤러의 간격보다 폭이 얇아 도정효율이 떨어진다. 도정율을 65% 정도 목표로 할 때 종피경도는 1.5 kg 정도, 장폭비는 1.3 정도의 단타원형 인 품종을 육성하는 것이 유리할 것으로 판단된다. 국내 수집종 울무의 종실 외형특성을 보면, 종피경도는 6.4±5.53 kg/cm²를 나타내었으며 CV값은 85.33%로 매우 높아 변이폭도 매우 넓었으며, 왜도값은 1.8877를 나타내었다. 도정과 도정률을 고려한다면 육종시 장폭비도 마찬가지로 도정에 영향을 미치고 있다. 특히, 장폭비가

높을 경우에는 도정에 어려움이 있어 가급적 단립형이 유리한데, 국내수집종의 장폭비는 1.58±0.162이었으며, CV는 비교적 낮은 10.22%였다. 왜도값은 -0.5219로 음의 값을 보였다 (Table 6).

6) 제 형질간의 상관관계

울무 국내 수집종에 대한 m²당 립중과 제 형질간의 상관을 분석한 결과, m²당 립중과 주간절수, 등숙립수 및 m²당 립수 간에는 고도의 정의 상관성이 있었으나, m²당 립중과 잎마름병 발병률간에는 고도의 부의 상관성이 인정되었다. m²당 립중과 주간절수간에는 정의 상관성이 인정되었으나, m²당 립중과 성숙일수와는 부의 상관성이 인정되었다 (Table 7). 따라서 잎마름병은 울무재배에 있어서 주요 감수의 요인으로 분석되었다.

Table 6. Variation of seedcoat hardness and length/width ratio in germplasm of *Coix lachryma* L.

Division	No. of sample	Mean	Range	Coefficient of variation	Skewness
Seedcoat hardness (kg/cm ²)	265	6.48±5.533	0.92~20.0	85.33	1.8872
Length/width [†]	265	1.58±0.162	1.13~2.00	10.22	-0.5219

[†]Ratio of legth/width of grain.

Table 7. Correlation among agronomic characters in germplasm of *Coix lachryma* L.

Division	Days to emergence (X1)	Days to heading (X2)	Days to maturity (X3)	Period of cultivation (X4)	Culm length (X5)	No. of tiller/plant (X6)	Main culm diameter (X7)	Position of fruiting (X8)	No. of main node (X9)	Leaf blight (X10)	No. of matured grain (X11)	No. of non-matured grain (X12)	No. of grain/m ² (X13)	Ripening rate (X14)	1000 grain weight (X15)	Grain weight/m ² (X16)
X1	-	-0.2469**	0.0322ns	0.1376*	-0.0903ns	-0.0831ns	0.1419*	-0.1809**	-0.1523*	0.1326*	-0.0882ns	0.1809**	-0.0880ns	-0.0862ns	0.1852**	-0.0746ns
X2		-	-0.4156**	0.5594**	0.4257**	-0.0607ns	0.3881**	0.2687**	0.3070**	0.1713**	-0.1406*	-0.0193ns	-0.0652ns	-0.0421ns	0.4133**	0.0662ns
X3			-	0.4008**	0.0211ns	0.1167ns	0.0831ns	-0.0144ns	-0.0014ns	-0.0582ns	-0.0755ns	0.1797**	0.0132ns	-0.1062ns	-0.0298ns	-0.1232*
X4				-	0.4187**	0.0182ns	0.5251**	0.2011**	0.2591**	0.1752**	-0.1761**	0.2045**	-0.0734ns	-0.1632**	0.4654**	-0.0385ns
X5					-	0.1090ns	0.5862**	0.4620**	0.5196**	0.1097ns	-0.0571ns	0.1966**	0.0578ns	-0.1147ns	0.3475**	0.0838ns
X6						-	0.0670ns	-0.1621**	-0.0058ns	-0.0204ns	0.1532*	0.2005**	0.1576*	0.0319ns	-0.0263ns	0.0798ns
X7							-	0.2501**	0.4185**	0.1354*	-0.1135ns	0.2353**	-0.0424ns	-0.1506*	0.5466**	0.0534ns
X8								-	0.5958**	0.0550ns	-0.0159ns	0.0609ns	0.0758ns	-0.0523ns	0.1198ns	0.0817ns
X9									-	0.1444*	0.0186ns	0.1911**	0.1874**	-0.0378ns	0.2100**	0.1681**
X10										-	-0.2532**	0.1324*	-0.1187ns	0.0640ns	-0.0380ns	-0.3306**
X11											-	0.2422**	0.6960**	0.2483**	-0.2707**	0.7096**
X12												-	0.4997**	-0.1812**	0.0557ns	0.0755ns
X13													-	0.1337*	-0.2187**	0.7493**
X14														-	-0.1447*	0.1016ns
X15															-	0.1409*
X16																-

ns,*,** Non-significant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

적 요

농업과학기술원, 영남농업시험장, 경기도농업기술원에서 분양받은 281계통을 대상으로 하여 이들의 생육 및 수량 특성조사를 수행하여 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 유전자원 281계통 중 경북지역에서 56종으로 수집종이 가장 많았으며, 다음으로는 전북, 경남, 경기, 충남, 강원, 충북, 전남 순이었다.

2. 출현소요일수는 16.4 ± 2.03 일이었으며, 출수소요일수는 73.6 ± 5.87 일이 소요되었고 성숙소요일수는 52.3 ± 4.91 일이 소요되었으며 재배기간은 142.5 ± 5.76 일이 소요되었다.

3. 생육특성은 간장은 210.3 ± 16.39 cm, 분얼수는 10.4 ± 2.13 개, 간직경은 11.7 ± 1.09 mm, 주간절수 11.1 ± 0.78 절, 착립절위는 4.6 ± 0.82 절이었다.

4. 도복정도는 5.3 ± 3.42 였고, 잎마름병 발병정도는 $56.1 \pm 12.2\%$ 였다.

5. 수량특성중 m²당립수는 $5,938 \pm 2152$ 립이었고 등숙비율은 $67.7 \pm 33.12\%$ 이었으며 천립중은 123.8 ± 33.76 g이었고 m²당립중은 473.0 ± 207.90 g이었다.

6. 종피경도는 6.48 ± 5.33 kg/cm²이었으며 장폭비는 1.58

± 0.162 이었다.

7. 농업형질간 상관에 있어서 m²당립중은 주간절수와 등숙립수, m²당립수와 수량간에는 고도의 정의상관을, 천립중과는 정의상관을 보였으며 잎마름병과는 고도로 유의한 부의 상관을, 성숙소요일수와는 부의 상관을 나타내었다.

LITERATURE CITED

강병선, 원혜진, 김병용, 김혜경, 함영태 (1998) 울무 식이가 흰쥐의 혈중지질 및 간 조직에 미치는 영향. 한국식품과학회지 30 (창립30주년 기념 심포지엄).

김정대, 곽용호, 김용철 (1996) 건담 및 담수는재배에서 파종기와 재식밀도에 따른 울무의 생육 및 수량. 韓作誌, 41(5):558-562.

김혜경, 조동욱, 함영태 (2000) 울무겨 급여가 고지혈증 및 당뇨유발 백서의 지질대사와 당내성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 29(1):140-146.

권병선, 박희진 (1990) 다변량 해석법에 의한 울무의 품종군 분류. 韓作誌, 35(2):126-131.

권영미, 이숙희, 박건영 (1996) 곡류의 항돌연변이 및 항암효과. 식품산업과 영양 1(2):49-79.

中村大四郎, 横尾浩明, 百島敏男 (1991) 水田におけるハトムギ栽培に關する2,3.の考察. 佐賀縣農業試驗場研究報告 23:29-56.

농림부 (2003) 특용작물생산실적. p. 19.

농어촌문화협회 (1983) 농업기술대계 (작물편 7). 사단법인 농어

춘문화협회.

황진봉, 양미옥, 신현경 (1998) 약초중의 아미노산 함량조사. 한국 식품과학회지 30(1):35-41.
이정선, 이지수, 양차범, 신현경 (1997) 주요 곡류의 혈당반응 및 쌀기준 혈당지수 측정. 한국영양학회지 30(10):1170-1179.
이종원, 최현집 (1996) SAS를 이용한 통계분석. 박영사. p. 109.
이종원, 박희생, 김성만, 이성환 (1997) 토양수분 차이가 울무의 생장과 동기조직에 미치는 영향. 韓作誌. 46(6):778-782.
이종원, 박희생, 배석복, 오기원, 궤요호, 최진용 (1998) 울무 간단

관수효과 및 파종적기와 적적재식밀도에 관한 연구. 농시연보 (특작논문집). 40(1):14-18.
장기원 (1986) 울무 파종기 이동에 따른 주요형질 및 수량에 관한 연구. 전남대학교 석사학위논문.
한용남, 윤경훈, 박정화, 유시용 (1996) 울무 생리활성물질의 산업화 이용에 관한 연구 - 용매 분획물의 생리활성 검색- 농업논문집('95.농업산학협동) 38:21-29.
한용남, 신현경 (1998) 곡류의 혈당지수와 전분 가수분해율과의 상관관계. 한국식품과학회지 39(5):1229-1235.