

과제구분 : 기본	Code 구분 : LS0105	인삼·약초(전반기)
연구과제 및 세부과제명	연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)
울무 신품종 육성 연구	'04~'06	경기도원 제2농업연구소 조영철(229-6182)
동아시아 울무 유전자원 특성 검정 시험	05~'06	경기도원 제2농업연구소 조영철(229-6182) 경기도원 제2농업연구소 범 용(229-6185) 농촌진흥청 농생공연 마경호(299-1814)
색인용어	울무, 동아시아, 유전자원, 육종	

ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate agronomic traits of collected adlay(job's tears; *Coix lachryma-jobi* L.) gene-sources origin from Korea, Japan and China. In the early growth stage, color of leaf sheath, young leaf and node of China adlay were different and diverse than Korea and Japan's one. Plant height, diameter of main culm and number of tiller per plant of China adlay were higher and bigger than Korea and Japan's one. 1,000 grain weight of China adlay was heavier than Korea and Japan's one. Yield of Japan adlay was higher than Korea's one. Yield of China adlay could not investigated because China adlay was not heading ordinarily in Korea(Yeoncheon region, Gyeonggi-do). Contents of protein and crude fiber of endosperm of Korea adlay were higher than Japan and China's one, and amylose content of endosperm of Korea adlay were lower and more waxy than Japan and China's one. As a result, Korea adlay had good quality and processing suitability than Japan and China's one.

Key words : Adlay, Esat Asia, Gene-source, Breeding.

1. 연구목표

울무(*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* STAPP)는 국내 10대 약용작물의 하나로 과거에는 주로 약용 또는 구황작물로 활용되었고, 현재는 약용은 물론 선식과 같은 건강식품의 소재, 울무차, 밥과 혼반되어 소비되거나 미백효과를 인정받아 천연화장품의 원료로 활용되고 있는 매우 귀중한 소면적 재배작물이다.(농어촌문화협회, 1983) 울무의 기원은 명확하지 않으나 인도의 고산지대에서 주식으로 이용되었다는 기록 등 매우 오래전에 인류사에 등장하고 있다.(강 등, 2001) Jain과 Banerjee(1974)는 아랍인들이 울무의 영과(총포

: 總苞) 모양을 보고 “damu daud”(david’s tears)라고 불렀다고 하고 이를 후에 “damu arub”(job’s tears) 변경하여 지금까지 일컫고 있다고 한다.

우리나라에서 울무 재배에 관한 기록은 정약용의 산림경제에서 찾을 수 있는 것으로 보아 약 300여년 전부터 재배된 것으로 보고 있으나, 조선조 세종때 편찬된 향약집성방에도 울무밥과 울무국수를 먹었고, 논과 밭에 심고 열매는 8월에 거두어 들이며 뿌리는 아무 때나 캔다는 기록이 있는 것으로 보아, 조선 초기에 울무의 재배가 일반화 된 것으로 추정된다.(이 등, 1997, 2002)

한편, 일본과 중국에서의 울무 재배실태와 역사에 대하여 거의 알려지지 않는 상태였다. 1990년 이전까지 국내 농가에서 재배하는 대부분의 울무 품종은 재래종에서 순계분리와 선발을 통하여 순도를 높이고 고정시키는 방법으로 품종을 육성하였는데 일본으로부터 ‘애원’을 도입하여 국내 울무품종으로 등재한 것으로 보아 일본의 울무 재배 및 품종개발 연구가 우리보다 약간 앞선 것을 추측할 수 있는 뿐, 그나마 중국의 울무 재배와 품종개발에 대한 정보는 거의 없는 형편이다. 한편 최근 급증하는 수입산 울무에 대응하기 위하여 한국식품개발원의 류 등(2002)은 모세관전기영동법을 이용하여 울무원산지 판별기술개발을 시도하였으나 82% 전후의 판별율을 보여 아직은 완전치 않다는 보고를 하였고, 권 등(1990)도 다변량분석법을 이용하여 울무 품종군 분류를 시도하였다고 보고 하였다.

현재 국내 재배 울무의 주요 문제점은 키가 200cm 내외로 커서 재배관리가 어렵고 도복을 야기하는 한편 등숙후기 과숙에 의한 탈립으로 수량 감수가 크다는 점을 들 수 있다. 이런 단점을 단기간내에 보완하기 위하여 주변 국가들의 우수한 형질을 가진 울무 유전자원을 도입하여 국내 적응성 및 재배적 특성을 구명하는 것 또한 울무 신품종 육종을 위하여 필수적으로 수행되어야 할 연구과제의 하나로 판단된다.(장기원, 1986)

본 연구는 2004년에 농촌진흥청 농업생명공학연구원에서 소면적 재배작물의 국제적 유전자원 교류 및 재배특성을 조사하기 위한 연구의 일환으로 국내에서 울무의 책임연구기관의 역할을 하고 있는 경기도농업기술원 제2농업연구소(구, 울무시험장)에서 한·중·일 울무유전자원의 특성조사를 국제공동연구로 수행한 내용을 보고하는 바이다.

2. 재료 및 방법

표 1. 시험전 발토양의 화학성

pH (1 : 5)	EC (ds/m)	O.M (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Cat.(cmol ⁺ /kg)		
				K	Ca	Mg
6.0	0.24	20	103	0.58	3.20	0.90

동아시아 울무 유전자원의 특성을 조사하기 위한 본 시험은 2004년부터 2006년까지 3개년에 걸쳐 경기도농업기술원 제2농업연구소(연천군 연천읍 소재)내 보통밭(사양토)에서

실시하였으며, 시험토양의 화학특성은 <표 1>과 같이 보통 밭포장 수준이었다.

시험품종은 한국올무 50종, 일본올무 14종, 중국올무 30종 등 총 94종을 공시하였다.<표 2>

표 2. 국가별 올무 유전자원

국가명	유 전 자원수	유전자원명
한 국	50	Andong(Gyeongbuk), Anseong(Gyeonggi), Boseong(Jeonnam), Buan(Jeonbuk), Cheongsong(Gyeongbuk), Cheongsong(Gyeongbuk), Cheongyang(Chungnam), Dangjin(Chungnam), Geochang-1(Gyeongnam), Geochang-2(Gyeongnam), Gimje(Jeonbuk), Gochang(Jeonbuk), Goesan(Chungbuk), Goheung(Gyeongnam), Gokseong(Gyeongnam), Gongju(Chungnam), Goseong(Gyeongnam), Gunwi(Gyeongbuk), Gwangju(Gyeongnam), Gyeonju(Gyeongbuk), Gyeongsan(Gyeongbuk), Hadong(Gyeongnam), Hongcheon(Gangwon), Hwaseong(Gyeonggi), Icheon(Gyeonggi), Jeongeup(Jeonbuk), Jinan-1(Jeonbuk), Jinan-2(Jeonbuk), Kumrung(Gyeongbuk), Kumsan(Chungnam), Milyang(Gyeongnam), Muju(Jeonbuk), Myeongju(Gangwon), Namwon(Jeonbuk), Nonsan(Chungnam), Okgu(Jeonbuk), Pocheon(Gyeonggi), Poun(Chungbuk), Pyeongchang(Gangwon), Samcheok(Gangwon), Sunchang(Jeonbuk), Seonsan(Gyeongbuk), Uiwang(Gyeonggi), Yangyang(Gangwon), Yecheon(Gyeongbuk), Yeoncheon-1(Gyeonggi), Yeoncheon-2(Gyeonggi), Yeoncheon-3(Gyeonggi), Yeongdong(Chungbuk), Yongin(Gyeonggi)
일 본	14	Tokuda Zairai(Iwate Tohoku), Akita 1(Akita Tohoku), Nakazato Zairai(Aomori Tohoku), Kuroishi Zairai(Aomori Tohoku), Miyagi Zairai(Miyagi Tohoku), Obanzawa(Yamagata Tohoku), Ehime 1(Ehime Shikoku), Okayama Zairai(Okayama Chugoku), Minase Zairai(Hiroshima Chugoku), Mukouda Zairai(Hiroshima Chugoku), Yabakei Zairai(Ooita Kyushu), unknown(Iwate Tohoku), unknown(Nigata Hokuriku), unknown(Gunma Kanto)
중 국	30	GXY01(Guangxi), GXY02(Guangxi), GXY03(Guangxi), GXY04(Guangxi), GXY05(Guangxi), GXY06(Guangxi), GXY08(Guangxi), GXY09(Guangxi), GXY-11(Guangxi), GY005(Guangxi), GY009(Guangxi), GY015(Guangxi), GXY-39(Guangxi), GXY-40(Guangxi), GXY-43(Guangxi), GXY-45(Guangxi), GXY-48(Guangxi), GXY-49(Guangxi), GXY-50(Guangxi), GXY-54(Guangxi), GXY-58(Guangxi), GXY-59(Guangxi), GXY-63(Guangxi), GXY-66(Guangxi), GXY-67(Guangxi), GXY-72(Guangxi), GXY-75(Guangxi), GXY-80(Guangxi), GXY-81(Guangxi), GXY-88(Guangxi)

시험품종 모두 공히 감부기병과 잎마름병 방지를 위하여 종자소독(후루디옥소닐액상수 화제 2,000배액)을 위하여 3일간 침중한 후 수세하여 파종하였다. 파종기는 매년 5월 2일

에 재식밀도를 60 × 30cm로 하여 구당 파종립수는 2~3립을 파종하였고 균일한 조사를 위하여 출현 후 3엽기에 1주 2분으로 솟음작업을 실시하였으며, 수확은 개화 후 60일경에 하였다.

시비관리는 N-P₂O₅-K₂O-퇴비=175-90-45-10,000 kg/ha 수준으로 사용하였고, 질소는 기비로 60%, 개화기 때 추비로 40% 사용하였으며, 인산, 가리, 퇴비는 전량기비로 사용하였다. 제초작업은 파종 직후 들손유제 330배액을 10a당 200 ℓ 정도 살포하였으며 잎마름병 방제는 발병초기인 7월 하순에 푸르겐유제 1,000배액을 10a당 300 ℓ 를, 조명나방 방제는 발병초기인 7월 하순과 8월 상순에 할로스린유제 1,000배액을 10a당 300 ℓ 를 살포하였고, 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하여 수행하였다. 기타 일반 포장관리는 경기도농업기술원 표준재배법에, 생육조사는 농촌진흥청 농사시험연구조사기준(농촌진흥청, 1995)에 준하였고 정곡수량은 구당 5.4㎡의 시료를 수확한 후 10a당 수량으로 계산하여 수분함량 12%로 환산하였다.

울무 유전자원의 배유성분을 분석하기 위하여 총질소함량은 전자동 질소분석기(Kjeltec 2400 Analyzer, Foss, DK)를 이용하여 균일하게 분쇄한 시료 2g을 촉매제(K₂SO₄+CuSO₄ 또는 K₂SO₄ + SeSO₄, 약 7g)와 진한 황산(12~15ml)을 넣고 분해한 후 기기를 이용하여 전질소를 정량하였다. 배유 아밀로스함량은 Glucoamylase Method(AACC - AOAC)를 이용하여 비색법으로 정량하였고, 조섬유 함량은 Ceramic Fiber Filter Method(AACC - AOAC)를 이용하여 분쇄한 울무 현미시료를 황산과 분해액으로 조섬유를 추출한 후 회화하여 측정했다.(홍 등, 1995)

3. 결과 및 고찰

가. 울무 유전자원 식물체의 질적형질(색) 특성

화분과 작물의 출아시 관찰 할 수 있는 엽초색은 소수의 유전자가 관여하는 질적형질로 알려져 있는데 울무의 경우에도 파종후 출아시 엽초색과 초기엽색이 유전자원의 혼입정도를 판단할 수 있는 중요한 질적형질로 활용할 수 있다. <표 3>, <표 4>, <표 5>에 시험 울무 유전자원들의 엽초색, 초기 엽색 및 줄기색 특성을 나라별로 정리하였다.

표 3. 울무 유전자원의 엽초색

국 가	유전자원수	담갈색	담황녹색	적자색	혼합
한 국	50	44	2	4	-
일 본	14	6	4	2	2
중 국	30	7	7	16	-

울무 유전자원의 엽초색 분포는 <표 3>에서와 같이 국가별로 다르게 조사되었는데, 한국과 일본 울무 유전자원의 엽초색은 담갈색이 가장 많은 편이었고 특히 한국울무의 대부분(88%)이 담갈색인 반면 일본울무는 43%만이 담갈색을 띄고 있어 약간 차이가 있었다. 반면 중국울무의 엽초색은 적자색이 53%로 가장 많아 한국, 일본울무와 다른 분포를 보였다.

한국울무는 일본과 중국울무에 비하여 담갈색 엽초색에 대한 분포 비율이 월등히 높았는데 이는 국내 울무 수집종의 유전적인 다양성이 일본과 중국울무에 비하여 상대적으로 크지 않는데 기인한다고 추측된다.

표 4. 울무 유전자원의 초기 엽색

국 가	유전자원수	녹색	담녹색	녹자색	자색	혼합
한 국	50	45	2	2	1	-
일 본	14	6	3	1	1	3
중 국	30	5	0	10	2	13

울무 유전자원의 초기 엽색<표 4>도 유전자원의 고유 질적특성으로 출아후 혼종 여부를 판단하고 이품종을 제거하는 유용한 수단으로 활용하여 왔는데, 한국울무는 녹색이 90%로 대부분인 반면 일본울무의 초기 엽색은 녹색이 43%였고 중국울무는 녹자색이 33%, 혼합되어 있는 종이 40%로 한국, 일본울무에 비하여 초기 엽색의 분포가 다양한 편이었다. 한국울무 초기 엽색의 분포로 근거할 때 엽초색에서와 같이 국내 울무 수집종의 유전적인 다양성이 일본과 중국울무에 비하여 상대적으로 크지 않다는 것을 추측할 수 있었다.

표 5. 울무 유전자원의 줄기색

국 가	유전자원수	녹자색	자색
한 국	50	46	4
일 본	14	12	2
중 국	30	15	15

동아시아 울무 유전자원의 줄기색 분포를 <표 5>에 정리하였다. 울무 생육 중에 나타나는 줄기색깔도 울무 품종 또는 유전자원의 고유 특성으로 볼 수 있는데 한국울무와 일본울무의 줄기색은 각각 92%, 86%가 녹자색을 띠는 반면 중국울무는 녹자색과 자색을 각각 50%씩 나타내 한국울무와 일본울무에 비하여 유전적 다양성이 큰 것을 추측할 수 있었다. 이는 울무 근원지가 인도와 히말라야 부근이라는 보고를 근거로 할 때 한국과 일본보다 중국 남부와 서부가 상대적으로 근원지와 가까움에 따라 변종의 출현이 많고 유전적으로 다양한 것으로도 추측할 수 있다.

나. 울무 유전자원의 생육특성

한국, 일본, 중국 등 동아시아 울무 유전자원의 출수특성은 <표 6>과 같았다. 한국울무의 평균 출수기는 7월 20일이었고 가장 빨리 출수하는 유전자원이 7월 13일, 가장 늦게 출수하는 유전자원이 7월 26일로 한국울무 유전자원의 출수기간 분포는 17일 정도 였고, 일본 울무는 평균 출수기가 7월 17일이었고 가장 빠른 출수가 7월 12일, 가장 늦은 출수가 7월 21일로 한국울무보다 빠른 경향이었으며 출수기간 분포도 9일로 짧아 시험 유전자원수가 한국울무에 비하여 적기는 하지만 전체적으로 출수가 빠른 경향이였다. 반면 중국울무는 가장 빠른 유전자원의 출수기가 8월 16일로 대부분의 중국울무가 출수하지 못함에 따라 정상적으로 출수특성과 수량구성요소를 조사할 수 없었다.

표 6. 울무 유전자원의 출수기

국 가	유전자원수	출수기(월.일)	
		평균	범위
한 국	50	7. 20	7. 13 ~ 7. 29
일 본	14	7. 17	7. 12 ~ 7. 21
중 국	30	-	8. 16 ~

한국, 일본, 중국울무의 생육 및 수량구성요소를 조사하여 <표 7>에 정리하였다. 시험 울무 유전자원들의 간장은 한국울무가 평균 147cm(118~182cm), 일본울무는 160cm(140~170cm)로 비슷한 반면 중국울무는 248cm(180~279cm)로 간장의 평균치 뿐만 아니라 범위에 있어서도 최고 279cm로 조사되어 한국과 일본울무에 비하여 월등히 큰 것으로 조사되었다. 마찬가지로 줄기의 굵기(간직경)도 한국울무와 일본울무가 각각 10.5mm(9.1~11.6mm), 10.0mm(9.1~10.6mm) 인데 비하여 중국울무는 15.8mm(13.6~18.1mm)로 매우 굵어 중국울무가 한국과 일본울무에 비하여 매우 큰 생물량(Biomass)을 가지고 있음을 확인할 수 있었다.

따라서 앞으로 중국울무가 국내에서 정상적으로 출수는 하지 못하지만 매우 큰 생물량(Biomass)을 활용할 수 있는 방법을 모색하는 것도 울무 유전자원을 효과적으로 활용하기 위한 좋은 방안으로 생각되는데, 울무의 사료적 이용가치에 대하여 연구(강치훈, 2000)한 바 의하면 초식가축이 울무를 선호하지는 않지만 사료적 가치는 인정할 수 있다고 보고하였고, 울무 식물체를 이용한 유기비료 생산이나 인삼예정지 관리를 위한 유기자원화 하기 위한 연구가 필요하다고 생각된다.

일반적으로 간장이 길고 줄기가 굵으면 분얼수가 적은 것이 보통인데 중국울무의 포기당 분얼수는 8.7개로 한국과 일본울무의 분얼수 6.1, 7.3개보다 많은 경향이였다.

천립중에 있어서도 한국과 일본울무는 107.7, 108.2g 으로 비슷한 반면 중국울무는 156.4g 으로 굵었고 천립중이 무거운 중국울무는 241.3g까지 나가는 대립종도 관찰되었다.

표 7. 울무 울무유전자원의 생육 및 수량성 변이

국 가	간 장 (cm)	간직경 (mm)	분얼수 (개/주)	천립중 (g)	정조수량 (kg/10a)
한 국	147 (118~182)	10.5 (9.1~11.6)	6.1 (4.2~7.3)	107.7 (87.3~140.0)	207 (119~286)
일 본	160 (140~170)	10.0 (9.1~10.6)	7.3 (4.9~8.4)	108.2 (97.1~121.0)	280 (210~336)
중 국	248 (180~279)	15.8 (13.6~18.1)	8.7 (5.8~14.5)	156.4 (103.2~241.3)	106 (59~234)

↓()안은 범위

정조수량(kg/10a)은 한국울무가 207kg(119~286kg) 정도 였고, 일본울무는 한국울무보다 많은 280kg(210~336)으로 조사되었는데 이는 주로 일본울무가 한국울무에 비하여 포기당 분얼수와 천립중이 많고 무거운 데 기인한 것으로 판단된다. 반면 중국울무는 106kg(59~234kg)으로 생물량에 비하여 매우 적은 것으로 조사되었는데 이는 주로 시험에 공시된 중국울무가 국내에서는 거의 출수하지 못함에 따라 정상적인 수확을 하지 못했기 때문인 것으로 판단된다.

다. 울무 유전자원 배유 성분 특성

동아시아 울무 유전자원의 식품으로의 이용가치를 검토하기 위하여 단백질, 조섬유, 아밀로스함량 등 배유성분을 분석하였다.<표 8> 울무 배유내 단백질 함량은 한국울무가 17.3%(13.6~20.6)로 가장 많았고, 일본울무는 15.5%, 중국울무는 13.7%로 평균 단백질 함량과 최소, 최대치 함량도 한국울무에 비하여 작은 경향이였다. 조섬유함량도 한국울무가 1.59%(0.83~2.23%)인데 비하여 일본울무 1.29%, 중국울무 1.28%로 한국울무에 비하여 적은 경향이였다.

표 8. 울무 유전자원의 배유 성분특성 변이

국 가	단백질(%)	조섬유(%)	아밀로스(%)
한 국	17.3 (13.6~20.6)	1.59 (0.83~2.23)	9.54 (6.55~18.65)
일 본	15.5 (12.2~17.7)	1.29 (1.05~1.69)	10.10 (6.85~22.85)
중 국	13.7 (13.4~14.3)	1.28 (1.10~1.79)	13.06 (7.40~24.05)

↓()안은 범위

울무 배유내 아밀로스함량은 한국울무가 9.54%(6.55~18.65%)인데 비하여 일본울무는 10.10%, 중국울무는 13.06%로 아밀로스함량과 최저·최고 아밀로스함량이 모두 한국울무보다 많은 경향이였다. 일반적으로 아밀로스함량이 적으면 찰성이 커져 면류 등의 가공성은 제한되나 떡과 선식으로의 가공성은 향상되고, 울무를 밥에 섞어 먹을 경우 찰성이 클수록 소화정도가 좋아져 이질감이 줄어들고 저작감이 부드러워져서 취식 선호도를 향상시키는데 동아시아 울무 유전자원 중에서는 한국울무가 유용성분 함량을 고려한 영양가치가 높고 가공적성이 우수한 것으로 판단되였다.

4. 적 요

소면적 재배작물의 국제적 유전자원 교류 및 재배특성을 조사하기 위한 국제공동연구의 일환으로 농촌진흥청 농업생명공학연구원과 함께 한국, 일본, 중국의 울무 유전자원에 대하여 생육특성과, 수량구성요소 및 배유성분특성을 조사한 내용을 요약하면 다음과 같다.

- 가. 한국과 일본 유전자원의 식물체 색특성이 유사한 반면 중국 유전자원은 한국, 일본 울무와 색의 분포가 달라 유전적으로 다양하였다.
- 나. 간장, 간직경, 주당 분얼수 모두 중국 울무가 크거나 많은 편이였고, 한국 울무와 일본 울무의 생육특성은 비슷한 경향이였다.
- 다. 천립중은 중국울무가 한국과 일본울무에 비하여 무거운 편이였고, 수량성은 일본 울무가 한국 울무보다 많은 것으로 조사 되었으며, 중국울무는 국내(경기도 연천)에서 정상적으로 출수를 하지 못하여 수량성을 검정할 수 없었다.
- 라. 한국울무가 일본, 중국울무에 비하여 단백질과 조섬유 함량이 많았고 아밀로스함량이 적어 가공성과 이용성에서 우수한 것으로 판단되였다.

5. 인용문헌

- 농어촌문화협회. 1983. 농업기술대계(작물편 7). 사단법인 농어촌문화협회. p. 1
- 홍병희, 김병문. 1995. 식용섬유소자원의 선발에 관한 연구. V. 울무 종실의 식용섬유소 특성. 한국육종학회지 27(3) : 244-251.
- Jain S. K. and D. K. Banerjee. 1974. Preliminary observations on the ethnobotany of the genus *Coix*. Ecobomic Botany 28 : 34-42.
- 장기원. 1986. 울무 파종기 이동에 따른 주요 형질 및 수량에 관한 연구. 전남대 석사학위논문.(재인용)
- 강치훈. 2000. 울무(*Coix lachryma-jobi* L.)의 재배법개선과 울무짚의 사료가치에 관한 연구. 건국대학교 대학원 박사학위논문.
- , 박기준, 유창재, 김두환. 2001. 울무 주산지역 농가의 실태조사. 한자식지. 14(1) :

77-83.

- 권병선, 박희진. 1990. 다변량해석법에 의한 울무의 품종군 분류. 한작지. 35(2) : 126-131.
- 이은섭, 김성민. 2002. 울무 유전자원 특성조사 및 기본식물 유지. 경기도농업기술원 시험 연구보고서. pp.609-616.
- 이효승, 김기중, 이은섭, 성병열. 1997. 울무 국내수집종의 형태 및 생육 특성. 한국약용작물학회지 5(1) : 56-61.
- 류미라, 김은영, 김상숙. 2002. Capillary electrophoresis를 이용한 울무의 원산지 판별. 한국식품과학회지. 34(5) : 787-791.