

발 간 등 록 번 호

11-1543000-002230-01

고려인삼과 미국삼의 종간교잡종 F1불임타파로 신품종 소재창출

Development of new resources from interspecific hybrids of
P. ginseng and *P. quinquefolius* for new cultivar of ginseng

2018. 03. 30

주관연구기관 / 한방바이오(주)
협동연구기관 / 한방바이오(주)
참여기관 / 농업회사법인 아이팜(주)
부여바이오 홍삼영농조합

농 립 축 산 식 품 부

3. 보고서 요약서

보고서 요약서

과제고유번호	112142-05-4-SB010	해당 단계 연구 기간	2016. 12. 21 ~ 2017. 12. 20	단계 구분	1/5
연구 사업 명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	농생명산업기술개발사업			
연구 과 제 명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	고려인삼과 미국삼의 중간교잡종 F1의 불임타파로 신품종소재 창출			
연구 책임자	해당단계 참여 연구원 수	총: 11명 내부: 11명 외부: 0명	해당단계 연구 개발비	정부:130,000천원 민간: 45,000천원 계:175,000천원	
	총 연구기간 참여 연구원 수	총: 55명 내부: 55명 외부: 0명	총 연구개발비	정부:650,000천원 민간:225,000천원 계:875,000천원	
연구기관명 및 소속부서명	경희대학교 기술지주회사 한방바이오(주)			참여기업명 농업회사법인 아이팜(주) 부여바이오홍삼영농조합	
위탁 연구	연구기관명:			연구책임자:	
요약			보고서 면수		
<ul style="list-style-type: none"> - 교잡은 중간교잡, 여교잡 및 복교잡으로 총 293개 조합을 실시하였다. - 교잡조합 293개에서 임실을 보인 177개 조합에서는 종자를 얻었다. - 고려인삼과 미국삼 상호교잡에서 미국삼이 모본일 경우보다 고려인삼이 모본일 경우 임실율이 더높았다. - 교잡조합의 모부분에 따라 임실율의 차이를 확인하였으며, K-1 품종은 상호교잡 모부분으로 임실률이 비교적 높았다. - 여교잡 성공으로 중간교잡종 품종육성 기간을 단축할 수 있음을 확인하였으며, 여교잡종 자원을 다량 확보하였다. 					

- 교잡종의 발아 및 출아특성을 조사하였으며 모부분의 중간 정도이며 모계특성을 따르는 것을 확인하였다.
- 교배조합 계통과 모부분의 연생별 지상부 생육특성에서 F1은 잡종강세현상이 강하게 나타났으나 F2 세대 이후는 모부분의 형질과 큰 차이를 볼 수 없었다.
- 임성유도제는 시판되는 모회사의 칼슘제 1.0%를 교잡종 F1 식물체에 개화 10일전부터 7일 간격으로 2~3회 처리가 임실에 가장 효과적이었으며, 고려인삼을 모본으로 한 계통보다는 미국삼을 모본으로 한 계통의 임실율이 대체적으로 높은 경향을 보였다. 3~5년생보다는 2년생에서 더 효과적이었다. 같은 미국삼 모본에서도 교잡조합계통에 따라 임실율의 차이를 보였다. 전혀 임실이 되지 않은 교잡조합도 상당수 있었다.
- 연생별로 F2~F4 세대 계통은 1년생 F2는 연풍x미국삼 외 10계통, F3는 미국삼x천풍과 미국삼xK-1 2계통, F4는 AK2014-1외 17계통, 2년생 F2는 K-1x미국삼 외 7계통, F3는 미국삼x천풍 1계통, 3년생 F2 Q0904x0925 외 1계통, F3 미국삼x천풍 1계통, 4년생 F3 AK2014-1 외 17계통이 있다.
- 연생별 여교잡 계통은 1년생 0914xF1 외 7계통, 2년생 금풍xF1 외 3계통, 3년생 0927xF1 외 1계통이 있다.
- 뿌리형질은 모부분에 비하여 근중이 상당히 무거움을 보였으며, 교잡조합에 따라 근중차이가 매우 많음을 확인하였다.
- 유전자원은 *Panax ginseng*과 *P. quinquefolius*를 286점을 수집하였으며 각각은 166점과 120점이며 *P.g* 166점 중 10점은 중국에서 *P.q* 120점 중 20점은 미국에서 수집하였다.
- 고려인삼과 미국삼의 화기구조와 약의 발달과 소포자의 발달을 1~10단계로 구명하였다.
- 고려인삼, 미국삼, 중간잡종의 배주 신장과정 및 주공의 형성 및 위치의 발달과정 간에 세포학적으로 큰 차이가 없음을 확인하였다.
- 중간잡종 F1식물은 지방은 커졌지만, 접합체 및 배유 형성을 하지 못하여 정상적인 종자를 생성하지 못함을 확인하였다.
- Nad-MLP마커를 이용한 multiplex PCR 이용하여 미국삼과 고려인삼의 마커를 확인한 바 미국삼은 1268bp와 682bp에서 마커를 보였고 고려인삼은 321bp에서 주밴드를 보였고 품종에 따라서는 181bp에서도 마커를 나타내었다. F2~4세대 모두 모계인 미국삼과 부계인 고려인삼 마커를 보여 이 세대는 하이브리드임을 확인하였다.
- 중간교잡 5년생 4계통, 4년생 F1 13계통과 F3 17계통, 3년생 F1, F2, F3 및 여교잡종, 2년생은 F2 16계통, F3, F4세대와 여교잡종 모두가 하이브리드임을 확인하였다.
- 중간교잡종 F1 부정근의 성장과 ginsenosides 생성에 적합한 배지는 기존에 사용하고 있는 1/2MS배지와 MS배지보다 B5배지임을 확인하였다.

- F2 미국삼x천풍, 미국삼xK-1 2라인 간에 개별 진세노사이드의 함량에서 미국삼과 K-1을 교잡한 라인에서 대부분의 진세노사이드 함량이 높았으며, 특히 Re와 Rb1의 함량이 거의 2배 이상 높았다.
- 중간잡종 F1식물체로부터 유도된 부정근의 진세노사이드 함량은 모부계인 고려인삼이나 미국삼보다 중간잡종 개체로부터 유도된 부정근에서 진세노사이드 함량이 매우 높았다.
- 중간잡종 F1 식물체의 사포닌 함유 패턴과 유도된 부정근에서 유사한 사포닌 패턴을 확인할 수 있어 고사포닌 함유 개체를 조기검정 확인하는데 사용할 수 있음을 확인하였다.
- 5년생 교잡계통의 F1, F2, F3세대의 뿌리부위를 주근과 세근으로 나눈 진세노사이드 함량은 F1~3세대와 모부본 모두에서 세근의 진세노사이드 함량이 주근보다 높았다. 미국삼에서는 없는 Rf의 확실한 함량을 확인하였다
- 5년생 교잡종 F3(미국x천풍) 뿌리 20개를 임의 선정하여 미국삼은 전혀 검출이 되지 않고 고려인삼에서 만 검출되는 데 F3 20개체 모두에서는 있는 것으로 보아 F3 모두는 hybrid임을 확인할 수 있었다.

4. 국문 요약문

		코드번호	D-01
연구의 목적 및 내용	<p>고려인삼과 미국삼의 중간교잡종 F1 불임타파를 이용한 신품종소재 창출</p> <ul style="list-style-type: none"> - 최초의 고려인삼과 미국삼의 F2 중간교잡종 육성 - 고려인삼과 미국삼의 F1의 불임타파를 위한 각종 물질처리 시기 및 적정농도 규명 - F2로부터 고려인삼의 다양한 진세노사이드와 미국삼의 대량함유 진세노사이드 교잡종 육성 - F2로부터 고려인삼의 우수체형과 미국삼의 내적변성 교잡종 계통육성 - F2로부터 홍삼제조용 내균열성 교잡종 계통육성 - F1 및 F2로부터 우수계통 조기선발을 위한 기내배양 및 사포닌 분석 		
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> - 교잡은 중간교잡, 여교잡 및 복교잡으로 총 293개 조합으로 2013년 33조합, 2014년 58조합, 2015년 63조합, 2016년 79조합, 2017년 60조합이었으며, 중간교잡은 183개 조합, 여교잡은 106개 조합, 복교잡은 4조합을 실시하였다. - 교잡조합 293개에서 임실을 보인 177개 조합에서는 종자를 얻었으나 116개 조합은 불임이 되었으며, 중간교잡 183개 조합에서 143조합은 임실하였으며 40조합은 불임, 여교잡 106개 조합에서 34조합은 임실하였으며 72조합과 복교잡 4조합은 불임이 되었으며, 임실율은 중간교잡은 78.1%로 비교적 높았으나 여교잡은 32.1%로 낮은 임실을 보였다. - 고려인삼과 미국삼, 미국삼과 고려인삼 상호교잡에서 미국삼이 모본일 경우보다 고려인삼이 모본일 경우 임실율이 매우 높았다. - 2013년 고려인삼과 미국삼 교잡에서 0914xQ0913과 같은 조합은 95.6%의 매우 높은 임실율을 보였으나 Q0913x0914는 0.0%를 보였고, 2014년 1003xQ1001의 임실율은 67.8%였으나 Q1001x1003은 0.0%를 보였으며, 1022xQ1013은 12.5%를 Q1013x1022는 20.8%를 보여 모부본에 따라 친화력이 다름을 보였다. - 2015년 고려인삼 K-1과 미국삼 8계통, 미국삼 8계통과 K-1의 상호교잡에서 각각 73.0%와 42.2%로 비교적 높은 임실율을 보여 K-1 품종은 상호교잡 모부본으로 친화력이 높았다. - 여교잡은 2013년은 조합에서는 임실이 없었으며, 2014년 0903xF1(미국삼x고려인삼) 외 4조합에서 17개의 종자를 얻었으나 2015년에 발아한 종자는 3개로 17.6%로 매우 낮은 발아를 보였으며, 2015년 조합에서는 K-1xF1(고려인삼x미국삼) 외 5조합에서 66개의 종자를 얻어 27개가 발아하여 40.9%의 발아율로 비교적 높은 발아를 보였고, 2016년 조합에서는 0908xF1(0908xQ0903) 외 11조합에서 146개 이상의 종자를 얻었으며 발아개체는 88개로 44.4%의 발아율을 보여 많은 여교잡 중간교잡 식물체를 확보하였다. - 2017년도의 여교잡 조합은 0920xF1(0909xQ0903) 외 40조합으로 많은 조합을 실시했으나 11개 조합에서만 26개의 종자를 얻었다. - 교잡종의 발아시기는 모부본의 중간정도를 보였고 고려인삼을 모본으로 한 조합이 미국삼을 모본으로한 조합 보다는 빠른 경향을 보여 고려인삼을 모본으로한 조합은 중기 출아를 보였으며, 미국삼을 모본으로 한 조합은 만기 출아특성을 보였다. 		

- 2013년에서 2016년까지의 교잡종의 발아율은 교잡조합간에 많은 차이를 보였다. 고려인삼을 모본으로 한 조합이 미국삼을 모본으로 한 조합보다는 비교적 높은 발아율을 보였다. 2014년 여교잡은 종자수도 적었으며 발아율도 떨어지는 경향을 보였고, 2016년 여교잡종은 비교적 높은 발아율을 보였다.
- 교배조합 계통과 모부본의 연생별 지상부 생육특성에서 F1은 잡종강세현상이 강하게 나타났으나 F2 세대 이후는 모부본의 형질과 큰 차이를 볼 수 없었다.
- 임성유도제는 시판되는 모회사의 칼슘제 1.0%를 교잡종 F1 식물체에 개화 10 일전부터 7일 간격으로 2~3회 처리가 임실에 가장 효과적이었으며, 고려인삼을 모본으로 한 계통보다는 미국삼을 모본으로 한 계통의 임실율이 대체적으로 높은 경향을 보였다. 3~5년생보다는 2년생에서 더 효과적이었다. 같은 미국삼 모본에서도 교잡조합계통에 따라 임실율의 차이를 보였다. 전혀 임실이 되지 않은 교잡조합도 상당수 있었다.
- 연생별로 F2~F4 세대 계통은 1년생 F2는 연풍x미국삼 외 10계통, F3는 미국삼x천풍과 미국삼xK-1 2계통, F4는 AK2014-1외 17계통, 2년생 F2는 K-1x미국삼 외 7계통, F3는 미국삼x천풍 1계통, 3년생 F2 Q0904x0925 외 1계통, F3 미국삼x천풍 1계통, 4년생 F3 AK2014-1 외 17계통이 있다.
- 연생별 여교잡 계통은 1년생 0914xF1 외 7계통, 2년생 금풍xF1 외 3계통, 3년생 0927xF1 외 1계통이 있다.
- 뿌리형질은 모부본에 비하여 근중이 상당히 무거움을 보였다. F1 교잡종은 미xK1, Q0904x0925, Q0903x0929, Q0807x0841은 각각 268g, 57g, 21g, 77g을 보여 미국삼을 비롯한 모본에 비하여 미xK-1은 7배 정도 무거웠고, Q0904x0925은 0.5배, Q0903x0929은 비슷하였고, Q0807x0841은 3배 정도를 보였다. F2 세대는 미국삼x천풍은 모본 40.6g에 비하여 1.7배, 천풍x미국삼은 모본 천풍에 비하여 1.6배, 미국삼xK-1은 1.3배 정도의 증가를 보였다.
- 유전자원은 *Panax ginseng*과 *P. quinquefolius*를 286점을 수집하였으며 각각은 166점과 120점이며 *P.g* 166점 중 10점은 중국에서 *P.q* 120점 중 20점은 미국에서 수집하였다.
- 고려인삼과 미국삼의 화기구조와 약의 발달과 소포자의 발달을 1~10단계로 구명하였다.
- 미국삼의 약의 크기가 고려인삼에 비하여 약간 크며, 표면의 그물망상 구조는 유사하지만 고려인삼의 약에서의 홈의 구조가 더 뚜렷함을 확인하였으며, 화분의 구조와 표면에서도 약간의 차이를 보였으며, 고려인삼의 경우 화분 표면을 코팅하는 액신 구조가 더 작은 홈을 형성하는 것을 확인하였다. 이들의 구조학적 차이로 인하여 교잡 후 임성의 차이가 있을 수 있음을 제시한다.
- 고려인삼, 미국삼, 중간잡종의 배주 신장과정 및 주공의 형성 및 위치의 발달과정 간에 세포학적으로 큰 차이가 없음을 확인하였다.
- 고려인삼은 수분 직후 조세포가 퇴화되고 정핵이 중심세포와 결합하여 배유를 형성하고, 난세포는 정핵과 결합하여 배를 형성하는데 주공의 끝에 형성된 배를 확인할 수 있었다. 반면 중간잡종 F1식물은 자방은 커졌지만, 접합체 및 배유형성을 하지 못하여 정상적인 종자를 생성하지 못함을 확인하였다.
- Nad-MLP마커를 이용한 multiplex PCR 이용하여 미국삼과 고려인삼의 마커를 확인한 바 미국삼은 1268bp와 682bp에서 마커를 보였고 고려인삼은 321bp에서 주밴드를 보였고 품종에 따라서는 181bp에서도 마커를 나타내었다. F2~4세대 모두 모계인 미국삼과 부계인 고려인삼 마커를 보여 이 세대는

	<p>하이브리드임을 확인하였다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 중간교잡 5년생 4계통 F1(Q0903x0929, Q0904x0925, Q0807x0841, 미국삼 xK-1)과 자연교잡 6년생 F1(Q0809x미국삼), 4년생 F1(0702xQ1010 13계통)과 F3(AK2014-1 외 17계통), 3년생 F1, F2, F3 및 여교잡종, 2년생은 F2(0702xQ1010 외 16계통), F3, F4세대와 여교잡종 모두가 하이브리드임을 확인하였다. - 중간교잡종 F1 부정근의 생장과 ginsenosides 생성에 적합한 각각의 배지를 선정하고자 다양한 배지에서 생체중 0.5 g 부정근을 100 ml 배지에서 6 주간 배양하였을 때, 기존에 사용하고 있는 1/2 MS배지와 MS배지보다 B5배지에서 1.25 배 향상되었다. - 중간 교잡종 F1과 F2 부정근의 생장과 ginsenosides 생성에 적합한 각각의 호르몬별 성장량은 B5배지에서 IBA 2ppm, IAA 2ppm, NAA 2ppm 처리를 하여 4 주간 배양하였을 때, 대조군보다 IAA, IBA, NAA처리 시 각각 약 1.6배, 3.5배, 3.6 배 향상되었다. - F1 5년생과 F1과 2년생 F1과 F2의 진세노사이드 함량을 분석에서 천풍을 모본으로 하는 F1보다는 미국삼을 모본으로 한 계통에서 진세노사이드 함량이 비교적 높았다. F2 미국삼xK-1의 진세노사이드 함량은 49.3 mg/g을 가장 높은 함량을 보였으며, 자연적으로 발생한 F1에서도 비교적 높은 함량을 보였다. - F2 미국삼x천풍, 미국삼xK-1 2라인 간에 개별 진세노사이드의 함량의 차이를 분석해 본 결과 미국삼과 K-1을 교잡한 라인에서 대부분의 진세노사이드 함량이 높았으며, 특히 Re와 Rb1의 함량이 거의 2배 이상 높았다. - 중간잡종 F1식물체로부터 유도된 부정근의 진세노사이드 함량은 모부계인 고려인삼이나 미국삼보다 중간잡종 개체로부터 유도된 부정근에서 진세노사이드 함량이 높았다. - 중간교잡 세포주 5라인 간에 개별 진세노사이드의 함량에서 KA1 라인은 진세노사이드 Re, Rg1 등의 PPT 계열의 진세노사이드의 함량이 다른 라인에 비하여 매우 높았고, KA3 라인은 진세노사이드 Rb1이 다른 라인에 비하여 월등하게 높음을 확인하였다. 모계가 미국삼인 중간잡종 개체로부터 유도된 AK6의 경우에는 진세노사이드 Re, Rf를 높은 함량이 매우 높았다. - 중간잡종 F1 식물체의 사포닌 함유 패턴과 유도된 부정근에서 유사한 사포닌 패턴을 확인할 수 있었으며, 이는 고사포닌 함유 개체를 조기검정 확인하는데 사용할 수 있고, 개별 진세노사이드 함량이 서로 다름을 이용하여 원하는 개별 진세노사이드의 함량을 높이는 세포라인을 확보할 수 있을 것으로 본다. - 5년생 교잡계통의 F1, F2, F3세대의 뿌리부위를 주근과 세근으로 나눈 진세노사이드 함량은 F1~3세대와 모부본 모두에서 세근의 진세노사이드 함량이 주근보다 높았다. 주근과 세근에서 모본인 미국삼보다는 적은 함량을 보였으나 부분인 천풍과 K-1 보다는 높은 함량을 보였다. 특히 미국삼에서는 없는 Rf가 Tr을 보였으나 세근에서는 확실한 함량을 보였다. 이러한 결과는 이 교잡계통은 hybrid임을 알 수 있는 지표라 할 수 있다. - 5년생 교잡종 F3(미국x천풍) 뿌리 20개를 임의 선정하여 진세노사이드 함량을 분석한 결과 20개 모두 50 mg/g 함량을 보였다. 샘플 1번은 98.25 mg/g으로 가장 높은 함량을 보였으며, 70mg/g을 보인 샘플은 7, 13, 17번으로 개체간 차이가 많음을 보였다. 샘플 6 외 4개체는 모계인 미국삼보다 진세노사이드 함량
--	--

	이 낮음을 보였다. 진세노사이드 Rf와 같은 경우는 미국삼은 전혀 검출이 되지 않고 고려인삼에서 만 검출되는 데 F3 20개체 모두에서는 있는 것으로 보아 F3 모두는 hybrid임을 확인할 수 있었다.				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> - 현재의 인삼육종소재 부족현상을 타개할 수 있음. - 고려인삼 사포닌 종류와 함량 증가를 가진 중간교잡종 품종육성이 될 것임. - 중간교잡종으로 인삼재배의 문제점인 적변 및 균열 감소로 홍삼제조 원료삼 품질이 향상될 것임. - 기내배양을 통한 고사포닌 주 다량증식으로 사포닌 고함유 제품용으로 활용. - 각종 품종과 중간교잡종의 분자마커가 개발됨으로서 유통체계를 확립할 수 있음. - FTA에 대비하는 중간교잡종 신품종과 분자마커의 개발로 타국삼과의 차별화 - 세계 최초로 인삼중간잡종의 품종이 육성될 것임. 				
중심어 (5개 이내)	인삼중간교잡종	고려인삼	미국삼	인삼교잡종 분자마커	인삼 고사포닌세포주

5. 영문 요약문

< SUMMARY >

		코드번호	D-02
Purpose& Contents	<ul style="list-style-type: none"> - First breeding in the world of F2 species by overcome F1(<i>Panax ginseng</i> x <i>P. quinquefolius</i> & <i>P. quinquefolius</i> x <i>P. ginseng</i>) infertility. - Investigation the material that overcomes the infertility of the hybrid F1. - Identification of appropriate timing and concentration of substance treatment to overcome the infertility of F1 hybrid. - F generation breeding with ginsenosides of various kinds and high contents - F generation breeding with good root shape and high crack tolerance. - In vitro culture and saponin analysis for early selection of superior hybrid lines from F1 and F2. 		
Results	<ul style="list-style-type: none"> - Crossing is an interspecific cross, back cross and double cross, total of 293 combinations, 33 combinations in 2013, 58 combinations in 2014, 63 combinations in 2015, 79 combinations in 2016 and 60 combinations in 2017,106 combinations for the back cross and 4 combinations for the double cross. - In 293 to 177 combinations, seeds were obtained but 116 combinations were infertile. In 183 combinations of interspecific hybrids, 143 combinations were bear offspring, 40 combinations were infertile, 106 combinations were infertile, 34 combinations were bear offspring, 72 combination and double cross 4 combination were sterile. Fertility of interspecific hybridization was relatively high(78.1%), but backcross showed low fertility(32.1%). - Korean ginseng and American ginseng reciprocal cross. The fertility of Korean ginseng mother plant was higher than that of American ginseng mother plant. - In 2013, in the interspecific hybridization of Korean ginseng and American ginseng, the combination of 0914xQ0913 showed a very high rate of 95.6%, whereas Q0913x0914 showed 0.0%. In 2014, the rate of 1003xQ1001 was 67.8%, but Q1001x1003 showed 0.0%, 1022xQ1013 was 12.5% and Q1013x1022 was 20.8%. The fertility was different according to the parents. - In 2015, the rate of reciprocal crossing of Korean ginseng K-1 & American ginseng 8 lines, American ginseng 8 lines & K-1 was 73.0% and 42.2%, respectively. K-1 cultivar was higher in fertility than other cultivars or lines. - In 2014, 17 seeds were obtained from 0903xF1(American ginseng x Korean ginseng) 4 combination backcross. Three seeds germinated in 		

	<p>2015 had very low germination(17.6%), and in 2015, 66 seeds were obtained from 5 combinations of K-1xF1(American ginseng x Korean ginseng). Germination rate was relatively high in 2016. In the combination of 0908xF1(0908xQ0903) and other 11 combinations, more than 146 seeds were obtained in 2016. The germination number was 88 and the germination rate was 44.4%, and many backcross species were obtained.</p> <ul style="list-style-type: none"> - The backcross combination of 2017 performed many combinations with 0920xF1 (0909xQ0903) and 40 combinations. However, 26 seeds were obtained from only 11 combinations. - The germination period of hybrids showed a medium degree of phenotype. The combination of Korean ginseng as a mother plant tended to be faster than the combination of American ginseng as a mother plant. Combining the mother plant is Panax ginseng showed a germinating medium, combining American ginseng with mother plant showed a late germinating characteristics. - The germination rate of the hybrids from 2013 to 2016 showed many differences between the hybridization groups. The combination of Korean ginseng as a mother plant showed a higher germination rate than the combination of American ginseng as a mother plant. In 2014, the number of seeds and the germination rate of backcross showed a tendency to decrease. In 2016, the backcross species showed a relatively high germination rate. <p>Growth characteristics of crossing combination lines and parental plant growth were investigated. F1 showed a strong hybrid tendency at all years. However, after F2 generation, there was no significant difference from the parental plant.</p> <ul style="list-style-type: none"> - The fertility induction agent was a commercially available calcium agent. Concentration of 1.0% was most effective in fertility treatment of hybrid F1 plants 2 to 3 times at intervals of 7 days from 10 days before flowering. The rate of fertility of line which made American ginseng as mother plant was higher than that of Korean ginseng as mother plant. It was more effective at 2 years than 3 ~ 5 years. In the same mother plant of American ginseng, the rate of fertility varied according to cross combination lines. There were also many hybrid combinations that were not fertility at all. - F2 ~ F4 generation line for each year is as follows.1 year old F2 is Yeonpoong x American ginseng other 10 lines, F3 is American ginseng x Chunpoong and American ginseng x K-1 2 lines, F4 is AK2014-1 and other 17 lines, 2 year old F2 is K-1 x American ginseng and 7 lines, F3 is American ginseng x Chunpoong 1 line, 3 year old F2 Q0904x0925 and
--	--

	<p>1 line, F3 American ginseng x Chunpoong 1 line, 4 year old F3 AK2014-1 and 17 lines.</p> <ul style="list-style-type: none"> - The backcross lines for each year are 0914xF1 and 7 lines, 2 year old Gumpoong x F1 and 3 lines, 3 year old 0927xF1 and 1 line.. - Root weights were considerably heavier than the parent. The root weights of the hybrids F1 <i>P.q</i>xK1, Q0904x0925, Q0903x0929 and Q0807x0841 were 268 g, 57 g, 21 g and 77 g, respectively. <i>P.q</i>xK-1 was about 7 times heavier than American ginseng, Q0904x0925 was 0.5 times, Q0903x0929 was similar, and Q0807x0841 was 3 times more. In the F2 generation, <i>P.q</i>xChunpoong and <i>P.q</i>xK-1 were 1.7 times and 1.3 times heavier than the mother plant. Chunpoongx<i>P.q</i> was 1.6 times heavier than the mother plant Chunpoong. - There was no quality deterioration such as rusty root, root rot, and root crack in F1, F2, and F3 generations. Root rot of parent plant, American ginseng, was high at 17.0%, and Korean ginseng showed 8.0%, 5.0%, and 15.0% of rusty root, root rot and root crack, respectively. The hybrids seemed to have a strong impact on American ginseng. The number of surveyed population is small, so the reliability of the figure is low, but the trend is likely to be readable. - The quality of red ginseng was divided into good and root crack. In this comparison, F3 showed a cracking rate of 11.7%, but the American ginseng was 0.0% and the Korean ginseng was 63.3% - The genetic resources collected 286 plants of <i>Panax ginseng</i> and <i>P. quinquefolius</i>, 166 plants and 120 plants, respectively. Of the 166 plants, 10 plants were collected in China and 20 plants in <i>P.q</i> were collected in the United States. - The development of floral, microspore, and carpel in Korean ginseng and American ginseng was cytologically analyzed. To facilitate the future study on ginseng male reproduction, we grouped the anther development into 10 developmental stages according to the characterized cytological events. - The size of anther of American ginseng is slightly larger than that of Korean ginseng and the cuticle layer is more distinguishable in American ginseng even though the surface shape is similar each other. In addition, the exine layer, outer surface of pollen is slight different each other such as pattern of pollen wall, suggesting that there may be differences in fidelity after in hybrid plant due to their structure differences. - It was confirmed that there was no significant cytologic difference between Korean ginseng, American ginseng and interspecific hybrids, in the process of development and formation of ovary.
--	--

- After fertilization in Korean ginseng ovary, the synergides disappear, the sperm cell fused with the megaspore forming the embryo sac and fused with central cell forming endosperm in ovary, with visible haustoria at the micropylar pole. However, only ovary became swollen in hybrid F1 without formation of zygote and endosperm, finally no formation of seed.

Part 2

- Using multiplex PCR based on Nad-MLP markers, it was confirmed at 1268 bp and 682 bp for American ginseng and 321 bp for Korean ginseng. Korean ginseng showed the main band at 321 bp and some at 181bp according to the varieties. F2 to F4 hybrid generations showed both of Korean and American ginseng bands, which are the mother and father, confirming the hybrid generation.

- 5 year ginseng F1 4 combination(Q0903x0929, Q0904x0925, Q0807x0841, American ginseng x K-1) and 6 year ginseng F1(Q0809xP.q), 4 year ginseng of F1(0702xQ1010 and other 13 lines) and F3(AK2014-1 and other 17 lines), 3 year ginseng of F1, F2, F3 and backcrossed line, 2 year ginseng of F2(0702xQ1010 and other 16 lines), F3, F4 generations and backcrossed lines were confirmed as hybrid plants.

- In order to select the appropriate media for growth of F1 adventitious roots and ginsenosides production, various media were tested. After 0.5 g of fresh adventitious roots were grown in 100 ml media for 6 weeks, harvest weight was increased in B5 media 1.25 times higher than 1/2MS and MS media.

- The growth of F1 and F2 adventitious roots and the production of ginsenosides in the interspecific hybrids were significantly higher in the B5 medium when treated with 2 ppm of IBA, 2 ppm of IAA, 2 ppm of NAA with 1.6 times, 3.5 times and 3.6 times, respectively.

- In the analysis of ginsenoside content of 5-year-old F1, 2-year-old F1 and F2, the content of ginsenoside was relatively high in the lines produced by American ginseng as mother rather than the F1 used Chunpoong as a mother. F2 line by American ginseng x K-1 was found at the highest content of ginsenoside at 49.3 mg / g and the content of naturally occurring F1 was relatively high.

- The analysis of the difference in the contents of individual ginsenosides between the lines of the F2 plants by American ginseng x Chunpoong and American ginseng x K-1 revealed that most of the ginsenosides were high in lines crossing the American ginseng with K-1. The content of ginsenoside Re and Rb1 were almost twice higher.

- The ginsenoside content of adventitious roots derived from interspecific

	<p>hybrid F1 plants was higher than that of the parent ginseng roots.</p> <ul style="list-style-type: none"> - In the content of individual ginsenosides between five lines of interspecific hybridization adventitious roots, the content of ginsenoside of PPT types such as ginsenoside Re and Rg1 was very high in the KA1 line, and the content of ginsenoside Rb1 in the KA3 line was distinguishably high. In the case of AK6 derived from American ginseng as mother line, the content of ginsenosides Re and Rf was very high. - A similar saponin pattern was observed in the F1 hybrid plants and the induced adventitious roots, which can be used for early confirmation of high saponin-containing individuals, and the individual ginsenoside contents are different, It would be possible to secure cell lines that increase the content of interest ginsenosides. - The content of ginsenoside in the five-year-old hybrid line of F1, F2, and F3 generations was higher in fine root than that of the main root. The content from main and fine root was lower than that of the mother line, American ginseng, but higher than that of the father line, Chunpoong and K-1. Especially, Rf which was not found in American ginseng showed definite contents in hybrid, indicating as a marker of hybrid plants. - Ginsenoside content of 20 selected roots from 5-year-old hybrids F3(American ginseng x Chunpoong) roots showed 50 mg/g. Sample No. 1 showed the highest content at 98.25 mg/g, while samples No. 7, 13, 17 showed at 70 mg/g with higher interindividual variation. Four samples including No. 6 showed lower ginsenoside content than the American ginseng, mother line. In the case of ginsenosides Rf, it is not detected in the American ginseng, only in Korean ginseng and hybrid lines, which indicates the F3 generations are all hybrid lines.
<p>Expected Contribution</p>	<ul style="list-style-type: none"> - It is possible to overcome the shortage of current ginseng breeding materials. - It will be cultivated interspecific cultivars with many kinds and high content of ginsenosides. - The rusty root and root cracks which are the most problematic quality of raw material for red ginseng manufacturing will be solved. - The quality of root red ginseng will be improved. - High saponin cell lines will be produced by in vitro culture of saponin rich products by mass multiplication. - Many molecular markers between breeds and interspecific hybrids can be developed to establish a distribution system. - Development of new species of interspecific crossbreds and molecular markers, which can differentiate from other countries and respond to FTA. - The world's first hybrid varieties of ginseng species will be developed.

Keywords	Ginseng interspecific hybrid	Panax ginseng	Panax quinquefolius	Ginseng interspecific molecular marker	Ginseng high saponin cell lines
----------	------------------------------	---------------	---------------------	--	---------------------------------

6. 영문목차

1. Overview of R & D projects
2. National and international technical developments
3. Contents and results of R & D projects
4. Contribution to the achievement of objectives and related fields
5. Plan to use of results
6. Collected Overseas Scientific and Technical Information in the process
7. Security level of R & D results
8. Status of Research facilities & equipment
9. Safeguards Implementation Performance
10. Research Results
11. Etc.
12. References

7. 본문목차

< 목 차 >

1. 연구개발과제의개요	16
2. 국내외 기술개발 현황	18
3. 연구수행 내용 및 결과	18
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	124
5. 연구결과의 활용계획 등	124
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	125
7. 연구개발성과의 보안등급	125
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황	125
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	125
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	126
11. 기타사항	126
12. 참고문헌	126

1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

1-1. 연구개발 목적

고려인삼과 미국삼의 중간교잡종 F1 불임타과를 이용한 신품종소재 창출

- 최초의 고려인삼과 미국삼의 F2 중간교잡종 육성
- 고려인삼과 미국삼의 F1의 불임타과를 위한 각종 물질처리 시기 및 적정농도 규명
- F2로부터 고려인삼의 다양한 진세노사이드와 미국삼의 대량함유 진세노사이드 교잡종 육성
- F2로부터 고려인삼의 우수체형과 미국삼의 내적변성 교잡종 계통육성
- F2로부터 홍삼제조용 내균열성 교잡종 계통육성
- F1 및 F2로부터 우수계통 조기선발을 위한 기내배양 및 사포닌 분석

1-2. 연구개발의 필요성

고려인삼은 대한민국을 대표하는 작물로 그 위상을 확고히 해야 할 필요가 있다. 현재 우리나라 인삼산업은 중국이나 미국 캐나다 등에 의해 상당한 도전을 받고 있는 실정이다. 특히 재배분야는 2000년대 초반부터 점점 증가 추세를 보이다 2010년을 전후하여 하향하고 있다. 여기에는 여러 요인이 있지만 적절한 재배지나 노동력 등과 같은 재배여건이 날로 어려워지는 형편이다. 이러한 여건 하에서 국제적으로는 세계 여러 나라들과 FTA체결로 인해 재배할 만한 마땅한 작물의 선택의 폭이 좁고 설령 재배된 작물도 경제수지를 맞추기가 어려운 실정이다. 특히 우리의 주곡물인 벼에 대한 대체 작물로 인삼을 각 지자체마다 강력 추천함과 동시에 지원사업이 활발히 진행되고 있으나 재배지에 알맞은 인삼품종 등의 부족등과 재배법의 미숙으로 원료삼의 품질저하가 문제가 되고 있는 형편이다. 국외적으로는 한미 FTA 타결로 미국삼의 수입물량이 해마다 증가될 것이고, 나아가 우리와 같은 중을 재배하고 있는 중국과의 FTA가 가시화되고 있는 점으로 보아 국내 인삼시장의 지각변동이 있을 것으로 본다.

특히 중국에서는 그동안 인삼이 의약품으로 등재되어 있어 생산과 수요가 그리 많지 않았으나 2012년 8월 29일에 의약품에서 식품으로 등재됨으로써 인삼의 사용량이 기하급수적으로 증가할 상황에 놓여 있다. 어쩌면 오히려 한국에서 중국으로 인삼이 대량 수출되어야 할지도 모르겠다. 실제로 중국의 대형 제약회사에서 인삼을 식품으로 활용하기 위하여 대량생산을 위한 대대적인 재배투자가 이뤄지고 있으며 중국정부에서도 인삼재배에 적극적인 지원을 하고 있다. 한국에서는 오로지 인삼이라 함은 우리나라에서 많이 재배되고 있는 *Panax ginseng*만이 사용하고 있으나 중국에서는 *Panax ginseng* 이외도 *Panax quinquefolius*와 중국의 운남성에서 많이 재배되는 전철삼 *Panax notoginseng*을 같이 사용하고 있기 때문에 우리도 이에 대한 대비를 해야 할 때라고 본다. 그것은 미국삼과 전철삼이 한국의 인삼기준으로 삼고 있는 Rb1과 Rg1이 고려인삼보다 2-4배 이상 함유되어있기 때문이다. 다행히 그동안 한국은 인삼에 대한 지원이 강화되면서 30-40년 전부터 인삼의 육종에 지원을 하여왔다. 하지만 미국과 중국에서는 아직 인삼의 육종은 거의 전무한 것으로 판단된다. 그것은 인삼의 육종이 어렵고 또한 오랜 시간이 요구되기 때문이다. 우리는 이미 50여년 전부터 인삼의 육종을 진행해왔으며 이제 그 열매를 수확할 시기라 본다.

인삼육종연구가 시작되면서부터 고려인삼(*Panax ginseng*)과 이종인 미국삼(*P. quinquefolius*)간의 중간교잡을 해년 실시하였다고 할 수 있다. 그러나 F1 식물체까지는 얻을 수 있었으나 F1 식물체가

불임이 되어 F2 식물체를 얻을 수가 없었다. 미국삼은 고려인삼에 비해 진세노사이드 가지 수는 적으나 전체 함량은 매우 높다는 점, 홍삼제조 원료삼의 품질을 떨어뜨리는 가장 큰 요인 중 하나인 적변 발생이 매우 낮다는 점, 그리고 홍삼을 제조할 때 균열발생이 없다는 점 등의 특성을 갖고는 있으나 고급 뿌리홍삼이 될 수 있는 가장 중요한 뿌리의 모양인 동체와 지근발달이 균형을 이루는 사람모양인 원료삼 생산율이 매우 낮다는 점 등에 대해 기 보고되었다. 이러한 문제에 착안하여 고려인삼의 장점인 좋은 뿌리모양에 미국삼의 특성을 도입하기 위한 시도로 중간교잡을 수십 년에 걸쳐 시도를 했으나 F1에서 더 이상의 세대를 진전시키지를 못했다. 그러나 현재까지 전 세계적으로 F1 식물체에서 종자를 얻은 결과는 없었는데 농식품부 지정 고려인삼명품화 사업단 선행 연구에서 F1의 불임을 해결할 가능성을 찾았다.

본 연구에서는 F1종자 곧 F2의 식물체까지 얻을 수 있는 가능성이 있어 앞으로 인삼육종의 새로운 방향을 여는 지표가 될 것이며, 이에 따른 지속적인 연구가 필요하다고 본다. 특히 FTA가 시작되면 중국과 미국에서 미국삼이 값싸게 우리나라로 들어오는 것은 자명하며, 이로 인한 국내 인삼산업의 전망은 엄청난 타격을 입을 것으로 본다.

그러나 30여년동안 고려인삼신품종에 대한 연구를 진행한 우리나라는 품종보호출원과 우수품종 확보로 이런 어려움을 타개할 수 있을 것으로 생각되나 앞으로 진행되는 FTA에 대한 대응 방법의 하나로 중간잡종에 대한 연구와 이를 이용한 인삼육종연구가 필요하다고 판단되어 이 연구를 수행하였다.

1-3. 연구개발 범위

중간교잡종(고려인삼 x 미국삼, 미국삼 x 고려인삼) F2세대 증진 및 교잡친용 계통 육성

- 중간교잡종 F2세대증진
- 분자 marker에 의한 중간교잡종 확인 및 분리
- F1의 불임타과물질 시기별 농도별 처리
- F1, F2의 생육특성 조사
- 고려인삼 계통 및 품종과 미국삼 계통간의 친화력 검정 및 교잡종 생산
- 목적형질 도입을 위한 여교잡
- 불임의 해부학적 연구
- 고려인삼과 미국삼 유전자원 선발 및 육성

기내배양에 의한 중간잡종 및 고사포닌 개체 조기검정

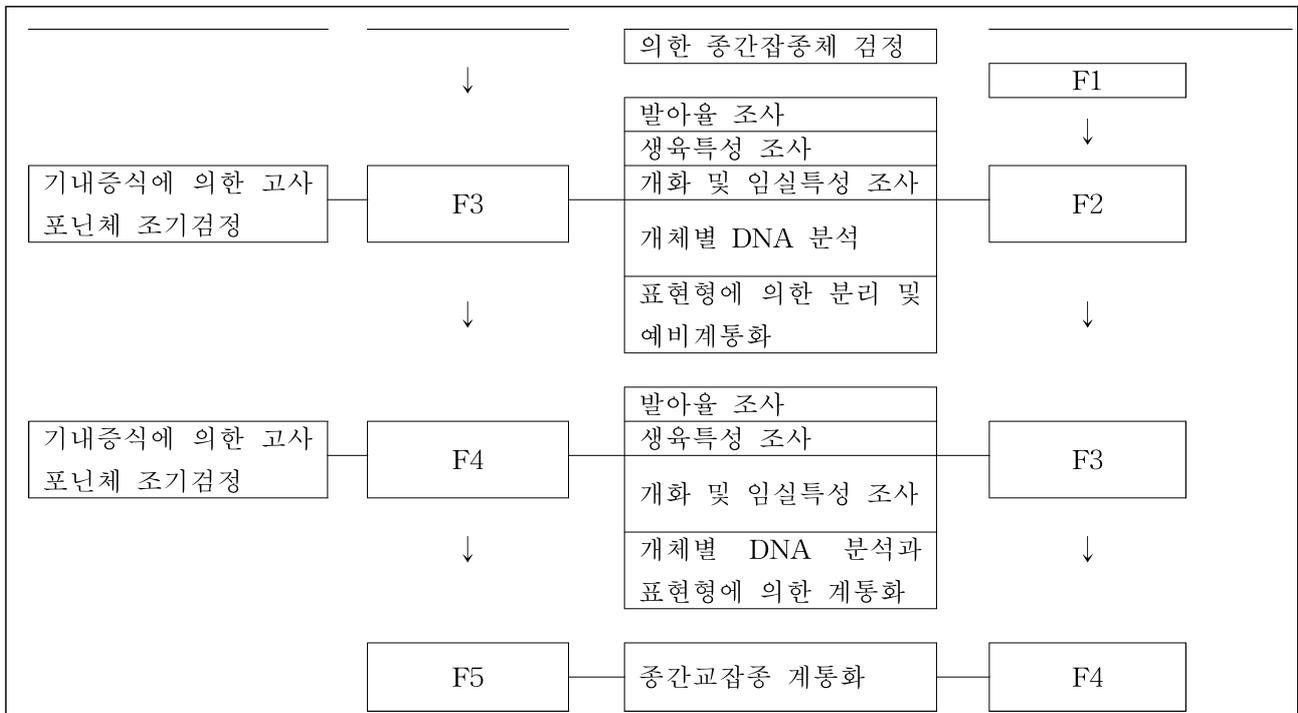
- SNP를 이용한 분자마커의 개발 및 최적구별방법의 개발
- 기내 증식체로부터 고사포닌 중간잡종체 검정
- 고사포닌체 다량증식
- 특수성분 함유 중간 교잡종으로부터 산업화를 위한 대량증식방법 확립
- 재분화 system에 의한 기내 증식

2. 국내외 기술개발 현황

	코드번호	D-04
<p>○ 최근 우리나라의 인삼 수출 현황을 보게 되면 2011년 189백만\$였던 수출이 2016년에는 133백만 \$로 40만\$가 감소하였다(수출입무역통계, 관세청). 이는 중국과 북미의 공격적 인삼시장 확대로 경쟁이 심화되면서 수출물량도 현격하게 줄어들고 있다. 또한 국내의 인삼시장 역시 1인당 소비량 2011년부터 꾸준히 감소되고 있다. FTA 등 수입개방화로 현행 고율관세 조정이 불가피하기 때문에, 생산 및 가격경쟁력 보완과 함께 약리효능 우수성을 활용한 고려인삼의 세계화 추진으로 활로 모색 필요가 있다. 현재, TRQ는 백삼 222.8% 홍삼 754.3%의 고율관세를 부과하고, 초과물량은 특별 긴급관세(백삼 74.3%, 홍삼 251.4%)를 부과하여 백삼은 297%, 홍삼은 1,005%의 관세로 관리하고 있는 실정이다. 인삼재배 육종적인 측면에서 FTA대응 전략으로 새로운 중간교잡종을 개발함으로써 문제의 해결의 가닥을 잡을 수 있을 것으로 본다.</p> <p>인삼 육종분야 일제 강점기 개성에서 시작하여 1960년경부터 우리체계로 전환하여 1997년에 천풍과 연풍을 품종으로 등록하게 되었다. 1980년대 초에 조직배양에 대한 연구가 시작되었고 그 후 조직배양을 이용한 신품종 개발이 시도되었으나 결과는 없는 실정이다. 고려인삼은 좋은 체형과 유효 사포닌은 많지만 적변이나 균열에 취약한 반면 미국삼은 뿌리홍삼을 제조하기에는 부적합한 체형이지만 진세노사이드 종류는 적으나 전체함량은 높고, 적변이나 균열에는 강한 특성이 있어 이러한 인자를 고려인삼에 도입하기 위한 지속적인 시도를 하였으나 F1에서 불임이 되어 다음세대로 넘어가지 못하는 문제점을 해결하지 못하고 F1체를 이용한 조직배양 수준에 머물고 있다. 최근 2017년 강원대 연구팀에서 중간교잡종을 조직배양을 통해 somatic embryo를 유도하고 순화 과정을 거쳐 같은 형질의 중간교잡 인삼을 만드는 연구를 진행했다.</p> <p>해외의 교잡육종 연구는 벼, 토마토, 감자등 발작물과 원예식물을 중점적으로 하고 있으며 인삼 교잡육종은 우리나라에서 주도적으로 하고 있으며 중국과 일본에서도 하는 것으로 알고 있지만 보고된 것은 없는 실정이며 이외에 미국을 비롯한 캐나다 등에서는 거의 전무한 것으로 본다.</p>		

3. 연구수행 내용 및 결과

	코드번호	D-05
<p>3-1. 이론적, 실험적 추진체계도</p> <pre> graph TD A["고려인삼 (Panax ginseng)"] -- X --> B["미국삼 (Panax quinquefolius)"] A --> F1["F1"] B --> F1 F1 --> F2["F2"] F1 -- X --> C["여교잡 (모부분 reciprocal)"] F2 --> C C --> D[" "] </pre>		



3-2. 연구개발성과

3-2-1. 논문게재 성과

NO	연도	논문명	주저자명	학술지명	vol.(no.)	국내외	sci구분
1	2013	Molecular Authentication of Morus Folium Using Mitochondrial nad7 Intron2Region	Chi-Gyu Jin	Korean J. Plant Res.	26(3)	국내	비sci
2		Plant Regeneration from Anther Culture of Panax ginseng	Hee-Young Lee	Korean J. Plant Res.	26(3)	국내	비sci
3	2014	Grouping and characterization of putative glycosyltransferase genes from Panax ginseng Meyer	Altanzul Khorolragch aa	Gene	536(1)	국외	sci
4		Functional characterization of the pathogenesis-related protein family 10 gene, PgPR10-4, from Panax ginseng in response to environmental stresses	Yu-Jin Kim	Plant Cell Tissue and Organ Culture	118(3)	국외	sci
5		Acclimation of hydrogen peroxide enhances salt tolerance by activating defense-related proteins in Panax ginseng C.A. Meyer	Gayathri Sathiyaraj	Mol Biol Rep	41(6)	국외	sci
6	2015	Ectopic overexpression of the aluminum-induced protein gene from Panax ginseng enhances heavy metal tolerance in transgenic Arabidopsis	Moon-Gi Jang	Plant Cell Tissue and Organ Culture	119(1)	국외	sci
7		Acclimation of hydrogen peroxide enhances salt tolerance by activating defense-related proteins in Panax ginseng C.A. Meyer	Gayathri Sathiyaraj	Mol Biol Rep	41(6)	국외	sci
8		Functional characterization of the pathogenesis-related protein family 10 gene, PgPR10-4, from Panax ginseng in response to environmental stresses	Yu-Jin Kim	Plant Cell Tissue and Organ Culture	118(3)	국외	sci
9		Grouping and characterization of putative glycosyltransferase genes from Panax ginseng Meyer	Altanzul Khorolragch aa	Gene	536(1)	국외	sci

10		Molecular authentication by multiplex-PCR of three similar medicinal plant species: <i>Cynanchum wilfordii</i> , <i>Cynanchum auriculatum</i> and <i>Polygonum multiflorum</i> (<i>Fallopia multiflorum</i>)	Min-Kyeoung Kim	Journal of Medicinal Plants Research	7(35)	국외	비sci
11	2016	Development of interspecies hybrids to increase ginseng biomass and ginsenoside yield	Yu-Jin Kim	PLANT CELL REPORTS	35(4)	국외	sci
12		Molecular characterization of 5 chlorophyll a/b-binding protein genes from <i>Panax ginseng</i> Meyer and their expression analysis during abiotic stresses	J. SILVA	PHOTOSYNTHETICA	54(3)	국외	sci
13		Cytological characterization of anther development in <i>Panax ginseng</i> Meyer	Yu-Jin Kim	PROTOPLASMA	253(4)	국외	sci
14		Discrimination of Korean ginseng (<i>Panax ginseng</i> Meyer) cultivar Chunpoong and American ginseng (<i>Panax quinquefolius</i>) using the auxin repressed protein gene	Jong-Hak Kim	Journal of Ginseng Research	40(4)	국내	scie
15		Overexpression of <i>Panax ginseng</i> sesquiterpene synthase gene confer tolerance against <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> in <i>Arabidopsis thaliana</i>	Sung-Joo Yoon	Physiology and Molecular Biology of Plants	22(4)	국외	scie
16	2017	PgLOX6 encoding a lipoxygenase contributes to jasmonic acid biosynthesis and ginsenoside production in <i>Panax ginseng</i>	Shadi Rahimi	Journal of Experimental Botany Russian	67(21)	국외	sci
17		Molecular Characterization of MYB Transcription Factor Genes from <i>Panax ginseng</i>	J. Y. Choi	Journal of Plant Physiology	64(3)	국외	sci
18		Overexpression of a cytosolic ascorbate peroxidase from <i>Panax ginseng</i> enhanced salt tolerance in <i>Arabidopsis thaliana</i>	Johan Sukweenadhi	Plant Cell, Tissue and Organ Culture	129(2)	국외	sci
19		Cytological analysis of ginseng carpel development	Jennifer Silva	Protoplasma	254(5)	국외	sci
20		Molecular Characterization and Expression Analysis of Pathogenesis related Protein 6 from <i>Panax ginseng</i>	D. Myagmarjav	Russian Journal of Genetics	53(11)	국외	scie

3-2-2. 특허성과

특허 출원

연도	특허명	출원인	출원국	기탁번호
2015	진세노사이드 화합물 K 및 글리콜 키토산의 결합체 및 이의 항암용도	경희대학교 산학협력단 한방바이오(주)	한국	10-2015-0036992
2015	케톤화된 진세노사이드의 제조방법 및 이의 이용 (HSDLB1)	경희대학교 산학협력단 한방바이오(주)	한국	10-2015-0060044
2015	케톤화된 진세노사이드 제조용 조성물 및 이의 이용 (<i>Cladosporium</i> 케톤화)	경희대학교 산학협력단 한방바이오(주)	한국	10-2015-0136706
2015	진세노사이드에 대해 당전이 활성을 가지는 단백질 및 이의 용도	경희대학교 산학협력단 한방바이오(주)	한국	10-2015-0163566
2017	인삼근부병 예방 또는 치료용 제제	경희대학교 산학협력단 한방바이오(주)	한국	10-2017-0004405
2017	인삼근부병 진단용 조성물 및 이의 용도	경희대학교 산학협력단 경기도소독자원연구소	한국	10-2017-0018565
2017	휴면 기간을 단축시키는 인삼 종자의 생육방법	경희대학교 산학협력단 한방바이오(주)	한국	10-2017-0030115

특허 등록

등록년도	특허명	등록인	기탁번호
2015	고려인삼 K-1 품종 선별용 프라이머 세트 및 이를 이용한 K-1 품종 선별방법	양덕춘 권우생 김연주 김유진 김민경	10-1481723
2015	진세노사이드 유도체의 제조방법 및 이에 의해 제조된 진세노사이드 유도체를 유효성분으로 포함하는 미백 및 주름개선용 조성물	양덕춘 정선영 김연주 민진우 양동욱	10-1569089
2016	단일염기다형성을 이용한 고려인삼 G-1 품종 선별방법	양덕춘 권우생 김연주 김민경	10-1607562
2017	진세노사이드 화합물 K 및 글리콜 키토산의 결합체 및 이의 항암용도	양덕춘 김연주 람야 양동욱	10-1738232
2017	메조다공성 실리카 나노입자(Mesoporous silica nanoparticle)와 진세노사이드의 결합체 및 이의 용도	양덕춘 김연주 프리양카 람야 안성은	10-1748079
2017	케톤화된 진세노사이드의 제조방법 및 이의 이용 (HSDLB1)	양덕춘 김연주 김연민 민진우 양동욱	10-1762495
2017	BSA(Bovine serum albumin)와 진세노사이드의 결합체 및 이의 용도	양덕춘 김연주 프리양카 양동욱	10-1774150

3-2-3. 생물자원

2014년

순번	번호	작물명	원산지	자원구분	제공자	제공자번호	육성년도	특징
1	GBP2014-1	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2014-1	2013	0702xQ1009
2	GBP2014-2	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2014-2	2013	0702xQ1010
3	GBP2014-3	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2014-3	2013	Q1009x0702
4	GBP2014-4	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2014-4	2013	Q1010x0702
5	GBP2014-5	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2014-5	2013	금풍x미국삼
6	GBP2014-6	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2014-6	2013	진사x미국삼
7	GBP2014-7	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2014-7	2013	미국삼x금풍
8	GBP2014-8	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2014-8	2013	미국삼x진사
9	GBP2014-9	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2014-9	2013	미국삼xK-1
10	GBP2014-10	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2014-10	2013	K-1x미국삼
11	GBP2014-11	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2014-11	2013	미국삼x연풍
12	GBP2014-12	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2014-12	2013	연풍x미국
13	GBP2014-13	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오㈜	2014-13	2014	AK01-1
14	GBP2014-14	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오㈜	2014-14	2014	AK02-1
15	GBP2014-15	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오㈜	2014-15	2014	AK03-1
16	GBP2014-16	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오㈜	2014-16	2014	AK04-1
17	GBP2014-17	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오㈜	2014-17	2014	AK05-1
18	GBP2014-18	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오㈜	2014-18	2014	AK06-1
19	GBP2014-19	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오㈜	2014-19	2014	AK07-1
20	GBP2014-20	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오㈜	2014-20	2014	AK08-1
21	GBP2014-21	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오㈜	2014-21	2014	AK09-1
22	GBP2014-22	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오㈜	2014-22	2014	AK10-1
23	GBP2014-23	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오㈜	2014-23	2014	AK11-1

2015년

순번	번호	작물명	원산지	자원구분	제공자	제공자번호	육성년도	특징
1	GBP2015-1	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2015-1	2014	0301xQ1104
2	GBP2015-2	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2015-2	2014	0832xQ1104
3	GBP2015-3	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2015-3	2014	1003xQ1001
4	GBP2015-4	인삼	한국	교잡종	한방바이오㈜	2015-4	2014	1007xQ1004

5	GBP2015-5	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-5	2014	1014xQ1010
6	GBP2015-6	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-6	2014	1017xQ1011
7	GBP2015-7	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-7	2014	1020xQ1012
8	GBP2015-8	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-8	2014	1022xQ1013
9	GBP2015-9	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-9	2014	Q1011x1017
10	GBP2015-10	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-10	2014	Q1013x1022
11	GBP2015-11	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-11	2014	Q1015x1024
12	GBP2015-12	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-12	2014	Q1018x1026
13	GBP2015-13	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-13	2014	1024xQ1015
14	GBP2015-14	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-14	2014	1026xQ1018
15	GBP2015-15	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-15	2014	Q0807x금풍
16	GBP2015-16	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-16	2014	Q0810x금풍
17	GBP2015-17	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-17	2014	G-1x미국삼
18	GBP2015-18	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-18	2014	미국삼x0728
19	GBP2015-19	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-19	2014	미국삼xG-1
20	GBP2015-20	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-20	2014	천풍x미국삼
21	GBP2015-21	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-21	2014	금풍x미국삼
22	GBP2015-22	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-22	2014	K-1x미국삼
23	GBP2015-23	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2015-23	2014	진삼xQ1104
24	GBP2015-24	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-24	2015	KA702009-1
25	GBP2015-25	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-25	2015	KA702010-1
26	GBP2015-26	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-26	2015	AK009702-1
27	GBP2015-27	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-27	2015	AK010702-1
28	GBP2015-28	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-28	2015	KAGUA-1
29	GBP2015-29	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-29	2015	KAG4A-1
30	GBP2015-30	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-30	2015	AKGU-1
31	GBP2015-31	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-31	2015	AKAG4-1
32	GBP2015-32	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-32	2015	AKAK1-1
33	GBP2015-33	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-33	2015	KAK1A-1
34	GBP2015-34	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-34	2015	AKAYU-1
35	GBP2015-35	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-35	2015	KAYUA
36	GBP2015-36	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-36	2015	AK01-2
37	GBP2015-37	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-37	2015	AK02-2
38	GBP2015-38	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-38	2015	AK03-2
39	GBP2015-39	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-39	2015	AK04-2
40	GBP2015-40	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-40	2015	AK05-2
41	GBP2015-41	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-41	2015	AK06-2
42	GBP2015-42	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-42	2015	AK07-2
43	GBP2015-43	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-43	2015	AK08-2
44	GBP2015-44	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-44	2015	AK09-2
45	GBP2015-45	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-45	2015	AK10-2
46	GBP2015-46	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2015-46	2015	AK11-2

2016년

순번	번호	작물명	원산지	자원구분	제공자	제공자번호	육성년도	특징
1	GBP2016-1	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2016-1	2015	K-1xQ0901
2	GBP2016-2	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2016-2	2015	K-1xQ0902
3	GBP2016-3	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2016-3	2015	K-1xQ0903
4	GBP2016-4	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2016-4	2015	K-1xQ0904
5	GBP2016-5	인삼	한국	교잡종	한방바이오(주)	2016-5	2015	K-1xQ0803
6	GBP2016-6	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2016-6	2016	KA301104-1
7	GBP2016-7	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2016-7	2016	KA832104-1
8	GBP2016-8	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2016-8	2016	KA003001-1
9	GBP2016-9	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2016-9	2016	KA007004-1
10	GBP2016-10	인삼	한국	교잡세포주	한방바이오(주)	2016-10	2016	KA014010-1

○ 연구내용 및 연구 결과

제1세부: 중간교잡종(고려인삼x미국삼, 미국삼x고려인삼) 세대증진 및 교잡용 계통 육성

1. 중간교잡종 세대증진 및 교잡계통 육성

가. 년도별 중간잡종 및 모본집단의 출아 및 개화특성

1) 2013년 출아, 개화 및 기온조사

년생별 출아기를 조사하였던 바, 출아는 2년생과 묘삼이 4월 20일을 전후하여 출아 및 발아를 하였고, 3년생 4년생 및 6년생의 출아는 4월 25일을 전후하여 출아하였다. 이러한 출아는 작년에 비해 일주일정도 늦었는데 이는 4월 15일 이후 평균 기온이 현저히 떨어졌고, 최저 기온도 작년에 비해 떨어진데 원인이 있는 것으로 본다.

표 1. 고려인삼과 미국삼 3년생과 4년생의 출아 및 개화일

종	연생	출아일	개화기	비고(식재지역)
고려인삼	3	4. 25	5. 20	고창
	4	4. 25	5. 20	김제
미국삼	3	4. 25	5. 25	고창
	4	4. 25	5. 25	김제



그림 1. 고창지역의 4월 달 일별 평균기온

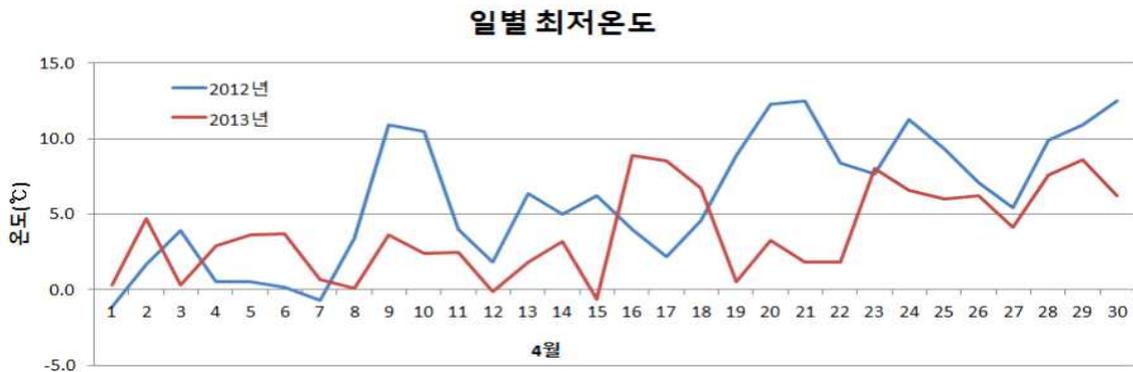


그림 2. 고창지역의 4월 달 일별 최저기온

인삼의 출아는 평균기온보다는 최저기온이 더 영향을 받는데 출아가 시작되는 20일을 전후하여 작년에 비해 현저히 낮아 10℃ 가까이 차이가 5일정도 지속되었다는데 가장 큰 원인이 있는 것으로 본다.

2) 2014년 출아 및 개화조사

인삼속 2종과 고려인삼(*Panax ginseng*)과 미국삼(*Panax quinquefolius*)의 연생별 출아와 개화시기 조사에서 1년생의 발아는 고려인삼이 미국삼에 비해 8일 정도 빠랐고, 2년생과 3년생도 고려인삼이 5일 정도 빠른 출아를 보였다. 4년생에서는 고려인삼이 5일 정도 빠른 출아를 보였다. 김제 지역의 출아가 고창보다 빠른 것은 연생적인 차이보다는 지역적인 차이에서 오는 것으로 본다.

표 2. 고려인삼, 미국삼 및 교잡종 F1의 연생별 출아와 3년생과 4년생 개화일

종	연생	발아 및 출아기	개화기	비고(식재지역)
고려인삼	1	4. 7 ~	-	김제
	2	4. 10 ~	-	고창
	3	4. 10 ~	5. 10 ~	고창
	4	4. 10 ~	5. 10 ~	김제
	5	4. 5 ~	5. 7 ~	
미국삼	1	4. 15 ~	-	김제
	2	4. 15 ~	-	고창
	3	4. 15 ~	5. 20 ~	고창
	4	4. 15 ~	5. 17 ~	김제
	5	4. 10 ~	5. 15 ~	
교잡종 (F1)	1	4. 15 ~	-	김제
	2	4. 15 ~	-	고창
	3	4. 15 ~	5. 15 ~	고창
	4	4. 15 ~	5. 15 ~	고창
	5	4. 10 ~	5. 15 ~	김제

개화기는 고려인삼의 조기 출아형 계통은 5월 10일 경부터 개화가 시작되고 미국삼의 경우도 7일 정도 늦게 개화가 되었다. 이와 같은 개화기 차이는 중간 교잡의 가장 문제 점 중 하나이다. 그러나 고려인삼 계통 중에서 개화기 늦은 계통과 미국삼 계통 중에서 빠른 계통 간에는 개화가 시기를 맞출 수 있었다. 교잡종(F1)의 출아 및 개화기는 미국삼과 거의 같은 경향을 보였다.

3) 2015년 출아 및 개화조사

고려인삼(*Panax ginseng*), 미국삼(*Panax quinquefolius*) 및 고려인삼과 미국삼, 미국삼과 고려인삼의 교잡종의 연생별 출아와 개화시기 조사에서 1년생의 발아는 고려인삼이 미국삼에 비해 8일 정도 빨랐으며, 2년생과 3년생의 출아는 고려인삼이 6~8일 정도 빨랐다. 4년생과 5년생에서도 저년생과 같은 경향을 보였으며 출아시기는 저년생보다 2~3일 정도 늦음을 보였다. 지역적으로는 김제에 심겨진 2년생이 고창보다 빠른 것은 연생적인 차이보다는 지역적인 차이에서 오는 것으로 본다.

표 3. 고려인삼, 미국삼 및 교잡종 F1의 연생별 출아와 개화일

종	연생	발아 및 출아기	개화기	비고(식재지역)
---	----	----------	-----	----------

고려인삼	1	4. 17 ~	-	고창	
	2	4. 7 ~	-	김제	
	3	4. 12 ~	5. 10 ~	고창	
	4	4. 12 ~	5. 10 ~	고창	
	5	4. 14 ~	-	고창	
미국삼	1	4. 25 ~	-	고창	
	2	4. 15 ~	-	김제	
	3	4. 18 ~	5. 20 ~	고창	
	4	4. 20 ~	5. 17 ~	고창	
	5	4. 20 ~	-	고창	
교잡종 (F1)	고려인삼 x 미국삼	1	4. 17 ~	-	고창
		2	4. 10 ~	-	김제
		3	4. 17 ~	5. 15 ~	고창
	미국삼 x 고려인삼	1	4. 17 ~	-	고창
		2	4. 10 ~	-	김제
		3	4. 17 ~	5. 15 ~	고창
교잡종 (F2)	미국삼 x 고려인삼	1	4. 20 ~	-	고창
		2	4. 15 ~	-	김제

개화기는 고려인삼의 조기 출아형 계통은 5월 10일 경부터 개화가 시작되고 미국삼의 경우도 7월 정도 늦게 개화가 되었다. 이와 같은 개화기 차이는 종간 교잡의 가장 문제 점 중 하나다. 그러나 고려인삼 계통 중에서 개화기 늦은 계통과 미국삼 계통 중에서 빠른 계통 간에는 개화가 시기를 맞출 수 있었고, 표2에서와 같이 조기 출아를 유도하는 방법으로 미국삼에 비닐을 하우스를 설치함으로 출아를 조기 유도할 수 있어 좋은 효과를 볼 수 있었다. 교잡종(F1)의 출아 및 개화기는 미국삼과 거의 같은 경향을 보였다.

4) 2016년 출아 및 개화조사

고려인삼(*Panax ginseng*), 미국삼(*Panax quinquefolius*) 및 교잡종(고려인삼x미국삼, 미국삼x고려인삼)의 연생별 출아와 개화시기를 조사하였다. 익산에 식부된 1년생의 고려인삼과 미국삼은 4월 10일에 발아되었고, 교잡종 F1, F2 및 F3는 7일 정도 늦은 17일 정도에 발아되었다. 고창에 식부된 2년생의 고려인삼과 미국삼은 4월 17일에 출아되었고 교잡종 F1, F2 및 F3는 4월 20일에 출아하여 3일 정도 늦었다. 김제에 식부된 3년생 고려인삼과 미국삼은 4월 14일에 출아하였으며, 교잡종 F1, F2 및 F3는 17일에 출아하여 3일 정도 늦었다. 고창에 식부된 4, 5년생 고려인삼과 미국삼은 4월 17일에 출아를 하였으며 교잡종은 4년생 F1, F2 및 F3는 20일 정도에 출아하였다. 이와 같이 종자발아가 2, 3, 4, 5년생의 출아보다 빨랐다. 여교잡종도 거의 같은 경향을 보였다. 출아 및 발아는 년생간 보다는 지역적인 차이로 본다. 이것은 해안이 가까운 고창지역보다는 내륙지역이 발아 및 출아가 빠름을 보인 것은 내륙지역의 온도가 더 높는데 원인이 있는 것으로 본다.

표 4. 고려인삼, 미국삼 및 교잡종 F1의 연생별 출아와 개화일

종	연생	밭아 및 출아기	개화기	비고(식재지역)		
고려인삼	1	4. 10 ~	-	익산		
	2	4. 17 ~	-	고창		
	3	4. 14 ~	5. 15 ~	김제		
	4	4. 17 ~	5. 20 ~	고창		
	5	4. 17 ~	5. 20 ~	고창		
미국삼	1	4. 10 ~	-	익산		
	2	4. 17 ~	-	고창		
	3	4. 14 ~	5. 20 ~	김제		
	4	4. 17 ~	5. 25 ~	고창		
	5	4. 17 ~	5. 25 ~	고창		
교잡종 (F1)	고려인삼 x 미국삼	1	4. 17 ~	-	익산	
		2	4. 20 ~	-	고창	
	미국삼 x 고려인삼	3	4. 17 ~	5. 20 ~	김제	
		4	4. 20 ~	5. 25 ~	고창	
	교잡종 (F2)	고려인삼 x 미국삼	1	4. 17 ~	-	익산
			2	4. 20 ~	-	고창
		미국삼 x 고려인삼	3	4. 20 ~	-	익산
			4	4. 20 ~	-	고창
교잡종 (F3)	미국삼 x 고려인삼	1	4. 20 ~	-	익산	
		2	4. 20 ~	-	고창	
	고려인삼	3	4. 17 ~	5. 20 ~	김제	
		4	4. 20 ~	5. 25 ~	고창	
여교잡 F1	고려인삼 x	1	4. 17 ~	익산		
	F1	2	4. 20 ~	고창		

김제 3년생 고려인삼과 미국삼의 개화는 5월 15일과 20일로 고려인삼이 5일정도 빨랐고, 고창의 4년생은 각각 20일과 25일로 5일 정도 빠른 개화를 보였다. 년생간의 개화일의 차이는 년생적인 차이보다는 지역적인 차이에서 오는 것으로 보며 출아기와 같은 경향을 있음을 보였다. 교잡종 F1과 F2 및 F3의 개화기는 교잡모부분에 관계없이 미국삼의 개화기와 거의 같은 것으로 나타났다.

5) 2017년와 연도별 출아 및 개화일 종합

2017년도 고려인삼, 미국삼 및 교잡종의 연생별 출아에서 고려인삼은 4월 17일부터 시작하였으며 연생간 지역간의 차이를 보이지 않았다. 미국삼은 20일부터 시작하였으며 지역간에는 3일 정도의 차이를 보였다. 2년생과 4년생이 식부된 익산과 김제에서 3년생과 5년생이 식부된 고창지역보다 3일 빠른 출아를 보였다. 교잡종은 거의 미국삼과 같은 출아 특성을 보였다. 1년생의 밭아는 중간 및 교잡종 간의 차이가 없었다. 개화기는 예년에 비해 많이 늦은 편이었는데 출아에서 개화기까지의 온도가 예년기온보다 낮는데 따른 원인이 있는 것으로 본다. 기타 연도별 출아 및 개화 특성은 앞에 서술한 바와 같다.

표 5. 고려인삼, 미국삼, 교잡종의 연도별 및 연생별 출아와 개화일

종	연 생	밭아 및 출아기(4월)					개화기(5월)				
		'13	'14	'15	'16	'17	'13	'14	'15	'16	'17
고려 인삼	1	25 ~	7 ~	17 ~	10 ~	20 ~				-	
	2	25 ~	10 ~	7 ~	17 ~	17 ~				-	
	3	25 ~	10 ~	12 ~	14 ~	18 ~	20 ~	10 ~	10 ~	15 ~	25 ~
	4	20 ~	10 ~	12 ~	17 ~	17 ~	20 ~	10 ~	10 ~	20 ~	25 ~
	5	-	5 ~	-	17 ~	18 ~		7 ~		20 ~	25 ~
미국삼	1	25 ~	15 ~	25 ~	10 ~	20 ~				-	
	2	25 ~	15 ~	15 ~	17 ~	20 ~				-	
	3	25 ~	15 ~	18 ~	14 ~	23 ~	25 ~	20 ~	20 ~	20 ~	25 ~
	4	20 ~	15 ~	20 ~	17 ~	20 ~	25 ~	17 ~	17 ~	25 ~	25 ~
	5	-	10 ~	-	17 ~	23 ~		15 ~		25 ~	25 ~
교잡종 (F1 ~F4)	1	25 ~	15 ~	17 ~	17 ~	20 ~				-	
	2	25 ~	15 ~	10 ~	20 ~	20 ~				-	
	3	25 ~	15 ~	17 ~	17 ~	23 ~		15 ~	15 ~	20 ~	25 ~
	4	25 ~	15 ~	-	20 ~	20 ~	25 ~	15 ~	15 ~	25 ~	25 ~
	5	-	10 ~	-		23 ~		15 ~	-		25 ~

2017년 기준 식재지 : 5년생 고창, 4년생 김제, 3년생 고창, 2년생 익산, 1년생 부여

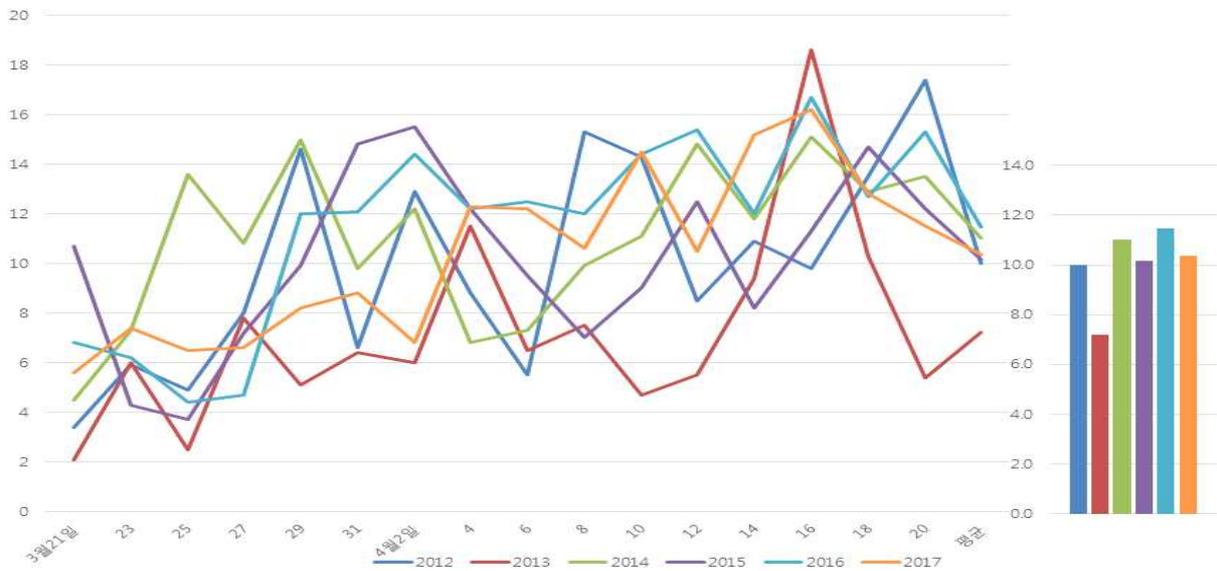


그림 3. 연도별 3월 21일부터 4월 20일까지 일별 평균온도

나. 연도별 미국삼 개화촉진을 위한 처리

미국삼과 고려인삼의 중간 교잡에서 가장 문제가 되고 있는 것은 두 종간의 개화기가 맞지 않는 점이 가장 큰 문제다. 이를 해결하기 위하여 포장상태에서 미국삼의 개화시기를 앞당기기 위한 시험을 실시하였다.

1) 2013년 미국삼 개화촉진을 위한 처리

중간교잡에서 미국삼의 개화촉진을 위한 GA처리는 개화 촉진의 효과가 있었다. GA처리 농도가 높아감에 따라 개화일도 빨랐으나 임실율이 현저히 떨어졌다. 이러한 결과는 이미 충남대 최재열 교수팀에서 GA를 적예제로 사용한 결과를 내놓았다. 표 7의 결과에서도 GA를 처리구를 사용한 예에서는 임실이 전혀 되지 않았다. 그 결과로 보아 GA는 임성저하시키는 효과가 있어 교잡 부분으로서의 효과는 없는 것으로 본다.

표 6. *Panax quinquefolius*의 개화촉진을 위한 처리

처리방법	개화일
Control	5월 25일
개화촉진제	5월 23일
비닐가온	5월 21일

개화 촉진을 위한 방법으로 개화촉진제로 일반제품으로 판매되는 제품을 사용하였던 바 포장에서는 효과가 없었으며, 포장에 비닐하우스를 만들어 가온하는 방법이 개화를 촉진하는 효과가 더 있는 것으로 보아 이 방법이 교잡용 양친으로 사용하기에 더 적합한 것으로 본다.

표 7. GA를 처리한 *Panax quinquefolius*의 화분을 이용한 고려인삼과의 임실율

GA처리농도(ppm)	고려인삼 모본계통 임실율(%)	
	0304	0722
control	40.0	63.3
1	0.0	0.0
5	0.0	0.0
10	0.0	0.0
50	0.0	0.0
100	0.0	0.0

GA를 처리로 개화촉진을 시켜 교잡용 양친으로 사용하고자 하였던 바, GA를 처리구를 부분으로 사용하여 고려인삼 계통 0305계통과 0722계통의 임실율은 대조구에서는 각각 40.0%와 63.3%를 보였으나, GA처리구는 농도에 관계없이 임실이 전혀 안된 것을 확인하였다.

2) 2014년 미국삼 개화촉진을 위한 처리

미국삼의 출아 및 개화기를 촉진하기 평년의 출아시기를 기준하여 30전에 비닐과 벼 못자리용 활대를 이용하여 두둑에 터널을 만들어 가온효과로 출아를 촉진 하였다. 설치 기간은 출아하여 전엽할 무렵까지 유지하다 벗겨냈다. 연생별로 3, 4, 5년생에 각각 처리하였다. 처리결과는 대조구에 비해 처리구는 일주일 정도 출아를 앞당길 수 있어 고려인삼의 조기 출아 계통과 거의 시기를 맞출 수가 있었다. 그러나 개화일은 고려인삼에 비해 5일 정도 늦었다.

표 8. 비닐을 이용한 미국삼 출아 및 개화촉진

연생	처리	출아일	개화일	비고
3	대조구	4. 15 ~	5. 20 ~	식재지 : 고창
	비닐터널	4. 8 ~	5. 15 ~	3월 10일 처리
4	대조구	4. 15 ~	5. 17 ~	식재지 : 고창
	비닐터널	4. 8 ~	5. 13 ~	3월 10일 처리
5	대조구	4, 10 ~	5. 15 ~	식재지 : 김제
	비닐터널	4. 3 ~	5. 10 ~	3월 11일 처리

이러한 현상은 출아에서 개화까지의 기간이 고려인삼보다 늦은 특성 때문인 것으로 본다. 그래도 고려인삼의 만기 개화형 계통과 미국삼의 조기 개화형 계통간의 차이를 줄일 수 있어 중간 교잡을 자원으로 활용 가능성을 매우 높였다. 예년에 생장 조절제를 처리한 것보다는 개화기가 단축되지 않는 않지만 생장조절제를 처리한 개체의 교잡 모부분의 임실율은 현저히 낮아 이 방법은 더 이상 사용하지 않았다.

다. 연도별 교잡조합

1) 2013년 교잡조합

2013년도는 표 9와 같이 총 33개 조합을 교잡하였다. 24개 조합에서는 임실이있었으나 0922xF1 여교잡을 비롯한 9조합은 임실이 없었다. 고려인삼품종과 미국삼 교잡조합은 금풍x미국삼 외 3조합과 계통 0702xQ1009외 8조합은 상호교잡을 실시하였다. 세부적인 것은 표 10~12과 같다.

표 9. 2013년 교잡조합

연도	임실유무	
	유	무
2013	0702xQ1009, 0702xQ1010, 0702xQ1011, 0702xQ1012, 0702xQ1018, 0907xQ0902, 0908xQ0903, 0909xQ0904, 0914xQ0913, 0915xQ0902, 0918xQ0902, Q1009x0702, Q1010x0702, Q1011x0702, Q1012x0702, Q1018x0702, 금풍x미국삼, 미국삼x금풍, 진사x미국삼, 미국삼x진사, K-1x미국삼, 미국삼xK-1, 미국삼x연풍, 연풍x미국삼	Q0902x0907, Q0903x0908, Q0904x0909, Q0909x0915, Q0911x0918, Q0913x0914, 여교잡 0922xF1(천풍x미국삼), 0925xF1(천풍x미국삼), 0928xF1(천풍x미국삼)
계	24조합	9조합

중간교잡에서 고려인삼 계통과 미국삼 계통 교잡에서 0914 x Q0913 조합은 매우 높은 95.6%의 임실율을 보였고 0915 x Q0902 조합과 0918 x Q0902 조합은 각각 75.6%와 77.1%를 보여 계통간 친화력은 비교적 높은 경향을 보였다.

표 10. 4년생 고려인삼과 미국삼, 미국삼과 고려인삼의 교잡 임실율

교잡조합		임실율	교잡조합		임실율
0907		72.9	Q0902	x 0907	0.0
0908	x Q0903	41.5	Q0903	x 0908	0.0
0909		32.0	Q0904	x 0909	0.0
0914	x Q0913	95.6	Q0909	x 0915	0.0
0915		75.6	Q0911	x 0918	0.0
0918	x Q0902	77.1	Q0913	x 0914	0.0

고려인삼 0907, 0908, 0909계통을 모본으로 하고 미국삼 Q0903을 부분으로 한 교잡에서 각각의 계통간에 임실율의 차이를 나타냈다. 0907계통을 모본으로 했을 때는 72.9%의 임실율을 보였으나 0908과 0909를 모본으로 했을 경우보다는 매우 높은 임실율을 보였는데 이는 이 계통이 미국삼 Q0903과 친화력이 높은 것으로 판단되어 진다. 미국삼을 모본으로 한 고려인삼 여러 계통간의 임실율에서 모든 계통에서 임실이 전혀 되지 않았다. 다음 표 15의 3년생의 계통과 품종을 교잡하였을 경우는 임실율이 높지는 않으나 임실이 된 것과 2012년에 조사된 표 16의 결과로 보아 3년생과 4년

생이라는 연생적인 차이에서 오는 문제와 계통간의 친화력적인 복합적인 문제가 있는 것으로 본다.

표 11. 4년생 고려인삼 계통과 F1(천풍 x 미국삼)과의 여교잡

교잡조합	0922	0925	0928
	x F1(천풍 x 미국삼)		
임실율(%)	0.0	0.0	0.0

F1(천풍 x 미국삼)과 고려인삼 0922, 0925, 0928계통을 여교잡을 실시하였으나 임실이 전혀 없었고, 단지 0925계통에서는 종자가 어느 정도 부풀어 성숙을 보이다 중지해버리는 현상을 나타냈다.

표 12. 3년생 고려인삼과 미국삼, 미국삼과 고려인삼의 교잡 임실율

교잡조합		임실율	교잡조합		임실율
0702 x	Q1009	63.7	금풍 x	미국삼	61.8
	Q1010	53.9	0304 x		65.6
	Q1011	32.1	미국삼 x	금풍	9.2
	Q1012	20.3		0304	7.2
	Q1018	30.4		K-1	8.3
Q1009	19.0		연풍	3.5	
Q1010	8.2		Q0901 x	0929	0.0
Q1011	x 0702	7.3	Q0903 x	0929	18.3
Q1012		4.2	Q0904 x	0925	53.3
Q1018		2.4			

3년생 고려인삼 0304계통과 품종 금풍을 모본으로 한 임실율은 각각 65.6%와 61.8%를 보였다. 이 두 모본 간 임실율은 비슷한 경향을 보였다.

금풍과 0304계통은 교잡친을 reciprocal로 한 조합에서는 각각 9.2%와 7.2%로 낮은 임실율을 보였고, 다른 품종인 K-1과 연풍도 낮은 임실율을 보였다. 고려인삼 3년생 0702계통에 미국삼 Q1009, Q1010, Q1011, Q1012, Q1018계통을 교잡한 임실율은 각각 63.7%, 53.9%, 32.1%, 20.3%, 30.4%를 보여 0702 x Q1009 조합과 0702 x Q1010 조합의 임실율이 50%이상을 보였고, 그 외 조합은 30% 이하의 임실율을 보여 계통간의 친화력이 다름을 보였다. 미국삼 계통을 모본으로 하고 고려인삼 0722계통을 부분으로 한 임실율은 Q1009계통에서는 19.0%를 보여 가장 높은 임실율을 보였으나 Q1010계통 등 다른 교잡조합에서는 비교적 낮은 임실율을 보였다. 표 12의 4년생 교잡에서는 전혀 임실이 되지 않은 반면 3년생에서는 임실이 되었음을 볼 수 있었다. 이와 같은 결과는 2012년 미국삼 계통을 모본으로 하고 고려인삼계통을 부분으로 한 결과에서도 계통간의 친화력이 다름을 알 수 있었다.

이상의 결과에서 미국삼을 모본으로한 교잡조합보다는 고려인삼을 모본으로 하였을 경우 임실율이 높다는 것을 알 수 있다. 위와 같이 다양한 교잡조합에서 얻어진 F1을 시험재료로 하여 F1불임타파와 우수 체형, 고사포닌, 내적변성 및 광내성에 대한 신소재 자원을 확보 할 수 있을 것으로 본다.

2) 2014년 교잡조합

2014년 교잡조합은 여교잡 18조합을 포함하여 총 58조합으로 여교잡 5조합을 포함한 28조합은 임실 결과를 얻었으나 여교잡 13조합을 포함한 30조합에서는 임실이 없었다. 그 세부적인 결과는 표 14~18와 같다.

표 13. 2014년 교잡조합

연도	입실유무	
	유	무
2014	0301xQ1104, 0832xQ1104, 1003xQ1001, 1007xQ1004, 1014xQ1010, 1017xQ1011, 1020xQ1012, 1022xQ1013, Q1011x1017, Q1013x1022, Q1015 x 1024, Q1018x1026, 1024xQ1015, 1026xQ1018, Q0807x금풍, Q0810x금풍, G-1x미국삼, 미국삼x0728, 미국삼xG-1, 천풍x미국삼, 금풍x미국삼, K-1x미국삼, 진삼xQ1104, BC 0903xF1(미국삼 x 고려인삼), 0907xF1, 0928xF1, 0929xF1, 0930xF1	Q1001x1003, Q1004x1007, Q1010x1014, Q1012x1020, Q1104x진삼, Q1104x0301, Q1104x0832, 미국삼x0722, Q0803x금풍, Q0804x금풍, Q0805x금풍, Q0806x금풍, Q0808x금풍, Q0809x금풍, 미국삼x천풍, 미국삼 x금풍, 미국삼xK-1, BC 0914xF1, 0915xF1, 0918xF1, 0919xF1, 0920xF1, 0921xF1, 0922xF1, 0924xF1, 0925xF1, 0926xF1, F1(미국삼 x 고려인삼)x0915, F1x0918, F1x0920,
계	28조합	30조합

가) 고려인삼과 미국삼, 미국삼과 고려인삼 교잡

천풍, 금풍 및 K-1에 미국삼을 부분으로 한 교잡에서는 각각의 입실율이 34.5%, 27.6%, 38.5%를 보여 K-1이 높은 입실율을 보였으나 종자수는 적었다. 이는 모본 수가 적었기 때문이다. 상호교잡으로 미국삼을 모본으로 하고 천풍, 금풍 및 K-1을 부분으로 하였을 경우는 교잡군 모두가 입실이 전혀 되지 않았다. 진삼, 0301 및 0832를 모본으로 하고 미국삼 계통 Q1104를 부분으로 하였을 경우는 각각 50.0%, 24.3%, 14.5%의 입실율을 보였으나 Q1104를 모본으로 한 상호교잡에서는 앞에 고려인삼을 부분으로 했을 경우처럼 전혀 입실이 없었다. 이와 같은 원인은 예년보다 개화기가 빠르다는 원인 이외의 특별한 점은 없었다.

표 14. 3년생 고려인삼과 미국삼의 품종 및 계통간 상호교잡조합 입실율

교잡조합		입실율	종자수	교잡조합		입실율	종자수
천풍		34.5	15	진삼		50.0	41
금풍 x	미국삼	27.6	37	0301 x	Q1104	24.3	15
K-1		38.5	19	0832		14.5	18
미국삼 x	천풍	0.0	0	진삼		0.0	0
	금풍	0.0	0	Q1104 x	0301	0.0	0
	K-1	0.0	0		0832	0.0	0

표 21은 고려인삼과 미국삼의 중간 교잡종의 자원 확보를 위해 4년생 우리인삼의 품종 계통과 미국삼 계통간 상호교잡조합으로 실시하였다. 교잡은 5월 23일 제육을 하고 24일과 25일 2회에 걸쳐 수분을 실시하였다. 고려인삼 계통 1003을 모본으로 미국삼 계통 Q1001을 부분으로 한 교잡에서 입실율 67.8%로 56개의 종자를 얻었으나 모부분을 바꿨을 때는 전혀 입실이 되지 않았다. 이와 같이 상호교잡으로 8군으로 하였던 바 고려인삼을 모본으로 한 조합에서는 모두다 입실이 되었으나, 미국삼을 모본으로한 조합에서는 Q1013 x 1022 조합에서 20.8%로 1022 고려인삼 계통을 모본으로 한 조합은 12.5%로 미국삼 모본 조합이 더 높은 입실율과 얻은 종자수가 많았다. 그 외 미국삼 계통을 모본으로 한 조합은 입실율이 낮거나 입실이 되지 않았다.

표 15. 4년생 고려인삼계통과 미국삼 계통간의 상호교잡

교잡조합	임실율(%)	종자수	교잡조합	임실율(%)	종자수
1003 x Q1001	67.8	56	1020 x Q1012	32.6	19
Q1001 x 1003	0.0	0	Q1012 x 1020	0.0	0
1007 x Q1004	43.5	38	1022 x Q1013	12.5	7
Q1004 x 1007	0.0	0	Q1013 x 1022	20.8	15
1014 x Q1010	75.4	64	1024 x Q1015	34.7	22
Q1010 x 1014	0.0	0	Q1015 x 1024	3.3	2
1017 x Q1011	20.0	10	1026 x Q1018	55.4	30
Q1011 x 1017	3.3	2	Q1018 x 1026	6.7	4

G-1과 미국삼 교잡에서 임실율은 매우 높았고 종자수도 많이 확보하였다. 그러나 미국삼과 고려인삼 계통 0728, 0722 및 G-1 품종 교잡에서는 매우 낮은 임실율을 보였고 얻은 종자 수도 적었다.

표 16. 4년생 고려인삼계통과 미국삼간의 교잡

교잡조합	임실율(%)	종자수	교잡조합	임실율(%)	종자수
G-1 x 미국삼	70.5	110	미국삼 x 0722	0.0	0
미국삼 x 0728	5.0	5	G-1	2.3	2

나) 냉장 저장한 고려인삼 품종 금풍 화분을 이용한 미국삼 계통간 교잡

고려인삼 품종 금풍의 화분을 냉장저장하여 일반 교잡시기보다 20정도 늦은 6월 15일 경에 미국삼 계통과 교잡을 실시하였다.

Q0807과 Q0810 2계통에서 각각 13.3%, 3.5%의 임실율을 보여 각각 9개와 2개의 종자를 얻었으나 나머지 6계통은 전혀 임실이 없었다. 이러한 결과로 보아 화분을 저장을 하여 수분을 시키는 방법도 꽃피는 시기가 불안할 때는 이용가능성은 있다고 본다. 그러나 앞에서 제시한 비닐과 같은 것을 이용하는 것이 더 효율적인 것으로 판단된다.

표 17. 3년생 고려인삼 금풍과 미국삼 계통간 교잡조합 임실율

교잡조합	임실율	종자수	교잡조합	임실율	종자수
Q0803	0.0	0	Q0807	13.3	9
Q0804 x 금풍	0.0	0	Q0808 x 금풍	0.0	0
Q0805	0.0	0	Q0809	0.0	0
Q0806	0.0	0	Q0810	3.5	2

다) 미국삼과 고려인삼의 F1을 이용한 여교잡

여교잡은 고려인삼계통을 모본으로 하고 F1(미국삼 x 고려인삼)을 부본으로 사용하여 교잡을 실시하였다.

표 18. 5년생 고려인삼계통과 F1(미국삼 x 고려인삼)의 여교잡

교잡조합	임실율	종자수	교잡조합	임실율	종자수
0903	2.2	1	0924	0.0	0
0907	4.4	2	0925	0.0	0
0914	0.0	0	0926	x F1	0.0
0915	0.0	0	0928	(미국x고려)	9.3
0918	0.0	0	0929		4.4
0919	0.0	0	0930		8.9
0920	0.0	0	0915		0.0
0921	0.0	0	F1(미국x고려)x	0918	0.0
0922	0.0	0	0920		0.0

고려인삼 0903외 14계통을 모본으로 하여 F1(미국삼 x 고려인삼)을 부분으로 실시한 결과 0903 계통에서 2.2%의 임실로 1개의 종자를 0907계통에서 임실율 4.4%로 2개의 종자를 얻었고 0928, 0929, 0930에서 각각 6, 3, 5개의 종자를 얻었다. 그 외 10계통에서는 얻을 수가 없었다.

3) 2015년 교잡조합

2015년 교잡조합은 여교잡 20조합을 포함하여 총 63조합으로 여교잡 4조합을 포함한 47 조합은 임실 결과를 얻었으나 여교잡 16조합에서는 임실이 없었다. 그 세부적인 결과는 표 20~23과 같다.

표 19. 2015년 교잡조합

연도	임실유무	
	유	무
2015	0302xQ0804, 0837xQ0803, 0841xQ0803, 0841xQ0804, 0831xQ0804, 0842xQ0803, Q0803x0302, Q0803x0841, Q0804x0302, Q0804x0831, Q0804x0837, Q0804x0841, Q0803x0842, K-1xQ0901, K-1xQ0902, K-1xQ0903, K-1xQ0904, K-1xQ0803, K-1xQ0804, K-1xQ0805, K-1xQ0806, Q0901xK-1, Q0902xK-1, Q0903xK-1, Q0904xK-1, Q0803xK-1, Q0804xK-1, Q0805xK-1, Q0806xK-1, K-1x미국삼, G-1x미국삼, 금풍x미국삼, 선풍x미국삼, 천풍x미국삼, 연풍x미국삼, 미국삼xK-1, 미국삼xG-1, 미국삼x금풍, 미국삼x선풍, 미국삼x천풍, 미국삼x0841 BC K-1xF1(미국삼x고려인삼), G-1xF1,(미국삼x고려인삼) 금풍xF1(미국삼x고려인삼), 미국삼xF1(고려인삼x미국삼), G-1xF1(고려인삼x미국삼)	BC 0831xF1(고려인삼x미국삼), 0837xF1, 0841xF1, 0842xF1, 0846xF1, 0847xF1, 0850xF1, 0831xF1(미국삼x고려인삼), 0837xF1, 0841xF1, 0842xF1, 0846xF1, 0847xF1, 0850xF1, 연풍xF1, 천풍xF1,
계	47조합	16조합

가) 고려인삼 계통 및 품종과 미국삼 계통간의 친화력 검정 및 F1 교잡종 생산 친화력 검정을 하기위해 고려인삼 품종 K-1과 미국삼 Q0901, Q0902, Q0903,

Q0904, Q0803, Q0804, Q0805, Q0806 8계통과 reciprocal 방법으로 실시하였다.

표 20. 3년생 고려인삼과 미국삼의 품종 및 계통간 상호교잡조합 임실율

교잡조합		임실율	종자수	교잡조합		임실율	종자수
K-1 x	Q0901	78.6	50	Q0901	x K-1	11.5	9
	Q0902	75.5	60	Q0902		21.4	14
	Q0903	59.3	48	Q0903		15.4	12
	Q0904	40.0	24	Q0904		40.0	30
	Q0803	90.0	95	Q0803		49.0	36
	Q0804	73.1	57	Q0804		56.0	42
	Q0805	79.6	59	Q0805		73.5	54
	Q0806	87.5	53	Q0806		70.8	51

K-1과 미국삼 Q0901, Q0902, Q0903, Q0904, Q0803, Q0804, Q0805, Q0806의 임실율은 각각 78.6, 75.5, 59.3, 40.0, 90.0, 73.1, 79.6, 87%를 보였다. 특히 K-1xQ0803에서는 90%로 매우 높은 임실율을 보였다. 이로 인해 얻은 종자수도 95개로 매우 많았다. 미국삼을 모본으로 한 경우는 Q0805와 Q0806계통 조합에서 각각 73.5%와 70.8%로 비교적 높은 임실을 보였으나 Q0901조합과 Q0903조합은 11.5%와 15.4%로 매우 낮았다. 미국삼을 모본으로 한 경우는 고려인삼 K-1을 모본으로 한 경우 보다는 전반적으로 임실율이 떨어지는 것을 볼 수 있는데 이러한 결과는 작년에는 더욱 심했는데 아마 기후적인 관계인 것으로 보며 특히 습도가 영향을 미치는 것으로 본다.

표 21. 4년생 고려인삼 품종과 미국삼의 상호교잡조합 임실율

교잡조합		임실율	종자수	교잡조합		임실율	종자수
K-1	x 미국삼(3년생)	74.6	80	G-1	x 미국삼(4년생)	57.1	60
	x 미국삼(4년생)	80.3	154	금풍		62.2	105
미국삼 x	K-1	18.8	39	선풍		48.3	63
	G-1	29.9	95	천풍		27.1	29
	금풍	38.1	129	연풍		55.4	47
	선풍	29.4	85				

고려인삼 품종 K-1, G-1, 금풍, 선풍, 천풍, 연풍과 미국삼의 상호교잡에서 고려인삼을 모본인 K-1, G-1, 금풍, 선풍, 천풍, 연풍의 임실율은 각각 80.3, 57.1, 62.2, 48.3, 27.1, 55.4%를 보였다. K-1을 모본으로 하고 부분인 미국삼의 연생을 3, 4년생으로 했을 경우 임실율 차이는 5.3% 정도 있으나 비슷한 경향으로 연생각 부분간 차이는 없는 것으로 본다. K-1 모본에서 80.3%로 가장 높았고 천풍 모본에서는 27.1%로 매우 낮음을 보였다. 미국삼을 모본으로 한 경우는 금풍 부분에서 38.1%로 가장 높았으며, K-1 부분에서 18.8%로 가장 낮았다. 여기에서도 미국삼을 모본으로 사용하였을 경우가 전반적으로 임실율이 떨어지는 경향을 볼 수 있었다.

표 22. 4년생 고려인삼계통과 미국삼 계통의 교잡조합 임실율

교잡조합		임실율	종자수	교잡조합		임실율	종자수
0841	x Q0803	66.7	99	Q0803	x 0841	9.7	11
	x Q0804	83.5	100		x 0302	29.5	35
0842	x Q0803	83.9	78		x 0831	54.9	42
0837		84.3	89	Q0804	x 0837	39.6	29
0831		78.1	86		x 0841	4.7	3
0302	x Q0804	80.3	85		x 0842	63.2	36

고려인삼 계통과 미국삼 계통의 임실율은 0841을 모본으로 한 Q0803조합과 Q0804조합은 각각 66.7%와 83.5%를 보였다. 0842계통과 0837계통을 모본으로 Q0803을 부분으로 한 조합에서는 각각 83.9%와 84.3%로 비교적 높은 임실을 보였다. 0831계통과 0302계통을 모본으로 Q0804를 부분으로 한 조합에서는 각각 78.1%와 80.3%를 보였다. Q0803을 모본으로 0841과 0302를 부분으로 한 조합에서는 9.7%와 29.5%를 보였다. 0841와 Q0803을 모본을 상호교환한 조합에서는 66.7%와 9.7%로 임실율이 매우 차이가 크을 볼 수 있고, Q0804과 0841을 모본으로 상호교환한 조합에서는 더 낮은 4.1%의 임실을 보였다. 이것은 어느 계통을 모본으로 사용하였는가하는 것이 교잡조합을 만드는데 매우 중요하다고 할 수 있다.

나) 고려인삼 품종과 F1간의 여교잡중 생산

미국삼의 유전자도입을 조기화하기 위한 방법으로 여교잡을 실시하였다. 고려인삼을 모본으로하여 F1을 사용하였다. F1은 (고려인삼x미국삼)조합과 (미국삼x고려인삼) 두가지를 사용하였으며, 모본은 4년생과 8년생으로 하였다.

표 23. 년생별 고려인삼과 미국삼의 F1을 이용한 고려인삼품종간 여교잡 임실율

년생	교잡조합	임실율	종자수	교잡조합	임실율	종자수
4	K-1	4.0	11	K-1	9.0	13
	G-1	3.5	4	G-1	6.9	6
	금풍	4.0	5	금풍	20.0	21
	0831	0.0	-	0831	0.0	-
	0837	0.0	-	0837	0.0	-
	0841	0.0	-	0841	0.0	-
	0842	0.0	-	0842	0.0	-
	0846	0.0	-	0846	0.0	-
	0847	0.0	-	0847	0.0	-
	0850	0.0	-	0850	0.0	-
8	K-1	0.9	1	K-1	0.0	-
	금풍	1.1	1	금풍	0.0	-
	연풍	0.0	-	연풍	0.0	-
	천풍	0.0	-	천풍	0.0	-

4년생 고려인삼 품종 K-1xF1(고려인삼x미국삼)조합에서는 임실율이 4.0%를 부분을 F1(미국삼x고려인삼)조합에서는 9.0%를 보였다. 임실율은 매우 낮지만 각각 11립, 13립을 얻었다. 품종 G-1xF1(고려인삼x미국삼)조합에서는 3.5%의 임실율을 부분을 F1(미국삼x고려인삼)조합에서는 6.9%를 보였다. 각각의 종자는 4립, 6립을 얻었다. 품종 금풍xF1(고려인삼x미국삼)조합에서는 임실율이 4.0%를 부분을 F1(미국삼x고려인삼)조합에서는 20.0%를 보여 매우 높은 임실율을 보였으며 얻은 종자는 각각 5립, 21립을 얻었다. 기타 0831의 6계통에서는 임실이 전혀 없었다. 8년생 K-1과 금풍을 F1(고려인삼x미국삼)조합에서 각각 0.9%와 1.0%의 임실율을 보였고 각각의 종자는 1립 씩을 얻었다. 여교잡의 임성 친화력은 매우 낮음을 알 수 있었다. 특히 모본이 고년생일 경우는 더욱 그러한 현상이 더하는 경향을 보였다.

4) 2016년 교잡조합

2016년 교잡조합은 여교잡 22조합을 포함하여 총 79조합으로 여교잡 13조합을 포함한 61조합은 임실 결과를 얻었으나 여교잡 9조합을 포함한 18조합에서는 임실이 없었다. 그 세부적인 결과는 표 25~28과 같다.

표 24. 2016년 교잡조합

연도	임실유무	
	유	무
2016	금풍xQ0901, 금풍xQ0906, 금풍xQ0913, Q0901x금풍, Q0913x금풍, Q1004x금풍, 금풍xQ1007, 금풍xQ1008, 1016xQ0902, 1021xQ0903, 1023xQ0905, 1025xQ0908, 1026xQ0909, 1050xQ0903, 1051xQ1001, Q1004x0909, Q0902x1026, Q0903x1021, Q0904x1022, Q0905x1023, Q0907x1024, Q0908x1025, Q0909x1026, Q0910x1049, Q1001x1051, Q1010x0916, Q0908x0918, K-1xQ0803, K-1xQ0806, K-1xQ0901, K-1xQ0903, K-1xQ0912, Q0803xK-1, Q0806xK-1, Q0901xK-1, Q0903xK-1, Q0912xK-1, 0806xQ0809, 0808xQ0901, 0809xQ0902, 0811xQ0903, 0813xQ0911, 진사xQ0911, 진삼xQ0907, Q0901x0808, Q0902x0809, Q0903x0811, Q0907x0813, BC 0908xF1(0908xQ0903), 0914xF1(0914xQ0913), 0915xF1(0915xQ0902), 금풍xF1(금풍x미국삼), 금풍xF1(미국삼x금풍), 금풍xF1(진사x미국삼), K-1xF1(미국삼x천풍), 천풍xF1(0922x미국삼), 0920xF1(0920x미국삼), 0914xF1(0914x미국삼), 0915xF1(0915x미국삼), 0841xF1(Q0807x0841), 진삼xF1(0902x미국삼)	금풍xQ1002, 금풍xQ1004, 1024xQ0907, Q0906x금풍, Q1002x금풍, Q1003x0907, Q0913x1050, Q0802x진삼, Q0911x진사 BC 0702xF1(0702xQ1010), 0909xF1(0909xQ0903), 0918xF1(0918xQ1010), 금풍xF1(미국삼x연풍), 금풍xF1(미국삼xK-1), 금풍xF1(미국삼x진사), 0841xF1(0841x미국삼), 0911xF1(0911x미국삼), 0909xF1(0909x미국삼)
계	61조합	18조합

가) 고려인삼 계통 및 품종과 미국삼 계통간의 친화력 검정 및 종자 F1 생산

친화력 검정을 하기위해 지난해는 고려인삼 품종 K-1과 미국삼 Q0901, Q0902, Q0903, Q0904, Q0803, Q0804, Q0805, Q0806 8계통과 reciprocal 방법으로 실시하였으나, 올해는 금풍과 미국삼 Q0901, Q0906, Q0913, Q1002, Q1004 5계통과 전년도와 같은 방법으로 3주씩 주당 5개를 수정하였다.

표 25. 3년생 고려인삼과 미국삼의 품종 및 계통간 상호교잡조합 임실율

교잡조합	임실율(%)	종자수	교잡조합	임실율(%)	종자수
Q0901	13.3	4	Q0901	12.5	3
Q0906	14.3	4	Q0906	0.0	0
금풍 x Q0913	26.7	8	Q0913 x 금풍	13.3	4
Q1002	0.0	0	Q1002	0.0	0
Q1004	0.0	0	Q1004	12.5	4

금풍과 미국삼계통간의 교잡에서 임실율이 전 교잡조합에서 매우 낮았다. 지난해의 K-1과 미

국삼 Q0901, Q0902, Q0903, Q0904, Q0803, Q0804, Q0805, Q0806의 임실율은 각각 78.6, 75.5, 59.3, 40.0, 90.0, 73.1, 79.6, 87%를 보인 것과는 엄청난 차이를 보였다. 이러한 원인은 3년생을 모본으로 사용한 점과 수정작업을 1회로 한 점등에서 오는 문제도 있겠지만 모부분 간의 친화력 관계도 크게 작용하였을 것으로 본다.

표 26. 3년생 고려인삼 품종과 계통간 미국삼의 교잡조합 임실율

교잡조합		임실율(%)	종자수	교잡조합		임실율(%)	종자수
금풍x	Q1007	40.0	12	Q0902x	1026	16.7	5
	Q1008	6.7	2	Q0903x	1021	26.7	8
1016x	Q0902	66.7	20	Q0904x	1022	46.7	14
1021x	Q0903	7.1	2	Q0905x	1023	7.1	2
1023x	Q0905	6.7	2	Q0907x	1024	13.3	4
1024x	Q0907	0.0	0	Q0908x	1025	26.7	8
1025x	Q0908	0.0	2	Q0909x	1026	3.3	1
1026x	Q0909	42.8	12	Q0910x	1049	30.0	9
1050x	Q0903	62.0	18	Q0913x	1050	0.0	0
1051x	Q1001	83.9	26	Q1001x	1051	53.3	16
Q1003x	0907	0.0	0	Q1010x	0916	10.0	3
Q1004x	0909	62.0	18	Q0908x	0918	13.3	4

3년생 고려인삼 금풍과 계통간 미국삼의 교잡에서 개체당 5개씩 3반복으로 하였다. 1051xQ1001은 83.9%의 임실율을, 1050xQ0903 외 3조합은 50% 이상의 임실율을, 금풍xQ1007 외 3조합은 30%이상의 임실율을 보였다. 전반적으로 불임 교잡조합이 고려인삼을 모본으로 한 경우는 10조합에서 2조합이 불임을 보였고, 미국삼을 모본으로 한 경우는 14조합 중에서 4조합이 불임을 보였다. 이런 현상은 앞에 표에서도 보였는데 3년생 모본을 사용하는데 모본의 세력이 약하고 조합간의 친화력의 떨어지기 때문에 발생하는 문제라 본다.

표 27. 4년생 고려인삼 품종과 계통간 미국삼의 교잡조합 임실율

교잡조합		임실율(%)	종자수	교잡조합		임실율(%)	종자수
	Q0803	53.3	32	Q0803x		55.2	32
	Q0806	16.7	10	Q0806x		6.7	4
K-1x	Q0901	60.0	36	Q0901x	K-1	46.7	28
	Q0903	50.0	30	Q0903x		50.0	30
	Q0912	16.7	10	Q0912x		16.7	10
0806x	Q0809	6.7	4	Q0802x	진삼	0.0	0
0808x	Q0901	70.0	42	Q0901x	0808	13.3	8
0809x	Q0902	83.3	50	Q0902x	0809	6.7	4
0811x	Q0903	53.3	32	Q0903x	0811	16.7	10
0813x	Q0911	63.3	38	Q0907x	0813	16.7	10

진사	Q0911	20.0	12	Q0911x	진사	0.0	0
진삼	Q0907	60.0	36				

4년생 고려인삼 K-1품종과 계통간 미국삼과의 교잡에서 개체당 10개씩 3반복으로 하였다. 고려인삼을 모본으로 한 0809xQ0902조합은 83.3%로 가장 높은 임실율을 보였고, 0808xQ0901 외 6조합은 50% 이상의 임실율을 보였다. 0806xQ0809 조합 외 3조합은 20% 미만의 낮은 임실율을 보였다. 미국삼을 모본으로 한 교잡조합에서는 Q0803xK-1 조합이 55.2%의 임실율을 보였으며, 전반적으로 미국삼을 모본조합이 임실율이 떨어지는 경향을 보였는데, 이와 같은 결과는 전년과 비슷하였다.

나) 고려인삼 품종과 F1간의 여교잡종 생산

미국삼의 유전자도입을 조기화하기 위한 방법으로 여교잡을 실시하였다. 고려인삼을 모본으로 하여 F1을 사용하였다. F1은 (고려인삼x미국삼)조합과 (미국삼x고려인삼) 두가지를 사용하였으며, 모본은 3년생과 4년생으로 하였다.

표 28. 년생별 고려인삼과 미국삼의 F1을 이용한 고려인삼품종간 여교잡

3년생				4년생			
모본	F1 부분	임실율(%)	종자수	모본	F1 부분	임실율(%)	종자수
0702x	0702xQ1010	0.0	0	K-1x	미국삼x천풍	10.0	8
0908x	0908xQ0903	5.0	4	천풍x	0922x미국삼	12.5	10
0909x	0909xQ0903	0.0	0	0841x	0841x미국삼	0.0	0
0914x	0914xQ0913	12.5	10	0920x	0920x미국삼	15.0	12
0915x	0915xQ0902	5.0	4	0914x	0914x미국삼	25.0	20
0918x	0918xQ1010	0.0	0	0915x	0915x미국삼	20.0	16
금풍x	금풍x미국삼	7.5	6	0911x	0911x미국삼	0.0	0
	미국삼x금풍	5.0	4	0909x	0909x미국삼	0.0	0
	미국삼x연풍	0.0	0	0841x	Q0807x0841	52.5	42
	미국삼xK-1	0.0	0	진삼x	0902x미국삼	15.0	12
	진사x미국삼	0.0	0				
	미국삼x진사	2.5	2				

3년생과 4년생 고려인삼 품종과 계통을 모본으로 사용하여 F1을 부분으로 한 여교잡을 실시하였다. 개체당 10개씩 4개체로 하였다. 많은 조합에서 종자를 얻을 수 있었다. 여기에서도 3년생보다는 4년생에서 임실율이 높은 경향을 보였다. 3년생에서는 0914x(0914xQ0903) 조합에서 12.5%로 종자 10립을 얻었고, 그 외 조합에서 소량의 종자를 얻었다. 4년생에서는 0841x(Q0807x0841) 조합에서 52.5%의 높은 임실율을 보였고 42립의 종자를 얻었다. 그 외 조합에서도 10%이상의 임실율을 보인 조합에서 종자를 얻었다. 특히 4년생에서는 고려인삼계통에 자연적으로 발생한 F1개체가 있어서 그를 부분으로 사용하였다. 임실율이 비교적 높은 데는 이러한 개체를 이용함에 따른 결과가 아닌가 생각된다.

5) 2017년 교잡조합

2017년 교잡조합은 여교잡 41조합과 복교잡 4조합을 포함하여 총 60조합으로 여교잡 10조합을 포함한 17조합은 임실 결과를 얻었으나 여교잡 31조합과 복교잡 4조합을 포함한 43조합에서는 임실이 없었다. 그 세부적인 결과는 표 36~38과 같다. 2017년도는 표에서 보는바와 같이 임실율이 예

년에 비해 매우 낮은 편이다. 낮은 이유는 표 39에서 보는 바와 같이 교잡을 한 당일의 기온이 10℃ 이하로 평년보다 많이 떨어진데 원인이 있는 것으로 본다.

표 29. 2017년 교잡조합

연도	임실유무	
	유	무
2017	0301xQ1118, 0303xQ1104, 0303xQ1108, 1130xQ1117, 1132xQ1016, 1153xQ1115, 1158xQ1106, BC 0830xF1(K-1x미국삼), 0833xF1(진사x미국삼), 0907xF1(0907xQ0903), 0914xF1(0914xQ0913), 0921xF1(0702xQ1010), 0909xF1(0909x미국삼), 0911xF1(0911x미국삼), 0914xF1(0914x미국삼), 0919xF1(0919x미국삼), 0920xF1(0920x미국삼),	Q1016x1132, Q1104x0303, Q1106x1158, Q1108x0303, Q1109x0303, Q1115x1153, Q1117x1130, Q1118x0301 BC 0702xF1(0702xQ1009), 0831xF1(진사x미국삼), 0832xF1(진사x미국삼), 0837xF1(연풍x미국삼), 0838xF1(연풍x미국삼), 0839xF1(미국삼x금풍), 0840xF1(미국삼x금풍), 0851xF1(금풍x미국삼), 0852xF1(금풍x미국삼), 0904xF1(0907xQ0903), 0909xF1(0909xQ0903), 0913xF1(0908xQ0903), 0915xF1(0915xQ0902), 0918xF1(0918xQ0902), 0919xF1(0702xQ1011), 0920xF1(0909xQ0903), 0922xF1(미국삼x금풍), 0923xF1(미국삼x금풍), 진사xF1(진사x미국삼), 진삼xF1(진사x미국삼), 자연F1(0915)x0915, 0915xF1(자연0915), 0918xF1(자연0922), 0922xF1(자연0922), K-1xF1(미국삼xK-1), 1007xF1(1007xQ1004), K-1xF1(K-1x미국삼), G-1xF1(G-1x미국삼), 금풍xF1(금풍x미국삼), 진사xF1(진사x미국삼), 천풍xF1(천풍x미국삼) DC F1(금풍x미국삼)xF1(미국삼x금풍), F1(미국삼x금풍)x F1(금풍x미국삼), F1(진사x미국삼)xF1(K-1x미국삼), F1(K-1x미국삼)xF1(진사x미국삼)
계	17	43

고려인삼을 모본으로 한 교잡에서는 임실율은 낮더라도 임실은 되었는데 반해 미국삼을 모본으로 한 교잡조합에서는 전혀 임실이 되지 못했다. 이와 같은 결과는 미국삼 모본의 수정능력이 온도에 더 민감하게 작용하는 것으로 본다.

표 30. 고려인삼 미국삼 계통간의 교잡조합 임실율

교잡조합	임실율(%)	종자수	교잡조합	임실율(%)	종자수
0301xQ1118	8.6	3	Q1016x1132	0.0	0
0303xQ1104	4.0	1	Q1104x0303	0.0	0
0303xQ1108	34.3	12	Q1106x1158	0.0	0
1130xQ1117	2.9	1	Q1108x0303	0.0	0
1132xQ1016	14.3	5	Q1109x0303	0.0	0
1153xQ1115	4.0	1	Q1115x1153	0.0	0
1158xQ1106	16.0	4	Q1117x1130	0.0	0
			Q1118x0301	0.0	0

많은 여교잡 조합에서 임실율이 매우 낮았다. 0901xF1(0702xQ1011)의 41조합에서 0920xF1(0909xQ0903)의 10조합만이 임실을 보였으나 매우 낮은 임실율을 보였다. 0915xF1(자연 0915)의 2조합은 그중 임실율이 높았다. 이 조합과 같은 경우는 고려인삼 계통브러에서 자연적으로 발생한 하이브리드가 있어 그 개체를 그 계통에 다시 교잡한 경우인데 매우 좋은 소재가 될 가능성이 높다고 본다.

표 31. 고려인삼 미국삼 계통간의 여교잡 조합 임실율

교잡조합	임실율 (%)	종자 수	교잡조합	임실율 (%)	종자 수
0919xF1(0702xQ1011)	0.0	0	진사xF1(진사x미국삼)	0.0	0
0920xF1(0909xQ0903)	5.9	1	진삼xF1(진삼x미국삼)	0.0	0
0921xF1(0702xQ1010)	0.0	0	자연F1(0915)x0915	0.0	0
0922xF1(미국삼x금풍)	0.0	0	0909xF1(0909x미국삼)	5.9	1
0923xF1(미국삼x금풍)	17.6	3	0911xF1(0911x미국삼)	27.8	5
0702xF1(0702xQ1009)	0.0	0	0914xF1(0914x미국삼)	23.5	4
0830xF1(K-1x미국삼)	0.0	0	0915xF1(0915x미국삼)	33.3	5
0831xF1(진사x미국삼)	0.0	0	0915xF1(0922x미국삼)	0.0	0
0832xF1(진사x미국삼)	0.0	0	0918xF1(0922x미국삼)	0.0	0
0833xF1(진사x미국삼)	0.0	0	0919xF1(0919x미국삼)	5.9	1
0837xF1(연풍x미국삼)	0.0	0	0920xF1(0920x미국삼)	6.3	1
0838xF1(연풍x미국삼)	0.0	0	0922xF1(0922x미국삼)	0.0	0
0839xF1(미국삼x금풍)	20.0	3	K-1xF1(미국삼xK-1)	0.0	0
0840xF1(미국삼x금풍)	0.0	0	1007xF1(1007xQ1004)	0.0	0
0851xF1(금풍x미국삼)	0.0	0	K-1xF1(K-1x미국삼)	0.0	0
0852xF1(금풍x미국삼)	6.3	1	G-1xF1(G-1x미국삼)	0.0	0
0904xF1(0907xQ0903)	0.0	0	금풍xF1(금풍x미국삼)	0.0	0
0907xF1(0907xQ0903)	0.0	0	진사xF1(진사x미국삼)	0.0	0
0909xF1(0909xQ0903)	0.0	0	천풍xF1(천풍x미국삼)	0.0	0
0913xF1(0908xQ0903)	0.0	0			
0914xF1(0914xQ0913)	6.3	1			
0915xF1(0915xQ0902)	0.0	0			

0918xF1(0918xQ0902) 0.0 0

F1과 F1을 복교잡하였으나 임신율이 전혀 없었다.

표 32. 고려인삼 미국삼 F1간의 복교잡조합 임신율

교잡조합	임신율(%)	종자수
F1(금풍x미국삼)xF1(미국삼x금풍)	0.0	0
F1(미국삼x금풍)xF1(금풍x미국삼)	0.0	0
F1(진사x미국삼)xF1(K-1x미국삼)	0.0	0
F1(K-1x미국삼)xF1(진사x미국삼)	0.0	0

교잡이 주로 이뤄진 지역인 고창군의 평균기온을 2013년부터 2017년까지를 나타내었다. 붉은 글씨체가 교잡한 날의 온도를 표시한다. 2013년부터 2016년까지는 교잡한 다음날의 온도가 높아가는 것을 볼 수 있었지만 2017년에는 온도가 떨어짐을 보였다. 이와 가온 현상이 표 35와 같이 낮은 임신율을 초래한 것으로 본다.

표 33. 고창지역의 연도별 교잡시기 온도(℃)

연도 및 일자	2013	2014	2015	2016	2017
15					
16		10.3			
17		10.9			
18		10.4	13.6		
19		11.1	12.5		
20		14.3	10.9		
21		12.2	11.5		
22		11.9	12.2		
23			14.5	14.6	14.2
24	14.1		11.8	14.7	15.0
25	15.5			12.7	11.9
26	17.9			14.8	11.4
27	17.6			17.6	9.1
28	17.5			16.9	12.6
29	16.1			15.3	14.9
30	13.8				
31					

라. 연도별 중간잡종의 임신 및 발아율

2013년과 2014년에 교잡조합에서 채종한 종자수와 발아율은 표 40과 같다. 종자수는 2013년 여름에 채종한 종자이고 발아율은 이들 종자를 파종하여 2014년 봄에 조사하였다. 2013년과 2014년 교잡조합간에 많은 차이를 보였으며 고려인삼을 모본으로 한 조합이 미국삼을 모본으로 한 조합보다는 비교적 높은 발아율을 보였다. 2014년 여교잡조합은 종자수도 적었으며 발아율도 떨어지는 경향을 보였다.

표 40. 2013년과 2014년 임신한 교잡조합의 발아율

교잡조합	2013년			2014년			
	임신율(%)	종자수	발아율(%)	교잡조합	임신율(%)	종자수	발아율(%)

0702xQ1009	63.7	34	85.3	0301xQ1104	24.3	15	20.0
0702xQ1010	53.9	22	81.8	0832xQ1104	14.5	18	50.0
0702xQ1011	32.1	17	88.2	1003xQ1001	67.8	56	25.0
0702xQ1012	20.3	13	76.9	1007xQ1004	43.5	38	52.6
0702xQ1018	30.4	17	88.2	1014xQ1010	75.4	64	60.9
0907xQ0903	72.9	18	89.0	1017xQ1011	20.0	10	50.0
0908xQ0903	41.5	18	89.0	1020xQ1012	32.6	19	68.4
0909xQ0903	32.0	30	70.0	1022xQ1013	12.5	7	42.9
0914xQ0913	95.6	63	93.7	1024xQ1015	34.7	22	50.0
0915xQ0902	75.6	105	93.3	1026xQ1018	55.4	30	10.0
0918xQ0902	77.1	42	78.6	Q1011x1017	3.3	2	0.0
Q1009x0702	19.0	11	63.6	Q1013x1022	20.8	15	0.0
Q1010x0702	8.2	10	0.0	Q1015x1024	3.3	2	100.0
Q1011x0702	7.3	12	25.0	Q1018x1026	6.7	4	0.0
Q1012x0702	4.2	7	28.6	Q0807x금풍	13.3	5	75.0
Q1018x0702	2.4	4	0.0	Q0810x금풍	3.5	7	85.7
미국삼x금풍	61.8	165	90.9	G-1x미국삼	70.5	110	52.7
금풍x미국삼	65.6	53	90.6	미국삼x0728	5.0	5	40.0
진사x미국삼	9.2	41	82.9	미국삼xG-1	2.3	2	0.0
미국삼x진사	7.2	15	66.7	천풍x미국삼	34.5	15	40.0
미국삼xK-1	8.3	14	64.3	금풍x미국삼	27.6	22	59.5
연풍x미국삼	45.3	40	92.5	K-1x미국삼	38.5	19	57.9
미국삼x연풍	3.5	15	46.7	진삼xQ1104	50.0	25	61.0
K-1x미국삼	53.2	50	84.0	BC			
				0903xF1(미x고려)	2.2	1	100.0
				0907xF1(미x고려)	4.4	2	0.0
				0928xF1(미x고려)	9.3	6	33.3
				0929xF1(미x고려)	4.4	3	0.0
				0930xF1(미x고려)	8.9	5	0.0
24조합				28조합			

2015년과 2016년에 교잡조합에서 채종한 종자수와 발아율은 표 41과 같다. 앞 표 40에서와 같이 채종자수는 2015년 여름에 발아율은 2016년 봄에 조사하였다. 2015년과 2016년 교잡조합간에 임실율, 종자수 및 발아율에서 많은 차이를 보였으며 고려인삼을 모본으로 한 조합이 미국삼을 모본으로 한 조합보다는 비교적 높은 발아율을 보였다. 2015년 여교잡은 6조합, 2016년 여교잡은 12조합을 실시하여 교잡조합도 많았고 비교적 많은 종자를 얻은 조합도 있으며 발아율도 비교적 높은 경향을 보였다.

표 41. 2015년도와 2016년 임실한 교잡조합 발아율

교잡조합	2015년			2016년			
	임실율 (%)	종자수	발아율 (%)	교잡조합	임실율 (%)	종자수	발아율 (%)
0302xQ0804	80.3	85	82.4	금풍xQ0901	13.3	4	0.0
0831xQ0804	78.1	86	85.2	금풍xQ0906	14.3	4	0.0
0837xQ0803	84.3	89	83.1	금풍xQ0913	26.7	8	0.0
0841xQ0803	66.7	99	48.3	금풍xQ1007	40.0	12	41.7
0841xQ0804	83.5	100	51.0	금풍xQ1008	6.7	2	0.0
0842xQ0803	83.9	78	75.3	Q0901x금풍	12.5	3	0.0
Q0803x0302	29.7	35	88.6	Q0913x금풍	13.3	4	0.0

Q0803x0841	9.7	11	27.3	Q1003x금풍	12.5	4	0.0
Q0804x0831	54.9	42	54.7	1016xQ0902	66.7	20	45.0
Q0804x0837	39.6	29	86.2	1021xQ0903	7.1	2	0.0
Q0804x0841	4.7	3	61.5	1023xQ0905	6.7	2	0.0
Q0804x0842	63.2	36	69.4	1025xQ0908	6.7	2	0.0
Q0804x0302	16.2	9	22.2	1026xQ0909	42.8	12	41.7
K-1xQ0901	78.6	50	24.0	1050xQ0903	62.0	18	5.5
K-1xQ0902	75.5	60	33.3	1051xQ1001	83.9	26	0.0
K-1xQ0903	59.3	48	66.7	Q1004x0909	62.0	18	38.9
K-1xQ0904	40.0	24	54.2	Q0902x1026	16.7	5	0.0
K-1xQ0803	90.0	95	84.8	Q0903x1021	26.7	8	63.0
K-1xQ0804	73.1	57	54.4	Q0904x1022	46.7	14	14.3
K-1xQ0805	79.6	59	58.8	Q0905x1023	7.1	2	0.0
K-1xQ0806	87.5	53	84.9	Q0907x1024	13.3	4	0.0
Q0901xK-1	11.5	9	75.9	Q0908x1025	26.7	8	0.0
Q0902xK-1	21.4	14	89.5	Q0909x1026	3.3	1	0.0
Q0903xK-1	15.4	12	78.3	Q0910x1049	30.0	9	0.0
Q0904xK-1	40.0	30	62.0	Q1001x1051	53.3	16	0.0
Q0803xK-1	49.0	46	78.3	Q1010x0916	10.0	3	0.0
Q0804xK-1	56.0	42	25.5	Q0908x0918	13.3	4	56.0
Q0805xK-1	73.5	54	12.9	K-1xQ0803	53.3	32	43.8
Q0806xK-1	70.8	51	45.1	K-1xQ0806	16.7	10	0.0
K-1x미국삼	80.3	154	76.1	K-1xQ0901	60.0	36	22.2
G-1x미국삼	57.1	60	73.3	K-1xQ0903	50.0	30	23.3
금풍x미국삼	62.2	105	69.5	K-1xQ0912	16.7	10	0.0
선풍x미국삼	48.3	63	79.4	Q0803xK-1	55.2	32	0.0
천풍x미국삼	27.1	29	62.1	Q0806xK-1	6.7	4	0.0
연풍x미국삼	55.4	47	68.1	Q0901xK-1	46.7	28	0.0
미국삼xK-1	18.8	39	79.5	Q0903xK-1	50.0	30	0.0
미국삼xG-1	29.9	95	85.3	Q0912xK-1	16.7	10	0.0
미국삼x금풍	38.1	129	65.9	0806xQ0809	6.7	4	100.0
미국삼x선풍	29.4	85	64.7	0808xQ0901	70.0	42	14.3
BC				0809xQ0902	83.3	50	40.0
K-1xF1(고려x미국)	4.0	12	25.0	0811xQ0903	53.3	32	53.1
G-1xF1(고려x미국)	3.5	4	25.0	0813xQ0911	63.3	38	50.0
금풍xF1(고려x미국)	4.0	6	33.3	진사xQ0911	20.0	12	0.0
K-1xF1(미국x고려)	9.0	13	61.5	진삼xQ0907	60.0	36	5.6
G-1xF1(미국x고려)	6.9	6	100.0	Q0901x0808	13.3	8	0.0
금풍xF1(미국x고려)	20.0	21	33.3	Q0902x0809	6.7	4	0.0
				Q0903x0811	16.7	10	100.0
				Q0907x0813	16.7	10	20.0
				BC			

	0908xF1(0908xQ0903)	5.0	4	0.0
	0914xF1(0914xQ0913)	12.5	10	50.0
	금풍xF1(금풍x미국삼)	7.5	6	0.0
	금풍xF1(미국삼x금풍)	5.0	4	0.0
	금풍xF1(진삼x미국삼)	2.5	2	0.0
	K-1xF1(미국삼x천풍)	10.0	8	75.0
	천풍xF1(0922x미국삼)	12.5	10	40.0
	0920xF1(0920x미국삼)	15.0	12	66.7
	0914xF1(0914x미국삼)	25.0	20	25.0
	0915xF1(0915x미국삼)	20.0	16	100.0
	0841xF1(Q0807x0841)	52.5	42	76.2
	진삼xF1(0902x미국삼)	15.0	12	100.0
47조합			61조합	

2017년 교잡종자는 현재 파종되어 있는 상태다.

마. 중간잡종의 발아 및 출아특성

발아 및 특성조사는 매년 실시하였다. 표 42는 2016년의 조사한 결과다. 연생별 교잡조합 계통 1년생(묘삼)의 발아와 2, 3, 4년생의 출아특성을 조사하였다. 1년생 교잡조합 36계통, 여교잡조합 4계통, F2 13계통, F3 1계통, F4 1계통의 발아특성조사를 하였다.

표 42. 교잡계통별 발아 및 출아특성

연생	발아&출아	교잡계통
1	조	F1(금풍xQ1007, 0809xQ0902, 0811xQ0903) F4(AK2014-8, AK2014-13, AK2014-15)
		F1(1016xQ0902, 1026xQ0909, 1050xQ0903, K-1xQ0803, 0806xQ0809, 0808xQ0901, 0813xQ0911, 진삼xQ0907) BC(0914xF1(0914xQ0913), K-1xF1(미국삼x천풍), 천풍xF1(0922x미국삼), 0920xF1(0920x미국삼), 0914xF1(0914x미국삼), 0915xF1(0915x미국삼), 0841xF1(Q0807x0841), 진삼xF1(0902x미국삼)) F3(미국삼x천풍, 미국삼xK-1) F4(AK2014-3, AK2014-4, AK2014-11, AK2014-14)
	만	F1(K-1x0806, K-1x0901, K-1x0903, K-1x0912, K-1x0913, Q1004x0909, Q0903x1021, Q0904x1022, Q0908x0918, Q0903x0811, Q0907x0813) F2(연풍x미국삼, K-1x미국삼, Q1009x0702, 0920자연F1, Q1012x0702, Q1011x0702, Q0904x0925, Q0903x0929, Q0807x0841, 0918xQ0901, 미국삼xK-1) F4(AK2014-1, AK2014-2, AK2014-5, AK2014-6, AK2014-7, AK2014-9, AK2014-10, AK2014-12, AK2014-16, AK2014-17, AK2014-18)
		조
2		

	중	F1(K-1xQ0805, Q0804xK-1, Q0904xK-1, K-1xQ0904, Q0903xK-1, K-1xQ0903)
	만	F1(Q0806xK-1, Q0805xK-1, Q0803xK-1, Q0902xK-1, Q0901xK-1, Q0803x0842, Q0803x0841, Q1108x0302, Q0803x0831, Q0803x0837, Q0802x0302, Q0802x0841, 미국삼x0841, 미국삼x천풍, 미국삼x선풍, 미국삼x금풍, 미국삼xG-1, 미국삼xK-1) BC((미국삼xF1, 금풍xF1, K-1xF1, G-1xF1) F2(미국삼xK-1, Q0904x0925, Q0903x0929, Q0807x0849, 미국삼xK-1, 미국삼x금풍, 연풍x미국삼, K-1x미국삼) F3(미국삼x천풍) F4(미국삼x천풍)
	조	F1(1003xQ1001, 1024xQ1015, Q1015x1024)
	중	F1(1007xQ1004, 1022xQ1013, 0832xQ1104, G-1xQ1010, 천풍xQ1010, K-1xQ1010, 금풍xQ1010)
3	만	F1(1014xQ1010, 1017xQ1011, 1020xQ1012, 1026xQ1018, Q1011x1017, Q1013x1022, Q1018x1026, Q1104x진삼, 진삼xQ1104, Q1010xG-1, Q1010x0728, Q1010x0728) BC(0927xF1, 0930xF1) F2(Q0904x0925, 미국삼xK-1) F3(미국삼x천풍)
	조	F1(0918xQ0902, 0908xQ0903, 금풍x미국삼, 미국삼x금풍) F3(AK2014-3, AK2014-8, AK2014-13, AK2014-15)
	중	F1(Q1009x0702, Q1011x0702, 미국삼x연풍, 미국삼xK1, K-1x미국삼, 진삼x미국삼, 0909xQ0903) F3(AK2014-2, AK2014-4, AK2014-9, AK2014-11, AK2014-14, AK2014-17)
4	만	F1(0702xQ1009, Q1010x0702, 0702xQ1010, 0702xQ1011, 0702xQ1012, Q1018x0702, 0702xQ1018, 0914xQ0913, 0915xQ0902, Q1012x0702, Q1010x0702) F3(AK2014-1, AK2014-5, AK2014-6, AK2014-7, AK2014-10, AK2014-12, AK2014-16, AK2014-18)
	조	F1(Q0904x0925)
	중	F1(Q0903x0929) F2(미국삼x천풍, 미국삼xK-1) F1(Q0807x0849, 미국삼xK-1)
5	만	F2(천풍x미국삼) F3(미국삼x천풍)
<p>K-1xQ0806계통 외 7계통은 조기발아 특성을 보였고, K-1xQ0805계통 외 9계통은 중간 정도의 발아 특성을, Q0806xK-1계통 외 17계통, F2 13계통, F3와 F4 각 1계통, 여교잡 4계통은 만기발아 특성을 보였다. 2년생의 교잡조합 26계통 중 1년생 때 발아가 전혀 안된 5계통과 여교잡 1계통 및 F2 1 계통은 발아가 안되었고, G-1xQ1010계통 외 2계통과 여교잡 2계통이 고사하여 22계통의 출아조사를 하였다. 1003xQ1001계통 외 1계통은 빠른 발아를, 1007xQ1004계통 외 8계통은 중간정도</p>		

를 1020xQ1012계통 외 4계통은 만기 출아특성을 보였다. 여교잡 0927xF1계통과 F2 Q0904x0925계통 외 1계통은 만기출아 특성을 보였다. 3년생 출아에서는 0918xQ0902계통 외 3계통이 빠른 출아를, Q1009x0702계통 외 6계통은 중간 정도의 출아를, 0702xQ1009계통 외 10계통의 출아는 늦은 출아를 보였다. F2(미국삼x고려인삼)계통에서 분리한 18계통은 조기 출아 4계통, 중간출아 10계통, 만기 출아 4계통으로 출아특성을 나타냈다. 4년생에서는 Q0904x0925계통이 조기 출아를 Q0903x0929계통과 F2(미국삼x천풍, 미국삼xK-1)계통은 중간 출아를 Q0807계통 외 1계통과 F2와 F3계통은 만기 출아 특성을 보였다. 발아특성은 개갑정도 및 포장 조건에 따라 영향을 받을 것으로 보며, 2년생부터의 출아 특성은 교잡모본의 특성과 비슷한 경향이 있는 것으로 판단된다.

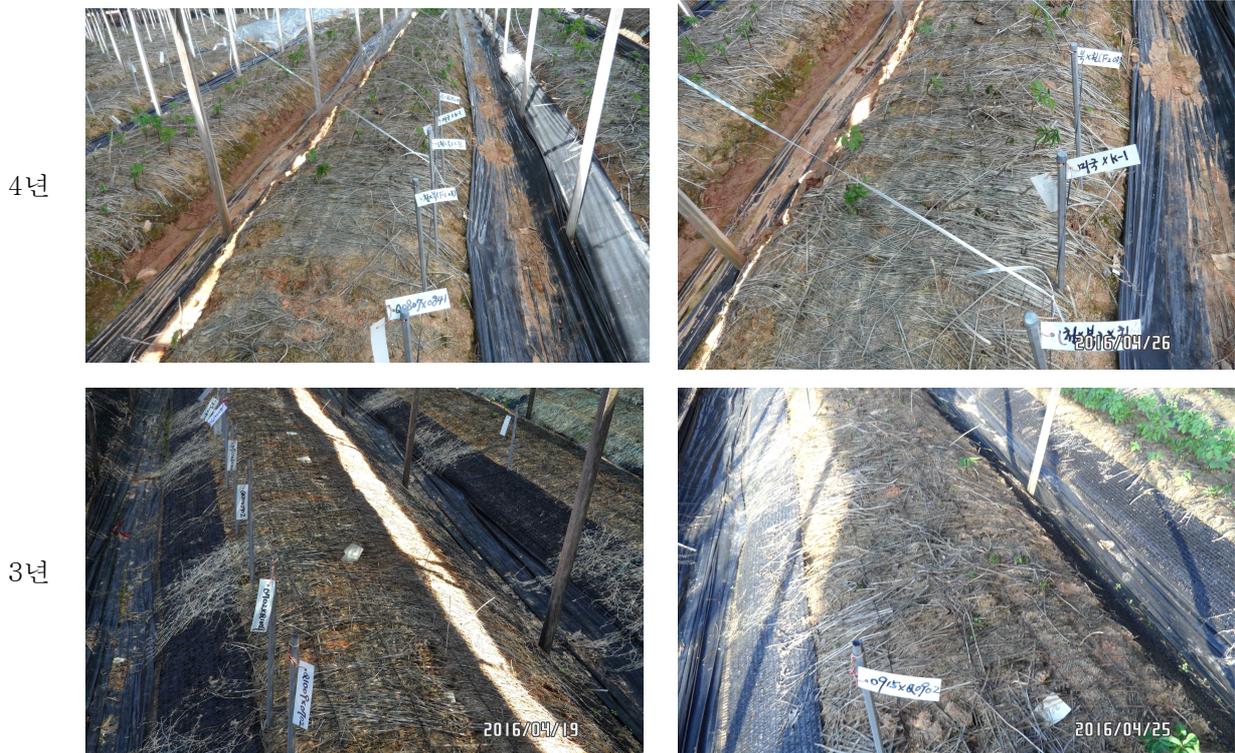


그림 4. 3, 4년생의 출아기

바. 중간잡종 세대별 연생별 생육특성

1) 중간교잡종 5년생 세대별 생육특성

교잡계통과 모부분 계통의 1~5년생의 지상부 생육특성 줄기 굵기, 길이, 큰엽 잎자루 길이, 작은잎 잎자루 길이, 엽장, 엽폭, 큰잎수 및 작은 잎수를 조사하였다.

고창에 식재되어 있는 5년생 교잡계통은 본 연구 선행연구에서 얻은 계통들로 미국삼 계통을 모본으로 한 교잡종 4계통이다.

표 43. 5년생 F세대와 모부분의 지상부 생육특성

세대	교잡조합 & 계통	줄기		꽃대 길이	엽자루		엽장	엽폭	큰잎 수	소엽 수
		직경 (mm)	길이 -----		큰잎	소엽 -----				
(cm)										

F1	Q0904x0925	5.5±0.20	33.2±2.25	17.8	14.3	4.5	15.6±2.12	8.0±1.17	4.2	23.0
	Q0903x0929	4.5±0.23	23.0±2.38	16.5	10.3	4.0	14.0±1.42	7.5±1.12	4.0	20.0
	Q0807x0849	6.5±1.78	26.5±1.73	18.7	12.5	4.2	15.1±1.56	8.5±1.67	4.0	19.0
	Q0901xK-1	8.6±1.25	48.6±2.24	24.5	13.7	5.2	23.3±2.18	10.4±1.27	4.8	24.0
F2	미국삼x천풍	7.5±0.78	34.5±2.33	16.5	10.5	4.5	18.5±2.12	8.5±1.23	4.0	20.0
F3	미국삼x천풍	6.2±0.55	27.2±1.25	17.6	8.3	4.2	16.6±1.26	8.3±1.47	4.5	25.5
모부 본	천풍	6.2±0.78	42.0±1.35	16.2	19.3	3.0	18.7±1.58	6.3±1.27	4.6	23.4
	미국삼	5.1±1.10	32.5±0.75	15.2	10.8	3.2	13.3±0.55	7.8±0.55	4.0	20.0
	Q0904	5.2±0.53	36.2±0.67	16.5	11.6	3.5	14.0±1.54	10.7±1.85	4.0	20.0
	Q0903	4.6±0.42	30.2±1.20	16.0	10.8	3.4	14.1±0.64	8.4±0.67	4.0	18.0
	Q0807	4.5±0.45	32.0±1.27	16.0	13.5	4.3	16.3±1.34	8.3±0.55	4.0	18.4
	Q0901	5.7±0.55	36.5±1.34	15.5	13.6	4.4	15.3±1.46	7.8±1.12	4.0	20.0
	0925	6.7±0.34	45.5±3.27	21.0	11.4	3.3	15.7±0.76	6.8±1.62	5.0	25.0
	0929	7.3±0.58	43.3±1.43	20.5	10.1	2.7	13.8±0.46	5.7±0.78	4.8	24.0
	0849	6.2±0.65	43.7±1.27	18.5	9.0	1.7	14.6±1.12	6.2±0.65	4.3	22.0
	K-1	7.1±0.55	38.0±1.45	22.3	10.4	3.4	14.3±0.65	6.5±0.74	4.4	24.9

이 계통들은 줄기특성에서 4년생에서와 거의 같은 경향을 보였는데 굵기는 약간 굵은 경향을 보였으며, 길이는 모부본과 차이가 없었다. Q0901xK-1 계통의 줄기 길이 48.6cm로 다른 교잡계통에 비해 굵고 긴 특성을 보였다. 큰잎과 작은잎 잎자루 길이에서는 교잡 계통이나 미국삼이 고려인삼보다는 긴 경향을 보였다. 전체적인 엽의 표현형은 Q0904x0925계통의 2계통은 모계인 미국삼 계통과 유사한 경향을 보였으나 Q0901xK-1은 모부계의 중간형질을 특성을 나타냈다.



그림 5. 5년생 F1의 생육초기

2) 중간교잡종 4년생 세대별 생육특성

4년생의 교잡종 및 교잡친의 생육조사는 표와 같다. 잡종강세의 영향은 3년생부터 확연하게 나타나는데 4년생에서도 거의 같은 경향을 보였다. 특히 초장 수세에서 뚜렷함을 보였다(그림 참조). 고려인삼을 모본으로 한 계통들이 미국삼을 모본으로 한 계통보다 왕성한 생육을 보였다. 고려인삼을 모본으로 한 계통간에는 통계적인 유의성은 없으나 미국삼을 모본으로 한 계통과는 유의성 있는 계통이 많음을 볼 수 있었다

표 44. 4년생 F세대와 모부본의 지상부 생육특성

세대	교잡조합 & 계통	줄기		꽃대 길이	엽자루		엽장	엽폭	큰 잎	소 엽
		직경	길이		큰잎	소엽				

		mm		----- cm -----						수	수
	Q1009	7.3±0.27	41.2±1.25	17.5	12.4	3.8	18.3±1.26	8.2±0.35	5.0	25.3	
	Q1010	8.6±1.12	44.0±1.78	22.5	11.5	3.5	19.2±1.45	8.3±0.65	5.0	24.7	
0702x	Q1011	7.2±0.92	46.2±1.83	19.7	12.3	3.4	19.5±0.82	9.0±0.56	5.0	25.0	
	Q1012	8.1±0.85	48.2±0.84	21.3	12.0	3.5	18.6±1.34	8.3±0.57	5.2	26.0	
	Q1018	7.8±0.30	45.2±0.38	23.0	11.0	3.4	17.7±1.25	8.2±0.35	5.0	25.0	
<hr/>											
	Q1009	5.1±0.45	26.5±2.56	10.5	8.8	3.5	15.5±1.42	8.4±1.48	3.8	18.0	
	Q1011 x0702	5.5±0.62	25.5±2.75	12.3	8.3	4.2	16.3±1.36	7.5±1.78	3.6	16.0	
	Q1012	6.2±0.43	24.0±1.27	12.7	9.5	4.7	14.7±1.25	8.5±1.26	3.8	18.5	
<hr/>											
F1	0918xQ0902	7.5±0.76	43.5±2.34	19.5	11.3	2.7	17.5±1.30	8.1±1.42	4.8	24.0	
	0915xQ0902	6.8±0.45	40.0±1.65	23.2	11.4	3.5	16.7±1.45	7.5±0.28	5.0	25.0	
	0914xQ0913	7.5±0.78	42.0±2.20	19.4	10.6	3.6	17.2±0.30	8.2±1.27	4.6	23.0	
	0909xQ0903	8.0±1.12	46.5±1.27	21.0	12.3	3.4	17.0±1.56	8.5±1.10	5.0	25.2	
	0908xQ0903	7.1±0.46	45.5±0.82	23.2	9.5	4.1	18.4±1.68	8.6±0.08	5.0	25.0	
	0907xQ0903	7.5±0.34	46.5±0.75	20.3	9.4	3.8	17.5±1.38	8.5±0.25	5.0	25.0	
	금풍xQ0902	7.2±0.26	41.6±1.54	18.0	9.2	3.5	11.5±1.65	6.5±1.26	5.0	25.3	
	Q0902x금풍	5.3±0.17	32.5±2.45	18.0	9.3	4.3	13.7±1.73	7.7±0.78	5.0	25.0	
	연풍xQ0903	6.6±0.34	33.4±1.75	17.0	10.5	3.5	12.5±0.60	6.6±0.43	3.6	16.4	
	Q0903x연풍	5.4±0.38	32.5±1.86	20.5	8.8	3.4	16.5±2.15	8.2±0.74	3.5	17.5	
	K-1xQ0913	5.7±0.16	33.3±1.24	16.2	9.5	3.6	11.8±1.85	6.5±0.52	3.3	16.5	
	Q0913xK-1	5.5±0.32	40.0±1.56	22.0	11.0	3.3	17.3±1.24	8.4±0.65	4.0	21.0	
	진사xQ0913	7.2±0.28	42.4±0.84	23.5	12.1	3.8	17.2±0.81	8.0±0.09	5.0	25.0	
	Q0913x진사	5.8±0.45	36.5±1.27	15.5	9.0	3.5	16.0±0.52	7.5±0.25	4.0	20.0	
<hr/>											
F2	천풍x미국삼	4.5±0.34	26.0±0.88	14.3	8.6	3.6	13.3±1.50	5.0±0.65	3.6	17.0	
	미국삼x천풍	4.8±0.85	24.5±1.65	14.5	7.8	3.3	12.6±0.20	5.8±0.45	3.7	18.0	
	미국삼xK-1	5.2±0.64	27.5±1.42	13.5	8.3	2.7	13.8±1.95	6.2±0.65	4.0	20.0	
F3	미국삼x천풍	5.7±1.12	26.0±0.45	10.7	6.0	2.5	12.2±0.66	6.5±0.58	4.0	20.0	
<hr/>											
모부 본	0702	5.4±1.76	25.2±1.31	12.2	6.7	1.9	10.5±1.11	4.7±0.43	4.6	23.0	
	0918	5.5±0.32	28.4±0.74	16.1	7.1	2.0	12.4±1.70	5.8±0.75	4.8	24.0	
	0915	5.0±0.50	26.6±1.85	15.7	7.2	2.3	9.8±0.21	4.4±0.35	5.0	25.0	
	0914	5.2±0.20	32.4±1.73	11.6	7.0	1.6	12.5±1.03	5.1±0.45	5.0	25.0	
	0909	4.8±0.33	30.5±0.72	12.3	7.5	1.6	10.6±0.41	4.9±0.68	5.0	25.0	
	0908	4.8±0.45	28.3±0.85	14.4	7.2	2.5	9.6±0.85	4.6±0.28	5.0	25.0	
	금풍	5.2±0.34	28.6±1.67	17.2	7.3	2.4	10.4±0.41	5.7±0.65	5.0	25.0	
	연풍	4.2±0.27	27.2±0.57	15.1	7.2	2.3	14.1±0.94	5.7±0.55	5.0	25.0	
	K-1	5.1±0.29	28.8±1.24	12.3	7.5	2.4	11.2±2.18	5.0±0.56	5.0	25.0	
	진사	4.8±0.16	28.7±2.09	13.6	6.6	2.5	10.5±0.29	4.9±0.17	5.0	25.0	
	Q1009	4.7±0.15	25.5±1.68	15.5	11.2	2.9	12.3±0.41	6.7±0.12	3.5	17.5	
	Q1010	4.2±0.28	30.1±1.87	13.4	11.3	3.9	13.4±0.94	7.0±0.33	4.3	22.2	
	Q1011	5.0±0.72	32.4±1.48	12.9	10.5	3.1	11.4±1.25	6.9±0.56	4.0	20.0	
	Q1012	4.5±0.31	28.8±0.66	13.2	10.2	3.3	14.5±0.82	7.1±0.74	4.0	20.0	
	Q1018	4.8±0.52	24.6±1.45	11.5	11.6	3.4	14.7±1.44	7.5±0.33	4.0	20.0	
	Q0902	4.7±0.21	25.9±2.14	14.7	10.1	2.7	13.6±0.67	6.4±0.78	4.4	23.0	
	Q0903	4.5±0.15	24.7±1.24	16.1	9.8	3.2	12.8±0.56	6.4±0.33	4.3	22.2	
Q0913	4.3±0.20	26.6±0.23	13.3	10.6	2.7	11.5±0.41	6.2±0.39	4.0	20.0		





그림 6. 4년생 F1의 생육

3) 개체분리한 F2세대 중간교잡종 4년생 생육특성

F2에서 개체별로 선발하여 계통화한 F3세대의 20계통의 생육상황은 표와 같다. 각각의 계통은 중간잡종임을 DNA marker로 확인하였고, 확인된 계통들의 지상부 생육에서 F1 hybrid의 잡종강세는 현상은 현저히 감소된 경향을 보였다. 그러나 지상부 생육보다는 본 연구의 목표인 고사포닌과 광내성의 특성은 있을 것으로 보며 건실한 생육을 보이고 있다(그림 7). 특히 다음 그림에서 2016년과 같은 전국으로 지속적인 고온으로 거의 70% 가까운 고온피해에서도 그림 8과 같이 정상적인 생육을 보인 계통이 있다는 것은 고온내성이 있는 것으로 본다.

표 45. 4년생 F2 분리계통의 지상부 생육특성

교잡조합 및 모부분	줄기		꽃대 길이	엽자루		엽장	엽폭	큰잎 수	소엽 수
	직경 mm	길이		큰잎	소엽				
AK2014-1	4.4±0.32	26.5±0.64	12.5	6.2	1.5	11.5±1.00	5.5±0.42	4.0	20.4
AK2014-2	5.2±0.13	25.3±0.78	14.1	6.9	1.6	12.9±1.60	6.2±0.65	4.3	22.0
AK2014-3	4.0	24.0±1.45	14.7	6.5	2.2	10.0±0.25	6.4±0.43	4.1	21.0
AK2014-4	4.2±0.10	22.7±2.06	12.6	7.3	1.8	11.8±1.23	7.1±0.36	4.0	20.0
AK2014-5	4.0±0.34	23.5±1.74	17.3	6.9	1.6	10.8±1.12	7.2±0.28	4.0	20.0
AK2014-6	4.2	24.4±0.53	13.2	7.3	2.2	11.4±0.55	5.8±0.29	4.0	20.0
AK2014-7	3.9±0.27	21.8±1.23	14.1	7.6	2.4	12.5±0.40	6.2±0.65	4.3	22.5
AK2014-8	5.5±0.28	25.0±1.26	12.2	6.0	2.7	13.3±0.68	7.8±0.74	4.5	23.0
AK2014-9	3.3	21.7	10.8	5.5	1.6	9.5	5.5	4.1	21.0

AK2014-10	3.7	22.5	11.5	6.2	1.7	11.6	5.2	4.4	22.0
AK2014-11	5.3±0.22	24.2±2.50	13.6	11.3	2.4	12.5±0.50	6.2±0.27	3.5	17.5
AK2014-12	4.1±0.23	21.6±1.23	12.5	12.6	3.6	10.4±0.64	6.4±0.48	4.1	21.3
AK2014-13	4.4±0.31	24.6±1.74	13.4	10.0	3.3	11.5±1.23	7.5±0.65	4.5	23.0
AK2014-14	3.8±0.78	20.3±0.72	12.8	12.0	3.5	9.7±0.72	7.0±0.62	4.5	22.5
AK2014-15	4.5±1.45	23.5±1.65	10.7	10.6	3.2	11.5±1.34	6.4±0.58	4.0	20.0
AK2014-16	3.5±0.25	19.4±1.14	14.8	10.4	2.0	10.5±1.26	6.2±0.30	4.2	21.6
AK2014-17	4.1±0.23	20.4±1.22	13.5	9.3	3.2	9.7±0.52	6.5±0.43	4.2	21.0
AK2014-18	4.3±0.12	22.6±0.67	13.6	6.5	2.8	12.3±0.20	6.0±0.17	4.5	23.0



그림 7. 4년생 F2 생육





그림 8. 3년생 F2 생육

4) 중간교잡종 3년생 세대별 생육특성

3년생 F세대와 모부분의 지상부 특성을 조사하였다. F1 0832xQ1004의 12계통과 F2 Q0904x0925 외 2계통 F3 미국삼x천풍 계통을 조사하였던바 F1에서는 강한 잡종강세를 보였으나 F2와 F3에서는 미국삼 모본과 거의 비슷한 생육으로 열세현상을 보였다. 이와 같은 현상은 4년생이나 5년생에서도 비슷한 결과를 보였다.

표 46. 3년생 F세대와 모부분의 생육특성

세대	교잡조합 & 계통	줄기		꽃대 길이	엽자루길이		엽장	엽폭	큰 잎 수	소엽 수
		직경 (mm)	길이		큰잎	소엽				
				----- (cm) -----						
F1	0832xQ1004	7.0±0.17	40.2±1.30	19.5	10.2	3.5	17.5±0.90	8.2±0.20	4.0	20.3
	1003xQ1001	7.5±0.14	42.3±0.80	25.0	10.6	3.6	18.6±1.24	7.4±0.75	4.2	23.0
	1014xQ1010	6.8±0.32	45.4±1.22	22.0	10.5	3.4	17.2±0.14	9.1±0.37	4.0	21.5
	1017xQ1011	7.0±0.42	46.5±0.50	22.0	11.2	3.8	18.6±0.78	8.0±0.40	4.4	22.2
	1020xQ1012	6.8±0.40	42.2±0.36	22.5	11.0	3.5	16.5±1.65	8.2±0.35	4.0	20.0
	1024xQ1015	6.0±0.43	41.7±0.68	21.0	11.6	3.8	17.0±0.70	8.3±0.86	4.1	22.0
	1026xQ1018	7.2±0.20	44.5±2.00	20.5	10.5	3.7	18.4±0.68	8.3±0.30	4.0	20.0
	G-1xQ1010	5.6±0.23	43.7±1.56	18.5	12.2	2.5	16.5±1.36	7.0±1.00	4.3	22.0
	K-1xQ1010	5.5±0.44	46.9±1.24	20.6	12.5	3.2	14.8±1.30	6.5±0.20	4.0	21.0
	금풍xQ1010	6.2±0.32	45.0±0.90	18.0	10.8	3.5	17.6±0.36	7.5±0.57	4.0	22.0
	천풍xQ1010	6.3±0.26	46.1±1.58	20.2	12.5	3.6	18.0±1.72	7.6±0.63	4.0	20.0
	Q1010x0728	6.8±0.32	48.7±0.46	24.6	10.6	4.0	20.0±1.80	9.5±0.25	4.0	21.0
	Q1015x1024	6.5±0.12	44.0±0.34	20.0	12.8	3.3	18.1±0.55	6.5±0.45	4.0	21.0
	Q1018x1026	6.3±0.15	42.1±1.25	17.6	11.5	3.5	17.3±0.62	7.2±0.62	4.0	20.0
	0907xF1	6.2±0.22	40.6±0.52	18.5	12.5	3.8	16.7±1.75	6.5±1.16	4.0	21.0
F2	Q0904x0925	4.5±0.40	25.2±2.82	11.6	8.8	3.8	13.5±0.52	8.2±0.15	3.3	16.0
	Q0807x0949	5.4±0.35	24.5±1.98	11.7	9.5	4.2	14.6±1.60	7.6±0.65	3.6	18.0
	미국삼xK-1	6.5±0.24	26.5±1.14	13.3	10.2	4.6	13.3±1.56	8.2±1.28	3.0	16.0
F3	미국삼x천풍	5.5±0.26	20.3±0.68	12.6	8.1	4.4	12.5±0.56	7.5±0.50	3.6	18.0
모부 본	0832	4.6±1.80	23.6±0.84	13.5	6.5	2.0	11.2±1.10	4.6±0.42	4.0	20.0
	1003	5.0±0.22	28.5±0.74	16.3	7.0	1.8	12.4±1.30	5.7±0.75	4.0	20.0
	1014	4.6±0.21	25.4±1.62	14.4	6.0	2.4	10.8±0.22	4.5±0.35	4.0	20.0

1017	5.6±0.28	32.0±1.74	11.5	7.0	1.8	12.8±1.23	5.5±0.63	4.2	21.0
1020	5.0±0.36	29.0±0.81	13.5	7.5	2.8	10.8±1.41	4.8±0.12	4.0	20.0
1024	4.8±0.25	27.3±0.64	13.5	7.4	2.4	10.8±0.86	4.5±0.61	4.0	21.0
1026	4.6±0.36	28.6±1.75	16.6	7.5	2.9	12.4±0.31	5.7±0.84	4.0	20.0
G-1	5.4±0.19	28.0±0.40	12.8	7.0	2.5	13.2±1.94	5.6±0.64	4.3	22.0
K-1	4.8±0.35	27.5±1.32	13.0	7.4	2.5	12.2±2.28	5.4±0.42	4.0	20.0
금풍	4.5±0.19	28.5±2.96	13.8	6.5	3.6	10.0±0.25	4.9±0.15	4.0	20.0
천풍	4.6±0.27	31.5±0.30	15.0	6.5	2.4	11.5±0.20	5.2±0.25	3.8	19.0
Q1001	4.8±0.35	25.3±1.50	11.8	10.5	2.7	12.0±0.31	6.5±0.25	3.2	16.0
Q1004	4.3±0.08	31.7±1.35	13.5	11.5	3.5	13.2±0.64	7.0±0.32	3.3	16.5
Q1010	5.2±0.24	32.6±1.13	10.8	10.5	3.5	12.0±1.26	6.5±0.56	3.6	18.0
Q1011	4.7±0.16	29.0±0.70	12.3	11.0	3.7	13.5±0.32	7.0±0.44	3.2	14.7
Q1012	4.6±0.21	27.5±1.75	9.5	11.5	3.6	14.0±1.00	7.4±0.26	3.2	15.4
Q1018	4.6±0.34	22.5±2.14	14.3	10.4	2.0	12.6±0.80	6.5±0.68	4.0	19.6
Q1015	4.5±0.39	23.2±0.25	13.2	9.5	3.2	12.0±0.83	6.8±0.35	3.4	17.0
Q1018	4.7±0.14	25.5±0.23	11.5	10.5	2.5	12.8±0.45	6.2±0.33	3.0	15.0

5) 중간교잡종 2년생 세대별 생육특성

F1의 형질은 2년생부터 모계형질을 닮은 쪽으로 발현되는 경향을 보였다. 교잡계통의 표현형의 특성은 모계형질이 우성으로 작용하기에 그 형질은 고려인삼인 경우는 년생이 진전되면서 초세는 모계형질을 엽형질은 모부계형질이 혼합형이라면, 모계가 미국삼인 경우는 초세와 엽형질 모두 미국삼 형질을 나타냄을 보였다.

표 47. 2년생 F세대와 모부분의 생육특성

세대	교잡조합 & 계통	줄기		엽자루길이		엽장	엽폭	큰잎 수	소엽 수
		직경 (mm)	길이 -----	큰잎 -----	소엽 -----				
F1	K-1xQ0806	3.0±0.15	14.7±1.30	6.8	1.8	13.7±0.42	5.7±0.58	3.0	15.0
	K-1xQ0805	3.6±0.42	16.0±1.21	7.5	1.5	13.1±0.27	5.6±0.52	3.0	15.0
	K-1xQ0804	3.6±0.32	15.7±0.75	7.5	1.6	14.4±0.32	5.7±0.27	3.2	16.0
	K-1xQ0803	3.0±0.45	14.8±0.84	7.1	1.8	15.7±0.78	6.4±0.31	3.0	15.0
	K-1xQ0904	3.2±0.33	15.1±0.87	7.5	1.7	15.3±0.43	6.3±0.12	3.0	15.0
	K-1xQ0903	3.0±0.25	13.7±0.98	6.8	1.8	16.0±0.72	5.5±0.69	3.0	15.0
	K-1xQ0902	3.2±0.11	15.5±0.55	7.3	1.7	15.4±0.95	6.1±0.54	3.5	17.0
	K-1xQ0901	3.1±0.17	14.8±0.37	6.5	1.6	13.9±0.48	6.3±0.49	3.0	15.0
	0831xQ0804	3.7±0.27	15.5±2.04	7.5	1.8	14.8±0.63	6.4±0.32	3.0	15.0
	0842xQ0803	3.6±0.08	16.7±0.42	7.5	1.7	13.3±0.44	5.4±0.22	3.0	15.0
	0837xQ0803	3.5±0.22	14.5±0.12	7.4	1.6	12.0±0.27	5.5±0.10	3.7	17.0
	0302xQ0804	3.6±0.40	13.0±0.27	6.8	1.8	12.8±0.85	6.2±0.24	3.0	15.0
	0841xQ0803	3.9±0.25	13.8±0.31	7.6	1.8	12.8±0.46	5.4±0.35	2.7	13.0
	0841xQ0804	3.6±0.36	15.0±0.15	8.2	1.7	13.1±1.25	5.7±0.44	3.0	15.0
	G-1x미국삼	3.6±0.30	14.7±0.45	7.8	1.6	13.1±0.83	5.6±0.23	3.7	17.0
	K-1x미국삼	3.4±0.42	16.5±0.40	7.5	2.0	13.7±0.57	6.3±0.46	3.0	15.0
	금풍x미국삼	3.1±0.27	15.3±0.68	7.0	1.8	12.3±0.56	6.5±0.55	3.0	15.0
	선풍x미국삼	3.2±0.23	16.7±0.65	7.1	2.1	13.0±0.70	5.7±0.12	3.0	15.0
	연풍x미국삼	3.2±0.15	12.5±0.00	7.3	1.7	13.4±0.76	5.3±0.30	2.5	12.5
	천풍x미국삼	3.1±0.17	12.8±0.37	7.5	1.8	12.9±0.35	5.3±0.12	3.0	14.0
Q0804xK-1	2.7±0.26	10.6±0.45	6.2	1.4	11.0±0.50	6.6±0.43	2.5	13.0	
Q0904xK-1	2.6±0.24	11.2±0.40	6.0	1.4	10.6±0.65	5.6±0.28	2.4	12.0	

	Q0903xK-1	2.5±0.45	11.5±0.36	6.5	1.3	10.5±0.50	6.1±0.14	2.5	13.0
	Q0803x0302	2.3±0.27	10.5±0.42	6.6	1.7	10.8±0.63	5.8±0.48	2.4	12.0
	Q0806xK-1	2.8±0.32	11.2±0.50	6.4	1.5	11.5±0.45	6.2±0.26	2.5	13.0
	Q0805xK-1	2.8±0.21	10.7±0.52	6.3	1.6	10.4±0.56	5.2±0.24	2.8	14.0
	Q0803xK-1	2.6±0.22	10.3±0.48	6.8	1.4	11.5±0.54	6.5±0.09	2.4	12.0
	Q0902xK-1	2.8±0.36	11.5±0.60	6.7	1.5	10.1±0.23	6.0±0.13	2.5	13.0
	Q0901xK-1	2.5±0.42	10.8±0.44	6.2	1.2	11.4±0.28	5.5±0.53	2.5	12.0
	Q0803x0842	2.8±0.27	11.4±0.70	6.2	1.3	11.5±0.53	6.1±0.44	2.5	13.0
	Q0803x0841	2.6±0.25	11.2±0.42	6.0	1.6	11.0±0.45	5.6±0.68	2.4	11.0
	Q1108x0302	3.1±0.56	11.2±0.78	6.4	1.5	10.4±0.21	6.0±0.35	2.5	12.0
	Q0803x0831	2.6±0.18	10.8±0.45	6.3	1.5	11.4±0.10	6.2±0.45	2.6	13.0
	Q0803x0837	2.5±0.25	10.5±0.52	6.5	1.4	11.6±0.45	5.6±0.11	2.3	11.0
	Q0802x0302	2.8±0.33	11.0±0.64	6.5	1.4	10.2±0.37	6.1±0.68	2.5	12.0
	Q0802x0841	2.1±0.20	12.0±0.55	6.4	1.1	10.5±0.75	5.6±0.48	2.2	11.0
	미국삼x0841	2.8±0.10	11.3±0.50	6.7	1.2	10.8±0.45	6.2±0.65	2.7	13.0
	미국삼xG-1	3.0±0.15	10.8±0.23	6.5	1.4	11.4±0.54	5.8±0.28	2.6	12.0
	미국삼xK-1	2.8±0.22	11.3±0.27	6.1	1.3	10.5±0.68	6.5±0.18	2.3	11.0
	미국삼x금풍	2.6±0.28	12.5±0.61	6.1	1.3	11.8±0.40	6.1±0.15	2.5	13.0
	미국삼x선풍	2.8±0.25	11.2±0.54	6.0	1.6	10.6±0.53	6.6±0.28	2.2	11.0
	미국삼x연풍	2.6±0.38	12.5±0.47	6.2	1.4	11.0±0.55	6.1±0.10	2.4	12.0
	미국삼x천풍	2.6±0.20	11.2±0.45	6.3	1.5	10.2±0.24	6.4±0.25	2.1	11.0
BC	미국삼xF1	2.3±0.16	10.8±0.53	6.2	1.6	10.6±0.45	6.2±0.20	2.2	11.0
	금풍xF1	2.3±0.24	10.4±0.45	6.2	1.5	11.0±0.50	6.0±0.43	2.2	11.0
	K-1xF1	2.5±0.15	11.0±0.48	6.1	1.5	10.0±0.27	5.8±0.55	2.0	10.0
	G-1xF1	2.2±0.14	10.4±0.22	6.3	1.4	10.2±0.12	6.2±0.24	2.0	10.0
F2	연풍x미국삼	2.8±0.21	12.5±0.43	6.5	1.3	13.0±0.56	5.8±0.28	2.6	13.0
	K-1x미국삼	2.9±0.20	12.3±0.45	7.0	1.2	12.5±0.20	6.6±0.56	2.5	12.0
	0918xQ0902	3.1±0.46	12.8±0.65	6.7	1.5	10.6±0.55	6.2±0.30	2.8	14.0
	0915xQ0902	2.6±0.22	11.7±0.32	6.2	1.5	10.5±0.48	6.7±0.63	2.5	13.0
	0914xQ0913	2.7±0.43	11.2±0.40	6.0	1.4	12.7±0.67	6.6±0.23	2.4	12.0
	0908xQ0903	2.7±0.26	11.2±0.65	6.3	1.3	11.3±0.50	6.1±0.26	2.5	13.0
	0702xQ1009	2.5±0.25	12.4±0.44	6.2	1.5	12.0±0.75	5.8±0.52	2.1	11.0
	미국삼xK-1	2.6±0.15	12.5±0.65	6.5	1.4	11.5±0.54	6.3±0.23	2.5	13.0
	Q0904x0925	2.8±0.24	12.2±0.46	6.0	1.5	10.4±0.65	6.3±0.58	2.2	11.0
	Q0903x0929	3.1±0.25	13.8±0.72	6.2	1.8	12.4±0.40	6.2±0.64	2.5	13.0
	Q0807x0849	3.0±0.37	12.6±0.43	6.0	1.5	11.5±0.51	6.3±0.10	2.6	13.0
	미국삼xK-1	2.9±0.23	12.7±0.56	6.5	1.6	11.0±0.48	5.7±0.25	2.1	11.0
미국삼x금풍	3.0±0.15	11.8±0.33	6.1	1.6	12.4±0.48	5.2±0.26	2.4	12.0	
F3	미국삼x천풍	3.5±0.18	11.6±0.65	6.2	1.7	12.4±0.45	5.0±0.25	2.5	12.6
F4	미국삼x천풍	2.6±0.36	10.8±0.54	6.0	1.8	11.5±0.60	5.2±0.23	2.6	13.0
모 부 본	K-1	2.2±0.04	11.6±0.34	6.8	1.1	9.6±0.25	5.4±0.42	2.6	13.0
	G-1	2.4±0.12	11.8±0.38	7.0	1.2	10.0±0.88	5.6±0.52	2.8	14.0
	금풍	2.5±0.00	12.2±0.83	7.0	1.2	12.2±0.38	5.0±0.36	2.7	13.5
	선풍	2.5±0.11	12.7±0.40	6.3	1.4	10.2±0.56	5.4±0.23	3.0	15.0
	연풍	1.6±0.15	11.4±0.82	6.2	1.8	13.0±0.59	5.2±0.20	2.6	13.0
	천풍	1.8±0.16	11.5±0.66	6.5	1.5	12.6±0.76	5.0±0.61	2.5	12.0
	0831	2.2±0.12	13.4±0.78	6.8	1.3	11.0±0.36	4.7±0.48	2.0	10.0
	0842	2.1±0.06	10.6±0.50	6.0	1.8	11.3±0.62	4.8±0.26	2.5	13.0
	0302	2.5±0.15	13.0±0.72	6.5	1.5	12.2±0.56	5.7±0.19	2.2	11.0
	0841	2.1±0.10	12.6±0.26	7.2	1.4	10.0±0.85	5.5±0.25	2.0	10.0
	0831	2.2±0.07	11.5±0.42	6.2	1.4	12.0±0.30	5.6±0.36	2.2	11.0
	0702	2.3±0.06	10.5±0.45	6.6	1.6	11.3±0.50	4.6±0.27	2.5	13.0
	0908	2.5±0.07	9.6±0.50	6.8	1.7	11.2±0.45	4.7±0.23	2.6	13.0

0914	2.3±0.05	13.4±0.62	6.4	1.5	12.0±0.56	5.8±0.60	2.1	11.0
0915	2.1±0.08	12.6±0.23	7.2	1.6	10.0±0.85	5.3±0.27	2.6	13.0
0918	2.7±0.06	11.6±0.40	6.3	1.8	10.0±0.39	5.2±0.33	2.5	12.0
미국삼	3.1±0.12	10.6±0.56	7.6	1.6	9.8±0.22	6.5±0.19	2.6	13.0
Q0803	2.8±0.20	12.2±1.36	7.5	1.3	10.5±0.27	7.0±0.15	2.2	12.0
Q0804	3.8±0.18	12.2±0.55	8.0	1.1	9.6±0.61	6.5±0.16	2.0	10.0
Q0805	3.6±0.30	11.8±0.65	7.8	1.2	8.4±1.14	5.6±0.21	2.2	10.4
Q0806	2.7±0.16	12.4±0.44	8.2	1.4	7.8±1.29	6.7±0.18	2.0	17.0
Q0824	3.0±0.15	12.6±0.50	7.7	1.5	11.6±0.25	6.6±0.49	2.4	13.0
Q0901	2.6±0.17	9.0±1.25	7.5	1.2	10.2±1.24	7.0±0.37	2.0	10.0
Q0902	2.5±0.18	10.2±0.48	8.3	1.1	8.8±0.61	4.7±0.26	2.0	10.0
Q0903	3.2±0.25	10.8±0.36	7.5	0.9	9.4±1.06	4.6±0.26	2.1	11.0
Q0904	3.0±0.10	9.4±0.48	7.2	1.4	7.8±0.28	6.7±0.15	2.0	10.0
Q0913	3.3±0.63	9.5±0.57	6.8	1.0	7.5±1.04	5.2±0.60	1.8	8.5
Q0925	2.8±0.53	11.2±0.65	7.6	1.5	8.4±0.82	5.8±0.22	1.7	8.3
Q0929	3.2±0.20	12.2±0.40	7.2	1.4	7.6±1.00	5.6±0.26	2.0	10.0
Q1009	3.6±0.23	12.2±0.75	6.7	1.3	8.8±0.80	5.8±0.17	2.0	10.0
Q1108	3.4±0.36	11.2±0.42	7.0	1.2	8.5±1.04	6.5±0.23	2.0	10.0

6) 중간교잡종 1년생 세대별 생육특성

부여에 식재된 교잡계통 F1의 1년생(묘삼) 중 고려인삼을 모본으로 한 K-1xQ0803계통 외 17계통과 미국삼을 모본으로 한 Q0805xK-1계통 외 11계통, 고려인삼에 여교잡한 0841x(Q0807x0841)계통 외 9계통의 생육에서 교잡계통과 모부분 간에 지상부 형질의 특성 표와 같다. 1년생에서는 발아와 함께 식물체가 줄기와 3개의 소엽을 가진 모양이기에 특이한 차이를 볼 수는 없었으나 엽형질은 모계를 닮은 경향을 보였다.

표 48. 1년생 F세대와 모부분의 지상부 생육특성

세대	교잡조합 & 계통	줄기		엽장	엽폭	엽수
		직경 (mm)	길이 ------(cm)-----			
F1	K-1xQ0803	1.5	6.2	4.3	2.7	3.0
	K-1xQ0806	1.5	6.7	4.3	2.3	3.0
	K-1xQ0901	1.6	6.8	4.5	2.4	3.0
	K-1xQ0903	1.4	6.4	4.6	2.6	3.0
	K-1xQ0912	1.6	6.7	5.0	2.7	3.0
	K-1x미국삼	1.7	6.2	4.4	2.0	3.0
	0806xQ0809	1.6	5.3	4.5	2.1	3.0
	0808xQ0901	1.7	6.7	4.7	2.4	3.0
	0809xQ0902	1.6	6.5	4.6	2.4	3.0
	0811xQ0903	1.6	5.7	5.1	2.6	3.0
	0813xQ0907	1.7	6.0	4.3	2.1	3.0
	1016xQ0902	1.6	5.5	4.1	2.7	3.0
	1025xQ0908	1.7	6.5	4.0	2.3	3.0
	1050xQ0903	1.7	6.8	4.1	2.3	3.0
	1051xQ1001	1.6	6.0	4.4	2.4	3.0
	금풍x미국삼	1.7	6.2	4.7	2.5	3.0
	진사x미국삼	1.5	5.7	4.7	2.6	3.0
	진삼x미국삼	1.7	6.5	4.8	2.3	3.0
	Q0805xK-1	1.7	5.3	5.2	2.8	3.0
	Q0806xK-1	1.6	5.6	5.1	2.5	3.0
Q0809x0809	1.6	5.5	5.0	2.2	3.0	

	Q0901x0808	1.6	5.9	5.1	2.4	3.0
	Q0902x0809	1.7	6.2	5.4	2.3	3.0
	Q0903x0811	1.5	6.5	5.3	2.5	3.0
	Q0907x0813	1.5	5.8	5.2	2.5	3.0
	Q0907x1024	1.4	6.0	4.8	2.1	3.0
	Q0908x1025	1.5	5.5	5.1	2.6	3.0
	Q1001x1051	1.6	6.6	5.3	2.3	3.0
	Q1003x금풍	1.8	6.7	5.2	2.3	3.0
	Q1004x0909	1.4	6.5	5.3	2.5	3.0
BC	0841x(Q0807x0841)	1.6	6.5	4.3	2.3	3.0
	0914x(0914xQ0913)	1.6	5.7	5.1	2.5	3.0
	0914x자연F1(0914)	1.6	5.6	4.8	2.0	3.0
	0915x자연F1(0915)	1.6	6.4	4.6	2.5	3.0
	0920x자연F1(0920)	1.5	6.5	4.5	2.6	3.0
	1022x(미국삼x금풍)	1.6	6.5	4.3	2.4	3.0
	K-1xF3(미국삼x천풍)	1.8	6.3	5.0	2.5	3.0
	금풍x(금풍x미국삼)	1.7	6.2	5.2	2.6	3.0
	천풍x0922(자연F1)	1.6	6.1	5.2	2.2	3.0
	진삼x0922(자연F1)	1.5	5.1	4.2	2.1	3.0
F2	0918xQ0901	1.5	5.5	4.2	2.4	3.0
	0920자연F1	1.5	5.7	4.1	2.5	3.0
	K-1x미국삼	1.6	5.5	4.4	2.2	3.0
	Q0807x0841	1.5	5.7	4.2	2.5	3.0
	Q0903x0929	1.4	4.8	4.2	2.3	3.0
	Q0904x0925	1.5	5.1	4.1	2.1	3.0
	Q1009x0702	1.4	5.4	4.5	2.6	3.0
	Q1011x0702	1.5	5.7	4.4	2.3	3.0
	Q1012x0702	1.5	5.5	4.0	2.4	3.0
	미국삼xK-1	1.7	5.5	4.1	2.5	3.0
F3	연풍x미국삼	1.6	5.3	4.3	2.3	3.0
	천풍x미국삼	1.5	5.7	4.1	2.3	3.0
	미국삼xK-1	1.4	3.1	3.5	2.3	3.0
F4	미국삼x천풍	1.3	3.4	3.8	2.1	3.0
	미국삼x천풍	1.5	5.4	4.3	2.5	3.0
모부 본	K-1	1.2	3.0	3.1	2.7	3.0
	금풍	1.5	3.2	3.7	2.5	3.0
	진사	1.4	3.1	3.5	2.1	3.0
	진삼	1.3	4.0	3.0	2.0	3.0
	0806	1.2	3.7	4.1	2.3	3.0
	0808	1.3	3.5	4.0	2.3	3.0
	0809	1.3	3.8	3.1	2.0	3.0
	0811	1.1	3.6	3.3	2.0	3.0
	0813	1.4	3.1	3.5	2.1	3.0
	0909	1.3	4.0	3.0	2.0	3.0
	1016	1.2	3.7	4.1	2.3	3.0
	1024	1.1	4.2	3.8	2.4	3.0
	1025	1.3	3.4	3.9	2.2	3.0
	1050	1.2	3.3	3.1	2.1	3.0
	1051	1.2	3.5	3.2	2.2	3.0
	Q0803	1.3	3.8	3.7	2.7	3.0
	Q0805	1.4	3.3	3.5	2.8	3.0
Q0806	1.5	4.2	3.8	2.8	3.0	

Q0809	1.2	3.1	3.3	2.4	3.0
Q0901	1.1	3.0	3.5	2.5	3.0
Q0902	1.6	2.7	2.9	2.1	3.0
Q0903	1.5	2.8	3.0	2.4	3.0
Q0907	1.7	3.5	2.8	2.1	3.0
Q0908	1.6	2.7	3.5	2.5	3.0
Q0911	1.8	3.3	3.3	2.5	3.0
Q0912	1.7	3.0	3.5	2.7	3.0
Q1001	1.8	3.2	3.1	2.6	3.0
Q1003	1.9	2.9	2.9	2.0	3.0
Q1004	1.8	3.8	3.3	2.5	3.0



0841x F1(Q0807x0841)



진삼 x F1(0922x미국삼)



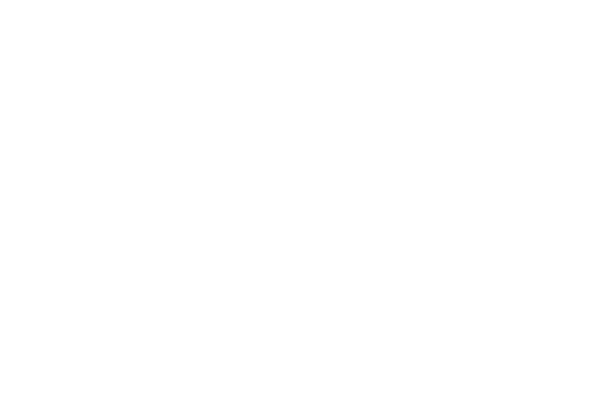
K-1xF1(미국삼x천풍)



0915xF1(0915x미국삼)



0914xF1(0914x미국삼)



금풍xF1(금풍x미국삼)

그림 9. 2년생 여교잡종 생육

7) 1년생 중간교잡종 F2~F4의 교잡종자 발아율

2015~2017년에 F2~F4 교잡세대에서 얻은 중간교잡종의 종자수 및 1년생의 발아율을 조사하였다.

표 49. F1~F3의 2015년 채종립, 2016년 발아개체수 및 발아율

세대	연생	교잡조합	채종 종자수	발아개체	발아율(%)
F2	2	K-1x미국삼	12	7	58.3
		연풍x미국삼	10	7	70.0
		0918xQ0902	8	5	62.5
		0915xQ0902	9	4	44.4
		0914xQ0913	7	6	85.7
		0908xQ0903	9	3	33.3
		0702xQ1009	6	3	50.0
		미국삼xK-1	20	10	50.0
	미국삼x금풍	17	7	41.2	
	3	Q0904x0925	12	5	41.7
Q0903x0929		20	12	60.0	
Q0807x0849		15	5	33.3	
소계			145	74	51.0
F3	3	미국x천풍	67	60	89.6
		천풍x미국	38	26	68.4
F4		미국x천풍	47	40	85.1

2015년 F1에서 종자를 얻은 조합은 2년생 연풍x미국삼을 비롯한 9조합과 3년생에서 얻은 Q0904x0925외 2계통 및 F3와 F4세대의 종자를 얻었다. F1을 얻기 위한 교배조합은 2013년 24조합에서 9조합 37% 수준이었다. F3와 F4는 선행연구에서 계속되는 것으로 3년생에서 채종하였다. 고려인삼을 모본으로한 경우는 미국삼을 모본으로 했을 때보다 종자수는 적었으나 발아율에서는 약간 높은 경향을 보였다.

표 50. F1~F3의 2016년 채종립, 2017년 발아개체수 및 발아율

세대	연생	교잡조합	채종 종자수	발아개체	발아율(%)
F2	2	K-1x미국삼	34	25	73.6
		1007xQ1004	10	0	0.0
		1014xQ1010	9	0	0.0
		Q0901xK-1	38	0	0.0
	3	연풍x미국삼	30	22	73.4
		0918xQ0902	15	9	60.0
		Q1009x0702	12	8	66.7
		Q1012x0702	50	33	66.0
		Q1011x0702	52	42	80.8
		미국xK-1	23	15	65.3
		Q0904x0925	44	31	70.5
	4	Q0903x0929	41	30	73.2
		Q0807x0841	6	1	16.7
0920(자연F1)		5	1	20.0	
소계			369	217	58.9

F3	2	미국xK-1	329	300	91.2
	3	미국x천풍 천풍x미국	387 293	322 207	83.2 70.7
F4	3	미국x천풍	658	527	80.1

2016년 F1 종자 생산은 연생별로 2년생, 3년생, 4년생에서 각각 4조합, 6조합, 4조합으로 14조합과 F3와 F4 4조합으로 16조합에서 종자를 얻었다. 2014년 23개 조합에서 4개조합에서만 종자를 얻어 낮은 임실율을 보였다. 이와 같은 결과는 2014년 겨울 가뭄으로 포장환경이 매우 나빴던 점이 영향을 미친 것으로 본다. 고려인삼을 모본으로 한 계통은 발아율이 매우 낮은 반면에 미국삼을 모본으로 한 계통은 높은 발아율을 보였다. 이러한 결과는 임성율에서도 같은 경향을 보였는데 앞으로 이러한 점은 좀 더 많은 검토와 연구가 필요할 관점이라 판단된다. F3나 F4의 발아율은 일반적인 순계분리 계통과 비슷한 경향을 보였다. 그러나 교잡종은 채종이 10일에서 20일 정도 늦게 채종함으로 개갑율이 현저히 떨어지기 때문에 포장조건이 양호하다면 후년에 발아하는 경우도 있기 때문에 후년의 결과를 보아야 할 것으로 본다.

표 51. 2017년 F1채종 조합 및 채종 종자수

교잡조합	채종종자수	교잡조합	채종 종자수	교잡조합	채종 종자수
K-1xQ0805	5	G-1x미국삼	5	Q0803x0831	17
K-1xQ0904	8	Q0803x0842	20	Q0803x0836	15
K-1xQ0903	15	Q0803x0302	2	Q0802x0302	20
K-1xQ0902	7	Q0806xK-1	10	Q0802x0841	5
0837xQ0803	25	Q0805xK-1	9	미국삼x선풍	30
0302xQ0804	13	Q0804xK-1	11	미국삼x금풍	20
연풍x미국삼	6	Q0904xK-1	15	미국삼xK-1	20
선풍x미국삼	4	Q0903xK-1	9	미국삼xG-1	15
금풍x미국삼	25	Q0902xK-1	8		
K-1x미국삼	5	Q0901xK-1	5		
소계	113	소계	94	소계	142

2015년도 F1 교잡 47조합에서 임실한 41조합 중 종자를 맺은 조합은 K-1xQ0805외 27계통으로 많은 계통에서 결실율을 보여 349립의 F2를 확보하였다. 다음세대를 위한 발아는 2018년에 확인될 것이다.

사. 불임타파제 처리시기 및 적정농도 규명

1) 2013년 중간교잡 F1 불임타파

중간교잡 F1 불임타파를 위한 물질 처리는 1.0% 수준으로하였다. 대비구를 비롯한 3물질 처리에서는 임실이 전혀 없었으나 A물질 처리구 3년생에서 미국삼을 모본으로 한 경우는 38.5%의 임실율을 보였고, 4년생에서 고려인삼을 모본으로 한 F1에서 3.8%를 미국삼 모본에서는 14.3%의 임실율을 보였다. 역시 5년생에서도 1.3%와 4.7%의 임실율을 보였다. 이와 같은 결과로 보아 연생이 높아 갈수록 임성이 떨어지는 경향을 보였다

표 52. 여러 가지 불임타파제를 이용한 4, 5년생 F1의 임실율

처리물질	3년생	4년생	5년생
------	-----	-----	-----

	<i>P.q. x P.g.</i>	<i>P.g. x P.q.</i>	<i>P.q. x P.g.</i>	<i>P.g. x P.q.</i>	<i>P.q. x P.g.</i>
Control	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
A	38.5	3.8	14.3	1.3	4.7
B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

2) 2014년 중간교잡 F1 불임타과

자연 임실이 되지 않은 F1(고려인삼 x 미국삼, 미국삼 x 고려인삼)의 임실을 유도하기 위해 4가지 물질을 사용하였다. A물질은 각각의 교잡 조합에서 임실이 되었다. Q0904 x 0925 조합은 57.1%로 다른 조합에 비해 높았다. A물질은 2013년에 이어 이번에도 임실이 되었고, 기타 다른 물질에서는 전혀 되지 않았다.

표 53 . 여러 가지 임성유도제를 이용한 2년생 F1의 임실율(%)

처리물질	교잡조합 임실율(%)				
	미국삼 x K-1	미국삼 x 천풍	Q0904 x 0925	Q0903 x 0929	Q0807 x 0849
Control	0	0	0	0	0
A	16.7	14.3	57.1	0	14.3
B	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0

전년도 시험에서 임성이 되었던 A물질을 농도별로 처리하였다. 처리에 이용할 교잡조합은 표 3에서 보는 바와 같이 5개 조합인데 Q0904 x 0925를 제외하고는 농도별 처리에 사용할 개체가 부족하여 Q0904 x 0925조합으로 만 처리하였다.

표 54. 2년생 F1(Q0904 x 0925)에 A물질 처리시기 및 농도별 임실율(%)

처리농도(%)	Control	0.01	0.1	1.0	10.0	
임실율(%)	개화전	0.0	0.0	20.0	66.7	0.0
	개화후	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0

처리시기 및 농도별 처리에서 개화전 1.0%에서 66.7%로 높은 임성율을 보였고 0.1%에서도 3년차에는 A물질 처리시기에 대해 실시 한 결과 개화 10일전에 처리구가 개화기에 처리한 구보다 높은 임성을 보였고, 저년생에서는 임실율이 높았으나 년생이 높을수록 임실율을 현저히 떨어지는 것을 확인하였다.

3) 2015년 중간교잡 F1 불임타과

자연 임실이 되지 않은 F1 임실을 유도하기 위해 A물질을 개화기를 전후하여 처리시기별 시험을 실시하였다.

표 55. 3년생 F1계통에 임성유도제 A물질의 처리농도 및 처리시기에 따른 임실율(%)

처리농도 (%)	처리시기 (개화전)	교잡조합 임실율(%)			
		Q0904x0925	Q0903x0929	Q0807x0849	Q0901xK-1
1.0	대조구	2.0	0.0	1.0	0.0
	개화 10일 전+ 개화기	65.5	23.6	63.5	11.8
	개화기+ 개화 10일 후	12.8	7.3	21.5	5.8
2.0	개화 10일 전+ 개화기	33.5	25.4	29.8	6.3
	개화기+ 개화 10일 후	20.3	8.5	10.7	6.7

임성유도제 A물질의 적정농도와 처리시기를 찾기 위한 방법으로 고창에 식재된 3년생 F1계통에 개화 예정 시기를 기준하여 10일전, 개화가 시작되는 시기 및 개화 후 10일 3회 처리하였다. 처리 농도는 1.0%와 2.0% 2처리구로 하였다. 처리농도 1.0%와 2.0% 처리구에서 개화10일 전에 처리하는 개화기에 처리한 것보다 더 높은 임실율을 보였다. 개화 10일 전 1.0% 처리구에서 Q0904x0925 계통이 65.5%로 가장 높은 임실율을 보였으며, Q0903x0929계통은 23.6%를 그리고 Q0901xK-1계통과 Q0807x0849계통은 각각 11.8%와 63.5%를 보였다. 개화 10일 전 2.0% 처리구에서는 Q0904xQ0925계통이 33.5%로 가장 높은 임실율을 보였으며, Q0901xK-1계통은 6.3%로 가장 낮은 임실을 보였고, Q0903x0929계통과 Q0807x0849계통은 각각 25.4%와 29.8%를 보였다. 개화기에 처리한 2농도 모두에서는 개화 10일 전에 처리한 구보다는 현저히 떨어지는 경향을 보였다. 중간교잡종 F1의 임성은 교잡조합 계통에 따라서도 현격한 차이를 나타냄을 알 수 있었다. 임성증진하기 위해서는 개화 전 처리로 임성을 증진시킬 수 있음을 알 수 있었다.

4) 2016년 중간교잡 F1 불임타과

표 56. 년생별 F1계통에 임성유도제 처리시기에 따른 임실율

처리 농도 (%)	교잡조합 임실율(%)									
	2년생		3년생				4년생			
	1007x Q1004	1014x Q1010	0908x Q0903	0909x Q0903	Q1009 x0702	Q1011 x0702	Q0904 x0925	Q0903 x0929	Q0807 x0849	Q0901 xK-1
대조	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	5.4	3.0	0.0	0.0	0.0
0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	5.2	3.5	0.0	1.8	0.0
0.5	10.0	10.0	0.0	0.0	7.3	10.4	11.5	2.3	5.8	2.0
1.0	24.0	20.0	8.0	9.4	55.0	50.0	69.8	32.0	56.3	10.0
2.0	10.3	10.0	0.0	2.5	28.5	35.4	35.5	26.5	26.4	3.0

임성유도제 A물질의 년생별 적정농도를 찾기 위한 방법으로 고창에 식재된 2, 4년생과 김제에 식재된 3년생 F1계통에 개화 10일전에 처리하여 7일 간격으로 3회 처리하였다. 처리 농도는 0.1, 0.5, 1.0, 2.0%와 대조구로 하였다. 모든 연생에서 0.5, 1.0, 2.0% 처리구에서 임실이 되었으며, 특히 1.0% 처리과 가장 효과적이었음을 보였다. 고려인삼을 모본으로 한 계통보다는 미국삼을 모본으로 한 계통의 임실율이 대체적으로 높은 경향을 보였다. 같은 미국삼 모본에서도 4년생에서 Q0901xK-1, Q0903x0929계통들의 경우는 비교적 낮은 임실율을 보였고, 전년도에도 거의 같은 경향을 보였다. 이는 계통간에도 임성유도제에 대한 반응이 다른 것으로 판단된다. 고려인삼을 모본으로 한 2, 3년생에서 2년생의 임성율이 높은 수치를 보였으나 소화수가 적어서 얻은 종자수는 적었다.

표 57. 년생별 F1계통에 임성유도제 처리횟수 및 농도에 따른 임실율

처리횟수 및	교잡조합 임실율(%)
--------	-------------

처리농도 (%)	2년생				3년생				4년생			
	K-1x Q0805	K-1x Q0806	Q0805 xK-1	Q0806 xK-1	1024x Q1015	1026x Q1018	Q1015 x1024	Q1018 x1026	0702x Q1011	0702x Q1012	Q1011 x0702	Q1012 x0702
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.1	0.0	0.0	10.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	18.2	20.0	0.0	0.0	10.5	12.4	0.0	0.0	10.5	12.4
1.0	10.0	22.2	50.0	40.0	6.7	10.0	60.0	71.4	0.0	0.0	20.0	30.6
2.0	10.0	16.7	60.0	50.0	0.0	0.0	50.2	47.6	0.0	0.0	15.2	25.8
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.1	0.0	0.0	10.0	16.7	0.0	0.0	10.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.0	0.0	22.2	25.0	0.0	5.0	32.0	24.4	0.0	0.0	20.0	18.4
1.0	20.0	27.8	70.0	83.3	20.0	14.2	81.0	70.0	2.0	1.8	46.0	53.0
2.0	20.0	20.0	60.0	65.4	0.0	0.0	40.0	52.4	0.0	0.0	10.5	30.2
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.1	0.0	0.0	20.0	18.8	0.0	0.0	20.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	10.0	9.5	35.7	23.5	0.0	0.0	33.3	33.6	0.0	0.0	15.0	16.8
1.0	18.8	19.1	60.0	70.5	10.0	13.4	72.0	50.0	1.0	2.0	42.0	50.0
2.0	6.7	13.3	61.9	70.0	0.0	0.0	40.0	20.0	0.0	0.0	15.2	28.5

아. F세대의 고온기의 생육상황

2016년 7~8월에 걸쳐 거의 한 달여 동안 고온이 지속됨에 따라 고온피해인 엽소현상으로 전국적으로 인삼농가의 피해가 극심하였다. 본 연구의 시험포지가 있는 익산, 김제 고창지역에도 많은 피해가 있었다. 그 현장에서 교잡종 F세대는 고온피해가 현저히 적었음은 다음 사진과 같다.

F1

1
년
생

고
려
인
삼
계
통



F1



3
년
생

고
려
인
삼
계
통



3년생
F2



4년생
F1
과
고려
인삼
계통



그림 10. 고온에 의한 엽소현상

2. 종간교잡종 뿌리 형질

가. 연도별 뿌리형질 및 특성

1) 2015년 채굴한 F1과 F2뿌리

표 58. 2015년 3년생 F1과 F2의 지하부형질

세대(교잡조합)	개체	동체		근중(g)	근장(cm)
		굵기(mm)	길이(cm)		
F2 (미국삼x고려인삼)	1	35.8	13.5	60.3	35.5
	2	30.2	15.5	50.5	30.2
	3	35.5	14.7	58.3	25.4
	4	38.8	15.6	65.7	30.5
	5	17.5	7.8	20.7	20.3
	6	29.6	11.2	55.6	30.4
	7	25.5	7.3	30.8	28.4
	8	36.5	15.8	73.3	30.6
	평균	31.18	12.68	51.90	57.49
F1 (미국삼xK-1)	1	28.4	17.0	67.3	36.5
	2	23.2	16.4	57.6	30.8
	3	38.7	25.5	68.0	30.4
	4	16.3	16.0	30.7	27.5
	5	16.4	6.5	32.6	28.7
	6	25.3	12.8	60.2	30.5
	7	26.4	10.7	70.4	32.5
	평균	24.96	14.99	55.26	30.99
미국삼		20.3	7.5	45.4	21.5
천풍		25.4	8.5	40.6	30.2

F2(미국삼x고려인삼)



F1(미국삼xK-1)



그림 11. 5년생 F1과 F2의 뿌리

5년생에 채굴한 뿌리형질은 직과재배이기에 F1이나 F2 모두 직근형으로 뿌리가 발달되어 동체발달은 매우 양호하나 지근발달은 거의 없는 형태를 보였다. 지하부 형질은 사진의 앞에서부터 일련번호로 정리한 것으로 모부분보다는 지하부 형질이 월등한 개체가 많이 있으며, 이들 개체에 대한

분리는 앞에 3년생 지상부 특성에서 있으며, 이 개체들은 계속분리 할 것이기에 지속적인 선발을 하여야 할 것으로 본다.

2) 2016년 채굴한 F1, F2, F3 뿌리형질 특성

표 59. 교잡종 5년생의 지하부형질

세대	계통 및 교잡조합	무게(g)	근장(cm)	동장(cm)	동직경(mm)
F1	미xK-1	267.8±89.52	34.3±2.83	7.7±0.35	44.5±8.34
	Q0904x0925	56.9±4.95	30.6±2.83	12.4±4.24	24.1±2.76
	Q0903x0929	21.0±6.15	25.5±3.54	9.5±3.54	15.7±0.99
	Q0807x0841	77.3	34.0	14.0	28.0
	Means	105.75	31.10	10.90	28.08
F2	미국삼x천풍	68.6±7.07	29.9±1.41	6.2±3.18	27.6±1.70
	천풍x미국삼	79.5	24.0	4.0	32.8
	미국삼xK-1	49.8	40.0	7.0	23.2
	Means	65.97	31.30	5.73	27.87
F3	미국삼x천풍	58.3±4.71	29.7±0.71	5.0±3.54	25.6±2.33
고려인삼 부분	K-1	66.3±2.55	32.6±4.95	8.2±0.71	25.8±1.27
	천풍	51.2±8.06	29.3±1.41	9.5±2.83	22.0±5.94
	0841	65.2±2.37	20.0±1.42	9.0±2.21	26.9±4.50
	0925	45.8±3.30	26.5±2.45	7.5±2.33	24.4±3.42
	0929	55.8±4.71	27.5±2.12	8.5±2.83	26.4±4.73
	Means	56.86	27.18	8.54	25.10
미국삼 모본	미국삼	40.6±1.30	25.6±0.71	5.0±2.83	25.7±1.27
	Q0903	23.2±0.35	22.0±1.41	9.3±3.89	166±1.91
	Q0904	38.2±8.56	16.0±1.54	7.5±2.36	20.5±1.55
	Q0807	23.0±1.38	21.0±2.12	6.0±1.06	16.6±2.33
	Means	31.25	21.15	6.95	57.20

채굴된 뿌리 형질은 모부분에 비하여 근중이 상당히 무거움을 보였다. F1 교잡종은 미xK1, Q0904x0925, Q0903x0929, Q0807x0841은 각각 268g, 57g, 21g, 77g을 보여 미국삼을 비롯한 모본에 비하여 미xK-1은 7배 정도 무거웠고, Q0904x0925은 0.5배, Q0903x0929은 비슷하였고, Q0807x0841은 3배 정도를 보였다. F2 세대는 미국삼x천풍은 모본 40.6g에 비하여 1.7배, 천풍x미국삼은 모본 천풍에 비하여 1.6배, 미국삼xK-1은 1.3배 정도의 증가를 보였다. 다른 형질에서는 동직경에서 차이를 보였고 근장이나 동장길이에서는 큰차이를 보이지는 않았다. 뿌리 모양은 아래 그림과 같다.

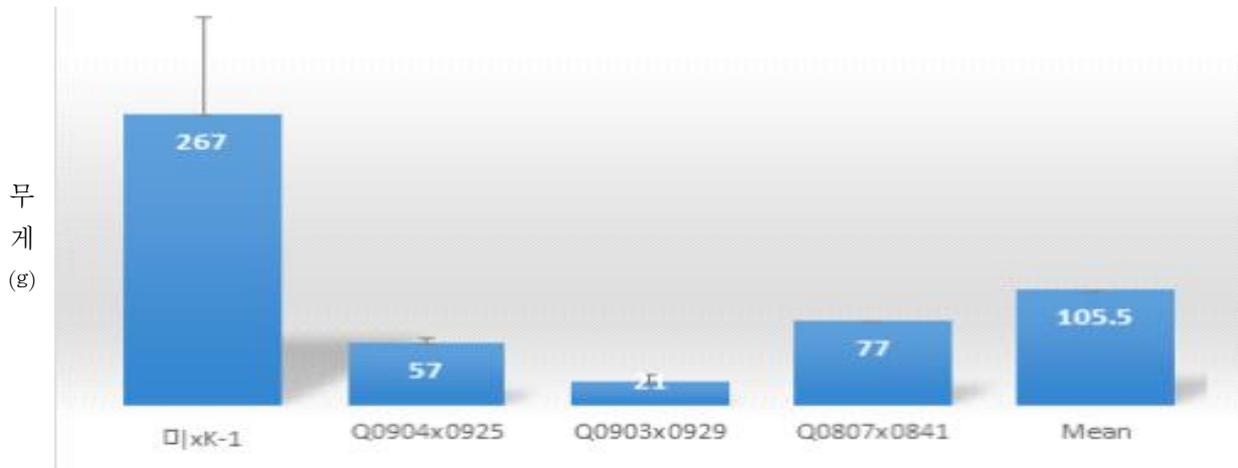


그림 12. 5년생 교잡계통별 근중(g) 비교

3) 5년생 F1, F2, F3 수삼과 홍삼의 품질특성

표 60. 교잡종과 모부계 5년생의 수삼과 홍삼품질

세대	비율(%)				체형율(%)				홍삼품질율(%)	
	건전	적변	근부	균열	무	사람	오징어	난발	건전	균열
F1	100	0.0	0.0	0.0	60.0	13.3	0.0	26.7	-	-
F2	100	0.0	0.0	0.0	42.8	28.6	14.3	14.3	-	-
F3	100	0.0	0.0	0.0	66.7	10.0	7.2	16.1	88.3	11.7
고려인삼	72.0	8.0	5.0	15.0	70.5	12.5	8.0	9.0	36.7	63.3
미국삼	83.0	0.0	17.0	0.0	45.0	10.0	7.0	38.0	100.0	0.0

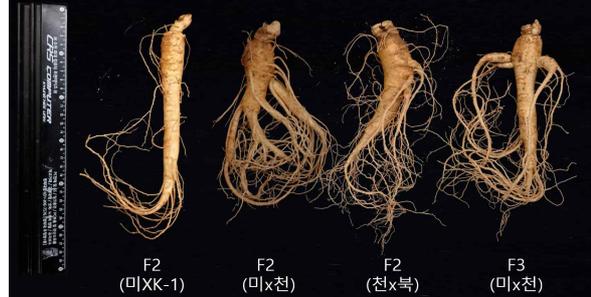
조사개체는 F1 15본, F2 7본, F3 180본, 모부분 고려인삼과 미국삼은 각각 200본으로 하였다. 홍삼 품질은 F3와 고려인삼 및 미국삼 각 60본씩으로 하였다. 수삼품질에서 F1, F2, F3 모두 적변, 근부, 균열과 같은 품질저하 요인은 없었다. 모인 미국삼은 근부병이 17.0%로 높았으며, 부분인 고려인삼은 적변, 근부, 균열이 각각 8.0%, 5.0%, 15.0%를 보였다. 교잡종은 미국삼형질이 강하게 작용하였음을 보였다. 조사개체수가 적어서 수치의 신뢰도는 낮으나 경향은 읽을 수 있을 것으로 본다.

홍삼품질은 건전과 균열로 구분한 비교에서 F3는 11.7%의 균열율을 보였으나 모본인 미국삼은 0.0%를 보인 반면 부분인 고려인삼은 63.3%로 매우 높았다. 이와 같은 결과는 중간교잡종의 홍삼품질이 모부종보다 매우 향상될 것으로 본다. 비록 홍삼제조 방법이 간이 법인 교압오토크레이브를 이용함으로써 인한 요인도 크게 작용할 것으로 보아 좀 더 검토해야 할 점으로 본다.

F1



F2



F3



모
부
분



교잡종 F3



고려인삼



미국삼



미국삼과 고려인삼

그림 14. 교잡종 F3 및 모부존의 홍삼

2. 시기별 androgenesis 및 F1 종자

가) 고려인삼 및 미국삼의 꽃 시기별 분석

고려인삼과 미국삼의 중간 잡종 개체의 불임의 원인을 규명하기 위한 접근의 다른 한 방법으로, 모계의 꽃의 발달 단계 및 식물학적 구조를 현미경 관찰하였다. 고려인삼과 미국삼의 꽃의 전체적인 구조는 유사하지만, 외형적으로 고려인삼의 꽃에 비하여 미국삼의 꽃이 한 화경에 맺히는 수가 많고, 안으로 갈수록 어린 단계의 꽃이 많은 수가 존재함을 확인하였다.

나) 고려인삼 꽃 약의 발달단계 규명

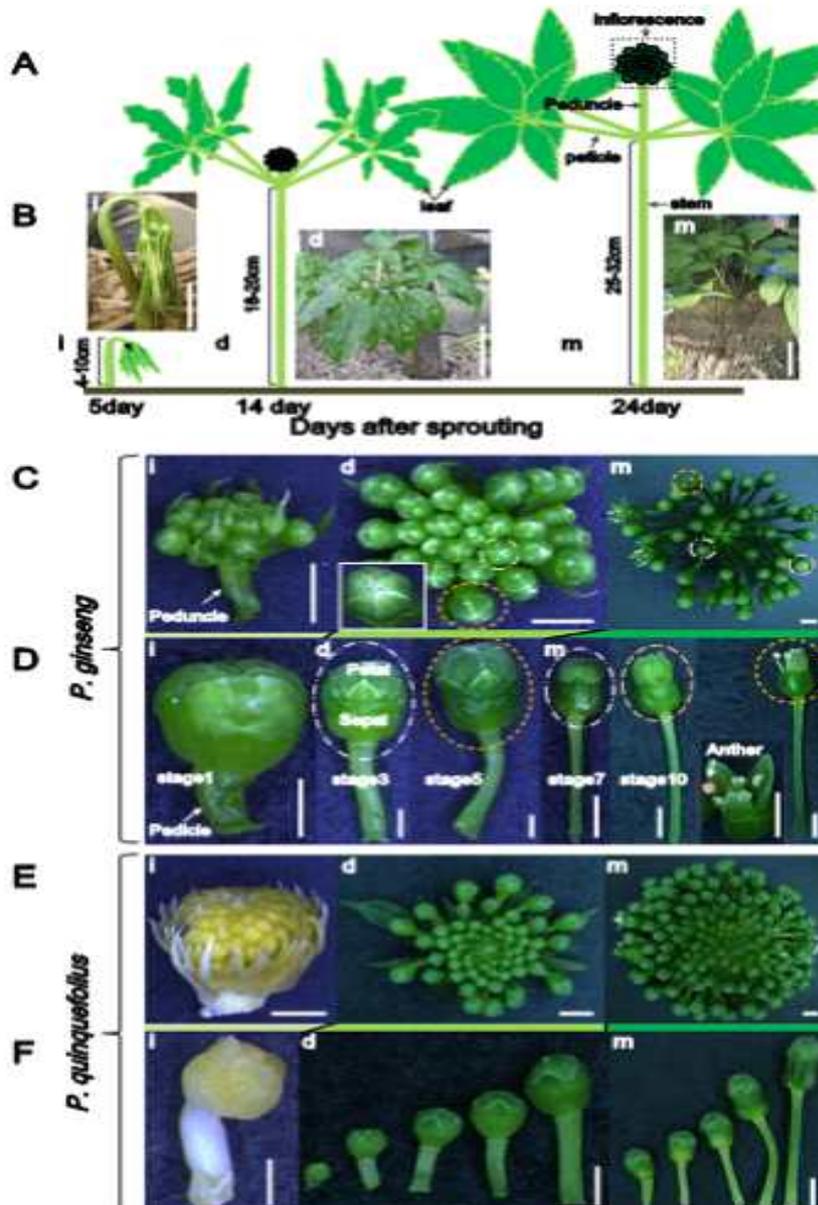
고려인삼의 약의 발달 단계를 시기별 정확히 찾기 위하여 시기별 샘플링하여, formalin-acetic acid alcohol (FAA, 50% ethanol, 5% glacial acetic acid, 3.7% formaldehyde)에 고정 후, 에탄올을 농도별로 탈수화 과정을 거치고, KULZER's Technovit 7100 레진에 고정 시키고, 3-4 um사이즈로 절편을 만들어 현미경학으로 세포학적 분석을 수행하였다. 이에 따라 약의 발달과 소포자의 발달 단계를 관찰하여 1-10 단계로 규명하였다.

다) 고려인삼과 미국삼의 약 및 화분 구조 규명

Scanning electron microscopy (SEM) 분석을 위하여 고정시킨 꽃을 탈수화 시키고 완전 건조시킨 후, 5 nm의 두께로 Aurum코팅 후, Hitachi S3400N SEM을 이용하여 고려인삼 및 미국삼의 약 구조를 관찰하였다.

미국삼의 약의 크기가 고려인삼에 비하여 약간 크며, 표면의 그물망상 구조는 유사하지만 고려인삼의 약에서의 홈의 구조가 더 뚜렷함을 확인하였다.

화분의 구조 및 표면에서도 약간의 차이를 보였으며, 고려인삼의 경우 화분 표면을 코팅하는 액신

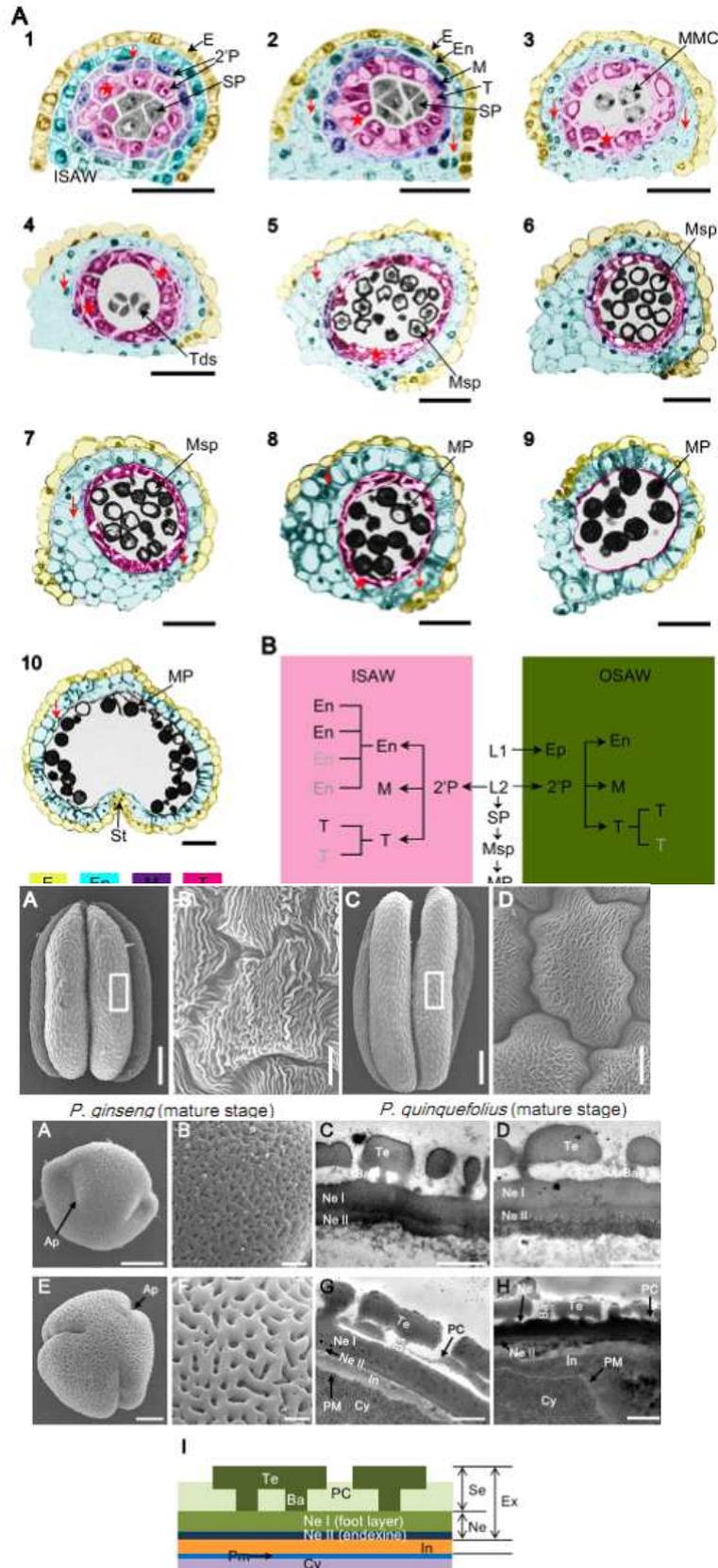


Stage	events	Significant phenotype of plant	Anther length (mm)	Flower length (mm)	Pedicel length (cm)	Peduncle length (cm)	Plant height (cm)	Days after sprouting	Plant develop stage ^a
1	Cell division	Leaves are unfolded with very small inflorescence.	0.2-0.25	0.7-1.10	0.1-0.5	0.2-0.4	4-10	5-10	i
2	Cell division		0.30-0.50	1.08-1.45	0.5-1.0	0.5-0.8	10-15	10-14	i
3	Meiosis	Leaves are partially expand.	0.50-0.60	1.49-1.79	1.0-1.5	0.8-1.2	18-20	14	d
4	Tetrad	Five petals are fully isolated.	0.60-0.70	1.80-1.90	1.5-2.0	1.2-3.5	18-32	14-24	d
5	Young microspores	Plant grows fully and leaves are fully expanded.	0.70-0.80	1.88-2.07	4-5.5	4.0-7.0	25-32	24	d
6	Vacuolation		0.80-0.88	2.33-2.51	5.5-6.0	7.0-12	25-32	24-31	m
7	1st Mitosis	Anther color becomes whiter. Flower looks snowman shape.	0.88-0.93	2.33-2.65	6.0-9.0	7.0-12	25-32	24-35	m
8	2nd Mitosis		0.94-1.14	2.98-3.15	9.0-10	12-20	25-32	24-35	m
9	Maturing pollen		0.87-1.01	3.11-3.31	9.0-10	15-20	25-32	35-40	m
10	Matured pollen release	Flowers starts open and anther starts dehisce.	0.87-0.94	3.49-3.56	9.0-10	15-20	25-32	35-45	m

^a Plant developmental stage is followed by Fig. 1: i, initialing procedure; d, developing procedure; m, maturing procedure

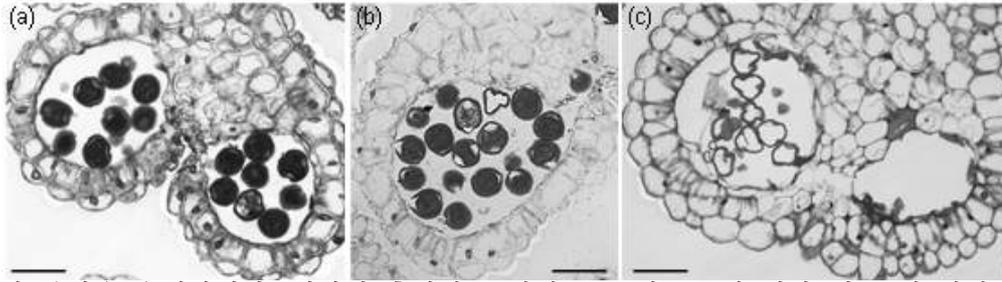
구조가 더 작은 홈을 형성하는 것을 확인하였다. 이들의 구조학적 차이로 인하여 교잡 후 임성의 차이가 있을 수 있음을 제시한다.

상기 세포학적 구조분석은 protoplasma 저널에 온라인 게재 되었으며, 당년도 기초분석자료를 통하여 차년도에는, 고려인삼(a), 미국삼(b)의 화분 발달과는 다르게, 종간잡종 F1 (c)에서 보이는 융성불임과 관련하여 추가적인 세포학적 규명을 진행할 예정이다.

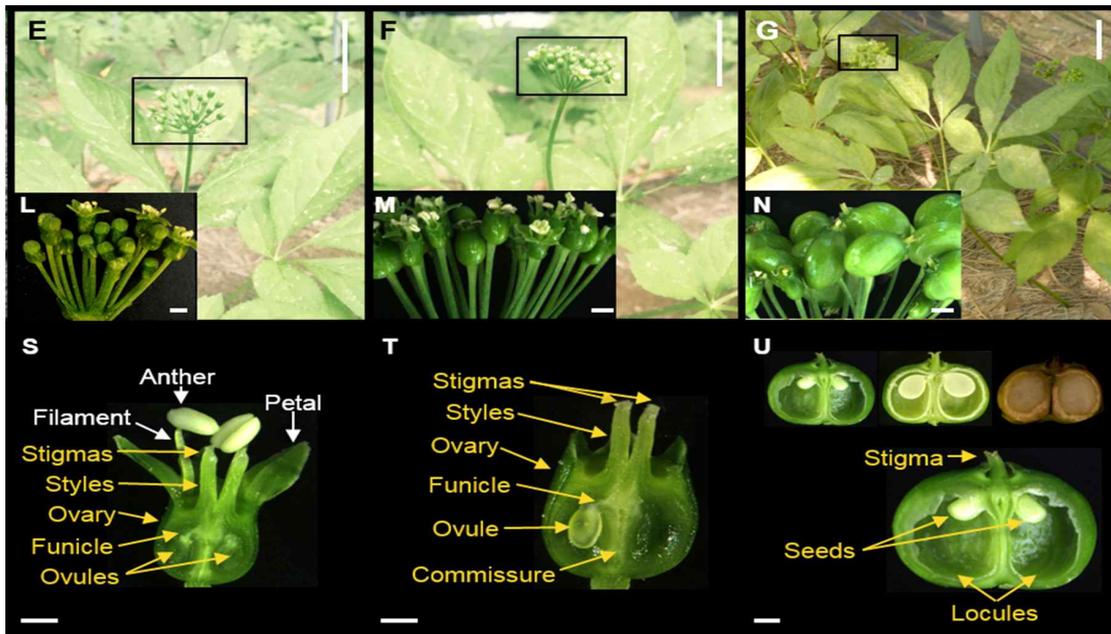
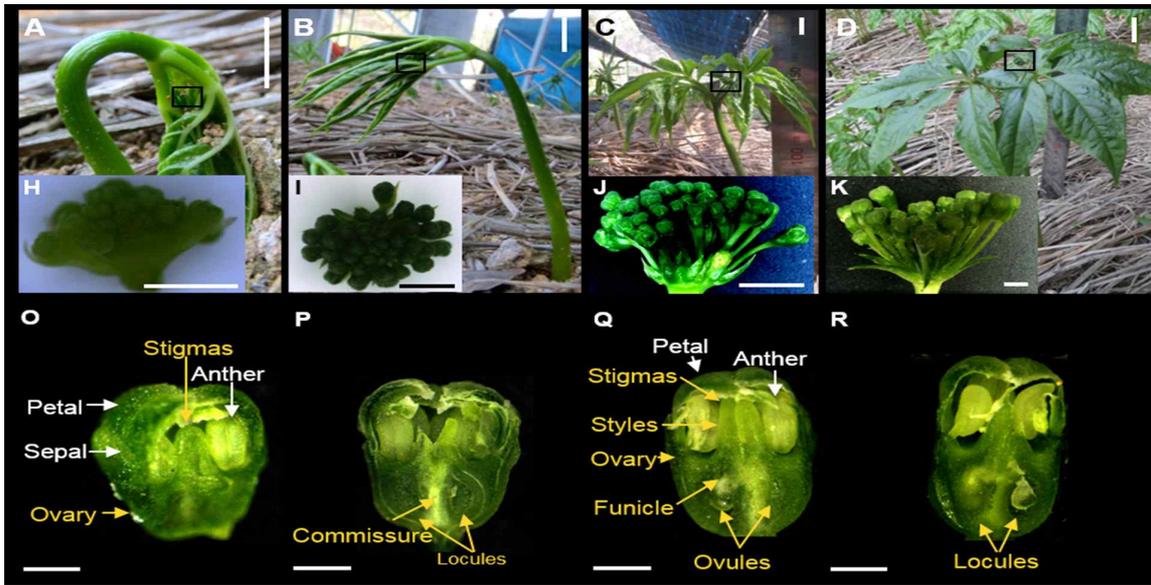


라) 고려인삼 및 미국삼의 꽃 시기별 분석

인삼의 꽃의 발달단계 및 구조에 대한 연구를 통하여, 고려인삼과 미국삼의 중간 잡종 개체의 불임의 원인을 규명하는 접근을 하기 위하여, 모계의 꽃 및 열매의 발달 단계 및 식물학적 구조

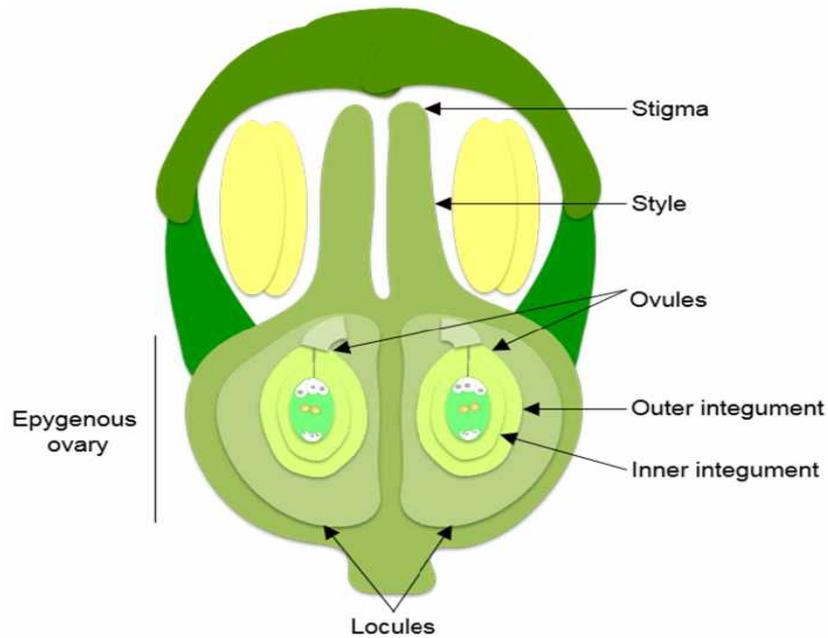


를 현미경 분석을 수행하였다. 인삼이 출아하는 시기 (1-5일), 줄기 신장 및 꽃의 발달 단계 (10-14 일), 성숙단계 (24-31일), 수정 후 열매가 맺히는 단계 (24-31일), 열매의 성숙 및 노화 단계 (40-45일) 간격 별로 화아를 채취하여 횡단면 및 종단면을 분석하였다.



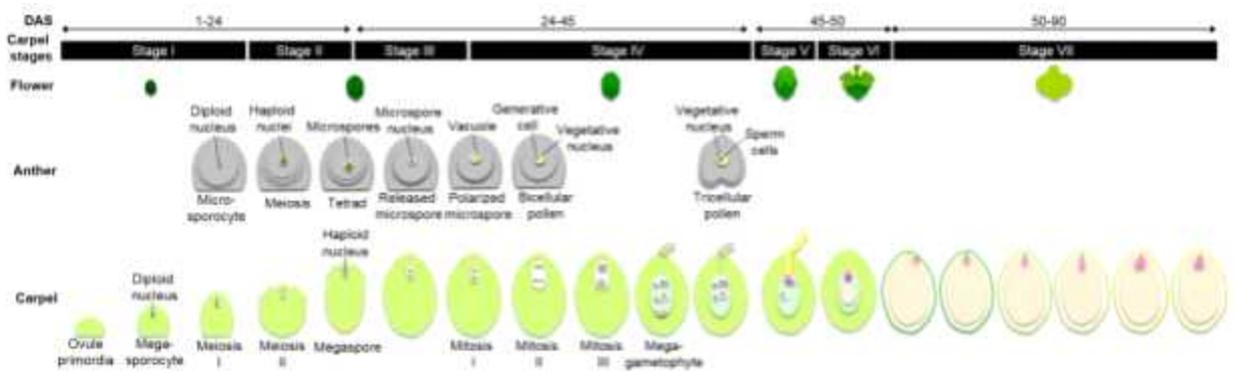
2차년도 횡단면 섹션을 통하여 약의 발달단계를 규명한 것에 이어서, 3차년도에는 종단면을

집중적으로 분석하여 심피를 관찰하였다. 인삼의 자예 구조는 2심피 4배주로 되어 있으며, 자방의 발달과정을 시기별로 분석하였다.



마) 고려인삼 심피의 발달단계 규명

고려인삼의 심피의 발달 단계를 시기별 정확히 찾기 위하여 시기별 샘플링하여, formalin-acetic acid alcohol (FAA, 50% ethanol, 5% glacial acetic acid, 3.7% formaldehyde)에 고정 후, 에탄올을 농도별로 탈수화 과정을 거치고, KULZER's Technovit 7100 레진에 고정 시키고, 3-4 um사이즈로 절편을 만들어 현미경학으로 세포학적 분석을 수행하였다. 이에 따라 심피의 발달과 열매의 발달단계를 관찰하여 7 단계로 규명하였다. 또한 자예의 발달과정과 응예발달 과정을 비교한 결과, 출아하여 초기 발달 단계에 이미 감수분열을 마치고 수정을 준비함을 확인하였다. 이러한 발달 단계의 규명을 통해, 생식발달과정에 대한 연구의 랜드마크를 제공하고, 불임의 원인 규명타파에 도움을 줄 수 있을 것이라 사료된다.



	Events	Flower -	Days	Ginseng	Ginseng plant
Embryo sac and	Sporophytic tissue	fruit length (mm)	after sprouting	anther stage ^a	developmental stages ^b

	endosperm development	development				
<u>1. Early phase of ovule development</u>						
1-I		Primordium initiation	0.70-1.10	1 ~ 5	1	i
1-II		Primordium elongation	1.08-1.45	5 ~ 10	2	i
<u>2. Megasporogenesis</u>						
2-I	Megaspore mother cell enlarges	Integuments initiated	1.49-1.79	10 ~ 14	3	d
2-II	Meiosis	Outer Integument surrounds both the inner integument and nucellus, nucellus enlargement becomes prominent	1.80-1.90	14 ~ 24	4	d
<u>3. Megagametogenesis</u>						
3-I	Four-nuclear embryo sac	Outer Integument envelops both the inner integument and nucellus	1.88-2.07	24 ~ 31	5	m
<u>4. Pre-fertilization</u>						
4-I	Formation of a vacuole, antipodals appear		2.33-3.31	31 ~ 40	6 ~ 9	m
4-II	Antipodals degenerate, central cell, synergids and egg cell appear		3.31-3.56	31 ~ 40	10	m
4-III		Micropyle opens	3.31-3.56	31 ~ 40	10	m
<u>5. Fertilization</u>						
5-I Fertilization		Pollination occurs	3.56-4.46	40 ~ 45		m
<u>6. Post-fertilization</u>						
6-I	Fertilization, synergids dissappear, egg cells break down		4.50-4.95	45 ~ 50		M
6-II	Endosperm initiation			45 ~ 50		M
<u>7. Seed development</u>						
7-I	Embryogenesis		5.00-6.25	50 ~ 90		M

	occurs, zygote develops, endosperm develops andseed coat forms		
7-II	Zygote elongation	50 ~ 90	M
7-III	Embryo at octant stage	50 ~ 90	M
7-IV	Embryo at dermatogen stage	50 ~ 90	M
7-V	Embryo at triangular stage	50 ~ 90	s
7-VI	Embryo at heart-early torpedo stage	50 ~ 90	s

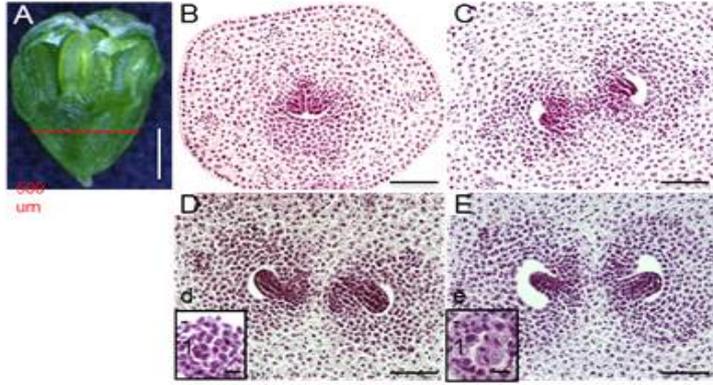
^aAnther stages of ginseng are based on a previous description by Kim et al. (2015)

^bGinseng plant developmental stages were modified from previous description by Kim et al. (2015): i, initial stage; d, developing stage; m, maturing stage; M, matured stage; s, senescence stage

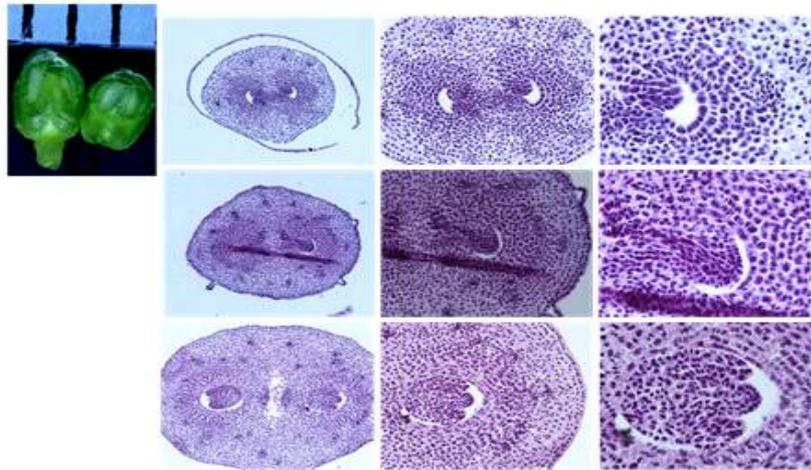
바) 고려인삼 및 종간잡종 F1의 심피의 세포학적 분석

고려인삼, 미국삼, 종간잡종 F1 식물 모두 자엽기관의 발달과정은 세포학적으로 유사함을 확인하였다.

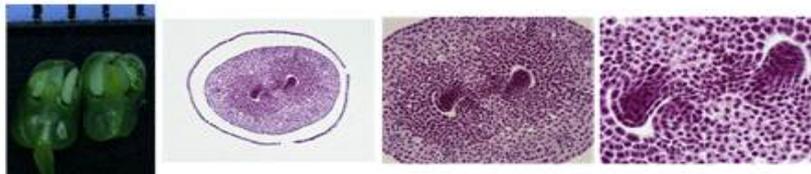
Korean
ginseng



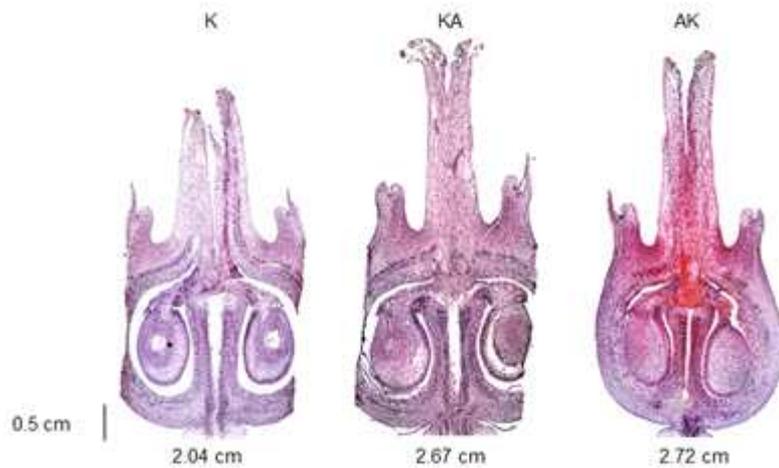
American
ginseng



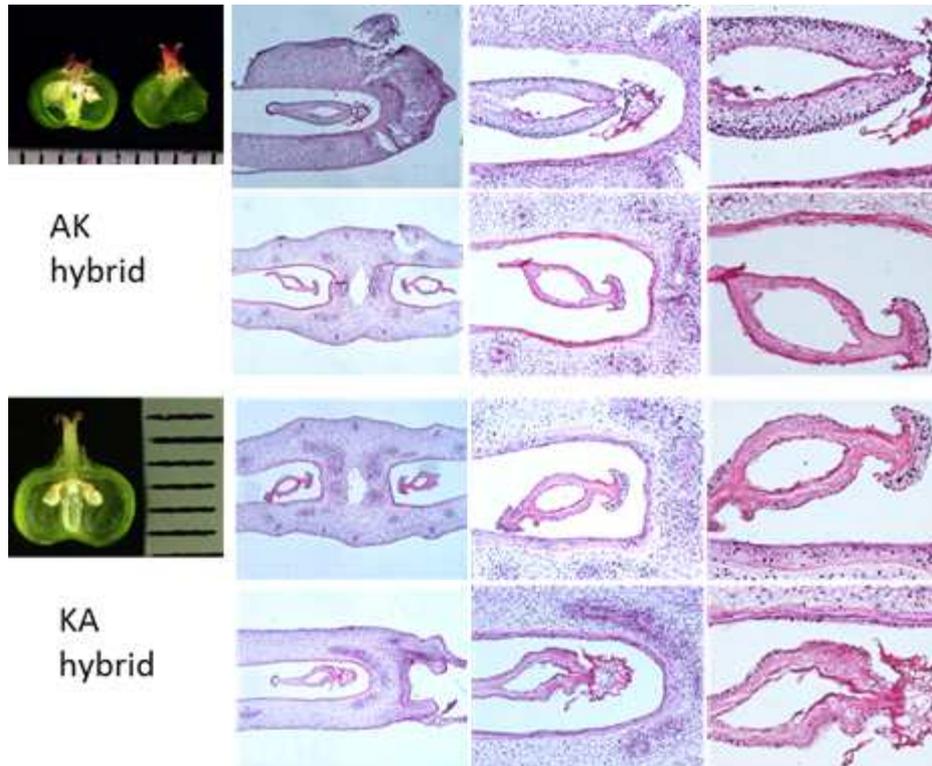
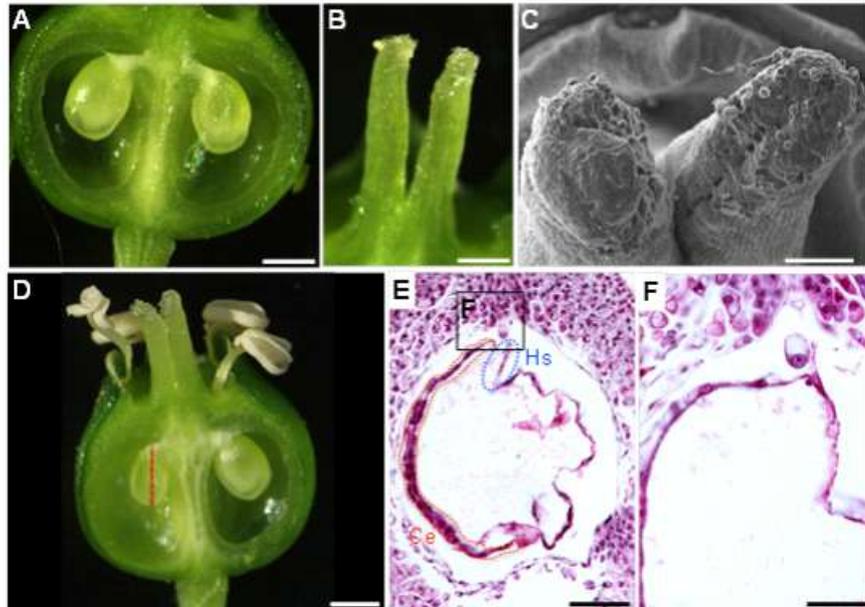
KA
hybrid



배주의 신장과정 및 주공의 형성 및 위치 또한 고려인삼, 미국삼, 종간잡종 식물의 발달과정
간에 세포학적으로 큰 차이가 없음을 확인하였다.

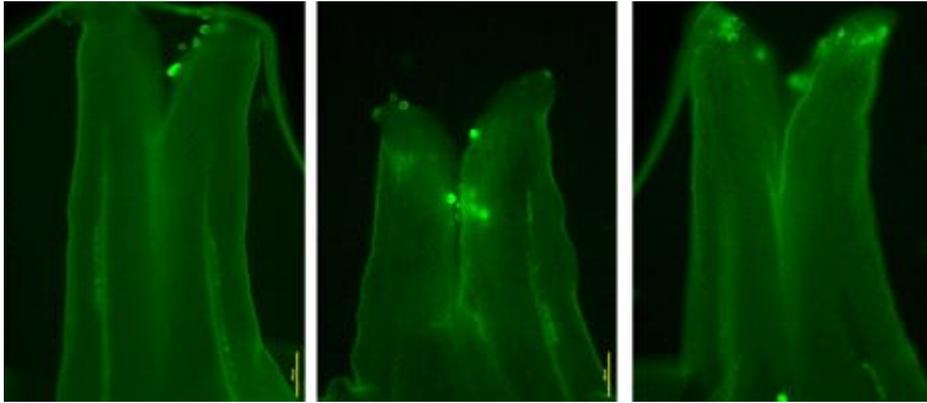
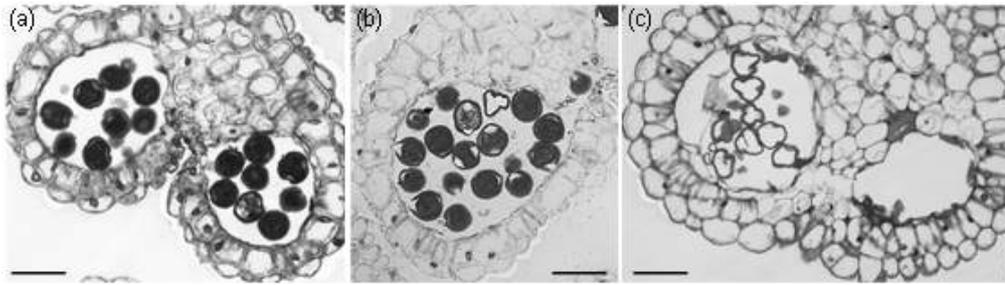


수분 직후, 고려인삼은 조세포(synergid)가 퇴화되고, 난세포 (egg cell)는 정핵과 결합하여 배 (zygotic embryo)를 형성하고, 정핵이 중심세포 (central cell)와 결합하여 배유 (endosperm)를 형성하고, 주공의 끝에 형성된 배를 확인할 수 있다.



반면, 중간잡종 F1식물의 자방은 커졌지만, 접합체 및 배유 형성을 하지 못하여 정상적인 종자를 생성하지 못함을 확인하였다.

F1식물이 일반적인 경우에 종자를 형성하지 못하는 원인은, 자엽기관의 발달은 정상으로 보이지만, 성숙한 화분의 발달이 정상적으로 이뤄지지 않고, 화분이 주두에 수분하더라도 화분관발아가 안되어 수정이 되지 않는 것으로 사료된다.



고려인삼(*Panax ginseng*) 수집 년도별 및 자원특성

2013년 수집지: 경기 연천 연천읍 통현리

1301	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 24
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 녹	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 잎이 평편하게 펼쳐지고 소엽에 턱엽이 있음		
1302	줄기수 : 1	큰잎수 : 4	작은잎수 : 21
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 연자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 :	
	전체특성 : 소엽병과 엽병이 진한자색으로 긴편이며 세력이 좋음		
1303	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 26
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 연자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽맥골이 깊고 뒤로 젖혀지는 형 2측엽이 총생형으로 작고 가위 모양		
1304	줄기수 : 2	큰잎수 : 5	작은잎수 : 27
	엽매송이모양 : 2단 원형	줄기색 : 녹	엽병색 : 분지만 연자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 잎이 좁고 길며 엽맥골이 깊음		
1305	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 23
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 자	엽병색 : 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 제2측엽이 원형이며 작음		
1306	줄기수 : 2	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 연자	엽병색 : 연자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 큰잎 엽병이 짧고 엽이 45도 방향으로 올라와 처진 유선형		
1307	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 열매가 크고 엽은 좁고 길고 제2측엽은 작음		
1308	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 잎이 작고 평편하며 5엽이 분명		
1309	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 23
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 녹	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 소엽분지부위가 좁게 뒤로 젖혀지고 긴유선형 쪽엽이 몇 개 발생		
1310	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 열매송이가 매우크며 엽맥골이 깊고 세력이 왕성		
1311	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 23
	엽매송이모양 : 원형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 작은 유선형 뒤로 젖혀짐		
1312	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 연자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성 잎이 안으로 오므라들고 화경이 짧고 꼬임		
1313	줄기수 : 1	큰잎수 : 4	작은잎수 : 22
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽맥골이 깊고 엽면에 주름이 많음		
1314	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30

	엽매송이모양 : 2단 반원	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 잎이 뒤집어짐		
1315	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 연자	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 소엽이 작고 평편하며 5소엽이 분명		
1316	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 원형	줄기색 : 녹	엽병색 : 연자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽병은 짧고 엽치 거칠고 쪽엽이 있음		
1317	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 원형	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력 왕성하며 5소엽이 분명하고 광엽형		
1318	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 잎이 죽고 긴유선형 엽이 오프라들고 뒤틀림		
1319	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 소엽형으로 잎이 안으로 오프라들음		
1320	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 28
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 녹	엽병색 : 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽장이 짧고 옆쪽은 길어 광엽형으로 엽맥골이 깊음		
1321	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 원형	줄기색 : 자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 매우 작은 줄기와 엽을 갖추고 5소엽이 분명		
1322	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 매우 좁고 길며 안으로 오프라들고 웨이브가 많음		
1323	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 녹	엽병색 : 연자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 광엽형으로 꽃송이는 크고 꽃개는 짧으며 5소엽 분명		
1324	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 역삼각	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽각이 크고 잎이 거칠고 웨이브가 많음		
1325	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 23
	엽매송이모양 : 역삼각	줄기색 : 자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 2측엽이 가위모양 잎이 각 장엽에 달렸음		
1326	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 열매가 적고 굵으며 1측엽이 둥근형		
1327	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 역삼각	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 중앙소엽과 1측엽이 동일한 크기이며 평평하게 쪽피짐		
1328	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25

	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 연자	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 5장엽이 평편하게 퍼지며 5소엽이 분		
1329	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 기부만 자	엽병색 : 분지만 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 후주부위에 있어도 직립 잎은 쭈글거리며 뒤로 뒤집어짐		
1330	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 28
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 연자	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽각도가 크게 벌어지고 3장엽에 쪽잎이 있음		
1331	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 연자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 잎이 안으로 오므라들고 토끼귀처럼 쭈긋함		
1332	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 역삼	줄기색 : 녹	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 잎자루가 짧고 각도가 좁고 2측엽이 1측엽에 비해 매우 작음		
1333	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 역삼	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 꽃대는 꼬이고 잎 전체가 쭈글쭈글함		
1334	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 역삼각	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 꽃대가 매우 짧고 엽은 쪽 퍼지고 거치는 굵음		
1335	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 연자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽각도가 45도로 펼쳐지고 5소엽 분명		
1336	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 역삼각	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 꽃대와 잎자루가 길고 5장엽 5소엽이 분명		
1337	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 역삼각	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 열매가 굵고 줄기에 비해 잎자루가 짧고 광엽형		
1338	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 광엽형이며 3장엽에는 가위모양 잎이 있고 엽맥골이 깊음		
1339	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 2단 반원	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 소엽형으로 꽃송이 모양이 특징		
1340	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 역삼각	줄기색 : 연자	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽각도가 크며 광엽형으로 2장엽에 가위모양 잎이 있음		
1341	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 원형	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 잎이 뒤로 뒤집어지는 형이며 꽃대가 길어 처짐		
1342	줄기수 : 1	큰잎수 : 4	작은잎수 : 20
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 녹	엽병색 : 분지만 자

	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 줄기에 비해 잎자루는 짧고 잎은 작고 3장엽에 가위모양 잎이 있음		
1343	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 녹	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 열매송이가 크고 잎자루는 짧고 광엽형이며 5소엽 분명		
1344	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 원	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽각도가 크고 잎자루가 길며 2측엽 발달이 불량함		
1345	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 역삼각	줄기색 : 녹	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 잎이 긴유선형으로 안으로 오프라들고 엽거치가 거칠음		
1346	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 잎이 평편하게 퍼지고 5장엽과 5소엽이 분명		
1347	줄기수 : 3	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 녹	엽병색 : 분지만 자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 잎이 작고 길며 뒤로 저쳐지고 약해 보임		
1348	줄기수 : 2	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 역삼각	줄기색 : 녹	엽병색 : 분지만 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 잎이 작으며 장방형이고 5소엽 분명		
1349	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 21
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 연자	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 5장엽이 모두 4소엽으로 2측엽이 한 장이 없음		
1350	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 23
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 잎이 좁고 길며 오프라들며 웨이브가 많고 2측엽에 가위모양잎 있음		
2014년		수집지: 경북 봉화군 풍호리	
1401	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 28
	엽매송이모양 : 소2단 부채	줄기색 : 녹	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성 제2측엽 가위손 모양 쪽엽이 5장엽에 달려 있음, 열매송이가 매우 큼		
1402	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 대2단 반원	줄기색 : 녹	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 엽병이 길고 소엽이 뒤집어지는 형으로 좁은 유선형		
1403	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 중2단 부채	줄기색 : 연자	엽병색 : 진자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 엽이 크고 평편하며 뒤집어져 늘어지고, 제2측엽이 작고 둥근형		
1404	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 소2단 부채	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 꽃대 소엽병 진자색이며 엽거치가 크고 엽은 장방유선형		
1405	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 35
	엽매송이모양 : 대2단 반원	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	

	전체특성 : 세력왕성, 엽은 적은 유선형이고 제2측엽에 총생형 쪽엽이 달려있고 소화병 진자색		
1406	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 대2단 반원	줄기색 : 연자	엽병색 : 기부만 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 완전 2단형 열매송이, 소엽병과 엽이 매우 길고 엽이 뒤틀리는 모양으로 뒤집		
1407	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 28
	엽매송이모양 : 대2단 부채	줄기색 : 연자	엽병색 : 진자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 꽃대에서 작은 5소엽인 장엽이 하나 돌출되어있으며, 엽면이 윤기가 있음.		
1408	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 녹	엽병색 : 연자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 꽃대가 길고 엽은 소엽 유선형으로 5소엽이 분명함		
1409	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 23
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 녹	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 장엽 하나가 기형적으로 엽병에 소엽이 달려있고 다른 엽은 광엽형임.		
1410	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 엽은 소엽 유선형 엽표면에 주름이 많고 가장자리의 웨이브가 크고 많음		
1411	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 원형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 광엽형이며 5소엽이 분명하고 엽맥골이 깊고 주름이 많고 엽가장자리 웨이브가 많음. 꽃대는 짧음. 열매송이의 가장자리 열매가 위로솟음		
1412	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 28
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 단간 광엽형 엽표면에 윤기가 있고 하나의 장엽에는 제2측엽부위가 총생형으로 발생		
1413	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 소2단 원형	줄기색 : 녹	엽병색 : 기부만 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 전체적으로 녹색을 띠며 엽맥골이 깊고 엽이 뒤집어지며 처지는 형으로 엽가장자리 웨이브가 많음		
1414	줄기수 : 3	큰잎수 : 4	작은잎수 : 24
	엽매송이모양 : 원	줄기색 : 녹	엽병색 : 기부만 연자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 3줄기발생 엽이 작고 주름이 많으며 엽병은 길고 두 개의 장엽은 쪽엽이 발생하였음		
1415	줄기수 : 1	큰잎수 : 7	작은잎수 : 33
	엽매송이모양 : 대2단 반원	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 열매수가 많고 엽은 평편하고 엽맥골이 깊음.		
1416	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 대2단 반원	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 장간형이며 엽크기는 중간이나 주름이 많고 엽 가장자리웨이브가 크고 엽병 명함.		
1417	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 녹	엽병색 : 기부만 연자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성 엽병이 길고 광엽형이며 엽이 안으로 오므라듬.		
1418	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 자	엽병색 : 진자

	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 빠뻓하게 치겨세우고 있으며, 장간 단화경		
1419	줄기수 : 3	큰잎수 : 5	작은잎수 : 21
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 광엽 긴유선형이며 세장의 장엽에서 제2측엽이 없음. 열매는 매우 굵음		
1420	줄기수 : 2	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 연자	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 꽃대 줄기 엽병이 모두 길고 엽은 좁고 뒤집어지는 형으로 많이 치겨있음.		
1421	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 녹	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 장간형이며 엽병은 짧고 5소엽이 분명하고 뒤로 제쳐짐		
1422	줄기수 : 2	큰잎수 : 6	작은잎수 : 33
	엽매송이모양 : 대2단 부채	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 중앙소엽 1측엽이 광엽 긴유선형으로 뒤로 제쳐지고 세 장엽은 총생형 소엽		
1423	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 28
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 연자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 소엽병과 꽃대가 진자색, 거칠한 엽모양과 두장엽에서는 가위손모양 소엽		
1424	줄기수 : 2	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 대2단 반원	줄기색 : 녹	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적자	
	전체특성 : 세 장엽은 짧은 엽병이며 나머지 두장엽은 엽병이 없는 총생형으로 장엽과 소엽병의 구분이 없이 엉겨있음		
1425	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 원형	줄기색 : 녹	엽병색 : 자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 5장엽이 분명하며 진자 소엽병으로 엽은 뒤로 저쳐져 처진형임.		
1426	줄기수 : 1	큰잎수 : 7	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 중2단 반원	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 7장엽 중 하나는 기형으로 붙어있으며 엽이 평편하고 주름 없음.		
1427	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 장간형으로 5소엽이 분명하고 웨이브가 없는 광엽형		
1428	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 대2단 부채	줄기색 : 녹	엽병색 : 기부만 연자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 중앙소엽과 1측엽은 광엽형으로 크기가 비슷하나 2측엽은 총생형으로 붙어있으며 꽃대는 짧음.		
1429	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 원형	줄기색 : 녹	엽병색 : 기부만 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 장간형으로 중앙엽과 1측엽은 광엽형이나 2측엽은 작은 원형임		
1430	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 대2단 부채	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 장간형이며 엽맥골이 깊고 소엽병이 길며 엽가장자리에 약한 웨이브가 있음.		
1431	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 대2단 반원	줄기색 : 자	엽병색 : 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	

	전체특성 : 세엽형으로 짧은 유선형이며 엽가장자리에 웨이브가 많음.		
1432	줄기수 : 3	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 녹	엽병색 : 연자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽병이 매우 길며 엽병과 엽은 일직선의 수평으로 퍼져있음.		
1433	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 자	엽병색 : 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 장엽 하나가 줄기에서 기형적으로 분화되었으며 장엽분지의 3장의 장엽은 짧은 엽병이며 엽은 기형적으로 분화됨.		
1434	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 중2단 부채	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 장간형으로 중앙 및 1측엽은 매우 큰 광엽이며 2측엽은 가위손 모양을 함.		
1435	줄기수 : 2	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 대2단 반원	줄기색 : 녹	엽병색 : 분지만 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 소엽병이 길며 엽은 세엽형 짧은 유선형으로 뒤로 처짐.		
1436	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 장간형이며 장엽과 소엽이 일직선으로 45각도로 뻗었으며 엽은 작고 안으로 오므라들었음.		
1437	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 26
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 진적	
	전체특성 : 세력왕성, 중앙 및 1측엽의 광엽 유선형으로 같고 엽맥골이 깊고 표면에 주름이 많고 는 굵고 열매수는 적고 굵음.		
1438	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 28
	엽매송이모양 : 대2단 부채	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 하나의 기형 장엽이 있고 엽이 안으로 오므라들며 표면이 거칠음.		
1439	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 진자	엽병색 : 자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세엽 긴유선형으로 뒤로 처지고 가위손 모양 두 장엽이 있고 한 장엽은 6장 소엽에 2개 모양이 분화됨.		
1440	줄기수 : 1	큰잎수 : 4+1	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 대2단 반원	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 줄기에서 한 장엽이 분화되었고 4장엽은 짧은 엽병으로 정상위치에서 분화되어 총생의 엽이 달려있음.		
1441	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 35
	엽매송이모양 : 대2단 반원	줄기색 : 녹	엽병색 : 기부만 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 제 2측엽이 작고 총생으로 분화하였고 가위손 모양 엽이 많음.		
1442	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 중2단 부채	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 진적	
	전체특성 : 단간형 엽병은 매우 길고 엽맥골이 깊고 엽이 뒤집어지면서 뒤틀린 모양임.		
1443	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 녹	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 줄기 엽병 엽이 매우 길며 엽이 뒤집어지면서 뒤틀린 모양임.		
1444	줄기수 : 3	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25

	엽매송이모양 : 원형	줄기색 : 녹	엽병색 : 기부만 연자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세엽 긴유선형 표면주름과 엽가장자리 웨이브가 많음.		
1445	줄기수 : 2	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 2가지 형	줄기색 : 녹	엽병색 : 기부만 연자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 광엽형으로 엽맥골이 깊고, 열매가 가지가 달린 모양이며 다른 줄기의 송이도 같은 모양임.		
1446	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 녹	엽병색 : 기부만 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 진적	
	전체특성 : 단간 장화경으로 엽이 뒤틀리고 웨이브가 많고 열매는 적갈색을 띠며 수는 적고 큼		
1447	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 반원	줄기색 : 녹	엽병색 : 기부만 연자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 장간 장화경 광엽형으로 열매송이가 매우 크고 엽표면 주름이 많고 엽맥골이 깊음.		
1448	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 녹	엽병색 : 기부만 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 단간으로 엽색이 매우 진하며 45각도로 치켜세움. 엽병이 매우 김		
1449	줄기수 :	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력왕성, 굵은 2줄기로 엽이 역세게 생겼으며 진한 녹색, 엽맥골이 깊음.		
1450	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 대2단 부채	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 장간 광엽형이며 엽병장도 길고 엽은 안으로 오므라들고 엽가장자리 웨이브가 많음.		
1451	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 30
	엽매송이모양 : 부채	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 단간 장엽병으로 엽이 안으로 오므라들고 주름이 많고 거치가 거칠며 웨이브가 많음.		
2015년		수집지: 경북 영양군 일월면 오리리	
1501	줄기수 : 2	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 역삼각형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 좁고 뒤집히는 모양이며, 종자는 크고 수는 적고 불임종자많음		
1502	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 32
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 중앙과 1측엽은 광엽형이며, 2측엽은 작고 2개의 장엽에 쪽엽있음		
1503	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 왜소한 지상부로 엽형도 5장엽에 5소엽이 분명하며 작음		
1504	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 소엽병이 길고 늘어지며 뒤틀리는 모양		
1505	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 27
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽병이 길고 중앙소엽에 비해 1측엽이 작고 2장의 쪽엽과 2장의 가위손 모양잎을 가지.		
1506	줄기수 : 1	큰잎수 : 4	작은잎수 : 20
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자

	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 중앙소엽과 1측엽이 광엽형이며 평편하게 쪽퍼짐		
1507	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 29
	엽매송이모양 : 2단 부채형	줄기색 : 자	엽병색 : 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 열매송이가 2단형으로 1단 발달이 좋음. 광엽형으로 뒤집어짐		
1508	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 23
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 세력이 왕성함. 열매는 불입이 많고 숫자는 적으나 크기는 큼		
1509	줄기수 : 2	큰잎수 : 4	작은잎수 : 20
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 진자	열매색 : 적	
	전체특성 : 2줄기로 개개줄기는 약해보여 빈약한 세력임		
1510	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 27
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 좁은 유선형 엽으로 매우 거친 모양이며 2개의 꽃대로 짧음		
1511	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 양단부 연자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 중앙엽과 1측엽이 광엽형이고 2측엽은 작고 5엽이 분명함		
1512	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 45각도로 쪽퍼지고 좁고 긴 유선형 엽임		
1513	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 :	
	전체특성 : 세력이 왕성하고 5소엽이 분명함. 엽 가장자리에 웨이브가 많음		
1514	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 진자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 줄기에 비해 화경이 길고 열매수가 많고 장엽에 가위손이 1장		
1515	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 :	
	전체특성 : 줄기가 길고 엽은 평편하며 2단 열매송이임		
1516	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 28
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 양단부 연자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 45각도로 펼쳐지고 3장의 쪽엽과 1장 가위손 엽. 2단 열매송이		
1517	줄기수 : 1	큰잎수 : 4	작은잎수 : 20
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 전체적으로 작으나 각장엽의 5소엽은 분명하고 장방형임		
1518	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 역삼각형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 거친 수세를 보이며 엽이 좁고 길며 엽맥골이 깊고 자색을 띠		
1519	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 긴 엽병으로 엽병에서부터 수평형 엽이며 2측엽이 원형임		
1520	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 원형	줄기색 : 연자	엽병색 : 양단부 연자

	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 길고 뒤틀리며 소엽병 양단부에 진한 자색 점과 같은 모양		
1521	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 얇으며 작은 유선형으로 5소엽이 분명함		
1522	줄기수 : 1	큰잎수 : 4	작은잎수 : 20
	엽매송이모양 : 반원형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 단간형으로 5소엽이 분명하며 중앙엽과 1측엽의 크기가 같음		
1523	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 2단 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 왕성한 세력이며 엽병이 길고 잘 발달된 2단형 열매송이임		
1524	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 27
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 매우 작고 가장자리 웨이부가 많으며 1장 쪽엽과 1장 가위손엽		
1525	줄기수 : 1	큰잎수 : 4	작은잎수 : 22
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 작고 평편하며 1장의 쪽엽과 1장의 가위손 엽이 있음		
1526	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 중앙엽과 1측엽이 같고 좁고 긴 유선형으로 뒤집혀짐		
1527	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 좁고 긴 유선형 엽으로 엽맥이 깊고 약간 뒤집어짐		
1528	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 역삼각형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 좁고 웨이브가 많으며 역세계 보임		
1529	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 26
	엽매송이모양 : 부정형	줄기색 : 자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 중앙엽이 매우크고 1측엽은 아주 작으며 웨이브와 불임열매가 많음		
1530	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 광엽형으로 세력이 왕성하고 엽맥골이 깊고 웨이브가 많음		
1531	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 28
	엽매송이모양 : 2단 부채형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 뒤집어지는 왕성한 세력형으로 1장의 기형엽이 있음		
1532	줄기수 : 1	큰잎수 : 3	작은잎수 : 13
	엽매송이모양 : 부정형	줄기색 : 연자	엽병색 : 연자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 기형적인 모양이며 엽이 크고 엽면에 주름이 많음		
1533	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 26
	엽매송이모양 : 2단 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽병 각도가 좁게 올라와 엽이 정갈하게 퍼짐		
1534	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25

	엽매송이모양 : 반원형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 5소엽이 거의 수평으로 짝 퍼짐		
1535	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 진한자색줄기와 엽은 매우 왕성하게 짝퍼짐		
2016년		수집지: 전북 진안군 상전면 주평리	
1601	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 좁고 뒤집히는 모양이며 불임종자 많음		
1602	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 32
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 2개의 장엽에 쪽엽있음		
1603	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 원형	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 5소엽이 분명하며 작음		
1604	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 원형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 소엽병이 길고 늘어지며 뒤틀리는 모양		
1605	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 27
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽병이 길고 중앙소엽에 비해 1측엽이 작고 2장의 쪽엽과 2장의 가위손 모양잎을 가지고 있음		
1606	줄기수 : 1	큰잎수 : 4	작은잎수 : 20
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 중앙소엽과 1측엽이 광엽형이며 평편하게 쪽퍼짐		
1607	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 29
	엽매송이모양 : 2단 부채형	줄기색 : 자	엽병색 : 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 열매송이가 2단형으로 1단 발달이 좋음. 광엽형으로 뒤집어짐		
1608	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 23
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 열매는 불임이 많고 숫자는 적으나 크기는 큼		
1609	줄기수 : 3	큰잎수 : 4	작은잎수 : 20
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 진자	열매색 : 적	
	전체특성 : 3줄기로 약해보여 빈약한 세력임		
1610	줄기수 : 1	큰잎수 : 6	작은잎수 : 27
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 매우 거친 모양이며 2개의 꽃대로 짧음		
1611	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원형	줄기색 : 연자	엽병색 : 양단부 연자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 광엽형이고 2측엽은 작고 5엽이 분명함		
1612	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25

	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 쪽퍼지고 좁고 긴 유선형 엽임		
1613	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 :	
	전체특성 : 세력이 왕성하고 5소엽이 분명함.		
1614	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 진자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 열매수가 많고 장엽에 가위손잎이 1장		
1615	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 :	
	전체특성 : 엽은 평편하며 열매송이 큼		
1616	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 28
	엽매송이모양 : 반원형	줄기색 : 연자	엽병색 : 양단부 연자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 1장 가위손 엽		
1617	줄기수 : 1	큰잎수 : 4	작은잎수 : 20
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 전체적으로 작으나 장엽이 장방형임		
1618	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 역삼각형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 좁고 길며 엽맥골이 깊고 자색을 띠		
1619	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 반원형	줄기색 : 진자	엽병색 : 진자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 긴 엽병으로 엽병에서부터 수평형 엽이며 2측엽이 원형임		
1620	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 원형	줄기색 : 연자	엽병색 : 양단부 연자
	잎색 : 진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 뒤틀리며 거친 엽치가 있음		
2015년 중국삼(Panax ginseng) 수집자원 특성표			
수집지: 중국 연변 화룡시(산양삼재배지)			
C1501	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 역삼각형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 삼양재배삼으로 뚜렷한 특성은 없음. 뿌리의 뇌두수는 8개임		
C1502	줄기수 : 1	큰잎수 : 4	작은잎수 : 20
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 연자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽색은 약하고 엽에 주름이 많은 편임. 뇌두는 8개로 수근발달 좋음		
C1503	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 자	엽병색 : 자
	잎색 : 약간진녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 임간재배형으로는 엽색이 약간 진한 편임. 뇌두에 옥주발달이 좋음		
C1504	줄기수 : 1	큰잎수 : 4	작은잎수 : 20
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 연적	
	전체특성 : 수세가 약한 형이며 뿌리는 직립형으로 더덕모양임		
C1505	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 역삼각형	줄기색 : 자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 연적	

	전체특성 : 열매색이 천풍과 비슷함. 뿌리모양 직립으로 약간 발달한 수근있음		
C1506	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 23
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 양단부 연자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 엽이 약해보이며 꽃대는 긴편임. 뿌리수근이 주근과 비슷한 크기임		
C1507	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 연자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 열매가 미숙과가 많고 뿌리는 더덕과 같은 모양으로 주름이 많음		
C1508	줄기수 : 1	큰잎수 : 4	작은잎수 : 20
	엽매송이모양 : 역삼각형	줄기색 : 자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 지상부에 자색이 많아 강하게 보이거나 뿌리는 보통의 크기로 발달함		
C1509	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 자
	잎색 : 녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 수세는 좋은 편이며 뿌리도 비교적 삼양삼 모양을 나타냄		
C1510	줄기수 : 1	큰잎수 : 5	작은잎수 : 25
	엽매송이모양 : 부채형	줄기색 : 연자	엽병색 : 연자
	잎색 : 연녹	열매색 : 적	
	전체특성 : 줄기가 다른 것에 비해 길고 뿌리는 세근발달이 왕성함		

미국삼(*Panax quinquefolius*) 수집 년도별 및 자원특성

2013년

수집지: Q1301~Q1311번 전북 고창군 무장면 고라리
 Q1312~Q1331번 9840 W. ST. RD45 Bloomington IN, USA
 Q1332~Q1343번 전북 김제시 백구면 반월리

Q1301	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 열매는 조숙형으로 고려인삼과 숙기가 비슷함
Q1302	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 잎이 작은 편으로 열매 숙기는 빠름
Q1303	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 단간형으로 꽃대가 매우 짧음
Q1304	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 18
	전체특성 : 세엽형으로 열매색은 등황색
Q1305	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 잎은 장방형으로 5소엽 분명
Q1306	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 16
	전체특성 : 잎이 얇고 평평하며 2측엽이 고깔 모양 잎 2장
Q1307	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 12
	전체특성 : 잎이 얇고 2단형 꽃대
Q1308	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 잎이 매우 작아 고려인삼과 비슷함
Q1309	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 2측엽에 쪽잎이 붙어 있음
Q1310	큰잎수 : 3

	작은잎수 : 14
	전체특성 : 중앙 및 1측엽은 광엽형인데 비해 2측엽은 부실한 모양
Q1311	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 잎거치가 굵으며 고려인삼 모양임
Q1312	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 줄기는 단간형이며 잎자루는 김
Q1313	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 엽이 얇으며 고려인삼과 비슷한 모양
Q1314	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 잎이 작고 안으로 오므라드는 형
Q1315	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 전형적인 미국삼 모양인 꽃대가 짧은 특성
Q1316	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 잎거치가 굵고 잎이 장방형
Q1317	큰잎수 : 2
	작은잎수 : 8
	전체특성 : 특이하게 꽃대가 붉은 색이며 잎이 거칠어 보임
Q1318	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 18
	전체특성 : 잎이 작고 잎 발달이 분명
Q1319	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 잎이 작고 뒤틀리는 형
Q1320	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 2줄기이며 소엽형
Q1321	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 소엽병이 길고 꽃대는 매우 짧고 소엽형
Q1322	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 꽃대와 잎자루가 매우 길고 엽거치가 굵음
Q1323	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 꽃대와 잎자루가 길며 2줄기 임
Q1324	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 잎이 작고 둥근 장방형이고 잎거치가 굵음
Q1325	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 잎이 작고 좁고 길며 5소엽 분명
Q1326	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 잎이 고려인삼과 비슷한 모양
Q1327	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 꽃대가 길고 처지지 않고 직립으로 섬
Q1328	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 잎이 얇고 고려인삼 모양
Q1329	큰잎수 : 3

	작은잎수 : 15 전체특성 : 잎이 길고 진녹색이며 1장엽에 고깔 모양일 달림
Q1330	큰잎수 : 3 작은잎수 : 12 전체특성 : 줄기가 2단형으로 기형적이며 틀어지고 오글거리는 모양
Q1331	큰잎수 : 3 작은잎수 : 15 전체특성 : 웨이브가 많으며 5소엽 분명
Q1332	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 열매와 열매송이가 매우크고 생육이 왕성
Q1333	큰잎수 : 4 작은잎수 : 19 전체특성 : 꽃대길이가 길고 직립이며 열매송이가 큼
Q1334	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 열매송이가 크고 도복형이며 생육이 왕성
Q1335	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 엽이 매우 크고 열매 송이가 2단형
Q1336	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 세력은 왕성하나 엽소증이 있음
Q1337	큰잎수 : 4 작은잎수 : 18 전체특성 : 열매송이도 크고 세력이 왕성하나 엽류장해 현상이 있음
Q1338	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 2측엽이 고깔 모양을 갖고 있음
Q1339	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 잎이 장방형으로 광엽이며 열매가 매우 큼
Q1340	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 2줄기로 잎이 작고 많은 다소엽형
2014년 수집지: 전북 고창군 무장면 신촌리	
Q1401	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 중앙엽과 1측엽의 크기가 같고 2측엽은 총생 쪽엽으로 2장씩 붙어 있음
Q1402	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 엽병이 길고 엽은 긴 원추형으로 화경이 짧음
Q1403	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 단간으로 엽병이 진한 자색을 띠며 화경장은 매우 길고 열매가 큼.
Q1404	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 화경은 길고 열매는 작고 많이 달려있음.
Q1405	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 엽이 크고 조롱박형이며 엽치가 크고 거칠음.
Q1406	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 세력왕성 엽이 크고 고려인삼 모양이며 열매수는 적고 큼.
Q1407	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 단간으로 특히 화경이 짧고 엽모양은 고려인삼과 비슷함.

Q1408	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 2측엽이 고깔 모양엽이 달려있고 엽치가 거칠고 3립형 열매가 많음
Q1409	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 엽이 좁고 작으며 주름이 많고 열매색이 진한 적색을 띤.
Q1410	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 엽이 타원형으로 크며 꽃송이에 엽이 분화되어 있음.
Q1411	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 엽은 좁고 길며 엽병과 화경이 김.
Q1412	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 단간, 엽은 작은 장방형, 엽가장자리에 웨이브, 2측엽에 쪽엽, 2단 화경
Q1413	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 단간이며 중앙 및 1측엽이 좁고 길며 엽표면에 주름이 많고 엽은 총생임.
Q1414	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 광엽형이며 엽가장자리 웨이브가 매우 큼.
Q1415	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 5소엽이 분명하며 엽이 수평으로 펼쳐지며 고려인삼과 비슷함.
Q1416	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 13
	전체특성 : 세력왕성 엽수는 적고 장방형으로 엽맥골 깊고 큰웨이브, 엽병은 짧음.
Q1417	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 세력왕성 줄기가 2대이며 엽이 조롱박형 하단부가 다이아몬드 모양
Q1418	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 세력왕성 5소엽이 분명한 광엽형이며 엽이 뒤로 처진 모양임.
Q1419	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 줄기가 2대로 세력왕성 엽이 평편하며 엽거치가 크고 거칠음.
Q1420	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 세력왕성 엽병과 엽의 길이가 길고 짧고 불규칙하며 매우 거칠은 모양임
Q1421	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 2측엽은 총생 쪽엽으로 2장씩 붙어 있음
Q1422	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 엽병은 길고 화경은 짧음
Q1423	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 꽃대가 매우 길고 열매가 큼.
Q1424	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 열매는 작고 많이 달려있음.
Q1425	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 엽이 크고 전형적인 미국삼형 잎
Q1426	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20

	전체특성 : 우리 인삼 모양이며 열매수는 적고 큼.
Q1427	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 단간형 줄기 및 화경.
Q1428	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 3립형 열매가 많이 달려 있음 엽거치가 거칠음.
Q1429	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 엽에 주름이 많고 진한 적색 열매.
Q1430	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 꽃송이에 엽이 분화되어 있음.
Q1431	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 작은 유선형엽과 엽병과 화경이 김.
Q1432	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 장방형엽으로 가장자리에 웨이브가 많고 2단 화경임.
Q1433	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 중앙엽과 1측엽의 크기가 같고 총생 쪽엽으로 2장씩 붙어 있음
Q1434	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 엽이 긴 원추형으로 화경이 짧음
Q1435	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 단간으로 화경장은 길고 열매가 큼.
Q1436	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 화경은 길고 열매는 진홍색이임.
Q1437	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 엽이 크고 다이아몬드형으로 엽치가 크고 거칠음.
Q1438	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 고려인삼과 비슷한 모양이며 열매수는 적고 큼.
Q1439	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 단간으로 특히 화경이 짧고 작은 유선형 엽모양.
Q1440	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 2측엽에 고깔 모양엽이 있고 3립형 열매가 많음.
Q1441	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 좁은 유선형 엽이며 열매색이 진한 적색을 띤.
Q1442	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 엽이 장방형으로 크며 꽃송이에 엽이 많이 달렸음.
Q1443	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 좁은 유선형 엽으로 단간인데 엽병과 화경은 김.
Q1444	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 15
	전체특성 : 단간으로 엽가장자리에 웨이브가 많고 거친형태로 2단 화경임.
Q1445	큰잎수 : 4

	작은잎수 : 20 전체특성 : 중앙소엽에 비해 1,2측엽이 작고 엽치는 거칠고 열매가 많이 달려 있음.
Q1446	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 엽이 좁고 작으며 주름이 많고 2단 꽃송이, 열매색이 진한 적색을 띰.
Q1447	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 엽이 크고 장방형이며 꽃송이에 엽이 분화되어 있음.
Q1448	큰잎수 : 3 작은잎수 : 15 전체특성 : 엽각도가 좁고 엽은 길고 엽병과 화경은 짧음.
Q1449	큰잎수 : 3 작은잎수 : 15 전체특성 : 엽이 약간 뒤집어진 모양이며 엽가장자리에 웨이브가 많고 쪽엽이달렸음.
Q1450	큰잎수 : 3 작은잎수 : 15 전체특성 : 단간형으로 줄기가 굵고 광엽형이며 엽표면에 주름이 많고 역센모양임
2015년 수집지 : 고창군 공음면 구암리	
Q1501	큰잎수 : 4 작은잎수 : 23 쪽엽 3 전체특성 : 꽃대가 연한 녹색이며 엽 가장자리가 연녹색 열매송이는 원형임
Q1502	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 광엽형으로 세력이 왕성하며 엽병은 진자색 열매송이는 부채형임
Q1503	큰잎수 : 3 작은잎수 : 17 쪽엽 2 전체특성 : 엽수는 적고 광엽형이며 엽치 발달이 크고 열매송이는 원형임
Q1504	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 엽이 작고 엽병은 진한자색이며 열매는 조속하고 송이는 부채꼴임
Q1505	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 엽은 둥근모양이며 꽃대는 연한 녹색이며 열매송이는 부채형임
Q1506	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 광엽형으로 길게 늘어지고 꽃대는 짧고 열매송이모양은 원형임
Q1507	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 줄기가 길고 엽은 연녹색이며 꽃대는 짧고 연자색임
Q1508	큰잎수 : 4 작은잎수 : 23 쪽 3 전체특성 : 잎이 긴 유선형이며 엽병이나 꽃대 모두 연자색을 띰
Q1509	큰잎수 : 3 작은잎수 : 16 쪽 1 전체특성 : 단간형이며 엽에 주름이 많으며 열매송이도 크고 낱알도 큼
Q1510	큰잎수 : 4 작은잎수 : 21 쪽 2 전체특성 : 광엽형으로 세력이 왕성하며 열매 송이는 2단 부채형임
Q1511	큰잎수 : 4 작은잎수 : 30 쪽 10 전체특성 : 광엽형으로 세력이 왕성하며 쪽엽이 많음 열매가 크고 2단 부채형임
Q1512	큰잎수 : 3 작은잎수 : 16 쪽 1 전체특성 : 엽이 긴 유선형이며 열매가 둥근형으로 송이모양은 원형임
Q1513	큰잎수 : 4 작은잎수 : 20 전체특성 : 광엽형으로 세력이 왕성하며 엽치는 작고 촘촘함 열매송이는 원형임

Q1514	큰잎수 : 5
	작은잎수 : 26 쪽 1
	전체특성 : 엽이 많고 긴유선형 열매색은 심홍색이며 열매송이는 원형임
Q1515	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 엽은 긴유선형이며 엽병은 진자색이고 열매송이는 원형임
2016년 수집지 : 고창군 무장면 신촌리	
Q1601	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 23 쪽엽 3
	전체특성 : 꽃대가 녹색이며 열매송이는 원형임
Q1602	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 광엽형으로 세력이 왕성하며 열매송이는 부채형임
Q1603	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 23 쪽 3
	전체특성 : 잎이 긴 유선형이며 엽병이나 꽃대 모두 연자색을 띠
Q1604	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 16 쪽 1
	전체특성 : 단간형이며 엽에 주름이 많으며 열매송이도 크고 날알도 큼
Q1605	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 광엽형으로 길게 늘어지고 꽃대는 짧고 열매송이모양은 원형임
Q1606	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 줄기가 길고 엽은 연녹색이며 꽃대는 짧고 연자색임
Q1607	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 17 쪽엽 2
	전체특성 : 엽수는 적고 광엽형이며 엽치 발달이 크고 열매송이는 원형임
Q1608	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 엽이 작고 엽병은 진한자색이며 열매는 조숙하고 송이는 부채꼴임
Q1609	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 엽은 둥근모양이며 꽃대는 연한 녹색이며 열매송이는 부채형임
Q1610	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 21 쪽 2
	전체특성 : 광엽형으로 세력이 왕성하며 열매 송이는 2단 부채형임
Q1611	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 30 쪽 10
	전체특성 : 광엽형으로 세력이 왕성하며 쪽엽이 많음 열매가 크고 2단 부채형임
Q1612	큰잎수 : 5
	작은잎수 : 26 쪽 1
	전체특성 : 엽이 많고 긴유선형 열매색은 심홍색이며 열매송이는 원형임
Q1613	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 엽은 긴유선형이며 엽병은 진자색이고 열매송이는 원형임
Q1614	큰잎수 : 3
	작은잎수 : 16 쪽 1
	전체특성 : 엽이 긴 유선형이며 열매가 둥근형으로 송이모양은 원형임
Q1615	큰잎수 : 4
	작은잎수 : 20
	전체특성 : 광엽형으로 세력이 왕성하며 엽치는 작고 촘촘함 열매송이는 원형임

요약

제 1세부

- 교잡은 중간교잡, 여교잡 및 복교잡으로 총 293개 조합으로 2013년 33조합, 2014년 58조합, 2015년 63조합, 2016년 79조합, 2017년 60조합이었으며, 중간교잡은 183개 조합, 여교잡은 106개 조합, 복교잡은 4조합을 실시하였다.
- 교잡조합 293개에서 임실을 보인 177개 조합에서는 종자를 얻었으나 116개 조합은 불임이 되었으며, 중간교잡 183개 조합에서 143조합은 임실하였으며 40조합은 불임, 여교잡 106개 조합에서 34조합은 임실하였으며 72조합과 복교잡 4조합은 불임이 되었으며, 임실율은 중간교잡은 78.1%로 비교적 높았으나 여교잡은 32.1%로 낮은 임성을 보였다.
- 고려인삼과 미국삼, 미국삼과 고려인삼 상호교잡에서 미국삼이 모본일 경우보다 고려인삼이 모본일 경우 임실율이 매우 높았다.
- 2013년 고려인삼과 미국삼 교잡에서 0914xQ0913과 같은 조합은 95.6%의 매우 높은 임실율을 보였으나 Q0913x0914는 0.0%를 보였고, 2014년 1003xQ1001의 임실율은 67.8%였으나 Q1001x1003은 0.0%를 보였으며, 1022xQ1013은 12.5%를 Q1013x1022는 20.8%를 보여 모부분에 따라 친화력이 다를 보였다.
- 2015년 고려인삼 K-1과 미국삼 8계통, 미국삼 8계통과 K-1의 상호교잡에서 각각 73.0%와 42.2%로 비교적 높은 임실율을 보여 K-1 품종은 상호교잡 모부분으로 친화력이 높았다.
- 여교잡은 2013년은 조합에서는 임실이 없었으며, 2014년 0903xF1(미국삼x고려인삼) 외 4조합에서 17개의 종자를 얻었으나 2015년에 발아한 종자는 3개로 17.6%로 매우 낮은 발아를 보였으며, 2015년 조합에서는 K-1xF1(고려인삼x미국삼) 외 5조합에서 66개의 종자를 얻어 27개가 발아하여 40.9%의 발아율로 비교적 높은 발아를 보였고, 2016년 조합에서는 0908xF1(0908xQ0903) 외 11조합에서 146개 이상의 종자를 얻었으며 발아개체는 88개로 44.4%의 발아율을 보여 많은 여교잡 중간교잡 식물체를 확보하였다.
- 2017년도의 여교잡 조합은 0920xF1(0909xQ0903) 외 40조합으로 많은 조합을 실시했으나 11개 조합에서만 26개의 종자를 얻었다.
- 교잡종의 발아시키는 모부분의 중간정도를 보였고 고려인삼을 모본으로 한 조합이 미국삼을 모본으로 한 조합 보다는 빠른 경향을 보여 고려인삼을 모본으로 한 조합은 중기 출아를 보였으며, 미국삼을 모본으로 한 조합은 만기 출아특성을 보였다.
- 2013년에서 2016년까지의 교잡종의 발아율은 교잡조합간에 많은 차이를 보였다. 고려인삼을 모본으로 한 조합이 미국삼을 모본으로 한 조합보다는 비교적 높은 발아율을 보였다. 2014년 여교잡은 종자수도 적었으며 발아율도 떨어지는 경향을 보였고, 2016년 여교잡종은 비교적 높은 발아율을 보였다.
- 교배조합 계통과 모부분의 연생별 지상부 생육특성에서 F1은 잡종강세현상이 강하게 나타났으나 F2 세대 이후는 모부분의 형질과 큰 차이를 볼 수 없었다.
- 임성유도제는 시판되는 모회사의 칼슘제 1.0%를 교잡종 F1 식물체에 개화 10일전부터 7일 간격으로 2~3회 처리가 임실에 가장 효과적이었으며, 고려인삼을 모본으로 한 계통보다는 미국삼을 모본으로 한 계통의 임실율이 대체적으로 높은 경향을 보였다. 3~5년생보다는 2년생에서 더 효과적이었다. 같은 미국삼 모본에서도 교잡조합계통에 따라 임실율의 차이를 보였다. 전혀 임실이 되지 않은 교잡조합도 상당수 있었다.
- 연생별로 F2~F4 세대 계통은 1년생 F2는 연풍x미국삼 외 10계통, F3는 미국삼x천풍과 미국삼xK-1 2계통, F4는 AK2014-1외 17계통, 2년생 F2는 K-1x미국삼 외 7계통, F3는 미국삼x천풍 1계통, 3년생 F2 Q0904x0925 외 1계통, F3 미국삼x천풍 1계통, 4년생 F3 AK2014-1 외 17계통이 있다.

- 연생별 여교잡 계통은 1년생 0914xF1 외 7계통, 2년생 금풍xF1 외 3계통, 3년생 0927xF1 외 1계통이 있다.
- 뿌리형질은 모부분에 비하여 근중이 상당히 무거움을 보였다. F1 교잡종은 미xK1, Q0904x0925, Q0903x0929, Q0807x0841은 각각 268g, 57g, 21g, 77g을 보여 미국삼을 비롯한 모본에 비하여 미xK-1은 7배 정도 무거웠고, Q0904x0925은 0.5배, Q0903x0929은 비슷하였고, Q0807x0841은 3배 정도를 보였다. F2 세대는 미국삼x천풍은 모본 40.6g에 비하여 1.7배, 천풍x미국삼은 모본 천풍에 비하여 1.6배, 미국삼xK-1은 1.3배 정도의 증가를 보였다.
- 수삼품질에서 F1, F2, F3 모두 적변, 근부, 균열과 같은 품질저하 요인은 없었다. 모본인 미국삼은 근부병이 17.0%로 높았으며, 부분인 고려인삼은 적변, 근부, 균열이 각각 8.0%, 5.0%, 15.0%를 보였다. 교잡종은 미국삼형질이 강하게 작용하였음을 보였다. 조사개체수가 적어서 수치의 신뢰도는 낮으나 경향은 읽을 수 있을 것으로 본다.
- 홍삼품질은 건전과 균열로 구분한 비교에서 F3는 11.7%의 균열율을 보였으나 모본인 미국삼은 0.0%를 보인 반면 부분인 고려인삼은 63.3%로 매우 높았다.
- 유전자원은 *Panax ginseng*과 *P. quinquefolius*를 286점을 수집하였으며 각각은 166점과 120점이며 *P.g* 166점 중 10점은 중국에서 *P.q* 120점 중 20점은 미국에서 수집하였다.
- 고려인삼과 미국삼의 화기구조와 약의 발달과 소포자의 발달을 1~10단계로 구명하였다.
- 미국삼의 약의 크기가 고려인삼에 비하여 약간 크며, 표면의 그물망상 구조는 유사하지만 고려인삼의 약에서의 홈의 구조가 더 뚜렷함을 확인하였으며, 화분의 구조와 표면에서도 약간의 차이를 보였으며, 고려인삼의 경우 화분 표면을 코팅하는 액신 구조가 더 작은 홈을 형성하는 것을 확인하였다. 이들의 구조학적 차이로 인하여 교잡 후 임성의 차이가 있을 수 있음을 제시한다.
- 고려인삼, 미국삼, 중간잡종의 배주 신장과정 및 주공의 형성 및 위치의 발달과정 간에 세포학적으로 큰 차이가 없음을 확인하였다.
- 고려인삼은 수분 직후 조세포가 퇴화되고 정핵이 중심세포와 결합하여 배유를 형성하고, 난세포는 정핵과 결합하여 배를 형성하는데 주공의 끝에 형성된 배를 확인할 수 있었다. 반면 중간잡종 F1 식물은 자방은 커졌지만, 접합체 및 배유 형성을 하지 못하여 정상적인 종자를 생성하지 못함을 확인하였다.

제 2세부 : 중간교잡종 기내배양 및 조기검정을 위한 분자마커의 응용

1. SNP를 이용한 분자마커의 개발

가. 시료 genomic DNA 추출 및 정량

1) DNA추출방법

DNA 추출은 DNA kit를 사용하는 방법, NaOH-Tris 방법과 Lassner et al., (1989)의 2X CTAB 방법 등을 변형하여 사용하였다. 뿌리(Root)는 NaOH-Tris method 와 2X CTAB 방법을 변경하여 사용하였고, 생체 잎(leaf)은 Gene All Plant SV Kit(Gene All, Korea)의 프로토콜에 따라 genomic DNA 추출하였다.

2) genomic DNA 추출 방법

약 100 mg의 생체(Root) 시료를 막자사발에 넣고 액체질소를 사용하여 미세분말 상태로 마쇄하였다. 분말 시료를 500 μ l의 lysis buffer에 넣고 10 μ l proteinase K를 첨가한 후, 37° C 항온기에서 1시간 반응시킨 뒤 400 μ l의 CTBA 완충용액[(50 mM Tris-HCl[pH 8.0], 0.7 M NaCl, 50 mM EDTA(pH 8.0), 140 mM β -mercaptoethanol)]와 혼합한 다음 65° C 항온기에서 30분 처리하였다. 이 반응물에 페놀 : 클로로포름 : 이소아밀알콜 혼합액(25:24:1) 600 μ l를 넣어 위아래로 균질하게 잘 섞어 14,000 rpm으로 20° C에서 10분간 원심분리하여 상등액을 600 μ l를 취하고 여기에 클로로포름 : 이소아밀알콜 혼합액(24:1) 600 μ l와 증류수 300 μ l를 첨가하여 완전히 섞이도록 흔들어 준 다음, 14,000 rpm / 20° C에서 10분동안 원심분리하였다. 상등액 600 μ l를 새로운 E-tube에 넣고 isopropanol 600 μ l를 첨가한 다음 수차례 invert한 뒤 10분간 방치하여 14,000 rpm / 20° C에서 10분간 원심분리 한다. 침전된 DNA를 70% 에탄올 500 μ l로 2~3회 세척하고 상온에서 자연건조 시켰다. 건조된 DNA를 20~30 μ l 멸균된 3차 증류수에 녹여 4° C에서 1시간동안 방치한 후 10 mg/ml RNase를 첨가하고 37° C항온기에서 1시간동안 반응시킨다. 추출된 DNA를 1% agarose gel에서 전기영동하여 확인한 후 UV spectrophotometer를 사용하여 260 nm와 280 nm에서 흡광도를 측정하여 DNA 순도검정 및 정량을 실시하였다.

3) 생체 잎(leaf) genomic DNA 추출 방법

생체는 흐르는 수돗물로 표면을 깨끗이 씻어주고 paper towel을 이용하여 수분을 제거한 후에 사용한다. 세척 후 막대사발에 넣고 액체질소를 부어 완전히 마쇄한 후에 분말 50 mg정도를 멸균한 1.5 ml Eppendorf tube에 넣는다.

그리고 녹기 전에 추출 buffer를 넣어 genomic DNA를 분리·정제하였다(Ge11 All Plant SV Kit, Korea). 추출된 genomic DNA는 1.0% agarose gel에서 전기영동하여 상태를 확인 후, UV/VIS spectrophotometer(Amersham bioscience, USA)를 사용하여 206 nm와 208 nm에서 흡광도를 측정하여 DNA 순도검정 및 정량을 실시하였다. 한약재 시료의 경우 DNA 정제 방법을 통해 시료를 정제한다.

나. PCR 증폭

1) rDNA 18S영역의 PCR 증폭

PCR 증폭은 AStec PCR 기기(Astec PCR, Korea)를 사용하였다. 본 실험에서 사용한 18S 영역의 oligonucleotide는 전문 업체에 의뢰하여 합성된 것을 사용하였다(Genotec, Inc., Korea).

18S영역의 universal primer인 18SF(forward)와 18SR(reverse) 프라이머를 이용하여 PCR 증폭을 수행하였다.

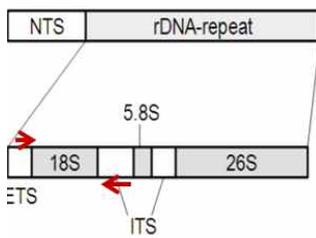
프라이머의 염기서열은 18SR (5'-CAACCTGGTTGATCCTGCCAGT-3')와 18SR(5'-CTGATCCTTCTGCAGGTTACCTAC-3')이었으며, PCR condition은 pre-denaturation 96° C, 2 min ; denaturation 96° C, 30 sec ; annealing 50° C, 30 sec ; extension 72° C, 90 sec ; 36 cycles 이었다. 증폭된 PCR 산물을 정제하여 염기서열을 결정하였다.

2) 18S region의 분자마커 개발

특이적으로 나타낼 수 있는 specific primer를 18S region에서 염기서열 분석을 통하여 해당 종에만 특이적으로 나타나는 염기서열(SNP)를 탐색하였다.

1. 18S region – 718bp

PCR 조건		
Temp(°C)	Time	Cycle
94	4min	35
94	30s	
55	40s	
72	90s	
72	5min	



고려인삼	- GATTC
화기삼	- CAGTG
F1 KA	- CATTG
F1 AK	- CATTC
F2 AK	- CAGTG

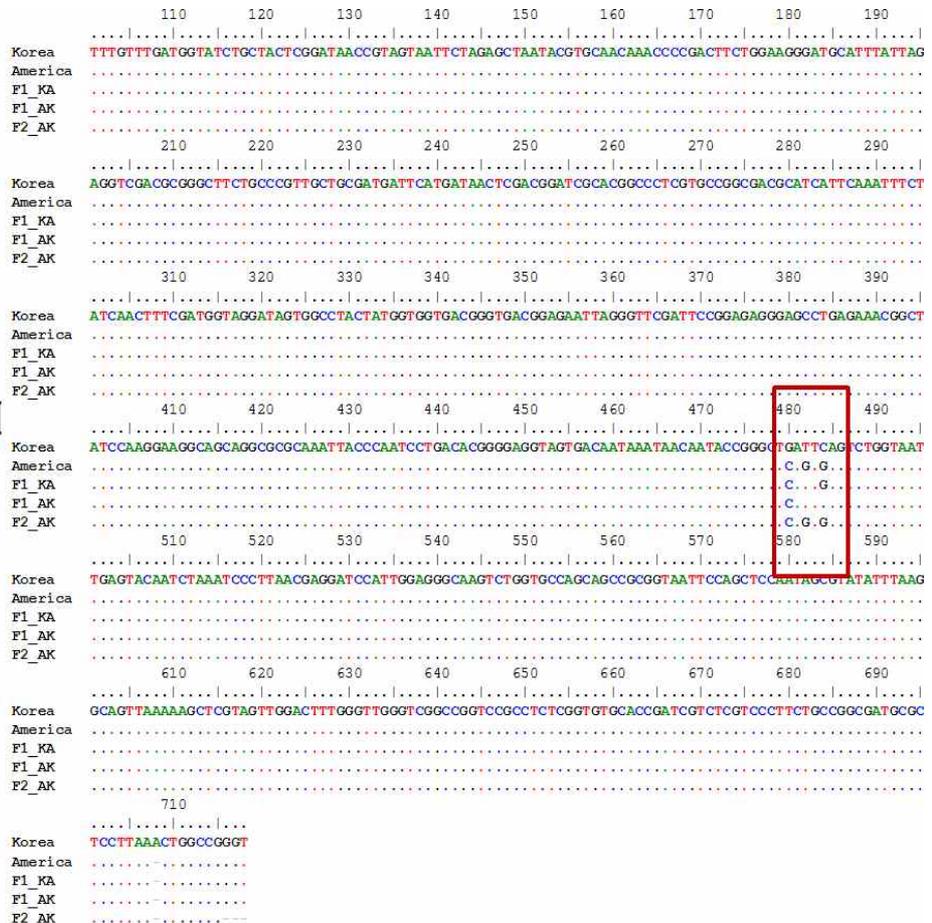


그림 1. 18S region에서 염기서열 분석

3) rDNA ITS영역의 PCR 증폭

PCR 증폭은 AStec PCR 기기(Astec PCR, Korea)를 사용하였다. 본 실험에서 사용한 ITS 영역의 oligonucleotide는 전문 업체에 의뢰하여 합성된 것을 사용하였다(Genotec, Inc., Korea). ITS영역의 universal primer인 ITSPF(forward)와 ITSPR(reverse) 프라이머를 이용하여 PCR 증폭을 수행하였다.

프라이머의 염기서열은 ITSPF (5'-TAC CGA TTG AAT GGT CCG-3')와 ITSPR(5'-ATA TGC TTA AAC TCA GCG GGT-3')이었으며, PCR condition은 pre-denaturation 96° C, 2 min ; denaturation 96° C, 30

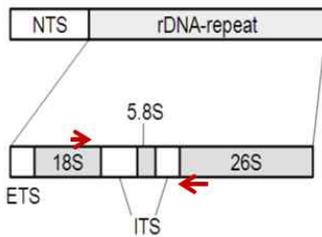
sec ; annealing 50° C, 30 sec ; extension 72° C, 90 sec ; 36 cycles 이었다. 증폭된 PCR 산물을 정제하여 염기서열을 결정하였다.

4) ITS region의 분자마커 개발

특이적으로 나타낼 수 있는 specific primer를 ITS region에서 염기서열 분석을 통하여 해당 종에만 특이적으로 나타나는 염기서열(SNP)를 탐색하였다.

2. ITS region-795bp

PCR 조건		
Temp(°C)	Time	Cycle
94	4min	35
94	30s	
58	40s	
72	90s	
72	5min	



고려인삼	- G
화기삼	- A
F1 KA	- G
F1 AK	- A
F2 AK	- A

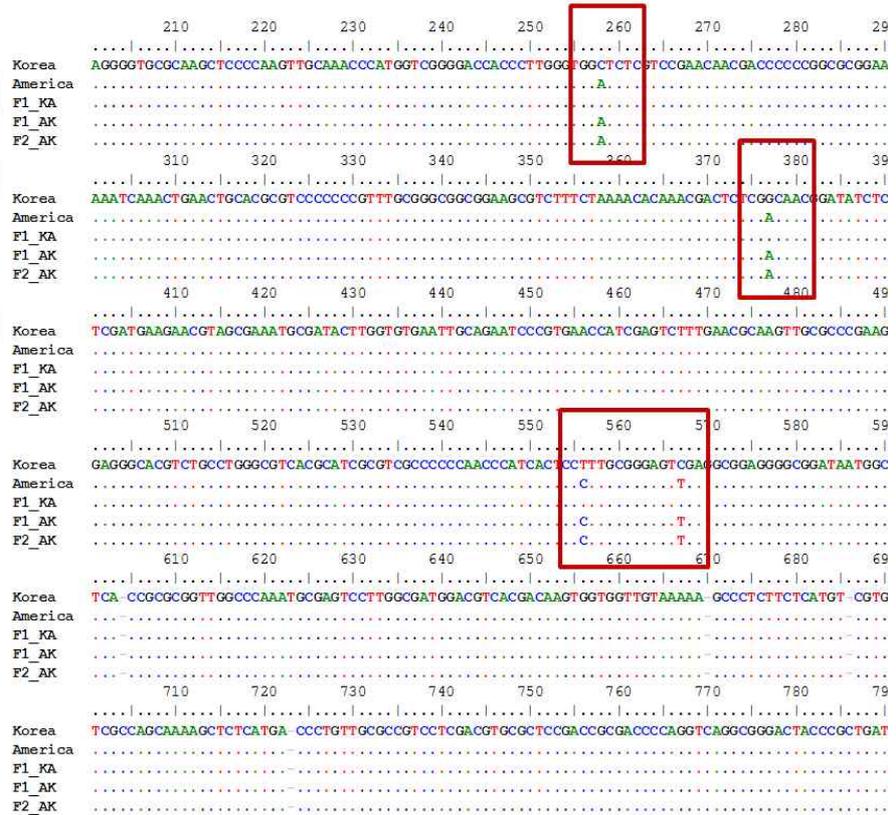


그림 2. ITS region에서 특이적 염기서열

5) rDNA EST영역의 PCR 증폭

PCR 증폭은 AStec PCR 기기(Astec PCR, Korea)를 사용하였다. 본 실험에서 사용한 EST 영역의 oligonucleotide는 전문 업체에 의뢰하여 합성된 것을 사용하였다(Genotec, Inc., Korea). EST영역의 universal primer인 ETSF(forward)와 ETSR(reverse) 프라이머를 이용하여 PCR 증폭을 수행하였다. 프라이머의 염기서열은 ETSF (5'-CTGTGGCGTCGCATGAGTTG-3')와 ETSR(5'-AGACAAGCATATGACTACTGGCAGG-3')이었으며, PCR condition은 pre-denaturation 96° C, 2 min ; denaturation 96° C, 30 sec ; annealing 50° C, 30 sec ; extension 72° C, 90 sec ; 36 cycles 이었다. 증폭된 PCR 산물을 정제하여 염기서열을 결정하였다.

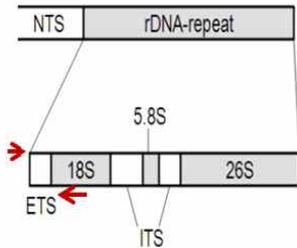
6) EST region의 분자마커 개발

특이적으로 나타낼 수 있는 specific primer를 EST region에서 염기서열 분석을 통하여 해당 종에

만 특이적으로 나타나는 염기서열(SNP)를 탐색하였다.

3. ETS – 527bp

PCR 조건		
Temp(°C)	Time	Cycle
94	4min	35
94	30s	
54	40s	
72	90s	
72	5min	



고려인삼	- T
화기삼	- A
F1 KA	- T
F1 AK	- T
F2 AK	- A

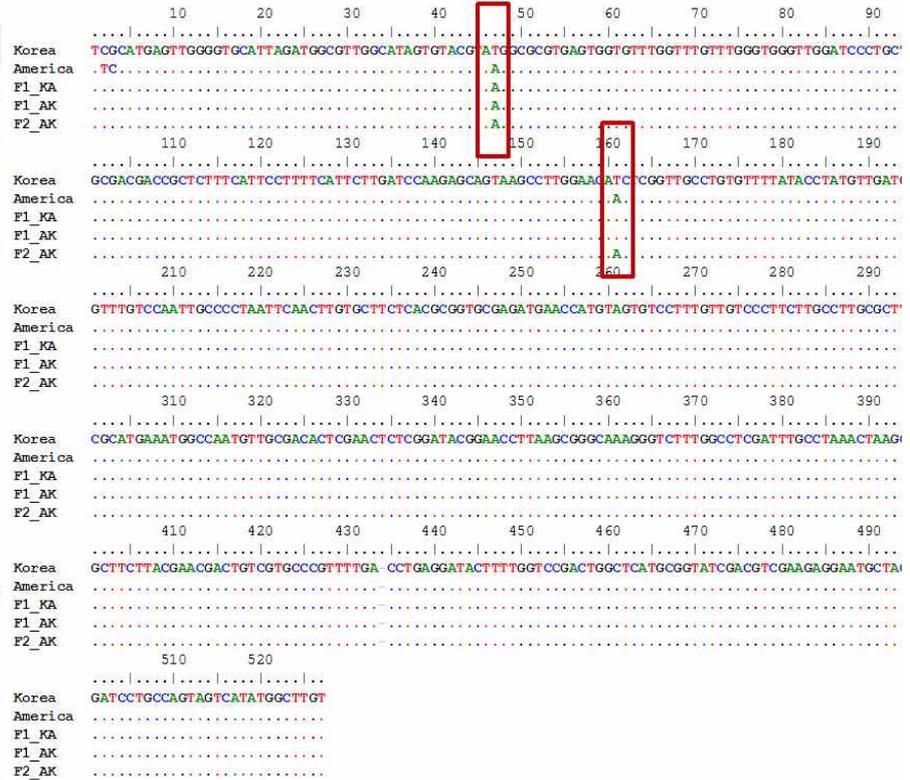


그림 3. EST region에 나타나는 염기서열

7) rDNA 45S영역의 PCR 증폭

PCR 증폭은 AStec PCR 기기(Astec PCR, Korea)를 사용하였다. 본 실험에서 사용한 45S 영역의 oligonucleotide는 전문 업체에 의뢰하여 합성된 것을 사용하였다(Genotec, Inc., Korea). 45S영역의 universal primer인 45sF(forward)와 45sR(reverse) 프라이머를 이용하여 PCR 증폭을 수행하였다.

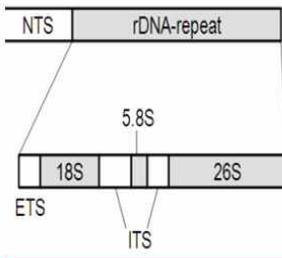
프라이머의 염기서열은 45sF (5'-GCGAGAATTCCACTGAACCT-3')와 45sR(5'-ACGAATTCCTCCGCTTATTGATATGCTTA-3')이었으며, PCR condition은 pre-denaturation 96° C, 2 min ; denaturation 96° C, 30 sec ; annealing 50° C, 30 sec ; extension 72° C, 90 sec ; 36 cycles 이었다. 증폭된 PCR 산물을 정제하여 염기서열을 결정하였다.

8) EST region의 분자마커 개발

특이적으로 나타낼 수 있는 specific primer를 EST region에서 염기서열 분석을 통하여 해당 종에만 특이적으로 나타나는 염기서열(SNP)를 탐색하였다.

4. 45S – 747bp

PCR 조건		
Temp(°C)	Time	Cycle
94	4min	35
94	30s	
56	40s	
72	90s	
72	5min	



고려인삼	- A
화기삼	- G
F1 KA	- G
F1 AK	- G
F2 AK	- A

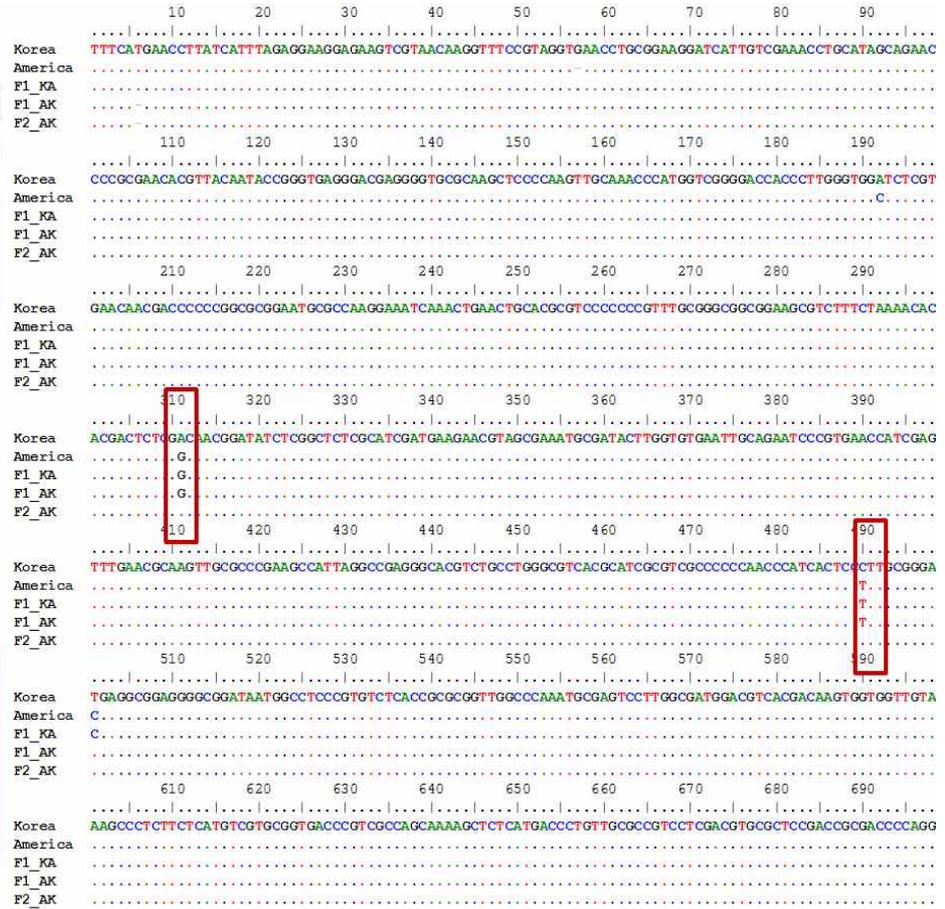


그림 4. EST region의 45S 747bp 염기서열

다. SNP primer에 의한 중간잡종 종자의 최적구별 방법의 개발

1) F1 hybrid

미국삼과 고려인삼 중간잡종 결과 F1 판별하고자 분자마커를 사용하여 다음과 같이 확인하였다. 샘플 1 경우 미국삼, 그리고 4번은 고려인삼 천풍, 그리고 5번은 고려인삼 밴드양상을 나타내었다. 그리고 F1 중간잡종은 2번, 3번과 같이 미국삼밴드와 고려인삼 밴드가 나타남을 확인하였다.

2) F1 hybrid 확인을 위한 분자마커 조건

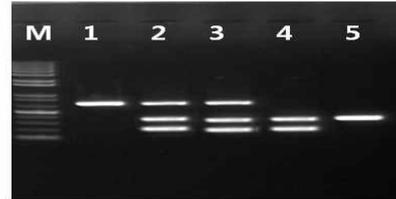
DNA는 싱싱한 잎과 뿌리로부터 식물 DNA 분리용 키트(Plant SV mini, GeneAll, Korea)를 사용하여 추출하였다. 특히 프라이머는 유사 MLP 염기서열과 클론(clone) 염기서열로부터 설계되었다. PCR 증폭은 PCR 기기(Corbett Research, Sydney, Australia. Model:CG1-96)에 의하여 수행되었다. 타입-특이적 증폭을 위한 반응 조건은 20 μ l 부피의 표준 PCR 반응액(각 프라이머 0.5 μ M, 추출된 DNA 50 ng, 각 dNTP 200 μ M, MgCl₂ 1.5 mM, 10XPCR 버퍼, 및 DNA 폴리머라아제 (Enzynomics™) 1 U)으로, 94°C에서 5분간 미리 변성 단계(denaturation step), 94°C에서 30초, 58°C에서 30초, 72°C에서 30초간 신장시키는 과정을 35회 반복시키는 단계, 마지막으로 72°C에서 7분간 신장을 유지시키는 단계에 따라 수행되었다.



P. quinquefolius



P. ginseng



(F1) *P. ginseng* x *P. quinquefolius* Hybride



그림 5. 고려인삼과 미국삼의 중간교잡종의 분자마커

3) F1 hybrid 확인을 위한 분자마커 결과 및 조건

F1 중간잡종 sample 24개를 확인한 결과 중간잡종 교잡종을 다음과 같이 확인할 수 있었다. 확인하기 위해 중간잡종 샘플 DNA isolation 후 총 50ng 사용하여 PCR을 수행하였다.

PCR 조건은 94°C에서 5분간 미리 변성 단계(denaturation step), 94°C에서 30초, 58°C에서 30초, 72°C에서 30초간 신장시키는 과정을 35회 반복시키는 단계, 마지막으로 72°C에서 7분간 신장을 유지시키는 단계에 따라 수행되었다.

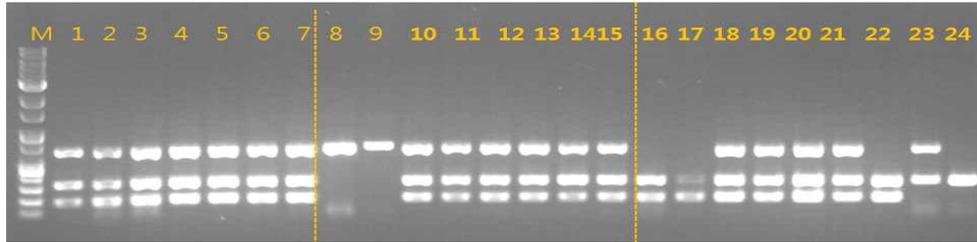
라. 모계구별을 위한 분자마커의 개발

1) 시료 genomic DNA 추출 및 정량

생체 잎(leaf)으로부터 Gene All Plant SV Kit(Gene All, Korea)의 프로토콜 genomic DNA 추출하였다. 생체 잎(leaf) genomic DNA 추출 방법 : 생체는 흐르는 수돗물로 표면을 깨끗이 씻어주고 paper towel을 이용하여 수분을 제거한 후에 사용한다. 세척 후 막대사발에 넣고 액체질소를 부어 완전히 마쇄한 후에 분말 50 mg정도를 멸균한 1.5 ml Eppendorf tube에 넣는다.

그리고 녹기 전에 추출 buffer를 넣어 genomic DNA를 분리·정제하였다(Gell All Plant SV Kit, Korea). 추출된 genomic DNA는 1.0% agarose gel에서 전기영동하여 상태를 확인 후, UV/VIS spectrophotometer(Amersham bioscience, USA)를 사용하여 206 nm와 208 nm에서 흡광도를 측

정하여 DNA 순도검정 및 정량을 실시하였다.



PCR 조건	
Temp(°C)	Time
94	2min
94	30s
58	30s
72	90s
72	7min

순번	내용	순번	내용	순번	내용
1	고창 5년 F1 (천 x 미)	8	고창 5년 F1 (미 x 고)	16	김제 4년 F1 (고 x 미)
2	고창 5년 F1 (천 x 미)	9	고창 5년 F1 (미 x 고)	17	김제 4년 F1 (고 x 미)
3	고창 5년 F1 (천 x 미)	10	고창 5년 F1 (미 x 고)	18	김제 4년 F1 (고 x 미)
4	고창 5년 F1 (천 x 미)	11	고창 5년 F1 (미 x 고)	19	김제 4년 F1 (고 x 미)
5	고창 5년 F1 (천 x 미)	12	고창 5년 F1 (미 x 고)	20	김제 4년 F1 (고 x 미)
6	고창 5년 F1 (천 x 미)	13	고창 5년 F1 (미 x 고)	21	김제 4년 F1 (고 x 미)
7	고창 5년 F1 (천 x 미)	14	고창 5년 F1 (미 x 고)	22	김제 4년 F1 (고 x 미)
		15	고창 5년 F1 (미 x 고)	23	김제 4년 F1 (고 x 미)
				24	김제 4년 F1 (고 x 미)

50ng

그림 6. 천풍x미국삼, 미국삼x고려인삼 및 고려인삼x미국삼의 F1 검정

2) PCR 실험을 통한 염기서열 확인 및 모계 유전 패턴 파악

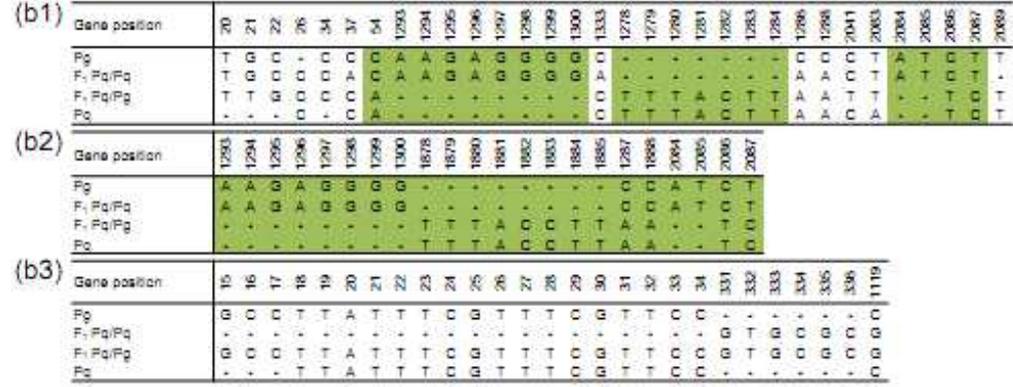
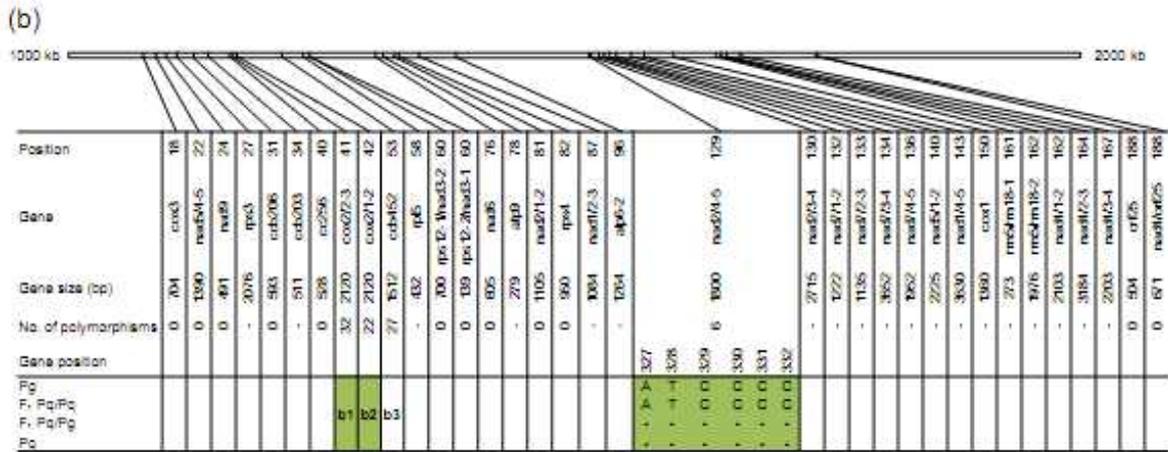
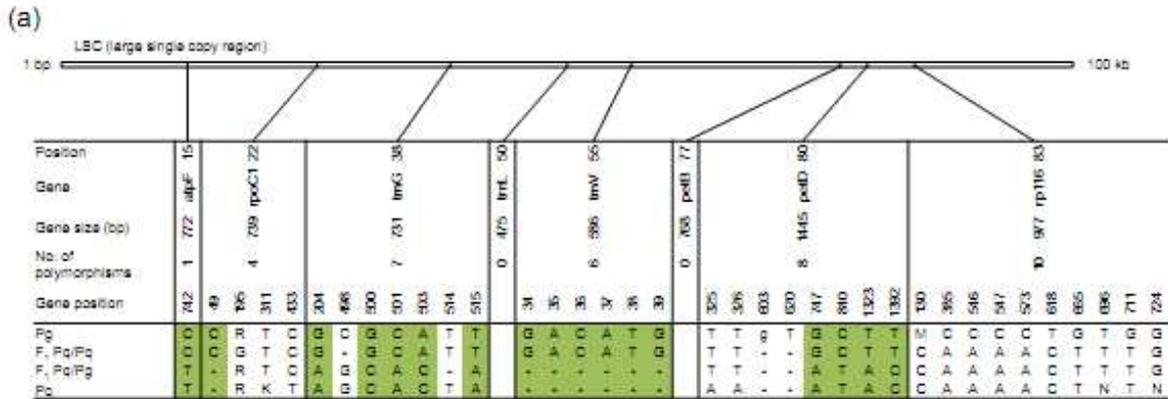
35개의 미토콘드리아 부위의 primer, 8개의 엽록체 부위의 primer 세트를 포함한 총 43개의 primer로부터도 DNA 분석 결과 (아래 테이블), 7개의 미토콘드리아 유전자 부위에서 125개의 SNP를 찾았고, 6개의 엽록체 유전자 부위에서 36개의 SNP를 찾을 수 있었다.

표 1. 43개의 primer DNA분석

Gene	Primer name	Primer sequence (5'-3')	Ta (°C)	Product size (bp)	Specificity	Reference
ccb452	ccb452_K_5'	TGC TTG TGT GGG GGG TGC GC	51	929	Specific for F ₁ Pg/Pq and Pg	This study Duminil <i>et al.</i> 2002
	ccb452	TGA ACT GTA TCT TCT TTG TG				
cox2/2-3	coxII_K_5'	TCG CCG GCC TTT ACT TGA TA	55	830	Specific for F ₁ Pg/Pq and Pg	This study Duminil <i>et al.</i> 2002
	cox2/3	CCA CTC TAT TGT CCA CTT CTA				
nad2/4-5	nad2/4_A_5'	TGA ACA CTT TCT <u>CCC</u> TCT (A→ <u>C</u> ; C→ <u>T</u>) ^a	57	1268	Specific for F ₁ Pq/Pg and Pq	This study Duminil <i>et al.</i> 2002
	nad2/5	CTA TTT GTT CTT CGC CGC TT				
MLP	MLPmRF	ATC AAT CTC GAT ATA TG	58	181 ^b , 321 ^c , 682 ^d	^b Specific for Pg ^c Common ^d Specific for F ₁ hybrids	This study Sun <i>et al.</i> , 2010c
	TSP2R	CCA CCT GCA CCA TAA GTG ACA A				

^a Bold underlined nucleotide is the additional mismatch introduced via substitution of A and C for C and T, respectively.

종간교잡 F1의 진위여부 구별 및 모계 유전 패턴 파악을 위하여, 세포질 염색질인 엽록체와 미토콘드리아에서의 프라이머들을 사용하여 시퀀스들을 비교분석해 본 결과, Korean ginseng (K), F1 hybrid KXA (KA), F1 hybrid AXK (AK), American ginseng (A)에서 최종적으로 모계유전 패턴을 보이는 것을 (아래 그림, 연두색 표시) 확인할 수 있었다.



(Enzynomics™) 1 U)으로, 94℃에서 5분간 미리 변성 단계(denaturation step), 94℃에서 30초, 57℃에서 30초, 72℃에서 90초간 신장시키는 과정을 35회 반복시키는 단계, 마지막으로 72℃에서 7분간 신장을 유지시키는 단계에 따라 수행되었다. 프라이머는 nad4/5와 mlp 프라이머를 조합하여 온도 조건을 성립하였고, 다음과 같이 중간잡종의 구별 및 모계로부터의 구별을 위한 멀티플렉스 분자마커 개발 조건을 확립하였다.

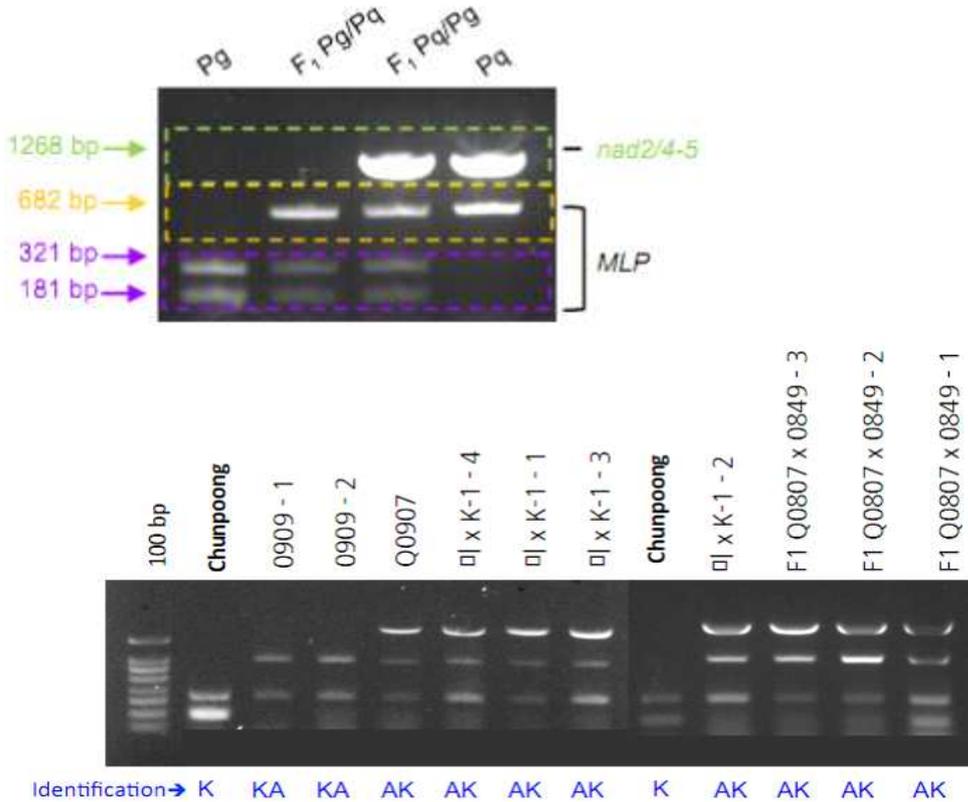


그림 8. 고려인삼x미국삼, 미국삼x고려인삼 F1 hybrid의 분자마커

4) 최적화된 multiplex 분자마커를 활용한 F1 검정

상기 확립된 분자마커를 활용하여, 미국삼과 고려인삼 상호 교잡에 의한 F1으로부터 모친, 부친을 검정하는데 사용하였다. 일 한 장을 이용하여 부친, 모친 및 잡종 검정을 수행하는데 성공하였기 때문에, 향후 종간교잡 개체들의 지속적인 검정에 쉽게 활용할 수 있을 것이라 사료된다.

마. 개발한 분자마커를 이용한 모계구별

1) 시료 genomic DNA 추출 및 정량

생체 잎(leaf)으로부터 Gene All Plant SV Kit(Gene All, Korea)의 프로토콜에 따라 genomic DNA 추출하였다. 생체 잎(leaf) genomic DNA 추출 방법 : 생체는 흐르는 수돗물로 표면을 깨끗이 씻어주고 paper towel을 이용하여 수분을 제거한 후에 사용한다. 세척 후 막대사발에 넣고 액체질소를 부어 완전히 마쇄한 후에 분말 50 mg정도를 멸균한 1.5 ml Eppendorf tube에 넣는다. 그리고 녹기 전에 추출 buffer를 넣어 genomic DNA를 분리·정제하였다(Gell All Plant SV Kit, Korea). 추출된 genomic DNA는 1.0% agarose gel에서 전기영동하여 상태를 확인 후, UV/VIS spectrophotometer(Amersham bioscience, USA)를 사용하여 206 nm와 208 nm에서 흡광도를 측정하여 DNA 순도검정 및 정량을 실시하였다.

2) 최적화된 multiplex SNP 분자마커를 활용한 F1 검정

미국삼과 고려인삼 상호 교잡에 의한 F1 KxA, F1 AxK를 모계식물로부터, 그리고 상호간에 구별하고 F1 hybrid 과의 구별 및 모계 유전 패턴 파악을 위해 상기 찾은 SNP로부터 SNP marker primer를 디자인하였고, multiplex PCR 조건을 최적화하여, 한 번에 구별화할 수 있게 조건을 확립하였다. DNA는 싱싱한 잎과 뿌리로부터 식물 DNA 분리용 키트(Plant SV mini, GeneAll, Korea)를 사용하여 추출하였다. 특히 프라이머는 유사 MLP 염기서열과 클론(clone) 염기서열로부터 설계되었다. PCR 증폭은 PCR 기기(Corbett Research, Sydney, Australia. Model:CG1-96)에 의하여 수행되었다. 타입-특이적 증폭을 위한 반응 조건은 20 μ l 부피의 표준 PCR 반응액(각 프라이머 0.5 μ M, 추출된 DNA 50 ng, 각 dNTP 200 μ M, MgCl₂ 1.5 mM, 10XPCR 버퍼, 및 DNA 폴리머라아제 (Enzynomics™) 1 U)으로, 94°C에서 5분간 미리 변성 단계(denaturation step), 94°C에서 30초, 57°C에서 30초, 72°C에서 90초간 신장시키는 과정을 35회 반복시키는 단계, 마지막으로 72°C에서 7분간 신장을 유지시키는 단계에 따라 수행되었다. 프라이머는 nad4/5와 mlp프라이머를 조합하여 온도 조건을 성립하였고, 다음과 같이 중간잡종의 구별 및 모계로부터의 구별을 위한 멀티플렉스 분자마커 개발 조건을 확립하였다. 상기 확립된 분자마커를 활용하여, 미국삼과 고려인삼 상호 교잡에 의한 F1으로부터 모친, 부친을 검정하는데, 사용하였다. 일 한 장을 이용하여 부친, 모친 및 잡종 검정을 수행할 수 있었다.

3) 최적화된 Nad-MLP마커를 이용한 연생별 F1~F4세대 및 여교잡종의 하이브리드 구별

Nad-MLP마커를 이용한 multiplex PCR 이용하여 미국삼과 고려인삼의 마커를 확인한 바 미국삼은 1268bp와 682bp에서 마커를 보였고 고려인삼은 321bp에서 주밴드를 보였고 품종에 따라서는 181bp에서도 마커를 나타내었다. F2~4세대 모두 모계인 미국삼과 부계인 고려인삼 마커를 보여 이 세대는 하이브리드임을 확인하였다.

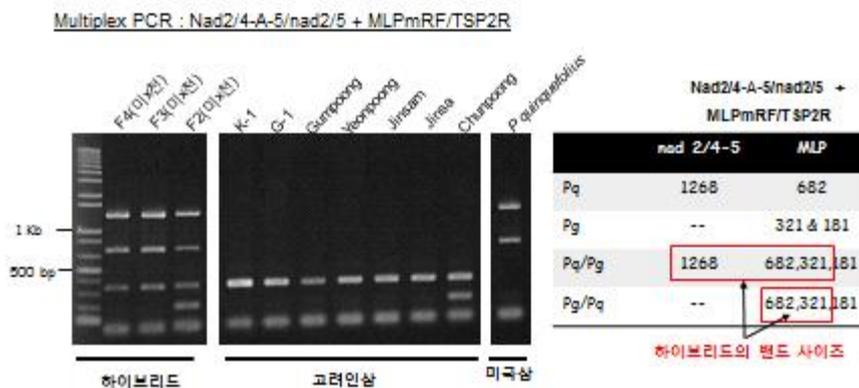


그림 9. Nad-MLP마커를 이용한 multiplex PCR

인공교잡 5년생 4계통 F1(Q0903x0929, Q0904x0925, Q0807x0841, 미국삼xK-1)과 자연교잡 6년생 F1(Q0809x미국삼) 및 모계의 뿌리 분자마커를 확인하였다.

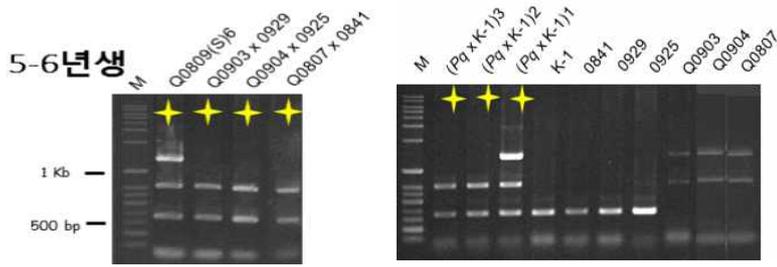


그림 10. 5년생과 6년생 F1 및 모계의 뿌리 분자마커

4년생 F1(0702xQ1010 13계통)과 F3(AK 1외 17계통)의 잎을 이용하여 분자 마커를 확인하였다. F3는 F2에서 개체별로 채종하여 계통화 한 것으로 모두가 하이브리드임을 확인하였다.

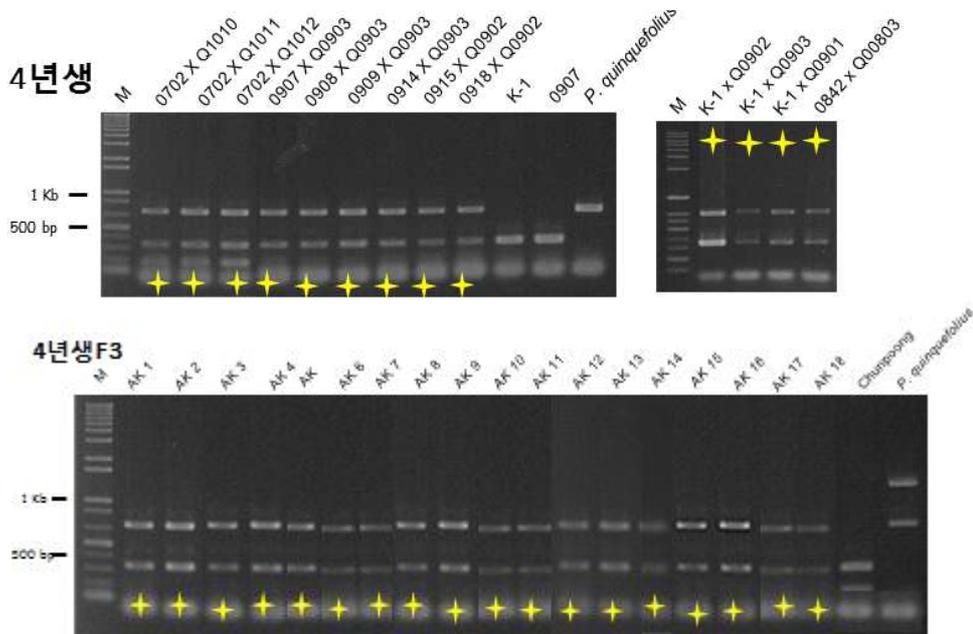


그림 11. 4년생 F1계통과 F3계통의 분자마커

3년생 F1, F2, F3 및 여교잡종의 분자 마커를 확인하였다.

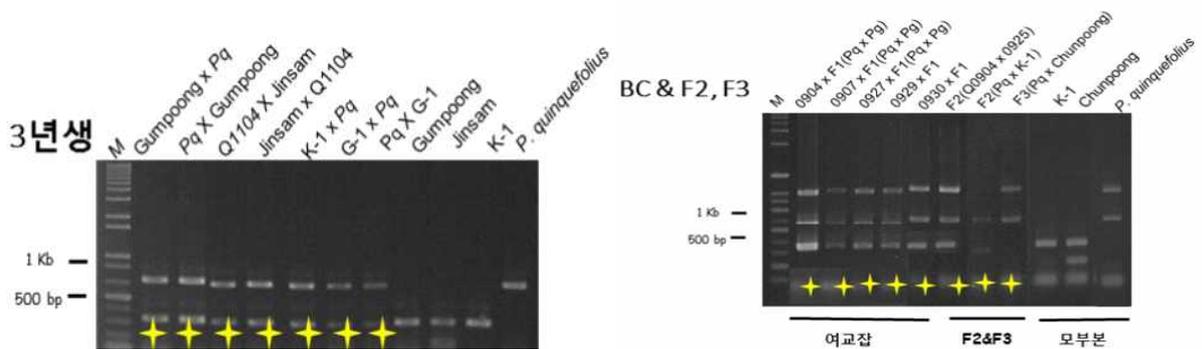


그림 12. 3년생의 F1과 여교잡종 및 F2, F3의 분자마커

2년생은 F2(0702xQ1010 외 16계통), F3, F4세대와 여교잡종을 확인하였다.

2년생 F2, F3, F4 및 BC

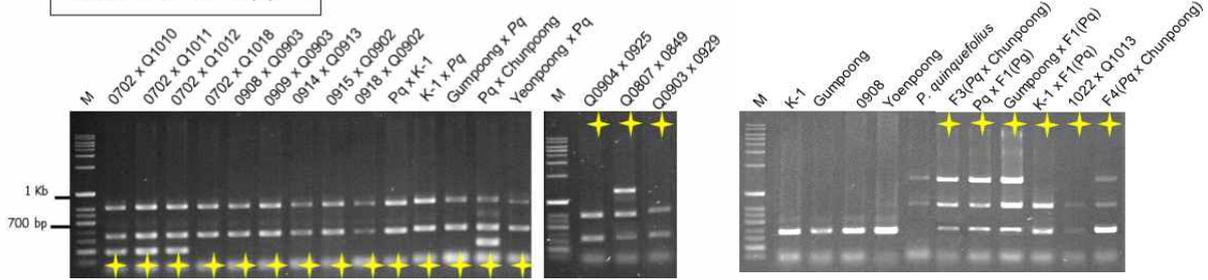


그림 13. 2년생 F2~F4세대 및 여교잡종의 분자마커

2. 종간잡종간의 기내배양 최적조건 규명

가. 종간교잡종 F1 배지별 생산량

종간교잡종 F1 부정근의 성장과 ginsenosides 생성에 적합한 각각의 배지를 선정하고자 다양한 배지에서 생체중 0.5 g 부정근을 100 ml 배지에서 6 주간 배양하였을 때, 기존에 사용하고 있는 1/2 MS배지와 MS배지보다 B5배지를 조합한 배지에서 1.25배 향상되었다. 배양용기에 따른 부정근의 성장량을 조사하기 위하여 250 ml 배양용기를 사용하여 배양한 결과 B5 배지 처리구에서 가장 좋은 부정근 성장을 나타내었다.

표 2. 배지조성 및 조건

Medium	Dry Weight(mean)
B5	3.41
SH	2.21
1/2MS	1.55
MS	1.87

- * 250ml 삼각플라스크에 100ml배지를 만들어 사용
- * 초기 접종량 : 0.5g
- * Culture period : 6 weeks
- * Hormone : IBA(Indole-3-Butyric Acid kaliuml) 2ppm
- * 반복수 : 5회
- * pH : 5.8

나. 종간 교잡종 F1 캘러스의 호르몬류

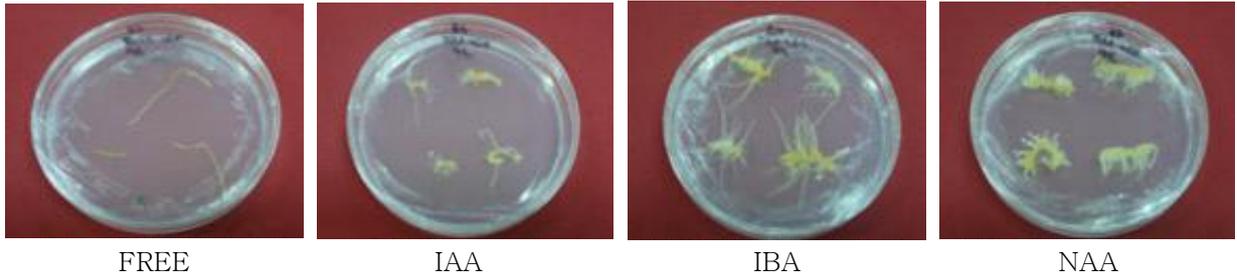
1) F1 교잡종의 호르몬류별 성장량

종간 교잡종 F1 부정근의 성장과 ginsenosides 생성에 적합한 각각의 호르몬별 성장량을 선정하고자 다양한 호르몬 처리를 하여 확인하였다. B5배지에서 IBA(Indole-3-Butyric Acid kaliuml) 2ppm, IAA(Indole-3-Acetic Acid) 2ppm, NAA(α -Naphthaleneacetic Acid)2ppm 호르몬 처리를 하여 4 주간 배양하였을 때, 대조군보다 IAA, IBA, NAA처리 시 각각 약 1.6배, 3.5배, 3.6배 향상되었다.

표 3. 호르몬 종류별 건물중

Kinds of Hormone	Dry Weight(mean)
FREE	0.71

IAA	1.17
IBA	2.48
NAA	2.57



- * Medium : B5, pH : 5.8
- * Culture period : 4 weeks
- * Hormone : IBA(Indole-3-Butyric Acid kaliuml) 2ppm
 IAA(Indole-3-Acetic Acid) 2ppm
 NAA(α -Naphthaleneacetic Acid)2ppm

그림 9. 호르몬류별 캘러스

2) 캘러스 유도 확립

3%클로락스와 70% 에타올을 이용하여 멸균소독한 인삼 뿌리 개체들을 절편을 내어 기내배양한 후, MS배지에 2,4-D 1 ppm, BA 0.5 ppm 첨가한 배지에서 캘러스 유도를 확립하였다. 유도된 캘러스를 계대배양하여 증식시키고, 잘 자라는 라인들을 선별하였다.

3) 캘러스로부터의 부정근 유도

기내 증식된 캘러스로부터 B5 (Gambore B5 Medium) 배지에 IBA(Indole-3-Butyric Acid kaliuml) 호르몬 3 ppm을 첨가한 배지에서 암조건 하여, 부정근을 유도하였다.

4) 중간잡종 F1 과 F2 식물체 기내증식

B5 배지에서 2 ppm 농도에서 부정근의 성장량이 높음을 확인하고, 중간잡종 F1과 F2식물체 개개의 개체로부터 부정근을 유도하는데 성공하였다.

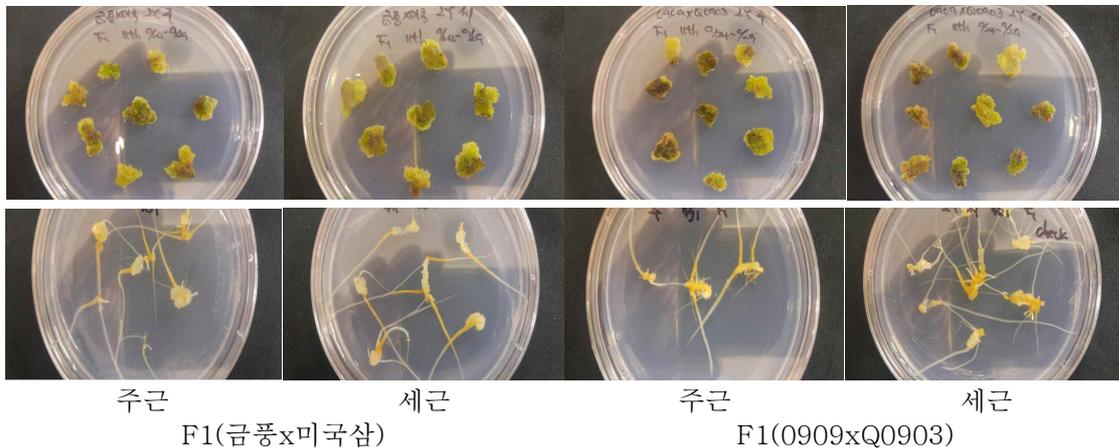


그림 10. 금풍x미국삼, 0909xQ0903 교잡계통의 부정근

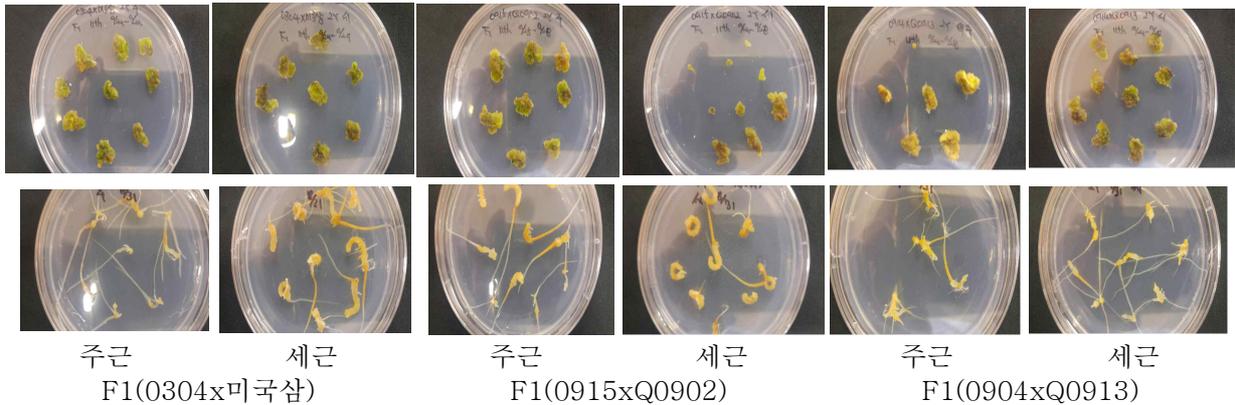


그림 11. F1(0304x미국삼)외 교잡종의 뿌리부위별 부정근

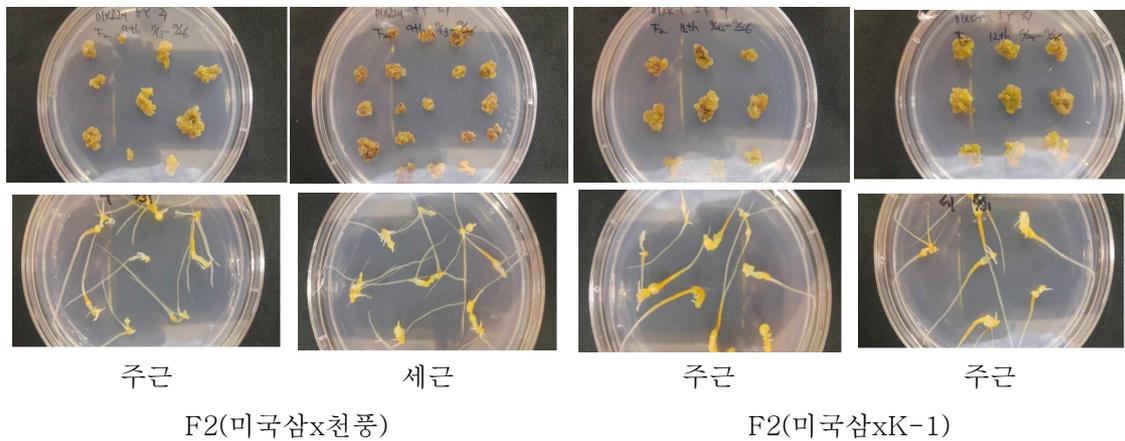


그림 12. 미국삼과 천풍, K-1의 F2의 부정근

다. 중간 교잡종 F1 IBA농도별 성장량

중간 교잡종 F1 부정근의 성장과 ginsenosides 생성에 적합한 IBA농도별 성장량을 선정하고자 PPM농도를 변화시켜 다음과 같이 확인하였다. B5 (Gambore B5 Medium)배지에서 IBA(Indole-3-Butyric Acid kaliuml)를 0.5 ppm, 1 ppm, 2 ppm 농도별 호르몬 처리를 하여 4 주간 배양하였을 때, 대조군보다 2 ppm 처리 시 약 6.6배 높음을 확인하였다.

표 4. IBM 농도별 건물중

Concentration of IBA	Dry Weight(mean)
FREE	0.35
0.5PPM	1.13
1PPM	2.26
2PPM	2.32

* Medium : B5 (Gambore B5 Medium), pH : 5.8
 * Culture period : 4 weeks
 * Hormone : IBA(Indole-3-Butyric Acid kaliuml) 2ppm

라. 종간잡종간의 F1종간 식물체 기내배양

1) 배양과정 : 5단계로 구분

· 제0단계 : 시료의 준비 단계

여러가지 병원균에 오염 되었을 가능성이 높아 깨끗한 배양재료를 얻기 위한 모식물의 유지관리하게 된다.

· 제1단계 : 초기배양 단계

재료의 살균 및 새로운 생장의 유도단계로 조직의 선정, 살균, 배양조직의 초기생장유도 요인 검토한다.

· 제2단계 : 대량 증식 단계 배양체로부터 multiple shoot의 유도단계로 적정배지 및 생장조절물질조성 배양환경 등 검토한다.

· 제3단계 : 신장과 발근 유도단계유묘의 기외이식에 여건을 부여하는 단계로 발근의 유도 및 타가영양상태에서 자가영양상태로 전환하는데 필요한 환경을 조절해서 배양한다.

· 제4단계 : 기외이식 단계

기외로 이식 후 정상환경 적응단계를 거친다.

· 제5단계 : 배양근 수확

15일내지 20일의 생장기간을 거쳐 무균상태의 청정 산삼배양근을 수확하게 된다.

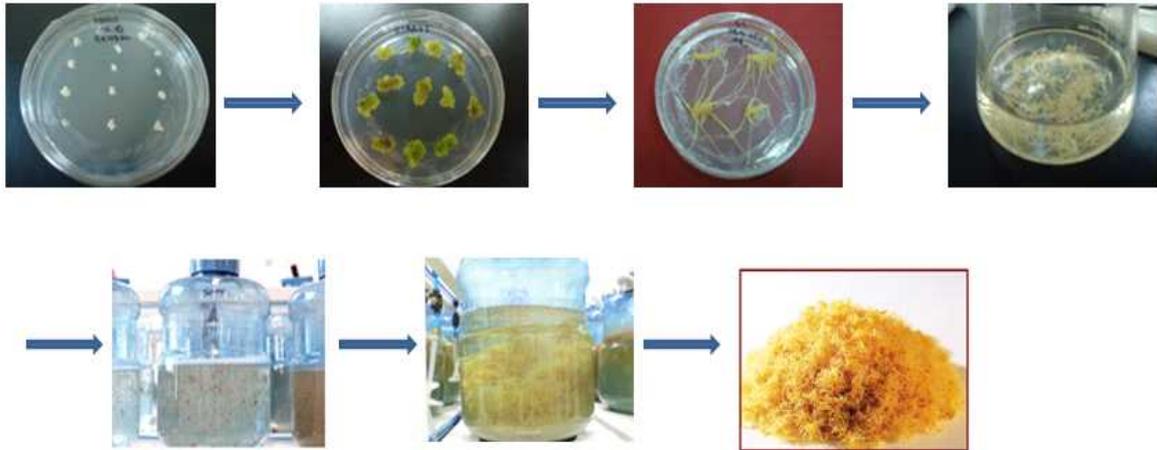


그림 13. F1종간 식물체 기내배양 모식도

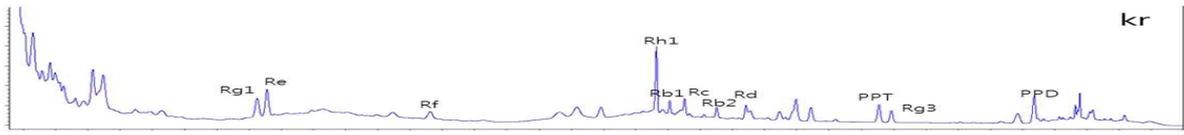
마. 분석방법 확립(종간잡종에서 최소량에 의한 최적 사포닌 분석방법 확립

1) 종간잡종체의 조기 스크린을 위한 사포닌 간이 방법 개발

Ginsenosides 함량은 수포화 1-부탄올 추출법인 Ando2) 등의 방법에 따라 추출, 분석하였다. 동결건조시킨 분말시료 0.5g을 취하여 80℃ 온수욕조에서 80% 메탄올 30ml로 3회 추출하여 건조시킨 후 메탄올 엑기스를 얻었다. 그후 에테르로 재추출하여 탈지시킨다음 수포화 1-부탄올로 3회 추출하여 1-부탄올층만을 모두 합하여 증류수로 1회 세척한 후 수층은 버리고 1-부탄올층만 건조시켰다. 건조된 분말을 High Performance Liquid Chromatograph(HPLC)용 메탄올 500 μ l에 녹여 0.45 μ m millipore syringe filter로 여과한 후 10 μ l를 HPLC(Waters)기에 주입하여 ginsenosides를 panaxatriol(PT)과 panaxadiol(PD)로 분리하고 정량하였다.

Detection은 Waters R401 Refractive index (RI) 검출기로 검출 정량하여 분석하였다. Column; Lichrosorb-NH₂ column (Merck Co., 10 μ m, 4mm ID \times 250mm), Solvent; Acetonitrile / H₂O / n-butanol(80:20:10), Flow rate; 0.5ml/min, Attenuator; 2 \times 로 분석하였다.

사포닌 화합물의 확인 및 정량분석에 사용된 ginsenosides 표준품(Rg1, Rf, Re, Rd, Rc, Rb2, Rb1)은 경희대학교 인삼소재은행에서 분양받은 것을 사용하였다. 실험재료의 ginsenosides 검정은 Waters R401 Refractive index (RI) 검출기로 검출, 정량하였고, column은 Lichrosorb-NH₂ column(Merck Co., 10 μ m, 4mm ID \times 250mm), 용매는 acetonitrile / H₂O / n-butanol(80:20:10), flow rate는 0.5ml/min로 하여 분석하였다. Chromatogram의 각 peak는 사포닌 표준품과 retention time을 비교하여 동정하였고, 각 ginsenosides 함량은 표준품과 비교하여 peak height로 계산하였다(Fig. 1).



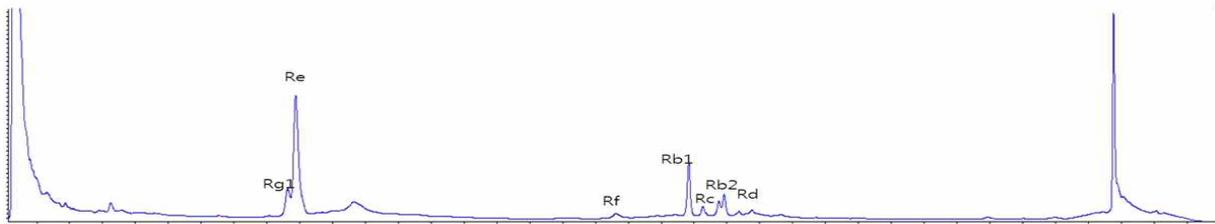
Crude saponins

CRMGS	crude saponin
	110mg/g

Ginsenosides

CRMGS	Rb1	Rc	Rb2	Rd	Rg3	Rh2	F2	PPD	Rg1	Re	Rf	Rh1	Rg2	PPT	total
	2.22	0.62	0.55	0.52	0.24	0.1	0.19	0.72	2.11	4.69	1.24	5.41	0.32	0.42	19.35

New cell lin
(하이브리드)



Rg1	Re	Rf	Rb1	Rc	Rb2	Rd	Total major
3.7	14.13	1.74	5.7	1.09	1.11	2.96	30.43

그림 14. New cell line의 ginsenoside peak

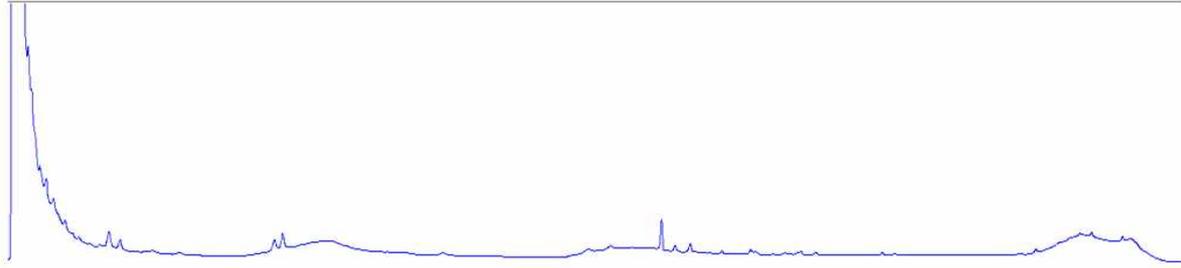
2) 사포닌 고함유 개체 및 line 확인

사포닌 고함유 개체를 선발하기 위해 모상근을 대상으로 모상근의 배양을 통한 생리활성물질의 대량생산을 위한 기초실험으로 인삼모상근의 생장에 미치는 배지, 광주사 처리 등의 조건을 조사하였으며, HPLC 분석방법을 통하여 우수 산삼배양근의 line을 선발·수행하였다.

가) 중간잡종의 F1 중간식물체의 사포닌 고함유 세포주의 선발

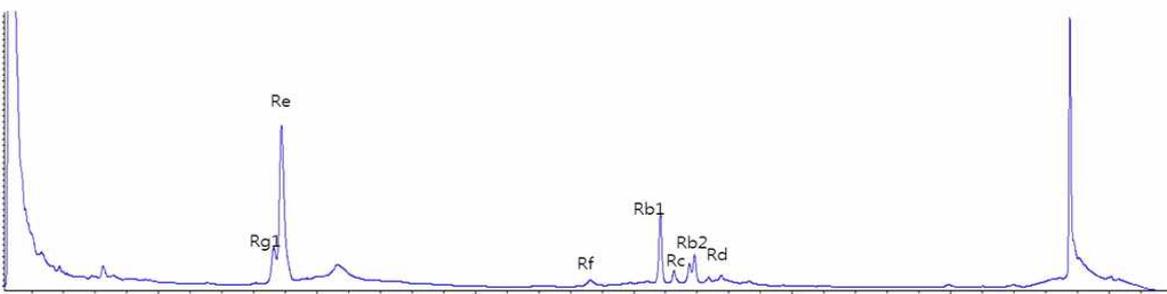
Agrobacterium rhizogenes A4T를 이용하여 중간잡종의 F1 중간식물체의 뿌리 절편에서 많은 부정근을 유도하였다. 유도된 부정근의 shoot-tip 배양을 이용하여 생장이 가능한 많은 종의 세포주를 선발하였고, 체세포 변이에 의한 형태적 차이가 확실하고 생장이 비교적 빠른 모상근을 일차로 선발하였다. 선발된 모상근은 액체배양을 통하여 안정화 시켰으며, 세포주에 따른 성장지수를 조사한 결과, 대조구에 비해 약 1.5-2배 생장이 빠른 고정된 모상근을 선발하였다. 특히 CRMG 7 모상근의 경우에는 생장이 다른 세포주에 비해 빠른 경향을 보였으며, 타세포주 CRMG 5에 비해 빨라 ginsenoside의 생산수율도 매우 높은 경향을 보였다. CRMG 5의 경우 성장하는 모습도 다른 모상근에 비해 매우 왕성하였으며 생육상태도 매우 양호하였고 ginsenoside 함량 Rg1 약 4배, Re 7배 가량 (특히, Rg1, Re)이 높았다.

Original cell line(CRMG5)



Rg1	Re	Rf	Rb1	Rc	Rb2	Rd	Total major
1.74	2.31	0.39	1.47	0.62	0.55	0.5	6.11

New cell line(CRMG7)



Rg1	Re	Rf	Rb1	Rc	Rb2	Rd	Total major
3.7	14.13	1.74	5.7	1.09	1.11	2.96	30.43

그림 15. CRMG7 line의 ginsenoside peak

나) 중간잡종의 F1의 사포닌 고함유 세포주의 선발

중간교잡종 부위별 ginsenoside 분석에서 식물체와 캘러스 분석에서 전체함량은 떨어졌으나 CRMG에서는 매우 많은 89.7 mg/g의 함량을 보였다.

	Rb1	Rc	Rb2	Rd	Rg3	Rh2	F2	PPD	Rg1	Re	Rf	Rh1	Rg2	PPT	total
hybrid main	4.91	1.01	0.99	2.91	0.1	0	0	0.21	3.82	15.1	1.69	0.44	0	1.01	32.19
hybrid fine	5.7	1.09	1.11	2.96	0.12	0	0	0.24	3.7	14.13	1.74	0.33	0	0.91	32.03
hybrid callus	1.7	0.61	0.91	2.22	0	0	0	0.36	3.25	16.1	1.71	0.41	0	0.44	27.71

CRMG7 Ext. powder

	mg/g						
Rg1	Re	Rf	Rb1	Rc	Rb2	Rd	Total major
9.15	45.1	4.41	16.3	2.56	3.4	8.8	89.72

그림 16. CRMG7의 ginsenoside 함량

다) 중간잡종 F1과 F2 식물체의 ginsenosides 사포닌 함량

중간잡종 F1과 F2 식물체의 사포닌 함량을 분석한 결과는 다음과 같다.

표 5. 교잡조합 세대별 ginsenoside 함량(mg/g)

세대	교잡조합	Rg1	Re	Rf	Rg2	Rb1	Rc	Rb2	Rd	Total
----	------	-----	----	----	-----	-----	----	-----	----	-------

F1 5년생	천풍x미국삼 1	2.66	5.75	0.42	2.95	4.89	1.70	0.26	0.72	19.35	
	천풍x미국삼 2	0.83	8.18	0.20	3.93	2.00	1.08	0.25	0.86	17.33	
	천풍x미국삼 3	0.93	9.77	0.19	3.97	1.68	0.93	0.28	0.61	18.36	
	천풍x미국삼 4	1.23	5.23	0.15	2.58	0.88	0.33	0.12	0.33	10.86	
	미국삼x고려 1	0.67	14.38	0.14	9.47	3.20	0.62	0.39	0.27	29.15	
	미국삼x고려 2	0.54	9.46	0.09	8.53	2.28	0.69	0.32	0.47	22.39	
	미국삼x고려 3	0.78	11.91	0.09	9.73	2.33	0.43	0.33	0.55	26.13	
	미국삼x고려 4	0.52	11.44	0.09	9.63	2.83	0.49	0.38	0.60	25.98	
	자생0904x미국삼	1.04	12.52	0.23	6.19	1.60	1.56	0.47	0.72	24.35	
	자생0906x미국삼	0.67	6.76	0.15	3.44	1.07	0.97	0.26	0.50	13.83	
	자생0910x미국삼	0.78	8.61	0.16	2.89	1.06	0.53	0.22	0.43	14.68	
	자생0921x미국삼	2.72	10.65	0.15	6.63	2.39	1.97	0.23	2.81	27.56	
	F2 2년생	미국삼x천풍	0.61	10.56	0.21	0.19	9.96	2.60	0.36	1.92	26.41
		미국삼xK-1	1.15	18.30	0.11	0.26	20.37	4.85	0.62	3.63	49.30
F1 2년생	0304x미국삼	2.32	10.01	0.21	0.16	2.27	1.30	0.66	0.85	17.78	
	0908xQ0907	0.83	16.28	0.32	0.27	8.22	2.17	1.16	1.49	30.73	
	0909xQ0903	1.34	17.03	0.15	0.20	7.55	3.79	1.75	2.59	34.40	
	0914xQ0913	2.11	7.39	0.16	0.26	12.07	3.48	0.74	2.98	29.19	
	0915xQ0902	0.71	13.97	0.11	0.20	7.25	2.24	0.60	1.32	26.39	
	금풍x미국삼	0.98	13.61	0.31	0.17	8.02	2.49	0.80	2.05	28.44	

선행과제에서부터 재배하던 F1 5년생과 본 과제에서 생성된 2년생 F1과 F2의 진세노사이드 함량을 분석하였다. 식물체 각각으로 분석하였으며 전체뿌리를 사용하였다. 천풍을 모본으로 하는 F1 보다는 미국삼을 모본으로하는 계통에서 진세노사이드 함량이 비교적 높았다. F2 미국삼xK-1의 진세노사이드 함량은 49.3 mg/g을 가장 높아 사포닌 고함유 교잡라인으로 매우 높은 가치가 있을 것으로 본다. 자연적으로 발생한 F1에서도 비교적 높은 경향을 보였다.

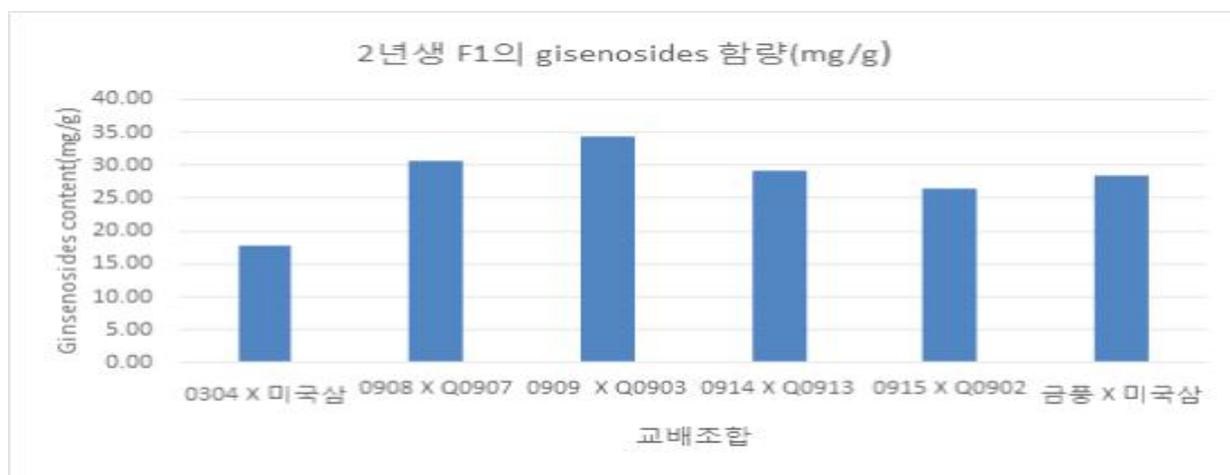


그림 17. 2년생 교잡계통의 ginsenosides 함량

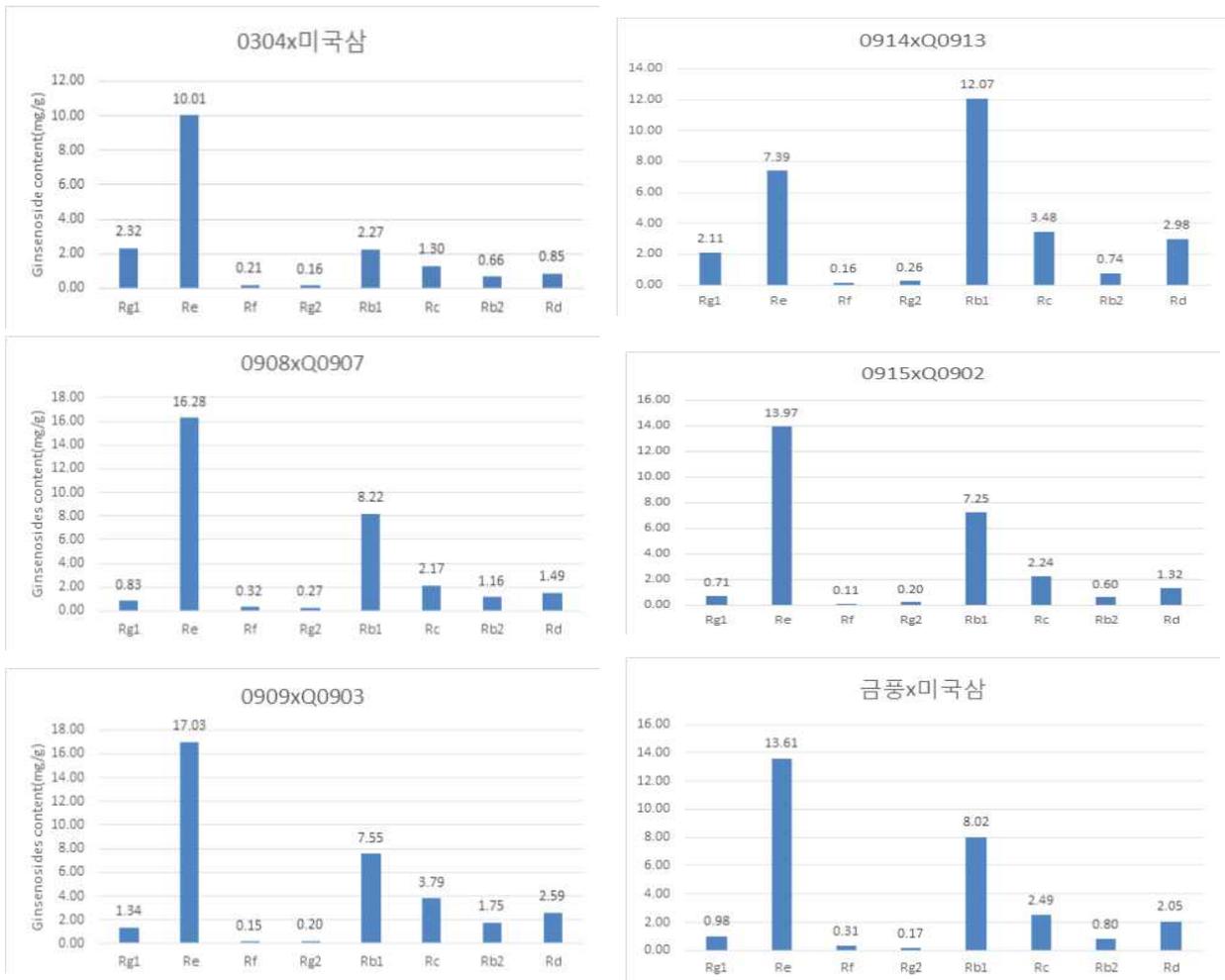


그림 18. 교잡계통간의 ginsenosides 함량비교

4) 중간잡종 F2의 사포닌 고함유 세포주 선발

2년생 중간잡종 F2식물체의 진세노사이드 함량을 분석하였던 바 미국삼xK-1 교잡종의 진세노사이드 함량은 매우 높음을 확인한 후 조직을 배양하였다.



그림 19. 2년생 F2의 ginsenosides 함량

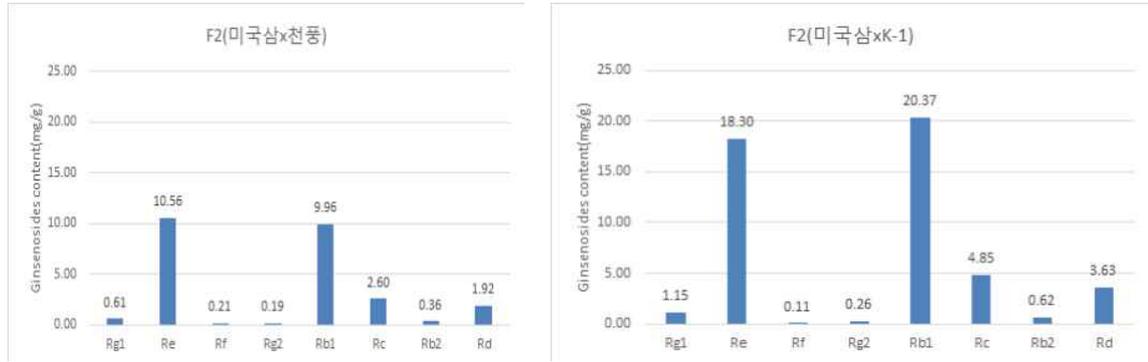


그림 20. F2(미국삼x천풍, 미국삼xK-1)의 ginsenosides 함량

F2 2라인 간에 개별 진세노사이드의 함량의 차이를 분석해 본 결과 미국삼과 K-1을 교잡한 라인에서 대부분의 진세노사이드 함량이 높았는데 특히 Re와 Rb1의 함량이 거의 2배이상 높았음을 볼 수 있었다. 모계 및 중간잡종 F1식물체로부터 유도된 부정근을 증식시킨 후, 사포닌 함량을 분석한 결과, 고려인삼이나 미국삼보다 중간잡종 개체로부터 유도된 부정근에서 높은 진세노사이드 함량을 확인하였다.

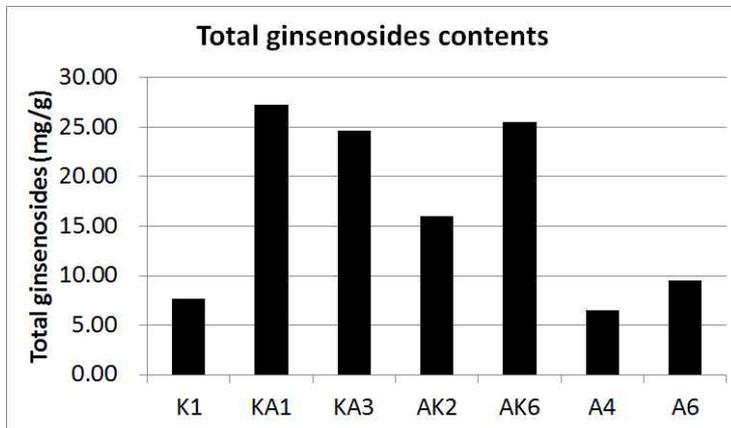
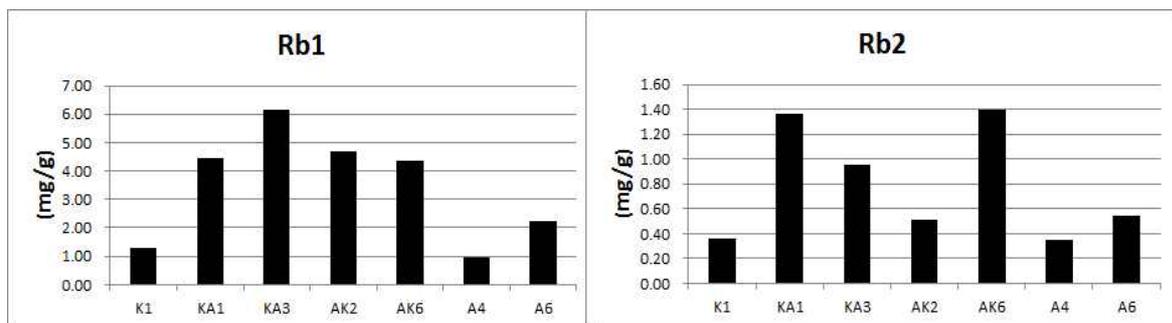


그림 21. 각각의 중간교잡주 total ginsenosides 함량



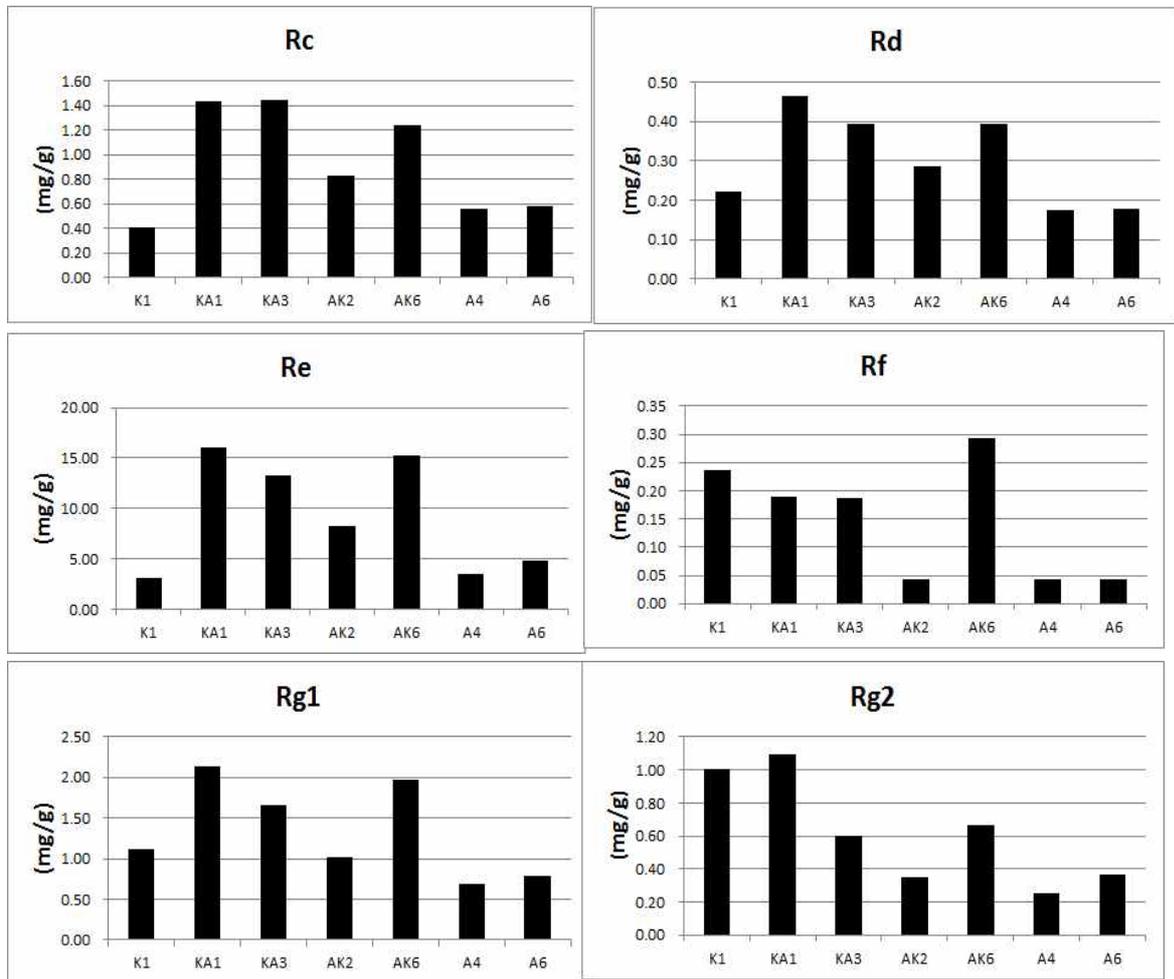


그림 22. 각각의 중간교잡주 ginsenosides의 종류별 함량

라인 간에 개별 진세노사이드의 함량의 차이를 분석해 본 결과 KA1 라인의 경우, 진세노사이드 Re, Rg1 등의 PPT 계열의 진세노사이드의 함량이 다른 라인에 비하여 월등함을 확인하였고, KA3 라인은 진세노사이드 Rb1을 다른 라인에 비하여 월등하게 높음을 확인하였다. 모계가 미국삼인 중간잡종 개체로부터 유도된 AK6의 경우에는 진세노사이드 Re, Rf를 높은 함량 축적함을 확인하였다.

중간잡종 F1 식물체의 사포닌 함유 패턴과 유도된 부정근 라인에서 유사한 패턴을 확인할 수 있었으며, 이는 고사포닌 함유 개체를 조기검정 확인하는데 사용할 수 있음을 제시한다. 또한, 개별 진세노사이드 함량이 서로 다를 수 통해, 원하는 개별 진세노사이드의 함량을 높이는 세포라인을 확보할 수 있을 것이라 본다.

5) 2017년 채굴한 F3(미국x천풍) 뿌리의 사포닌함량

채굴한 5년생 교잡계통의 F1, F2, F3세대의 뿌리부위를 주근과 세근으로 나눠 진세노사이드 함량을 조사하였다. F1~3세대와 모부분 모두에서 세근의 진세노사이드 함량이 주근보다는 전반적으로 높았다. 주근과 세근에서 모본인 미국삼보다는 적은 함량을 보였으나 부분인 천풍과 K-1 보다는 높은 함량을 보였다. F1 주근에서 미xK-1 3개체를 분석한 결과에서 개체간의 차이가 있음을 보였다. 이러한 결과는 계통화하지 않은 혼계종 미국삼을 부분으로 사용한 결과로 본다. 특히 미국삼에서는 없는 Rf가 Tr을 보였으나 세근에서는 확실한 함량을 보였다. 기타 그러한 경향을 보인 다른 계통이 있다. 이러한 결과는 이 교잡계통은 hybrid임을 알 수 있는 지표라 할 수 있다.

표 6. 뿌리 부의별 F세대의 ginsenosides 함량

부위	세대	계통	Rg1	Re	Rf	Rg2	Rb1	Rc	Rb2	F1	Rd	C-K	Total
주근	F1	Q0904x0925	0.59	12.96	0.51	0.32	9.89	0.76	1.16	0.42	0.38	0.64	27.61
		Q0903x0929	0.44	8.41	0.32	0.39	3.98	0.88	0.55	0.56	0.56	0.36	16.84
		1(미xK-1)	0.64	7.41	Tr	0.20	5.90	0.68	0.84	0.33	0.25	0.30	16.54
		2(미xK-1)	1.24	10.13	Tr	0.26	8.20	0.90	1.50	0.38	0.49	0.41	23.51
		3(미xK-1)	0.41	7.17	Tr	0.22	3.45	0.78	0.94	0.35	0.24	0.17	13.73
	F2	천x미	1.43	1.42	0.57	0.26	1.10	0.39	1.03	0.38	0.14	0.58	7.28
		미xK-1	0.64	11.96	Tr	0.28	12.22	1.06	0.60	0.54	0.78	0.21	28.67
	F3	미x천	0.72	14.89	0.46	0.40	8.56	0.51	1.03	0.35	0.39	0.29	27.92
	모본	천풍	1.16	1.22	0.50	0.27	0.88	0.62	0.66	0.24	0.11	0.24	5.91
		K-1	2.15	1.36	0.74	0.27	0.84	0.61	0.61	0.27	0.11	0.26	7.21
미국삼		0.55	15.20		0.30	23.79	0.93	0.41	0.53	0.98	0.48	43.15	
세근	F1	Q0904x0925	0.79	19.98	Tr	0.65	21.22	3.63	2.12	1.39	1.76	0.75	53.17
		Q0903x0929	0.52	15.21	Tr	0.44	7.82	1.63	0.91	0.72	0.85	0.53	29.76
		1(미xK-1)	2.59	14.17	0.23	0.29	20.16	4.49	5.63	0.88	1.60	0.31	50.82
		2(미xK-1)	3.12	14.30	0.24	0.28	18.50	5.18	6.78	0.97	2.22	0.45	52.82
		3(미xK-1)	0.73	22.09	0.26	0.49	20.87	7.79	8.75	1.28	2.18	0.51	65.61
	F2	천x미	1.88	6.45	1.07	0.74	5.92	2.15	7.89	0.74	0.55	0.34	27.73
	F3	미x천	1.35	25.32	0.53	0.61	17.98	2.22	1.69	1.00	1.62	1.18	55.49
	모본	천풍	1.45	12.11	1.79	1.45	9.81	6.38	6.43	0.60	0.92	0.51	41.45
		K-1	2.18	13.39	2.27	1.53	10.29	6.71	7.46	0.65	4.41	0.45	49.34
		미국삼	0.89	21.47	0.0	0.50	34.52	4.07	2.33	1.54	3.26	0.93	70.30

채굴한 5년생 교잡종 F3(미국x천풍) 뿌리를 사포닌 분석을 하였다. 분석은 채굴된 인삼중 비교적 굵기가 같은 모양의 20개 샘플링을 하여 뿌리 전체를 분석시료로 사용하였다. 샘플링 모두 1g당 50 mg 함량을 보였다. 샘플 1번은 98.25 mg/g으로 가장 높은 함량을 보였고, 1g당 70mg을 보인 샘플은 7, 13, 17번이 높은 경향을 보였으며, 높은 함량을 보인 모든 샘플은 진세노사이드 Rb1의 함량이 높았다. 이와 같은 결과로 보아 모든 진세노사이드는 우성으로 영향을 미치는 것으로 생각되며 특히 Rb1은 그러한 경향을 보이는 것 같다. 샘플 6 외 4개체는 모계인 미국삼보다 사포닌 함량이 낮음을 보였다. 진세노사이드 Rf와 같은 경우는 미국삼은 전혀 검출이 되지 않고 고려인삼에서 만 검출되는 데 F3 20개체 모두에서는 있는 것으로 보아 F3 모두는 hybrid임을 확인할 수 있었다.

표 7. F3(미국x천풍) 20개체별 ginsenosides 함량(mg/g)

Sample No.	Rg1	Re	Rf	Rg2	Rb1	Rc	Rb2	F1	Rd	F2	C-K	Total
1	0.89	25.98	0.22	0.52	53.47	7.97	4.55	2.56	2.48	0.45	1.17	98.25
2	1.27	19.14	0.26	0.57	28.06	6.27	3.34	1.99	2.07	0.30	1.72	65.00
3	1.61	20.13	0.23	0.59	28.48	5.16	2.88	1.72	1.82	0.34	2.24	65.21
4	1.11	18.66	0.24	0.55	33.46	5.55	3.10	1.81	1.99	0.35	1.96	68.78
5	0.84	22.26	0.23	0.40	29.26	4.87	2.94	1.74	1.68	0.31	1.12	65.66
6	0.84	18.44	0.28	0.58	18.99	3.27	1.85	1.20	0.91	0.30	1.31	47.98
7	0.64	16.16	0.35	0.38	38.58	5.42	3.04	1.77	2.65	0.47	1.36	70.81
8	0.75	15.94	0.31	0.46	23.64	4.32	2.35	1.42	1.71	0.42	0.82	52.14
9	1.06	16.41	0.26	0.46	21.49	4.19	2.35	1.39	1.34	0.32	0.91	50.17
10	1.93	12.68	0.38	0.39	23.86	6.49	3.51	2.01	2.28	0.47	1.63	55.65

11	0.74	16.56	0.28	0.31	27.60	4.49	2.52	1.56	1.75	0.33	0.93	57.07
12	0.95	22.14	0.29	0.40	32.17	6.89	4.01	2.23	1.83	0.45	1.93	73.29
13	1.10	18.67	0.33	0.38	29.14	6.43	3.32	2.05	2.98	0.45	1.95	66.80
14	0.63	16.88	0.26	0.35	34.17	4.30	2.44	1.51	1.61	0.30	1.04	63.49
15	1.16	20.19	0.31	0.74	25.01	5.83	3.23	1.92	1.84	0.31	1.77	62.30
16	1.26	16.73	0.22	0.34	31.41	5.17	2.76	1.67	1.09	0.32	0.90	61.87
17	1.25	23.14	0.26	0.79	36.16	7.64	4.20	2.42	2.44	0.44	1.87	80.61
18	0.88	20.97	0.26	0.55	23.15	4.45	2.45	1.49	1.02	0.27	1.35	56.82
19	0.76	13.62	0.54	0.40	19.69	4.35	2.45	1.52	3.47	0.49	2.12	49.43
20	1.48	21.98	0.39	0.68	26.73	6.05	3.30	1.95	2.78	0.39	1.48	67.21
천풍	1.31	4.66	1.15	0.86	3.35	3.50	3.54	0.42	0.52	-	0.38	19.68
미국삼	0.72	18.34	0.00	0.40	29.16	2.50	1.37	1.03	2.12	0.79	0.71	56.91

이러한 분석결과로 사포닌 고함유주 선발의 지표가 될 것으로 보며 이를 바탕으로 현재 기내배양을 실시하고 있다.

요약

제 2세부

- Nad-MLP마커를 이용한 multiplex PCR 이용하여 미국삼과 고려인삼의 마커를 확인한 바 미국삼은 1268bp와 682bp에서 마커를 보였고 고려인삼은 321bp에서 주밴드를 보였고 품종에 따라서는 181bp에서도 마커를 나타내었다. F2~4세대 모두 모계인 미국삼과 부계인 고려인삼 마커를 보여 이 세대는 하이브리드임을 확인하였다.
- 중간교잡 5년생 4계통 F1(Q0903x0929, Q0904x0925, Q0807x0841, 미국삼xK-1)과 자연교잡 6년생 F1(Q0809x미국삼), 4년생 F1(0702xQ1010 13계통)과 F3(AK2014-1 외 17계통), 3년생 F1, F2, F3 및 여교잡종, 2년생은 F2(0702xQ1010 외 16계통), F3, F4세대와 여교잡종 모두가 하이브리드임을 확인하였다.
- 중간교잡종 F1 부정근의 성장과 ginsenosides 생성에 적합한 각각의 배지를 선정하고자 다양한 배지에서 생체중 0.5 g 부정근을 100 ml 배지에서 6 주간 배양하였을 때, 기존에 사용하고 있는 1/2 MS배지와 MS배지보다 B5배지에서 1.25배 향상되었다.
- 중간 교잡종 F1과 F2 부정근의 성장과 ginsenosides 생성에 적합한 각각의 호르몬별 성장량은 B5배지에서 IBA 2ppm, IAA 2ppm, NAA 2ppm 처리를 하여 4 주간 배양하였을 때, 대조군보다 IAA, IBA, NAA처리 시 각각 약 1.6배, 3.5배, 3.6배 향상되었다.
- F1 5년생과 F1과 2년생 F1과 F2의 진세노사이드 함량을 분석에서 천풍을 모본으로 하는 F1보다는 미국삼을 모본으로 한 계통에서 진세노사이드 함량이 비교적 높았다. F2 미국삼xK-1의 진세노사이드 함량은 49.3 mg/g을 가장 높은 함량을 보였으며, 자연적으로 발생한 F1에서도 비교적 높은 함량을 보였다.
- F2 미국삼x천풍, 미국삼xK-1 2라인 간에 개별 진세노사이드의 함량의 차이를 분석해 본 결과 미국삼과 K-1을 교잡한 라인에서 대부분의 진세노사이드 함량이 높았으며, 특히 Re와 Rb1의 함량이 거의 2배 이상 높았다.
- 중간잡종 F1식물체로부터 유도된 부정근의 진세노사이드 함량은 모부계인 고려인삼이나 미국삼보다 중간잡종 개체로부터 유도된 부정근에서 진세노사이드 함량이 높았다.

- 중간교잡 세포주 5라인 간에 개별 진세노사이드의 함량에서 KA1 라인에 진세노사이드 Re, Rg1 등의 PPT 계열의 진세노사이드의 함량이 다른 라인에 비하여 매우 높았고, KA3 라인에 진세노사이드 Rb1이 다른 라인에 비하여 월등하게 높음을 확인하였다. 모계가 미국삼인 중간잡종 개체로부터 유도된 AK6의 경우에는 진세노사이드 Re, Rf를 높은 함량이 매우 높았다.
- 중간잡종 F1 식물체의 사포닌 함유 패턴과 유도된 부정근에서 유사한 사포닌 패턴을 확인할 수 있었으며, 이는 고사포닌 함유 개체를 조기검정 확인하는데 사용할 수 있고, 개별 진세노사이드 함량이 서로 다를 수 이용하여 원하는 개별 진세노사이드의 함량을 높이는 세포라인을 확보할 수 있을 것으로 본다.
- 5년생 교잡계통의 F1, F2, F3세대의 뿌리부위를 주근과 세근으로 나눈 진세노사이드 함량은 F1~3세대와 모부본 모두에서 세근의 진세노사이드 함량이 주근보다 높았다. 주근과 세근에서 모본인 미국삼보다는 적은 함량을 보였으나 부분인 천풍과 K-1 보다는 높은 함량을 보였다. 특히 미국삼에서는 없는 Rf가 Tr을 보였으나 세근에서는 확실한 함량을 보였다. 이러한 결과는 이 교잡계통은 hybrid임을 알 수 있는 지표라 할 수 있다.
- 5년생 교잡종 F3(미국x천풍) 뿌리 20개를 임의 선정하여 진세노사이드 함량을 분석한 결과 20개 모두 50 mg/g 함량을 보였다. 샘플 1번은 98.25 mg/g으로 가장 높은 함량을 보였으며, 70mg/g을 보인 샘플은 7, 13, 17번으로 개체간 차이가 많음을 보였다. 샘플 6 외 4개체는 모계인 미국삼보다 진세노사이드 함량이 낮음을 보였다. 진세노사이드 Rf와 같은 경우는 미국삼은 전혀 검출이 되지 않고 고려인삼에서 만 검출되는 데 F3 20개체 모두에서는 있는 것으로 보아 F3 모두는 hybrid임을 확인할 수 있었다.

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

		코드번호	D-06
4-1. 목표달성도			
구분	연구목표	세부연구목표	달성도(%)
최종	중간교잡종(고려인삼 x 미국삼) F2세대 증진 및 교배친용 계통 육성	F 세대 발아율 및 출아율 조사	100
		고려인삼과 미국삼의 품종 및 계통간의 F1 육성	100
		F1의 불임타파로 F2 육성	100
		(P.g x P.q) x P.g, (P.q x P.g) x P.g의 품종 및 계통간 여교잡종 육성	100
		고려인삼 계통 및 품종과 미국삼 계통간의 친화력 검증 및 교잡종 육성	100
		연생간 음성증진물질 처리시기 및 적정농도 규명	100
		중간교잡종 세대별(F1, F2) 생육특성 조사	100
		F 세대별 임실율, 개잡율, 채종 및 파종	100
		표현형에 의한 중간교잡종 확인 및 분리	100
		분자 marker로 확인된 F3개체 분리 및 계통화	100
		고려인삼 및 미국삼의 꽃 시기별 androgenesis 분석	100
		고려인삼과 미국삼의 약 및 화분 구조 규명	100
		고려인삼 심피의 발달단계 규명	100
		고려인삼 및 중간잡종 F1의 심피의 세포학적 분석	100
	고려인삼과 미국삼 유전자원 선발 및 육성	100	
	기내배양에 의한 중간잡종 및 고사포닌 개체 조기검정	SNP를 이용한 중간교잡종 분자 marker 개발	100
		개발된 분자 marker로 중간교잡종 확인	100
		중간교잡종 F1 식물체 기내배양	100
		사포닌 고함유 개체 및 line 확인	100
		사포닌 고함유 cell line 증식	100
개체별 세대별(F1, F2, F3) 기내 증식을 조사		100	
F 세대별 개체별 사포닌 분석으로 고사포닌 개체선발	100		
선발된 모부분 고려인삼과 미국삼 사포닌 분석 비교	100		
4-2. 관련분야 기여도			
○ 이 분야에 대한 연구는 국내외적으로 찾을 수 없어 비교할 수가 없음			

5. 연구결과의 활용계획

		코드번호	D-07
<ul style="list-style-type: none"> ○ 중간교잡종 F1의 불임 난제를 타파함으로 인삼육종 신소재 육종 의 러나 ○ 추가연구의 필요성은 매우 높으나 기업에서 하는 것은 연구의 한계가 있다고 판단됨. 이는 주연구가 중간교잡종 육성인 관계로 육종소재 창출로 기업체에서 사업화할 만한 소지는 거의 없다고 본다. ○ 그러나 F1을 비롯한 F2, F3, F4를 이용하여 조직배양을 이용하여 고사포닌 세포주를 이용하여 산업화 가능성은 있으나 시장의 한계가 있는 것으로 봄. 			

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08
○ 국내외적으로 인삼의 효능 분야는 많으나 재배분야에 대한 것은 미비한 상태이며 더욱 인삼육종의 중간잡종에 대한 것은 보고된 것을 찾을 수가 없었다.	

7. 연구개발결과의 보안등급

코드번호	D-09
○ 일반과제	

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

코드번호	D-11
○ 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 제9조 1항에 따라 연구실에 대한 정기적인 정밀안전진단을 실시하여, 위해발생요인을 사전에 도출하고, 이에 대한 시설의 보수, 보강 및 안전관리를 통하여 연구실에 대한 기능 유지관리	

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문 /특허 /기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	코드번호		D-12		
					논문게재지/ 특허등록국가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/ 인용횟수 등)
1	논문	PgLOX6 encoding a lipoxygenase contributes to jasmonic acid biosynthesis and ginsenoside production in Panax ginseng	-경희대학교 -한방바이오(주)	교신	Journal of Experimental Botany	5.7	2016.11.09	중복	SCI
2	논문	Discrimination of Korean ginseng (Panax ginseng Meyer) cultivar Chunpoong and American ginseng (Panax quinquefolius) using the auxin repressed protein gene	-경희대학교 -한방바이오(주)	교신	Journal of Ginseng Research	3.9	2016.10.01	중복	SCIE
3	논문	Cytological analysis of ginseng carpel development	-경희대학교 -한방바이오(주)	교신	Protoplasma	2.9	2017.09.01	중복	SCI
4	논문	Cytological characterization of anther development in Panax ginseng Meyer	-경희대학교 -한방바이오(주)	교신	Protoplasma	2.3	2016.07.01	중복	SCI
5	논문	Development of interspecies hybrids to increase ginseng biomass and ginsenoside yield	-경희대학교 -한방바이오(주)	교신	PLANT CELL REPORTS	3.1	2016.04.01	중복	SCI

11. 기타사항

코드번호	D-13
○	

12. 참고문헌

코드번호	D-14
	<p>안상득, 최광태 1984. 고려인삼과 미국삼의 부위별 Saponin 함량. 한국작물학회지 29(4): 342-349</p> <p>정열영, 정찬문, 최광태, 정찬선 1993. 고려인삼과 미국삼의 생육특성비교. 한국육종학회지 24(1): 81-86</p> <p>정찬문 1992. 기내 배배양에 의한 고려인삼의 callus 유기 및 기관분화에 관한 연구. 충남대학교 박사학위 논문.</p> <p>최용의 2017.High frequency somatic embryogenesis and plant regeneration of interspecific ginseng hybrid between Panax ginseng and Panaxquinquefolius. 고려인삼학회 (2017)1-11</p> <p>황종규 1969. 인삼의 중간잡종 Panax ginseng X P.quinquefolium 의 발생학적 연구 특히 결실 불능의 원인에 관하여. 한국작물학회지 5: 69-86</p>

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치 식품개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.