

프로젝트 최종실적보고서

<p>(뒷면)</p> <div data-bbox="150 1261 357 1377" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">주 의 (편집순서 8)</div> <p>(15 포인트 고딕계열)</p> <p style="text-align: center;">↑ 6cm ↓</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">과제번호 21300204</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">일본용 H형 무 품종 개발</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">농림축산식품부</p> <p style="text-align: center;">↑ 3cm ↓</p>	<p style="text-align: right;">(앞면)</p> <p>보안과제(), 일반과제(○) 과제번호 21300204</p> <p style="text-align: center;">5cm ↓</p> <p style="text-align: center;">일본용 H형 무 품종 개발 (Development of cultivar for Japanese H type radish)</p> <p style="text-align: center;">세종대학교</p> <p style="text-align: center;">↑ 9cm ↓</p> <p style="text-align: center;">농림축산식품부</p> <p style="text-align: center;">↑ 4cm ↓</p>
---	--	--

제 출 문

농림축산식품부장관 귀하

이 보고서를 “일본용 H형 무 품종 개발” 프로젝트(세부프로젝트 “만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종개발”, “조기비대용 백육색 가을무 품종개발”, “월동용 백육색 품종개발”)의 보고서로 제출합니다.

2017 년 02 월 13 일

프로젝트 연구기관명 : 세종대학교

프로젝트 책임자 : 박 한 용

세부프로젝트 연구기관명 : 세종대학교

세부프로젝트 책임자 : 박 한 용

세부프로젝트 연구기관명 : 중원종묘

세부프로젝트 책임자 : 강 갑 수

세부프로젝트 연구기관명 : 뉴란바이오

세부프로젝트 책임자 : 안 영 순

보고서 요약서

과제고유번호	213002-04-4-CGJ00	해 당 단 계 연 구 기 간	41개월	단 계 구 분	1/1
연구사업명	단 위 사 업 명	* 채소,원예 : 농식품기술개발(R&D) * 원예(표고) : 농식품기술개발 * 수산 : 수산기술개발 * 식량, 종축 : 농업공동연구			
	세부 사업명	Golden Seed 프로젝트			
연구과제명	프로젝트명	일본용 H형 무 품종 개발			
	세부 프로젝트명 (주관 연구기관 /연구책임자)	만추대 및 위황병 저항성 백옥색 무 품종 개발 (세종대/ 박한용)			
		조기비대용 백옥색 가을 무 품종 개발 (중원종묘/ 강갑수)			
		월동용 백옥색 품종 개발 (뉴란바이오/ 안영순)			
연구책임자	박한용	해당단계 참 여 연구원 수	총: 86명 내부: 41명 외부: 45명	해당단계 연 구 개 발 비	정부: 1,420,000천원 민간: 267,300천원 계: 1,687,300천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 86명 내부: 41명 외부: 45명	총 연구개발비	정부: 1,420,000천원 민간: 267,300천원 계: 1,687,300천원
연구기관명 및 소속부서명	세종대학교 바이오산업자원공학과			참여기업명 - 중원종묘 - 뉴란바이오	
위탁연구	연구기관명: - 미라클종묘 - 세종대학교	연구책임자: - 최준화 - 박한용			
요약	<ul style="list-style-type: none"> - 만추대 및 위황병 저항성 백옥색 무 품종 개발 연구는 품종보호출원 1건, 등록 1건, 기술이전 1건을 달성 - 조기비대용 백옥색 가을무 품종 개발 연구는 품종 출원 3개와 품종 등록 1개, 종자 수출액 122.7만 USD를 달성 - 월동용 백옥색 품종개발 연구는 유전자원 수집 10점, 품종생산수입판매 등록 2점을 달성 			보고서 면수 171	

요 약 문

I. 제 목 : 일본용 H형 무 품종 개발

II. 연구성과 목표 대비 실적

1. 만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발 연구는 저온기가 긴 우리나라에서 선발 육성한 계통을 이용하여 일본용 만추대성 무를 개발하는 것을 목표로 하였다. 정량적 성과목표로 품종보호출원 3건, 등록 1건, 종자수출 50만USD를 설정하였고, 연구성과로 품종보호출원 1건, 등록 1건, 기술이전 1건을 달성하였다.
2. 조기비대용 백육색 가을무 품종 개발 연구는 일본 시장 내에서 재배면적이 가장 넓은 가을무에 있어 경쟁력을 갖춘 신품종을 개발·육성하는 것을 연구 목표로 설정하였다. 정량적 성과목표로는 품종 출원 3개와 종자 수출 42만 USD를 설정하였고, 연구성과로 품종 출원 3개와 품종 등록 1개, 종자 수출액 122.7만 USD를 달성하였다.
3. 월동용 백육색 품종개발 연구는 일본 남부 지역 중심으로 가을무 재배에서 봄무재배로 이어지는 중간 재배작형에 적합한 품종을 개발하는 것을 연구목표로 하였다. 정량적 성과목표로는 유전자원 수집 10점과 품종생산수입판매 등록 2점, 종자 수출 5만 USD를 설정하였다. 연구 성과로는 유전자원 수집 10점, 품종생산수입판매 등록 2점을 달성하였으나 종자수출은 실적이 없어 달성하지 못했다.

III. 연구개발의 목적 및 필요성

무(Raphanus sativus L.)는 우리나라는 물론, 일본, 중국, 인도 등 아시아를 대표하는 채소로서 오랫동안 재배되어 왔다. 또한 그 재배면적도 넓어 배추, 고추 등과 함께 종자시장에서 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 특히 일본 내에서 무는 두번째로 넓은 재배면적을 차지하는 채소로, 품종 개량의 역사가 오래되어 그 기술수준 또한 매우 높다. 일본 무 시장규모는 연간 약 500억 원으로 추산되며 그 중 약 60%를 일본 가을무가 점유하고 있다.

그러나 1990년대 후반 외환위기 이후 일본으로의 국내 무 종자 수출은 현저히 감소하였다. 이후 일본 업체들의 높은 기술수준, 일본 내 무 재배면적 감소 등의 요인으로 인해 국내 무 종자 품종개발은 일본보다 중국, 인도, 동남아시아 등지를 목표로 하여 진행되고 있다.

현재 일본 가을무 적기, 후기의 우점품종인 福齋와 冬みね는 약 20년간 그 지위를 유지하고 있다. 이미 높은 기술수준에 도달한 일본 시장을 공략하기 위한 신품종 개발은 분명 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 그러나 반대로, 해당 시장에서 우점품종 개발에 성공할 경우 장기간 선도지위 유지가 가능하며 종자 시장이 발전하고 있는 여타 국가로의 수출도 가능해질 것이다. 특히 최근 발표되는 품종들은 모두 옹성불임성을 이용한 품종으로, 소재로 활용이 불가능하다. 따라서 우점품종 개발 시 소재 차별화 우위를 더욱 오래 유지할 수 있어 장기간에 거친 높은 부가가치 창출이 가능하다. 따라서 본 연구는 일본 시장 내에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 일본 가을무 시장을 선도할 수 있는 신품종을 개발하는 것을 목적으로 한다.

IV. 연구개발 내용 및 범위

1. 만추대 및 위황병 저항성 백옥색 무 품종 개발 연구에서는 위황병 저항성이 있으면서 추대가 늦은 만추대 무를 육성하기 위해 기존에 선두 품종인 R64를 대비종으로 하여 R64보다 근피가 깨끗하면서 근미 맷힘이 조금 더 좋은 신품종을 육성하고 일장감응도가 둔감하여 재배 폭이 넓은 품종을 육성하였다.
2. 조기비대용 백옥색 가을무 품종 개발 연구에서는 가을무 선두 품종인 후쿠호마레와 후쿠덴카보다 재배폭이 넓고, 환경적응성이 우수한 품종육성을 목표로 하였다. 후쿠덴카는 조숙성이나 바람들이가 빠르고 수확기가 짧은 단점이 있고, 후쿠호마레는 근미 맷힘도 빠르고 근형도 좋으나 재배 폭이 좁고 근피가 조금 거친 단점이 있으므로 선두 품종인 후쿠호마레, 후쿠덴카보다 바람들이가 늦으며 재배 폭이 넓고 환경적응성이 높은 품종을 육성하였다.
3. 월동용 백옥색 품종개발 연구에서는 일본 월동용 작기의 선두 품종인 R67의 단점을 극복한 품종육성을 목표로 하였다. R67은 추대가 늦고 재배는 안정적이거나 근미 맷힘이 늦어 뽑기가 아주 힘든 단점이 있다. 이에 월동용 작형에서 저온비대력, 저온신장력이 좋고 근미 맷힘이 좋으면서 뽑기 쉬운 품종 및 만추대이며 조숙성인 품종을 육성하였다.

V. 연구개발결과

1. 만추대 및 위황병 저항성 백옥색 무 품종 개발 연구에서는 일본 현지 재배시험에서 선발된 조합에 대하여, 현지 업체와 협업하여 지역 적응성 검정을 실시하였다. 그 중 유망한 품무 6개 조합을 선발하고, 이 중 한 조합을 3004A로 품종보호출원 및 품종 보호등록을 하였다. 또한 2016년 61478 조합에 대하여 일본 현지에서 반응이 양호하여 일본 업체로부터 100 kg 종자 생산 주문을 받아 종자를 생산하였다. 기 공시된 시교중에서 3001A 및 3008A 종자에 대해서도 400 kg의 종자주문을 받아 수출을 진행 중에 있다.
2. 조기비대용 백옥색 가을무 품종 개발 연구에서는 일본 현지 조합선발 시험에서 선발된 조합을 현지 업체에서 지역 적응성 검정을 수행하여, 유망한 가을적기용으로 2개 조합을 선발하고 GR-29, GR-30으로 명명하였다. 이 중 GR-29는 품종등록을 완료하였다. 가을후기용으로는 1개 조합을 선발하여 GR-31로 명명하고 품종보호 출원하였다.
3. 월동용 백옥색 품종개발 연구에서는 일본 회사와 공동으로 현지 재배시험에서 4조합을 선발하고, 이들 중 일본회사에서 다량 샘플을 요구한 2조합을 에이알제이2102, 에이알제이2104로 품종생산수입판매 신고하였다.

VI. 연구성과 및 성과활용 계획

1. 만추대 및 위황병 저항성 백옥색 무 품종 개발 연구에서는 우수 품종 개발로 인한 육종 기술의 확립을 가져왔고 향후 무 품종개발의 기초가 될 수 있도록 개발하였고 품종 육성에 필요한 육성가 및 육성 보조원 인력 양성에 기여하였다. 또, 시들음병 저항성 접종 기술 개발로 향후 일본 수출품종에 대한 시들음병 저항성 검정시험이 가능하게 되었다. 우수 품종을 개발하여 일본내 무 종자 시장 점유율 증대에 기여하였고, 본 연구에서 나온 품종 및 시교를 공시하여 GSP 수출 증대에 기여 할 수 있도록 할 예정이다.

2. 조기비대용 백육색 가을무 품종 개발 연구에서 개발된 GR-29, GR-30, GR-31은 일본 종자 업체 2개사에서 시험 중이다. 이중 GR-31은 2017년 200kg의 주문을 이미 확보하였다. 연구 기간동안 먼저 개발된 2개 품종을 수 출하여 수출목표인 42만 달러(USD)를 크게 상회하는 122.7만 달러(USD)를 달성하였다. 해당 품종에 대한 수요는 지속적으로 증가될 것으로 예상된다. 또한 이에 따라 본 연구의 결과로 개발된 품종들에 대한 현지 업체들의 시험이 종료되면 일본 무 시장 내에서 선도적 위치를 점할 수 있게 될 것으로 기대된다. 또한, 이를 활용하여 중국, 인도 등 아시아 시장을 공략할 수 있는 품종 개발이 가능할 것이다.
3. 월동용 백육색 품종개발 연구에서는 유전자원 10점을 수집하였고, 이들 자원을 국립농업 유전자원센터에 기탁하여 무 품종육성을 위한 유전자원으로 활용할 수 있도록 하였다. 일본 현지에서 유망조합으로 선발된 2조합을 품종생산수입판매 신고를 하였고, 생산 실패로 수출 상담이 중단 되었으나 채종시험을 계속하여 일본 현지에 확대 시험하고 수출까지 진행되도록 할 것이다. 또한 현재까지 수행하여 얻은 연구결과를 활용하여 중국 수출용 무 품종을 개발할 것이다.

SUMMARY

I. Title: Development of cultivars for Japanese H type radish

II. The purpose of the research

Radish (*Raphanus sativus* L.) is one of the most important vegetables in Asian region including Japan, China, and Korea. Especially in Japan, it makes up the second widest cultivation area among vegetables. F1 hybrid cultivar of radish, with the highest level of quality, has become majority in the Japanese market. Development of competitive combinations and cultivars, therefore, is expected to generate significant value from regional and global export.

This research aims 1) to develop new radish cultivars for spring-sowing varieties taking the highest price in Japanese market, 2) to develop new cultivars focusing on the high-end autumn-sowing cultivars taking the largest cultivating area in Japanese market, and 3) to develop new cultivars for over-winter segment and increase the radish market share in Japan.

III. Content and scope of research

1. Development of white-fleshy varieties of radish with late bolting and Fusarium wilt resistance:

The elite lines selected from the cultivation in low temperature area of Korea were used to develop new F1 cultivars for spring-segment in Japanese market. New cultivars have good characteristics, such as late bolting, Fusarium wilt resistance, good appearance and early root-bluntness were developed. These cultivars are highly promising for Aomori and Hokkaido area in northern part of Japan, where the cultivation area of radish is currently expanded in Japan.

2. Development of Oriental Radish Varieties with Fast Root Enlargement and White Fresh:

This research developed F1 hybrid combinations through performance test of pure lines and introductory lines. The research also includes the processes of purification and incompatibility test, utilizing segregated lines. The tests and selections of varieties were conducted in the local field in Japan, with the intention to shorten research time and for enhancing the local adaptability.

After pilot tests and verifications for the local adaptability were conducted on the selected varieties, variety protection applications were applied. Additionally, in order to develop high-quality varieties meeting high market standards, and to maintain long-term dominance in the breeding market with tough competitions, male sterility method were applied to promising varieties.

3. Development of Winter Radish Variety with White Flesh:

To widen the breeding materials, collected varieties from China and Japan. Most of pure lines are segregated from F1 and OP varieties, tested SI, MS. Recurrent selection of promising lines and combinations are carried out in Jeju island near to Japanese growing environment, but also inland. Final F1 selection is conducted in Japan area by co-operation with Japanese companies.

IV. The results of research and development

1. Development of white-fleshy varieties of radish with late bolting and Fusarium wilt resistance:

The local adaptability test of new Japanese cultivars was conducted in cooperation with the seed companies in Japan. Six promising cultivars were selected among the tested combinations, and 3004A were enrolled for plant variety protection and variety registration. In addition, the seeds of 61478 was produced 100 kg and exported to Japan in 2016. We also exported 400 kg of radish seeds of 3001A and 3008A to Japan.

2. Development of Oriental Radish Varieties with Fast Root Enlargement and White Fresh:

Three promising varieties among autumn-sowing varieties were selected and named as GR-29, GR-30 and GR-31, respectively. After local adaptability test in the field, variety protection application were applied for them. With the new varieties, approximately 1.2 million USD of export to Japanese market has been achieved, which is about 5 time of the target number of 0.4 million USD. The size of export is expected to be grown rapidly when the test for the all varieties finished. Besides, the new development of leading varieties will help develop new varieties targeting other Asian markets including China and India.

3. Development of Winter Radish Variety with White Flesh:

Ten germplasm were collected and donated to National Gene Bank. 2 promising combinations are selected finally through the local test in Japan and registered as the name of ARJ2102, ARJ2104 respectively.

V. Research results and performance utilization plan

1. Establishment of excellent breeding technique for radish, and contribute to grow radish breeders and assistants
2. FW inoculation screening system of radish was developed. It would be helpful to screen new radish cultivars with FW resistance to Japanese market.
3. The new radish cultivar with late bolting and FW resistance contributed to increase the market share in radish seed market in Japan. We will continuously contribute to increase the export of radish seeds of cultivar that developed in this study.
4. Counselling on export of new cultivars, and supporting successful seed production.
5. To utilize the results of this project for breeding radish for China market.

CONTENTS

Chapter 1 Overview of the research	12
Section 1 The purpose of the research	12
Section 2 The necessity of research and development	13
Section 3 Scope of research and development	15
Chapter 2 Status of domestic and foreign technology	21
Section 1 The export of radish seeds from Korea to Japan	21
Section 2 Changes of the Japanese radish market	22
Section 3 Japanese radish varieties	24
Section 4 Fusarium wilt of radish	28
Chapter 3 Research contents and results	29
Section 1 Development of white-fleshy varieties of radish with late bolting and Fusarium wilt resistance	29
Section 2 Development of oriental radish varieties with fast root enlargement and white fresh	48
Section 3 Development of winter radish variety with white flesh	109
Chapter 4 Achievement of purpose and contribution to the related field	133
Section 1 Quantitative research purposes and achievements	133
Section 2 Purposes, contents and achievements of the research by year	133
Section 3 Export details of Japanese radish by years	136
Chapter 5 Results and future plan of research	137

Section 1 Results of research	137
Section 2 Future plan and expected effect from R & D results	163
Chapter 6 Related information from overseas	166
Chapter 7 References	170

목 차

제 1 장 프로젝트의 개요 및 성과목표	12
제 1 절 연구개발의 목적	12
제 2 절 연구개발의 필요성	13
제 3 절 연구개발의 범위	15
제 2 장 국내외 기술개발 현황	21
제 1 절 우리나라의 대일본 무종자 수출현황	21
제 2 절 일본무 시장의 변화	22
제 3 절 목표시장의 품종 분석	24
제 4 절 무 위항병	28
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	29
제 1 절 만추대 및 위항병 저항성 백육색 무 품종 개발	29
제 2 절 조기비대용 백육색 가을무 품종개발	48
제 3 절 월동용 백육색 품종개발	109
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	133
제 1 절 정량적 연구목표 및 달성도	133
제 2 절 연차별 연구개발목표, 내용 및 달성도	133
제 3 절 연차별 일본 무 수출내역	136
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	137
제 1 절 연구개발성과	137
제 2 절 연구개발성과의 활용방안 및 기대효과	163

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	166
제 7 장 참고문헌	170

제 1 장 프로젝트의 개요 및 성과목표

제 1 절 연구개발의 목적

무(Raphanus sativus L.)는 우리나라는 물론, 일본, 중국, 인도 등 아시아를 대표하는 채소로서 오랫동안 재배되어 왔다. 또한 그 재배면적도 넓어 배추, 고추 등과 함께 종자시장에서 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 특히 일본 내에서 무는 두번째로 넓은 재배면적을 차지하는 채소로서, 품종 개량의 역사가 오래되어 그 기술수준 또한 매우 높다. 일본 무 시장규모는 연간 약 500억 원으로 추산되며 그 중 약 60%를 일본 가을무가 점유하고 있다.

일본 무 품종개발 역사는 200여년에 이르며, 초기부터 민간 영역이 주도하여 이루어졌다. 이에 따라 학술적 규명과 소재의 분류, 종자생산 및 육종에 이르기까지 다양한 영역에서 일본 종자 기업들은 세계적 수준의 입지를 지니게 되었다.

일본 무는 남지계형 무로서 우리나라에서 주로 소비되는 북지계무와는 구분되는 군으로서, 근장이 길고 근피가 고우며 육질이 연한 것이 특징이다. 1970년대 이전까지 대부분의 품종을 고정종이 주도하였고, 청수색이 없는 백색무를 선호하는 시장 선호에 따라 이러한 특성에 맞춘 품종 개량이 진행되었다. 그러나 일본 다끼 종묘사의 내병총대(耐病總太)가 발표된 후, 시장에서 추근 부위에 청색이 있는 무에 대한 선호가 상승하여, 결국 청수계품종이 주시장을 차지하게 되었다. 현재까지도 해당 품종은 상당량이 무말랭이용, 가정용 품종으로 큐슈지방을 중심으로 많은 양이 재배되고 있다. 그러나 점차 소비자의 요구 수준이 상승함에 따라, 순도가 낮은 복교잡품종에서 순도가 높은 삼원교잡 및 단교잡 품종으로 시장의 중심이 이동하였다. 근래에는 대부분의 품종들이 옹성불임성을 이용한 단교잡 품종으로, 100% 순도에 달하는 고품종 품종을 판매하는 최고수준의 육종기술에 도달하였다.

우리나라에서 일본으로의 무 종자수출은 대형 봄무를 시작으로 일본 가을무와 봄무 종자를 중심으로 이루어져왔고, 특히 1990년대 중반에는 본 연구자가 만추대 봄무를 수출하는 데 성공함으로써 일본 시장에서 국내 무 육종 기술이 인정받는 계기가 되었다. 그러나 1990년대 후반 외환위기로 인해 국내 우수 종자기업들이 외국기업에 인수합병된 이후 일본으로의 국내 무 종자 수출은 현저히 감소하였다. 일본 업체들의 높은 기술수준, 일본 내 무 재배면적 감소 등의 요인으로 인해 국내 무 품종개량은 일본보다 중국, 인도, 동남아시아 등지를 목표로 하여 진행되고 있다.

현재 일본 가을무 적기, 후기의 우점품종인 福齋와 冬みね는 약 20년간 그 지위를 유지하고 있다. 이미 높은 기술수준에 도달한 일본 시장을 공략하기 위한 신품종 개발은 분명 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 동시에, 해당 시장에서 우점품종 개발에 성공할 경우 장기간 선도 지위 유지가 가능하며 종자 시장이 발전하고 있는 여타 국가로의 수출도 가능해질 것이다. 특히 최근 발표되는 품종들은 모두 옹성불임성을 이용한 품종으로, 소재로 활용이 불가능하다. 따라서 우점품종 개발 시 소재 차별화 우위를 더욱 오래 유지할 수 있어 장기간에 거친 높은 부가가치 창출이 가능하다. 현 가을적기 품종의 경우 본 연구자가 1990년대 중반에 발표한 품종을 소재로 개발한 품종으로, 봄무 품종개발의 경험과 기술을 바탕으로 일본 시장을 선도할 수 있는 가을무 품종을 개발하는 것을 본 연구의 목적으로 한다.

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 연구개발 기술의 경제적 중요성

일본 내 무 재배면적은 2015년 현재 32,900ha로, 매년 약 400~450ha의 감소 추이를 보이고 있다. 하지만 여전히 양배추와 함께 채소작물 중 가장 큰 재배면적을 차지하고 있으며 재배 지역의 분포가 일본 전역에 걸쳐져 있어, 일본 종묘 시장 내에서 가장 중요도가 높은 채소라고 할 수 있다. 더욱이 무 재배산지는 과채류의 수박, 메론 등과 일치하는 경우가 많아 종자 영업적 측면에서도 타 상품과 큰 시너지효과를 내는 산지를 다수 보유하고 있어 그 전략적 중요도가 매우 높다.

일본 내 지역적 재배 현황을 살펴보면, 근래에는 수송수단의 발달로 겨울 저온기에는 남부 큐슈 지방, 여름 고온기에는 상대적으로 서늘하여 재배가 쉽고 상품률이 높은 홋카이도 지방으로 양분되는 현상을 나타내고 있다. 1990년대와 달리, 여름 고랭지 재배는 현재에는 거의 이루어지지 않는다.

표 1. 일본의 채소재배면적 (2015년)

(단위: ha)

구분	양배추	무	양파	옥수수	파	상추	시금치	당근
면적	34,700	32,900	25,700	24,100	22,800	21,500	21,000	18,100

출처: 일본 농림성 통계

일본 종묘 업계에 따르면, 무 종자 시장 규모는 약 USD 50억으로 추산되며 이 중 약 30%는 가정용, 소포장용, 또는 가공용으로 사용되고 있다. 재배 면적은 매년 소폭 감소하는 추세를 보이고 있으나, 고품질 신품종 개발에 따른 가격 상승효과로 인해 전체 시장 규모는 유사한 수준을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

종자 가격은 2dl(1홉) 당 JPY 8,000~14,500 수준에 형성되어 있으며, 평균 단가는 매년 소폭 상승하고 있다. 특히 신품종의 경우, 기존 제품에 비해 10~20% 높은 가격대를 형성하고 있다. 대표적으로, 다끼종묘의 top-runner의 경우 2dl 당 JPY 14,500, 후지가제는 2dl 당 JPY 12,000의 가격대를 형성하여, 평균을 크게 웃도는 높은 가격대를 형성하고 있다.

봄무와 가을무의 가격차이는 1990년대에는 약 2배에 달하고 있었으나, 미가도 교화 종묘의 福蜷가 가을무로 재배되면서 가을무 가격 상승을 견인하였다. 福蜷는 [만추계 x 가을무] 조합으로, 채종상 [만추계 x 만추계]와 유사하거나 더욱 높은 원가를 형성하였다. 또한 2dl(1홉)의 부피 단위로 판매되는 일본 시장 관행 상, 부피당 립수가 많은 만추계의 특성에 따라 단위 부피당 립수의 차이가 가격 상승을 이끈 주요한 원인으로 역할하였다. 립수가 많아짐에 따른 가격 상승효과는 농가들에게도 큰 무리없이 수용되어, 시장 전반적인 가격 상승이 이루어졌다.

근래 일본무 시장은 추근 색깔이 연하고 비대가 빠르면서 H형의 특징을 보이고, 수확기의 폭이 넓으면서 가공 및 시장출하를 겸할 수 있는 고품질 품종을 요구하고 있다. 특히 봄용 품종은 기후 변화에 따른 추대의 불안을 해소할 수 있고 수확기에 재포기간이 넓은 안정된 품종을 요구하고 있다. 이러한 까다로운 조건을 충족시키는 품종은 높은 가격대를 형성하면서도 수요가 높아 우수한 시장성을 지니고 있다. 가을용 품종은 福舘가 20여년 간 우점지위를 차지하고 있는 동안 성능의 개선이 없었고, 오히려 발표 당시에 비해 성능이 저하되었다는 농가의 불만이 높아져가고 있어 새로운 품종에 대한 필요성이 높다. 겨울무를 포함한 가을무 면적이 무 전체 면적의 60% 이상을 차지하고 있고, 신품종 개발 시 우점 지위를 장기간 유지할 수 있을 것으로 예상되어 부가가치가 매우 높은 작형이다.

2. 연구개발 기술의 지리적·기술적 중요성

일본의 채소 종자 회사들의 육종 연구 농장들은 대부분 간토 지방에 모여있어 우리나라와는 기후, 토질 등 재배환경의 차이가 크다. 우리나라는 일본에 비하여 겨울이 춥고 길며, 봄, 가을에도 온도의 변화가 급격하게 일어나고 건조한 기후적 특성을 보여 재배에 불리한 환경을 가지고 있다. 이러한 열악한 조건을 활용하여, 더욱 추대가 늦고 저온요구도가 높은 계통을 육성하고 급격한 온도변화에 대한 적응력이 높은 계통들을 선발함으로써 일본 기업들에 비해 더욱 우수한 품종 개발을 이루어낼 수 있다. 또한 육종 소재들의 활용 측면에서도 [만추대 x 가을계]의 조합 및 품종 육성이 일본에서보다 용이하므로 품종 육성의 지리적 차이를 더욱 전략적으로 활용할 수 있다.

[가을무 x 가을무] 조합의 품종 육성은 소재의 제한성으로 인해 [만추계 x 가을계]에 비해 그 특성의 개량이 어려워 현 우점품종인 미가도교화 종묘의 福舘의 한계를 넘지 못하고 있는 실정이다. 하우스 내 육묘로 만추계와 가을계 간의 개화시기 차이를 좁혀 보다 넓은 소재를 활용함으로써 우리나라의 기후적 특성을 활용하여 일본무 시장에 더욱 적합한 품종을 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

[가을무 x 가을무] 품종은 국내에서보다는 이탈리아, 뉴질랜드 등의 대규모 기계화 지역에서 생산하는 것이 생산단가를 낮출 수 있어 국내 및 일본 종자 업체들이 주로 활용하는 일반적인 방법이다. 하지만 [만추대 x 가을무] 품종, 혹은 [만추대 x 만추대] 품종은 저온 요구도가 높아 이탈리아나 뉴질랜드 등지에서는 양친의 개화기 조정, 뿌리의 과도한 비대 등으로 채종이 어려운 단점이 있어, 국내가 보다 우호적인 재배 여건을 보유하고 있는 것으로 볼 수 있다. 실제로 최근 일본 종자업체들이 국내에서의 만추대 품종 위탁 채종을 시작하였으며, 종자 생산 단가 측면에서도 국내 생산의 경우 10a 당 250~300만원 수준이나, 일본에서의 생산 단가는 이에 비해 약 3배 정도 높아, 생산 원가 측면에서도 국내 생산이 유리한 조건을 보유하고 있다.

3. 연구개발 기술의 기술적 여건

무 육종기술은 일본에서 전래되었으나, 국내 기술 수준의 급속한 발전으로 인해 현재에는

국내 육종 수준이 일본과 유사하거나 다소 높은 수준에 이른 것으로 평가된다. 대일본 무 종자 수출 역사를 보면, 대형 봄무(고농조생대형 봄무)와 가을무(기이신 1·2호, 靑さかり)와 봄무(R64, R67, S50140) 등이 일본의 무 시장을 장악한 바 있다. 이들은 대부분이 국내에서는 소비되지 않는 무 소재를 선정·연구하여 일본무로 육성한 것으로, 이는 국내 무 육종 기술의 우수성을 보여주는 것이라 할 수 있다.

소재 측면에서 국내 무 품종들은 대체로 청수가 진하고 단단하고 추대가 빠른 북지계무가 주를 이루나, 일본의 경우 백수, 혹은 청수가 연하고 부드러우면서 추대도 늦은 남지계형무가 주류를 차지하고 있다. 하지만 최근에는 국내에서도 봄무 및 여름무의 모본으로 일본무를 이용하고 있어 [북지계무 x 남지계무]의 품종 육종의 경험이 축적되고 있어, 소재의 다양성 측면에서도 일본의 수준을 능가하고 있는 실정이다.

일본용 무 육성 경험은 일본뿐 아니라 중국, 인도에서의 무 품종 개발에서도 많은 도움이 될 것으로 예상된다. 즉, 만추계 계통육성, 저온비대형 계통 육성 등은 추후 고품질의 중국·인도 무 개발의 모본이 지녀야하는 특성으로, 이러한 개발 경험은 국내 품종의 아시아 시장 진입 및 수출 활성화에 크게 기여할 것이다.

응성불임을 활용한 무 육종은 이론적 기반은 일본에 있으나, 실제적 활용에 있어 국내 대형 봄무, 여름무, 소형무, 열무 등에 더욱 활발히 활용됨으로써 우리나라에 많은 경험이 축적되어 있다. 따라서 이를 활용한 본 연구는 높은 수준의 고품질 우수 품종 육성 및 차별화 역량 유지를 위한 기반이 될 것이다. 또한 채종 기술의 축적을 겸함으로써 국내 품종 연구의 소중한 자산이 될 것이다.

제 3 절 연구개발의 범위

1. 만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발

가. 만추대 봄무 품종 개발

(1) 보유·수집·분리 계통의 선발 및 특성 조사

일본 만추대 봄무 계통 육성, 보유 및 수집 계통들의 선발 및 특성조사를 위하여 일본의 기후 조건에 최대한 근접한 환경이 필요하다. 따라서 이를 위해 수막재배 방식을 활용하여 연구 환경을 통제하였다. 추대는 저온과 일장이 큰 영향을 미치므로, 대체로 일본 종묘 업체들의 육종연구소가 위치한 지역보다 온도가 낮고 겨울이 긴 국내 기후를 적극적으로 이용하였다. 즉, 연중 가장 일장이 짧고 추운 12월 하순에 수막하우스 내에 파종하여 일본 찌바현 조시시의 겨울 무 수확기와 유사한 시기인 4월 중순에 수확·선발하고 정식하여 일장이 긴 봄 기간을 이용하여 계통의 특성 및 계통을 선발·조사하였다.

파종은 잡초를 억제하면서 지온을 올릴 수 있는 청색 멀칭을 이용하여 55cm x 20cm 간격으로 파종하였고, 재배기간 수막재배에 이용된 지하수의 온도는 약 13℃를 유지하였다. 또한 재배 기간 동안 최저온도가 외부 기온의 영향을 최소화하여 0.5~1℃를 유지하도록 함으로써 무가 저온에 가장 잘 반응할 수 있는 환경을 조성하였다. 또한 온도가 상승하는 봄철에는 기온이 25℃가 넘을 경우 환기하는 등 온도에 대한 철저한 관리를 하였다. 모본 선발 후 하우스 내에 정식하여 5~6월 중 교배를 하여 종자를 모두 수확하였고, 동

시기에 개화기를 조사하여 일장과 저온에 둔감한 계통을 선발하였다.

(2) 고정 계통의 조합 작성

만추대 계통은 저온요구도가 길어 매년 10월 20일에 파종하여 발아 7~10일 후에 10cm x 10cm 간격으로 가식하였다. 겨울 동안의 관리는 수막재배 방식을 적용하였으며 이듬해 3월 초순에 정식하여 조합을 작성하였다.

또한 계통 육성 시에도 고정 계통 특성을 검정하고 정식하여 성숙 모본으로도 새로 고정되는 계통과도 조합을 작성하였다.

(3) 일본 현지 조합 선발 시험

우리나라와 일본의 경우 기후 및 토성 상의 차이가 크므로, 이를 극복하는 동시에 품종 육성 시간을 단축시키고 선발된 조합의 장단점을 조기에 점검하기 위하여 일본 봄무 산지 중 가장 북쪽에 위치하고 농가의 재배 기술이 높으며, 근형 및 근장 측면에서 가장 우수한 품질을 생산하는 찌바현 조시시에서 시험을 수행하였다. 20년간의 무 재배 경력을 보유하고 있는 우수 농가를 선정하였고, 포장은 주변보다 약간 높은 지역으로 폭우에 의한 피해가 적고 비료분이 낮은 시험지를 선택하였다. 연구의 정확성을 위하여 5년의 연구기간 동안 동일 장소에서 시험을 수행하였다.

봄무의 작형은 크게 12월~1월용 품종과 2월 파종용 2개 작형이 있으므로 매년 1차는 12월 25일 전후, 2차는 2월 5일 경에 파종하여 재배하였다. 재배 방식은 30cm x 23cm의 4열 멀칭 방식을 적용하였다. 1·2차 공히 재배방법은 일본 현지의 일반적인 재배 방식을 따랐으며, 1차의 경우 12월 25일 파종하여 시험구는 익년 4월 20~25일경에, 2차의 경우 2월 5일 경에 파종하여 시험구는 5월 10~15일 경에 수확하였다.

나. 시교 및 F1 시험생산

한국과 일본 재배시험에서 우수한 특성을 나타내는 조합은 선발하여 확대시교용 종자를 생산하기 위해 10월 20일경 파종하여 12cm x 12cm의 간격으로 수막재배하우스 내에서 육묘하였다. 정식은 3월 20일 전후 하여 소형망실 하우스에 에 모계, 부계 각각 2줄씩 정식하였고, 꽃이 약 70% 정도 개화하였을 때 벌을 넣어 교배를 실시하고 시교 종자를 생산하였다. F1시험생산은 농가에서 1차로 생산력 검정을 하여 생산성을 시험한 후 생산성이 안정하게 확보된 3004A 품종을 중국에서 종자를 생산하였다.

2. 조기비대용 백육색 가을무 품종 개발

가. 보유·수집·분리 계통의 선발 및 특성 조사

일본에서 가을무 파종의 적기(찌바현 기준)는 9월 중순이나, 우리나라는 이보다 빠른 8월 하순으로, 파종기와 초기 생육기의 온도는 일본에 비해 훨씬 높다. 또한 근래에는 강우가 잦아 파종기를 놓치는 경우가 빈번히 발생하고, 적기에 파종할 경우에도 강한 강우로 인해 결주가 많거나 생육이 늦는 경우가 많다. 이러한 환경적 요인을 최소화하고자 비가림 하우스를 설치하고 내부에 관수시설을 완비하여 시험을 수행하였다. 120cm 간격으로 이랑을 만들고 25cm 간격으로 파종하였으며, 본엽 4-5매기경 폭우의 피해가 없을 시기에 비닐을

제거하여 노지와 동일하게 재배하였다. 기타 관리는 일반적인 농가의 관행에 준하여 이루어졌고, 수확 및 선발은 10월 하순에서 11월 상순에 수행하였다. 수확직후 선발모본은 미리 준비해둔 하우스에 1차 가식 후 직경 29cm, 높이 25cm pot에 정식하였으며, 겨울의 월동은 수막재배를 이용 하였다.

봄 개화는 일반하우스에서 보다 빨라 2월 하순부터 개화하여 인공 교배하였으며 개화 후 약 40-50일 동안 등숙시켜 예취 건조한 후 종자를 조제하였다.



그림 1. 비가림하우스 재배전경



그림 2. 비가림하우스 수확전경

나. 고정 계통의 조합 작성

대부분 고정 계통의 조합작성은 미숙모본을 이용하여 교배조합을 수행하였다. 12월 중순에 파종하여 본엽이 출현하기 직전에 10cm x 10cm 간격으로 가식하여 자연춘화 처리가 되도록 하였다. 겨울 동안에는 수막재배로 육묘관리하였고, 3월초순에 1중 하우스에 정식하여 조합을 작성하였다. 만추대 계통과의 조합도 같은 교배하우스 내에 정식하므로 이들을 이용하여 조합을 작성하였다.

다. 응성불임성

점차 고순도 종자 및 품종이 요구됨에 따라 자가불화합성을 이용한 채종은 자식종자 출현으로 한계가 있어, 응성불임성 계통 육성이 필수적인 단계에 이르렀다. 만추대 계통, 가을계 계통 모두 미숙모본 조합 작성시와 같이 파종, 육묘하여 수행하였다. BC₂이후에서는 가능한 많은 수의 종자를 파종하여 배축색, 엽색, 엽형, 초자 등 B line과 근접한 계통을 선발하여 교배하였다. 일부 계통들에서는 세대 단축을 진행하였으며 가을교배 세대단축은 7월 초순 경에 파종하여 8월 하순까지 저온처리 후 pot에 정식하여 재배하였다. 가을에는 일장이 짧으므로 10시간 이상의 장일처리를 통해 관리하였다.

라. 일본 현지 조합 선발 시험

일본의 토성 및 기후는 국내와 큰 차이가 있으므로, 육성기간을 단축시키고 시행착오를 줄이기 위하여 현지(일본 지바현 조시시)에서 포장을 임대하여 시험을 수행하였다. 가을 무적기작형과 후기작형 2개 작형을 시험하였고, 파종기는 9월 15일경 및 9월 25일경으로 하였다. 재배 방식은 베드를 만들지 않고 멀칭도 하지 않으며 평지에 파종하여 관리하는 일본 농가의 관행을 따랐다. 재식거리는 60cm x 23cm로 하였고, 조합 간의 경합을 적게하기 위하여 2열씩 파종하였다. 기타 관리는 농가에 일임하였다.

수확기는 적기작형의 경우 12월 초순에서 중순, 후기 작형은 1월 중순에서 하순으로 하였다. 수확 시 현지 종묘업체 전문가와 재배농가의 의견을 수렴, 반영하여 조합선발을 수행함으로써 선발효율을 극대화하였다.

마. 시교 채종

선발된 조합은 12월 중·하순 경에 미숙모본으로 파종, 육묘하여 수행하였으며, 만추대 계통과의 조합은 1년 뒤에 수행하였다. 시교조합의 육묘는 트레이 육묘를 이용하여 정식 후 결주의 위험성을 최소화하였다. 정식은 폭 4m 소형 하우스에 약 33㎡ 또는 약 66㎡ 면적으로 하였고, 모두 푸른색 멀칭을 이용하였다. 재식거리는 베드 당 2열로 약 50cm의 주간 간격을 유지하였다. 충분히 개화한 후 별통을 넣어 수분이 되도록 하였고, 꽃이 약 50% 남았을 때 별통을 제거하여 교배를 완료하였으며 총 기간은 약 1개월이 소요되었다. 대체로 장마 초기에 등숙이 완료되어 예취·건조시키고 7월말 경에 탈종하였다.

바. 시험 생산

시교생산에서 결과가 우수한 조합에 대해서는 소량주문을 받거나 가능성이 높은 조합을 선별하여 시험생산 하였다. 대체로 격리가 잘 된 농가를 선택, 계약한 후 일반 무 종자 생산과 동일한 방식으로 생산하도록 하였다. 현지 연구원이 수시로 점검하여 오염원을 제거하고 생산에 문제가 생기지 않도록 관리하였다. 채종 후 수량 및 종자 상태를 1차로 점검하고 300립을 파종하여 순도 검정을 수행하여 발아력, 발아세, 순도 등을 조사하였다.

사. 원종 증식

품종 발표 후 판매되는 품종, 또는 우수한 조합의 친들에 대하여 선제적 대응으로 원종을 증식하였다. 이는 대부분이 응성불임성 계통이어서 자가불화합성 친에 비해 실패할 가능성이 매우 높기 때문이다.

만추대 계통은 10월 20일 경, 가을계 계통은 12월 중순에 미숙모본으로 파종하여 겨울동안 이중수막하우스에서 육묘관리하였다. 3월 초중순경에 청색 멀칭한 베드에 정식하여 재배·관리하였다. 응성불임성 계통의 경우 약 2:1 비율로 A, B line을 정식 배치 하였다.

탄산가스 처리는 개화 시작 후 약 1주일 뒤에 처리하여 낮기온이 약 32℃ 이상이 되면 꽃이 많이 남아있어도 중단하였다. 처리기간은 대체로 1개월 이내로 하고, 초기에는 매일 탄산가스를 투입하고 5회 이후로는 이틀에 1회씩 처리하였다. 가스처리 시간은 2.5~3시간으로 하였고, 환기 후 보온처리하였다.

3. 월동용 백육색 품종 개발

가. 보유·수집·분리 계통의 선발 및 특성 조사

육종재료를 확대하기 위해 중국남부지방에서 고정종과 일본 우점품종을 수집하였다. 일본 월동무 재배는 지역별 차이가 있으나 9월 중순 경부터 10월 까지가 파종기이다. 우리나라에서는 이에 상응하는 작형이 사실상 없으므로 일본과 재배환경이 유사한 제주도에 9월부터 10월 상순에 파종하여 1월~2월 중에 계통을 주로 선발하고, 내륙에서는 가을무 재배시기보다 약간 늦은 9월 초에 파종하여 11월에 선발하였다. 주로 성숙모본 위주로 계통을 선발하고 미숙모본은 추대성을 고려하여 10월부터 2월에 걸쳐 파종하여 주요 계통들의 자가불화합성(SI)은 농업기술실용화재단에 위탁하여 분석하였으며 옹성불임성(MS)은 인공교배하여 분석하였다.

나. 고정 계통의 조합 작성

이미 확보된 고정계통과 새로 육성된 계통을 상호 교배하기 위하여 미숙모본을 계통육성 파종시기와 같이 파종하여 정식하고 교배하였으며 고정된 것으로 판단되는 성숙모본도 일부 조합을 인공교배로 작성하였다.

또한 종자 소요량이 많이 요구될 것으로 예상되는 조합은 4mx6m 소형망실을 이용하여 벌을 넣어 종자를 확보하였다. 조합들은 계통육성과 동일한 지역 및 시기에 시험하였다.

다. 시험채종

국내에서 선발된 조합과 일본 현지 회사에서 시험하여 선발된 조합을 위주로 양친을 파종하고 육묘과정을 거쳐 소형망실과 하우스에서 벌을 이용하여 교배하였고, 확대 시험을 위한 F1 종자는 국내 채종 농가와 계약하여 위탁 생산하였다.

라. 일본 현지 재배시험

국내에서 선발된 조합과 일본 현지 회사에서 시험하여 선발된 조합을 소량 시험채종하여 일본 월동무 주산단지에서 일본 판매회사와 협력하여 시험하였다. 일본 월동무 주산단지는 주로 일본 남부지방에 분포하고 있는데 주로 지바현 죠시지역, 큐슈 시마바라에서 실시하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 우리나라의 대일본 무종자 수출현황

우리나라는 1970~1980년대에 일본 종자업체들의 채종지로 활용되었다. 특히 남부 지역의 진도, 해남 중심으로 무, 배추, 양배추, 당근, 가부, 삼엽채 등 다양한 채소 종자들이 집중적으로 채종되었다.

국내 최초로 수출이 이루어진 것은 제일종묘에서 개발한 대형봄무 [시무 x 봄무] 품종이었다. 이후 고농종묘의 조생대형봄무, 흥농종묘의 가이신 1·2호를 이어 농우종묘의 아오사가리 등이 대량 수출되었다. 특히 1990년 중반 R64, R67, S50140 등 만추대 품종이 발표된 이후 봄무 품종의 육종수준이 일본을 추월하여, 지금까지도 이들의 유사품종, 혹은 복제품종이 시장 내 주류를 점하고 있다. 이들 품종 중 일부는 중국으로도 전파되어, 저온기 재배 품종의 상당량을 차지하고 있는 것으로 알려져있다.

그러나 현재 국내에서 생산되어 일본으로 수출되고 있는 무 품종 중 국내 종묘업체에서 개발한 신품종은 급격히 감소하였다. 과거 본 연구자가 개발·출시한 품종의 유사품종들이 국내에서 생산되어 수출되고 있는 경우와, 일부 일본 종자업체의 국내채종본이 수출되는 경우가 수출의 대부분을 차지하고 있는 실정이다. 연구자가 2014년 만추대 품종인 HC-4와 GR-26을 발표한 후, 해당 품종을 통해 일본 시장으로의 신품종 수출에 성공하였다. 그러나 일본 내 무 재배면적의 감소, seedtape와 coating에 의한 1립 파종으로의 전환 등 시장 변화로 인해 현재는 대일본 수출량이 초기의 절반 수준으로 감소하였다.

2000년대 국내 종묘업계의 외국계 기업에 의한 인수합병 후, 일본 무 신품종 개발은 침체 되었으며 이후 신규 품종 발표가 감소하였다. 또한 국내 생산비의 증가와 신품종 개발 부진으로 인해 가격적 측면에서는 상승요인이 나타나지 않았고, 2010년 흥농종묘에서 만추대 가격을 kg 당 USD 200 이상을 선언한 후에야 비로소 단가가 다소 올라간 실정이다. 하지만 이는 경쟁력을 갖춘 신품종 개발로 인한 근본적 단가상승이 아니라 원가수준을 맞추기 위한 인위적 가격 상승으로, 중장기적인 국내 품종의 경쟁력 향상을 위해서는 품질이 뛰어난 신품종 개발이 지속 되어야 한다.

표 1. 대일본 무 종자 수출량 (2012~2016)

(단위: kg, USD)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016
중량(kg)	22,157	30,488	31,077	31,456	30,755
금액(USD)	2,418,692	3,146,495	3,654,001	3,129,911	2,760,177

출처: 농수산수출지원정보, 한국무역통계진흥원

제 2 절 일본무 시장의 변화

1. 봄무

일본 봄무는 저온기에 파종하여 일장이 길어지고 온도가 높아지는 시기에 수확을 하게 되므로, 품종 선택에 있어서 추대의 안정성이 가장 큰 요인으로 작용하고 있다. 1980년대 후반까지는 [만추대 x 가을무] 조합이 주류를 이루고 있었으나, 연구자가 R67, S50140, R64를 발표한 이후 이들 품종이 대체적인 추대 표준이 되었다. 현재에는 이들 품종 작형에서 재배의 폭이 넓어짐에 따라 더욱 추대가 안정적인 품종이 요구되고 있는 추세다.

무 어깨부위 색깔(청수; 이후 청수)은 R64 발표 이전 품종인 다끼종묘의 T340까지는 청수가 진한 품종을 더욱 선호하였으나 R64 발표 이후 시장에서 청수가 연하지만 맛이 좋은 품종을 선호하기 시작하였다. 현재는 청수가 연한 것이 근피가 더욱 깨끗하게 보인다는 점에서 R64 수준, 혹은 그보다 연한 품종을 선호하는 특징을 보이고 있다. 특히 저온기에 수확하는 품종은 무 속색깔(육색; 추후 육색)에 청색이 나타나는 품종을 기피하는 경향이 강해졌다. 이로 인해 최근에는 R64와 같이 생채 출하용과 가공용을 겸할 수 있는 품종을 선호하고 있는 추세다. 청육이 있는 품종은 염장시에 청색이 더욱 선명하고 진한 암청색으로 변하므로 가공 시 불리한 특성을 지니기 때문이다. 특히 미가도교화 종묘의 貴訃(다까호마레)는 추대가 빠르고 육색에 청색이 나타나므로 연구자가 발표한 HC-4 품종으로 전환이 진행되고 있다.

근장은 출하상자 52cm에 적합한 근장 37cm를 요구하고 있으며, 저온기에 근장이 짧은 경우 이는 결정적인 단점으로 작용한다. 이러한 추세에 맞추어 근형의 경우에도 근미비대가 낮은 V형에서 근미비대가 빠른 H형에 가까운 U형으로 점차 변화하고 있으며, 근장이 다소 짧더라도 상자당 8개들이 2L 규격에 맞는 상품 수량이 요구됨에 따라 H형으로 변해가고 있는 추세다. 근장이 길고 근미가 빠른 품종은 겨울, 봄의 온도 변화에 따른 변화가 크므로 안정성 측면에서 육종 상의 어려움이 존재한다.

가격은 신품종 발표가 많지 않아 거의 변동 없이 유지되고 있었으나, 2010년 이후 종자 생산 원가의 상승에 따라 점진적으로 상승하고 있다. 중소 종자업체들의 경우 대형종묘업체의 영향력에 의해 가격상승을 주저하는 경향을 보이고 있으나, 우수한 우점품종 출시 시 가격상승은 일반적인 것으로 인지되고 있다.

봄무는 남부 규슈 지방에서 부터 시작하여 북부 홋카이도 까지 재배되고, 재배면적에서도 아오모리, 홋카이도가 크다. 이들 지역은 기계화가 기 진행된 무 산지로, seed coating 종자를 1립씩 파종하는 단계로 접어들었다. 이에 따라 립수 단위 판매가 이루어질 가능성이 높아지고 있고, 만추대 품종, MS 품종 등은 대체로 소립이므로 수출 수량은 전반적으로 감소하고 판매 단가는 높아질 것으로 예상된다.

2. 여름무

여름무는 남부지역 고랭지는 거의 없어지고 아오모리 및 홋카이도 지역에 재배지가 집중되어 있다. 그러나 해당 지역들은 전기에는 기온과 지온이 낮아 최소한 2개 작형이 만들어져 있다. 전기에는 추대가 안정되어 있고 저온비대성이 높으면서 고온에도 강해야 하며, 수확기에는 생리장해에 대한 저항성이 높아야 하는 어려운 조건을 요구하는 작형이다.

현재 뚜렷한 우점 품종은 부재한 상황이다. 과거 우점 지위를 차지했던 와타나베 채종장의 貴宮가 일정 수준의 점유율을 지니고 있으나, 해당 품종은 verticillium병에 극히 취약하여 연작지는 물론 무 주산지에서 기피하고 있다. 본 품종은 [시무 x 가을무] 조합으로 추대성이 더 안정되고 조숙성이면서 생리장해에 강한 품종 육성에 어려움을 겪고 있다.

여름 적기 품종에서는 현재 동북종묘의 夏っかさが 독점적 지위를 유지하고 있다. 근형은 어깨가 큰 V형에 가깝지만 지상부 비대성이 빨라 파종 후 55일만에 수확할 수 있는 조숙성 품종이다. 본 품종은 생리장해에 강하고 근피도 고운 장점이 있다. 그러나 근미는 비대가 늦고, 근피가 과도하게 연해서 세척 과정에서 상처가 나는 경우가 발생하여, 이러한 단점을 보완할 수 있는 품종이 요구되는 상황이다.

2. 가을무

일본의 가을무 품종의 경우 우수 품종에 대한 시장 수요가 매우 높고 전국적 재배지 분포를 가지고 있어 높은 시장 매력도를 보유하고 있다. 하지만 일본 시장의 경우, 태풍, 잦은 강우 및 폭우 등 기후의 변화에 따라 무 가격이 안정되지 못하고 연차 간 등락폭이 큰 특징을 나타내고 있다. 이러한 특징은 품종의 선호도에도 영향을 미쳐, 조숙성 품종의 특성을 가진 동시에 재배 폭이 넓고 내한성을 갖고 있어 수확기의 폭이 넓은 품종이 요구되고 있다. 하지만 조숙성과 수확기의 폭이 넓은 형질은 반대되는 특성으로, 품종 육성 측면에서는 매우 난이도가 높은 과제가 되고 있다.

무 청수 색깔의 경우, 봄무와 마찬가지로 지금의 우점품종인 미가도교화종묘의 후꾸호마레(福譽)보다 연한 색깔이 요구되고 있는데, 이는 근피의 우수성과 연관이 높다. 따라서, 무 속색깔에 푸른색이 나타날 경우 수출품종으로서의 매력도가 급락하게 된다. 형태의 경우에도 근미가 잘 맺어진 H형 품종이 요구되며, 수확시 수확순도가 고르고 지상부가 번무하지 않은 품종에 대한 선호도가 높다.

가을 후기작형의 품종으로 터널재배와 노지재배형 품종이 있는데, 재배의 원가상승 및 재배의 어려움 등으로 인해 터널재배 방식은 점차 감소하고, 노지재배형의 품종에 대한 수요가 증가하고 있다. 또한 저온에 지상부가 강하고 근장이 저온기에 충분히 길고 근미비대가 되며 수확기인 2~3월에 추대가 늦은 품종을 요구하고 있어서, [만추대 x 가을무] 조합이 적합한 것으로 평가된다. 따라서 가격적 측면에서도 만추대 품종과 유사한 수준까지 상승할 것으로 예상된다.

표 2. 연도별 일본무 재배면적 (2010~2015)

(단위: ha)

구 분	2010	2011	2012	2013	2014	2015
전체	35,700	34,900	34,400	33,700	33,300	32,900
봄	4,930	4,890	4,710	4,740	4,670	4,600
여름	6,880	6,840	6,890	6,490	6,480	6,370
가을/겨울	23,900	23,200	22,800	22,400	22,100	21,900

출처: 일본농림수산 통계

제 3 절 목표시장의 품종 분석

1. 12월~1월 파종용 봄무

12월~1월 파종용 봄무는 연중 가장 추운 시기에 파종하여 재배하는 작형으로, 지상부가 대체로 강하고 뿌리의 저온신장성이 강해서 근장이 충분히 길어야 하고, 수확시기인 3~4월에 근미비대가 빠르고 추대가 늦으며 근피가 곱고 청수색깔이 진하지 않으면서 저온기에 어깨가 줄어드는 현상에 강한 품종이 시장에 요구되고 있다.

현재 재배되고 있는 품종으로는 설인종묘의 春風太(R67)과 미가도교화종묘의 貴譽, 근래에 발표된 다끼종묘의 Top runner가 대표적이며, 이 중 가장 우점 품종은 貴譽로서 비대성이 빠르고 volume이 큰 장점이 있으나 추대가 빠르고 청수가 진하며 청육이 있는 결정적인 단점이 있다. 또한 수확기에 비대가 너무 빨라서 가격이 낮을 경우 상품률이 급격히 감소하는 문제가 있다.

본 품종을 분석한 결과, 연구자가 발표했던 R63(夏得)의 분리계를 8친으로 이용하고 있어, 청육이 우성으로 작용하는 인자가 있으며 우친도 청수가 진한 계통을 이용하고 있어, 양친에 모두 청수진한 계통을 이용하고 있고, MS를 이용한 채종을 하고 있다. 추대성에서는 양친 모두 완전한 만추계가 아니므로 저온요구도가 높지 않아 추대가 불안한 품종으로 분석되었다.

Top runner는 연구자가 발표했던 R64의 우친과 봄미농과의 조합으로, 저온기 근장은 충분히 긴 편이나 근미비대가 늦고 volume이 작다. 청수색은 연한편이나 초자가 개장형으로 밀식재배나 터널재배에 불리한 특성을 갖고 있다. 우점품종인 貴譽보다는 추대가 늦으나 온도가 올라가면 세장형으로 되는 단점을 지니고 있다.

2. 2월 파종용 봄무

2월 파종용 봄무는 일본 봄무 중 가장 재배면적이 넓은 작형이다. 일반 산지뿐만 아니라 아오모리, 홋카이도의 초기 재배 품종으로도 같이 사용되는 작형으로, 추대성과 위황성에 대한 내병성을 갖추어야 하는 조건을 충족하는 품종이 요구되고 있다.

현재까지 본 작형에서 우점하고 있는 품종은 연구자가 발표한 R64와 유사품종, 즉 남도

종묘의 YR桜坂, 다끼종묘의 후지가제, 설인종묘의 만만지 등이다. 이들은 R64의 특성과 큰 차별성이 없는 품종들로, 발표 초기에는 저장종자가 아닌 전 햇종자들이므로 추대가 늦다는 평가가 있었으나 2-3년 후에는 같아진다는 평가를 받고 있다.

일반 평탄지 재배에서는 추대성에 큰 문제가 없으나, 아오모리나 홋카이도 초기 재배 시에는 추대가 나타나는 경우가 많고 수확기에 온도가 높아지면 근장이 과도하게 길어지는 문제가 발견된다. 이들 양친 중 송친이 일장에 민감한 품종으로, 이 계통만큼 저온비대성이 우수한 계통 육성이 아직은 발표되지 않고 있는 상황이다.

3. 가을 적기 무 작형

가을무 우점품종은 1990년대 후반에 발표한 미가도교화종묘의 福耨이다. 발표 초기에는 봄 2월 파종용 품종으로 개발, 판매하였으나 추대가 빠르고 짧아 가을적기로 변경, 개발하여 현재까지 우점품종을 유지하고 있다. 지상부가 진하면서 번무하지 않아 수확시 순도가 높고 근형이 H형으로 우수하다. 이전 품종들은 근 중간에서부터 근경이 조금씩 작아지는 형태였으나 본 품종은 H형으로 Box에 넣었을 때 더욱 그 진가를 보여준다. 그러나 청수가 진하고 저온기에는 청색이 속색갈에도 전이되어 청색이 나타나고, 수확기가 늦는 경우 저온에 지상부가 약해서 청수 부위에 약한 노란색이 나타나는 단점이 있다. 추근이 대체로 긴 편에 속하는 품종으로, 연차에 따라 근장의 변화가 많은 편이다.

처음 발표시에는 자가불화합성 채종 품종으로 장형계 모본에서만 채종하여 종자를 판매하였으나, 점차 자식이형주 출현의 증가로 단형계친으로 M.S화하여 채종한 종자를 판매하고 있다. 근래에는 초기 F₁에 비하여 근중간 아랫부분이 비대가 늦거나 잘록해지는 현상이 나타나, 농가에서는 품종이 퇴보하였다는 평가를 내리고 있다.

본 품종의 장형계친은 연구자가 전 직장에서 개발, 발표한 R63에서 분리한 계통으로, R63의 송친의 청수가 그대로 강하게 나타나있고, 근미의 끝맺힘이 그대로 유전되어 형태가 우수하다. 단형계의 친은 모용이 없고 엽수가 다소 많으며 근피가 곱고 근미비대가 빠른 계통이다. 대체로 일반 조합능력이 좋고 우수하나 근장이 짧은 계통과의 조합에서는 근미비대가 너무 빨라서 단근현상이 많이 나타난다. 양친 모두 계통특히 신청이 되어있어 직접 사용은 불가능하다. 따라서 양친을 이용한 소재 재분리를 통하여 우수 유전특성을 활용하여야 한다.

장형계친이 추대가 늦은 편에 속하나 저온요구도가 높지는 않아서 뉴질랜드에서 파종기를 달리하여 채종한다. 본 품종 발표 후 더욱 우수한 적기 시교는 아직까지 나타나지 않았으며, 교화종묘와 미가도종묘가 미국계회사로 합병된 이후 육종 경험이 적은 육종가가 해당 업무를 담당하고 있어 더욱 우수한 품종 발표는 장기간이 소요될 것으로 예상된다.

4. 가을 후기 무 작형

후기 작형에는 2가지 재배법이 있다. 터널 내 재배하는 터널 재배형과 따뜻한 지역에서 주로 사용되는 노지재배형이 그것이다. 터널 재배형은 많은 농자재 및 인력을 필요로 하여 원가 상승요인이 커 재배면적이 급격히 감소하고 있다. 또한 기후온난화 현상으로 인해 근래에는 노지재배형의 면적이 크게 증가하고 있다.

가을후기 무 작형에는 각 재배법에 따라 각기 다른 우점품종이 존재한다. 터널 재배용으로

는 미가도교화종묘의 初薺(하쓰호마레)가 우점을 하고 있으며, 본 품종은 지상부가 번무하지 않고 비대가 대체로 빠르며 청수가 진한편이다. 그러나 노지 재배시에는 근장이 짧고 근미가 늦으며 지상부가 약하여 사실상 재배가 불가능할 정도로 약한 특성을 보인다.

노지 재배형의 우점 품종은 사가다종묘의 冬みね로서 신품종으로 발표된지 20년이 넘는 품종이다. 지상부가 저온기에 강하고 되면 신엽에 장애를 입어 신엽이 마르고 이것은 수확후에도 남기는 엽병보다 짧아 신선도가 떨어지는 단점이 있다. 또한 단교잡 품종이 아니어서 근장, 근미, 크기 등에 문제가 있어 수확시 순도가 고르지 못하다. 과중 후 초기 생육기에 온도가 높을 경우 근장이 지나치게 길고 곡근현상이 많으며, 어깨가 작아지는 현상이 발견된다. 본 작형은 저온신장성이 우수한 만추계 계통과 가을계의 조합이 필요한 작형으로 만추계 소재가 다양하지 못한 일본의 채소종자회사보다 국내 종묘회사가 우수한 품종을 만들 수 있는 가능성이 높은 작형이다.

표 3. 일본무 작형별 품종

지역명	재배면적(ha)	작형		품종
		파종	수확	
北海道	3,830	3-4월	6-7월	喜太一、トップランナー、つや風
		5-6월	7-8월	トップランナー、晩抽喜太一、貴宮、夢誉
青森	2,990	3-4월	6-7월	喜太一、トップランナー、つや風
岩手	993	5월	7월	トップランナー、晩抽喜太一、貴宮、夢誉
宮城	665	6월	8월	貴宮、夏つかさ匂、夏のきざし
秋田	576	6-7월	8-9월	夏つかさ、夏の翼、夏の守、献夏37号、健志、冬自慢
山形	539			
福島	749			
茨城	1,300	10-11 (터널)	3-4월	初誉、春風太、春慶、濱の春
栃木	484	12-3 (터널)	4-5월	貴誉、春岬、春神楽、喜太一、夢誉、トップランナー
群馬	927	3-4 (노지멀칭)	5-6월	貴宮、晩抽喜太一、夢誉
埼玉	586	8월	10-11월	夏つかさ快、夏の翼、夏の守
千葉	2,960	9월	11-1월	福誉、冬自慢、冬人88、冬みね
東京	231			
神奈川	1,160	9월 상순	11월	夏つかさ快、夏の翼、
		9월 중순	12-1월	福誉、冬自慢、冬人88、冬みね
		9월 하순	1-2월	青誉、冬人88、冬みね
		10월 하순	3월	冬みね
徳島	415	9월 하순	11월	夏つかさ快、夏の翼、
		9월 중순	12-1월	福誉、冬自慢、冬人88、冬みね
		9월 하순	1-2월	里むすめ、冬人88、
長崎	740	10-11월	3-4월	初誉、春風太、春慶、ともしび
熊本	912	12-3월 (터널)	4-5월	貴誉、春岬、春神楽、喜太一、夢誉、トップランナー
大分	427	3-4월	5-6월	晩抽喜太一、夢誉
宮崎	1,970	8월	10-11월	夏つかさ快、夏の翼、夏の守
鹿児島	2,130	9월	11-1월	福誉、冬自慢、冬人88、冬みね

제 4 절 무 위황병

1. 발생환경

무 위황병을 일으키는 *F. oxysporum f. sp. raphani*는 불완전균류로 병든 식물체의 조직속이나 토양에서 균사나 후막포자를 형성하여 기주식물 없이도 수년간 휴면상태로 존재하는 것이 가능하다.

2. 전파

보통 토양 중에 널리 분포하며, 물로 이동되는 거리는 매우 짧은데, 주로 흙 입자에 묻혀 농기구나 사람 등을 통해 먼 거리로 이동된다. 병원균은 식물체의 가는 뿌리나 상처를 통해 침입하며, 서늘한 지방에서는 병발생이 적고, 감염되어도 병증상이 나타나지 않다가 수확기에 기온이 올라가면 증상이 나타나기도 한다.

병발생에 적합한 온도는 24℃ 이상이며, 16℃ 이하와 33℃ 이상에서는 발병되지 않는다. 토양이 산성(pH 5.0-5.5)이고, 배수가 양호한 사질양토에서 발생이 많은데, 월동체인 후막포자는 기주식물 없이도 토양 중에서 5~15년간 생존하기 때문에 방제가 매우 어려운 병해이다.

3. 병 증상

아랫 잎이 누렇게 변하고 생육이 불량해지며 포기가 시들어 죽는다. 생육중기 이후에 발생되는데, 포장에서 보통 파종 후 2-4주 후부터 발생된다. 포장조건과 기상에 따라 병 진전 정도가 매우 다르며, 경우에 따라서는 감염된 후 몇 달 동안 식물체는 죽지 않고 매우 불량한 생육을 보일 때도 있다. 뿌리를 잘라보면 물이 이동하는 도관부가 암갈색 띠를 형성하고 있는 것을 쉽게 관찰 할 수 있다.

4. 방제방법

연작을 피하고 병 발생이 심한 토양은 5년 이상 돌려짓기를 한다. 석회시용으로 토양 산도를 높이고(pH 6.5 ~ 7.0) 토양선충이나 토양미소동물에 의해 뿌리에 상처가 나지 않도록 한다. 미숙퇴비 시용을 금하고 토양 내염류 농도가 높지 않게 주의한다. 토양을 장기간 담수하거나 태양열소독을 하면 병원균의 밀도를 낮출 수 있다. 현재 무 위황병에 저항성인 무 품종들을 농우바이오, 동부하이텍, 몬산토코리아, 신젠타종묘, 코레곤종묘 등의 회사에서 판매되고 있으나 품질면에서 개선이 필요하다.

5. 발생현황

무 위황병은 1934년 미국 캘리포니아 San Benito에 있는 White Chinese Winter Radish 채종포에서 처음 보고되었으며, 그 후 1946년 위스콘신 Waukesha의 무 포장에서 무 위황병 발생이 보고된 후 현재는 미국 각지에서 발생하고 있다(Pound, 1959; Pound와 Fowler,1953). 1960년대 일본에서 무 위황병 대발생으로 산지가 붕괴되어 재배지 전환이 되었다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 만추대 및 위황병 저항성 백옥색 무 품종 개발

1. 보유·수집 고정 계통들의 특성 검정 및 선발

봄무 품종육성을 위해 추대가 늦고 추위에 뿌리 신장성이 빠르거나 근미비대가 빠른 계통을 선발을 기본으로, 봄노지에 파종하여 계통검정 실시 후 개체 선발을 하였고, 개체 선발은 봄과 가을 2회에 걸쳐 선발을 하였다.

고정 계통은 기존에 육성해 왔던 계통을 이용하여, 4년에 걸쳐 800 계통을 공시하여 그중 일본용 만추대로 가능성이 있는 50개 계통을 선발, 미숙모본으로 파종하여 조합 작성에 활용하였다.

가. 개체 선발 및 계통육성

만추대 및 위황병 저항성 백옥색 무 품종 개발을 위해 경기도 이천에서 2013~2016년에 걸쳐 개체 및 계통 선발을 실시하였다. F2-F6 800계통을 4년에 걸쳐 파종하여 2013년 250개체, 2014년 270개체, 2016년 300개체 및 2016년 300개체를 선발하였다. (표 1)

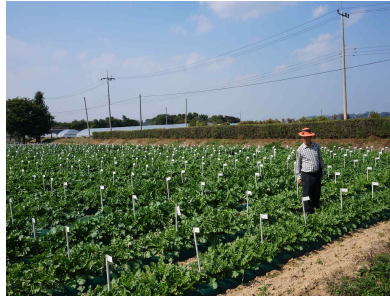
표 1. 연도별 계통 및 재배시험 현황

구분	2013년	2014년	2015년	2016년	합계
개체 선발	250	270	300	300	1,120
계통선발	20	20	20	20	80
교배조합작성 (조합)	300	300	300	320	1,220
국내재배시험 (품종)	230	250	250	280	1,010
일본재배시험 (품종)	40	40	40	40	160
현지시교시험 (품종)	4	6	10	10	30
품종보호출원 및 등록		1		1	2

선발된 개체는 증식용 하우스에서 포트에 증식을 하고 저온을 충분히 받게 한 후 개화를 시켜 교배 하였다. 교배는 사람의 손으로 일일이 화뢰를 제거하는 뇌수분 방법으로 수행하였고 증식된 종자는 다시 포장 재배시험을 하여 개체 및 계통 선발을 실시하였다.



파종



중간조사



수확



선발



선발 개체의 정식



교배



그림. 1 일본용 만추대 개체 선발 및 계통선발 (1년차)

표. 2 계통선발 수량조사표

B.N	근장(cm)	상경(cm)	중경(cm)	하경(cm)	엽장(cm)	엽수(매)	전중(g)	엽중(g)
3002	28	6.4	7.4	4.5	39	27	1067	267
3003	30	6.6	8.4	5.4	38	31	1300	333
3004	27	6.4	7.5	5.2	34	28	1050	250
3005	27	6.3	6.8	3.8	38	29	917	283
3007	26	6.3	7.5	4.7	34	32	1133	300
3008	30	5.9	7.5	5	34	33	1133	283
3010	25	6.7	9.6	6.2	46	24	1733	367
3011	28	6.7	8.3	5.1	48	24	1583	383
3029	24	6.8	8.5	5.6	39	31	1133	350
3030	24	4.9	6.2	4.6	28	17	667	167
3031	33	5.9	6.5	4.1	47	26	1033	417
3037	32	5.9	7.6	5.2	46	27	1317	400
3042	31	5.7	7	4.3	43	25	1100	467
3044	24	5.8	8.3	5.5	40	24	1117	300
3045	30	5.3	6.5	4.9	41	27	1133	333
3049	31	6.1	6.4	4.1	45	26	917	333
3050	22	5.6	6.7	4.4	38	30	700	267

표. 3 개체선발 수량조사표 (74계통)

B.N	근장(cm)	상경(cm)	중경(cm)	하경(cm)	엽장(cm)	엽수(매)	전중(g)	엽중(g)
1006-51	29	4.5	6.5	3.5	37	22	875	150
1006-52	26	4.4	6	3.2	34	20	875	150
1007-51	29	5	7.8	3.8	40	25	1,250	200
1007-52	29	4.5	6.5	3.8	38	27	1,250	200
1038-51	33	4.2	6	3.8	30	20	1075	100
1038-52	33	4.5	6.2	4	30	22	1075	100
1040-51	38	4.5	6.1	3.2	30	20	1013	113
1040-52	35	4.5	6.5	4	29	20	1013	113
1040-53	32	4	5.5	3.2	29	21	1013	113
1040-54	30	4	5.5	3	30	20	1013	113
1041-51	33	4.9	6.3	3.5	32	23	1150	100
1041-52	35	5	5.9	3	34	20	1150	100
1042-51	30	5	7	4	34	25	1200	150
1042-52	34	4.2	6.3	3.5	30	20	1200	150
1043-51	32	3.8	6	3.2	32	19	900	90
1043-52	32	4	6	3.1	27	22	900	90
1044-51	33	4	6.5	3.3	34	16	1050	75
1042-51	30	5	7	4	34	25	1200	150
1042-52	34	4.2	6.3	3.5	30	20	1200	150
1043-51	32	3.8	6	3.2	32	19	900	90
1043-52	32	4	6	3.1	27	22	900	90
1044-51	33	4	6.5	3.3	34	16	1050	75
1044-52	29	4.5	7	3	33	22	1050	75
1050-51	20	3.5	5.6	3.2	29	18	625	100
1050-52	20	4.5	6.1	3.5	38	22	625	100
1061-51	25	4.6	8.9	5	37	22	650	200
1063-51	23	3.9	7.5	4.2	29	21	1050	100
1063-52	25	4.1	7.3	3.8	30	18	1050	100
1065-51	22	4.2	7.9	4.5	29	25	900	125

1065-52	22	3.5	6.5	3.4	27	25	900	125
1066-51	21	4.4	7.2	4	29	26	875	175
1066-52	20	4.5	6.7	4	30	25	875	175
1068-51	25	4.5	7	3.5	34	20	900	225
1068-52	25	3.9	6.2	3.5	37	20	900	225
1069-51	20	5	7.4	3.9	38	22	925	250
1069-52	20	4.9	7	3.8	35	23	925	250
1070-51	14	4.5	7	4	39	21	625	250
1070-52	12	4	7	3.9	37	21	625	250
1070-51	22	4	7.3	4	30	22	1025	175
1070-52	23	3.9	7.7	4.5	30	22	1025	175
1078-51	25	3.5	6.9	3.3	36	25	800	200
1078-52	16	4	6.5	4	34	28	800	200
1079-51	24	3.2	7.2	3.5	33	23	850	200
1079-52	34	3	6.7	3.5	35	23	850	200
1084-51	24	3.6	6	3.5	29	25	775	125
1084-52	22	3.5	7	3.5	31	26	775	125
1085-51	20	3.2	5.7	3	25	22	1125	150
1085-52	23	3.2	5.9	3.2	28	22	1125	150
1085-53	19	7.5	13	5	33	18	1125	150
1085-54	22	5.5	10.2	4.5	34	19	1125	150
1086-51	20	6	8.2	7	27	25	1050	150
1086-52	20	5.5	7.2	6.5	27	25	1050	150
1087-51	24	5.2	6.8	6	27	30	1025	150
1087-52	28	5.5	7	4.5	27	26	1025	150
1091-51	27	4	7.2	3.4	37	20	1025	200
1091-52	30	4.1	6.7	3.2	40	28	1025	200
1092-51	16	4.5	8.5	5	42	22	750	200
1092-52	17	3.5	8.3	3.5	39	24	750	200
1093-51	18	5	9.2	4.2	60	19	725	200
1093-52	10	3.1	3.9	3.2	27	23	725	200
1094-51	19	3.1	7	3.8	25	30	575	100
1094-52	16	4	5.3	3.5	27	23	575	100
1097-51	24	4.5	7.5	4	30	25	1000	100
1097-52	20	4.6	7.5	4.9	29	26	1000	100
1100-51	39	4.4	7	3.5	40	21	1550	225
1100-52	32	4.5	7.5	4	43	25	1550	225
1108-51	24	4.5	7	4.7	30	30	1000	225
1108-52	23	3.5	7.7	4	30	30	1000	225
1113-51	15	4.5	8.2	4.2	39	18	800	250
1113-52	13	4.2	8.1	4.9	37	16	800	250
1114-51	16	3.8	9.5	4.8	39	19	900	250
1114-52	11	4.8	7.8	4.2	36	18	900	250
1115-51	14	4.8	10.1	4.2	30	22	875	225
1115-52	12	4	7	4	34	21	875	225
1116-51	16	5.5	10.5	5.5	40	21	1133	300
1116-52	14	4.9	9.6	5.5	37	19	1133	300
1116-53	15	5	9	4.8	40	19	1133	300
1119-51	32	4.2	6.5	4	30	23	1000	200
1119-52	25	3.5	5.5	3.8	34	21	1000	200



수확



조사



선발개체 정식



선발 계통

그림 2. 일본용 만추대 수확 및 계통 선발 (2년차)



1062-51



1067-51



1103-51



1203-51

그림 3. 일본용 만추대 개체 선발 (2년차)

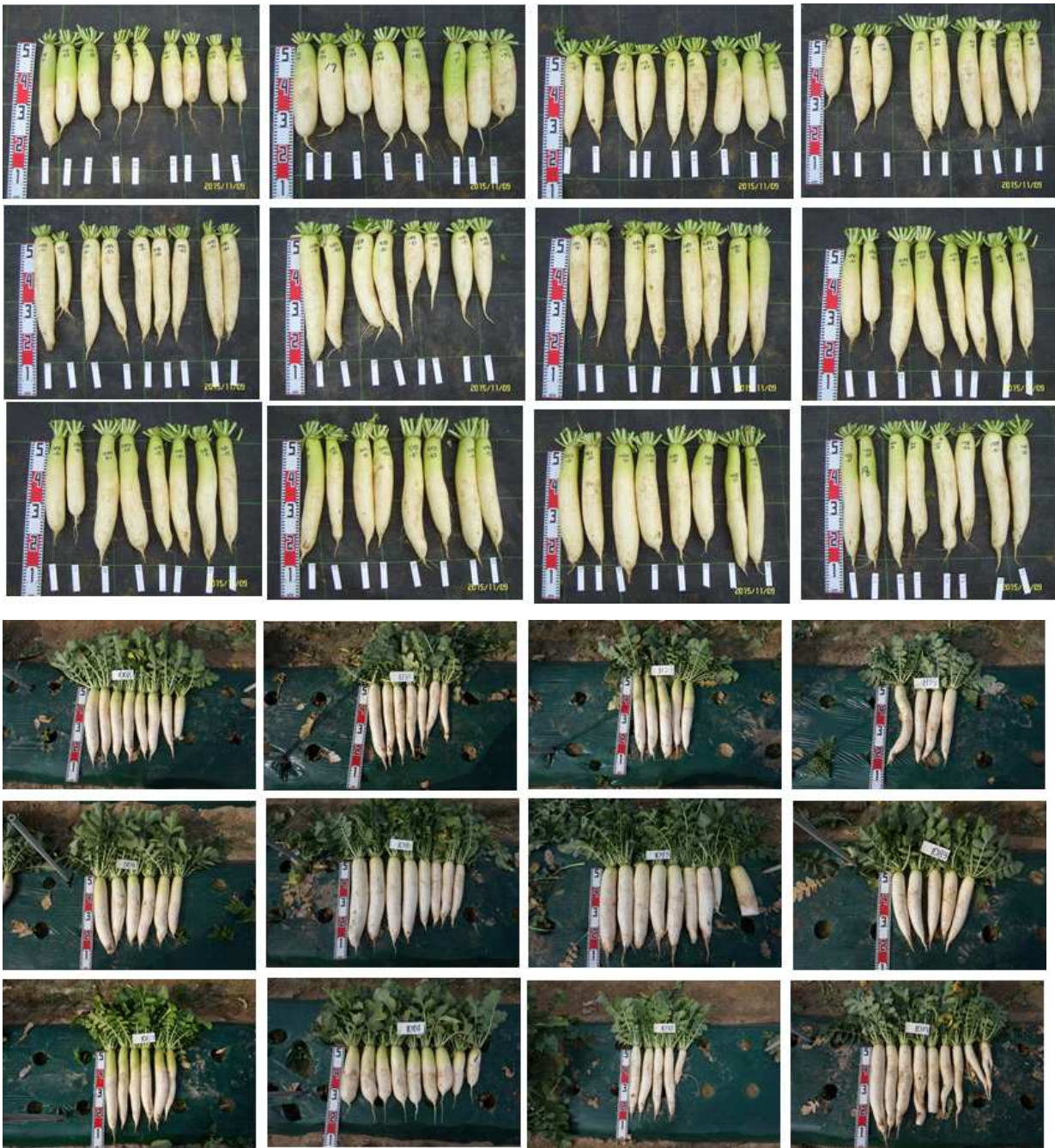


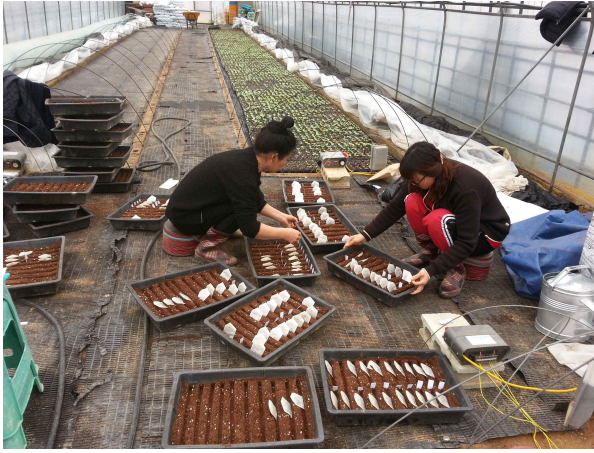
그림 4. 일본용 만추대 개체 및 계통 선발 (3년차)



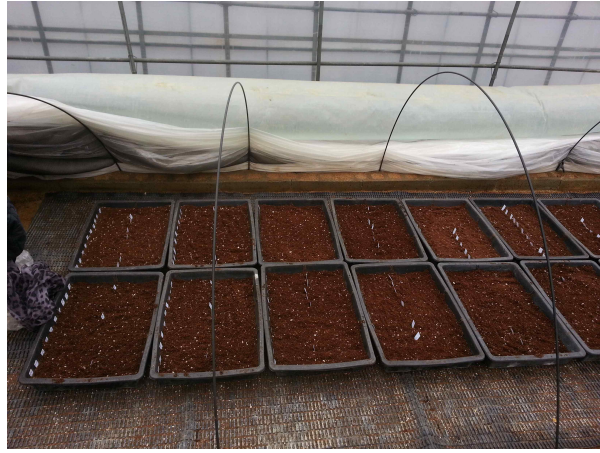
그림 5. 일본용 만추대 개체 및 계통 선발 (4년차)

나. 교배조합 작성을 위한 교배 미숙모본 파종

일본용 만추대 교배 조합 작성 및 시교 생산을 위해 기 선발된 계통, 2014년 가을에 선발된 10계통 및 기 육성된 150계통을 2014년 11월 20일, 2015년 1월 10일 2회에 걸쳐 파종하여, 경기도 이천 소재 연구소 내 증식용 하우스에 가식하였다. 파종된 계통은 증식용 하우스에서 육묘되었으며, 2015년 3월 중순경 새로운 조합을 작성하기 위해 교배용 하우스에 정식 하였다. 또 2015년 3월 26일, 시교 생산을 위해서 소형 망실하우스에 정식하여 교배조합을 작성하였다. 2015년과 2016년에도 동일한 방법으로 재배시험을 하여 교배하우스에서 교배 조합을 작성하였다.



교배미숙모본 파종



교배미숙모본 파종



교배미숙모본 육묘



교배미숙모본 육묘

그림 6. 교배미숙모본 및 시교 증식용 계통 파종



교배미숙모본 가식



교배미숙모본 정식

그림 7. 교배미숙모본 및 시교 증식용 계통 가식 및 정식

다. 일본용 만추대 봄무 F1 조합시험

(1) 월동무 F1품종 예비시험 (제주도)

일본 현지 시험에 앞서 일본과 기후 조건 및 토양이 비슷한 제주도에서 예비 시험을 실시하였다. 제주도 생산읍 포장에 2013부터 2016년까지 매년 9월 2일경에 1차 파종, 9월 22일경 2차 파종을 실시하였다. 1차 파종분에 대해서는 매년 12월 15일경, 2차 파종은 매년 2월 10일경 조사를 실시하였다. 제주 시험에서 선발된 조합들은 일본 죠시 지역에 시교 및 2차 재배시험을 실시하였다.



제주 무 조사



제주무 F1 선발(99652)

제주 무 F1 선발(132582)

제주 무 F1 선발(933516)



그림 8. 월동무 F1재배 작황조사 (제주도)

(2) 일본 현지 적응시험 (일본 치바현, 이바라끼현)

일본용 만추대 품종 육성을 위해, 경기도 이천 연구소 포장의 재배시험에서 1차 선발한 품종을 일본 죠시 반도와 우시쿠 지역에서 시험재배를 시행하였다. 2015년 12월 18일에 1차 파종을 하고 2016년 2월 15일에 2차 파종을 실시하였다. 1차 파종에 대한 수확 후 조사는 2016년 4월 21~22일에 2차 파종에 대해서는 2016년 5월 11~13일에 조사를 하였다.

일본 죠시 반도와 우시쿠 지역에서 시험재배를 시행하였다. 2014~2016년에 걸쳐 매년 12월 15일경 일에 1차 파종을 하고 매년 2월 15일 경에 2차 파종을 실시하였다. 1차 파종에 대한 수확 후 조사는 4월 중순에 2차 파종에 대해서는 5월 중순경에 조사를 하고, 일본 현지에서 선발시험을 진행하였다.



죠시 파종



죠시숙음



우시쿠 파종

그림 9. 일본현지 시험을 위한 죠시 및 우시쿠 파종시험



조사시험



우시쿠 시험



그림 10. 일본현지 조사 및 우시쿠 F1 재배시험

우시쿠 및 죠시 지역에서 자체 재배시험 결과 가능성이 있는 품종을 농가 및 일본 회사에 확대 시교 시험을 실시한 결과 가능성이 있는 품종을 선발하였고 이중 678 품종은 가능성이 아주 뛰어나 판매를 위한 종자 생산 시험을 실시하였고 683과 204품종은 가능성이 확인되어 대량 시교를 생산하여 확대 시교 시험하였다.



그림 11. 일본현지 죠시 및 우시쿠 시교 재배시험 선발 (JD204, JD678, JD683)

표 4. 일본 현지 작황조사

- 죠시 및 우시쿠: 2014년 12월 23일 파종, 2015년 4월 23일 수확 후 조사

No.	Variety	근장 (cm)	엽장 (cm)	상경 (cm)	중경 (cm)	하경 (cm)	엽수 (매)	전중 (kg)	엽중 (kg)	청수장 (cm)
1	R67	45.7	35.0	8.2	7.6	5.8	31.0	1.8	0.3	11.3
2	Nukerune	42.0	40.3	8.1	8.1	6.4	26.3	1.6	0.3	10.7
3	50140	28.3	42.0	8.4	8.6	6.3	31.7	1.7	0.4	6.3
4	R64	32.7	42.7	8.5	7.7	6.6	26.0	1.3	0.3	8.0
5	O R K 411787	35.3	41.3	7.1	7.0	6.1	25.0	1.2	0.3	9.0
6	O R K 414800	39.7	40.7	7.4	7.5	6.1	32.3	1.4	0.3	9.0
7	O R K 414803	40.3	31.0	7.5	7.5	5.8	30.0	1.6	0.2	13.7
8	O R K 414806	43.7	46.0	7.4	6.6	5.4	32.3	1.3	0.4	8.3
9	O R K 411808	44.0	41.0	7.9	7.9	6.5	28.0	1.2	0.3	5.7
10	O R K 414808	32.0	37.7	7.8	7.9	6.3	25.7	1.6	0.2	10.0
11	O R K 414810	39.3	47.3	8.0	8.1	6.6	28.3	1.7	0.4	12.3
12	O R K 314054	40.3	41.7	7.7	7.7	6.3	27.3	1.7	0.3	10.7
13	O R K 414814	43.7	34.7	7.0	7.1	5.9	23.3	1.4	0.2	14.3
14	O R K 414815	44.0	38.0	7.1	7.2	6.3	27.7	0.8	0.3	13.0

15	O R K 414816	48.3	29.3	7.2	7.3	6.9	27.7	1.0	0.2	8.0
16	O R K 71085	29.0	45.3	8.6	8.3	6.8	20.3	1.5	0.3	8.0
17	Nukerun e	33.3	44.7	7.8	8.1	6.5	23.3	1.4	0.3	10.3
18	R64	37.3	41.7	8.3	8.0	7.0	34.0	1.4	0.2	7.3
19	ORKR64 re	32.0	41.3	8.5	8.4	7.7	28.0	1.9	0.3	9.0
20	O R K 311115	37.0	44.7	8.3	8.1	7.3	26.7	1.4	0.3	8.0
21	O R K 411084	32.0	39.3	8.6	8.2	7.1	25.0	1.3	0.2	7.3
22	O R K 414839	29.0	36.7	8.2	8.7	7.3	24.0	1.3	0.2	6.7
23	O R K 411851	28.0	37.7	6.9	6.7	5.7	31.7	1.5	0.3	12.7
24	O R K 411851	49.3	43.3	8.9	8.8	8.1	25.7	1.4	0.3	5.3
25	O R K 411854	27.7	39.0	7.7	7.5	6.2	27.3	1.2	0.3	6.7
26	O R K 411856	33.7	33.0	7.8	7.9	7.1	24.7	1.6	0.2	9.0
27	O R K 411858	36.7	34.3	6.8	7.0	6.3	22.7	1.2	0.2	12.0
28	O R K 411864	37.0	50.0	7.6	7.5	6.0	22.0	1.5	0.4	9.7
29	O R K 411865	41.3	29.3	7.5	7.6	6.5	25.3	1.0	0.1	7.0
30	O R K 411885	28.3	40.3	8.0	7.7	6.0	27.0	1.7	0.3	12.3
31	O R K 411887	44.0	35.3	7.9	7.8	6.0	22.7	1.6	0.2	12.0
32	O R K 411891	40.3	35.7	7.6	7.5	25.8	24.7	1.4	0.2	10.0
33	O R K 411898	37.0	28.3	8.1	8.3	7.2	25.3	1.5	0.2	9.0
34	O R K 411898	33.7	38.3	6.9	7.3	5.9	27.3	1.2	0.2	13.3
35	Nukerun e	36.3	44.0	7.8	7.8	6.4	24.3	1.4	0.3	11.0
36	R64	39.0	43.0	8.3	7.9	6.8	27.3	1.5	0.3	9.0
37	O R K 411901	36.0	27.7	7.0	7.8	6.7	25.3	1.1	1.0	7.7
38	O R K 411902	29.3	43.7	7.4	7.4	6.3	24.7	1.6	0.6	10.7
39	O R K 411904	45.3	35.7	8.4	8.4	6.6	29.0	1.4	1.2	6.7
40	O R K 411905	27.3	42.7	7.9	8.6	6.1	23.0	1.1	1.7	6.0
41	O R K 411906	35.3	29.7	6.7	7.6	5.7	26.0	1.3	1.3	11.0
42	O R K 411927	42.3	35.3	7.6	8.2	5.2	26.3	1.6	1.2	12.7
43	O R K 411931	33.0	47.7	7.1	7.4	6.2	24.3	1.2	1.4	10.7
44	O R K 411935	40.3	49.0	8.0	8.0	6.2	31.7	1.7	1.4	1.0
45	O R K 411939	38.3	39.7	7.2	7.7	6.0	25.3	1.4	1.4	8.7
46	O R K 61478 卍	34.0	35.7	8.6	8.6	6.8	32.7	1.7	1.3	8.3
47	O R K 411963	42.0	38.0	8.6	7.8	5.2	35.7	1.7	1.5	9.7
48	O R K 411139	39.0	38.0	9.5	8.9	5.8	34.0	1.9	1.2	7.3

표 5. 일본 현지 작황조사

- 조사 및 우시쿠: 2015년 2월 15일 파종, 2015년 5월 9일 수확 후 조사

Code	Variety No.	Variety	Leaf Length (cm)	Root Ave.Length (cm)	Ave. Neck Length(cm)	Bolting	Disease tolerant	Pithy	Color
						1=early 5=nil	1=weak 5=strong	1=early 5=late	1=bad5=good
401		Toprunner	33	38	9	4	4		4.5
402		R64SB	30	35	8	4.5	3		4.5
403		50140	36	40	10	4.5	4		5
404		R64	32	36	9	4.5	4		4.5
405	702	ORKR64re	32	35	8	4.5	4		4
406	733	ORK414011	43	21	4	5	5		3.5
407	813	ORK314054	34	40	10	4.5	2		4
408	833	ORK411085	31	31	5	4	4		5
409	839	ORK514839	40	35	8	2	3		3
410	841	ORK411094	35	41	10	4.5	4		4.5
411	850	ORK511850	33	44	9	4.5	3		4.5
412	851	ORK511851	31	43	9	4.5	3		4.5
413	854	ORK511854	38	41	10	5	3		4.5
414	855	ORK061478 Re	35	37	8	5	2		3.5
415	859	ORK511859	33	44	12	4.5	2		4
416	865	ORK511865	34	38	9	5	2		5
417		R64SB	37	39	8	4.5	2		4
418		R64	36	38	7	4.5	2		4
419	876	ORK314053re	34	42	10	4.5	2		5
420	885	ORK511885	33	40	9	4.5	4		5
421	886	ORK511886	32	41	5	4.5	3		5
422	887	ORK511887	32	42	12	5	2		4.5
423	888	ORK511888	42	34	6	5	2		4
424	889	ORK511889	42	39	7	4.5	3		5
425	891	ORK511891	33	38	6	4.5	2		5
426	892	ORK511892	30	39	8	5	2	3	4.5
427	893	ORK511893	33	40	4	4.5	2		5
428	899	ORK511899	40	38	16	4	4.5	3	3
429	901	ORK511901	34	36	9	4.5	2		5

430	904	ORK 511903	37	25	6	4.5	3		2.5
431	904	ORK 511904	39	38	8	5	2		3
432	905	ORK 511905	41	41	12	4.5	2		2
433	906	ORK 511906	35	35	11	4.5	2		3
434	928	ORK 511928	36	36	11	4.5	2	3	3.5
435		R64SB	40	40	9	5	3		4.5
436		R64	38	36	7	4.5	3		5
437	929	ORK 511929	35	30	6	4.5	4		4
438	931	ORK 511931	43	43	14	4	5		5
439	936	ORK 511936	42	32	7	4.5	4		5
440	939	ORK 411939	37	40	11	5	2		4.5
441	940	ORK 61478 ȳ	32	35	8	5	2		3.5
442	941	ORK 61478	37	37	8	5	2		4
443	956	ORK 99970	41	41	6	3	4		5
444	958	ORK 99970 re	42	40	4	3	5		5
445	960	ORK 511960	30	40	5	4	5		5
446	965	ORK 312089	39	37	5	4	4		5
447	974	ORK 411143	35	28	7	3.5	4		5
448	977	ORK 411139	33	38	6	3.5	4		5
449		R64SB	36	34	8	3.5	3		4.5
450		R64	34	36	7	4.5	4		4.5
451		MS R64 re	36	36	9	4.5	3		4
452		Re 61478	34	35	8	5	3		3.5
453	JD618	ORK0614 78 (Normal)	32	37	8	5	3		-
454		Aonotori de	32	36	8	5	3		3
455	896	ORK 414134	31	35	8	4.5	5		4.5
456	921	ORK 412163	33	37	11	5	3		3
457		ORK 851204	36	41	10	5	5		5
458		ORK 200006	33	39	9	5	3		3
459		ORK 314053 re	33	40	9	4.5	3		4
460	JD618	ORK0614 78 (pil)	30	39	8	5	3		-
461		ORK 311115	35	36	8	4.5	3		4.5

462		ORK 005643	36	39	11	4.5	3		4.5
463		ORK 005642	38	40	10	3	3	3	4
464		ORK 312089	40	36	6	3.5	3		5
465		ORK 212086	38	40	8	2.5	2		5
466	837	ORK 411084	34	33	7	4	2.5		5
467		ORK 004101 (5682)	35	38	10	4	5		5
468		ORK 005682	31	39	7	5	2		4.5
469		ORK 005683	32	41	9	4.5	4		4.5
470		ORK 851204	33	42	11	4.5	3		5
471		ORK 200006	32	37	10	5	3		3
472		ORK 314053 re	29	40	12	4	3		4
473	JD618	ORK0614 78 (pil)	30	35	6	5	3		3.5
474		Aonotori de	31	33	7	5	3		2.5
475		Banban G	31	35	8	4.5	3		4
476		Banchu- Harunoib uki	31	33	7	4	3		3.5
477		Haruutag e	33	39	10	5	4		4.5
478		Tsuyakaz e	32	33	7	3.5	3		4.5
479		ORK 311115	33	33	9	4.5	3		4.5
480		ORK 005643	34	37	10	4.5	3		4.5
481		ORK 005642	35	40	11	4.5	2		4.5

라. 일본 수출용 만추대 원종 증식 및 봄무 F1 생산시험

일본 수출용 F1 종자 생산을 위해 먼저 원종 증식을 실시하였다. 원종 증식은 위탁 업체인 미라클 종묘와 공동으로 생산하였다. 만추대 원종 증식을 위해서는 2014년 10월 말경 파종을 하였으며, 발아 후 약 7일 경에 저온 처리용 하우스에서 12cm x 12cm 간격으로 정식을 하고 이듬해 3월 초까지 약 4개월간 육묘를 하였다. 온도가 올라가는 3월 말경 원종 증식용 하우스 증식을 한 후 개화가 시작된 5월 초부터 5월 말 까지 약 1달간 탄산가스과 별을 넣어 인공 수분을 실시하였고, 원종 증식을 위한 탄산가스처리 및 인공 수분을 실시하였다. 5월 말 탄산가스 처리를 중단하고 별통은 꺼내고 환기를 충분히 시켜주며 등숙을 시켰다. 등숙 기간 중 병해충이 심하여 진딧물 방제를 위한 화학적약제 등을 일주일 간격으로 살포하고, 추비를 하면서 약 한달 간 등숙을 시킨 후 6월말 수확하였다.

MS 원종 생산은 F1 생산에 있어서 중요한 요소 중에 하나이다. 불화합이 강한 계통의 경우 주당 3~5g 정도 나오면 좋은 상태이나 최근에서 기후의 변화로 인해 주당 수량이 1g 이하로 나오는 경우 빈번하게 나오고 있다. 본 실험에서도 주당 수량이 제주도

0.55g, 경기도 이천 0.25g으로 아주 적게 나왔다. 이는 2015년 기후가 꽃이 필 때 급격하게 온도가 올라가서 화분이 빨리 퇴화해서 수분 및 수정 능력이 떨어진 것으로 생각된다. 2016년 실험에서는 제주도에서 생산된 원종이 수량이 더 많이 나오는 것을 알 수 있었다. 이는 제주도가 개화가 빨리 진행 되었고 온도가 올라가기 전 수분이 이루어져 수량일 많이 나오는 것으로 추정 된다.

표 6. 원종 생산 실험

지역	품종명	면적	주수	생산량(g)	주당수량
경기이천	3008A 모계	100평	600	200	0.25
제주도애월	3008A 모계	300평	1,800	990	0.55



그림 12. 탄산가스 처리 및 벌을 이용한 원종증식

생산된 원종은 판매용 F1 종자 생산에 사용 되었다. 일본 종묘 회사에서 400kg을 주문 받아 F1 종자 생산을 완료 하였고 수출을 위한 정선 시험을 완료 한 후 수출을 진행하고 있다.

무 F1 생산 결과 중국 생산에 비해 한국 생산은 등숙기에 비가 많이 내려 생산성 및 발아율이 떨어지는 경향을 보여 주었다. 일본 수출용 종자는 발아율이 90%를 요구하고 있어 앞으로 수출용 무를 생산하는데 있어서 한국의 기후가 어려울 수 있다는 경향을 보여 주고 있다.

표 7. 무 생산성 비교

지역	품종명	면적	생산량(kg)	발아율(%)
한국	3008A	300평	60	88
중국	3008A	10무	500	92



중국 F1 생산 시험

그림 13. 일본 수출용 F1 생산 시험

送付先: **MIRACLE SEED Co.,Ltd.** 発信元:

FAX 番号: 送付枚数: **1**

要件: **種子発注依頼** 日付: **12/25/2015**

 至急! ご参考まで ご確認ください ご返信ください ご回覧ください

拝啓
 貴社、ますますご隆盛のこととお喜び申し上げます。
 さて、大根種子 を、下記の通り注文いたしますので、採種のお手配頂
 けます様よろしくお願ひ申し上げます。

敬具

記

品種 大根
 数量 **200kg**
 納期 **2016年12月頃**
 発送 **Ocean cargo to Osaka, Japan**

Order Date: Dec. 24, 2015
Order No. : 151214

To: MIRACLE Co. Ltd.
 563-20, WOLGAK-RO, AEWOL-EUP, JEJU-SI,
 JEJU-DO, KOREA 690-907
 Phone: (82)64-796-0384 Fax: (82)64-796-0383

Vegestable seed for Planting :	Quantity	Unit price	Amount
Hybrid Radish (<i>Raphanus sativus</i>)	200 kg	USD100.00/kg	USD20,000.00
Total	200 kg		USD20,000.00

Harvest Year : 2016
 Delivery Time : Within March 2017
 Shipping method : By Vessel
 Price base : FOB Korean port
 Genetic purity : 98%
 Germination : Over 90%
 Packing : 20kg / 1 P.P. Bag
 Seed Treatment : Not treated
 Terms of payment : T/T Payment (60 days after B/L date)

(Remarks)
 1. We would like to ask you to send back soon this copy as agreement after signed.
 2. Please kindly send us sample seed as soon as possible so that we can check its quality.

Best regards.

Date: Dec. 24, 2015
 MIRACLE CO., LTD.

 CHOI JUN HWA
 CEO /

Date : Dec. 24, 2015

 Logistic Dept.

以上

그림 14. 종자 수출 계약서

제 2 절 조기비대용 백육색 가을무 품종개발

1. 보유·수집 고정 계통들의 특성 검정 및 선발

가을무 소재 가능성이 있는 것으로 판단되는 만추계 소재와 추대가 빠른 가을무 소재를 총 망라하여 공시한 후, 특성을 조사하고 선발하였다. 4년 간 고정계통 296개 계통을 공시하여 74개 계통을 선발하였고, 이들은 성숙모본, 미숙모본으로 조합작성에 이용되었다.

현 우점품종인 福禧의 양친을 소재로 모두 확보하고 있어 이들을 대비계통으로 비교 조사하였으며, 고정 정도도 이들을 이용한 조합으로 최종 점검하였다.

2013년도에는 30계통을 공시하여 10계통을 선발하였으며 BN3212, BN3215, BN3216 등은 엽수가 많고 지상부가 강하여 청수가 연하며 월동용 조합에 이용하고자 선발하였다. BN3219, BN3220 계통도 엽수가 많고 지상부가 강하며 근미 비대는 빠르지 않으나 저온 신장력이 강하고 육질도 강하였다. BN3223 계통은 잎이 길지 않으면서 엽색이 진하고 근장이 긴 형으로 청수색깔이 연하였다. BN3427은 엽색이 진하고 백수이면서 비대가 빠르고 근장이 긴 특성을 갖고 있었으며, BN3432는 만추계로서 지상부가 강하고 근미비대는 늦으나 근신장력이 있어 후기작형 소재로 이용하고자 선발하였다. BN3437은 만추계로서 근피가 곱고 근미비대가 대체로 빠른편이고 어깨형이 우수하여 선발하였다.

2014년에는 적기품종의 친 중에 장형계 선발에 중점을 두어 조사, 선발하였다. BN4302는 만추대 계통으로 엽색이 진하고 엽수가 많으며 근미비대가 빠르고 생리장해에 강하여 선발하였다. BN4345는 엽색이 진하고 지상부가 강하며 근장이 길고 저온신장력이 강한 계통으로 선발하였고, BN4350은 곡근성이 없고 저온기 비대가 대체로 우수하고 H형이나, 청수가 진한 단점이 발견되었다.

BN4354, BN4357, BN4359, BN4363, BN4367, BN4373 등은 모두 아계간으로, 근장이 길고 근미비대 형태가 우수하며 지상부가 번무하지 않고 청수가 BN4379 대비계통보다 조금 연했다. 추후 조합작성에 활용하면서 MS유기하여 이용하고자 선발하였다.

표 8. 계통선발내역

구분	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		계	
	공시 계통	선발 계통	공시 계통	선발 계통	공시 계통	선발 계통	공시 계통	선발 계통	공시 계통	선발 계통
고정계통	30	10	58	19	48	20	160	25	296	74
분리계통	40	140	215	204	142	267	175	296	572	907
계	70	150	273	223	190	287	335	321	868	981

표 9. 일본 가을무 주요 고정계통 품종 특성

연차	BN	계통명	입성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	근장 (cm)	근미대 (1-5)***	바람들이 (1-5)****	청수 (1-5)*****	개화일 (월.일)
			FS	BS							
1차 년도 (2013)	3205	M708진(대비)	0.1	2.7	3.5	3.8	38	3	무	4	4.6
	3210	M708(대비)	0.6	1.4	3.7	3.9	28	2	무	2	3.20
	3212	HuH-21-21	0.08	0.06	3	3.7	37	5	무	1	3.3
	3215	HuH-22-21	1.0	0.8	3.8	3.7	38	3.5	무	2	3.5
	3216	HuH-22-22	0.3	0.7	3.8	3.7	38	3.5	무	2	3.3
	3215	DNG-21-21	-	1.8	4	3.5	40	2.5	무	1	2.28
	3220	DNG-22-22	0.04	1.3	4	3.5	34	3.7	무	1	2.20
	3223	9도-51-1-2-21	1.4	0.9	3.9	4	41	2.5	무	1.5	2.25
	3427	2계-1	0.03	1.1	2.8	4	41	3	무	1	미모
	3432	4 T84	-	-	3.5	3.9	35	3	무	3.5	도입
	3437	12M-51-1	-	0.8	3.5	3.8	37	2	무	3.5	미모

※ FS: Flowering Selfing(립수/교배화수)

BS: Bud Selfing(립수/교배화수)

* 1(개장) - 5(입성)

** 1(연록) - 5(농록)

*** 1(조) - 5(만)

**** 1(조) - 5(만)

***** 1(연) - 5(진)

연차	BN	계통명	입성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	근장 (cm)	근미 비대 (1-5)***	바람 들이 (1-5)****	청수 (1-5)*****	개화일 (월.일)
			FS	BS							
2차 년도 (2014)	4379	M708진 (대비)	0	6.4	3	4	36	3.5	무	4	4.28
	4380	M708-51 (대비)	0.7	1.1	3	3.5	30	2	무	2	3.17
	4302	OH414-3-63-54-G	0	2.4	3	4	32	2.5	무	3	4.14
	4345	OH64-1-51-53-54- 51-1	-	2.1	3	4.5	40	3	무	4	미모
	4350	M31M	-	-	3	3.5	32	3.5	무	4	미모
	4354	OH708진-1-52-52- 21-21	0	1.6	3	4	34	3.5	무	3.5	3.31
	4357	OH708진-1-52-55- 21-21	0.05	1.3	3	4	39	3	무	3.5	3.25
	4359	OH708진-2-53-53- 22-21-1-21	0.5	2.3	3	4	39	2.5	무	3.5	3.26
	4363	OH708진-1-53-53- 22-21	0.1	1.5	3	4	39	2.5	무	3.5	3.31
	4367	OH708진-2-53-55- 22-21	0.3	1.5	3	4	39	2.5	무	3.5	3.26
	4373	OH708진-2-53-59- 23-21	1.0	1.8	3	4	36	3	무	3.5	3.29

※ FS: Flowering Selfing(립수/교배화수)

BS: Bud Selfing(립수/교배화수)

* 1(개장) - 5(입성)

** 1(연록) - 5(농록)

*** 1(조) - 5(만)

**** 1(조) - 5(만)

***** 1(연) - 5(진)

연차	BN	계통명	입성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	근장 (cm)	근미 비대 (1-5)***	바람 들이 (1-5)****	청수 (1-5)*****	개화일 (월.일)
			FS	BS							
3차 년도 (2015)	5313	M708진(대비)	0	3.4	3.5	4	43	3.5	무	4	4.10
	5369	7M708-51(대비)	0.8	1.1	3.5	3.5	28	2	무	2	4.3
	5303	OH-2-51-1-53-51	-	0.6	2.5	4	48	3	무	3	미모
	5304	8DOH-51-1-1	0	2.5	3	4.2	36	4	무	3.5	4.22
	5306	OH414-3-63-54(S1)	0	0.7	3	4.2	33	3	무	3.5	4.27
	5308	OH414-3-63-54-1 (S5)	0.1	2.0	3	4.2	35	3	무	3.5	4.26
	5310	OH414-3-63-54 (S1xS5)	-	-	3	4.2	36	3	무	3.5	미모
	5312	M310-1	-	0.6	3.5	4	50	3	무	4	미모
	5339	TG2-1-52	0	1.7	3	4	27	2.5	무	2.5	3.27
	5342	4HDKW-W-54-52	0.3	3.0	4	4	45	3	무	3	미모
	5352	D771-2B-79	-	0.7	3.5	4	43	2.5	무	2	미모

※ FS: Flowering Selfing(립수/교배화수)

BS: Bud Selfing(립수/교배화수)

* 1(개장) - 5(입성)

** 1(연록) - 5(농록)

*** 1(조) - 5(만)

**** 1(조) - 5(만)

***** 1(연) - 5(진)

연차	BN	계통명	입성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	근장 (cm)	근미 비대 (1-5)***	바람 들이 (1-5)***	청수 (1-5)****	개화일 (월.일)
			FS	BS							
4차 년도 (2016)	6315	M708진(대비)	0.2	1.9	3.5	4	33	3	무	4	4.4
	6323	OH708진-2-53-53-22-21-1-21	0.4	1.8	3	3.7	37	3	무	3.7	3.20
	6329	OH708진-2-53-55-22-21-21-1	-	1.5	3	3.7	38	3	무	3.7	미모
	6344	4HDKW-1-59-53-51-1-52-53-51-51-1	-	3.5	4	3.3	27	2.5	무	2.5	미모
	6345	5HD	0.2	1.4	3.5	4	34	2.8	무	2	3.14
	6351	7D7-1-51-1	-	1.1	4	2.5	23	2	무	2	미모
	6352	161SW(548)-1	-	3.0	3.5	3.5	30	3.5	무	4	미모
	6353	TAL-1	-	-	2	3.5	32	3.5	무	1.5	미모
	6373	8DD-2-54-52-52-52-52-1	-	1.9	3	4.1	37	3	무	1	미모
	6413	AK2-1-22-21	0.5	0.2	2.5	3	30	3.5	무	1	3.5
	6424	HOL-1-21-22	0	0.6	2.5	3	36	3	무	1	3.3

※ FS: Flowering Selfing(립수/교배화수)

BS: Bud Selfing(립수/교배화수)

* 1(개장) - 5(입성)

** 1(연록) - 5(농록)

*** 1(조) - 5(만)

**** 1(조) - 5(만)

***** 1(연) - 5(진)

3년차에는 48개 계통을 선발하여 20계통을 선발하였다. BN5303은 극히 장형계로 청수가 연하고 근미가 보통정도로 비대되며 가을적기 또는 후기용 소재로 이용하고자 선발하였다. BN5304는 엽색이 진하면서 잎이 짧고 엽수가 많은 만추계 소재로 저온기 품종육성의 친으로 활용하고자 선발하였다. BN5306, BN5308, BN5310은 자가불화합성 인자가 다른

계통들로서, BN5306은 SI인자 판별결과 S1형이고 BN5308은 S5형으로 이들을 조합한 것이 BN5310으로 외견상으로 다른 특성을 찾을 수 없었다. 이들은 MS화하여 봄, 가을용으로 다양하게 조합작성에 활용할 수 있을 것으로 판단하였다. BN5312는 근장이 길고 근미비대가 상당정도 뻗히면서 H형인 계통이나 청수가 진하여 활용에 제한이 있을 것으로 판단되었다. BN5339는 짧은형으로 지상부가 강하고 근미비대가 빠르며 청수가 연하여 장형계들과의 조합작성에 이용하고자 선발하였다. BN5342 계통은 추근이 긴 계통으로 무 크기가 크고 초자가 우수하였으며, BN5352는 만추계 계통으로 근장이 길고 청수가 연하여 근미비대가 빨라서 만추대 계통이라는 특성이 보이지 않아 가을무 조합작성에 이용하고자 선발하였다.

4년차 시험에서는 160개 계통을 공시하여 25개 계통을 선발하였고, 시험 중 잦은 강우로 근미비대가 대체로 늦어짐에 따라 수확, 선발 시 근미 비대성의 차이를 뚜렷하게 볼 수가 있어 계통 정리에 좋은 기회가 되었다. BN6323, BN6329는 대비계통만큼 근장이 길고 근미비대도 대체로 우수하면서 근형이 좋아 적기품종 육성에 장형계로 많이 활용하고자 선발하였다. BN6344, BN6345, BN6351 등은 단형계로 근미비대가 빠른 계통으로 이용하고자 선발하였다. BN6352는 엽색이 진하고 엽수가 적으며 근미의 모근부위의 형태가 우수하여 조합에 활용할 수 있을 것으로 예상된다. BN6353은 이상계로서 엽수가 많고 육질이 단단한 백수계 소재였으며, BN6373은 만추대 계통으로 저온신장이 양호하고 청수가 연하여 근장이 긴 계통이다. BN6413, BN6424도 이상계에 가까운 백수계 계통으로 육질은 강한편이고 소엽이 많은 계통으로 특이성을 갖는 계통이다.

2. 분리계통의 선발

분리계통의 선발은 가장 많은 면적을 차지하는 시험으로, 재배시 무난한 환경에서의 선발이 가장 재연성이 높다. 이를 위하여 비가림하우스 내에서 초기재배를 하여 재배의 안정성을 극대화하였다. 4년간 총 572 계통을 공시하여 907 계통을 선발, 고정을 진행하였다. 선발 후 부패주는 매년 10개 미만으로 안정적으로 관리, 보존하여 종자를 수확할 수 있었다.

1년차에는 주로 단형계 선발에 집중하여 근미비대가 빠른 계통에 집중하였다. BN3386, BN3387, BN3399 등은 근미비대가 빠르고 청수가 연하며 근피가 고운 계통들이다. BN3412, BN3414, BN3409 등은 근미비대가 가장 빠른 계통 간의 조합에 의한 분리계이므로 비대가 과도하게 빠를 시 조합에서 상대 친을 구하기가 어려우므로 중간 길이의 근장, 즉 대비계통(BN3210) 이상의 근장을 갖는 것을 선발하였다. BN3419, BN3420 등은 근미비대가 빠르면서 근피가 곱고 적절한 근장을 나타냈고 어깨 형태가 부드럽게 나타나는 특성이 있는 계통들이다.

2년차에는 215개 계통을 공시하여 204개 개체를 선발하였고 주 형태는 단형계 선발이었다. 대부분이 근장이 적절히 짧으면서 근미비대가 빠른 계통을 선발하고자 하였으며, 이들의 근장은 비대가 너무 빠른 인자를 보유하고 있을 시 F1에서 조기비대로 인하여 근장이 너무 짧아지는 현상을 보이므로 충분히 고정된 계통들은 대비친과 test cross를 하면서 계통을 선발하고자 하였다. BN4389, BN4392는 거의 고정단계의 계통으로 비대가 빠르고 어깨 및 근미 형태가 우수하여 선발하였다. BN4412, BN4416 등은 근피 색깔이 흰색으로 연한 청색의 친과 조합시 근피색이 신선한 색을 띠 것으로 예상되어 선발하였다. BN4429, BN4452 등은 근장이 약간 길면서 근미가 빠른 계통으로 선발되었고, BN4555, BN4593 등은 중간정도의 근장으로 초자가 입성이고 근형이 우수하였다.

표10. 일본 가을무 주요 분리 선발계통 특성

연차	BN	계통명	입성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	근장 (cm)	근비대 (1-5)***	바람 들이 (1-5)****	청수 (1-5)*****	개화일 (월.일)
			FS	BS							
1차 년도 (2013)	3205	M708진(대비)	0.1	2.7	3.5	3.5	38	3	무	4	4.6
	3210	M708(대비)	0.6	1.4	3.7	3.9	28	2	무	2	3.20
	3386	D708-1-59-51-23-2 3-51	0	1.9	3	3.9	32	3	무	1.5	3.18
	3387	D708-59-51-24-21- 22	0.2	1.7	3	3.7	32	3	무	1.5	3.11
	3399	D708-159-53-23 -23-51	0.8	2.0	4	3.7	37	2	무	2	3.22
	3412	166708-1-22-2151	-	3.0	2.5	3.5	35	2	무	2	3.5
	3414	166708-1-22-24 -51	1.3	1.9	2.5	4	33	2	무	2.5	3.3
	2409	166708-2-27-52	0.7	3.3	3.8	3.9	32	2.5	무	2	3.11
	3419	D1667(or)-151	-	-	3.5	4	42	3	무	2.5	미모
	2420	(5HD×1667or)-151	0.5	3.8	3	1.5	34	2.5	무	2.5	미모
3423	(9NS×1667or)-2 -51	0	2.4	3	3	35	2	무	2.5	미모	

※ FS: Flowering Selfing(립수/교배화수)

BS: Bud Selfing(립수/교배화수)

* 1(개장) - 5(입성)

** 1(연록) - 5(농록)

*** 1(조) - 5(만)

**** 1(조) - 5(만)

***** 1(연) - 5(진)

연차	BN	계통명	입성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	근장 (cm)	근미비대 (1-5)***	바람들이 (1-5)****	청수 (1-5)*****	개화일 (월.일)
			FS	BS							
2차 년도 (2014)	4379	M708진 (대비)	0	6.4	3	4	36	3.5	무	4	4.28
	4390	M708-51 (대비)	0.7	1.1	3	3.5	30	2	무	2	3.17
	4389	74K-52-56-52-22-2 1	0.5	3.4	3	3.5	32	2	무	3	3.19
	4392	74K-51-51-51-21-2 2-21	0.07	1.7	4	3.5	29	2	무	3	3.14
	4412	AC708-1-53-52-22 -21-21	0.04	3.4	3	4	31	2.5	무	2	3.17
	4416	AC708-1-53-52-24 -23-21	0.04	1.3	3	4	30	2.3	무	2	3.23
	4429	D708-1-51-51-22-2 2-22	0.1	2.5	2.5	4	31	3	무	2	3.11
	4452	D708-1-52-53-21-2 1-21	0.3	2.0	2	4	42	2.5	무	2	3.18
	4474	D708-1-56-53-23-2 1-22	0.5	1.3	2	4	36	2.5	무	2	3.13
	4555	166708-1-23-21-22	1.1	1.0	3.5	3.5	36	2.3	무	2	3.20
4593	5HD667-2-22	0.04	2.0	4	4	36	2.5	무	3	2.26	

※ FS: Flowering Selfing(립수/교배화수)

BS: Bud Selfing(립수/교배화수)

* 1(개장) - 5(입성)

** 1(연록) - 5(농록)

*** 1(조) - 5(만)

**** 1(조) - 5(만)

***** 1(연) - 5(진)

연차	BN	계통명	입성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	근장 (cm)	근미비대 (1-5)***	바람 들이 (1-5)***	청수 (1-5)****	개화일 (월.일)
			FS	BS							
3차 년도 (2015)	5313	M708진(대비)	0	3.4	3.5	4	43	3.5	무	4	4.10
	5369	7M708-51(대비)	0.8	1.1	3.5	3.5	28	2	무	2	4.3
	5371	74K-51-51-51-22-2 1-21-21	0.9	0.4	4	3.5	31	2	무	2	3.18
	5373	74K-52-56-52-21-2 1-21	1.8	2.4	3.5	3.5	28	2	무	2	3.17
	5389	AC708-1-53-52-22 -22-21-22-21	0	0.6	3.5	4	29	2	무	2	3.21
	5415	D708-1-52-53-21-2 1-21-22-21	0.2	2.5	2	4	36	2.5	무	1.5	3.24
	5433	D708-1-56-53-24-2 3-23-21-21	0.3	0.06	2.5	4	34	2	무	1.5	3.24
	5458	166708-1-23-21-22 -22-21	1.0	1.0	3.5	4	33	2	무	2.5	3.17
	5465	166708-1-23-21-25 -22-21	0.1	0.5	4	3.8	31	2	무	3	3.11
	5502	5HD1667-1-33-21- 21	0.3	0.4	3.5	4	32	2	무	2.5	3.13
5527	(TG2 x HuH-21) -22-21	0.2	4.0	3.5	4	41	3	무	1.5	미모	

※ FS: Flowering Selfing(립수/교배화수)

BS: Bud Selfing(립수/교배화수)

* 1(개장) - 5(입성)

** 1(연록) - 5(농록)

*** 1(조) - 5(만)

**** 1(조) - 5(만)

***** 1(연) - 5(진)

연차	BN	계통명	입성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	근장 (cm)	근미비대 (1-5)***	바람 들이 (1-5)***	청수 (1-5)****	개화일 (월.일)
			FS	BS							
4차 년도 (2016)	6492	7M708-51(대비)	0	0.6	3.5	2.5	24	2	무	2	3.30
	6493	166708-1-21-22-23 -21-21-21	0	0.6	3	3.5	31	2	무	2.5	3.30
	6505	166708-1-23-21-24 -24-21-21	0.1	0.6	3.5	4	25	2	무	2	3.10
	6534	(5HD x 166708)-1 -29-22-22-21	0.5	1.4	3.5	4	28	2	무	2	3.15
	6545	(5HD x 166708)-1 -33-21-24-23	-	0.8	3.5	3.5	30	2	무	2	3.18
	6557	M708진(대비)	0.2	1.9	3.5	4	32	3.5	무	4	4.4
	6560	(708진 x OH-2-51 -1-53)-1-21-22	0	2.2	3	3.5	43	3.5	무	3	4.1
	6570	(708진 x OH-2-51 -1-53)-2-26-22	1.0	2.2	3	4	40	2.5	무	3.5	4.2
	6601	(7M708 x D708)-1 -28-23	0.08	2.9	2.5	3.7	28	2	무	2.5	3.18
	6612	(12M x M708)-1 -24-23	0.2	1.7	3	4	29	2	무	2.5	3.10
6645	(M708 x ACDMJ) -1-51-23	0.2	2.6	3	3	28	2	무	2	-	

※ FS: Flowering Selfing(립수/교배화수)

BS: Bud Selfing(립수/교배화수)

* 1(개장) - 5(입성)

** 1(연록) - 5(농록)

*** 1(조) - 5(만)

**** 1(조) - 5(만)

***** 1(연) - 5(진)

3년차 시험에서는 초기생육은 무난하였으나 비가림하우스 비닐제거 후 건조한 날씨가 계속됨에 따라 인공관수, 고온 등으로 예년에 비해 근장이 길고 근미비대도 차이가 커 선발에 많은 어려움이 있었다. 142개 계통을 공시하여 267개 계통을 선발하였다. BN5371, BN5373, BN5389, BN5415 등은 거의 고정단계에 이른 계통으로, 전년도 결과와 유사하게 비대가 빠른 단형계로 선발하여 조합작성할 예정이다. BN5415, BN5433, BN5458 등은 엽색이 진하고 비대가 빠르며 청수가 연한 계통으로 전년도에 이어 우수한 계통으로 선발되었고, BN5527 등은 가을후기용 단형계 소재로 지상부가 강하고 엽수가 많으며 무 속색깔이 백색인 새로운 소재를 육성하고자 선발하였다.

4년차에는 175개 계통을 공시하여 296 계통을 선발하였다. BN6492, BN6493, BN6534, BN6545 등은 근미비대가 빠르고 청수가 연한 단형계 계통으로 선발하였다. 장형계로 BN6560, BN6570 등은 근장이 길고 추근이 길며 어깨와 모근부위 형태가 우수한 계통으로 선발하였다. BN6601, BN6612, BN6645 등은 가을 단형계에 만추대 계통을 조합하여 추대가 늦고 근미비대가 빠르며 근형이 가을무에 가까운 새로운 소재를 만들고자 분리, 선발한 계통으로 비대성이 빠르고 형태가 유망시되었다.



그림 8. 가을무 계통 선발 전경

3. 조합작성 및 자가불화합성 인자 분석

가. 조합작성

가을에 선발되는 고정계통의 성숙모본과 일본 현지에서 진행한 가을적기 무조합 선발시험의 결과를 확인하고 12월 중, 하순에 파종한 미숙모본을 주로 이용하여 조합을 작성하였다. 조합의 형태는 [가을무 x 가을무]와 [만추계 x 가을무]로 나누어 조합을 작성하였고 여기에 이용되는 만추계 계통은 M.S가 완료된 계통을 주로 이용하였다. 일부는 [만추계 x 만추계]로 조합을 작성하여 가을 후기작형에도 이용하였다.

표 11. 가을무 조합작성 내역

연차	이용계통수	조합수	비고
1차년도	50	200	미숙모본, 가을성숙모본 이용
2차년도	71	250	미숙모본, 가을성숙모본 이용
3차년도	79	250	미숙모본, 가을성숙모본 이용
4차년도	77	250	미숙모본, 가을성숙모본, 봄성숙모본 이용
계	277	950	



그림 9. 미숙모본 최종 발아상태



그림 10. 미숙모본 교배준비



그림 11. 융성불임성 계통 정식 전경

나. 자가불화합성 인자분석

자가불화합성 인자분석은 전량 농업실용화 재단에 의뢰하여 수행하였다. 4년간 총검정 건수는 1,142점으로 이중 고정계통은 150점이었다. 나머지 992점은 인자가 분리하고 있거나 Isogenic line을 만들기위한 인자분석이었다. 고정계통에는 기존인자형이 16종이었고 17개 계통은 신규형 또는 불명 계통으로 매우 다양한 편은 아니었다. 이들 중 S24형의 인자형을 갖는 고정계통이 가장 많았고 뒤를 이어 S5형, S16형이었다.

이들은 미숙모본 상태에서 분석이 가장 많았다. 이 결과를 확인한 후 조합작성을 함으로써 인자가 같은 계통끼리의 과오조합은 거의 없어서 교배효율을 높일 수 있었다. 또한 Isogenic line 육성 시 미숙모본 상태에서 검정을 거쳐 heterogenic line을 선발 후 back-cross 함으로써 인공 교배로는 비효율적인 과정을 손쉽게 수행할 수 있었다.



그림 12. 가을성숙모본 정식전경



그림 13. 가을성숙모본 월동전경



그림 14. 가을성숙모본 교배준비

4. 응성불임성 계통 육성

무 채종에 이용되는 기술에는 자가불화합성을 이용하는 채종과, 응성불임성을 이용한 채종방법이 있으며, 2000년대 이전에는 대부분이 자가불화합성을 이용한 채종이었다. 그러나 소재의 유출방지, 조합간의 개화기 차이 극복, 고순도 품종 요구 등으로 응성불임성을 이용한 채종 품종이 일본무 시장에서는 필수조건이 되었다. 대표적 우점품종으로 미가도교화종묘의 福蜚, 사가다종묘의 冬みね, 夏の守, 동북종묘의 夏つかさ 등이 있다.

본 연구에서도 응성불임성 품종을 만들기 위하여 특성이 우수한 계통과 그룹 중 대표적인 계통들을 중점적으로 육성하였고, 현재는 시교생산 단계에서 부터 응성불임성을 이용한 채종 종자를 생산하고 있다. 응성불임성 계통으로 전환시 문제점도 나타났다. 원종증식 단계에서 응성불임성 자가불화합성이 관여되면서 탄산가스 처리 등 자가불화합성 타과방법을 동원해도 자가불화합성 원종에 비해 원종생산은 월등히 어려웠다. 또한 꽃가루가 없는 응성불임성으로 치환되면서 그 영향이 암술에 미쳐 암술의 길이가 길어지는 경향을 보였으며, 자가불화합성을 이용한 계통보다 종자 크기가 작아지는 현상도 보였다.

최종적으로는 안정된 응성불임성 품종을 육성하기 위하여 분리 초기세대에서 부터 Isogenic line을 선발하여 고정한 후 원종생산 문제를 해결하고 더욱 안정된 경제성을 갖춘 품종육성이 되어야 할 것으로 판단된다. 따라서 품종육성 기간도 자가불화합성 품종 육성 소요기간보다 2-3배 더 늦어지고 타사의 F1을 소재로 사용할 수 없으므로 소재의 폭을 넓혀야 하는 해결과제가 존재한다.



그림 15. MS(좌)-MF(우) 꽃 비교

표 12. 응성불입 계통 육성현황

계통명	M.S치환 횟수(회)	M.S 순도	추대성	비고
641Hu-56-52-53-56	5	고정완료	극만	조합에 활용중
67-1-52-G7	5	고정완료	만	조합에 활용중
6451-1-68	5	고정완료	만	조합에 활용중
OH-2-51-52-54-52	6	고정완료	극만	조합에 활용중
OH-2-51-1-53	6	고정완료	만	GR-31 우친으로 활용중
G3	5	고정완료	극만	조합에 활용중
G4	5	고정완료	극만	조합에 활용중
OH414-2-53-53(S5)	7	고정완료	극만	조합에 활용중
OH414-2-53-53(S1)	5	고정완료	극만	조합에 활용중
OH414-1-51-51-51	5	고정완료	극만	조합에 활용중
OH52FA-1-57	6	고정완료	만	조합에 활용중
OH-2-51-52-54-51	6	고정완료	극만	조합에 활용중
2OH414-2-53-52-1(S1)	7	고정완료	극만	조합에 활용중
2OH414-2-53-52-2(S5)	5	고정완료	극만	조합에 활용중
OH52FA-1-10	5	고정완료	만	조합에 활용중
BG414-1-54-52-52-51-51	5	고정완료	만	조합에 활용중
1D2	5	고정완료	극만	조합에 활용중
OH-2-51-1-52-51-2	6	고정완료	극만	조합에 활용중
OH414-1-60-52-53	6	고정완료	극만	조합에 활용중
OH64-1-51-53-54	5	고정완료	극만	조합에 활용중
HuH-21	5	고정완료	조	조합에 활용중
74K-52-50-52-22	6	고정완료	조	조합에 활용중
74K-52-51-51-22	6	고정완료	조	조합에 활용중
2SN2	5	고정완료	조	조합에 활용중

계통명	M.S치환 횟수(회)	M.S 순도	추대성	비고
20H68-1-55-53-51-51-52	4	미고정	극만추대	
OBG414-1-60-53-52-22	5	미고정	만추대	
OBG414-1-60-53-53-22	5	미고정	만추대	
OBG414-1-60-51-53-22	4	미고정	만추대	
AC8JM-1-S57-21-51	6	미고정	만추대	
OH708진-1-52-52-21	5	미고정	만추대	
OH708진-1-52-55-21	5	미고정	만추대	
OH708진-2-53-55-51	5	미고정	만추대	
OH708진-2-53-59-23	5	미고정	만추대	
OH708진-2-54-54-22	5	미고정	만추대	
OH708진-2-54-58-21	5	미고정	만추대	
OH(S4)	4	미고정	극만추대	
8DOH	4	미고정	극만추대	
133SWM	3	미고정	조	
HuH-22-22	4	미고정	조	
4SD-1-53-1-59	2	미고정	극만추대	
652	3	미고정	극만추대	
2OH412-51-52-51-51	2	미고정	극만추대	
12M-51	2	미고정	극만추대	
OH414-3-66-51-51	2	미고정	극만추대	
OH414-2-60-52-52	2	미고정	극만추대	
DNG	4	미고정	조	
162SW	1	미고정	조	
9AUM	1	미고정	조	
8JM-67M	1	미고정	조	
1127-51	1	미고정	조	

5. 일본 현지 조합선발시험

가. 가을적기시험

2년차부터 적기시험이 수행되었으며 3회에 걸쳐 1,980㎡에 555조합을 공시하여 시험을 수행하였다. 일본 무 산지 중에서 가장 근형이 잘 나타나며 농가수준이 높아 신품종을 선호하는 찌바현 조시시에 위치한 동일한 산지에서 매년 수행하였다. 일본은 강수량이 많으나 무 재배지에 배수로가 없으므로 폭우시 침수피해 우려가 없는 지대가 높은 곳을 선택하였다. 비료분은 타 지역 보다 조금 적은 지역으로, 비료분에 의한 영향을 최소화하여 시험을 진행하였다. 매년 9월 15일을 기준으로 파종하여 수확은 11월 말에서 12월 중순 사이에 하였다. 시험년도에 기후의 변화가 커서 근비대의 차이가 커 연차간 결과가 동일하지 않았다.

표 13. 일본 현지 조합선발 시험 내역

구분	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		계	
	적기	후기	적기	후기	적기	후기	적기	후기	적기	후기
재배면적(㎡)	-	1,320	660	660	660	660	660	660	1,980	3,300
공시조합수(개)	-	190	190	166	175	165	190	175	555	696
파종일(년.월.일)	-	2013. 9.27	2014. 9.12	2014. 9.26	2015. 9.13	2015. 9.24	2016. 9.12	2016. 9.26	-	-
수확일(년.월.일)	-	2014. 1.22	2014. 11.24	2015. 1.20	2015. 12.4	2016. 1.26	2016. 12.13	2017. 1.23	-	-

2014년(2년차)에는 9월 12일에 190조합 3품종을 공시하여 6개 조합을 선발하였다. 2회에 걸쳐 태풍을 겪었지만 외형적으로는 무난한 작형으로 보였으나, 예년보다 근장이 약 4-5cm 짧고 근경도 작았다. 주변 농가에서도 유사한 결과가 나타나, 파종후 초기 건조로 인한 생육부진과 11월의 잦은 강우로 인한 결과로 추정되었다.

BN505(OH414-3-63-54(S1S2)MS x 4HDKW-2-54)는 엽색이 진하고 지상부가 번무하지 않으며 강하고 근피가 곱고 근미 비대가 빨랐다. 무 속색깔도 청색이 나타나지 않았고 위황병 검정결과 강한 것으로 나타나 유망시 되었다. BN522(OH414-3-63-54(S1S2)MS x HuH-21)는 지상부가 조금 긴 편이나 번무하지 않고 근피가 곱고 근형이 좋았으며 특히 근피의 바탕색깔이 밝은색이면서 청수가 진하지 않고 어깨 및 근미가 부드러운 등근형으로 박스포장시 형태가 우수할 것으로 예상되어 선발되었다. BN551(OH703진-2-53-59-23 x 74k-52-56-52-22), BN611(OH708진-2-53 -53-22 x 74K-52-56-52-22-2-1)은 예비선발된 조합으로서 대비품종과 유사한 근형을 가진 조합으로, 전년도 test cross에서 가능성을 보여준 조합이다. 대비품종에 비하여 청수가 다소 연하고 무 속색깔에 청색이 보이지 않아 유망시되었다. BN688(D708-1-52-53-21-21-21 x OH414-3-63-54)은 엽색이 진하고 번

무하지 않으면서 청수가 연하고 무 속색깔도 백색으로 차년도 재조합하여 순도와 성능을 확인하고자 선발하였다. BN689(D708-1-52-53-21-21-23 x OH708진-2-53-59-21-21)은 엽색이 진하고 지상부가 강하여 봄무와 유사한 인상을 주는 조합으로, 근미비대는 조금 낮으나 근피의 바탕색깔이 흰색이 많고 H형이어서 수확기의 폭을 넓힐 수 있는 조합으로 선발하여 차년도에 성능을 재검정 코자 하였다.

표 14. 가을적기작형 현지조합선발시험 결과

연차	BN	조합명	초자*	엽색**	엽장 (cm)	근장 (cm)	근미비대***	바람들이****	속색깔*****	내한성*****
2차 년도 (2014)	501	福譽(미가도교화종묘)	3	4	40	33	2.5	무	4	3
	505	OH414-3-63-54MS x 4HDKW-2-54	3.5	4	40	32	2.5	무	3	3.5
	522	OH414-3-63-54MS x HuH-21	3.5	4	50	33	2.5	무	3	4
	551	OH708진-2-53-59-23-2 x 74K-52-56-52-22-2	3	3.5	41	31	2.5	무	3	3.5
	611	OH708진-2-53-53-22-1-1 x 74K-52-56-52-22-2-1	3	3.5	42	32	2.5	무	3	3.5
	688	D708-1-52-53-21-21-21 x OH414-3-63-54	3	4	43	31	2.5	무	2.5	4
	689	D708-1-52-53-21-21-23 x OH708진-2-53-59-23-21	3	4	43	32	3	무	2.5	4

초자 : 1(개장) - 5(입성)

** 엽색 : 1(연록) - 5(농록)

*** 근미비대 : 1(조) - 5(만)

**** 속색깔 : 1(백) - 5(청)

***** 내한성 : 1(약) - 5(강)

연차	BN	조 합 명	초자*	엽색**	엽장 (cm)	근장 (cm)	근미 비대***	바람 들이****	속색갈*****	내한성*****
3차 년도 (2015)	504	福譽(미가도교화 종묘)	3	4	38	35	2.5	미	4	3
	505	OH414-3-63-54(S1S2)MS x 4HDKW-2-54	3.5	4	35	34	3	극미	3	3.5
	506	OH414-3-63-54(S1S5)MS x HuH-21	3.5	4	36	34	3	무	3	4
	509	5HDMS x HuH-21	3	3.5	35	35	3	무	3	3.5
	567	OH708진-2-53-53-21-21-22 x AC708-1-53-52-24-21-21-21	3.5	4	36	35	2.5	무	3	3.5
	578	OH708진-2-53-55-22-21-21 x D708-1-52-53-21-21-21-21	3.5	4	38	38	2.7	무	3	3.5
4차 년도 (2016)	1001	福譽 (미가도교화 종묘)	3.5	4	37	39	3	무	4	3
	1015	OH708진-2-52-55 x 74K-52-56-52	3.5	4	42	38	3	무	3.5	3.5
	1056	OH-2-51-52-54-52MS x HuH-22	3	3	37	37	3.2	무	3	3.5
	1073	OH-2-51-1-53MS x TG2	3	3.5	39	37	2.5	무	2.5	4
	1074	OH-2-51-1-53MS x KW	3	3.5	40	42	3	무	2.5	4
	1114	AC708-1-51-52-54 x 708진-2-53-53	3	3	38	40	2.5	무	3	3.5
	1115	AC708-1-51-52-54 x OH708진-2-53-55	3	3	37	40	2.5	무	3	3.5
	1065	74K-52-56-52MS x OH708진-2-53-53	3	3	39	39	2.7	무	3	3.5
	1194	74K-51-51-51-22 x OH64-1-51-53-54	3	4	34	39	3	무	3.5	4

초자 : 1(개장) - 5(입성)

** 엽색 : 1(연록) - 5(농록)

*** 근미비대 : 1(조) - 5(만)

**** 속색갈 : 1(백) - 5(청)

***** 내한성 : 1(약) - 5(강)

3년차에는 9월 13일에 175조합 3품종을 공시하여 12월 4일에 수확, 조사하였다. 전년과는 반대되는 기후로 9-10월에 비가 많고 온도가 낮았으며, 11월부터는 온도가 높고 비가 적었다. 이로 인해 전반적으로 잎이 짧고 적었으며 근형이 우수하지 못하였고, 대비품종인 福耨도 바람들이 나타나고 같은 plot 내에서도 바람들이 차이가 나타나 검정에 무리가 있을 것으로 판단되었다.

BN505(전년도 BN505, OH414-3-63-54(S1S2)MS x 4HDKW-2-54)는 엽색이 진하고 지상부가 번무하지 않으면서 청수가 대비품종보다 연하고 근미비대는 조금 늦은 편이었다. 시험농가에 소량재배한 결과 수침지역이어서 생육이 매우 불량하여 지금까지 보았던 특성 발현이 나타나지 않았다. BN506(전년도 BN522, OH414-3-63-54(S1S2)MS x HuH-21)은 엽장이 조금 길고 내한성이 강하고 청수가 연하고 근피가 고우며 육질이 강하고 무 속색갈이 우수하였다. 근장은 보통 정도이나 근미비대가 늦고 volume이 작았다. 형태적으로는 적기보다 조금 늦은 시기에 적합할 것으로 생각되어 계속 검토하고자 선발하였다. BN567(OH708-2-53-53-21-21-22 x AC708-1-53 -52-24-23-21-21)은 엽장이 짧고 엽색이 진하며 청수가 연하고 근피가 고우며 H형으로 근형이 우수하였다. 바람들이도 전혀 나타나지 않아 차년도에 재공시하여 점검코자 선발하였다. BN578(OH708진-2-53-55-22-21-21 x D708-1-52-53-21-21-21-21)은 전년도 BN689와 아계 조합으로, 지상부가 번무하지 않고 청수가 연하며 조금 긴 H형으로 출하용 상자에 넣었을 때 모양이 좋은 형으로 선발하였다. 전년도 선발되었던 BN551, BN611은 지상부 근형 등에서 우수하였으나 바람들이가 대체로 빨라 선발되지 못하였다.

4년차에도 9월 12일에 190조합 3개 품종을 공시하여 12월 13일에 수확조사하였다. 파종기를 전후하여 계속되는 강우와 일조량 부족 등으로 지상부가 도장을 하여 곡근이 많았고 비대 또한 예년에 비하여 약 10일정도 늦었다. 근장은 예년의 길이로 나타났으나 많은 강우로 같은 포장 내에서도 재배가 균일하게 되지 못한 상태였고 토양에 수분이 많고 흐린 날씨가 계속되어 바람들이가 전혀 없었다.

대비품종은 福耨형으로 BN1015, BN1065, BN1114, BN1115 등을 선발하였는데 이들은 모두 청수가 대비품종보다는 연하고 근장이 유사하거나 조금 긴 형태이며 무 속색갈이 청수가 나타나지 않았다. 근미비대도 빠르면서 형태도 우수하였으나 바람들이는 모두가 나타나지 않아 선발조합의 숫자를 크게 잡았다. 이들은 차년도에 재조합하여 특성을 재확인하고 바람들이 정도를 정확히 판단하고자 선발하였다. BN1056은 전년도 가을 후기 시험에서 비대성이 빨라 적기에 공시한 조합으로 엽색은 조금 연하나 엽수가 많으면서 지상부가 강하고 청수도 연하면서 안정적인 근형을 갖고 있었다. 적기에 적당한 근장이 되면 재배의 폭이 넓은 조합으로 판단되어 선발하였다. BN1073, BN1074는 [만추계 x 가을계] 조합으로 근장이 충분하거나 길고 지상부가 강하여 근미비대가 빠르고 청수가 연하였다. 특히 BN1073은 근형이 시험조합 중 차별화되는 특성을 가지면서 가장 우수하였다. 차년도에 시교채종 후 재검정할 예정이며, 추대성이 늦으므로 봄 후기작형에도 검토코자 선발하였다. BN1194는 [만추계 x 가을계] 조합 중에서, 친이 저온신장력이 강하고 엽색이 진하며 내한성이 있는 조합으로 가을적기, 후기에서 계속 검토코자 선발하였다.



그림 16. 일본 현지조합 선발시험 받아된 전경



그림 17. 일본 현지조합 선발시험 재배 전경



그림 18. 일본 현지조합 선발시험 수확전경(1)



그림 19. 일본 현지조합 선발시험 수확전경(2)

나. 가을후기 시험

가을후기 시험은 3년간 (4차년도는 1월 하순 수확예정) 3,300㎡에 696 조합을 공시하여 521 조합을 수확, 조사하였다. 시험장소는 적기시험과 같은 지역, 같은 농가 포장으로 일본에서는 가장 북쪽에 위치한 후기작형 재배지역이다. 매년 9월 하순에 파종하여 1월 하순에 무 생산 단경기에 수확, 조사하는 작형에 대한 시험을 수행하였다.

2013년 1년차에는 9월 27일에 파종하여 이듬해 1월 22일에 수확하였으며, 190조합 3품종을 공시하여 4개 조합을 선발하였다. 시험시기에 겨울은 예년보다 추웠고 파종후 잦은 태풍으로 무재배 환경이 좋지않은 해여서 무 단가가 높았다. 이른 시기부터 추워서 지상부가 충분히 자라지 못하였고 이에 따라 근장, 근미비대, 크기 등이 평년에 비해 떨어지는 경향을 보였다. 적기에 접합했던 품종 또는 조합은 지상부가 약해서 생육이 더욱 부진했다.

BN919(OH-2-51-1-53 x HuH-21-1)은 지상부가 강하고 속잎의 저온장해도 적었으며 근장이 대비품종보다 길고 저온기 어깨 작아지는 현상이 적었으며, 근미비대도 빠르고 근형이 우수하였다. 무 속색깔도 청색이 나타나지 않고 추대성도 늦은 조합으로 늦은 시기까지 수확기간이 갈 수 있는 조합으로 선발되었다. BN920(OH-2-51-1-53 x HuH-22-1)은 BN919와 유사한 조합으로 내한성이 유사하고 근장은 조금 짧으며 근미비대는 더빠르고 근형이 양호하였다. 저온기 어깨가 작아지는 현상은 BN919보다는 약하고 대비품종보다는 강한편이었다. BN919와 BN920을 차년도에 재공시하여 최종적으로 1개 조합만 선발하고자 하였다. BN934(771HMS x OH-2-51-1-53)는 지상부가 강하고 근장이 길고 근미비대도 중간정도의 [만추대 x 만추대] 조합 품종으로, 청수가 연하고 청육색이 나타나지 않았다. 수확기를 연장하여도 급격히 비대가 되지않고 추대의 염려가 없는 순도가 고른 조합으로 선발하였다. BN935(771HMS x HuH-21-1)는 지상부가 강하고 속잎도 저온에 강하여 근장도 긴편이면서 무 크기가 크고 근형도 우수하였다. 청수도 연하였으나 지하부의 무 속색깔이 좋지는 않았으나 차년도에 재검하고자 선발하였다.

표 15. 가을 후기작형 현지조합 선발시험 결과

연차	BN	조합명	초자*	엽색**	엽장 (cm)	근장 (cm)	근미비대***	바람들이****	속색깔*****	내한성*****
1차년도 (2013)	909	冬みね(사가다종묘)	3	3.5	30	38	4	무	2	4
	919	OH-2-51-1-53 x HuH-21-1	3	3.5	30	40	3	무	2	4
	920	OH-2-51-1-53 x HuH-22-1	3.5	3	30	38	2.8	무	2	4
	934	771HMS x OH-2-51-1-53	3	3	26	40	2.5	무	2	4
	935	771HMS x HuH-21-1	3	3	24	40	3	무	2	4
2차년도 (2014)	704	冬みね(사가다종묘)	3	3.5	32	32	4	무	2	4

	703	OH-2-51-1-53MS x HuH-22	3	3	24	31	2.5	무	2	3
	705	OH-2-51-1-53MS x HuH-21	3	3	28	34	3	무	3	4
	714	8DSNMS x DNG-22	2.5	3.5	25	40	3.5	무	1.5	2.5
	746	OH x DNG-22	2.5	3.5	30	33	2.5	무	2	4
3차 년도 (2015)	704	冬みね(사가다종묘)	3	3.5	44	48	2	무	2	4
	703	OH-2-51-1-53MS x HuH-22	3	4	43	43	2	무	2	4
	707	OHMS x DNG	3.5	4	47	42	2	무	2	4.2
	727	OH-2-51-52-54-52MS x HuH-22	3	4	39	40	1.8	무	2	4
	789	OH x 8JM-67M	3.5	4.2	40	41	2.5	무	2	4
	803	OH414-3-63-54(S1S5)M S x 652	3	4.2	35	43	3	무	3	4
	878	T84 x D771-2B-79	3.5	4.2	40	46	2	무	3	3.5

초자 : 1(개장) - 5(입성)

**
엽색 : 1(연록) - 5(농록)

근미비대 : 1(조) - 5(만)

속색깔 : 1(백) - 5(청)

내한성 : 1(약) - 5(강)

2차년도에도 9월 26일에 파종하여 익년 1월 20일에 수확, 조사하였으며 166조합 1품종을 공시하였다. 작형은 11월까지 비가 많았으나 순조롭게 생육이 이루어졌고 12월에는 예년보다 빠른 추위로 인하여 지상부의 저온장해가 많았고 이로 인하여 근장, 근미비대가 거의 정지상태로 수확기까지 이어진 것으로 추정되어 1차년도와는 많은 차이를 보였다.

BN703(전년도 BN920, OH-2-51-1-53MS x HuH-220)은 지상부와 근장이 대비품종보다 조금 짧았으나 근비대와 근미비대가 빨라 근형이 우수하였고 무 속색깔이 청색이 나타나지 않으며 대체로 육질이 강했다. 응성불임을 이용한 조합으로 순도가 우수하여 차년도 농가 실증시험에 검토코자 선발하였다. BN705(전년도 BN919, OH-2-51-53-1-53MS x HuH-21) 조합은 지상부가 강하고 신엽에 저온장해가 전혀 나타나지 않으며 근미비대가 빠르고 근형이 우수하였다. 무 속색깔은 열은 청색이 나타나 단점으로 보였고, 차년도에 농가 실증시험을 거쳐 BN703과 비교하여 우수한 조합을 선택하고자 선발하였음. BN714(8DSNMS x DNG-22) 지상부는 아주 강한 편은 아니나 근장이 길고 청수가 연하고 무 속색깔이 백색이어서 겨울 1-2월 수확용으로 가능성이 있을 조합으로 선발하였다. BN746(OH x DNG-22)는 지상부가 강하고 신엽이 저온기에 피해가 없으며 근장은 조금 짧으나 근미비대가 빠르고 무 속색깔이 흰색이며 육질이 단단한 편이었다. 설인종묘의 후유사무라이라는 품종

이 적기와 후기의 중간에 판매되므로 이 작형에 검토코자 선발하였다. 전년도 선발되었던 BN934(771HMS x OH-2-51-1-53)은 근장이 너무 길게 나타났고 지상부가 약하여 근미비대가 늦어 선발되지 못하였다. BN935(771HMS x HuH-21)로 지상부가 강하지 않고 근미비대가 늦어 선발되지 못하였다.

3년차 시험도 9월 24일에 파종하여 익년 1월 26일에 수확조사하였으며 165조합 1품종을 공시하였다. 파종후 예년보다 온다고 높고 연말까지도 계속되어 적기무 수확시 비대가 거의 완료된 상태로, 수확시 지상부로 따뜻한 기후로 인하여 많은 차이가 나타나지 않고 근장은 예년보다 훨씬 길어 가장 긴 조합은 70cm에 이르렀다. 초기부터 지상부가 웃자라면서 뿌리가 비대하여 곡근현상이 많이 나타났으며 지상부가 강한 조합 또는 품종은 순도가 좋지 않았다. 특히 대비품종인 사가다의 돗미근은 거의가 곡근현상을 보였고 근장의 차이도 커서 순도가 좋지 못했고 이러한 현상은 일반 농가에서도 동일하게 나타났다.

BN703(전년도 BN703, OH-2-51-1-53MS x HuH-22)은 대비품종에 비하여 근장, 엽장이 짧아 연차간 차이가 적었고 근미비대도 빠르면서 곡근성이 없고 근형이 안정적이었다. 무속색갈도 좋은 편이고 순도가 우수하여 차년도 농가확대시험과 품종보호출원 계획으로 선발하였다. BN707(전년도 BN746, OHMS x DNG-22)도 번무하지 않고 근미비대가 빠르며 청수가 연하고 근장의 연차간 차이도 적어 안정적인 조합으로 판단되었다. 초자가 조금더 입성이고 지상부 내한성이 강하여 작형폭을 넓힐 수 있으며 육질도 강한편으로 유망시되었다. 차년도 농가에 확대시험코자 시험채종 예정이다.

BN727(OH-2-51-52-54-52MS x HuH-22)은 BN703과 아계 조합으로 유사한 지상부에 근미비대가 빠르고 근장도 조금 짧은 근형이 우수한 조합이었다. 비대정도를 보면 적기에도 가능성이 있을 것으로 예상되어 선발하였다. BN789(OH x 8JM-67M)는 청수가 아주 연한 가공용 조합으로 근장이 충분히 자라고 청육이 없으며 육질이 강해서 우수한 특성을 보였다. 내한성도 강하고 겨울 2-3월 수확, 가공할 수 있는 조합으로 선발하였다. 차년도 소량채종하여 가공농가에 제공하여 결과를 검정하고자 선발하였다. BN803(OH414-3-63-54(S1S2)MS x 652)는 [만추대 x 만추대] 조합으로 근형은 우수하지 않았으나 저온기 당도가 높아서 잘 얼지 않거나, 얼어도 빠르게 녹는 특별한 조합으로 선발하였다. 일반 품종의 당도는 5brix 수준이나 본 품종의 지상부 당도는 6.5brix로 1.5brix 정도 높아 맛있는 무 품종 가능성을 검토하고자 선발하였다. BN878(T84 x D771-2B-79)는 전년도 겨울용무 조합선발 시험에서 선발된 [만추대 x 만추대] 조합으로서 내한성도 강하고 근장도 길며 근미비대가 빠른 조합으로 선발되었다. 전년도 선발되었던 BN705(OH-2-51-1-53MS x HuH-21)과 BN714(8DSNMS x DNG-22)는 근장이 너무 길고 근미맺힘이 늦어 선발되지 못하였다.



그림 20. 일본 현지조합선발 후기시험 재배 전경



그림 21. 월동무 신엽 동해피해

6. 시교채종

일본 가을무 시교채종은 일본에서 무 수확시기가 12월 초순이므로 우수조합선발 시 [만추계 x 가을계] 조합은 만추계 계통이 충분히 확보가 되지않고 소량이거나 1년씩 늦어지는 경우가 많다. 농가의 요구도에 따라 고순도와 소재보안을 위하여 응성임화되어 있지 않은 계통은 시교채종을 하지 않고 있다. 응성불임성 채종시 개화기의 차이가 있어도 크게 문제가 되지않고 채종 후 계통의 순도만 문제없다면 부담없이 시교로 채종할 수 있는 장점이 있다. 단 송친으로 이용하는 계통은 어느 정도 자가불화합성 활력이 강해야 초기부터 착협이 되지 않고 꽃가루를 충분히 제공할 수 있어 안정적인 친으로 활용할 수 있다.

2014년 시교채종은 대부분 만추계를 우친으로 사용한 채종이었으며, 개화기 차이가 약 1개월씩 있었으나 큰 문제없이 채종을 할 수 있었다. 단위면적당 수량(ml/3.3㎡)에서는 많은 차이를 보였는데 이는 채종지에 따른 차이로 판단된다. 3년차 시교채종에서도 3.3㎡당 130 ml~180ml로 이용하고 있는 계통들의 생산력은 안정적으로 판단된다. 4차년도에서는 2개의 조합에서 문제점을 보였다. OH414-3-63-54(S1)MS x 53HB에서는 우친의 초세가 강해서 송친을 방해하였고 채종 후기에 고온에 의한 화분활력의 약화로 채종 수량이 적었다. 이는 본 생산의 경우에 송친에 비료를 추가하므로써 극복할 수 있는 상황으로 판단되며, D771-2B-79MS x T84는 우친 M.S계통의 단주화가 문제가 되었다. 암술이 짧고 화분이 없음에 따라 꿀벌이 좋아하지 않는 꽃으로 판단되었는데, 이러한 조합의 채종은 반대로 M.S화하여 채종하지 않으면 경제성이 없을 것으로 판단된다. 따라서 이러한 계통은 M.S 유도 초기에 정확한 판단을 내려야 할 것이다.

표 16. 시교채종결과

채종 년도	구분	조합명	정식수주		채종량(ml)		단위 채종량 (ml/ 3.3㎡)	개화일 (월.일)		채종 방법
			♀	♂	♀	♂		♀	♂	
2014	시교 채종	OH-2-51-1-53MS x HuH-22	9	10	1,000	제거	100	5.12	4.5	MS
		OH-2-51-1-53MS x HuH-21	6	10	600	제거	60	5.6	4.8	MS
		OH414-3-63-54(S1S5)MS x 4HDKW-2-54	18	16	3,500	제거	233	5.11	4.10	MS
		OH414-3-63-54(S1S5)MS x 9NS-15	20	12	2,000	제거	133	5.11	4.1	MS
2015	시교 채종	OH-2-51-1-53MS x HuH-22	55	28	4,900	제거	160	5.7	4.6	MS
		OHMS x DNG	12	10	1,600	제거	130	4.24	4.6	MS
		OH414-3-63-54(S1S5)MS x	18	10	2,700	제거	180	4.26	4.14	MS

		67-2-52-55								
		77HMS x DMJ	18	10	2,600	제거	173	4.26	4.26	MS
2016	시교 채종	OH708-2-53-55-51MS x D708-1-52-53	13	8	1,900	제거	158	4.20	4.8	MS
		OH414-3-63-54(S1)MS x 53FB	18	14	850	제거	56	5.2	4.12	MS
		D771-2B-79MS x T84	18	9	150	제거	10	4.29	5.5	MS
		OH414-3-63-54(S1S5)MS x 652	48	24	4,000	제거	114	4.30	4.18	MS
		OHMS x 8JM-67M	36	28	3,700	제거	123	4.30	4.2	MS



그림 22. 시교채종 전경

7. 시험채종

시험채종은 일본 현지종자회사에서 관심이 많거나 확대 시교시험을 원할 때만 진행하는 방식으로, 본 채종전 채종의 문제점을 발견하고 수량을 예측하여 원가 추정을 할 수 있는 방식으로 수행하였다.

표 17. 시험채종결과

채종 년도	조합명	채종 면적 (㎡)	채종량 (kg)	단위면적 당 채종량 (ml/3.3㎡)	개화일 (월.일)		채종 방법
					우	♂	
2014	771HMS x 63-51-58	500	26	242	5.4	5.1	MS
	OBGMS x 63-51-58	500	18	168	5.1	5.1	MS
2015	OH414-3-63-54(S1S2)MS x D596-7W	1,000	56	252	5.13	4.28	MS
2016	OH414-3-63-54(S1)MS x D596-7W	1,000	50	231	5.2	4.30	MS
	OHMS x DNG	1,000	50	231	4.30	4.10	MS

2014년에 같은 포장의 2개 MS 우친을 이용하여 채종한 결과 수량의 차이가 많았다. 이는 우친의 종자 굵기에 기인한 것으로 추정된다. 그 외 년도에도 단보당 50kg 수준을 유지하여 경제적 채종이 가능하다는 결과를 얻을 수 있었다. 순도검정에서도 이형주가 없어 안정적 채종은 입증되었다. 하지만 종자크기가 작아지고, 기후불균일 시 M.S line의 초기개화기 yellow drop 현상이 많이 나타나 착즙기간이 짧고 등숙기간이 짧아지는 문제점이 발견되었다.



그림 23. 시험생산 전경(1)



그림 24. 시험생산 전경(2)

8. 원종증식

기존 판매품종 또는 충분히 가능성이 있는 조합에 대한 원종 생산을 선제적으로 수행하였다. 근래의 채종방법은 거의 응성불임성 채종이므로 원종증식을 실패할 시 채종을 할 수가 없다. 또한 이는 거래처의 신뢰도를 잃는 결과로 이어지므로 어느정도 확보된 원종 없이는 주문을 받을 수 없다. 기상급변에 따라 예측하지 못한 기후가 되면 문제는 더욱 심각해진다.

2014년에는 모두 자가불화합성 계통들의 원종증식이었는데 대체로 무난한 편이었으나 8DSN은 타계통보다 수량이 많이 적었다. 원인은 본 계통이 초기 저온 상태가 유지되면 착협이 되지 않고 초세만 강해져 후기까지 착협이 잘되지 않는 계통으로 판명되었다.

2015년에는 응성불임성 계통이 3계통, 자가불화합성 계통이 1계통으로 같은 계통의 응성불임성 계통과 비교할 수 있는 기회가 되었다. 정식 후 계속되는 저온으로 생육이 부진하였다가 중후기에 급격한 온도상승으로 초세조절에 실패하고, 탄산가스 처리시 야간온도가 낮아 수정에 더욱 장애를 일으킨 것으로 추정된다. OH계통과 OH응성불임계통의 원종 생산의 경우, 응성불임성이 약 50배 정도 생산이 어렵다는 결과가 나타났다.

2016년의 원종증식에서도 응성불임성 계통의 원종증식은 문제점으로 나타났다. 이 문제를 해결하기 위하여 근원적으로는 isogenic line을 만들어 쉽게 원종을 생산하지 못하면 안정적인 채종이 어려울 것으로 예상된다.

표 18. 연도별 원종증식 결과

연도	계통명	재배 면적 (㎡)	수량 (ml)	단위면적당 채종량 (ml/3.3㎡)	기타
2014	OH	500	18,900	126	탄산가스처리
	8DSN	82	1,500	60	탄산가스처리
	HuH	30	900	100	탄산가스처리
	M708-51	30	1,100	122	탄산가스처리
2015	OH	165	2,450	49	탄산가스처리
	OHMS	66	20	1	탄산가스처리
	OH-2-51-1-53MS	165	130	36	탄산가스처리
	OH414-3-63-54(S1)MS	40	130	10.8	탄산가스처리
2016	OHMS	230	550	7.8	탄산가스처리
	OH-2-51-1-53MS	330	500	5.0	탄산가스처리
	OH414-3-53-54(S1)MS	230	1,000	14.2	탄산가스처리
	D771-2B-79MS	83	60	2.4	탄산가스처리
	ACDMJ-1-53-51-53	66	150	7.5	탄산가스처리
	DNG	83	2,000	80.0	탄산가스처리

9. 개발 품종의 일본 연락시험 결과

가. 30406

2013년 홋카이도에 조합선발시험을 의뢰하여 선발된 조합으로서 추대가 늦고 생리장해에 강한 홋카이도 6-7월 가을조기재배 및 평지 봄노지 재배가 가능한 조합으로 개발 중이다. 조합선발 시 추대가 늦고 근미비대가 빠르며 형태가 좋고 지상부도 길지 않아 대비품종인 와타나베 사이슈조의 貴宮보다 우수하였다. 2014년 6월 3일 파종 홋카이도 결과는 당사에서 판매하고 있는 GR-26보다는 미흡한 결과를 받았고, 7월 3일 파종에서는 생리장해는 없었으나 근장이 짧았으며, 2014년 평지 가을조기인 8월 21일 파종 재배에서는 보통 수준의 성적을 받았다. 그러나 9월 3일 파종 재배에서는 대비품종인 사가다종묘의 夏の守와 유사한 수준의 우수평가를 받았다. 2015년 홋카이도 6월 11일 파종 시험에서 열근이 25% 정도 나타나 좋은 성적을 보이지 못했고, 7월 12일 파종에서도 열근이 나타났으며 가을조기재배인 평지 8월 21일 파종에서는 보통 수준의 성적을 보였다.

2016년 5월 29일 파종 홋카이도 시험에서는 대비품종인 貴宮보다 우수한 평가를 받았다. 6월 11일 파종에서는 근형은 우수하였으나 바람들이가 빠른 문제점이 나타났다. 또 6월 26일 파종에서 여름품종인 동북종묘의 夏つかさに 비해서 추대가 없고 근미비대가 빠르며 근형이 좋아 우수한 평가를 받았고 7월 4일 파종시험에서는 근미비대가 빠르고 근형이 좋아 우수한 평가를 받았다.

본 조합은 [만추대 x 만추대] 조합으로서 특이하게 고온기에 생리장해에 강한 조합으로 고온기 근미비대, 근장, 근형 등이 우수하다. 그러나 엽수가 많아 극한적인 건조기에는 수분증발량이 증가함에 따라 바람들이 현상이 나타나는 것으로 보인다. 하지만 이 시기에는 파종 후 55일 후 수확 하므로 큰 문제가 되지 않을 것으로 생각된다. 2015년 시험 생산하여 85kg을 2개 종묘 회사에 제공하였으므로 차년도에 확실한 결과를 받을 수 있을 것으로 예상된다.



그림 25. 30406 조기재배(우측 福譽)

나. 30920, 30935

2014년 9월 19일 가을후기 시험에서 대비품종인 사가다종묘의 冬みね에 비하면 30920은 근장이 안정적이고 청수색이 연하여 우수하였으나 30935는 근장이 너무 길었다. 9월 30일 파종 시험에서도 유사한 결과를 보여 차년도부터는 30935를 제외하고 30920만 중점적으로 시험할 계획으로, 2016년 시험생산 하여 2017년 봄에 100kg을 제공할 계획이며 이미 2017년 200kg의 주문을 받은 상태다.



그림 26. 30920, 冬人88

표 19. 30406 연락시험 결과 (2013년)

파종: 6.8, 수확: 8.7, 재배지: 홋카이도

품종명	근장 (cm)	근경 (cm)	엽장 (cm)	청수*	근미비대**	육색***	형태	평가
貴宮	35	6.7	42	2-3	4	3	○△	△○
夏つかさ	34	6.7	49	4	3-4	3	△○	△○
30406	34	6.6	32	3-4	4-5	3	○	○

*청수: 1(연)-5(진)

**근미비대: 1(만)-5(조)

***육색: 1(수침)-5(백)

표 20. 30406 연락시험 결과 (2014년)

과종: 6.3, 수확: 8.5, 재배지: 홋가이도

품종명	근장 (cm)	근경 (cm)	엽장 (cm)	칭수*	근미 비대**	육색 ***	생리 장해	형태	평가
GR-26	41	7.2	42	2.5	3.5	4	0	○	○
夏つかさ	38	7.2	47	4.5	3	4	0	○△	△○
30406	39	7.3	47	3	3.5	4	0	○△	△○

*칭수: 1(연)-5(진)

**근미비대: 1(만)-5(조)

***육색: 1(수침)-5(백)

표 21. 30406 연락시험 결과 (2014년)

과종: 7.3, 수확: 8.28, 재배지: 홋가이도

품종명	근장 (cm)	근경 (cm)	엽장 (cm)	칭수*	근미 비대**	육색 ***	바람 들이	생리 장해	형태	평가
夏つかさ	34	6.8	46	3	3.5	4	2/5	0	○△	△○
30406	29	6.0	40	3.5	3.5	4	0	0	△	△X

*칭수: 1(연)-5(진)

**근미비대: 1(만)-5(조)

***육색: 1(수침)-5(백)

표 22. 30406 연락시험 결과 (2014년)

과종: 8.21, 수확: 10.15, 재배지: 나라현

품종명	근장 (cm)	근경 (cm)	근중 (gr)	엽장 (cm)	칭수*	근미 비대**	육색 ***	생리 장해	형태	평가
献夏37	33	6.0	2,300	40	3.5	3	3.5	0	△○	△
夏の守	36	6.8	3,150	34	3	4	4	0	○	○△
夏つかさ	39	6.9	3,700	45	3	3.5	3.5	0	△○	○△
30406	35	6.7	3,200	42	3	4	3.5	0	○	△○

*칭수: 1(연)-5(진)

**근미비대: 1(만)-5(조)

***육색: 1(수침)-5(백)

표 23. 30406 연락시험 결과 (2014년)

과종: 9.3, 수확: 10.31, 재배지: 나라현

품종명	근장 (cm)	근경 (cm)	근중 (gr)	엽장 (cm)	청수*	근미 비대**	육색 ***	생리 장해	형태	평가
献夏37	34	6.7	1,050	40	3.5	3	5	0	△	△
夏の守	35	7.0	1,250	42	2.5	4	4	0	○	○
30406	34	7.0	1,200	44	2.5	4	3.5	0	○	○

*청수: 1(연)-5(진)

**근미비대: 1(만)-5(조)

***육색: 1(수침)-5(백)

표 24. 30406 연락시험 결과 (2015년)

과종: 6.11, 수확: 8.6, 재배지: 홋가이도

품종명	근장 (cm)	근경 (cm)	엽장 (cm)	청수*	근미 비대**	열근	육색 ***	형태	평가
夢薺(미가도)	34	6.8	44	3	2	0	3	○△	○△
30406	32	6.5	46	3	3.5	3/12	4	○△	X

*청수: 1(연)-5(진)

**근미비대: 1(만)-5(조)

***육색: 1(수침)-5(백)

표 25. 30406 연락시험 결과 (2015년)

과종: 7.12, 수확: 9.10, 재배지: 홋가이도

품종명	근장 (cm)	근경 (cm)	엽장 (cm)	청수*	열근	근미 비대**	육색 ***	생리 장해	형태	평가
夏つかさ	41	7.7	51	3	0	3.5	4	0	○	○△
夏の翼	36	6.9	42	4.5	0	4.5	4	0	○	○
30406	39	6.7	46	3.5	5/12	3.5	3.5	0	○△	X(열근)

*청수: 1(연)-5(진)

**근미비대: 1(만)-5(조)

***육색: 1(수침)-5(백)

표 26. 30406 연락시험 결과 (2015년)

파종: 8.21, 수확: 10.14, 재배지: 나라현

품종명	근장 (cm)	근경 (cm)	엽장 (cm)	청수*	근미 비대**	육색 ***	형태	평가
夏の守	36	7.2	46	2	3.5	4	○△	○
福譽	36	6.4	42	4	3.5	4	○	X
30406	38	6.9	40	3	3.5	3	○△	○△

*청수: 1(연)-5(진)

**근미비대: 1(만)-5(조)

***육색: 1(수침)-5(백)

표 27. 30406 연락시험 결과 (2016년)

파종: 5.23, 수확: 7.27, 재배지: 홋카이도

품종명	근장 (cm)	엽장 (cm)	추대	형태	평가
貴宮	38	48	0	○	○
30406	37	40	0	◎	◎

표 28. 30406 연락시험 결과 (2016년)

파종: 6.11, 수확: 8.4, 재배지: 홋카이도

품종명	근장 (cm)	근경 (cm)	엽장 (cm)	청수*	근미 비대**	육색 ***	형태	평가
GR-26	34	6.0	43	2	2.5	4	○△	△○
貴宮	33	6.3	53	2.5	2.5	5	○△	○△
30406	34	6.6	45	3	2.5	4	○	△

*청수: 1(연)-5(진)

**근미비대: 1(만)-5(조)

***육색: 1(수침)-5(백)

표 29. 30406 연락시험 결과 (2016년)

과종: 6.26, 수확: 8.25, 재배지: 홋카이도

품종명	근장 (cm)	근경 (cm)	추근장 (cm)	엽장 (cm)	청수*	근미 비대**	추대	평가
夏つかさ	39	7.8	16	46	3	2	3	△
30406	39	8.1	16	42	3	4	0	○

*청수: 1(연)-5(진)

**근미비대: 1(만)-5(조)

표 30. 30406 연락시험 결과 (2016년)

과종: 7.4, 수확: 8.31, 재배지: 홋카이도

품종명	근장 (cm)	근경 (cm)	엽장 (cm)	청수*	근미 비대**	육색 ***	형태	평가
夏つかさ	32	6.4	44	3.5	2	3	△	X
30406	35	7.0	42	3	3.5	4	○	○

*청수: 1(연)-5(진)

**근미비대: 1(만)-5(조)

***육색: 1(수침)-5(백)

표 31. 30920, 30935 연락시험 결과 (2014년)

과종: 9.19, 수확: 12.10, 재배지: 나라현

품종명	근장 (cm)	근경 (cm)	엽장 (cm)	청수*	근미 비대**	육색 ***	바람 들이	형태	평가
冬みね	39	6.4	44	2	3	4	0	△○	△○
30920	37	6.5	50	1	3	3	0	○	○
30935	41	6.5	47	1.5	1.5	3.5	0	○△	○

*청수: 1(연)-5(진)

**근미비대: 1(만)-5(조)

***육색: 1(수침)-5(백)

표 32. 30920, 30935 연락시험 결과 (2014년~2015년)

파종: 9.30, 수확: 1.16, 재배지: 나라현

품종명	근장 (cm)	근경 (cm)	엽장 (cm)	청수*	근미 비대**	육색 ***	잎 내한성 ****	형태	평가
冬みね	32	6.7	37	1.5	2.5	3	3.5	△X	△X
30920	31	6.9	31	1	3	3	2	△○	○△
30935	39	6.0	34	1.5	2	3.5	2	△○	○△

*청수: 1(연)-5(진)

**근미비대: 1(만)-5(조)

***육색: 1(수침)-5(백)

****잎내한성: 1(약)-5(강)



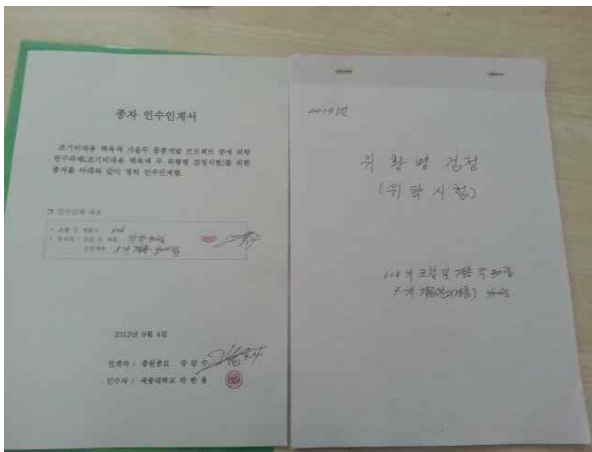
그림 27. 시교 Box 포장

10. 조기비대용 백육색 무 위황병 검정 시험

가. 재료 및 방법

(1) 육묘

중원종묘로부터 위황병 저항성 검정을 위해, 무 품종 및 계통의 종자 각 30립씩을 분양받았다 (그림 23). 2013, 2014, 2015, 2016년 9월 15일경, 세종대학교 연구소 내 하우스에서 육묘용 상토를 담은 트레이에 무 종자를 계통별로 각 30립씩 줄과중하였다. 발아율을 높이기 위해, 온습도 및 일장이 제어되는 인공환경실 내에서 발아를 유도하였다. 발아 확인 후 트레이를 인공 환경실에서 자연광 유리 온실로 이동하였다. 수분관리에 주의하며 1주일간 육묘 후, 위황병 접종 실험에 공시하였다.



종자인수



파종



발아

그림 28. 위황병 종자 준비 및 파종

(2) 위황병 접종

위황병 병원균 (*F. oxysporum* f. sp. *raphani*)은 한국의 두 발병지역(강원도 홍천내면 및 정선 임계)에서 수집한 샘플의 뿌리조직의 병반에서 채취하였다 (Syngenta Co., Korea) (Yu et al., 2013). 접종원의 준비를 위해서, potato dextrose agar liquid medium에서 2주간 배양 후 콜로니에서 위황병 포자를 수집 후 현탁했다. 현탁액의 농도는

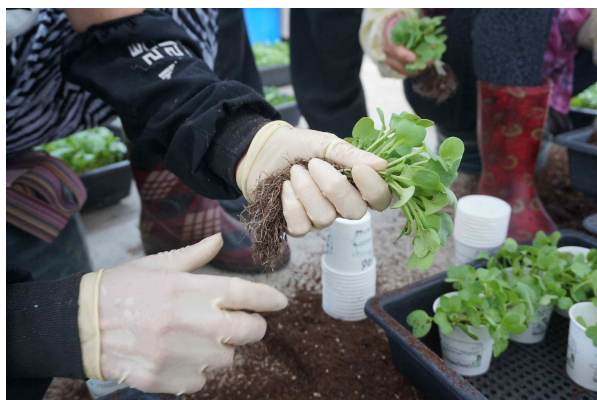
hemocytometer를 이용하여 10^6 per mm^2 가 되도록 조절하였다. 위황병 접종은 묘의 뿌리 끝을 절단 후 종이컵에 담고, 균 현탁액을 10ml씩 분주하여 접종하는 방식으로 이루어졌다. 유묘의 생육상태를 확인하고, 접종준비를 시작하였다 (그림 24). 트레이에서 육묘한 유묘를 채취하고, 뿌리를 가볍게 털어 뿌리표면에 묻은 배양토를 제거하였다. 균의 체내 감염을 용이하게 하기 위하여 주근 및 측근의 뿌리 끝 2-3cm를 손으로 잘라냈다. 미리 준비한 소형 종이컵에 유묘를 담고, 균주 현탁액을 각 10ml씩 분주하여 묘의 뿌리 부분이 고르게 닿을수 있도록 컵을 흔들어 잘 섞은 후 5분간 침지하였다 (그림 24). 접종 후, 25주의 묘를 트레이에 정식하고, 자연광 온실 내에서 재배관리하였다. 접종후 1주, 2주, 3주차에 병 발생정도를 조사하였다.



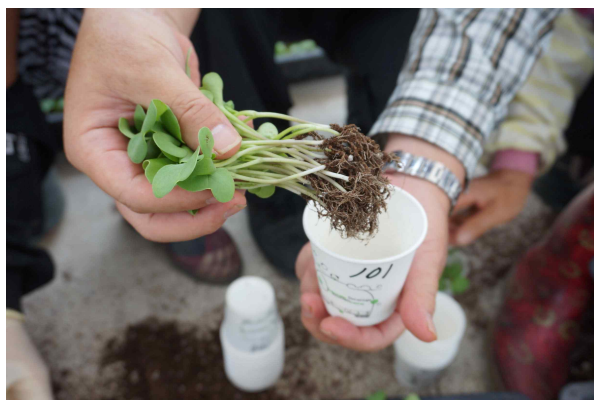
파종 및 육묘



유묘 채취



근단 2-3cm 절단



계통/품종별 종이컵에 담기



균주 10ml씩 분주



균의 침투 및 흡착을 위해 5분 이상 정치



집종한 25주를 50공 트레이에 정식
그림 29. 위황병 접종 실험과정

정식 후 재배관리

(3) 위황병 발병도 조사

2013, 2014, 2015, 2016년 9월 15일경 파종후, 파종후 1주경 (9월 23일 경) 위황병 균주를 접종하고, 접종 후 1주, 2주, 3주차에 병발생정도를 측정하였다. 발병도는 DI (Disease Index)로 측정하였다 (그림 25). DI는 1부터 9까지 1, 3, 5, 7, 9의 5단계로 구분하였다. 발병 정도에 따라, 1단계: 정식한 식물체 모두가 고사, 3단계: 61-80% 식물체에서 지상부의 생육이 늦어지고 자엽이 고사하거나 잎이 황변하는 위황병 증상을 보임, 5단계: 41-60%의 식물체에서 위황병 증상을 보임, 7단계: 21-40%의 식물체가 위황병 증상을 보임, 9단계: 식물체가 매우 건전한 상태로, 지상부에서 잎의 위조나 황변 증상이 전혀 나타나지 않음, 이상 5 단계로 구분하여 기록하였다 (그림 26).



2차조사 (병 접종후 2주)

3차조사 (병 접종후 3주)

그림 30. DI (Disease Index)



그림 31. DI (1,3,5,7,9)에 따른 식물개체의 상태

나. 결과 및 고찰

위황병 접종 후 약 일주일 경과 시점부터 식물체에서 위황병 증상이 관찰되기 시작하였다. 그리고 접종 14일 경과 후부터 위황병에 약한 계통에서는 식물체가 고사되거나 잎이 황변하는 증상이 나타나기 시작했다. 위황병은 포장에서 과중하고 2주-4주후에 발병하는 것으로 알려져 있는데, 본 저항성 검정실험에서도 포장에서의 실험과 비슷한 시기에 발병을 유도할 수 있었다.

(1) 2013년 접종 시험 결과

위황병의 발병도는 DI (Disease Index)로 측정하였다. DI는 1부터 9까지 1, 3, 5, 7, 9의 5단계로 구분하여 나타내었고 (1:이병성--9:내병성), 내병성 정도를 %로 변환하여 나타내었다 (0%:이병성--100%:내병성). 발병율을 종합한 결과, 공시한 F1품종 및 계통 중, 고사한 것을 제외하고, 위황병 내병성 11-40%를 나타내는 식물체수는 227 품종과 75계통, 41-60%가 43품종과 83계통, 61-90%가 51품종과 25계통, 91-100%가 41품종과 33계통으로 나타났다 (표 33). 대비종으로 사용한 福冬 福天下 宮重는 위황병 발병률이 높게 나타났고, YR万波 精春 春福는 발병률이 낮아 내병성 품종인 것이 확인되었다. 특히 F1품종 중에서는 'D596 MS X HUH 21, 22'가 가장 높은 내병성을 보여, 앞으로 품종으로 육성하면 유망할 것으로 기대 된다 (표. 31). 그리고 계통 중에서는 'D708-1-56-53-54-23', 'D708-1-59-54-23-21, -22, -23', 'D708-1-59-53-22-21, -22', 'D708-2-54-52-23-22', 이상 7계통에서 내병성 100%로 나타났기 때문에, 저항성 품종 육성 시 중간모본으로 활용가능하리라 생각된다. 본 보고서에서는 지면관계상 내병성 91-100%의 리스트만을 싣기로 함). 본 실험에서는 위황병 접종을 뿌리를 자른후 균주현탁액에 침지하는 방식으로 이루어 졌으나, 차년도에는 정식 후 균주 정량을 분주하는 방식으로 접종하여 접종방법에 따른 효율성을 비교할 예정이다.

표 33. F1품종 (362계통) 및 계통 (216통) 에 대한 위황병 내병성 조사결과

위황병 내병성 (%)	F1 품종 (개체수)	계통 (개체수)	대비품종
11-40	227	75	福冬 福天下 宮重 耐総
41-60	43	83	福誉 初誉 R63
61-90	51	25	おはる 春福
91-100	41	33	YR万波 精春 春福
합계	362	216	

표 34. 위황병 내병성이 매우 높게 나타난 F1품종 및 계통 리스트 (내병성 91-100%)

BN	위황병 내병성 (%)	품종명	계통명
39	91		OH x AP2708-2-51-53-21-22
548	91		D708-1-51-51-22-22
40	92		OH414-3-63-54 x D708-1-52-51-21-21
41	92		OH414-3-63-54x D708-1-52-53-21-21
104	92		D708-1-52-51-21-22 x OH
108	92		D708-1-52-51-22-23 x OH
134	92		D708-1-59-51-24-22 x M708진
148	92		AB708-1-53-52-22-23 x M708진
158	92		AB708-2-51-53-21-22xOH414-3-63-54
162	92		AB708-2-51-53-24-22 x M708진
299	92		M708진 x D708-1-52-55-21-24
311	92		5HD-52 x 8JM67-52-52
318	92		8JM67-52-52 x HuH-22-0
322	92		9도-51-1-2 x YR만S
325	92		2K030-1-21 x 9도-21
364	92		5CyA x HuH-22
535	92		AC2708-2-51-54-22-21
579	92		D708-1-59-51-25-21
92	93		D708-1-51-51-21-21 x M708진
98	93		D708-1-51-51-22-23xM708진
172	93		AB708-2-54-52-53-22 x M708진
298	93		M708진 x AB708-2-51-53-21-21
306	93		63-1-62-52-53x D708-1-56-53-23-22
320	93		2KD20-1-51 x 9도-51
397	93	精春	54D-2-10-55
419	93	YR万波	YR만S-21
594	93	春理	AB8JM-1-S57-22-51
43	94		eH414-2-53-53-52-51-53 x D708-1-52-53-21-23
315	94		8JM67-52-52 x 2K02M-1-0
316	94		8JM67-52-52 x 2K03M-1-0
326	94		YR만S x HuH-22-22
94	95		D708-1-51-51-21-23 x M708진
96	95		D708-1-51-51-22-22xM708진
105	95		D708-1-52-51-22-21 x OH
111	95		D708-1-52-53-21-21 x OH
114	95		D708-1-52-53-21-23 x M708진

196	95		OH414-3-63-54 x 67-2-52-55
300	95		M708진 x D708-1-59-53-23-22
365	95		5CyA x 1421-57-2
536	95		AC2708-2-51-54-22-22
537	95		AC2708-2-51-54-23-21
540	95		AC2708-2-54-52-22-22
549	95		D708-1-51-51-22-23
552	95		D708-1-52-51-21-23
570	95		D708-1-59-51-22-21
571	95		D708-1-59-51-22-22
592	95		D708-1-53-23-52
595	95		AB8JM-1-S57-22-52
312	96		4HDKW-2-56-52-51-51 x 8JM67-52-52
317	96		8JM67-52-52 x HuH-21-0
367	96		5CyA x 1421-59
538	96		AC2708-2-51-54-23-22
550	96		D708-1-52-51-21-21
551	96		D708-1-52-51-21-22
567	96	春福	D708-1-56-53-54-21
593	96		D708-1-53-23-53
171	97		AB708-2-54-52-53-21 x M708진
366	97		5CyA x KW
539	97		AC2708-2-54-52-22-21
97	98		D708-1-51-51-22-21 x OH414-3-63-54
541	99	春福	AB708-2-54-52-23-21
553	99		D708-1-52-51-21-24
568	99		D708-1-56-53-54-22
572	99		D708-1-59-51-22-23
573	99		D708-1-59-51-22-24
47	100		D596 MS x HuH-21
48	100		D596 MS x HuH-22
542	100		AB708-2-54-52-23-22
569	100		D708-1-56-53-54-23
574	100		D708-1-59-54-23-21
575	100		D708-1-59-54-23-22
576	100		D708-1-59-54-23-23
585	100		D708-1-59-53-22-21
586	100		D708-1-59-53-22-22

위황병 저항성 검정 결과, 높은 내병성을 보이는 계통들을 중간모본 용으로 선발하고, 후대용 종자를 얻기 위해 증식용 포트에 이식하였다. 포트에 이식 후, 추대 유도를 위해 저온 처리 용 온실에서 약 한 달간 재배하였다. 화아 분화가 유도 된 후, 포트를 증식용 하우스로 옮겨 계속 관리하였다.

(2) 2014년도 접종 시험 결과

표 35. 2014년 300계통 (F1품종 198개체, 계통 102개체)의 위황병 접종시험 결과 (저항성 90%이상)

BN	계통/F1	Disease Index (DI)					총 주수	저항성 %
		1	3	5	7	9		
K4	계통					19	19	100.0
K13	계통					22	22	100.0
K15	계통					14	14	100.0
K23	계통					24	24	100.0
K27	계통					23	23	100.0
K37	계통					24	24	100.0
K53	계통					23	23	100.0
K59	계통					23	23	100.0
K76	계통					23	23	100.0
K79	계통					24	24	100.0
K80	계통					24	24	100.0
K81	계통					25	25	100.0
K82	계통					23	23	100.0
K83	계통					20	20	100.0
K84	계통					25	25	100.0
K85	계통					24	24	100.0
K86	계통					24	24	100.0
K88	계통					25	25	100.0
K89	계통					25	25	100.0
K90	계통					23	23	100.0
K92	계통					25	25	100.0
K93	계통					25	25	100.0
K94	계통					25	25	100.0
K95	계통					21	21	100.0
K101	계통					23	23	100.0
K102	계통					19	19	100.0
K114	계통					25	25	100.0
K120	계통					25	25	100.0
K123	계통					25	25	100.0
K126	계통					23	23	100.0
K128	계통					21	21	100.0
K129	계통					21	21	100.0
K130	계통					25	25	100.0
K131	계통					24	24	100.0
K132	계통					23	23	100.0
K134	계통					23	23	100.0
K135	계통					23	23	100.0
K157	계통					64	64	100.0
K158	계통					23	23	100.0
K159	계통					25	25	100.0
K162	계통					23	23	100.0
K165	계통					64	64	100.0
K166	계통					23	23	100.0

K168	계통					25	25	100.0
K171	계통					24	24	100.0
K172	계통					23	23	100.0
K173	계통					22	23	100.0
K175	계통					25	25	100.0
K176	계통					21	21	100.0
K180	계통					23	23	100.0
K182	계통					25	25	100.0
K183	계통					21	21	100.0
K184	계통					64	64	100.0
K185	계통					24	24	100.0
K187	계통					25	25	100.0
K188	계통					21	21	100.0
K191	계통					23	23	100.0
K192	계통					25	25	100.0
K197	계통					24	24	100.0
K198	계통					25	25	100.0
K199	계통					23	23	100.0
K203	계통					64	64	100.0
K204	계통					24	24	100.0
K208	계통					24	24	100.0
K209	계통					23	23	100.0
K210	계통					25	25	100.0
K213	계통					21	21	100.0
K216	계통					23	23	100.0
K217	계통					24	24	100.0
K223	계통					64	64	100.0
K224	계통					21	21	100.0
K225	계통					25	25	100.0
K228	계통					23	23	100.0
K229	계통					24	24	100.0
K231	계통					25	25	100.0
K233	계통					21	21	100.0
K234	계통					24	24	100.0
K235	계통					25	25	100.0
K239	계통					21	21	100.0
K240	계통					24	24	100.0
K242	계통					64	64	100.0
K243	F1					23	23	100.0
K246	F1					25	25	100.0
K247	F1					24	24	100.0
K250	F1					21	21	100.0
K251	F1					23	23	100.0
K261	F1					64	64	100.0
K268	F1					24	24	100.0
K269	F1					23	23	100.0
K270	F1					21	21	100.0

K276	F1					25	25	100.0
K278	F1					64	64	100.0
K281	F1					21	21	100.0
K282	F1					23	23	100.0
K284	F1					23	23	100.0
K285	F1					25	25	100.0
K286	F1					25	25	100.0
K287	F1					64	64	100.0
K289	F1					24	24	100.0
K290	F1					21	21	100.0
K292	F1					25	25	100.0
K293	F1					21	21	100.0
K294	F1					23	23	100.0
K297	F1					80	80	100.0
K298	F1					64	64	100.0
K179	F1				1	21	22	99.0
K21	F1				1	21	22	99.0
K122	F1				1	20	21	98.9
K16	F1				1	13	14	98.4
K91	F1				2	23	25	98.2
K154	F1			1		23	24	98.1
K 35	F1				2	21	23	98.1
K156	F1				2	23	25	98.0
K161	F1				2	21	23	98.0
K164	F1				2	23	25	98.0
K190	F1				2	23	25	98.0
K202	F1				2	21	23	98.0
K207	F1				2	21	23	98.0
K211	F1				2	21	23	98.0
K212	F1				2	23	25	98.0
K221	F1				2	21	23	98.0
K227	F1				2	21	23	98.0
K236	F1				2	23	25	98.0
K237	F1				2	21	23	98.0
K249	계통				2	21	23	98.0
K263	F1				2	23	25	98.0
K277	F1				2	21	23	98.0
K18	F1			1	1	23	25	97.3
K106	F1			1	1	23	25	97.3
K117	F1				3	21	24	97.2
K133	F1		1			23	24	97.2
K232	F1		1			22	23	97.0
K160	F1			2		20	22	96.0
K163	F1			2		20	22	96.0
K167	F1			2		20	22	96.0
K186	F1	1				20	21	96.0
K189	계통			2		20	22	96.0

K194	계통			2		20	22	96.0
K214	계통			2		20	22	96.0
K222	F1			2		20	22	96.0
K230	F1			2		20	22	96.0
K241	F1	1				20	21	96.0
K244	F1	1				20	21	96.0
K248	F1			1		9	10	96.0
K252	F1	1				20	21	96.0
K255	F1				1	9	10	96.0
K257	F1			1		9	10	96.0
K262	F1	1				20	21	96.0
K274	F1	1				20	21	96.0
K288	계통	1				20	21	96.0
K19	F1			2		20	22	96.0
K150	F1			2		20	22	96.0
K127	F1	1				20	21	95.8
K74	F1			1		9	10	95.6
K140	F1		1	1		22	24	95.4
K169	F1			1		10	9	95.0
K177	F1			1		9	10	95.0
K181	F1		1			9	10	95.0
K195	F1			1		9	10	95.0
K201	F1			1		9	10	95.0
K205	F1			1		9	10	95.0
K226	F1			1		9	10	95.0
K70	F1		2			22	24	94.4
K115	F1			2	2	20	24	94.4
K258	F1	2	1			19	22	94.0
K280	F1	2	1			19	22	94.0
K291	F1	2	1			19	22	94.0
K118	F1			1	4	17	22	93.9
K125	계통		2			20	22	93.9
K149	F1	1		1		19	21	93.7
K78	F1	1	1			22	24	93.5
K170	F1	1	1			22	24	93.0
K193	F1	1	1			22	24	93.0
K200	F1		2			20	22	93.0
K206	F1	1	1			22	24	93.0
K220	F1	1	1			22	24	93.0
K238	F1		2			20	22	93.0
K283	F1		2			20	22	93.0
K136	F1	2				23	25	92.9
K153	계통	1		2		22	25	92.9
K25	F1		1	1	3	19	24	92.6
K51	F1		1	1		13	15	92.6
K215	F1		1	1	3	19	24	92.0
K218	F1		2	1		22	25	92.0

K272	F1		1	1	3	19	24	92.0
K279	F1		2	1		22	25	92.0
K121	F1		2	1		19	22	91.9
K77	F1		1	2	2	19	24	91.7
K178	F1		1	2	2	19	24	91.0
K196	F1		1	2	2	19	24	91.0
K275	F1		1	2	2	19	24	91.0
K124	F1		1	2	2	16	21	90.5

(3) 2015년도 접종 시험 결과

발병정도를 세 번 조사한 계통실험에서는 발병시기가 빠른 계통과 느린 계통으로 나뉘는 것을 알 수 있었다 (표 36, 37). 대체로 저항성이 낮은 계통일수록 초기에 병이 빠르게 진전되는 경향이 있었다. 그러나 접종 후 3주째에 급격히 나빠지는 계통이나, 접종 후 1주후에 심한 증상을 나타내나 3주후에는 초세를 회복하는 계통도 일부 볼 수 있었다. 이들 계통을 사용하여 F1조합을 작성할 때에는 위황병 진행여부를 시기별로 체크할 필요가 있을 것으로 사료된다.

표 36. 저항성 계통 선발 리스트

No.	BN	계통/F1	1차조사	2차조사	3차조사
1	201	계통	9	7	9
2	208	계통	9	7	9
3	209	계통	9	9	9
4	210	계통	5	7	9
5	211	계통	9	7	9
6	213	계통	9	7	9
7	214	계통	9	9	9
8	215	계통	9	9	9
9	219	계통	9	7	9
10	227	계통	9	9	9
11	228	계통	9	9	9
12	229	계통	9	9	9
13	234	계통	9	7	9
14	243	계통	9	7	9
15	244	계통	5	7	9
16	278	계통	5	7	9
17	293	계통	5	5	9
18	294	계통	5	7	9
19	295	계통	5	7	9
20	305	계통	5	7	9
21	313	계통	9	7	9

22	319	계통	9	7	9
23	320	계통	5	7	9
24	322	계통	9	9	9
25	324	계통	9	9	9
26	332	계통	9	7	9
27	333	계통	9	9	9
28	334	계통	9	9	9
29	339	계통	9	7	9
30	349	계통	9	9	9
31	394	계통	9	9	9
32	395	계통	9	9	9
33	400	계통	5	9	9
34	406	계통	5	7	9
35	414	계통	9	9	9
36	437	계통	9	9	9
37	443	계통	5	7	9
38	451	계통	9	9	9
39	479	계통	9	7	9
40	480	계통	5	7	9
41	479	계통	5	7	9
42	480	계통	5	7	9



그림 32. 위황병 저항성을 나타낸 계통의 생육모습

표 37. 집중후 발병이 늦게 진행되는 계통 리스트

BN	정식 주수	1차조사	2차조사	3차조사
233	21	9	3	1
250	22	9	3	1
231	20	9	3	3
247	20	9	5	3
255	20	9	5	3
256	21	9	3	3
308	19	9	5	3
345	20	9	5	3

347	20	9	3	3
377	16	9	3	3

표 38. 접종 초기에 병징이 보이거나 초세를 회복하는 계통리스트

BN	정식 주수	1차조사	2차조사	3차조사
210	20	5	7	9
244	20	5	7	9
278	24	5	7	9
293	17	5	5	9
294	18	5	7	9
295	20	5	7	9
305	24	5	7	9
320	19	5	7	9
398	17	1	5	5
400	20	5	9	9
406	18	5	7	9
443	20	5	7	9
467	23	1	5	5
473	23	1	5	5
282	25	1	5	7
399	20	1	5	7

(4) 2016년 접종 시험 결과

2016년 9월 15일 파종후, 파종후 1주째인 2015년 9월 22일 위황병 균주를 접종하고, 병 발생정도 (Disease Index, DI)를 3차에 걸쳐서 조사하였다. 접종후 1주차인 2016년 9월 30일에 1차 조사 실시, 2주차인 10월 7일에 2차 조사를 실시하고, 접종 후 3주차인 10월 14일에 3차 조사를 실시하였다 (표 39).

표 39. 위황병 접종시험 결과 (400개체: F1품종 200개체, 계통 200개체)

No.	1차조사	2차조사	3차조사
K 201	9	5	3
K 202	9	3	3
K 203	9	7	5
K 204	9	5	3
K 205	9	5	5
K 206	1	1	1
K 207	9	3	3
K 208	5	3	3

K 209	5	5	3
K 210	9	7	7
K 211	9	9	9
K 212	9	3	1
K 213	9	1	1
K 214	5	1	3
K 215	9	7	7
K 216	9	5	5
K 217	5	7	5
K 218	9	7	5
K 219	9	1	1
K 220	9	3	1
K 221	9	7	5
K 222	9	7	7
K 223	9	7	7
K 224	9	7	7
K 225	9	7	7
K 226	9	3	3
K 227	9	1	1
K 228	9	3	5
K 229	9	9	7
K 230	9	7	5
K 231	9	7	5
K 232	9	7	5
K 233	5	7	5
K 234	5	3	1
K 235	1	1	1
K 236	5	5	5
K 237	5	5	3
K 238	5	3	1
K 239	1	3	1
K 240	5	3	1
K 241	5	3	3
K 242	9	5	3
K 243	9	3	1
K 244	1	1	1
K 245	5	1	1
K 246	5	3	1
K 247	5	3	1
K 248	9	3	1
K 249	9	3	3
K 250	9	5	3

K 251	9	7	5
K 252	9	5	1
K 253	9	7	5
K 254	5	5	3
K 255	9	3	1
K 256	9	3	1
K 257	9	3	1
K 258	9	1	1
K 259	9	5	3
K 260	9	1	1
K 261	9	3	1
K 262	1	1	1
K 263	9	5	5
K 264	9	5	5
K 265	9	5	3
K 266	9	5	3
K 267	9	7	5
K 268	9	5	5
K 269	9	5	5
K 270	9	5	5
K 271	9	5	3
K 272	9	7	7
K 273	9	5	3
K 274	9	5	1
K 275	1	1	1
K 276	9	5	3
K 277	9	7	7
K 278	9	3	1
K 279	9	5	3
K 280	9	7	7
K 281	9	7	7
K 282	9	5	5
K 283	5	5	5
K 284	5	3	1
K 285	9	5	3
K 286	5	3	1
K 287	5	1	1
K 288	5	5	5
K 289	5	5	3
K 290	9	5	1
K 291	9	5	3
K 292	9	7	7

K 293	9	7	7
K 294	9	5	3
K 295	9	7	7
K 296	9	5	5
K 297	9	7	7
K 298	9	5	5
K 299	5	3	1
K 300	9	5	5
K 301	1	1	1
K 302	9	3	1
K 303	5	3	3
K 304	9	7	7
K 305	9	7	5
K 306	9	7	5
K 307	9	7	5
K 308	9	5	5
K 309	5	3	3
K 310	1	1	1
K 311	5	3	5
K 312	5	3	3
K 313	9	3	1
K 314	1	3	3
K 315	5	1	1
K 316	5	3	3
K 317	5	3	3
K 318	5	5	3
K 319	1	3	3
K 320	5	1	1
K 321	9	7	5
K 322	5	5	5
K 323	9	3	3
K 324	5	5	5
K 325	5	3	3
K 326	9	7	5
K 327	9	5	3
K 328	9	5	5
K 329	9	5	5
K 330	5	3	1
K 331	5	3	3
K 332	9	5	3
K 333	5	1	1
K 334	9	5	5

K 335	5	3	3
K 336	1	3	1
K 337	5	3	3
K 338	5	5	5
K 339	5	5	3
K 340	5	5	5
K 341	5	5	5
K 342	9	5	5
K 343	9	3	3
K 344	9	5	3
K 345	5	3	1
K 346	5	3	3
K 347	9	5	5
K 348	9	5	3
K 349	5	3	1
K 350	1	1	1
K 351	9	5	5
K 352	9	7	7
K 353	9	3	3
K 354	5	3	1
K 355	9	7	7
K 356	9	7	7
K 357	9	5	5
K 358	9	5	5
K 359	5	3	1
K 360	5	3	3
K 361	9	5	5
K 362	9	3	1
K 363	9	7	7
K 364	5	5	3
K 365	9	5	5
K 366	5	5	1
K 367	9	5	5
K 368	9	5	5
K 369	9	5	3
K 370	5	3	3
K 371	9	5	5
K 372	9	5	5
K 373	5	5	3
K 374	9	5	5
K 375	9	5	5
K 376	9	7	7

K 377	9	5	5
K 378	9	5	5
K 379	9	9	9
K 380	9	7	7
K 381	9	5	7
K 382	1	3	1
K 383	1	3	3
K 384	5	5	5
K 385	5	5	5
K 386	9	5	5
K 387	9	5	7
K 388	9	3	1
K 389	9	7	7
K 390	1	3	1
K 391	9	5	5
K 392	9	9	9
K 393	9	7	7
K 394	5	3	1
K 395	9	5	5
K 396	9	7	7
K 397	5	5	3
K 398	9	7	7
K 399	5	3	1
K 400	1	1	1
K 401	5	3	3
K 402	1	1	1
K 403	9	3	3
K 404	9	5	5
K 405	9	3	1
K 406	9	3	3
K 407	5	3	3
K 408	9	5	5
K 409	9	5	3
K 410	5	5	5
K 411	9	5	1
K 412	5	3	1
K 413	1	1	1
K 414	5	3	1
K 415	9	3	3
K 416	5	3	1
K 417	9	5	3
K 418	9	9	9

K 419	9	7	7
K 420	9	5	5
19x12	9	7	7
삼박자	5	5	3
관동	5	1	1
3008A	9	3	3

*19x12, 삼박자, 관동, 3008A는 대비종

(5) 중간모본 계통선발

위황병 발병도 조사 후, 위황병 발병도가 매우 낮으며 무의 수량 및 형태적 특성이 우수한 계통을 중간모본으로 이용하기 위하여 계통 선별을 실시하여 4차년도에 걸쳐 총 460 개체를 선별하였다 (그림 33).



그림 33. 중간 모본 계통 선별

(6) 중간모본 종자증식

위황병 저항성을 보이는 개체를 선별하여 저온처리를 실시하여 화아분화를 유도하였다. 이후 온실에 정식하여 종자를 생산하였다. 위황병 저항성 중간모본 340개체에 대하여 종자를 증식하였다 (그림 34).



그림 34. 종자증식을 위한 식물체의 저온처리

제 3 절 월동용 백육색 품종개발

1. 보유·수집 고정 계통들의 특성 검정 및 선발

유전자원 수집은 북경 종자박람회(2013. 9.12-9.14), 광조우 종자박람회(2014.12.14-12.16)에 참가하여 10점을 수집하고, 일본 현지 회사를 통하여 우점품종 3점을 수집하여 그중 10점을 국립농업유전자원센터에 기탁하였다. 계통육성은 성숙모본을 위주로 경기도 여주에서 8월 말~ 9월 초 파종하여 11월에 선발하고, 제주에서는 9월 중순~10월 상순 파종하여 이듬해 2~3월에 선발하였다. 1년차에 33계통, 2년차에 51계통 3년차에는 53 계통을 선발하고 자가 불화합성을 농업기술실용화재단에 의뢰하여 3년간 각각 80점, 120점, 60점을 분석하였다.

표40. 유전자원 기탁내용

K243545	K243546	K243547	K243548	K243549
K243550	K243551	K243552	K243615	K243616



그림 35. 유전자원 사진

표41. 성숙모본 선발계통

구분	1차년도		2차년도		3차년도		계	
	경기 2013.8.30 ~	제주 2013.9.27 ~	경기 2014.9.1~	제주 2014.9.17 ~	경기 2015.9.1~	제주 2015.9.18~	경기	제주
선발계통	10	23	31	20	1	52	42	95
계	33		51		53		137	



그림 36. 1년차 선발계통



그림 37. 2년차 선밭계통



그림 38. 3년차 선발계통

표 42. 1년차 자가불화합(SI) 인자분석

ID	line	sitype	ID	line	sitype
29	2	5 N 9	69	113	5
30	7	5	70	115	29
31	11	9	71	123	2
32	16	24	72	133	2 N 8
33	23	5	73	134	2
34	26	24	74	140	12
35	29	5	75	141	5
36	31	5 N 16	76	144	8 N 15
37	35	1	77	147	8
38	41	15	78	148	8
39	43	16	79	152	5
40	47	16	80	153	5
41	48	16	81	155	2
42	49	16	82	156	12
43	51	16	83	157	21
44	55	16	84	158	21
45	56	16	85	164	4 N 30
46	58	16	86	169	21
47	59	16	87	171	1
48	60	24	88	172	16
49	63	5	89	173	24
50	65	29 N 16	90	174	21
51	66	15	91	175	21
52	72	1	92	176	5 N 16
53	73	5	93	177	16
54	76	5	94	180	1
55	80	16	95	181	16
56	82	1	96	182	21
57	84	1 N 5	17	183	30
58	86	1	18	185	21
59	88	5	19	187	4
60	91	1	20	188	24
61	92	1	21	191	24 N 1
62	94	5	22	192	24
63	98	2 N 5	23	195	1 N 16
64	102	5	24	197	4
65	103	2	25	200	12
66	105	5	26	201	IN
67	108	9	27	232	4
68	109	24	28	235	5

표 43. 2년차 자가불화합 인자분석

ID	계통명	sitype	ID	계통명	sitype
1	083-1	24	63	329-1	2
2	084-1	2	64	329-2	12
3	085-1	1	65	339-1	16
4	088-1	2	66	343-1	12
5	090-1	4N21	67	360-1	24
6	094-1	24	68	363-1	21
7	094-2	24	69	366-2	24
8	095-1	21	70	369-1	8
9	103-1	4N5	71	378-1	8N21
10	108-1	4	72	379-1	24
11	110-1	4	73	380-1	24
12	112-1	21	74	388-2	11N21
13	113-1	21	75	390-1	24
14	128-1	4	76	393-1	4
15	142-1	1N2	77	397-1	24
16	142-2	1N2	78	계-1	21
17	142-3	2	81	DI090-1	4N21
18	142-4	1N2	82	DI103-1	4
19	143-1	2	83	DI290-1	1N21
20	143-2	2 N 16	84	DI290-2	1
21	143-3	8	85	DI299-1	2N5
22	143-4	1N16	86	DI388-1	11N21
23	143-5	8N16	87	DI388-2	11N21
24	143-6	1	88	J90	5
25	143-7	2N10	89	J91	5
26	144-1	2	90	J95	5
27	145-1	21	91	4038	4
28	146-1	16	92	4042	29
29	146-2	16N21	93	4048	5N16
30	254-1	11	94	4049	5
31	154-2	16	95	4050	30
32	254-3	11	96	4051	30
33	255-1	5N11	97	4052	24
34	258-1	4N16	98	4053	21
35	258-2	4N21	99	4057	16
36	258-3	8N21	100	4084	5
37	258-4	21	101	4091	11
38	261-1	21	102	4092	18
39	236-1	24	103	4094	11
40	265-1	24	104	4096	11
41	267-1	12	105	4098	11
42	269-1	21	106	4099	24

43	271-1	12	107	4101	11N21
44	273-1	12	108	4103	1N21
45	278-1	24	109	4104	11
46	279-1	12	110	4107	11
47	281-1	24	111	4126	5N8
48	282-1	12	112	4127	5
49	286-2	1N	113	4132	2
50	288-1	1	114	4133	24
51	290-1	1N21	115	4134	29
52	295-1	2	116	4135	1N21
53	296-1	22	117	4137	4
54	299-1	2N21	118	4146	18
55	307-1	21	119	4147	24
56	308-1	21	120	4148	24
57	309-1	24	121	4159	18N30
58	313-1	21	122	4162	4
59	318-1	11	123	4164	4
60	319-1	11	124	4165	4
61	321-1	11	125	4166	4
62	322-1	11	126	4167	4

2. 고정 계통의 조합 작성

이미 확보된 고정계통과 새로 육성된 계통을 상호 교배하기 위하여 미숙모본을 계통육성 파종시기와 같이 파종하여 정식하고 교배하였으며 고정된 것으로 판단되는 성숙모본도 일부 조합을 인공교배로 작성하였다. 또한 종자 소요량이 많이 요구될 것으로 예상되는 조합은 4mx6m 소형망실을 이용하여 벌을 넣어 종자를 확보하였다.

표 44. 연차별 조합을 위한 소형망실 사용 및 인공교배

구분	1차년도		2차년도		3차년도		계	
	인공	망실	인공	망실	인공	망실	인공	망실
조합수	11	22		50	19	41	30	113
계	33		50		60		143	



그림 39. 소형망실 채종

3. 조합선발

국내에서 조합선발은 경기 여주지역과 제주지역에서 실시하였는데 대비품종 포함 대부분의 조합은 두 지역에서 모두 시험되었다. 경기 지역은 월동재배는 아니나 근장이 길고 비대력이 좋은 조합 위주로 선발하였고, 제주에서는 3년 연속 파종 후 가뭄으로 발아가 균일하지 못했고, 특히 3년차 시험에서는 비가 자주 많이 와 근비대가 늦고 근장이 짧아 선발에 어려움이 있었다. 그러나 대체로 경기 지역 결과와 크게 다르지 않았다. 일본 월동무 재배와는 기후 환경이 다르므로 국내에서 선발된 조합이 일본에서도 좋은 결과를 얻지 못하는 경우가 그간의 경험으로 많았다. 따라서 일본회사 개발담당자가 와서 경기지역에서 선발한 조합들 위주로 선발하였다.

표 45. 지역별 선발조합

구분	1차년도		2차년도		3차년도		계	
	경기 2013.8.30~	제주 2013.9.27~	경기 2014.9.1~	제주 2014.9.17~	경기 2015.9.1~	제주 2015.9.18~	경기	제주
선발조합	6	1	5	5	1	2	12	8
계	7		10		3		20	



아오호마레(靑譽)



후유비진



후유또



AP320



AP323



AP324



AP331



AP334



AP335



AP339

그림 40. 1년차 경기지역 선발조합



후유미네



후유비진



선발조합



파종 후 가뭄 피해

그림 41. 1년차 제주 선발조합

<경기지역>



靑譽



冬美人



冬みね



DI013



DI027



DI028



靑譽



冬美人



冬みね



DI036



DI040



DI042

<제주지역>



靑譽



冬美人



DI220



DI221



DI236



DI237

그림 42. 2년차 선발조합

표 48. 3년차 선발조합 특성

경기 여주 播種 2015.9.1 收穫 2015.11.11

품종명 (회사명)	초 형	엽 색	근 형	근 미	어 깨 형 상	내 부 착 색	근수색		균 도	근 피	엽 중 g	엽 수	엽 장 cm	근 장 cm	근 경 cm	근 중 kg	T/R 율
							질 기	분 포									
冬美人	5	6	5	5	3	3	5	1/3	8	7	280	29	42	44	7.8	1.2	23.3
EH078	6	5	7	5	4	1	3	1/4	8	6	300	32	37	39	7.7	1.3	23.1

제주 표선 播種 2015.9.18 收穫 2016. 1. 7

품종명 (회사명)	초 형	엽 색	근 형	근 미	어 깨 형 상	내 부 착 색	근수색		균 도	근 피	엽 중 g	엽 수	엽 장 cm	근 장 cm	근 경 cm	근 중 kg	T/R 율
							질 기	분 포									
靑譽	5	6	5	7	8	3	5	1/5	6	7	110	23	30	29	7.7	1.0	11
冬人88	7	4	6	8	8	2	6	1/3	7	6	200	24	35	33	7.0	1.2	17
EJ133	7	6	6	7	8	2	5	1/3	7	7	200	28	29	30	7.8	1.2	17
EJ129	5	6	7	7	7	0	2	1/4	6	7	180	37	33	33	7.0	1.0	18
EJ126 (ARJ3305)	6	6	6	5	6	0	3	1/3	7	7	180	29	33	33	6.5	0.8	22.5
EJ137 (ARJ4333)	6	7	7	6	7	0	2	1/4	7	7	100	22	26	35	6.0	0.8	12.5



冬美人



EH078



그림 43. 3년차 선발조합

4. 시험생산

1차년도는 기존 사업으로 선발되어 일본 회사에서 확대 시험을 위해 요구한 만추대 조합 ARJ2102 (구 시교명 AR3303) 을 충남 보령 지역 채종농가에 위탁하여 양친을 2013. 11 파종하고, 2014. 4월 상순에 약 1,000㎡ 정도 정식하고 7월 상순에 종자 수확하였다. 채종된 종자수량은 약 10 kg (정선 전)로 매우 저조하였다. 그 원인은 농가 사정으로 정식이 지연되었고, 부계에 흰녹가루병 발병으로 개화가 조기에 종료되고, 수확기 강우 등으로 판단되었다.



정식 후 모습



흰녹가루병 발생 포장

그림 44. 채종 현황

2차년도에는 일본에서 좋은 평가를 받아 각각 20kg 이상 종자 요구 받은 조합 ARJ2104, 2107을 전년도와 같은 지역에 2014. 11 파종하고, 2014. 3월 26 정식하였으며 7월 상순에 수확하게 되었다. 정식 후 고라니 피해가 있었고 가뭄으로 진딧물, 쯤나방 발생이 매우 심

하여 생산량이 감소하였고 종자 품질도 매우 나빴다. 정선 전 ARJ2104 2kg, ARJ107 10kg 정도 생산하였으나 종자품질이 나빠(흑반병) 판매할 수 없었다.



고라니 피해



좁나방, 진딧물 피해

그림45. ARJ2104 시교채종

5. 일본 현지 재배시험

국내에서 선발된 조합과 일본 현지 회사에서 시험하여 선발된 조합을 소량 시험채종하여 일본 월동무 주산단지에서 일본 판매회사와 협력하여 시험하였다. 일본 월동무 주산단지는 주로 일본 남부지방에 분포하고 있는데 주로 지바현 조시지역, 큐슈 시마바라 외에 아이치 현, 나라현에서 실시하였다.

가. 1차년도

(1) 나라현 시험

시교조합은 ARJ3301, 3306, 3307, 3308, 3309 및 만추대 조합인 ARJ2303, 2304, 3303, 3304, 3305, 3101을 2013. 9.25 파종하였고, 조사는 2014.1.14 하였는데 조사결과는 ARJ3305가 비대, 근장 양호하였고 육색이 좋아 선발되었다.

표 49. 일본 나라현 작황조사

畝幅130cm 株間25cm 條間45cm 黒マルチ135cm

施肥 : S3号, N:P:K = 8.0 : 5.4 : 5.6/10a 播種時フォース粒劑混和

品種名	收穫日	根徑 cm	根長 cm	葉長 cm	葉重 g	根重 g	맺힘 1不- 5良	形狀	揃 い	首色	内 部 綠	評 価
青譽	2014-01-09	8.0	33.7	41.7	367	1600	5	○야中太		3.5	3	△ ○
	2014-01-29						5	○	○		2	
冬美人	2014-01-09	8.0	39.7	46.3	443	1843	3.5	○ボ有、야中太		3	-	△ ○
	2014-01-21						4	○△中太、首細	○		-	
冬人88	2014-01-09	7.4	35.3	47.3	510	1480	4	○△まとまりよい		4	1.5	○ △
	2014-01-						4	○	○		1	

	21											
夢譽	2014-01-09	8.1	33.7	43.7	333	1537	4	○		4	3	△
	2014-01-21						3.5	○	○		2	
ともしび	2014-01-09	6.8	43.0	42.7	407	1373	2	△○長さ有り、ヒゲ		2.5	-	○ △
	2014-01-29						3	○長い	○		-	
冬みねセブン	2014-01-09	6.9	37.7	44.3	420	1313	3	○△まともり良い		2	-	○ △
	2014-01-29						3.5	○	○ △		-	
ARJ3301	2014-01-09	7.6	32.3	40.3	320	1277	4	○△ヤ中太、短		2	-	△ ○
	2014-01-16						4	△○ヤ中太、短	△ ○		(1)	
ARJ3306	2014-01-09	8.2	25.7	38.7	367	1157	3.5	×短		2.5	(1)	×
	2014-01-16						4	×短	○ △		(1)	
ARJ3307	2014-01-09	7.4	30.0	44.0	400	1197	4	△短		2	-	△ ○
	2014-01-16						4	△○短、ヒゲ	△×		-	
ARJ3308	2014-01-09	7.5	37.3	44.7	400	1463	3	△中太、尻細		4	-	△
	2014-01-16						3.5	△中太	△		-	
ARJ3309	2014-01-09	7.8	35.0	45.0	433	1367	2.5	△尻細		1	-	×
	2014-01-16						2	△×尻細	△		-	
ARJ2303	2014-01-09	7.0	43.0	37.7	350	1387	2.5	△細長		1.5	-	×
	2014-01-16						2	△細長	○ △ ヤ 曲		-	
ARJ2304	2014-01-09	6.9	42.3	40.0	333	1310	2	△×細長		0.5	-	×
							2	△細長	×		-	
	2014-01-16						4	△短			1	
ARJ3303	2014-01-09	7.8	33.7	42.0	307	1377	3	△ヤ中太、短	△ ○	3	-	△ ○
	2014-01-16						3.5	△短				
ARJ3304	2014-01-09	6.6	42.3	37.7	313	1183	1	×ボ不		0.5	-	×
							1	×細長ボ不	△ ○		-	
ARJ3305	2014-01-09	7.6	40.3	42.3	513	1680	2	△○ヤ中太		0.5	-	○ △
							2.5	△○尻細	△ ○		-	
ARJ3101	2014-01-09	7.4	35.7	38.3	350	1420	3.5	△中太		2	(1)	△ ○
							4	○△太りよい、ヤ短	○ △		-	



포장 전경



ARJ3303



青譽

冬美人

冬人



冬侍

토모시비

후유미네



ARJ3305

그림 46. 일본 현지 재배시험 (나라현)

(2) 아이치현

시교조합은 ARJ2303, 2304, 3303, 3304, 3305 으로 파종은 2013.10.2. 조사는 2014.2.18 에 하였다. 조사결과 기대했던 ARJ2303, 2304는 비대가 약하고 근장이 길어 선발되지 못 했고, ARJ3303 근비대, 근미맷힘이 좋고 근장이 약간 짧고 순도는 떨어지나 파종기에 따른 근형 변이가 적고 육색이 양호하여 선발되었다. 또 ARJ3305이 비대력이 좋고 근수부가 좁아지는 단점이 나타나나 근수색이 열고 내부 육색이 좋아 선발되었다.

표 50. 일본 아이치현 작황조사

播種 13/10/02

收穫14/2/17

품종명 (회사명)	초형	엽색	근 형태	근미형상	어깨형상	내부 착색	근수색		관일도	형선	엽수	최대 엽장	근장	최대 근경	근중	T/R 율
							질기	분포								
冬みね2号	3	4	가는SCY	5	3.5	Y	+	1/3	+	-1	38.3	28.7	33.4	6.6	1.1	8.3
夢譽	3	5.5	굵은CY	5	4	+++	++	1/4	+	2	33.3	30.7	34.0	7.5	1.5	7.5
ARJ2303	4	4.5	가는CY	4.5	3.5	0	+	1/3	+	1	35.3	26.7	39.4	6.8	1.2	8.1
ARJ2304	4	4.5	SCY-CY	4-6	4	0	0	1/3	-	1	32.7	28.3	37.6	7.6	1.3	11.9
青譽	3	4.5	CY	6.5	3.5	++	++	1/2	+	-3	25.3	27.0	37.0	7.9	1.7	4.7
初譽	3	5	CY-LCY	5	3.3	++	++	1/2	0	0	31.3	34.0	39.6	7.4	1.6	8.8
ARJ3303	3	5	굵은SCY	6	4	+	++	1/3	+	0	27.6	26.3	34.2	7.8	1.5	6.2
ARJ3304	4	5	SCY-LCY	4.5-5	3.5-4	+	0	1/3	-	2	38.6	27.3	38.8	7.1	1.3	8.0
ARJ3305	4	4.5	LCY	5	4	0	0	1/3	0	1	37.3	29.0	38.2	7.5	1.4	7.4



포장전경



ARJ3303



青譽

初譽



ARJ3305

그림 47. 일본 현지 재배시험 (아이치현)

(3) 지바 조시

시교조합은 ARJ3301, 3306, 3307, 3308, 3309, 만추대 ARJ2303, 2304, 3303, 3304, 3305, 3101 으로 파종은 2013.9.30 조사는 2014.1.28에 하였다. 조사결과 기대했던 AR3301은 비대, 근형, 순도 우수하나 근장이 짧아 월동용으로는 부적합할 것으로 보여 선발되지 못하였으나 ARJ3303가 근비대, 근미맷힘이 좋고 근장이 약간 짧은 단점이 있으나 선발되었고, 또 ARJ3305이 비대력이 좋고 저온신장력이 우수하며 근수색이 옅고 내부 육색이 좋아 선발되었다.



ARJ3305



夢薺



ARJ3301



포장전경

그림 48. 일본 현지 재배시험 (지바 조시)

나. 2차년도

1차년도 현지시험에서 선발한 조합 위주로 시험하였다.

(1) 나라현 시험

시교조합은 ARJ3305, 4312, 4333 로 파종은 2014. 9.30, 조사는 2015.1 13에 하였다. 조사결과 ARJ3305는 작년에 이어 근장, 육색, 비대, 내한성, 근형이 우수하여 내년에 확대 시교를 하기로 하였다(500ml 이상 샘플요구함). 새로 선발하여 시험한 ARJ4312는 근장이 약간 짧고 열근이 약간 있으나 후기 근형, 비대 및 밑맷힘 양호하여 계속하여 시험하기로 하였으며 ARJ4333은 근형, 육색, 비대력이 좋으며 근수부 녹색이 옅은 장점이 있어

계속 시험하기로 하였다.

표 51. 일본 나라현 작황조사

品種名	収穫日	根径 cm	根長 cm	葉長 cm	首巾 cm	首色 薄1-5濃	首汚れ 少1-5多	抽苔部葉害		肌	亀裂 褶実 (本数)	つまり 1不-5良	形状	揃い	肉色 水1-5白	内部 グリーン (本数)	空洞 (本数)	葉の耐寒性 上: 12/27調査 下: 1/ 調査	評価
								皮もげ (本数)	曇り (本数)										
冬人88	2015-01-13	7.2	34.7	41.7	10.7	3.5	1.5	0	0	0	0	3.5	○		3.5	0.5	-	4	
	2015-01-16					3.5	1.5	0	1/6	0	0	3.5	ポリウム有	○△	3.5	0.5	-	4	
青譽	2015-01-13	8	34	35	7	4.5	1.5	0	0	○	0	2	△中太		3.5	3	4/4	3	
	2015-01-19					4	2	0	0	0	0	3	△○中太・尻細	○	4	3	3/3	3.5	
ARJ3305	2015-01-13	6.2	37.3	38.3	2.7	0.5	1.5	0	0	0	0	2	○△長さ有		4.5	-	-	2	△○
	2015-01-16					0.5	2.5	3/14	1/14	0	0	2.5	○△	△○長短	4.5	-	-	3	
ARJ4312	2015-01-13	6.7	34.3	36	8.7	2	1	0	0	○△	0	2.5	△○		4	0.5	-	2	○△
	2015-01-16					3.5	1	0	0	0	3	○△	○△	3.5	-	-	2		
冬みね2号	2015-01-13	6.4	34	48.7	7.3	1.5	1	0	0	○△	0	2.5	△×中太・尻細		3.5	-	-	4	
	2015-01-19					1.5	1	0	0		2/11	2.5	△中太	△曲	4	-	-	4	
冬みねセブン	2015-01-13	6.1	36	37.7	10.3	1	1	0	0	△	1/5	2	△ややポリウム不足		4	-	-	4	
	2015-01-16					1.5	1	0	1/11		1/11	2	△中太・尻細	○△	4	-	-	4	
ARJ4333	2015-01-13	6.5	36	34.3	2.3	0.5	2	0	0	○△	0	2.5	○		4	-	-	3.5	○ポリウム有
	2015-01-16					0.5	2.5	0	2/10		0	2.5	○やや尻細	△○	4	-	-	4	
冬特	2015-01-13	6.7	36.7	39.7	4	0.5	2	0	0	0	0	2	○		3.5	-	-	3.5	
	2015-01-19					0.5	2	1/5	0		1/11	2.5	○長	○	3.5	-	-	4	



青譽



冬人88



ARJ3305



ARJ4312



ARJ4333

그림 49. 일본 현지 재배시험 (나라현)

(2) 아이치현 시험

시교조합은 ARJ3303, 3305, 4333, 2303로 1차 파종은 2014. 9.12, 조사는 2014.12 3에, 2차파종은 2014.10.9, 조사는 2015.3.12에 하였다. 조사결과 ARJ2303는 근장이 너무 길고 근경이 작아 선발되지 못했고, ARJ3303는 전년도와 유사하게 비대, 육색, 근형이 우수하며 순도가 다소 떨어지거나 계속 시험 예정이며, ARJ4333이 근형, 육색, 비대력이 좋으며 근수부 녹색이 열린 장점이 있어 계속 시험하기로 하였다.

표 52. 일본 아이치현 작황조사

품종명(회사명)	播種 14/09/12		收穫 14/12/3		근미		어깨		근색		육색		근수부의 색		근의		최대 엽장 x 최대근경	전중	근중	T/R 율	기타
	초형	엽색	근 형태	형상	형상	근비	기본	내부 화색	질기	분포 범위	균일 도	엽수	최대 엽장	근장 x 최대근경	전중	근중					
11 夢營	2	5.5	CY	5	3.3	+0	+	1	++	1/3	0	33.0	43.3	40.3 x 8.2	1.98	1.64	20.7				
22 香營	3	5	가느CY	5.5	3.3	+/+	0	3	++	2/5	+	32.0	38.7	40.8 x 7.6	1.61	1.42	13.4	空洞あり			
23 ARJ3303	3	5	CY	5.5	3.5	+/+	+	0	+	1/3	+	31.7	37.7	38.5 x 8.0	1.75	1.50	16.7	一部細い株出る			
24 ARJ2303	4	5.5	가느LCY	4.5	3.3	0/0	+	0	0+	1/10	0	32.3	31.0	46.8 x 7.1	1.58	1.38	14.5				
25 ARJ3305	3	5.5	가느LCY	5.5	3.3	+/+	++	0	白	0	0	34.0	34.7	43.2 x 7.3	1.73	1.49	16.1				
27 ARJ4333	3	5.5	LCY	5.5	3.3	+/+	+	0	白	0	-	38.3	36.7	41.4 x 7.5	1.79	1.50	19.3	短根出る			

2014월등무 특성조사

품종명(회사명)	播種 14/10/9		收穫 15/1/露地		株間25cm		複条畦		육색		근수부의 색		근의		바람 들이 정도		최대 엽장 x 최대근경	전중	근중	T/R 율	기타
	초형	엽색	근 형태	근미 형상	어깨 형상	근색 /근비	기본	내부 화색	질기	분포 범위	균일 도	바람 들이 정도	최대 엽장	근장 x 최대근경	전중	근중					
1 初神樂	3		가느SP	4.5	3	0/0	-	3	++	1/2	0	0	0	9.6	36.7 x 7.1	0.95	0.91	4.4	耐寒性+1		
2 初營	3		가느CY	4.5	3.3	+/-	-	3	+++	1/3	+	1	0	7.0	34.4 x 7.1	0.94	0.90	4.4	耐寒性-2		
3 香營	3		굵은SCY	5	3.5	+0	-	3	+++	1/3	+	2	0	11.6	31.0 x 7.3	1.05	0.99	6.1	耐寒性-1、空洞有		
4 ARJ3303	3		SCY	5.5	3.3	0/0	0	2	++	1/4	0	0	0	10.0	29.7 x 7.3	0.98	0.92	6.5	耐寒性0		
5 ARJ2303	4		VSCY	5	3.3	+/+	0	2	+	1/3	0	0	0	10.6	37.7 x 6.2	0.90	0.86	4.7	耐寒性+1		
6 ARJ3305	2		가느SP	5	3	0/0	-	2	+	1/4	0	2	0	13.8	36.0 x 6.4	0.90	0.85	5.9	耐寒性+1		
8 ARJ4333	4		SCY	5.5	3.5	+/+	0	1	+	2/5	0	0	0	10.4	33.2 x 7.1	1.08	1.03	4.9	耐寒性+2、不味		
11 春神樂	3	2	가느SP	4	3	-/-	0	3	+	1/3	-	0	0	10.0	34.2 x 7.3	1.01	0.96	5.2	耐寒性+1		
12 トッラウカ	3	4	SP	5	3	+/+	0	2	+	1/3	0	0	0	11.4	34.1 x 7.8	1.18	1.12	5.4	耐寒性+1		
15 ARJ2107	4	2	SCY	5	3.3	+0	0	2	++	1/3	0	0	0	11.0	30.5 x 7.0	0.89	0.84	6.0	耐寒性+1		
16 春寒	3	3	SP	5	3	0/+	0	2	+	2/5	+	0	0	14.0	32.1 x 7.5	1.06	1.00	6.0	耐寒性+1		
春のぞみ(YR MAJIME)	3	3	SCY	5.5	3.3	0/-	0	3	+	1/4	0	0	0	12.4	29.9 x 7.5	0.99	0.92	7.6	耐寒性-1		
19 夢營	3	2	SP	5.5	3.3	+/-	0	3	++	1/3	0	0	0	12.6	33.4 x 8.2	1.20	1.14	5.3	耐寒性-2		
20 冬ふね	3	3	SP	5	3	0/0	0	1	+	2/5	0	0	0	12.6	34.2 x 7.9	1.17	1.07	9.3	耐寒性+1		



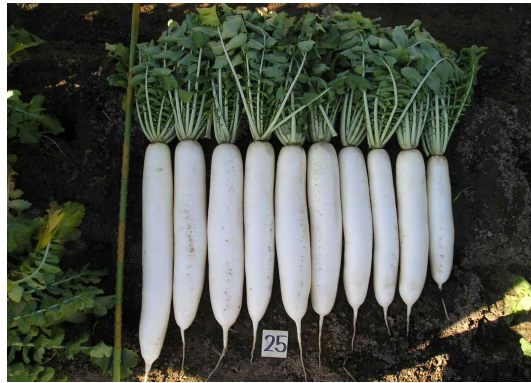
青譽



ARJ3303



ARJ4333



ARJ3305



青譽



冬みね



ARJ3303



ARJ2107



ARJ4333



春宴

그림 50. 일본 현지 재배시험 (아이치현)

(3) 지바현 시험

시교조합은 만추대계 조합 ARJ2104, 2107, 4101, 4102로 작형이 잘못 전달되어 봄무 작

형에 시험되었다. 파종은 2014.12.5, 조사는 2015.4.5에 하였다. 조사결과 대부분 열근이 있어 평지 12월 파종 월동재배에 적합한 조합은 없었으나, 모두 근피, 추대성이 우수하여 동북지방 봄 작형에 계속 시험해 본다고 하였다.



그림 51. 일본 현지 재배시험 (지바현)

다. 3차년도

1, 2차년도 국내 및 현지시험에서 선발한 조합 위주로 일본 5개회사에서 시험하였다.

표 53. 회사별 시교 중인 조합 현황

회사 \ 시교	1	2	3	4	5	비고
ARJ3303	◎					1~2월 수확용
ARJ3305		◎		◎		1~2월 수확용
ARJ4312		◎	◎			1~2월 수확용
ARJ4319			◎			1~2월 수확용
ARJ4321			◎			1~2월 수확용
ARJ4333	◎	◎		◎		1~2월 수확용
ARJ2104			◎			3~4월 수확용
ARJ2107	◎				◎	3~4월 수확용
ARJ4101					◎	3~4월 수확용

(1) 나라현

시교조합은 ARJ3305, 4312, 4333로 파종 2015.9. 20., 조사 2015.12. 8에 하였다. 조사결

과 ARJ3305는 다소 이른 작형이어서 근장이 긴 편이며, 근미 비대는 다소 늦으나 순도, 육색, 근형이 대비품종과 비교하여 우수하여 조금 늦은 작형에 적합할 것으로 기대되었고, ARJ4312는 비대가 늦고 열근이, ARJ4333는 근형, 육색, 비대력이 좋으나 바람들이가 빠른 것이 단점이어서 선발되지 못했다.

표 54. 일본 나라현 작황조사

品種名	根径 (cm)	根長 (cm)	首巾 (cm)	葉長 (cm)	首色 薄0-5濃	首汚 美1-5汚	肌	横筋 少1-5多	亀裂 少1-5多	首割 (本数)	尻割 (本数)	つまり 不1-5良	形状	揃い	肉色 (水1-5白)	Gr (薄1-5濃)	入入 (本数、程度)	空洞 (本数、程度)
ARJ4312	6.4	37.7	11.3	30.7	2	1	△	-	-	-	-	3.5	△細い		3.5	-	-	-
					3	1		-	-	-	2/26	2	×ポリウム不足	△×	3.5	1	-	-
ARJ4333	7.1	39	4	30.3	0.5	1	○△					2.5	○△ポリウム有	○△やや曲	4	-	3/3++	-
					1	2		-	-	-	2/7	2.5	△尻細		4	-	2/4+	-
ARJ3305	6.6	43.7	5.3	33.3	0.5	1	△	-	-	-	1/7	2.5	△○長い	○△やや曲	3.5	-	1/3+	-
					1	1		-	-	-	-	2	△○長さ有	○△曲	4	-	3/4+	-
福管	6.7	38	13.7	30.3	4	1		-	-	-	-	3.5	○△首細		4.5	-	-	-
					4	1		-	-	-	-	4	○△	△キコン	4	(0.5)	1/4+	-
冬人88	5.8	40	14.3	30	3.5	1	△	-	-	-	-	2.5	○		4	-	-	-
					3.5	2		-	1	-	-	3	○長さ有,ポリウム有	○	3.5	0.5	-	-
青管	7.7	37.7	10.7	32.7	4	1	○	-	-	-	-	3.5	△○中太		4.5	1	-	-
					4	2		-	-	-	-	3.5	△○中太	○	4	1	2/3+	1/3
冬みね	6.7	37	11	39.3	2	1	○	-	-	-	-	3	△中太,曲		4	-	-	-
					2	1		-	-	-	-	3	△中太	○△曲	4	-	-	-



冬みね



ARJ3305



ARJ4312



ARJ4333

그림 52. 일본 현지 재배시험 (나라현)

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 정량적 연구목표 및 달성도

(단위 : 건수, 만불)

구분	품종개발			논문		분 자 마 커	유전자원		국내 매출 액	종자 수출액 (만불)	기술 이전	마케 팅 전략 수립 보고 서	인력 양성
	품종 생산 판매 신고	출원	등록	SCI	비S CI		수집	등록					
1차 년도	목표	2					10	10					
	달성	0					10	10					
2차 년도	목표	2	1							9	0		
	달성	2	2							77.9	1		
3차 년도	목표	2	3							28			
	달성	2	1							44.8			
4차 년도	목표	1	2	1						60			
	달성	1	1	2						0			
계	목표	7	6	1			10	10		97	0		
	달성	5	4	2			10	10		122.8	1		

제 2 절 연차별 연구개발목표, 내용 및 달성도

1. 만추대 및 위황병 저항성 백옥색 무 품종개발

구분 (연도)	세부연구목표	달성도(%)
1차년도 (2013년)	○ 우수계통육성 - 반수체 계통육성 등	100
	○ 교배조합 작성 - 300 조합	100
	○ 국내 재배시험 - 230 조합	100
	○ 현지 시교 시험 - 3 품종	130
	○ 종자 판매 - 3 만불	100
2차년도 (2014년)	○ 우수계통육성 - 270개체 선발	100
	○ 교배조합 작성 - 300 조합	100
	○ 국내 재배시험 - F1 230 조합	100
	○ 현지 시교 시험 - 5 품종	130
	○ 품종 보호출원	100
3차년도 (2015년)	○ 우수계통육성	100
	○ 교배조합 작성 - 300 조합	100

	○ 국내 재배시험 - F1 250 조합	100
	○ 일본 현지 재배시험	100
	○ 시교 생산 및 현지 시교 시험	100
	○ 품종 생산판매신고	
	○ 품종 보호출원 및 종자 판매	
4차년도 (2016년)	○ 우수계통육성	120
	○ 교배조합 작성 - 320 조합	120
	○ 국내 재배시험 - F1 280 조합	120
	○ 일본 현지 재배시험	120
	○ 시교 생산 및 현지 시교 시험	120
	○ 품종 생산판매신고	
	○ 품종 보호출원 및 종자 판매	

2. 조기비대용 백옥색 가을무 품종개발

구분 (연도)	세부연구목표	달성도(%)
1차년도 (2013년)	○ 보유·수집한 고정 계통의 특성조사 및 선발	100
	○ 분리계통의 선발	100
	○ 일본 현지조합선발 시험	100
	○ 국내 재배시험	0
	○ 현지 시교시험	100
2차년도 (2014년)	○ 보유·수집한 고정 계통의 특성조사 및 선발	100
	○ 분리계통의 선발	100
	○ 고정계통의 조합작성	100
	○ 유망계통의 응성불임성 핵치환	100
	○ 시교채종	100
	○ 시험채종	100
	○ 원종증식	100
	○ 일본 현지조합선발 시험	100
	○ 품종보호신청	100
3차년도 (2015년)	○ 보유·수집한 고정 계통의 특성조사 및 선발	100
	○ 분리계통의 선발	100
	○ 고정계통의 조합작성	100
	○ 유망계통의 응성불임성 핵치환	100
	○ 시교채종	100
	○ 시험채종	100

	○ 원종증식	100
	○ 일본 현지조합선발 시험	100
	○ 품종보호신청	100
4차년도 (2016년)	○ 보유·수집한 고정 계통의 특성조사 및 선발	100
	○ 분리계통의 선발	100
	○ 고정계통의 조합작성	100
	○ 고정 및 분리계통의 자가불화합성 인자분석	100
	○ 유망계통의 응성불임성 핵치환	100
	○ 시교채종	100
	○ 시험채종	100
	○ 원종증식	100
	○ 일본 현지조합선발 시험	100
	○ 품종보호신청	100

3. 월동용 백육색 품종개발

구분 (연도)	세부연구목표	달성도(%)
1차년도 (2013년)	○ 계통육성 - 성숙모본, 응성불임분석 33/30계통	110
	○ 유전자원수집 - 유전자원센터 10/10점 기탁	100
	○ 교배조합작성 - 인공교배, 소형망실 35/30조합 작성	117
	○ 국내 재배시험 - 경기2, 제주1 지역 55/50 조합시험	110
	○ 시교생산 - 충남지역 1/1지역 선정 진행	100
	○ 현지적응성시험 - 일본 3지역 7/5조합 시험	140
2차년도 (2014년)	○ 계통육성 - 성숙모본, 응성불임, SI분석 31/30계통	103
	○ 교배조합작성 - 인공교배, 소형망실50/50조합작성	100
	○ 국내 재배 시험 - 경기, 제주 지역 63/60 조합시험	105
	○ 시교종자생산성 시험 - 충남지역 1/1지역 선정 진행	100
	○ 생산판매신고 - 1/1점 (에이알제이2102)	100
	○ 현지적응성시험 - 일본3지역 5/5조합 시험	100
	○ 종자수출	0
3차년도 (2015년)	○ 계통육성 - 성숙모본계통, 응성불임 여교배 53/50계통	103
	○ 교배조합작성 - 인공교배, 소형 망실 60/60조합	100
	○ 국내 재배 시험 - 봄노지, 가을노지. 월동재배 84/60조합	140
	○ 시교종자생산성 시험 - 충남지역 2/2조합	100
	○ 생산판매신고 - 1점(에이알제이2104)	(100)
	○ 현지적응성시험 - 일본 현지 5사 5지역 9/7조합	130
	○ 종자수출	0

제 3 절 연차별 일본 무 수출내역

연도	월.일	품종명	금액(USD)	수입사
2014	8.18	HC-4	69,000	A사
	8.20	HC-4	276,000	A사
	9.30	HC-4	138,000	B사
	9.30	GR-26	227,700	A사
	12.5	GR-26	69,000	B사
2015	1.23	GR-26	103,500	A사
	11.4	GR-26	161,000	A사
	11.4	HC-4	115,000	A사
	12.17	HC-4	69,000	B사
계			1,228,200	

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 연구개발성과

1. 만추대 및 위황병 저항성 백옥색 무 품종개발

가. 품종보호출원: 3004에이

(1) 출원번호: 2015-200 (2015년 2월 16일)

(2) 주요 형태적 특성

- 배축의 안토시아닌 착색이 있다.
- 떡잎의 크기가 중간이다.
- 잎 부착 부위의 넓이가 넓다
- 잎 길이가 중간이다.
- 잎몸 엽절의 수가 거의 없거나 조금 있다.
- 무의 길이는 13cm정도이다.
- 무 밑동의 모양이 둥글다.
- 추대성은 중간인편이다.
- 잎이 판엽으로 하나의 잎 형태이다.

NO	형 질	표 현 형 태									출원품종		대조품종	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	NO	실측치	NO	실측치
1	배수성(ploidy)		2배체		4배체						2		2	
2	모(seedling) : 배축의 안토시아닌 착색	없다								있다	9		9	
3	떡잎(cotyledon) : 크기			작다		중간		크다			3	2.8*2.3/폭*장	5	2.9*2.4/폭*장
4	잎(foliage) : 잎부착 부위의 너비			좁다		중간		넓다			4	3.2	3	2.6
5	잎(leaf) : 자세			곧추서다		약간서다		눕다			6		7	
6	잎 : 길이			짧다		중간		길다			5	32.3cm	6	39.7cm
7	잎몸(leaf blade) : 모양	좁은알형	알형	넓은알형							3		1	
8	잎몸 : 잎끝의 모양	뾰족하다	둥글다								2		2	
9	잎몸 : 색	황록색	녹색	회록색							3		2	
10	잎몸 : 녹색의 강도			열다		중간		질다			7		5	

11	잎몸 : 엽절(중륵에서 나누어짐)(divisi on to midrib)	없다								있다	1		9	
12	잎몸 : 엽절의 수	매우적 다		적다		중간		많다		매우많 다	1	1개	6	9.5개
13	잎몸 : 가장자리의 결각(incisions ofmargin)	없다								있다	1		9	
14	잎몸 : 가장자리 결각의 깊이			얕다		중간		깊다			3		5	
15	잎몸 : 털의 다소			적다		중간		많다			6		5	
16	잎몸 : 털의 강도			약하 다		중간		강하다			6		4	
17	잎자루(petiole) : 안토시아닌 착색	없다								있다	1		1	
18	무(Radish): 길이	매우짧 다		짧다		중간		길다		매우길 다	3	13.5c m	3	12.50qnr cm
19	무(Radish): 굵기			가늘 다		중간		굵다			5	5.3cm	4	3.6cm
20	무: 뿌리의 너비			좁다		중간		넓다			3		3	
21	무 모양	알타리 형	누운타 원형	원형	타원형	달걀형	넓은 직사각	직사각 형	좁은직 사각	좁은역 삼각	4		1	
22	무: 정수리 모양 (Shape crown)	오목하 다	납작하 다	볼록 하다							2		2	
23	무: 밑동 모양	매우뾰 족하다	뾰족하 다	둥그 스름 하다	둥글다	평평하 다					3		5	
24	무: 껍질의 착색	단일색	두가지 색								1		2	
25	무: 윗부분의 색	흰색	분홍	붉은	보라	미색	담록	녹색	농록	후색	1		7	
26	무: 윗부분 붉은 색 발현	주홍	홍적	진빨 강										
27	두가지색 무: 흰 부위의 넓이	매우좁 다		좁다		중간		넓다		매우넓 다		13.5/0 cm=흰 부위/ 청수부 위	7	12.5/2.8c m=흰부 위/ 청수부 위
28. 1	무: 피층의 두께			얕다		중간		두껍다			5	0.21c m	5	0.23cm
29. 2	무: 속살의 투명 도	반투명	불투명								1		2	
29. 3	무: 속살색	흰색	아이보 리	연한 녹색	녹색	연한자 주색	자색	흰색+ 녹색	흰색+ 자주색	녹색+ 자주색	1		7	
30	수확기	매우빠 르다		빠름		중간		늦다		매우늦 다	4		6	
31	무: 바람들이 경 향	없거나 조금있 다	조금있 다	중간	많음	매우많 다					2		2	
32	추대성	매우빠 르다		빠르 다		중간		늦다		매우늦 다	5		7	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(3) 품종 특성 기술서

1. 종(種) 및 학명 : Raphanus sativus L.
2. 품종명 : 304에이
3. 식물체의 주요 형태적 특성 -배축의 안토시아닌 착색이 있다. -떡잎의 크기가 중간이다. -잎 부착 부위의 넓이가 넓다 -잎 길이가 중간이다. -잎몸 엽절의 수가 거의 없거나 조금 있다. -무의 길이는 13cm정도이다. -무 밑등의 모양이 둥글다. -추대성은 중간인편이다. -잎이 판엽으로 하나의 잎 형태이다
4. 출원품종의 대조품종과 구별되는 특성 -떡잎의 크기가 조금 작다. -떡잎의 크기가 조금 작다. -잎 길이가 더 짧다. -잎 부착 부위의 넓이가 더 넓다. -무의 길이가 조금 길다. -잎이 판엽으로 하나의 잎형태이다 -무 잎몸색이 약간 회색을 가지고 있다. -추대가 조금 빠르다. -청수색이 없다. -엽색이 더 진하다.
5. 출원품종의 균일성과 안정성을 기술(대조품종 포함) 균일성과 안정성 2014 채종 시험에서 얻어진 종자를 30주를 파종하여 순도 검정한 결과 자식 및 이형주가 0% 이었으며 발아율은 95%로 우수 하였음. 2010~2011년에는 내부 시험에서 성능이 유망하여 선발되었고 2013년에는 생산력 검정시험에서도 우수한 성능을 보여 주었으며, 2012~2014년 경기도 이천시 장호원 연구소에 및 일본에서 실시한 농가실증 시험에서도 우수한 성능을 나타내는 등 재배 안정성을 보여주었다.
6. 품종구별에 도움이 되는 추가정보 및 재배상 유의사항
7. 품종육성에 관한 정보 7.1 위 품종은 유전적 변형기술을 이용하여 육성된 품종(GMO)입니까? 예() 아니오(<input checked="" type="checkbox"/>) 7.2 유전적변형기술에 의한 품종(GMO)인 경우 유전자변형생물체의국가간이동등에 관한법률(제정

201.3.28 법률 제648호, 산업자원부)에 따라 분야별 농림부장관이 고시한 “유전자변형농산물의환경위해성평가심사지침(농림부고시 제 202-2호)”에 따라 안전성을 평가하고 그 결과를 첨부하였습니까?

예() 아니오()

7.3 관련규정에 의해 실험을 실시한 경우 안전성 결과를 첨부하였습니까?

예() 아니오()

※질문 3에서 아니오에 해당되는 경우 안전성 결과가 제출되기 전에는 다음의 절차가 진행되지 않습니다.

가. 품종의 심사(품종보호출원품종의 경우)

나. 품종생산·수입판매신고필증의 교부(품종생산·수입판매 신고품종의 경우)

8. 희망하는 재배작형을 표시하십시오

춘작(O) 추작()

※ 춘작은 4월, 추작은 8월에 파종합니다.

(4) 품종육성 과정의 설명

(가) 육성 경과 도표 설명

구 분	년 도									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
재료탐색	→									
계통분리 및 선발	→									
조합작성 및 선발					→					
원원종생산 및 채종시험						→				
생산력 검정시험							→			
농가 실증 시험							→			

(나) 육성 경과 도표 설명

- ① 2006: 추대가 늦으며 열근에 강하고, 맛이 우수하며 저온에 강한 만추대 일본용 소형 무를 육성하고자 소재를 탐색 한 후 분리 시키기 시작함.
- ② 2006~2010: “4월조생과 판엽계통을” 을 교배하여 분리한 개체 중에서 근미 맺힘이 빠르고 근장이 아주 짧으며 잎이 판엽인 계통을 모계로 선발 하였으며 “시무 ” 중에서 추대가 늦고 근수색이 백색인 계통을 분리하여 열근이 적고 추대가 늦으며 저온에 강한 계통을 선발하여 부계로 이용하였음. 모계는 선발 후 종자 생산 안정성을 높이고자 MS로 치환하여 MS계통으로 육성하였으며 부계는 성숙모본으로 선발하여 고정한 후 미숙 모본 선발법을 이용하여 계통을 고정시켰다.
- ③ 2010~2011: 조합을 작성하면서 타가 화합성을 검정하고 조합 임성이 높게 나타나고

조합시험에서도 성능이 우수하여 2년 연속 선발되었음.

- ④ 2011: 고정이 완료된 부계 계통에 대하여 원원종 생산을 하여 원종생산을 대비한 증식을 하였으며 채종 시험에 공시한 바 채종 능력이 우수 하였으며 순도가 매우 우수 하였음.
- ⑤ 2012~2013: 채종 시험에서 얻은 종자로 생산력 검정 시험을 한바 성능이 매우 우수 하였음.
- ⑥ 2013-2014: 농가 실증 시험을 한바 성능이 우수 하여 최종 선발 되었음.

(다) 육성 계통도

① 육성 계통도

구 분	계 통		비 고
	우(A)	♂()	
2006	34	51	소재탐색 및 계통분리 시작
2007	33	53	계통분리 및 선발
2008	31	51	계통분리 및 선발
2009	32	53	
2010	1	52	조합작성 및 선발
2011	1	1	조합 작성 및 선발, 채종 시험
2012			생산력 검정시험, 농가 실증시험
2013			
2014			농가 실증시험



그림 1. [출원품종] 3004에이 개체



그림 2. 출원/대조품종 3004에이

(5) 기술이전

품종 보호출원된 3004에이 품종을 기술이전 하였다. 기술 이전된 품종은 미라클 종묘에서 종자를 생산하여 5만 2천불을 수출하였고 기술료 1%를 세종대에 입금하였다.

기술이전계약서

세종 계약 번호 : TL-2015-012

- 계약명 : "3004에이" 품종 기술이전
- 계약유형 : 통상실시권
- 계약기간 : 3년 (계약체결일~2017.12.31)
- 기술료 : 경상기술료 매출액 1 %
- 관련연구과제
 - 사업부처 : 농림수산식품기술기획평가원
 - 연구과제번호 : 213002-04-1-SBJ10
 - 연구개발과제명 : 만추대 및 위황병 저항성 백옥색 무 품종 개발
 - 연구기간 : 4 년 (2013.07.25.~2017.05.02)
 - 연구개발비 : 700 백만원 (정부출연금 : 700 백만원)
- 계약당사자
 - "대학" : 세종대학교 산학협력단
 - "기업" : 미라클 종묘

2015년 3월 31일

"대학"
주소: 서울시 광진구 능동로 209
세종대학교 집현관 216호

기관: 세종대학교 산학협력단
단장: 이 내 성



연구자: 세종대학교 바이오자원공학과
박한용 교수

계약담당자: 기술이전센터 최 지 문
patent@sejong.ac.kr/02-3408-4097

"기업"
주소: 제주도 예월읍 봉성리 951

상호: 미라클 종묘
대표: 최 준 화



계약담당자: 최 준 화 대표
onioncjh@hanmail.net/064-796-0384

SEJONG

그림 3. 기술이전 계약서

2. 조기비대용 백옥색 가을무 품종개발

가. 품종보호출원: GR-29

(1) 출원번호: 제6300호

(2) 품종의 특성 (대조품종: 福譽)

NO	형질	표현형태									출원품종		대조품종	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	NO	실측치	NO	실측치
1	배수성(ploidy)		2배체		4배체						2		2	
2	모(seedling) : 배축의 안토시아닌 착색	없다								있다	1		1	
3	떡잎(cotyledon) : 크기			작다		중간		크다			5		5	
4	잎(foliage) : 일부착 부위의 너비			좁다		중간		넓다			5		5	
5	잎(leaf) : 자세			곧추 서다		약간 서다		눕다			5		5	
6	잎 : 길이			짧다		중간		길다			6	44cm	5	41cm
7	잎몸(leaf blade) : 모양	좁은 알형	알형	넓은 알형							2		2	
8	잎몸 : 잎끝의 모양	뾰쪽 하다	둥글 다								2		2	
9	잎몸 : 색	황록 색	녹색	회록 색							2		2	
10	잎몸 : 녹색의 강도			열다		중간		질다			5		5	
11	잎몸 : 엽절(중륵에서 나누어짐)(divisi on to midrib)	없다								있다	9		9	
12	잎몸 : 엽절의 수	매우 적다		적다		중간		많다		매우 많다	6	14매	6	13매
13	잎몸 : 가장자리의 결각(incisions ofmargin)	없다								있다	9		9	
14	잎몸 : 가장자리 결각의 깊이			얕다		중간		깊다			5		5	
15	잎몸 : 털의 다소			적다		중간		많다			3		3	
16	잎몸 : 털의 강도			약하 다		중간		강하 다			2		3	
17	잎자루(petiole) : 안토시아닌 착색	없다								있다	1		1	
18	잎자루 : 안토시아닌 착색의 강도			열다		중간		질다						

19	무(radish) : 길이	매우 짧다		짧다		중간		길다		매우 길다	8	38cm	8	36cm
20	무(radish) : 굵기			가늘다		중간		굵다			6	8.3cm	6	8.1cm
21	무 : 뿌리의 너비			좁다		중간		넓다			5		5	
22	무 : 모양	알타리형	누운 타원형	원형	타원형	알형	넓은 직사각형	직사각형	좁은 직사각형	좁은 역삼각형	8		8	
23	무 : 정수리 모양(shape of crown)	오목하다	평평하다	볼록하다							1		1	
24	무 : 밑동 모양(shape of base)	매우 뾰족하다	뾰족하다	둥그스름하다	둥글다	평편하다					3		3	
25	무 : 껍질의 착색	단일색	두가지 색								2		2	
26	무 : 윗 부분의 색	흰색	분홍색	붉은색	보라색	미색	담록색	녹색	농록색	흑색	6		7	
27	무 : 윗 부분의 붉은색 발현	주홍색	홍적색	진빨강색										
28	두가지 색 무인 경우 : 무 : 흰 부위의 넓이	매우 좁다		좁다		중간		넓다		매우 넓다	5		5	
29	무 : 껍층의 두께			얇다		중간		두껍다			5		5	
30	무 : 속살의 투명도	반투명하다	불투명하다								1		1	
31	무 : 속살색	흰색	아이보리색	연한 녹색	녹색	연한 자색	자색	흰색+녹색	흰색+자주색	녹색+자주색	1		7	
32	수확기	매우 빠르다		빠르다		중간		늦다		매우 늦다	3		3	
33	무 : 바람들이 경향	없거나 조금 있다		조금 있다		중간		많다		매우 많다	2		2	
34	추대성	매우 빠르다		빠르다		중간		늦다		매우 늦다	4		5	

(3) 품종 특성 기술서

1. 종명 및 학명 : <u>Raphanus sativus L.</u> 무 (Radish)
2. 품종명: GR-29
3. 식물체의 주요 형태적 특성 (품종명: GR-29) - 초자는 반개장형이다. - 엽장은 조금 길고 번무하지 않다 - 모용이 극히 적고 강도도 약하다 - 근장은 일본가을무의 표준인 37cm 전후이다 - 근미비대는 빠른 편이다. - 바람들이 현상이 늦은편이다. - 저온에도 무 속색깔에 푸른색이 거의 없다. - 추대는 중간이다 - 저온에 지상부가 강한편이다.
4. 출원품종이 대조품종(福譽, 후쿠호마레)과 구별되는 특성 - 엽장은 출원품종은 조금 긴편이나 대조품종은 짧은편이다. - 근비대성은 출원품종은 빠른 편이나 대조품종은 조금 빠른 편이다. - 추근의 색깔은 출원품종은 연한 녹색이나 대조품종은 녹색이다. - 무 속색깔은 출원품종은 푸른색이 거의없으나 대조품종은 녹색이었다(청수부위)
5. 출원품종의 균일성과 안정성을 기술(대조품종 포함) 채종 후 순도검정 결과 순도가 높고 생산력 검증시험과 농가실증시험에서 형태적 특성이 다른 개체가 발견되지 않고 균일하였음.
6. 출원품종을 구별하는데 도움이 되는 추가 정보 6.1 내병충성 6.2 품종시험을 위한 특별한 조건들 : 가을재배.일본무이므로 점질토재배 배제 6.3 기타 정보
7. 품종육성에 관한 정보 7.1 위 품종은 유전적 변형기술을 이용하여 육성된 품종(GMO)입니까? 예(), 아니오(O) 7.2 유전적변형기술에 의한 품종(GMO)인 경우 보건복지부고시 1997-12호의 “유전자 재조합체 실험지침”이나 농촌진흥청의 “농림축산업 관련 유전자 재조합체 실험 및 취급지침[연협51800-42('99. 1. 28)]” 또는 국제규정에 의해 실험을 실시하였습니까? 예(), 아니오() 7.3 관련규정에 의해 실험을 실시한 경우 안전성 결과를 첨부하였습니까? 예(), 아니오() ※ 질문 3에서 아니오에 해당되는 경우 안전성 결과가 제출되기 전에는 다음의 절차가 진행되지 않습니다. 가. 품종의 심사(품종보호출원품종의 경우) 나. 품종생산·수입판매신고필증의 교부(품종생산·수입판매 신고품종의 경우)
8. 희망하는 재배작형을 표시하십시오 춘작() 추작(O)-월동시험 ※ 춘작은 4월, 추작은 8월에 파종합니다.

(4) 품종육성 과정의 설명

(가) 육성 경과 도표

구 분 \ 년 도	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
재료탐색	→									
계통분리 및 선발	→	→	→	→	→	→	→	→		
조합작성 및 선발						→	→	→		
재종시험								→	→	
생산력 검정시험									→	
농가 실증 시험										→

(나) 육성 경과 도표 설명

- ① 2004: 우점품종인 후구호마레(福響)의 단점인 청수를 연하게하고 저온기 무 속색갈도 푸른색이 나타나지 않는 안정성 있는 품종을 만들기위하여 소재를 탐색하고 분리·고정시키기 시작함.
- ② 2004~2010: 선발된 후유미네 분리계와 궁중 분리계에서 육성 목적에 부합되는 계통을 선발하고 고정시킴.
- ③ 2009~2011: 분리·고정시킨 계통 중에서 조합을 작성하고 일본 현지에서 조합선발시험을 수행하여 육성 목표에 부합하는 조합을 선발함
- ④ 2011~2012: 선발된 조합을 시교채종한 바, 화합성이 우수하며 종자생산성도 양호하여 일본현지에서 생산력검정시험을 수행하여 성능을 확인하고 선발함.
- ⑤ 2013: 일본 현지(일본 찌바현 조시시)에서 농가 실증시험을 실시하여 목표에 부합하는 품종임을 확인함

(다) 육성 계통도

구 분	계 통		비 고
	♀ (71H)	♂ (67or)	
2004	55	51	소재탐색 및 계통분리 시작
2005	51	55	계통분리 및 선발·불화합성 검정
2006	51	51	계통분리 및 선발·불화합성 검정
2007	53	51	계통분리 및 선발·불화합성 검정
2008	52	53	계통분리 및 선발·불화합성 검정
2009	51	× 51	계통분리 및 선발·조합력성
2010	51	× 0	계통분리 및 선발·조합력성 및 선발
2011	0	× 0	조합 선발 및 시교 생산
2012	0	× 0	시험생산 및 생산력 검정시험
2013	↓ GR-29		농가실증시험



그림 4. [출원품종] GR-29 개체



그림 5. [출원품종] GR-29 전경



그림 6. [출원품종] GR-29 vs. 福譽

나. 품품중보호출원: GR-30

(1) 출원번호: 2015-424

(2) 품종의 특성 (대조품종: 福譽)

NO	형 질	표 현 형 태									출원품종		대조품종	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	NO	실측치	NO	실측치
1	배수성(ploidy)		2배체		4배체						2		2	
2	모(seedling) : 배측의 안토시아닌 착색	없다								있다	1		1	
3	떡잎(cotyledon) : 크기			작다		중간		크다			5		5	
4	잎(foliage) : 잎부착 부위의 너비			좁다		중간		넓다			5		5	
5	잎(leaf) : 자세			곧추 서다		약간 서다		높다			5		5	
6	잎 : 길이			짧다		중간		길다			6	42cm	5	40cm
7	잎몸(leaf blade) : 모양	좁은 알형	알형	넓은 알형							2		2	
8	잎몸 : 잎끝의 모양	뾰족 하다	둥글 다								2		2	
9	잎몸 : 색	황록 색	녹색	회록 색							2		2	
10	잎몸 : 녹색의 강도			열다		중간		질다			5		5	
11	잎몸 : 엽질(중륵에서 나누어짐)(divisi on to midrib)	없다								있다	9		9	
12	잎몸 : 엽질의 수	매우 적다		적다		중간		많다		매우 많다	6	12매	6	13매
13	잎몸 : 가장자리의 결각(incisions ofmargin)	없다								있다	9		9	
14	잎몸 : 가장자리 결각의 깊이			얕다		중간		깊다			5		5	
15	잎몸 : 털의 다소			적다		중간		많다			3		3	
16	잎몸 : 털의 강도			약하 다		중간		강하 다			2		3	
17	잎자루(petiole) : 안토시아닌 착색	없다								있다	1		1	

18	잎자루 : 안토시아닌 착색의 강도			열다		중간		질다						
19	무(radish) : 길이	매우 짧다		짧다		중간		길다		매우 길다	8	36cm	8	37cm
20	무(radish) : 굵기			가늘다		중간		굵다			6	8.4cm	6	8.2cm
21	무 : 뿌리의 너비			좁다		중간		넓다			5		5	
22	무 : 모양	알타리형	누운 타원형	원형	타원형	알형	넓은 직사각형	직사각형	좁은 직사각형	좁은 삼각형	8		8	
23	무 : 정수리 모양(shape of crown)	오목하다	평평하다	볼록하다							1		1	
24	무 : 밑동 모양(shape of base)	매우 뾰족하다	뾰족하다	둥그름하다	둥글다	평편하다					3		3	
25	무 : 껍질의 착색	단일색	두가지 색								2		2	
26	무 : 윗 부분의 색	흰색	분홍색	붉은색	보라색	미색	담록색	녹색	농록색	흑색	6		7	
27	무 : 윗 부분의 붉은색 발현	주홍색	홍적색	진빨강색										
28	두가지 색 무인 경우 : 무 : 흰 부위의 넓이	매우 좁다		좁다		중간		넓다		매우 넓다	5		5	
29	무 : 껍질의 두께			얇다		중간		두껍다			5		5	
30	무 : 속살의 투명도	반투명하다	불투명하다								1		1	
31	무 : 속살색	흰색	아이보리색	연한 녹색	녹색	연한 자색	자색	흰색+녹색	흰색+자주색	녹색+자주색	1		7	
32	수확기	매우 빠르다		빠르다		중간		늦다		매우 늦다	3		3	
33	무 : 바람들이 경향	없거나 조금 있다		조금 있다		중간		많다		매우 많다	1		2	
34	추대성	매우 빠르다		빠르다		중간		늦다		매우 늦다	6		5	

(3) 품종 특성 기술서

1. 종명 및 학명 : <i>Raphanus sativus</i> L. 무 (Radish)
2. 품종명: GR-30
3. 식물체의 주요 형태적 특성 (품종명: GR-30) - 초자는 반개장형이다 - 엽색은 진한편이다 - 저온에 지상부가 강하다 - 근장은 일본가을무의 표준인 37cm 전후이다 - 근미비대는 빠른편이고 H형이다 - 바람들이 현상이 늦다 - 저온에도 무속색갈에 푸른색이 거의 없다 - 추대는 중간정도이다
4. 출원품종이 대조품종(福響, 후쿠호마레)과 구별되는 특성 - 엽장은 출원품종은 중간정도이나 대조품종은 짧은편이다 - 추근의 색깔은 출원품종은 연한녹색이나 대조품종은 녹색이다 - 무속색갈은 출원품종은 푸른색이 거의 없으나 대조품종은 녹색이 있다 - 저온기 출원품종은 강하나 대조품종은 약하다
5. 출원품종의 균일성과 안정성을 기술(대조품종 포함) 채종 후 순도검정 결과 순도가 높고 생산력 검증시험과 농가실증시험에서 형태적 특성이 다른 개체가 발견되지 않고 균일하였음.
6. 출원품종을 구별하는데 도움이 되는 추가 정보 6.1 내병충성 6.2 품종시험을 위한 특별한 조건들 : 가을재배.일본무이므로 점질토재배 배제 6.3 기타 정보
7. 품종육성에 관한 정보 7.1 위 품종은 유전적 변형기술을 이용하여 육성된 품종(GMO)입니까? 예(), 아니오(O) 7.2 유전적변형기술에 의한 품종(GMO)인 경우 보건복지부고시 1997-12호의 “유전자 재조합체 실험지침” 이나 농촌진흥청의 “농림축산업 관련 유전자 재조합체 실험 및 취급지침[연협51800-42(‘99. 1. 28)]” 또는 국제규정에 의해 실험을 실시하였습니까? 예(), 아니오() 7.3 관련규정에 의해 실험을 실시한 경우 안전성 결과를 첨부하였습니까? 예(), 아니오() ※ 질문 3에서 아니오에 해당되는 경우 안전성 결과가 제출되기 전에는 다음의 절차가 진행되지 않습니다. 가. 품종의 심사(품종보호출원품종의 경우) 나. 품종생산·수입판매신고필증의 교부(품종생산·수입판매 신고품종의 경우)
8. 희망하는 재배작형을 표시하십시오 춘작() 추작(O)-월동시험 ※ 춘작은 4월, 추작은 8월에 파종합니다.

(4) 품종육성 과정의 설명

(가) 육성 경과 도표

구분	년도	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
재료탐색		→										
계통분리 및 선발		→										
MS 치환 조합작성 및 선발								→	→			
재종시험									→	→		
생산력검정시험										→		
농가실증시험											→	

(나) 육성 경과 도표 설명

- ① 2005: 우점품종인 후구호마레(福響)의 단점인 청수를 연하게 하고 저온기 무 속색갈도 푸른색이 나타나지 않으면서 지상부가 내한성이 강하고 비대가 대체로 빠르면서 수확기의 폭이 넓은 품종을 만들기 위하여 소재를 탐색하고 분리, 고정시키기 시작함.
- ② 2006~2011: 우친으로 오하루의 분리계 중 지상부가 강하고 저온에 강하며 청수가 연하고 근피가 고운 계통을 선발, 고정시키고 송친으로 (궁중 X 福天下)의 분리계 중 근피가 곱고 근미비대가 빠르며 청수가 연한 계통을 선발, 고정시킴.
- ③ 2011~2013: 분리고정시킨 계통들끼리 조합을 작성하고 일본 현지에서 조합선발시험을 수행하여 육성목표에 부합하는 조합을 선발함
- ④ 2012~2013: 선발된 조합을 시교채종과 시험채종을 실시한 바 화합성이 우수하고 종자생산성도 양호하여 일본 현지에서 생산력 검증시험을 수행하여 성능을 확인하고 선발함
- ⑤ 2014: 일본 현지(찌바현 조시시)에서 농가 실증시험을 실시하여 목표에 부합될 수 있는 조합으로 확인하고 GR-30으로 명명함

(다) 육성 계통도

구 분	계 통		비 고
	♀ (OH414)	♂ (4HDKW)	
2005	3	51	소재탐색 및 계통분리 시작
2006	63	53	계통분리 및 선발·불화합성 검정
2007	54	51	계통분리 및 선발·불화합성 검정, MS치환
2008	51(S1) 52(S5)	52	계통분리 및 선발·불화합성 검정, MS치환
2009	51 51	51	계통분리 및 선발·불화합성 검정, MS치환
2010	51 x 51	51	계통분리 및 선발·불화합성 검정, MS치환
2011	51MS x 51 x	0	계통분리 및 선발·불화합성 검정, MS치환, 조합작성 및 선발
2012	(51 x 51)MS x	0	조합작성 및 선발, 시교채종
2013	(51 x 51)MS x	0	시험생산 및 생산력 검정시험
2014	↓ GR-30		농가실증시험

(라) M.S 육성 계통도

구분	계통		비고
	M.S. Line	B Line	
2005		3	
2006		63	
2007	M.S	54	
2008	M.S	51	
2009	M.S	51	
	M.S	51	세대단축
2010	M.S	51	
	M.S	51	세대단축
2011	OH414(S1) M.S		

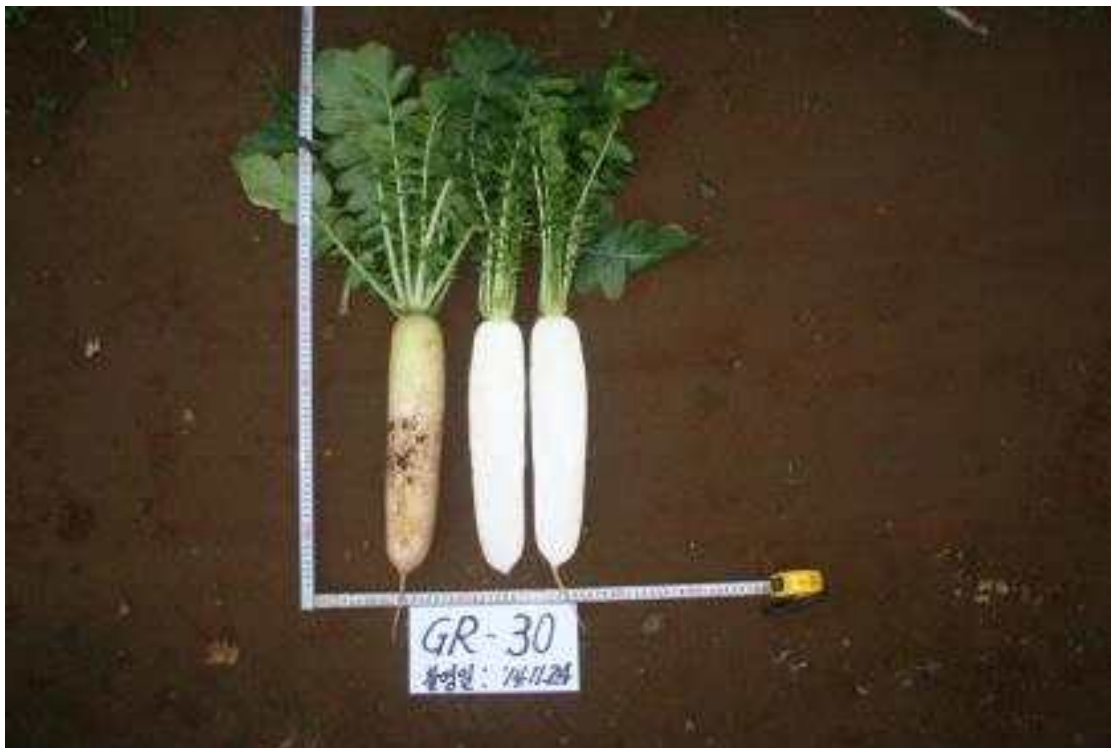


그림 7. [출원품종] GR-30



그림 8. GR-30 지상부



그림 9. 출원/대조품중 GR-30, 福צל 비교

다. 품종보호출원: GR-31

(1) 출원번호: 2016-305

(2) 품종의 특성 (대조품종: 冬みね)

NO	형 질	표 현 형 태									출원품종		대조품종	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	NO	실측치	NO	실측치
1	배수성(ploidy)		2배체		4배체						2		2	
2	모(seedling) : 배측의 안토시아닌 착색	없다								있다	1		1	
3	떡잎(cotyledon) : 크기			작다		중간		크다			5		5	
4	잎(foliage) : 잎부착 부위의 너비			좁다		중간		넓다			6		6	
5	잎(leaf) : 자세			곧추서다		약간서다		눅다			5		5	
6	잎 : 길이			짧다		중간		길다			5	39cm	6	42cm
7	잎몸(leaf blade) : 모양	좁은 알형	알형	넓은 알형							2		2	
8	잎몸 : 잎끝의 모양	뽕쪽하다	둥글다								2		2	
9	잎몸 : 색	황록색	녹색	회록색							2		2	
10	잎몸 : 녹색의 강도			열다		중간		질다			5		5	
11	잎몸 : 엽절(중륵에서 나누어짐)(division to midrib)	없다								있다	9		9	
12	잎몸 : 엽절의 수	매우 적다		적다		중간		많다		매우 많다	6	12매	6	13매
13	잎몸 : 가장자리의 결각(incisions of margin)	없다								있다	9		9	
14	잎몸 : 가장자리 결각의 깊이			얕다		중간		깊다			5		5	
15	잎몸 : 털의 다소			적다		중간		많다			3		3	
16	잎몸 : 털의 강도			약하다		중간		강하다			2		3	
17	잎자루(petiole) : 안토시아닌 착색	없다								있다	1		1	
18	잎자루 : 안토시아닌 착색의 강도			열다		중간		질다						
19	무(radish) : 길이	매우 짧다		짧다		중간		길다		매우 길다	7	41cm	8	44cm

20	무(radish) : 굵기			가늘 다		중간		굵다			6	8.5cm	6	8.1cm
21	무 : 뿌리의 너비			좁다		중간		넓다			6		6	
22	무 : 모양	알타 리형	누운 타원 형	원형	타원 형	알형	넓은 직사 각형	직사 각형	좁은 직사 각형	좁은 역삼 각형	8		8	
23	무 : 정수리 모양(shape of crown)	오목 하다	평평 하다	볼록 하다							1		1	
24	무 : 밑등 모양(shape of base)	매우 뾰족 하다	뾰족 하다	등그 스름 하다	등글 다	평편 하다					3		3	
25	무 : 껍질외 착색	단일 색	두가 지 색								2		2	
26	무 : 윗 부분의 색	흰색	분홍 색	붉은 색	보라 색	미색	담록 색	녹색	농록 색	흑색	6		6	
27	무 : 윗 부분의 붉은색 발현	주홍 색	홍적 색	진빨 강색										
28	두가지 색 무인 경우 : 무 : 흰 부위의 넓이	매우 좁다		좁다		중간		넓다		매우 넓다	5		5	
29	무 : 피층의 두께			얇다		중간		두껍 다			5		5	
30	무 : 속살의 투명도	반투 명하 다	불투 명하 다								1		1	
31	무 : 속살색	흰색	아이 보리 색	연한 녹색	녹색	연한 자색	자색	흰색+ 녹색	흰색+ 자주 색	녹색+ 자주 색	1		1	
32	수확기	매우 빠르 다		빠르 다		중간		늦다		매우 늦다	6		6	
33	무 : 바람들이 경향	없거 나 조금 있다		조금 있다		중간		많다		매우 많다	1		1	
34	추대성	매우 빠르 다		빠르 다		중간		늦다		매우 늦다	7		7	

(3) 품종 특성 기술서

1. 종명 및 학명 : <u>Raphanus sativus</u> L. 무 (Radish)
2. 품종명: GR-31
3. 식물체의 주요 형태적 특성 (품종명: GR-31) - 초자는 반개장형이다 - 잎이 긴편이다 - 저온에 지상부가 강하다 - 근장은 월동재배시 일본가을무의 표준인 37cm 전후이다 - 근미비대는 보통이고 H형이다 - 바람들이 현상이 늦다 - 저온에도 무속색갈에 푸른색이 거의 없다 - 추대는 중간정도이다
4. 출원품종이 대조품종(冬みね, 후유미네)과 구별되는 특성 - 엽수는 출원품종은 중간정도이나 대조품종은 많은편이다 - 추근의 길이는 출원품종은 보통이나 대조품종은 긴편이다(수확기에 고온이면 더 길다) - 저온기 신엽이 출원품종은 강하나 대조품종은 약하다 - 순도는 출원품종은 고르나 대조품종은 고르지 않다
5. 출원품종의 균일성과 안정성을 기술(대조품종 포함) 채종 후 순도검정 결과 순도가 높고 생산력 검증시험과 농가실증시험에서 형태적 특성이 다른 개체가 발견되지 않고 균일하였음.
6. 출원품종을 구별하는데 도움이 되는 추가 정보 6.1 내병충성 6.2 품종시험을 위한 특별한 조건들 : 가을재배, 일본무이므로 점질토재배 배제 6.3 기타 정보
7. 품종육성에 관한 정보 7.1 위 품종은 유전적 변형기술을 이용하여 육성된 품종(GMO)입니까? 예(), 아니오(O) 7.2 유전적변형기술에 의한 품종(GMO)인 경우 보건복지부고시 1997-12호의 “유전자 재조합체 실험지침” 이나 농촌진흥청의 “농림축산업 관련 유전자 재조합체 실험 및 취급지침[연협51800-42(‘99. 1. 28)]” 또는 국제규정에 의해 실험을 실시하였습니까? 예(), 아니오() 7.3 관련규정에 의해 실험을 실시한 경우 안전성 결과를 첨부하였습니까? 예(), 아니오() ※ 질문 3에서 아니오에 해당되는 경우 안전성 결과가 제출되기 전에는 다음의 절차가 진행되지 않습니다. 가. 품종의 심사(품종보호출원품종의 경우) 나. 품종생산·수입판매신고필증의 교부(품종생산·수입판매 신고품종의 경우)
8. 희망하는 재배작형을 표시하십시오 춘작() 추작(O)-월동시험 ※ 춘작은 4월, 추작은 8월에 파종합니다.

(4) 품종육성 과정의 설명

(가) 육성 경과 도표

구분	년도	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
재료 탐색		→										
계통 분리 및 선발		→										
MS 치환 조합작성 및 선발							→					
재종 시험								→				
생산력검정시험									→			
농가실증시험										→		

(나) 육성 경과 도표 설명

- ① 2006: 우점품종인 후유미네(冬みね)의 단점인 근미비대를 빠르게 하고 순도가 좋으며 지상부가 내한성이 강하면서 수확기의 폭이 넓은 품종을 만들기 위하여 소재를 탐색하고 분리, 고정시키기 시작함.
- ② 2007~2012 : 우친으로 오히루의 분리계 중 지상부가 강하고 저온에 강하며 청수가 연하고 근피가 고운 계통을 선발, 고정시키고 송친으로 다가호마레(貴譽)의 분리계 중 근피가 곱고 근미비대가 빠르며 청수가 연한 계통을 선발, 고정시킴.
- ③ 2011~2013: 분리고정시킨 계통들끼리 조합을 작성하고 일본 현지에서 조합선발시험을 수행하여 육성목표에 부합하는 조합을 선발함
- ④ 2012~2013: 선발된 조합을 시교채종과 시험채종을 실시한 바 화합성이 우수하고 종자생산성도 양호하여 일본 현지에서 생산력 검증시험을 수행하여 성능을 확인하고 선발함
- ⑤ 2014: 일본 현지(찌바현 조시시)에서 농가 실증시험을 실시하여 목표에 부합될 수 있는 조합으로 확인하고 GR-31으로 명명함

(다) 육성 계통도

구 분	계 통		비 고
	♀ (OH-3)	♂ (HUH)	
2006	3	22	소재탐색 및 계통분리 시작
2007	51	51	계통분리 및 선발·불화합성 검정
2008	53	51	계통분리 및 선발·불화합성 검정
2009	52	52	계통분리 및 선발·불화합성 검정, MS치환
2010	52	52	계통분리 및 선발·불화합성 검정, MS치환
2011	51	x 51	계통분리 및 선발·불화합성 검정, MS치환 조합작성 및 선발
2012	51	x 0	계통분리 및 선발·불화합성 검정, MS치환, 조합작성 및 선발
2013	51MS	x 0	조합작성 및 선발, 시교채종
2014	51)MS	x 0	시험생산 및 생산력 검정시험
2015	↓ GR-31		농가실증시험



그림 10. [출원품종] GR-31



그림 11. GR-31 지상부



그림 12. 출원/대조품종 GR-30, 동미근 비교

제 2 절 연구개발성과의 활용방안 및 기대효과

1. 만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종개발

가. 연구개발 결과의 활용방안

본 연구에서 개발된 3004에이와 2015년에 생산하여 일본 종묘회사에 수출을 달성하여 약 USD 52,000의 매출을 기록하였다. 생산이 차질없이 진행 될 경우 향후 더욱 큰 매출을 기대할 수 있을 것으로 예상된다. 현재까지 해당 품종의 작형에 대하여 일본 내 경쟁사 시교보다 우수한 품질을 나타내고 있어, 우점품종의 지위를 중장기적으로 유지할 수 있을 것으로 기대된다.

61478은은 지속적인 확대 시험을 거쳐 산지를 개발할 예정이다. 2016년 100kg을 생산하여 보호출원 중에 있으며 봄 품종 발표가 있었으므로 장기적인 효과를 나타내어 매출에 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

연구 과정에서 육성되어진 만추계 계통과 응성불임성 계통은 계속해서 일본무 품종 육성에서의 높은 활용도를 보일 것으로 기대된다.

일본무 시장에서 연구자가 연속적으로 만추대 품종을 발표함으로써, 일본의 타 종자업체들보다 기술적 우위 더욱 강화시켜가고 있으며, 응성불임을 활용한 품종발표를 통해 기술적 차별화를 장기간 지속시킬 수 있을 것으로 기대된다.

현재는 국내에서 일본무 종자 수출 시, 자사 상표 판매는 불가능한 상황이나, 지속적인 품종 개발 및 차별화를 통해 인지도를 확보함으로써 향후 자체 브랜드화가 가능할 것으로 기대된다. 또한 만추대 품종은 해외에서 채종하기 어렵고, 안정성이 미약하여 국내에서

채종이 이루어져야 하므로, 농가 소득증대와 외화 확보에 기여하는 측면도 크다 할 것이다.

나. 기대효과

(1) 기술적 측면

MS와 자가 불화합을 이용한 육종 기술을 확립함으로써 유전자원 유출을 막고 종자 생산의 순도를 높일 수 있다. 일본은 종자의 잡종율이 1%, 자식체가 2%가 넘으면 수출을 할 수 없으므로 옹성불임을 이용한 종자생산 기술을 확립함으로써 안정적인 종자 생산에 기여 할 수 있다. 또한 한국, 일본, 중국 등 아시아의 무 육성에서 가장 중요한 계통인 만추계 계통 육성에 MS 및 SI를 이용한 기술력의 우위를 선점함으로써, 기술적 차별화를 지속할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 이들 소재의 유출을 옹성불임성 계통을 통해 차단하게 되므로, 국가 간 육종능력의 차이를 장기간 유지할 수 있을 것으로 예상된다. 만추대 계통의 소재 활용을 함으로써 국내무 시장의 안정화도 기여 할 수 있을 것으로 판단 된다

(2) 경제적·산업적 측면

무는 2015년 현재 국내종자 시장의 약 17%, 수출용 종자시장의 30%를 차지하고 있는 중요한 작물이다. 작물별로는 채소종자 국내 생산량 중 46.8% (127,682 kg)를 차지하는 주요 작물이다

국내의 종묘회사는 다국적 기업에 비하여 재력이나 조직의 규모는 작으나, 국내 시장에 대한 이해도가 높고, 그간에 축적된 신뢰관계를 바탕으로 품종전파력은 앞선다. 한국인의 인내, 정확한 판단력 및 추진력으로 육종을 진행하면 충분히 승산이 있다고 보며, 국내 동업계 뿐만 아니라 타 업계에도 많은 귀감이 되고, 한국 경제 산업을 살리는데 공헌 할 것이다.

국내에서 종자 생산을 하여 수출함으로써, 국내 무 생산기지를 보호하고 농가소득에 기여할 수 있을 것이다. 또한 만추계 품종은 중국에도 수출할 수 있거나, 이들의 편친을 이용한 신품종 육성에도 기여할 것이다.

2. 조기비대용 백육색 가을무 품종개발

가. 연구개발 결과의 활용방안

본 연구에서 개발된 가을적기용 품종인 GR-29, GR-30은 일본 현지 2개 종자업체에서 시험이 진행중이며 가을후기용으로 개발된 GR-31은 일부 시험이 끝나 2017년에 200kg의 주문을 이미 확보한 상황이다. 시험이 모두 종료되면 일본 무 시장 중 재배면적과 수확규모 측면에서 가장 큰 비중을 차지하는 가을무 시장에서 큰 호응을 받을 것으로 기대된다. 또한 이들 소재를 이용한 신품종개발에도 기여하게 되어 추후 지속적으로 우수한 품종개발이 이루어질 것으로 예상된다.

기 개발되었던 품종들(HC-4, GR-26)의 성과도 우수하여, 현재까지 \$100만이 넘는 수출액을 기록하였고, 현재까지 2개 작형에서 타사의 품종개발이 이루어지지 않고 있어 장기

적인 수출 신장이 기대된다.

가. 기대효과

(1) 기술적 측면

일본무 품종개발에 이용된 친들에 대해서 모두 음성불임성 계통으로의 전환을 완료하고 시험채종, 현지시험을 진행중이다. 이를 통해 일본 현지 종자업체에 대한 기술적 우위를 강화시켜가고 있으며, 우점품종의 지속적 특성 개선을 통해 기술적 차별화를 장기간 지속시킬 수 있을 것으로 기대된다.

(1) 경제적·산업적 측면

기 발표했던 만추계 품종에 이어 가을무 시장에도 종자를 수출하게 되면 상가적 효과를 나타내어 수출량이 확대될 것으로 기대된다. 이렇게 될 경우, 일본 시장 내에서 일본 현지 종자업체들보다 강한 영향력을 보유함으로써 이어지는 신품종 육성에서도 더욱 우위를 점할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 국내에서 종자생산을 하여 수출함으로써 국내무 생산기지를 보호하고 농가소득 향상에 기여할 수 있을 것이다.

3. 월동용 백육색 품종개발

가. 종자 생산 실패로 수출 상담이 일시 중단 되었으나 계속 시험 요구받고 있는 품종은 다시 채종하여 일본 현지에 확대 시험하고 수출까지 진행하고 있다.

나. 현재까지 수행하여 얻은 연구결과를 활용하여 일본 및 중국 수출용 무 품종을 개발할 것이다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1. Kim, Namshin, et al. "Identification of candidate domestication regions in the radish genome based on high-depth resequencing analysis of 17 genotypes." *Theoretical and Applied Genetics* 129.9 (2016): 1797-1814.

Radish (*Raphanus sativus* L.) is an annual root vegetable crop that also encompasses diverse wild species. Radish has a long history of domestication, but the origins and selective sweep of cultivated radishes remain controversial. Here, we present comprehensive whole-genome resequencing analysis of radish to explore genomic variation between the radish genotypes and to identify genetic bottlenecks due to domestication in Asian cultivars. High-depth resequencing and multi-sample genotyping analysis of ten cultivated and seven wild accessions obtained 4.0 million high-quality homozygous single-nucleotide polymorphisms (SNPs)/insertions or deletions. Variation analysis revealed that Asian cultivated radish types are closely related to wild Asian accessions, but are distinct from European/American cultivated radishes, supporting the notion that Asian cultivars were domesticated from wild Asian genotypes. SNP comparison between Asian genotypes identified 153 candidate domestication regions (CDRs) containing 512 genes. Network analysis of the genes in CDRs functioning in plant signaling pathways and biochemical processes identified group of genes related to root architecture, cell wall, sugar metabolism, and glucosinolate biosynthesis. Expression profiling of the genes during root development suggested that domestication-related selective advantages included a main taproot with few branched lateral roots, reduced cell wall rigidity and favorable taste. Overall, this study provides evolutionary insights into domestication-related genetic selection in radish as well as identification of gene candidates with the potential to act as trait-related markers for background selection of elite lines in molecular breeding.

2. Mei, Shiyong, Touming Liu, and Zhiwei Wang. "Comparative Transcriptome Profile of the Cytoplasmic Male Sterile and Fertile Floral Buds of Radish (*Raphanus sativus* L.)." *International journal of molecular sciences* 17.1 (2016): 42.

Radish cytoplasmic male sterility (CMS) has been widely used for breeding in *Raphanus* and *Brassica* genera. However, the detailed regulation network of the male sterility remains to be determined. Our previous work has shown that the abnormalities in a CMS radish appeared shortly after the tetrad stage when microspores were malformed and the tapetal cells grew abnormally large. In this work, histological analysis shows that anthers are at the tetrad stage when the radish buds are about 1.5 mm in length. Furthermore, a high throughput RNA sequencing technology was employed to characterize the transcriptome of radish buds with length about 1.5 mm from two CMS lines possessing the CMS-inducing *orf138* gene and corresponding near-isogenic maintainer lines. A total of 67,140 unigenes were functionally

annotated. Functional terms for these genes are significantly enriched in 55 Gene Ontology (GO) groups and 323 Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG) pathways. The transcriptome detected transcripts for 72 out of a total of 79 protein genes encoded in the chloroplast genome from radish. In contrast, the radish mitochondrial genome contains 34 protein genes, but only 16 protein transcripts were detected from the transcriptome. The transcriptome comparison between CMS and near-isogenic maintainer lines revealed 539 differentially expressed genes (DEGs), indicating that the false positive rate for comparative transcriptome profiling was clearly decreased using two groups of CMS/maintainer lines with different nuclear background. The level of 127 transcripts was increased and 412 transcripts were decreased in the CMS lines. No change in levels of transcripts except CMS-inducing orf138 was identified from the mitochondrial and chloroplast genomes. Some DEGs which would be associated with the CMS, encoding MYB and bHLH transcription factors, pentatricopeptide repeat (PPR) proteins, heat shock transcription factors (HSFs) and heat shock proteins (HSPs), are discussed. The transcriptome dataset and comparative analysis will provide an important resource for further understanding anther development, the CMS mechanism and to improve molecular breeding in radish.

3. Wang, Qingbiao, Li Zhang, and Pengjing Zheng. "Genetic diversity and evolutionary relationship analyses within and among *Raphanus* species using EST-SSR markers." *Molecular breeding* 35.2 (2015): 62.

We screened 626 pairs of EST-SSR primers from the radish marker database using 37 different cultivars. Of the primer pairs, 89.3 % (559) were polymorphic. The average polymorphism information content (PIC) value per primer was 0.39, ranging from 0.07 to 0.73. Fifty EST-SSR markers were designated core markers according to PCR band reproducibility and stability, high polymorphism levels, easily discriminated alleles, and an even distribution of molecular markers over each radish chromosome. Genetic diversity and the evolutionary relationships of 93 radish accessions, representing nearly all typical *Raphanus* germplasms, were assessed with 50 core EST-SSR markers. A total of 254 alleles at 52 loci (4.88 alleles per locus on average), with a mean PIC value of 0.55, were detected. The wild radish had the largest range of variation, followed by the East Asian big long radish and the European small radish. Unweighted pair group method with arithmetic mean cluster analysis classified the 93 germplasms into four groups. The first group included most accessions belonging to *R. sativus*, while seven wild *Raphanus* strains were separated into the remaining groups. In the *R. sativus* group, the subspecies *var. hortensis* Becker, *var. raphanistroides* Makino, *var. caudatus* Hooker and Anderson, *var. sativus* L., *var. niger* Kerner, and *var. oleiferus* Metzger were sorted into separate subgroups. Population genetics structure analyses show that the accessions were attributed to three populations: (1) Asia cultivated and East Asian wild, (2) Europe cultivated, and (3) wild *Raphanus* species. Herein, we discuss the origin and ancestry of cultivated radishes based on these results.

4. Zou, Zhongwei, et al. "QTL analysis using SNP markers developed by next-generation sequencing for identification of candidate genes controlling 4-methylthio-3-butenyl glucosinolate contents in roots of radish, *Raphanus sativus* L." *PLoS One* 8.1 (2013): e53541.

SNP markers for QTL analysis of 4-MTB-GSL contents in radish roots were developed by determining nucleotide sequences of bulked PCR products using a next-generation sequencer. DNA fragments were amplified from two radish lines by multiplex PCR with six primer pairs, and those amplified by 2,880 primer pairs were mixed and sequenced. By assembling sequence data, 1,953 SNPs in 750 DNA fragments, 437 of which have been previously mapped in a linkage map, were identified. A linkage map of nine linkage groups was constructed with 188 markers, and five QTLs were detected in two F2 populations, three of them accounting for more than 50% of the total phenotypic variance being repeatedly detected. In the identified QTL regions, nine SNP markers were newly produced. By synteny analysis of the QTLs regions with *Arabidopsis thaliana* and *Brassica rapa* genome sequences, three candidate genes were selected, i.e., RsMAM3 for production of aliphatic glucosinolates linked to GSL-QTL-4, RsIPMDH1 for leucine biosynthesis showing strong co-expression with glucosinolate biosynthesis genes linked to GSL-QTL-2, and RsBCAT4 for branched-chain amino acid aminotransferase linked to GSL-QTL-1. Nucleotide sequences and expression of these genes suggested their possible function in 4MTB-GSL biosynthesis in radish roots.

5. Nie, Shanshan, et al. "De novo transcriptome analysis in radish (*Raphanus sativus* L.) and identification of critical genes involved in bolting and flowering." *BMC genomics* 17.1 (2016): 389.

The appropriate timing of bolting and flowering is pivotal for reproductive success in Brassicaceae crops including radish (*Raphanus sativus* L.). Although several flowering regulatory pathways had been described in some plant species, no study on genetic networks of bolting and flowering regulation was performed in radish. In this study, to generate dataset of radish unigene sequences for large-scale gene discovery and functional pathway identification, a cDNA library from mixed radish leaves at different developmental stages was subjected to highthroughput RNA sequencing (RNA-seq). A total of 54.64 million clean reads and 111,167 contigs representing 53,642 unigenes were obtained from the radish leaf transcriptome. Among these, 50,385 unigenes were successfully annotated by BLAST searching against the public protein databases. Functional classification and annotation indicated that 42,903 and 15,382 unique sequences were assigned to 55 GO terms and 25 COG categories, respectively. KEGG pathway analysis revealed that 25,973 unigenes were classified into 128 functional pathways, among which 24 candidate genes related to plant circadian rhythm were identified. Moreover, 142 potential bolting and flowering-related genes involved in various flowering pathways were identified. In addition, seven critical bolting and flowering-related

genes were isolated and profiled by T-A cloning and RT-qPCR analysis. Finally, a schematic network model of bolting and flowering regulation and pathways was put forward in radish. This study is the first report on systematic identification of bolting and flowering-related genes based on transcriptome sequencing and assembly in radish. These results could provide a foundation for further investigating bolting and flowering regulatory networks in radish, and facilitate dissecting molecular genetic mechanisms underlying bolting and flowering in Brassicaceae vegetable crops.

제 7 장 참고문헌

1. Tanaka, Yoshiyuki, et al. "A complete mitochondrial genome sequence of Ogura-type male-sterile cytoplasm and its comparative analysis with that of normal cytoplasm in radish (*Raphanus sativus* L.)." *BMC genomics* 13.1 (2012): 352.
2. Jeong, Young-Min, et al. "De novo assembly and characterization of the complete chloroplast genome of radish (*Raphanus sativus* L.)." *Gene* 551.1 (2014): 39-48.
3. Jeong, Young-Min, et al. "Comparative analysis of the radish genome based on a conserved ortholog set (COS) of Brassica." *Theoretical and Applied Genetics* 127.9 (2014): 1975-1989.
4. Kitashiba, Hiroyasu, et al. "Draft sequences of the radish (*Raphanus sativus* L.) genome." *DNA research* 21.5 (2014): 481-490.
5. 고희종 외, 2010, *신고 식물육종학*, 향문사
6. 김수석, 박현태, 2013, *종자산업의 도약을 위한 발전전략*, 한국농촌경제연구원
7. 박중춘, 1988, *남부지방 시설원예의 유형과 재배환경 및 병충해 발생에 관한 연구*, 경상대학교
8. 이정명, 2003, *채소원예각론*, 향문사
9. 장권열, 1998, *육종학범론(4정)*, 향문사
10. 조장환, 1995, *식물육종학*, 선진문화사
11. 한국농촌경제연구원, 2014, *농업전망 2014*, 한국농촌경제연구원
12. 한국채소종자산업발달사 편찬위원회, 2008, *한국채소종자산업발달사*, 서울대학교출판부
12. OGURA, Hiroshi, 1968, *Studies on the New Male-Sterility in Japanese Radish, with Special Reference to the Utilization of this Sterility towards the Practical Raising of Hybrid Seeds*, 鹿兒島大学
13. Hiroyoshi Iwata 외, 1998, *Evaluation of variation of root shape of Japanese radish*

(*Raphanus sativus* L.) based on image analysis using elliptic Fourier descriptors, *Euphytica*

14. 「農林水産省/作況調査（野菜）」確報（統計表一覽），野菜生産出荷統計，平成19年（2007）
15. 「農林水産省/作況調査（野菜）」確報（統計表一覽），野菜生産出荷統計，平成19年（2008）
16. 「農林水産省/作況調査（野菜）」確報（統計表一覽），野菜生産出荷統計，平成19年（2009）
17. 「農林水産省/作況調査（野菜）」確報（統計表一覽），野菜生産出荷統計，平成19年（2010）
18. 「農林水産省/作況調査（野菜）」確報（統計表一覽），野菜生産出荷統計，平成19年（2011）
19. 「農林水産省/作況調査（野菜）」確報（統計表一覽），野菜生産出荷統計，平成19年（2012）

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.