

신 채소 작물 배무채의 주요 형질 개선 및
쌈 채소로 연중생산 연구

Improvement of staple characters and establishment of
year-round production system of leaves as a 'ssam'
vegetable of a new crop 'Baemoochae'
(*xBrassicoraphauns*)

(주)바이오브리딩연구소

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “신 채소 작물 배무채의 주요 형질 개선 및 싹 채소로 연중 생산에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2006년 7 월 일

주관연구기관명 : (주)바이오브리딩연구소

총괄연구책임자 : 이 수 성

세부연구책임자 : 최 우 진

연 구 원 : 이 선 애

연 구 원 : 양 혜 정

연 구 원 : 지 영 화

연 구 원 : 김 정 희

요 약 문

I. 제 목

신 채소 작물 배무채의 주요 형질 개선 및 쌈 채소로 연중 생산 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

배무채는 배추와 무간의 속간 잡종식물인데 가을재배에서 생산된 것을 먹어보면 잎은 약간의 단맛과 매운맛이 있으면서 시원한 맛을 느끼게 하고 뿌리는 잎보다 더 매우면서 단맛이 있어 새로운 채소로 가능시 되었다. 그러나 속간잡종 식물로서 종자생산성이 비록 경제성은 있다고 하나 낮은편이며 재배상 지장이 없을 정도의 균일성이 있기는 하나 엄격한 선발이 필요하다. 또한 잎에 역세계 보이는 털이 있어 소비자들로부터 거부감을 받기 쉬우며 잎 자체도 크고 부드러우나 역세계 보이며 엽병이 좀 크다는 느낌을 준다. 이러한 배무채가 가진 결점을 어느 정도 개선하면 새로운 채소 작물로서 보급이 가능하다고 생각되었다.

따라서 기존 보유 계통 중에서 이러한 결점이 조금이라도 적은 계통을 분리 육성하는 한편 소포자 배양기술 개발과 함께 돌연변이 유도제 처리 기술을 확립하여 돌연변이에 의한 결점 개선을 시도해 보고자 하였다. 또한 새로운 속간 잡종식물의 다른 유연관계가 있는 종이나 속과의 교잡 친화성을 검토하여 채종 때 격리재배하여야 할 종을 밝히는 한편 교잡 친화성이 있는 조합간에 새로운 1대잡종 품종 육성 가능성을 검토해보고자 하였다. 뿐만 아니라 1대 잡종 채종 체계에 필수적인 자가불화합성 계통 육성 또는 옹성불임성 계통 육성도 시도하였다.

그리고 배무채가 무와 배추와는 좀 다른 맵고 단맛 및 시원한 맛을 주는데 이에 관해 영양적으로 어떤 특징이 있는지도 구명코자 하였다. 그리고 우선은 쌈채소로서의 이용이 가장 손쉬운 소비 방법이라 생각하고 쌈채소로서의 연중생산체계를 확립코자 하였다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구의 첫 번째 과제는 기존의 배무채와는 조금이라도 형질이 다른 특이 형질 계통을 육성하는 것이다. 이 과제를 위해 기존의 보유하고 있던 36계통을 모두 대상으로 특성을 조사하였

으며 경우에 따라서는 특성이 상당히 비슷한 유사계통(아계라고도 함)도 검토대상에 포함시켰다.

두 번째 과제는 1대잡종 종자 생산에 필요한 자가불화합성 계통을 기존 계통 중에서 선발해 내거나 위수정 유도 같은 방법으로 육성해 내는 것이었다. 그런데 기존 보유 계통 모두를 조사하였으나 자가불화합성의 발현이 환경의 영향을 크게 받아 일정치 않은 문제점이 발견되었다. 따라서 다른 1대 잡종 종자 생산체계인 옹성불임성을 이용코자 하였다. 이 목적을 위해 갓의 Ogura CMS 계통을 분 받고 여기에 배무채를 교잡하여 진행 중이다.

세 번째 과제는 배추과 식물의 주요 6종(species)과 배무채와의 교잡친화성을 구명하고 노지 채종 때 격리 재배의 기초자료를 얻는 한편 배무채와 다른 종과의 1대잡종 육성 가능성을 밝히고자 하였다. 주요 6종이란 기본종으로서 a 계놈의 배추(*B. rapa*), b계놈의 흑겨자(*B. nigra*), c 계놈의 양배추(*B. oleracea*), 그리고 2차종으로서 ab계놈의 갓(*B. juncea*), ac 계놈의 유채(*B. napus*), bc 계놈의 황겨자(*B. carinata*)이다. 배추와의 교잡 친화성은 이미 예비시험에서 어느정도 짐작할 수 있었기 때문에 배추종 내 다른 아종, 즉 다아사이(ssp. *narinosa*), 순무(ssp. *rapifera*), 팍쵸이(ssp. *chinensis*)등과의 친화성도 밝히고자 하였다. 그리고 배무채를 모본으로 하고 갓(*B. juncea*)을 부분으로 하였을 경우 교잡친화성이 거의 없는 것처럼 보였으므로 이 교잡에서 배무채의 위수정을 유도코자 하였다. 이것은 위수정 유래의 계통 중에 자가불화합성이 잘 발현되는 계통이 있을지도 모른다는 뜻에서 였다. 나아가 배추와 무의 새로운 재료를 이용하여 바이러스병과 뿌리혹병등에 복합내병성이거나, 잎에 털이 없거나 적은 새로운 계통을 기존의 배무채 육성방법으로 육성코자 하였다.

네 번째 과제는 소포자 배양기술을 개선하여 즉, 배 발생율을 높여 배양 중에 돌연변이체를 처리할 수 있도록 그 기술을 확립하는 것이었다. 기존의 기술로는 배양 접시당 배가 0.9개 정도 밖에 안생기므로 돌연변이체 처리에 의한 LD₅₀의 배 발생수를 결정하기 어려웠다.

다섯 번째 과제는 배무채를 쌈채소로서 연중 공급하기 위한 생산 체계를 확립하는 것이었다.

그 외 기타 과제로서 배무채의 영양가와 기능성 물질의 함량을 측정하고 노지 다량 채종에서의 생산성과 생산된 종자의 성능을 조사하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

특이형질 계통 분리육성 시험 결과에 따라 기존의 계통을 BB1호부터 6호까지 계통명을 부여할 수 있었다. 비록 그들이 특성이 서로 크게 다르지 않고 비슷한 면이 많아 앞으로 계속 분리 고정하여야 할 것으로 생각되지만 초좌, 뿌리크기, 종자생산량 등에서 약간씩의 차이를 보여

계통구분을 하기로 하였다. 그리고 순도와 종자 생산성면에서 실용상 이용이 가능하다고 판단하여 이미 특허가 획득되어 있지만(특허번호:제0492518호) BB1호를 품종보호출원하였다(2006.7).

아직 단정은 할 수 없으나 소포자 돌연변이 배양 유래 계통중 두 계통이 실내교배때 종자 생산성에서 획기적인 우수성을 보여 선발하였다. 내년 봄 노지 격리 채종에서 이러한 우수성이 확인되면 이는 세계적으로 유래가 없는 원연간 잡종의 인위돌연변이에 의한 형질개량이라는 큰 업적이 될 것이다.

기존 계통 중에서 그 발현이 안정된 자가불화합성 계통은 발견되지 않았으며 위수정 유도에 의한 계통중에서도 발견되지 않았다. 그러나 그 대신 1대잡종 채종에 이용 가능한 융성불임성 계통 육성이 가능 시 되고 있다. 갖의 세포질 융성불임성 계통에 배무채를 교잡하여 BC₂F₁종자를 획득하였는데 이는 갖과 배무채라는 원연간 교잡이지만 교잡불친화성 정도가 심하지 않았고 또한 심각한 교잡불친화성이 나타날 F₁, BC₁F₁ 등의 초기세대는 지나간 것 같다. 약 2년 후에 융성불임성을 이용한 배무채의 F₁ 품종 및 배무채와 다른 종과의 F₁ 품종이 육성되면 이 또한 획기적인 업적이 될 것이다.

배무채와 다른 배추과 내종(species)과의 교잡친화성 정도가 선명하게 밝혀졌다. 즉 배무채가 모본일 때 배추를 위시한 a 계통의 식물(다아사이, 팍쵸이, 순무)과는 교잡친화성이 매우 높으며 그 반대의 경우는 전혀 친화성이 없었다. 그리고 배추과의 2차종과의 사이에는 상반 교잡 모두 높은 교잡 친화성이 확인되었다. 반면에 무, 양배추, 흑겨자 등 배추를 제외한 기본 종과의 사이에는 상반교잡 모두 교잡 친화성이 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 배무채가 신채소로서 보급될 때 2차종의 채종에서는 배무채가 가깝게 있지 않아야 하며 배무채의 채종 때에는 특히 우리나라의 경우 유채와 갖과의 자연 교잡이 일어나지 않도록 유념하여야 한다는 것이다. 그리고 앞에서 이미 이야기한 바와 같이 배무채의 융성불임성 계통이 육성되면 배추류의 다양한 아종 및 품종, 배추과의 다른 2차종과의 1대잡종 육성이 가능해 질 것이다.

배무채의 소포자 배양 기술은 만족할 만한 수준, 즉 목표로 하였던 배양 접시당 20개 이상의 배 획득에는 미치지 못하였다. 그러나 본래 배양 접시당 0.9개서 10개정도로 10배 정도 많은 배를 얻는 기술은 확립되었다. 또한 이 기술을 적용하여 종자 생산성이 획기적으로 높은 두 계통을 얻을 수 있었다. 이 기술 수준은 배무채의 계통 고정애 별 어려움 없이 이용될 수 있을 정도이며 돌연변이제 처리에서 LD₅₀의 기준이 되는 배수가 다소 모호할 수 있지만 그래도 돌연변이제 처리가 불가능한 것이 아니며 처리 결과 좋은 성적을 기대할 수 있는 정도는 된다고 생각된다.

배무채의 싹채 생산은 잎을 수확할 경우 가을에서 겨울에는 6-7개월 동안 한번 재배하여 수확 할 수 있으며 봄에는 저온 조우에 의한 추대를 감안하여 재배와 파종시기를 조절함으로 중단

없이 연속적인 재배가 가능하다. 따라서 연중생산이 별 문제없이 이루어 질수 있다고 생각되었다. 배무채 고유의 맛과 향은 겨울 생산의 경우 구별하기가 다소 어려웠으나 생산성은 배무채와 배추의 1대잡종이 훨씬 높았다. 따라서 배무채와 배추의 계통을 잘 선택하여 F₁ 품종을 육성하면 생산성도 높고 품질도 좋은 품종이 육성될 가능성이 보였다.

배무채의 영양성분은 우선 무와 배추에 비해 고형물 함량이 높고 이는 주로 단백질과 당질의 높은 함량으로 이어졌다. 그리고 비타민 C 함량이 높고 기타 무기물이 배추보다는 높고 무와 동일하거나 또는 약간 높은 수준이었다. 그런데 예상외로 항암성분인 sulforaphane 함량이 높아 항암 기능성 채소로 앞으로 각광받을 가능성이 큰 것으로 판단되었다.

노지 격리포를 이용한 다량 채종시험 결과 종자 생산성은 계통과 생산 포장에 따라 달랐지만 많은 경우 40-50l/10a 정도이었다. 이 수준은 만족할만한 것은 아니지만 시판되고 있는 몇몇 인기있는 배추와 무의 F₁ 종자 생산성과 비슷한 것이라고 한다. 그리고 종자는 크기가 불균일하여 정선 과정에서 크기별 분류를 잘하여야 할 것 같았으며 정선은 잘 하면 발아율과 발아세는 95% 이상을 확보 할 수 있을 것 같았다.

2. 활용에 대한 건의

없음

SUMMARY

I. Title

Improvement of staple characters and establishment of year-round production system of leaves as a 'Ssam' vegetable of a new crop 'Baemoochae' (*xBrassicoraphauns*)

II. Importance and Objectives.

'Bamoochae' is an intergeneric hybrid possessing much potential for a new vegetable crop which could be consumed by 'ssam' and kimchi vegetable. 'Ssam' is a Korean traditional unique way to eat foods and means to 'wrap and eat' rice with the flat leaf of vegetables. This new plant has the full sets of the 'a' genome of heading Chinese cabbage, *Brassica rapa* ssp. *pekinensis* and the 'r' genome of big rooted radish, *Raphanus sativus* used as parents in the intergeneric hybridization. It's major morphological characteristics are therefore almost intermediate between the both parents.

The texture and the taste of the new vegetable are much unique, that is, sweet and pungency like wasabi, and refresh feeling at eating. It has, However several unfavorable traits, such as the low seed yield and the low morphological uniformity, even though they are enough to meet economical demands and practical growing and usage. Tough hairs on the leaf and the big midrib of the leaf are also regrettable quality. Thus the research project was initiated to improve seed yield and uniformity and eliminate the deficient characteristics.

III. Contents and scope of the project

The first subject of the project was to develop new lines with improved traits. The thirty six pedigree lines kept in our lab was firstly applied to investigation of their traits for this purpose. Some other inbreds similar to the lines applied already were include to the materials at the second and third year of the study, .

The second subject was to find out the self incompatible line which could be used for F₁ hybrid seed production. Unfortunately, no favorable inbreds were involved in our original materials. Some self incompatible plants selected according to the pollination record at some special time were revealed to be compatible in other pollination. It might be possibly resulted from unknown environmental causes. Thus this subject was changed to bred male sterile line with an Ogura CMS of *B. juncea* introduced from Dr. Il Sup NOU in Suncheon University.

The third subject was to investigate the crossability of 'Baemoochae' with the six genomes in the U's triangle in the *Brassica* crop. It was to obtain informations on isolation in the seed production field and on possibility of F₁ hybrid breeding between them.

The forth was to improve the efficiency of microspore culture which could be used to obtain LD₅₀ in induced mutation . Actually the embryo yield was so low as 0.9 per Petri-dish.

The fifth was to establish a year round production system of young leaves for 'ssam' vegetable. The plant space, effects of ammonium sulfate and the cultivar effect in different sowing time was experimented for these target.

The sixth subject was to confirm the nutritional value and to find out some specific functional compounds of the vegetable.

IV. Results and suggestions of application

1. Results

Six inbreds out of 36 materials investigated were temporarily named BB 1 to BB 6 according to their traits. Even though they were not so distinguishable each other, proper direction for improvement could be arranged for each of them in the succeeding trials. The cultivar BB 1 was applied to protection of the variety and to sell the seed. Encouragingly, two pedigree lines originated from microspore culture with mutagene produced much seeds in the artificial pollination in the green house compared to other materials and other records of previous years. If it is proved from the open field

production in a big scale, it would be a very important and meaningful inbreds in intergeneric hybrid breeding and to our business.

There was no any stable self-incompatible line in our materials investigated and even in the pedigree lines derived from the microspore culture. Thus the original plan to breed F₁ hybrid with the self-incompatibility system was switched to male sterility system. An Ogura CMS line of *B. juncea* introduced was crossed with the inbred BB 6. There was no any problem in production of F₁, BC₁F₁ and BC₂F₁ seeds. It is expected that F₁ hybrids bred by using the CMS system will be released in 2009.

The crossability between *xBrassicoraphanus* and the 6 genomes of the U's triangle was clearly identified with 3 times practices. At first, the female *xBrassicoraphanus* produced enough seeds to release the F₁ hybrid cultivar, but not in opposite cross with the 'a' genome. The 'b' and 'c' genomes were not compatible with the 'ar' genome of *xBrassicoraphanus* in reciprocal crosses. Unexpectedly, Baemoochae was very compatible with *B. napus* of 'ac' genome and *B. carinata* of 'bc' genome, but slightly with *B. juncea* of 'ab' genome. These results suggest to isolate each other at the seed production area. On the other hand, F₁ hybrids between them could be developed, if any system for seed production, such as male sterility, will be established.

The embryo yield of the microspore culture was increased from 0.9 to around 10 embryos per petri-dish using the medium of NLN containing 13% sucrose and 0.05 to 0.1mg/l of Benzil Adenin and by treatment of high temperature of 32.5°C during 3 to 5 days before keeping at 25°C for culture. This record is still below than the original target. But the technique could be applied to breeding program efficiently by increasing the cultural volume. For example, as mentioned above already, two pedigree lines revealed the unexpectedly high yield of the seed in the artificial pollination in the green house were acquired from a culture of microspores treated with a mutagene.

The Baemoochae plant could produce leaves for 'ssam' from September to next March under the green house protected with water curtain during the night in winter, when seeded in August. In the case of sowing in March, It could produce leaves until it's bolting in June. Plants seeded in June are now grown in the net house and will produce leaves for Ssam during summer. These records imply that the Baemoochae plant could produce the leaves for Ssam all year-round, if sown in proper time to

overcome the bolting in Spring. In general, F₁ hybrids between Baemoochae and Chinese cabbage produced more leaves for Ssam than the pure Baemoochae plant in every experiments carried out in fall to winter and spring.

The nutritional value of Baemoochae is higher than Chinese cabbage and radish in various elements. Surprisingly, Baemoochae contains high level of sulforaphane which is a strong anticancer ingredient.

CONTENTS

I. Introduction of Research and Development -----	12
II. Present Situation of Technology in Korea and Foreign Countries -----	15
III. Results and Discussion of Research Projects -----	16
Chapter 1. Materials and Methods -----	16
Chapter 2. Results of Research and Development -----	20
IV. Levels of Contribution Pertinent to Objectives -----	49
Chapter 1. Objectives of research and development -----	49
Chapter 2. Levels of achievement toward research objectives -----	50
Chapter 3. Expectation effect of achievement toward research objectives -----	53
V. Application Plans from Results -----	55
VI. Information Obtained from Foreign Countries during Research Program -----	56
VII. Reference -----	57

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	12
제 2 장	국내외 기술개발 현황	15
제 3 장	연구개발 수행 내용 및 결과	16
제 1 절	재료 및 방법	16
제 2 절	연구 개발 결과	20
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	49
제 1 절	연구 개발 목표	49
제 2 절	목표에 대한 달성도	50
제 3 절	목표 달성에 의한 관련 분야에의 기여도	53
제 5 장	연구개발결과의 활용계획	55
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	56
제 7 장	참고문헌	57

제 1 장 연구개발 과제 의 개요

최근에 중앙대학교(벤처회사 설립자)와 원예연구소가 공동으로 배추와 무의 속간교잡으로 ‘배무채’라는 새로운 채소 작물을 개발하고(Lee 등, 2002) 특허를 출원하였다(출원번호 2002-8722(호)). 이 식물은 배추의 염색체 20개와 무의 염색체 18개를 완전하게 가진 복2배체(amphidiploid)식물인데(Lim, 2001) 세계 최초로 육성된 채소로서의 신 식물인 것이다. 이 신 식물의 개량과 보급을 위하여 우리는 벤처기업을 설립하여 집중적인 연구를 하게 되었다.

이 식물은 외형이 배추와 무의 중간형이며 특이한 매운 맛과 시원한 맛을 가지고 있어 어릴 때는 쌈채소와 열무김치로서, 크게 자랐을 때는 일반 김치(반결구 배추 김치 또는 갓 김치 형)로서 좋은 맛을 제공해 준다. 따라서 앞으로 상당히 널리 재배될 가능성 있는 식물인데 몇가지 개선되었으면 하는 단점이 있고 좀 더 확실하게 알았으면 하는 식물학적 및 원예적 특성이 있어 이를 해결코자 하였다.

예로서 이 식물은 잎의 앞뒤면 엽맥에 비교적 역세계 보이는 가시와 같은 털이 많이 있어서 처음 보는 사람들에게 호감을 주지 못한다. 이 털이 없거나 적은 계통을 만들면 보급상 상당히 유리한 위치를 갖게 될 것이다. 그리고 이 식물이 현재로서는 비교적 순도가 고르기 때문에 채종 과정에 이형주 도태만 잘하면 큰 문제없이 재배가 가능한 종자를 생산할 수 있다. 그리고 종자생산성이 어느 정도 경제성이 있을 것으로 생각하고 있다. 그러나 좀더 안정적인 순도 유지와 채종 능력 향상이 이루어져야 기업적으로 종자의 보급 가격을 낮추는 등 여러가지 이점을 갖게 될 것으로 생각된다.

이러한 단점을 개선하기 위하여 다음과 같은 기술 개발이 필요하다고 생각된다.

첫째 배무채 중 한 계통은 채종능력이 높지는 않으나 안정성이 있고 형질의 분리가 심하지 않아 채소로서 재배가 가능한 계통이다. 이 계통의 육성과정은 먼저 배추와 무를 교잡한 후 어린 배추를 배양하여 많은 식물을 얻고 그 중 일부 식물에 콜히친을 처리하여 염색체가 배가된 복2배체식물 ‘OV115C’를 얻었다(Lee 등, 1989). 이 식물은 가임성으로 종자가 교배화당 2-3립정도 생겼으며 약배양이 가능하여 약 유래의 가임성 계통을 이 식물로부터 5개체 얻을 수 있었다(Lee와 Yoon, 1987a). 다시 약 유래의 한 계통 ‘OA-20-1-10-1’을 소포자 배양하여 가임성 계통 9개를 얻었다(Hong과 Lee, 1995). 그 중 형질의 분리가 크지 않고 우수하게 보이는 한 계통 ‘OAM1-2’를 집단채종하여 신 채소 작물로서 ‘배무채’라 명명하고 보고한 것이다(Lee 등, 2002). 이 최종 계통이 육성되는 동안에 대부분의 계통들은 여러 가지 형질이 크게 분리하여 재배가능 식물로 보고할 수가 없었다. 그런데 아직 보존하고 있는 분리계통을 적극적으로 활용하여 주로 지상부가 크게 자라는 계통과 상대적으로 뿌리가 크게 자라는 계통등으로 구분하여 채소로서의

이용분야를 넓혀나갈 필요가 있을 것 같다. 그리고 미약하게 발현되고 있는 자가불화합성 개체 중 보다 그 발현정도가 강한 계통을 지속적으로 선발하여 1대잡종 채종에 이용 가능한 자가불화합성 계통을 육성할 필요를 느끼게 되었다. 1대잡종은 생산성이 높고 순도가 높은 장점이 있을 뿐 아니라 다른 사람이 품종을 복제하기 어려운 장점이 있다.

둘째 1990년대부터 여러 가지 배추과 식물의 약(Lee와 Yoon, 1987a, Lee 등, 1986)이나 소포자(Kim과 Lee, 1985, Lee와 Kim, 2000) 배양기술이 개발 보고되고 있는데 이 기술은 순계를 단 한 세대만에 다량으로 만들어 낼 수 있고 또한 돌연변이체를 배양과정에 처리함으로써 고정된 돌연변이체를 단 1세대만에 얻을 수 있다. 따라서 새로운 하나의 육종기술로 소포자 배양법이 이용되게 되었는데 이 신 채소의 소포자 배양기술도 확립할 필요가 있을 것이다. 이미 중앙대학교의 우리 연구실에서 이 식물의 소포자 배양에 성공한 예가 있다(Hong과 Lee, 1995). 그러나 배유기율이 낮아서 다양한 순계를 한꺼번에 얻거나 배양과정 중에 돌연변이를 유기할 정도의 기술로는 발전시키지 못하였었다. 따라서 이 식물의 소포자 배양기술을 배양접시당 배가 최소 20개 이상 얻어질 수 있는 단계로 까지 개선한다면 위에 열거한 여러 가지 이 식물이 가진 결점을 돌연변이 육종으로 개선할 수 있게 될 것이다. 뿐만아니라 앞으로의 여러 가지 목표에 따른 육종 연구에 널리 이용될 수 있는 기초 기술로 정착될 것이다.

셋째 이 신 식물은 배추의 AA genome과 무의 RR genome을 가지고 있는데(AARR) 이들과 동일한 genome을 가진 다른 종, 예를 들면 배추(AA), 무(RR), 유채(AACC), 갓(AABB), 그리고 비록 genome은 다르더라도 같은 속 식물로서 널리 재배되고 있는 양배추(CC), 황겨자(BBCC, 우리나라에는 없지만 아프리카 등에서는 많이 재배됨)등과 어느 정도 자연교잡이 가능한지 잘 모르고 있다. 만일 이러한 다른 속 또는 종과의 교잡친화성을 잘 이해하게 되면 학문적으로 신작물의 종 특이성이 구명되어 앞으로는 다른 종과의 교잡과 관련한 연구의 기초자료 및 식물 진화와 관련된 발전과정의 이해에 큰 도움을 줄 것이다. 그리고 산업적으로는 채종에 있어서 어떤 종은 채종포의 주변에 있어도 상관없지만 어떤 종은 주변에 있을 경우 자연교잡에 의한 종자의 순도 저하를 초래할 것이라는 등의 정확한 정보를 확보하게 되고 나아가 순도 높은 종자의 채종이 가능해 질 것이다. 비건한 예로 유채와 배추는 상당히 높은 자연교잡율을 가지며 유채와 갓, 유채와 황겨자, 갓과 황겨자간에도 상당한 교잡이 이루어지는 것으로 알려져 있다. 그리고 예비 시험에서 배무채를 모친(종자친)으로 하고 배추의 꽃가루로 수분하였을 때 상당히 많은 종자가 생산되었으며 그들의 약 90%가 잡종이었다. 만일 이러한 현상이 재현성이 있고 자가불화합 계통이 육성되면 배추와의 1대잡종 육성이 가능해지고 따라서 부계인 배추의 특성에 따라 다양한 새로운 1대잡종 품종이 육성될 수 있을 것이다.

또한 서로 다른 속간의 교잡에서 교잡친화성이 없고 대신에 위수정을 유도하는 경우가 있다.

만일 이 신 신물의 위수정을 유도하는 다른 속 식물이 발견되면 그들간의 다량교잡에 의한 위수정 종자를 얻어 새로운 형질의, 예를 들면 채종능력이 우수한 계통 또는 자가불화합성계통등을 얻을 수 있게 될지도 모른다. 사실 일본에서는 결구성 유채 하쿠랑(白藍)에 갓을 교잡하여 위수정 종자를 얻었는데 그 들 중에 획기적으로 채종능력이 향상된 계통이 있었다고 한다(Takada 등, 1987).

일차적으로 위에서 열거한 기술이 우선 개발되면 이 식물의 채소로서의 가치와 중요성이 한 단계 향상되어 우리 벤처회사에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

제 2 장 국내외 기술 개발 현황

배추과 식물 중에는 서로 다른 屬과 種이 다수 분화되어 있으며 이들은 채소, 기름, 겨자, 사료, 간작 등 여러 가지 용도로 재배되고 있다(Gomez-Campo, 1999). 따라서 많은 사람들이 오래 전부터 배추과 작물을 식물학적 또는 농학적 연구 대상으로 삼아왔다. 외국의 경우 특히 유럽과 일본을 중심으로 생물의 진화와 새로운 유전자원의 개발을 위한 종속간 교잡 연구가 많이 수행되었다. Oost(1984)에 의하면 Sageret가 1826년에 최초로 배추屬(*Brassica*)의 배추種(*campestris*)에 무屬(*Raphanus*)의 무種(*sativus*)을 교잡하여 속간잡종 식물을 얻었으며 이 잡종식물을 *Brassicoraphanus*라고 하였다. 약 100년 후에 Karpechenko(1924, 1927)는 무속에 배추속의 양배추種(*oleracea*)을 교잡하여 잡종식물을 얻고 그 후대에 대하여 연구하였으며 이 잡종식물을 무가모계라는 이유로 *Raphanobrassica*라고 명명하였다. 그러나 재배 가능한 신 작물로는 발전시키지 못하였다.

그런데 세계적으로 널리 재배되고 있는 유채(*Brassica napus*)가 배추(*B. campestris*)와 양배추(*B. oleracea*)간의 종간 이질4배체임이 U(1935, 우장춘 박사의 학위논문)에 의하여 밝혀진 후 기존의 유채에는 없는 새로운 형질의 유채 품종이 이들 간의 종간교잡으로 1960년대부터 유럽과 일본에서 육성 보급되었다. (Olsson과 Ellerstrom, 1980 ; Namai등 1980). 특히 Nishi(1981)는 1950년대부터 배추와 양배추처럼 결구가 되는 결구성 유채를 만들고자 노력하였다. 그결과 배가 퇴화하기 전의 어린 배를 배양하여 신 식물을 육성하였는데 이를 새로운 채소로서 'Hakuran'이라 명명하였다. 이 Hakuran은 Takada등(1987)에 의하여 세계 최초의 F1 품종으로까지 발전하였다. 즉 그들은 지속적인 선발로 자가불화합성이 강한 계통을 육성할 수 있었으며 갖과의 교잡에서 채종능력이 기존 계통에 비해 약 5배 가까이 향상된 위수정 유래 계통을 획득한 바 있다.

재배 가능한 속간잡종, 즉 배추屬(*Brassica*)과 무屬(*Raphanus*)간의 잡종인 신 屬 식물은 McNaughton(1968,1973,1979,1983)이 무와 양배추를 교잡하여 새로운 복2배체 사료작물 *Raphanobrassica*를 육성한 것이 처음인 것 같다. 그는 이 신물의 일반명을 radicole이라고 명명하였다(1979). 그리고 곧이어 Dolstra(1982)가 배추와 무 간의 속간교잡으로 복2배체의 내충성 윤작작물을 육성하고 이를 raparadish라고 명명한 바 있다. 그러나 이들 모두 임성이 낮아 계속적인 개량이 필요하다고 하였다.

우리는 채종능력에서 아직 만족할 수준은 아니지만 안정성이 있고 순도가 균일하며 채소로서 특이한 맛을 갖는 신 식물을 배추와 무 간의 속간 교잡으로 육성하였다. 이 신 식물의 속명을 우리말로 배무채속(*Xbrassicoraphanus*)이라 하고 작물명은 배무채(raparadish)라 하여 이를 학회에 보고하였으며 특히 등록도 신청해 놓은 상태인 것이다.

국내에서는 배추와 무간의 속간교잡으로 잡종 식물을 얻는 연구가 서울대학교(Been과 Park, 1984 : Cho, 1986)와 흥농종묘사(충북대학교 공동)(Rhee 등, 1997a,b,c,d)에서 산발적으로 이루어진 바 있으나 새로운 작물로서의 검토까지는 이르지 못하고 말았다. 우리 연구실에서는 원예연구소와 공동으로 1980년대 중반부터 꾸준히 연구하여 ‘배무채’의 약배양(1987), 소포자배양(1992)에 성공한 바 있다. 그 결과로서 순도가 비교적 균일하고 채종능력이 안정적인 ‘배무채’가 육성될 수 있었다고 생각한다. 그러나 아직 그 효율이 낮아 널리 활용할 수 있는 기술로는 인정을 받지 못하고 있다.

우리 실험실에서는 또한 녹색꽃양배추의 꽃봉오리와 소화경 배양때 돌연변이체 처리 기술을 확립한바있고 (Jeong과 Lee, 1997)소포자배양 과정 중에 돌연변이체를 처리하여 1대잡종 종자생산에 이용 가능성을 보이는 우성 단이자 응성 불임 계통을 육성한 바 있다(Kim, 2002). 이러한 기술들을 본 연구에 적용하여 우량 돌연변이 품종을 육성코자 하는 것이다.

제 3 장 연구 개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 재료 및 방법

1. 특이형질 계통 분리 선발 및 자가불화합성 개체 선발

앞에서 이미 설명한 바와 같이 배무채는 속간 잡종의 한 개체에 colchicine을 처리하여해 염색체가 배가된 것이므로 그 후대의 모든 개체와 계통이 균일한 순도를 나타내어야 한다. 그러나 다른 작물에서도 이미 많이 보고된 바와 같이 원연간 잡종(중간 또는 속간 잡종)인 배무채가 계속해서 형질의 분리를 나타내고 있어 작물로서의 품종분화와 보다 균일한 순도를 가지는 한편 몇몇 결점을 개선코자 하였다.

기 보유하고 있던 전 계통을 배주배양유래(OV), 약배양유래(OA), 소포자배양유래 (OAm)로 나누고 각 유래별로 서로 다른 개체 또는 1차 자가수분에 의한 분리 계통에 따라 9개 계통군으로 나누었다. 그리고 각 군내 계통을 세대 진전에 따라 구분하여 전체 36계통을 1차년도에 가을 재배에 공시하였다. 그리고 그 후대들로서 2년차와 3년차의 계통 고정 및 선발 시험을 수행하였다(부표 1). 즉 세대 진전에 따라 형질의 변이가 어느 정도 인지 알고 그 중 우량한 형질의 계통을 선발하기 위한 시험을 36계통으로 시작한 것이다.

재료의 계통들은 가을에 무, 배추와 비슷한 방법으로 재배하면서 특성을 조사하고 그 중 우수하거나 계통으로서 가치가 있을 것 같은 개체를 성숙모본으로 선발하여 수막 시설의 하우스에 정식하였다. 그리고 충분히 저온처리가 되었을 것으로 판단되는 12월초에 가온하여 최저 온도 12°C 이상 최고 온도 27°C 이하가 되도록 관리하였다. 개화기에 역시 무, 배추와 마찬가지로 동일 화지에 이미 피어 있는 꽃 중 가장 최근에 핀 4-8개와 그 위에 있는 꽃봉오리 10-15개를 자가수분시켜 자가불화합성을 검정하는 한편 후대 종자를 얻고자 하였다.

2. 융성불임성 계통 육성

배무채의 자가불화합성을 대체한 F₁ 품종육성과 품종보호(다른 사람들의 품종 복제 방지)를 위한 불임성 품종육성 및 배무채를 모계로한 타종·속간의 잡종육성에 이용코자 배무채의 세포질 융성불임성(CMS) 계통을 육성코자 하였다. 기본재료로서 갓(*Brassica juncea*) CMS 계통 4계통(Polima CMS 2계통과 Ogura CMS 2계통)을 순천 대학교 노일섭 교수로부터 본 과제의 2차년도인 2004년에 도입하였다.

7월 16일에 파종하여 발아된 종자를 냉장고에서 30일간 저온처리한 후 재배하였는데 식물이 곧바로 개화하면서 연약하게 자랐으므로 Ogura CMS 갓에 돌산갓을 교잡한 계통 2개체에만 배

무채를 교잡할 수 있었다.

여기서 얻어진 종자를 이용하여 최대한 세대를 단축코자 1년 2세대씩 세대를 진척시켰으며 BC₁F₁부터는 인공교배 대신 망실에 반복친과 함께 재배하면서 꿀벌이 교잡하도록 하였다.

3. 종속간 속간 교잡 연구

종속간 교잡연구는 첫째 갓(*B. juncea*)을 부계로 하고 배무채(\times *Brassicoraphanus*)를 모계로 하여 배무채의 위수정을 유도하고 그 중에서 자가불화합성 계통을 선발하고자하는 것이었다. 다음은 배추과 채소의 기본 계놈 식물인 배추(*B. campestris* : aa), 흑겨자(*B. nigra* : bb), 양배추(*B. oleracea* : cc) 및 2차계놈 식물인 유채(*B. napus* : aacc), 갓(*B. juncea* : aabb), 황겨자(*B. carinata* : bbcc), 그리고 배무채의 부계였던 무(*Raphanus sativus* : rr)와의 교잡 친화성을 구명하는 것이었다. 이는 배무채의 노지채종 때 서로 격리시켜야 할 종이 어떤 것인지를 밝히고 식물학적으로 배무채의 종 특이성을 구명하자는 것이다. 셋째는 현재 육성되어 연구되고 있는 배무채가 배추와 무 간의 속간잡종 한 개체에서 유래된 것이므로 비록 세대진전에 따라 분리현상이 나타나고는 있으나 그 범위가 넓지 못하고 어느 한계 이상의 변이를 기대하기가 어려운 것 같다. 따라서 배추와 무 간의 재료를 달리한 새로운 배무채 계통을 육성코자 하였다.

배무채의 위수정을 유도코자 배무채의 자가불화합성 가능성이 보이는 계통(OA20-2-7op)에 시중에서 구입한 적갓으로 교잡하였다. 먼저 배무채의 개화 전 꽃봉오리를 열고 6개의 수술을 모두 따낸 후 봉투를 씌웠다. 그리고 1-2일 후 개화하였을 때 다른 화분의 오염이 예방된 갓의 꽃가루로 교잡하고 다시 봉투를 씌워 다른 꽃가루의 비래를 방지하였다.

배추과 식물의 1차 계놈과 2차 계놈의 배무채와의 교잡시험은 1차로 원예연구소에서 배무채를 육성할 당시에 실시된 예가 있으나 불완전하여 본 연구의 1년차에 다시 원예연구소가 수행하였다. 그리고 3년차에 본 연구소가 다시 시험하였다.

종속간 교잡 연구는 자가수분이 안되도록하기 위하여 개화 2-3일전에 꽃봉오리를 열어서 수술을 모두 따낸 후 봉투를 씌워 두었다가 꽃이 필때에 목적인 꽃가루(다른 화분의 오염이 예방된 것)로 수분하고 다시 봉투를 씌워 다른 화분의 비래를 예방하였다. 그리고 배무채 계통의 다양성을 위하여 배추와 무의 교잡에 의한 새로운 배무채 계통을 육성코자 하였다. 현재 싹채로 보급코자 연구하고 있는 기존의 계통들이 뿌리혹병(Club root)에 약한 것이 관찰되었고 배무채를 보급함에 있어 자가불화합성을 이용하던지 아니면 세포질 응성불임성을 이용한 1대잡종 육성이 품종을 스스로 보호할 수 있는 유일한 수단임을 알게되었다. 그리하여 뿌리혹병과 바이러스병(TuMV)에 복합내병성인 배추와 형질이 서로 크게 다른 무의 4계통을 부계로 하여 새로운 배무채 계통을 육성코자 하였다. 기존 배무채의 육성방법에 따라 배추를 모계로 하고 무를 부계로 하

여 교잡한 후 배가 퇴화하기 직전인 10일째 정도에 미숙배주를 배양하였다. 이들 배주배양 유래의 식물들은 순화 후 본 잎이 4~5매정도일 때 0.2% colchicine을 3일간 정단에 처리하여 복2배체로 유도코자 하였다. 그러나 1차 처리 결과를 flowautometer로 확인한 결과 복 2배체는 전체 15개체 중 1개체(VCS 3M-291×남원무)뿐이었다(부표 2). 그리하여 다시 측아쪽에 colchicine을 처리하여 화분 발생의 유무를 보았다.

4. 소포자 배양 기술 개선

배무채 육성의 초기 단계에서 그 순도와 채종능을 개선할 목적으로 소포자배양을 시도하였을 때 소포자 유래의 배가 발생하기는 하지만 그 율이 배양 접시당 최고 0.9개로 극히 낮았다. 그리고 많은 경우 배 대신 캘러스가 발생하였는데 배양 접시당 14개 이상의 캘러스가 나오기도 하였다. 즉 배무채에 있어서 소포자 배양은 돌연변이 유기 및 유기된 돌연변이의 조기고정이라는 수단으로 이용 가능할 수 있는데 배 발생율이 낮고 캘러스 발생율이 높다는 문제점이 있다. 캘러스 발생율을 줄이고 배 발생율을 높여 돌연변이 육종의 한 수단으로 이용할 수 있는 방법을 확립코자 하였다. 기본배지는 NLN 13으로 하고 성장조절제 처리로서 BA, NAA, GA IAA, JA 등을 처리하였다. 전처리는 32.5℃ : 3일, 4일, 5일 외 30℃ 7일과 14일, 35℃ 1-5일 등도 그 효과를 비교하였다. 그리고 배양 중에 4℃, 30℃, 35℃의 열 충격 시험과 여러 가지 배지를 첨가하는 시험도 수행하였다. 발생된 배는 sucrose가 2% 포함된 MS 기본배지에 옮겨 식물체로 유도하였으며 비정상적 식물체는 다시 성장조절제 BA 1.0, NAA 0.02 $\mu\text{g}/\ell$ 가 포함된 배지에 옮겨졌다.

5. 싹채 연중 생산

1년차에는 봄 재배에 있어서 조기수확을 목적으로 할때의 파종 시기별로 재식거리를 9×9, 12×12, 15×15, 18×18cm의 4 처리를 두고 난피법 3반복으로 처리하였다.

2년차에는 배무채 계통과 배무채에 배추를 교잡한 1대잡종의 두 가지를 공시하였다. 재배는 일반 토양에 기본 비료를 주는 표준구와 여기에 황산암모니아(유안)를 10a당 1kg 첨가하여 배무채의 고유한 매운맛이 식물이 어릴때에도 발생하는지를 조사하였다. 파종시기를 여름재배(8월 16일 파종), 가을재배(9월 14일), 늦겨울재배(2월 1일과 2월 18일)로 나누었으며 여름재배는 노지재배, 가을재배는 노지재배와 소형망실의 비가림 재배, 늦겨울 재배 중 2월 1일 파종은 PE 1중 하우스 재배, 2월 18일 파종은 PE 1중 하우스내 PE 1중 터널을 씌운 재배였다. 조사는 파종 후 35일 경에 1차로 하고 식물의 성장 속도가 늦은 늦겨울재배는 성장정도에 맞추었다.

3년차에는 포기 전체를 수확하는 것이 아니고 잎을 적당한 크기때에 따내는 방법을 택했으며

가을과 겨울 생산은 8월 19일 파종, 봄은 3월, 여름은 6월에 파종하였다. 이때는 주로 계통간의 비교에 주안점을 주었다.

제 2 절 연구 개발 결과

1. 특이 형질계통 분리 선발

1차년도에는 계통당 개체수가 2주-10주로 적을뿐아니라 지상부의 형태상으로는 계통구분이 쉽지 않을 정도로 비슷하여 특성 조사의 의미가 없다고 판단되었다. 그런데 지하부를 조사하였을 때 계통 및 개체 간의 약간의 차이가 있는것 같이 보였다. 따라서 계통별로 특성이 서로 비슷하거나 크게 다른 개체를 2-3주씩 선발하여 형질을 고정코자 하였다. 즉 계통상 2-3주씩 전체 61주의 성숙모본을 선발하여 개화기에 초세, 꽃색, 화분 발생량등을 조사하고 수분후의 종자수확량을 조사코자 하였다. 그런데 5주가 중간에 고사하여 56주에 대해서만 조사할 수 있었다.

먼저 부표 1의 비교를 보면 제 1군은 3계통중 2계통이 불발아 였고 1계통이 1주만 발아하여 조사가 되지 않았다. 부표 3을 보면 제Ⅱ군은 대부분이 화분이 없는 노랑 꽃 계통이었으며 배무채 특유의 흰꽃 계통도 화분이 별로 없거나 종자 착생 상태가 극히 불량하였다. 즉 품종으로서 종자 생산성이 높은 계통을 얻을 가능성이 극히 희박하였다. 그 외 제 Ⅲ군부터 Ⅸ군까지는 개체에 따라 초세가 다소 약한것도 있었지만 대체로 강한편이었으며 꽃색은 대부분이 백색이었다. 그리고 교배 결과 전체 21개체에서 종자를 생산할 수 있었는데 채중량이 20립 미만인 개체가 14개체였으며 종자 생산성이 비교적 높아 20립이상 채중된 개체가 7개체였다. 그런데 특이한 것은 제 Ⅸ군의 파종번호 235-2번 개체가 노랑꽃을 피웠는데 꽃가루가 정상적인 식물처럼 다수 발생하였으며 교배 결과 자식종자 34립을 얻을 수 있었다. 이는 앞으로 노랑꽃 배무채의 육성 가능성을 나타내는 것으로 기대되었다. 그러나 2년차 파종 결과 노랑꽃 계통은 나타나지 않았다.

1년차에 생산된 종자로 2년차의 특성 검정을 하였다. 제 Ⅲ군부터 제Ⅸ군까지의 주요 계통을 공시하였다(표 1). 그리고 뿌리의 모양과 맛에 따라 우수성을 판단하였다. 그 결과 양호한 것으로 판정된 것이 제 Ⅲ군의 파종번호 03BR-271번(계통번호 OA20-1-11-3), 제Ⅳ군의 273번(OA20-2op-4), 그리고 Ⅸ군의 279번(OAm18-1-1-2)이었다. 이들은 앞으로 좀 더 세대를 경과시키면서 형질의 분리여부를 검토하기로 하였다.

한편 지금까지의 성적으로 보아 계통이 실용상 지장이 없을 정도로 고정되고 종자 생산성이 비교적 높은 6계통에 대해 BB1호부터 BB6호까지 품종예비등록번호를 부여하였다.

3차년도에는 새로운 계통을 좀 더 분리하고 자가불화합성을 중점적으로 검정코자 제Ⅲ군을 제외한 각 군과 1,2년차에 파종되지 않아 어느 군에도 속하지 않는 몇몇 계통을 추가로 공시하여

조사하였다. 그 결과(표 2) I 군과 II 군에 속하는 계통들은 순도가 불량하여 아직도 고정되지 않

표 1. 배무채 주요 계통군별 세대가 다른 공시 계통의 주요 특성

계통군	과종 번호	계통명	뿌리 모양	뿌리 크기	뿌리 단맛	뿌리 매운맛	결구 정도	관정	비고
03BR	-270	OA20-1-1	원형	소	중	중	반	중	
	-271	OA20-1-11-3	"	대	강	강	불	양	
	-297	OA20-1-10-1-4	반직근	중	약	약	"	중	
	-298	OA20-1-10-1-2-1	직근	소	중	중	반	불량	
	-299	OA20-1-10-1-2-1-1	"	대	"	"	불	중	
	-300	OA20-1-10-1-2-1-1-1	원형	중	"	"	"	"	BB3호
	-272	OA20-1-10-1-2-1-1-1-4	타원	대	약	약	"	"	
IV	-273	OA20-2op-4	반원형	중	강	강	"	양	BB6호
	-274	OA20-2-7op-5	원형	"	약	약	"	중	BB4호
	-301	OA20-2-7-2-1	직근	"	중	중	"	"	
V	-275	OAm 1-1-4	직근	중	약	강	"	중	
	-302	OAm 1-2-1	"	소	"	약	반	"	BB5호
	-276	OAm 1-2-11op-9-5	"	중	"	강	불	"	} BB1호
	-277	OAm 1-2-11op-4-1	타원	소	중강	중	반	"	
-303	OAm 1-2-11op-4-3	원형	대	중	"	불	중		
VII	-278	OAm 1-4-3	원형	중	중	중	"	중	
	-279	OAm 18-1-1-2	직근	중	중	중	"	양	
	-304	OAm 18-1-1-1-2	"	"	"	"	"	중	
	-280	OAm 18-1-1-1-4-1	"	소	"	"	"	"	
	-305	OAm 18-1-1-1-4-2-1	"	"	"	"	"	"	BB2호
	-295	OAm 18-1-1-1-4-1-2	"	"	"	"	"	"	

표 2. 3차년도 특성조사

계통 군	과중 번호	계통명	순도	잎색	결구 정도	주중 Kg	엽장 cm	소엽 수	엽병둘레 cm	근장 cm	근경 cm	비고
I	BR-454	OV115C-1-1	불양	농녹	반	9.2	53	35	10.5	11.0	9.8	
	456	OV115C-1-2	"	녹	불	1.6	33	18	6.0	6.5	6.0	
II	457	OV115C-4op-1	"	"	반	4.7	41	30	9.0	9.3	7.3	
	458	OV115C-4op-2	"	농녹	"	8.3	47	35	9.3	13.0	7.5	
	459	OV115C-4op-3	"	"	"	7.8	47	23	10.5	7.0	10.0	
	462	OV115C-4-3										
IV	433	OA20-2op-11-1										
	434	OA20-2op-11-2	양	연녹	반	7.2	56	27	10.0	12.5	9.0	BB6호
	435	OA20-2op-11-3										
	436	OA20-2op-11-6										
	437	OA20-2op-11-7	양	녹	반	4.9	49	25	10.0	9.8	12.0	
	438	OA20-2op-11-8	"	"	"	4.3	49	24	10.0	10.0	7.0	
	439	OA20-2op-11-9										
	440	OA20-2op-11-10										
IV-1	448	OA20-2-7op-2-1	"	녹	반	3.7	42	24	10.0	9.5	8.5	
	441	OA20-2-7op-5-1	양	녹	반	4.3	49	29	10.0	5.1	7.6	BB4호
	442	OA20-2-7op-5-4										
	463	OA20-2op-11										
V	464	OA20-2-7op-5-2										
	443	OAm1-1-4-1	중	농녹	반	5.0	57	32	9.0	9.5	8.4	
	444	OAm1-1-4-2	"	녹	"	4.2	45	28	9.0	9.3	6.1	
VI	445	OAm1-1-4-3										
	446	OAm1-2-11op-9-5-2										
	449	OAm1-2-11op-3-1										
	450	OAm1-2-11op-3-2	양	녹	반	5.0	56	30	11.0	14.0	11.0	
	451	OAm1-2-11op-3-3	"	녹	"	6.2	57	36	10.0	15.0	14.0	
	460	OAm1-2-Aop	중	농녹	반	8.2	53	20	8.8	7.0	8.5	BB5호
	461	OAm1-2-Bop	"	녹	불	3.9	50	20	8.9	10.3	5.5	
466	OAm1-2-11op-9-5-1	양	"	반	5.2	47	16	9.0	12.0	11.0	BB1호	
VII	467	OAm1-2-11op-9-5										
	447	OAm1-4-3-1	불양	농녹	반	5.9	43	31	9.0	9.5	8.5	
IX	452	OAm18-1-1-1-4-2-1-1	양	연녹	"	5.2	43	27	10.5	10.0	7.3	BB2호
	453	OAm18-1-1-1-4-2-1-3	"	녹	"	4.3	51	28	10.5	8.7	7.0	
기타	430	OA20-1-1-1										
	431	OA20-1-1-2	"	농녹	반	4.9	47	22	8.5	12.5	8.8	
	432	OA20-1-3-3										
	468	OA20-1-3	"	녹	반	8.3	51	21	10.8	13.0	12.0	

았음을 나타내었다. 이들은 배주배양으로 얻어진 개체를 계속 자가수정 내지는 자연방임 수분으로 채종한 계통인데 약이나 소포자배양을 하지 않아 쉽게 고정되지 못하는 것 같은 인상을 주고 있다. IV군은 OA20-2op-11계통군과 OA20-2-7op의 2개군으로 나누어 BB6호군 및 4호군으로 구분할 필요성을 느꼈다. 즉 BB6호는 4호에 비해 잎색이 다소 연한 녹색이고 뿌리가 큰 경향을 보이는 것 같다. 제 VI군 역시 BB1호군과 5호군으로 나누는 것이 좋을것으로 생각되었다. BB1호는 5호에 비해 순도가 더 좋고 뿌리가 큰 특징을 보이고 있다. 기타군의 계통은 특별히 우수하게 보이는 것이 없었다.

배무채는 이미 그 육성과정과 새로운 육성식물로 특허를 받았으며 본 과제의 수행결과로서 BB1호부터 6호까지 계통구분을 할 수 있었다. 그리고 BB1호를 대표품종으로 종자판매 신고와 함께 품종보호(등록)출원을 하였다.

2. 자가불화합성 계통 선발

1차년도에 특이 형질 계통 선발을 위해 공시한 9개 계통군, 36계통에서 계통별로 1-2주씩 선발하여 전체 45개체에 대하여 개화기에 자가불화합성을 검정하였다.

성숙 모본을 가온 온실에서 보존 관리함에 따라 2월 상순부터 개화가 시작되었다. 우선 각 개체의 자가불화합성 정도를 알아보기 위하여 개화수분과 뇌수분을 개체마다 2화지씩 2번(합계 4화지) 교배토록 하였다. 자가불화합성은 개화기에 나타나고 꽃봉오리 때는 나타나지 않는 특성이 있으므로 개화수분에서 종자가 적게 생기고 뇌수분에서 많이 생기면 그 개체는 자가불화합성이 있는 것으로 볼 수 있는것이다. 교배결과를 보면 전체적으로 2월 중순과 3월 하순 - 4월 상순 교배는 채종 상황이 특히 개화수분의 종자 착생이 좋지 못하였다. 반면에 2월 하순과 3월 상순교배는 개화수분 채종량이 비교적 많이 나타났다(부표 4). 이러한 시기별 종자 착생 정도의 차이에 대한 원인을 아직은 구체적으로 이해하지 못하지만 2월 하순-3월 상순 교배결과에서 자가불화합성이 나타나지 않으면 다른 교배시기에 아무리 자가불화합성인 것처럼 나타났더라도 그 결과는 무시하여야 할 것으로 판단되었다. 이러한 관점에서 교배 결과를 면밀히 검토한 결과 과종번호 BR220-4번 개체만이 어느 정도 자가불화합성이 있을 것으로 판단될 뿐 이었다. 이 개체는 교배화당 종자수가 2월 10일 교배와 3월 10일 교배를 합쳤을때 개화수분이 0.3개이고 꽃봉오리 수분의 경우는 0.7개였다(표 3). 동일 계통에서 유래된 다른 개체(BR220-3)의 경우는 0.4와 0.4로서 두 수분 방법간에 차이가 없다. 이처럼 종자 착생이 비교적 양호한 2월 하순-3월 상순 교배의 경우 대부분의 개체가 꽃봉오리 수분보다 개화수분에서 교배화당 종자수가 많은데 비하면 이 개체는 다소 특이하다고 생각되었다.

따라서 이 개체의 후대 11개체를 이듬해 집중적으로 조사하였다. 그런데 부표 5에서 보는 바

와 같이 전체적으로 교배 화당 종자수가 적기 때문에 그 중에서 개화수분과 꽃봉오리 수분 결과를 비교한다는 것이 다소 무리라고 생각된다. 그리고 교배 조합 대부분에서 즉 자가수분이나 형매 교잡 대부분에서 개화수분때의 종자수가 꽃봉오리 수분때보다 많이 나타났다. 즉 자가불화합성이 없는 것으로 나타난 것이다.

이러한 결과는 다른 배무채 계통(개체)과 비슷한 현상이며 배무채의 수분양식에 따른 종자착생이 정확하게 무엇인지는 모르지만 환경의 영향을 크게 받기 때문이라고 생각된다.

표 3. 배무채 한 계통의 자가불화합성 검정 결과(부표 1에서 발취)

과중번호	계통번호	개화수분			꽃봉오리 수분			교배화당 종자수 비율(개화수분/)
		교배 화수	종자 수	교배화당 종자수	교배 화수	종자 수	교배화당 종자수	
220-3	OA20-2op-3	19	8	0.42	29	11	0.38	1.1
220-4	OA20-2op-4	28	8	0.29	49	33	0.67	0.4

한편 1차년도의 교배 결과를 그대로 믿고 있기가 불안하여 220-4번 계통의 후대를 검정하면서 과거에 보존하고 있었던, 그리고 1차년도 시험에 공시하지 않았던 다른 남은 16계통을 공시하여 그들의 자가불화합성 여부를 검정코자 하였다. 그런데 불발아 또는 배추와의 잡종으로서 불임성인 개체가 있어 12계통 23개체에 대해서만 교배를 할 수 있었다. 결과는 역시 교배화당 종자수가 적어서 개화수분과 꽃봉오리 수분의 차이를 비교하기가 어려웠다(부표 2 참조).

결국 2년간의 시험에서 자가불화합성이 강한 계통은 선발할 수 없었는데 배무채의 자가불화합성 발현이 잘 알수 없는 어떤 환경의 영향을 크게 받는것 같았다. 소포자 배양에서 유래된 개체 중 유난히 자가불화합성인것 처럼 보이는 두 개체가 있었다. 이들의 교배는 4월 11일 또는 19일에 이루어졌다. 혹시나 하는 생각에서 곧바로 확인하기 위한 교배를 하였는데 실망스럽게도 자가불화합성이 없는것처럼 나타났다(표 4). 즉 개체번호 556번은 4월 19일 10개의 화지에 FS(개화자가수분)와 BS(꽃봉오리 자가수분)을 하였는데 개화수분은 수분화당 종자수가 0.04립으로 100화당 4립뿐이었다. 그런데 꽃봉오리 수분은 꼬투리가 아주 잘 자랐을뿐 아니라 수분화당 종자수가 0.51립으로 100화지당 51립의 종자를 얻을 수 있었다. 일반 배무채의 종자 착생률로 보았을때 틀림없는 자가불화합성이었다. 그리하여 확인코자 5월 9일 개화수분을 한 결과 4월 19일의 꽃봉오리 수분처럼 꼬투리가 아주 잘 자랐으며 성숙종자를 수확한 결과 교배화당 종자수가 1.4립으로 100화당 140립의 많은 종자를 얻을 수 있게 나타났다. 이보다 이틀 늦은 5월 11일에 다시 개화수

분과 꽃봉오리 수분을 동시에 하였는데 그 결과는 4월 19일의 결과와 정반대로 개화수분에서 종자가 많이 생기고 꽃봉오리 수분에서 종자가 적게 생겼다. 즉 5월의 교배결과는 자가화합성으로 나타난것이다. 이와 아주 비슷한 결과가 개체번호 560번에서도 나타났다. 4월 11일 교배 결과는 확실한 자가불화합성인데 한달 뒤의 5월 11일의 결과는 반대로 확실한 자가화합성이었다. 배추나 무의 경우는 교배 시기에 따라 자가불화합 반응이 다르게 나타나는 현상이 거의 없는데 배무채는 아주 크게 나타나는 특성이 있는것 같다.

이상의 결과에서 배무채의 자가불화합성을 이용한 1대잡종 채종 체계 확립이 아직은 어렵다고 생각된다. 따라서 응성불임성을 이용한 1대잡종 품종 육성으로 방향을 전환코자 하였다.

표 4. 소포자 배양 유래 개체의 교배 시기별 자가불화합 발현 차이

과종 번호	교배 일	FS				BS				비고
		화지수	꽃수	종자수	꽃당 종자수	화지수	꽃수	종자수	꽃당 종자수	
556	4/19	10	80	3	0.04	10	136	69	0.51	
	5/6	2	17	5	0.29	1	5	1	0.2	
	5/9	1	10	14	1.4	-	-	-	-	
	5/11	2	7	3	0.43	2	15	2	0.13	
560	4/11	6	75	14	0.19	6	101	41	0.41	
	5/11	4	37	80	2.2	4	21	13	0.62	

3. 응성불임성 유도연구

갓의 Ogura CMS 두 계통에 배무채 BB6호를 교잡한 결과 뜻밖에도 종이 다른 배무채와의 교잡에서 착협이 양호하였으며 교잡 후 40일경에 수확한 결과 아주 작은 종자가(배추의 1/5~1/10 정도 크기) 들어있었다. 이들을 세대를 축진코자 05년 1월 11일 과종하였는데 발아가 비교적 양호하였다. 즉 적어도 종이 다른 계통 간에 교잡도 잘되고 생산된 종자의 발아도 양호하였다. 그런데 3계통 모두 잎이 자색인 것과 녹색인 것이 약 1:1로 분리하였다(표 5). 이는 모계가 적갓과 청갓(돌산갓)의 F₁이었는데 여기에 녹색인 배무채를 교잡하였기 때문으로 이해된다.

이들을 엽색별로 구분하여 배무채와의 집단 여교잡을 도모코자 소형망실에 재식하였다. 재식

된 모든 개체의 개화기에 조사한 결과 예외 없이 모두 꽃가루가 발생하지 않아 응성불임성으로 간주되었으며 초세가 무성하였다. 꿀벌을 방사하여 배무채의 반복친 계통과 교잡을 시도하였는데 예상과는 달리 종자착생이 극히 저조하였다(표 6).

표 5. 배무채 CMS 계통의 잎색분리현상

과종번호	계통	과종입수	발아 생존수	녹색잎 : 자색잎
05BR-487	(ogura CMS×갓)-1×OA20-2op-11-1 (BB6호)	30	17	7 : 10
-488	" -3× "	30	23	13 : 10
-489	" ×OAm4-15-3-4 (BB1호)	30	16	9 : 7
	계	30	56	29 : 27

표 6. 배무채 CMS 계통의 1회 여교잡의 종자 생산현황 (망실 꿀벌 방사채종)

계통(과종)번호	반복친	녹색주		자색주	
		주수	종자량(립)	주수	종자량(립)
487(F ₁)	BB6호	5주	93	4주	142
488(")	"	11주	1365	7주	1161
489(")	BB1호	9주	6	5주	6

그 중 반복친 BB6호로 교잡된 BC₁F₁을 과종하여 후대 BC₂F₁ 종자를 생산하는 한편 꿀벌방사에 의한 F₁ 종자 다량 생산 가능성을 조사코자하였다. 그런데 뜻밖에도 공시된 개체 중 절반이 응성 불임(MS)이고 절반은가임(MF)이었다(표 7). 개화초기에 가임주는 슈아내고 불임주만으로 BB1호와의 F₁ 종자생산을 시도하였다.

표 7. 배무채 응성불임 계통의 가임주 분리현상

계통	조사주수	응성불임(MS)주	응성가임(MS)주
CMS BB6호	50	25	25

한편 시설 내에서 비교적 배무체를 닮은 불임 개체를 선발하여 반복친으로 교잡하였다. 이들의 종자는 현재 조제 중인데 개체에 따라 종자가 잘 달리는 것과 잘 안 달리는 것이 있는 것으로 판단된다.

그런데 왜 BC₁F₁에서 MS와 MF가 1:1로 분리하느냐하는 것이다. 돌산갓으로 계속 여교잡한 계통은(BC₅F₁까지) 한번도 MF 개체가 나타나지 않았는데(노일섭 교수) 배무체가 교잡된 경우 그것도 F₁은 MS이었는데 BC₁F₁에서 MS와 MF가 1:1로 나타난 것이다. 이러한 현상에 대하여 현재로서는 전혀 이해가 안 된다. BC₂F₁ 종자를 MS의 여러 개체에서, 그리고 MF인 개체에서 충분한 종자가 얻어질 것으로 기대됨으로 이들을 이용한 후대검정에서 그 원인이 밝혀질 것으로 기대된다.

4. 종속간 교잡연구

가) 배무체의 위수정 유도 연구

배무체를 모본으로 하고 갓을 부계로 한 교잡에서 예상 외로 수분화 당 1.1개의 많은 종자가 생겼다. 그 중 16립을 파종하였는데 6립이 발아하였으며 외형상으로 모두 배무체를 닮고 있어 위수정으로 유기된 개체들임을 짐작케 하였다. 6개체 모두 성숙모본으로 온실에 옮겨 겨울과 이듬해 봄에 교배하였는데 한 개체는 중간에 죽고 5개체에서 자가불화합성을 검정할 수 있었다. 검정 결과(표 8) 어느 개체도 자가불화합성을 나타내지 않았으며 종자 생산성도 상당히 낮았다. 그리고 이 F₁의 모계 중 한 개체를 화분친으로 하여 개화 수분한 결과 역시 자가불화합 반응이 없었으며 자식계보다 종자가 더 많이 생겼다. 이러한 결과는 갓을 부계로 하여 생산된 종자가 난세포가 아닌 다른 체세포가 배로 발달하여 생긴 apomixsis라고 생각된다.

표 8. 배무체와 갓 간 F₁의 자식수분 결과

개체번호 (배무체 ×갓)	개화 수분			꽃봉오리 수분			BB1호와 교잡성 ²		
	수분화 수	종자수	수분화당 종자수	수분화 수	종자수	수분화당 종자수	수분화 수	종자수	수분화당 종자수
BR249-1	46	15	0.33	56	28	0.50	69	68	1.00
-2	36	19	0.53	34	13	0.38	105	169	1.61
-3	18	5	0.28	31	14	0.45	100	50	0.50
-4	43	54	1.26	67	35	0.52	105	152	1.45
-5	53	38	0.72	58	26	0.45	103	104	1.00
계	196	131	0.67	246	116	0.47	482	543	1.13

이듬해에 이들 5개체에서 유래된 자식계통 5개를 모두 파종하여 다시 한 번 자가불화합성을 검정하고 종자생산성을 조사하였다. 그 결과 5계통 모두 자가불화합성은 나타내지 않았으며 4계통은 종자생산성이 상당히 좋지 않았다.

그런데 이 시험에서 서로 다른 계놈끼리의 교잡(aarr×aabb)이 상당히 높은 비율로 일어나고 (중간 F₁ 생산) 그 후대가 모두(5개체) 정상적인 화분을 생산하여 상당한 임성을 나타내었으며 (F₂ 생산), 다른 배무채 계통과의 교잡에서도 비교적 높은 임성을 보였다(품종간 F₁ 생산). 이러한 사실은 전년도에 가정하였던 바와 같이 갓과의 교잡에서 생긴 종자가 이종 계놈간의 잡종이 아니고 배무채의 Apomixsis에 의한 것임을 시사하는 것이다.

나) 이종속간의 교잡 친화성

배추과 식물의 1차 계놈과 2차 계놈의 배무채와의 교잡시험 결과를 표 9로 만들었다. 이 결과를 보면 배무채는 배추과의 2차계놈인 유채, 황겨자, 갓 등과는 상반교배 모두 친화성이 높은 것으로 나타났다. 그리고 1차계놈인 양배추, 흑겨자, 그리고 부계였던 무와의 사이에는 친화성이 없지만 배추와의 사이에는 배무채가 모계일 때 상당히 친화성이 있는 것으로 나타났다. 즉 배무채가 비록 aarr계놈을 가진 신 식물이지만 계놈 조성이 다른 aabb, aacc, 하물며 동일 계놈이 전혀 없는 bbcc 등과도 친화성이 있어 상호교잡이 잘된다. 따라서 채종 때에 특별한 관심을 가지고 격리하여야 한다는 사실을 알게 되었다.

표 9. 배무채의 이종속간 교잡 결과

		2차계놈				1차계놈			
♀	♂	배무채	갓	유채	황겨자	양배추	배추	흑겨자	무
배무채			1.2	5.2	7.9	0.0	2.8	0.1	0.0
갓				19.0	12.2	0.0	2.2	0.4	0.0
유채	4.6		1.7		1.1	0.0	7.6	0.0	0.0
황겨자	6.6		2.3	4.5		0.1	0.3	12.0	0.3
양배추	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.1
배추	0.3	0.8	0.8	13.5	7.4	0.0		0.0	0.0
흑겨자	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0		0.0
무	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.1	0.0	

다) 배추류와의 교잡 친화성

오래전부터 배무채와 배추류와의 사이에는 배무채가 모본일 경우 상당히 종자가 많이 생기는 것으로 알려졌었다. 반대로 배추류가 모계일 때는 거의 종자가 생기지 않았다. 실제로 실험해본 결과 이러한 사실이 확인되었다(표 10). 이 결과 역시 배무채 채종 때 배추류(aa계통)와의 격리를 철저히 하여야 한다는 사실을 나타내는 것이다.

표 10. 배무채와 배추류와의 교잡결과(교배화 당 종자 수)

♀ \ ♂	배무채	결구배추 (<i>B.rapa</i> .ssp. <i>pekinesis</i>)	다아사이 (ssp. <i>narinosa</i>)	팍초이 (ssp. <i>chinesis</i>)	순무 (ssp. <i>rapafera</i>)
	배무채		2.8	5.2	5.2
결구배추	0.3				
다아사이	0.4				
팍초이	0.0				
순무	0.0				

배추아종내 계통들과의 교잡시험을 이듬해에 중점적으로 수행하였다. 먼저 배무채와 배추의 몇몇 계통간 교잡을 행했는데 (표 11) 대부분의 조합에서 많은 종자가 채종되었다. 평균적으로 교배화 당 종자수가 2.9립으로써 배무채 계통내의 개화 수분 때보다 많은 종자가 생산되었다. 조합에 따라 교배화 당 종자수가 1.0립에서 6.0립까지 분포하였는데 왜 조합에 따라 종자 생산능력이 다르게 나타나는지 현재로서는 불분명하다. 그러나 6.0립 정도로 많은 종자가 생산된다는 것은 배무채의 종자생산능이 1-2립인데 비해 대단히 높은 것이므로 배추와의 F₁ 조합을 실용화 하는 것이 종자 생산면에서 유리함을 알 수 있다.

다음 배무채의 기본계통(BB1호)을 모계로 하고 부계로서 배추의 여러 가지 계통을 교잡하였다(표 12). 역시 종자생산성이 배추의 부계에 따라 크게 달라서 교배화 당 종자수가 0.39에서 6.47까지 분포하였으며 평균 2.0이었다. 종자생산성이 낮은 조합의 경우 교배화수를 149개까지 늘렸는데도 종자수가 매우 적었다. 아직 원인은 알 수 없으나 부계의 계통에 따라 종자생산성이 크게 다르다는 것을 이로써 확인할 수 있다고 생각된다. 종자생산성이 높은 계통은 그 F₁ 조합의 특성을 조사하여 품종화 할 필요가 있다고 생각된다.

부계로서 종자생산성이 중간정도이지만 뿌리혹병과 바이러스병에 복합내병성인 배추 계통을 부계로 하고 배무채의 여러 계통을 모계로 하여 그들의 친화성을 조사하였다(표 13 및 부표 6). 우선 꽃봉오리 수분과 개화수분을 병합해본 결과 꽃봉오리 수분은 종자생산성이 극히 낮고

개화수분일 때 보다 많은 종자가 생산됨을 알 수 있다. 개화수분의 경우 교잡화수가 많지 않아 그 결과의 신빙성이 낮기는 하지만 교배화 당 종자수가 0.1개에서 4.5개까지 분포하였다. 그런데 동일 계통군 내의 계통간에 종자생산성의 차이가 크게 나타나는 것으로 보아 계통간 종자생산성의 차이는 환경에 의한 영향을 크게 받는 것이 아닌가 싶다.

결론적으로 배무채를 모본으로 하고 배추를 부계로 한 F1조합의 품종화가 종자생산성면에서는 가능할 뿐 아니라 오히려 배무채의 계통간 교잡보다 유리함을 알 수 있다(부표 7).

표 11. 배무채와 배추의 몇몇 계통간 교잡능력(개화수분)

교배조합(배무채×배추)	교배화수(A)	종자수(B)	B/A
OV115C-4-8×SSD63-1	70	68	1.0
OV115C-4op-3× "	61	141	2.3
OA20-1-10-1-2×0순-6-4	34	94	2.8
OAm18-1-1-1× "	31	187	6.0
OAm1-2-1-2×An111-4	44	208	4.7
계	240	698	2.9

표 12. 배무채에 대한 배추 계통별 친화성

모계	화분친	교배화수	종자수	B/A
BB1호	1순-48-1	24	111	4.63
	1순-50-1	68	107	1.57
	cc25	23	89	1.11
	195063(조선)	19	123	6.47
	VC 1-3	149	58	0.39
	102919-1M-2	75	113	1.51
	2순-48-2	166	339	2.04
	VCS 13M-57	97	140	1.44
	-51	68	100	1.47
계	9조합	929	1878	2.02

표 13. 배무채의 계통별 배추와의 친화성 검정(화분친 배추 : VCS 13M-57)

배무채 계통	꽃봉오리 수분			개화수분			비교
	수분수 (A)	종자수 (B)	B/A	수분수 (A)	종자수 (B)	B/A	
OV115C-4-5	8	6	0.8	10	6	0.6	
OV115C-4-1-2-1	13	4	0.3	15	43	2.9	0
OV115C-4op-3op -7	9	2	0.2	8	5	0.6	
OA20-1-10-10	8	0	0.0	8	1	0.1	
OA20-1-10-1-2- 1-1-5	8	6	0.8	6	27	4.5	0
-3	8	0	0.0	11	3	0.3	
BB1호	10	1	0.1	9	21	2.3	0
계	64	19	0.3	67	106	1.3	

라) 신배무채 계통 육성

배추와 무를 교잡한 미 성숙 배추를 배양하여 전체 12개체를 얻었다(표 14). 그 중 7개체에서 화분이 생산되어 복 2배체일 것으로 간주되었으며 특히 기존 배무채와의 조합에서 얻어졌다(표 15). 남은 5개체는 여전히 꽃가루가 생산되지 않아 colchicine 처리가 실패한 것으로 생각된다.

5. 배무채 소포자 배양기술 개선

가. 1차년도 소포자 유래 배의 식물체 유기 및 후대 획득

1차년도에 13회에 걸쳐 8개체에 대한 소포자 배양에서 (부표 8) BR289-3번(계통번호:(OV115C-4-1-2-1×OAm4-15-4)-3) 개체에서만 주로 배가 발생하였고 3월 15일과 19일의 2회 배양에서 배발생률이 높았다.이 두 번의 배양 결과를 정리한것이 표 15인데 배지는 BA가 0.1mg/l로 첨가된 1/2NLN 배지가 우수하였다. 배양 전처리로서 32.5℃의 고온을 5일간 처리하였을 때 배양 접시당 8.8개의 배와 0.4개의 callus가 발생하여 전처리 효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 이러한 성적은 과거의 배양 접시 당 배 0.9개와 캘러스 14개의 것에 비해 현저히 개선된 결과라고 할 수 있다.

표 14. 배무채 신계통 육성을 위한 개체보유 현황

개체번호	모계 (배추)	부계	화분유무	결핵정도		비고
				자식	타식	
05BR-527	VCS 3M-291	진주대평	유	?	?	
528		남원무	"	양	양	
529		25번 계통	"	양	양	
532		"	"	?	소	후기에 화분
533		"	"	?	양	
534		27번 계통	무	무	무	
535		진주대평	유	소	?	
536		25번 계통	무	무	양	
537		27번 계통	"	무	소	
538		25번 계통	유	?	소	후기에 화분
539		"	무	?	소	"
540		"	"	?	?	"

표 15. 신배무채 계통의 종자생산 현황

♀	♂	화분	BC1F1		BC2F1 종자
			⊗	×	
05BR-601(3M-291×25-1)	×OA20-1-1		-	2	
-624(" × ")	× "	△	-	2(1)	
-628(" × ")	× OAm1-2Aop	△	-	1	
-629(" × ")	× OA20-2op-11	△	-	2(1)	
-632(" × ")	× OAm1-2Aop	△	-	1	
-650(" × 남원)	× "	○	-	2(1)	
-679(" × 25-1)	× "	-	-	2(1)	

() 모본수

그런데 돌연변이를 유도코자 NMU를 처리한 경우 0.01 μ m 농도로 배양 전에 처리하여 고온처리를 3일간 하였을 때 7.7개의 배와 1.1개의 callus가 발생하여 NMU를 처리하지 않았을 때의 배 3.7개, callus 1.6개보다 배발생률이 더 높았다. 5일간 고온처리를 하면 배가 4.3개로서 LD 50의 돌연변이 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대되었다.

이상에서 발생된 배 중 식물체 분화에 미치는 NMU의 효과를 알아보코자 하였는데(표 16)

NMU 저농도 처리로 배양한 소포자유래 배의 식물체로의 분화율이 52%로써 무처리 38%보다

표 15. 배무채 소포자 배양 결과와 배양 접시당 발생 배 수

고온처리 (일)	BA농도 (mg/l)	NMU 농도(μm)			평균	비고
		0	0.01	0.1		
3일	0	1.3	2.0	0.3	1.2	3.15 배양
	0.1	3.7	7.7	0.3	3.9	
4일	0	2.2	1.8	0.4	1.5	"
	0.1	3.3	3.0	2.0	2.8	
5일	0	0.2	0.4	0.0	0.2	3.19 배양
	0.1	8.8	4.3	0.7	4.6	
평균	0	1.2	1.4	0.2	1.0	
	0.1	5.3	5.0	1.0	3.8	

훨씬 높았다. 그 수가 적기는 하지만 1차 분화배지에서의 정상식물로의 분화율도 27%로 무처리 15%보다 훨씬 높았다. 이러한 결과는 정과 이(2000)가 녹색꽃양배추의 소포자 배양에서 NMU 저농도 처리가 배발생률은 낮았으나 정상식물과 2배체 식물의 유도율이 훨씬 높았다는 결과와 다소 비슷한 것이다. 따라서 배추과 식물의 소포자 배양에서 NMU의 저농도 처리가 소포자 유래 반수성 2배체 식물의 획득에 효과적일 수 있다는 새로운 사실을 짐작케 하였으며 앞으로 보다 정밀한 시험이 필요하다고 생각되었다.

표 16. NMU 처리 유무에 따른 소포자유래 배의 식물체 분화율 차이^Z

NMU(0.01 μm) 처리유무	이식수	정상식물	비정상	죽은 것	살아난 비율 (%)
무처리	17	4	5	8	53
	17	1	3	13	23
소계	34	5 (15%)	8 (24%)	21	38
처리	46	8	11	27	41
	21	10	6	5	76
소계	67	18 (27%)	17 (25%)	32	52

Z) 기본배지: 1/2NLN +BA 0.1(mg/l)

소포자 유래 1차 정상식물과 비정상 개체를 계대배양하여 2차 정상식물로 유도한 47개체 (MC₀ 세대)를 순화시켜 순화율 64%인 30개체를 얻었다(표 17). 이들 중 개화하여 후대(MC₁ 세대) 종자를 획득할 수 있었던 개체는 모두 14개체였다(표 18). 그 중 채종량이 20립 이상인 4계통은 가을에 재배하여 특성을 조사하였는데 맛에 있어서 차이가 서로 다른 계통이 있었다. 종자수가 적은 계통은 다시 다음 세대(MC₂)를 증식코자 미숙모본으로 파종하였으며 전체 13계통 32주의 교배작업이 끝나고 현재 종자를 조제 중이다(부표 9).

그런데 일부 종자 생산량이 많은 계통이 있어 서둘러 교배 결과를 정리하였다(표 19). 그 결과 놀랍게도 두 계통이 개화수분의 경우 교배화당 종자수가 지금까지 십수년 동안에 경험하지 못했던 높은 수준으로 나타났다. 즉 대부분의 경우 교배화당 종자수는 1립 미만이었는데 이 두 계통은 최소 2.1립 이상 4립 정도까지였다. 이 두 계통은 모두 소포자 배양 과정 중에 돌연변이제 NMU가 처리된 구에서 분화된 것으로서 혹시 돌연변이에 의해 종자생산성이 획기적으로 개선된 것이 아닌가 한다. 다음해에 격리포에서 다량 채종을 해보아야 하겠지만 만일 획기적인 종자생산성이 확인된다면 이는 뜻밖의 성과라고 할 수 있을 것이다.

표 17. 소포자 유래식물의 순화결과

식물수	NMU 처리		계
	0	0.01 μ m	
이식수	21	26	47
순화수	13	17	30
순화율(%)	62	65	64

표 18. 소포자유래 순화식물의 후대 생산현황(부표4 참조)

NMU (0.01 μ m)	순화개체수	화분유무			기타	MC ₁ 종자획득	
		유	반불임	무		자식	교잡
무처리	13	8(62%)	1	1	3	1	2
처리	17	12(71%)	1	3	1	9(2)	2
계	30	20(67%)	2	4	4	10(2)	4

()내는 자식과 교잡의 종자를 획득한 개체수임

표 19. 배무채 소포자 배양 중 돌연변이체 NMU 처리 유래 계통의 교배 성적

소포자 유래 개체(MC ₀)	MC	개화 수분			뇌 수 분		
		교배화수	종자수	교배화당 종자수	교배화수	종자수	교배화당 종자수
551	606-1	121	494	4.1	-	-	-
	-2	96	283	3.0	-	-	-
	-3	116	224	3.0	-	-	-
560	610-1	40	154	3.9	58	106	1.8
	-2	15	32	2.1	35	35	1.0
	-3	22	87	4.0	34	29	1.2
	-4	18	47	2.6	23	22	1.1

나. 2차년도 소포자 배양

1차년도에 이어 2년차에는 성장조정제 BA의 농도별 효과, NAA와의 혼용효과를 구명하는 한편 돌연변이체 NMU의 배발생에 미치는 효과를 재확인하였다. 그리고 기본배지의 sucrose 농도를 13%에서 17%로 높이거나 높인 후 다시 13%로 낮추었을 때의 효과를 알고자 하였다.

먼저 1차년도에 상당한 효과를 보여준 BA 0.1 mg/ℓ 와 NMU 0.01μm의 효과를 확인코자 하였다(부표 10). 전체 4회에 걸쳐 배양하였지만 전반적으로 배발생률이 낮아 처리간의 효과를 비교할 수가 없었다. 다음 BAP의 농도를 전년도의 0.1 mg/ℓ 와 이의 절반 수준인 0.05mg/ℓ 를 공시재료 F1 조합과 그의 양친을 공시하여 비교하였다(부표 11). 이 역시 F1 조합의 한쪽 친인 OA20-20P-11 계통이 전년도의 일반적인 수준정도의 배발생률을 보여주었을 뿐 재료나 BAP의 효과를 논하기가 어색할 정도로 배발생률이 낮았다. 부표 12의 NAA 효과 역시 같은 경향이었으며 배지를 고온처리 후 교환해주는 시험은 전체적으로 오염이 심하여 그 효과를 짐작하기가 어려웠다(부표13). 즉 2차년도 소포자 배양 시험은 노력에 비해 조그마한 어떤 결정적 효과도 얻지 못하였다.

다. 3차년도 배양시험

2차년도 배양 시험에서 배발생률이 낮은 원인을 찾지 못했지만 소포자 치상 후 그의 성장 여부를 실체 현미경으로 관찰한 결과 대부분의 경우 치상 후 7~8일 경까지는 소포자가 상당히 자라는 것 같았다. 그러나 9~10일경에 현미경으로 관찰해 보면 지금까지와는 다르게 더 이상 소

포자가 자라지 않는 것을 느낄 수 있었다. 그리고 12~13일경이 되면 자라고 있던 소포자가 대부분 오히려 퇴화하여 작아지는 모습을 보았었다(그림 1). 즉 많은 소포자가 처음에는 세포분열을

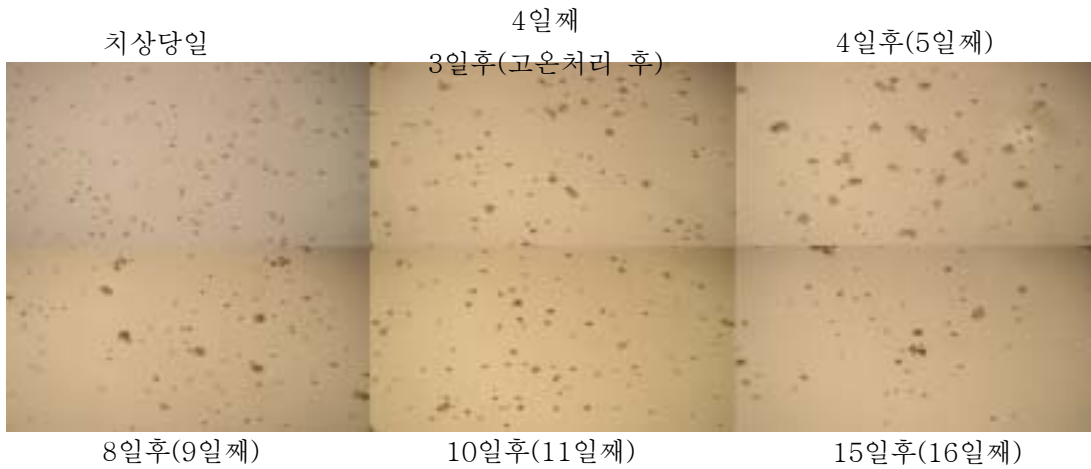


사진 1. 소포자 배양에 있어서 치상 후 일수별 소포자의 성장 현상

하여 크게 자라서 구형기의 배(배반세포?)로까지 자라지만 여기서 더 이상 자엽이나 유근을 분화시키지 못하여 심장기의 배로 발전하지 못하는 것으로 생각되었다. 따라서 과거의 시험결과를 다시 한 번 확인하는 한편 소포자의 후반기 성장분화를 유도하기 위한 시험에 초점을 맞추었다.

먼저 BA의 농도와 NMU의 효과 및 32.5℃ 고온처리 기간의 비교시험을 3회 반복하였다. 그 결과(표 20, 표 21) 이전의 성적과는 다소 다르게 BA의 농도가 0.05mg/ℓ 이고, NMU를 0.01μm 첨가한 배지가 다소 우수한 것으로 나타났다. 그리고 고온 32.5℃의 처리기간은 3일과 5일이 서로 비슷하였다. 이러한 결과는 BA의 농도가 0.05~0.1mg/ℓ, 고온처리기간은 3~5일간의 차이가 크지 않음을 나타내는 것으로 이해된다.

표 20. 배무채 소포자 배양에 미치는 BA 농도, NMU, 고온처리 기간의 효과(발생배수/접시)

BA	NMU	32.5℃		32.5℃		비고
		1차		2차		
		3일	5일	3일	5일	
0.05	-	2.6	2.6	2.8	2.8	3회 중 2회
0.10	-	0.8	1.4	1.0	0.8	
0.05	0.01	2.4	1.0	<u>5.4</u>	3.8	
0.10	0.1	0.2	0.0	2.2	3.8	

표 21. 고온 35℃의 전처리 효과(발생배수/접시)

	BA	NMU	32.5℃		35℃			
			3일	5일	1일	3일	5일	
1차	0.1	-	2.6	0.6	2.6	3.6	6.3	
	"	0.01	2.0	1.3	1.6	4.3	6.0	5회 중 2회
2차	0.1	-	5.6	4.3	7.6	5.3	5.5	callus 포함
	"	0.01	3.3	4.3	4.3	4.3	8.8	

유체는 고온처리를 30℃, 14일간으로 하고 있으므로 배무채를 여기에 맞추어 7회 반복시험을 수행하였다. 그 결과 30℃ 고온처리는 효과가 없게 나타났다(표 22).

혹시 Jasmonic acid가 소포자 배발생에 어떤 영향을 미칠지 시험하였는데 그 효과는 인정되지 않았다(표 23). 소포자가 구형기까지 자라는 중에 저온 또는 고온의 충격을 줌으로서 생장과 분화를 유도할 수 있을지 모르겠다는 생각으로 배양 6일째에 4℃, 13℃, 30℃, 32.5℃, 35℃ 등의 온도처리를 1일 또는 2일 간 처리하여 보았다. 이 시험 역시 전체적으로 배발생률이 낮을 뿐 아니라 어떤 처리도 효과가 있는 것 같지 않았다(부표14-1, 2, 3).

배양 중 생장을 멈추기 전에 새로운 배지로 교환해 줌으로서 구형기 배의 퇴화를 억제코자 시험하였다. 처음 배양 때와 동일한 배지(NMU 제외) 또는 전혀 다른 MS 및 B5 배지 등으로 교환하는 시험을 각각 8회와 4회 수행하였는데 어떤 처리도 효과가 없었다(부표15).

배지를 교환하는 과정에 원심분리 등의 충격이 배의 생장을 억제할 수도 있을 것으로 생각되어 배지 내 영양을 보충해 주는 뜻으로 배지첨가시험을 수행하였다. 배양 6일째에 동일배지를 기본배양 때와 동일 양으로 첨가하는 시험(부표16-1), 각종 성장조정제액을 일정 농도가 되게 배양 4, 6, 8일째 각각에 첨가하는 시험을 수행하였다(부표16-2, 3). 시험결과 어떤 처리에서도 배발생이 획기적으로 늘어나는 현상은 볼 수가 없었다.

이상의 2년차와 3년차의 2년에 걸쳐 소포자 배발생률을 높이기 위해 각종의 생각할 수 있는 처리 시험을 대부분 수행하였다. 그러나 획기적으로 개선된 결과를 얻을 수는 없었다. 즉 소포자 치상 후 초기에 잘 자라던 소포자가 구형기의 배 이상으로 더 이상 자라지 못하고 퇴화하는 현상을 극복하지 못한 것이다. 결국 1차년 도에 얻은 BA와 NMU의 처리효과 및 32.5℃ 고온의 처리기간 3일과 5일의 차이를 확인한 것이 유일한 업적이다. 그리고 2차년 도에 고온처리 35℃가 유효함을 알았고 배양 접시당 10개 내외의 배를 얻을 수 있는 기술이 확립된 정도이다. 이 정도로 되어서도 변이가 큰 F1 조합의 후대에서 다양한 순계(DH line)를 200~300개 정도 얻는 것은 배양

접시를 40~50개 정도 이용하면 충분함으로 일반적인 계통분리육종에는 큰 불편 없이 이용할 수 있다. 즉 배무채의 순계분리육종에는 효과적으로 이용할 수 있는 소포자 배양 기술이 확립된 것이다. 다만 돌연변이 육종의 경우는 돌연변이체 처리 후의 생존율이 50% 정도인 LD50이 변이유도의 기본임으로 배양 접시당 10개 미만의 배발생에는 LD50을 정확하게 추정하기 어려운 문제점이 있다.

표 22. 30℃ 고온처리의 효과(발생배수/접시)

BA(0.1mg/l)	32.5℃	30℃		비고
	3일	7일	14일	
Y	3.5	1.8	0.8	7회 중 가장 우수한 결과
N	2.1	0.3	0.4	

표 23. JA의 배무채 소포자 배발생에 미치는 영향(발생배수/접시)

JA 효과	BA 0.05	JA 0.1
1차	4.9	4.1
2차	1.7	0.9
3차	2.9	3.0

6. 배무채의 영양성분

배무채가 배추와 무의 염색체를 모두 가진 속간잡종으로써 지상부 형태상으로는 무 잎을 많이 닮은 양친의 중간 특성을 나타내고 있다. 따라서 영양성분도 두 속의 중간으로 나타날 가능성이 높을 것으로 예상하였다. 그러나 좀더 정확하게 확인하기 위하여 공동연구를 수행하였던 원예연구소가 농촌진흥청의 식생활개선연구소에 의뢰하여 일반 성분조성을 비교 분석하였다. 이때 배무채를 모본으로 하고 배추를 부분으로 하여 교잡하였을 때 협당 종자수가 배무채의 자가 수정 때보다 많은 현상을 보고 있었기 때문에 배무채의 한 계통(다음해 BB1호로 명명)과 이 계통을 모계로 하고 배추 중 재래종인 조선배추(농촌진흥청 분양)의 소포자 유래 한 계통(2002년 육성)과의 F1 잡종을 같이 공시토록 하였다(표 24 및 부표 17).

분석결과 수분함량이 배추와 무보다 배무채가 현저히 적었다. 즉 배무채의 고형물 함량이 현저히 높았다. 이러한 높은 고형물은 주로 단백질과 당질의 함량을 높여준 것으로 나타났다

(1.5~3.0배 이상 많음). 무기물 중 칼슘은 배추와 비슷하였지만 무 잎보다는 현저히 떨어졌다. 그 외 철분, 칼륨, 아연, 마그네슘 등은 배무채가 현저히 높았다. 비타민 중 차이가 많이 나는 것이 β -카로틴과 C였는데 무 잎에 β -카로틴이 월등히 높았지만 배무채 계통이 배춧잎 보다는 현저히 높았다. 그리고 비타민 C는 잎이나 뿌리 모두 배무채가 무와 배추보다 높은 경향이였다. 이러한 결과는 배무채가 영양적으로 배추보다 월등히 우수하며 무 잎의 칼슘과 비타민 A를 제외한 모든 면에서 우수함을 나타내는 것이다. 즉 새롭게 육성된 신 채소 배무채가 영양적으로 가치 있는 식물임을 나타내는 것이다.

배무채와 배무채×배추와의 F1을 비교해보면 무기물의 철분, 아연, 마그네슘을 제외한 모든 면에서 잡종이 우수하게 나타나 있다. 이러한 결과는 새롭게 육성된 신 식물 배무채가 그 자체로서도 우수한 채소이지만 교잡 가능한 배추와의 잡종을 육성함으로써 보다 영양가 높은 새로운 속간 신 식물(신품종)을 이용할 가능성을 제시해준 것이다.

배무채는 뿌리를 먹어보면 와사비 같은 매운맛이 강하며 단맛과 섞여서 묘한 맛을 나타낸다. 단맛은 위의 일반성분 분석결과 당질이 무 뿌리보다 2배나 높은 점을 감안하면 이해가 된다. 그러나 매운맛이 혹시 특이성분일 수 있을까하는 생각으로 경희대학교 동서의학전문대원의 김성훈 교수에게 항암성분으로 이미 널리 알려진 sulforaphane 함량을 분석해보도록 의뢰하였다(김성훈 교수는 배추류의 sulforaphane 함량분석을 집중적으로 수행 중에 있었음). 그 결과 잎에서 배추와 무보다 훨씬 높은 함량을 나타내었으며 특히 뿌리의 경우 무보다 9배나 많은 함량을 나타내었다(표 25).

이러한 sulforaphane의 함량에 대하여 다시 식물이 어린 싹채 잎과 성숙하게 자란 때를 나누어 분석해보았다. 그 결과(표 26) 싹채잎도 10ppm이상의 함량을 나타내었으며 성숙개체는 잎에서 42-90ppm, 뿌리에서 90-168ppm으로 높은 함량을 나타내었다.

이상의 결과는 배무채가 영양적으로도 가치가 높을 뿐 아니라 항암성분 sulforaphane을 다량으로 함유하는 기능성 채소임을 나타내는 것이다.

7. 싹채 연중 생산 연구

배무채를 싹채로서 연중생산하기 위한 연구를 수행하였다. 1년차와 2년차에는 포기 수확을 목적으로 하는 시험을 수행하였고 3년차에는 잎을 따서 수확하는 시험을 수행하였다.

1년차에는 주로 봄생산에 있어서 알맞은 재식거리 구명시험을 설계하였다. 3월 29일 노지에 직파한 경우 기온이 낮았기 때문에 발아하는데 2주이상 걸렸으며 43일경에 조사한 결과 재식거리간에 성장량의 큰 차이가 없었다. 그리고 최대엽의 길이가 16cm내외로 싹채로서의 시판은 가능하겠지만 아직 좀 어리다는 생각이 들었다. 한편 맛을 본 결과 배무채의 고유한 매운 맛이 아

표 24. 배무채의 주요 성분함량 비교(가식부 100g당)

구분	작물	수분 함량 %	단백 질 g	당질 g	섬유 소 g	칼슘 mg	철 mg	칼륨	아연	마그 네슘	비타민	
											β-카 로틴	C
잎	배추	94.3	1.3	2.4	0.7	51	0.3	230	-	-	56	46
	무	91.8	2.0	3.2	1.0	249	3.0	273	-	-	2210	75
	배무채	88.7	3.1	6.1	0.9	37	4.5	479	0.27	19.5	292	99
	F ₁	87.9	3.2	6.1	1.1	55	1.6	504	0.14	14.4	360	99
	무	94.3	0.8	3.8	0.6	26	0.7	213	-	-	46	15
뿌리	배무채	88.5	2.3	7.2	1.0	22	0.3	415	0.15	16.5	0	37
	F ₁	84.8	3.7	8.9	1.2	33	0.2	504	0.36	28.2	0	51

* 부표 13 참조 F₁ : 배추와의 F₁ 임

표 25. 배무채의 Sulforaphane 함량비교(경희대 김성훈 교수)

구분	작물	Sulforaphane(ppm)
잎	배추	3.0
	무	14.0
	배무채(BB1호)	20.8
뿌리	무	6.0
	배무채(BB1호)	56.0

표 26. 배무채의 재배 조건 및 생육단계별 sulforaphane 함량

구분	생육 단계	재배 장소	sulforaphane 함량(ppm/100mg)
잎	쌈채		10.5
	성엽	망실	41.8
		노지	34.9
뿌리	-	망실	90.3
		노지	167.9

직 없었다.

그런데 잎과 엽병의 조직이 아주 연하여 소비자의 기호를 좋게 할 가능성은 높지만(실제로 먹어 본 사람은 모두 조직이 연하여 좋다고 함) 단을 묶는다던지 다른곳으로 운반하기 위한 조작을 할 경우 쉽게 부서지는 문제점이 있었다. 겨울의 예비 시험에서 35일경 자란것은 쌈채 맛이 없었는데 이때는 PE film의 하우스 안 이였기 때문에 자외선이 부족하여 2차대사에 의한 매운맛 성분의 생성이 잘 안된 것 아닌가 하였다. 그런데 노지에 재배하였을 때에도 저온기이기는 하지만 파종 후 43일이 경과하였는데 그 고유한 맛이 없었다. 파종 후 50일째인 5월 24일에 2차 조사를 하였는데 이때는 재식거리가 15×15cm이상일때 포기 무게가 현저히 많아졌다(부표 18). 잎 길이는 재식거리 9×9와 12×12cm일때는 20cm내외였고 15×15와 18×18cm일때는 25-27cm 였다. 그리고 지난 약 2주일 동안에 추대 현상이 발생하게 되었는데(부표 19) 재식거리가 9×9cm일 로 밀식하였을 때 추대한 꽃대의 길이가 20cm내외로 가장 길었다. 따라서 추대하기 직전까지는 수확을 하여야할텐데 파종 후 약 45-50일 정도가 수확 적기라고 생각된다. 파종 후 56일째의 맛은 배무채의 고유맛이 강하게 나타났으며 겨울재배때와 같이 역시 조직은 다소 질긴쪽으로 발전 하였다. 4월 9일에 2차로 파종하여 45일정도 자란 5월 24일에 1차로 조사한 경우(부표 18) 잎길이는 재식거리에 관계없이 대체로 20cm내외 였으며 포기 무게는 재식거리가 넓어짐에 따라 현저히 증가하였다. 그런데 이때는 재식거리에 관계없이 모두 배무채의 고유맛이 강하게 나타나고 있었다. 4월 24일에 파종하여 30일만인 5월 24일에 조사한 경우 식물의 잎길이가 11cm내외로서 수확하기에는 아직 어리다고 판단되었다. 그리고 배무채의 고유한 매운맛이 아직 없었다. 재배와 수확 과정을 통해 얻은 지금까지의 결과를 종합해 보면 쌈채로서의 수확적기는 봄재배의 경우 파종후 45-50일 정도이고 이때의 잎길이가 평균 20cm, 잎수 10-15매, 주중(뿌리포함)은 30-40g 정도라고 생각된다. 이보다 수확기가 빠르면 조직은 부드러워 좋으나 배무채의 고유한 맛이 아직 나타나지 않고 이보다 늦어지면 맛은 좋아지지만 조직이 다소 질겨질뿐 아니라 쌈채다운 외양이 없어지는 것 같다. 그리고 재식거리는 12×12cm 내외가 알맞을 것으로 생각되었다.

2차년도에는 여름 생산을 위한 8월 16일 파종, 가을 생산을 위한 9월 14일 파종 그리고 늦은 겨울 생산을 위한 2월 1일과 2월 18일 파종의 4차례 시험을 실시하였다.

처리로써 유안을 10a당 1kg을 밑거름으로 사용하여 배무채 고유의 맛(매운맛+단맛 등)이 파종 후 45일 이전에도 나타나는지를 확인코자 하였으며 공시재료는 배무채(BB1호)와 배무채를 모본으로 하고 배추(VCS 13M-57)를 부계로 하여 격리포에서 집단 채종한(채종 관련 시험 후술) 1대 잡종의 두 가지였다.

네 번의 파종시기와 다섯 번의 조사 시기를 모두 종합하여 보면(부표 21) 먼저 순수한 배무채

보다 배무채와 배추의 잡종이 성장면에서 빠른 것을 알 수 있다(표 27). 배무채가 배추와 무의 잡종이기 때문에 이들 3종을 같이 재배해 보면 배무채가 생장이 빠르고 훨씬 강성하게 자라는 것을 보아왔다. 즉 속이 다른 식물 간의 1대 잡종이지만 이 잡종이 큰 강세현상을 나타내고 있음을 보아왔다. 이러한 속간잡종이 다시 배추와 교잡되었을 때 또 다른 잡종강세현상을 나타내는 것 같이 보였다. 이러한 사실은 본 시험과는 큰 관계가 없지만 유전적으로는 흥미 있는 현상이라고 생각된다. 그런데 배무채 고유의 맛은 양친의 중간정도를 나타내고 있어 양적 유전인 것으로 이해되었다.

시비방법에 있어 소량의 황산암모니아를 밑거름으로 첨가한 구의 식물이 무처리에 비해 다소 잘 자라는 것으로 나타났다. 이는 질소질 비료의 효과라고 생각된다. 그런데 배무채 고유의 매운 맛은 유안 시용구에 있어서도 과종 후 35일 전후에서는 나타나지 않았으며 50일 이상 자란 구에서는 두 처리 모두 잘 나타나고 있어 유안 처리의 효과를 인정하기는 어려웠다. 그러나 정확하게 측정하는 방법이 없어 결정적인 이야기는 어렵지만 유안 시용구의 맛이 무처리보다 강하게 나타나는 것 같은 인상은 받았다.

과종시기별 조사시기별 생장에 관한 조사결과를 보면 먼저 한 여름의 8월 16일 과종의 경우 과종 후 35일째인 9월 20일에 1차 조사를 하였는데(표 27) 싹채로써의 크기보다 좀 더 자란 상태였다. 즉 전년도 시험에서 싹채의 알맞은 크기는 주중 30~40gr 정도라고 하였는데 이미 이 크기의 2배 정도 자라있었다. 불과 35일 정도밖에 자라지 않았는데 이렇게 빨리 자란 것은 온도가 높기 때문이라고 이해되었는데 배무채의 고유한 맛은 아직도 나타나지 않았으며 유안시용구도 마찬가지였다. 배무채의 배추와의 F₁은 배무채보다 더 크게 자랐으며 맛은 배무채보다 더 싱거운 느낌이었다. 종합하여 보면 여름 재배는 싹채로써 생산할 경우 과종 후 30일 경에 수확하여야 하는데 이때는 아직 고유한 맛이 없는 때임을 고려하여야 할 것 같다.

거의 60일 정도 자란 10월 18일 조사의 경우 포기 무게가 230gr 내외로서 싹채로서는 지나치게 자란 것이었다. 역시 배무채의 F₁이 더 많이 자랐으며 맛은 아주 강하게 나타나 누구나 좋은 채소라고 평가하였는데 유안 시용구가 다소 맛이 강한 것 같은 느낌을 주기는 하였으나 큰 차이는 없었다. 두 번의 조사 모두 유안 시용구의 생장이 무시용구보다 좋은 경향을 보여 싹채 생산때는 유안을 시용하는 것이 성장과 맛에 있어서 효과적일 것으로 생각되었다.

가을 재배를 위한 9월 14일 과종구는 34일 정도 자랐을 때가 싹채로서 가장 알맞은 정도의 크기였다. 비가림 재배와 노지재배에 있어서 비가림 재배가 노지보다 생장이 나쁜 것으로 나타나 있다. 이는 비가림 시설을 동일한 토양조건에 설치하지 못하고 기존의 플라스틱 하우스를 이용하였기 때문이라고 생각된다. 유안시용구가 무시용구보다 성장량이 큰 것으로 나타나 있는데 이는 비가림을 위한 망실의 위치에 따라 그리고 노지 포장의 위치에 따라 비가 온 후 또는 관수

후의 토양수분이 달랐기 때문이라고 생각된다. 즉 토양 조건이 균일하지 못하여 생긴 실험상의 오차라고 생각되며 앞으로는 이러한 오류를 범하지 않도록 하여야 할 것 같다.

표 27. 쌈채 가을 및 겨울 생산 시험 결과(포기수확의 주중 및 엽장)

파종기	수확기	재배 기간 (일)	품 종	유안시용구		유안 무 시용구	
				주 중	엽 장	주 중	엽 장
8.16	9.20	35	배무채	72	30	74	27
			배추와 F ₁	126	34	77	29
			평균	99	32	76	28
	10.18	59	배무채	251	37	207	35
			배추와 F ₁	281	41	204	40
			평균	266	39	206	38
9.14	10.18 (비가림)	34	배무채	28	23	34	23
			배추와 F ₁	18	18	30	21
			평균	23	21	32	22
	10.18 (노지)	34	배무채	35	21	42	23
			배추와 F ₁	50	23	34	19
			평균	43	22	39	21
2.1	4.12	71	배무채	64	23	25	16
			배추와 F ₁	84	27	20	16
			평균	74	25	23	16
평균	평균	평균	배무채	90	27	76	25
			배추와 F ₁	112	29	73	25
			평균	101	28	75	25

* 부표 13에서 발취

이른 봄 또는 늦겨울 생산을 위한 2월 1일 파종구는 플라스틱 필름이 한 겹으로 씌워진 소형의 하우스에서 직파하여 재배한 것이다. 저온 때문에 발아하는데 거의 3주일이 걸렸다. 따라서 발아 후 약 45일경(파종 후 71일경)에 조사하였는데 유안 비료의 시용구가 무시용구보다 현저히 크게 자라는 현상을 보였다. 따라서 유안 시용구는 쌈채로써 다소 과도하게 자란 반면 무시용구는 아직 덜 자란 상태였다. 성장량에 관계없이 배무채의 고유한 맛은 강하게 나타났다.

한편 이보다 18일 정도 늦은 2월 18일에 동일한 소형의 하우스에 파종하고 PE 필름 한 겹으로 터널을 씌워서 재배하여 보았다. 그 결과 발아는 파종 후 약 10일 경부터 시작되었으

며 파종 후 53일경에 조사하였을 때는 이보다 18일 먼저 파종한 무터널 재배구의 유안 무시용구와 거의 비슷한 성장량을 보였다. 그리고 두 처리구 모두 배무채의 고유한 맛을 나타내고 있었다.

이상의 결과를 종합하면 4회의 파종시기별 조사 시기가 일정치 못하고 비가림 재배의 경우 유안비료 시용구와 비 시용구의 토양 수분 조건이 동일하지 못한 것 등 상당한 실험상의 오류가 있었다고 생각된다. 그러나 쌈채 생산에 있어서 쌈채로서의 크기에 이르는 데에는 적산온도로 환산하였을 때 약 600℃ 정도가 필요할 것으로 이해되었으며 배무채의 고유한 매운 맛은 적산온도보다 재배기간 즉, 재배온도에 관계없이 파종 후 45일 정도 자랐을 때 드디어 나타나는 것이 아닌가하는 추정을 하게 되었다.

3차년도에는 포기채 수확하지 않고 잎이 자라는대로 계속 따서 수확하는 방식을 택하였다. 그리고 가능한한 재료를 모두 파종하여 계통간의 생산성 차이도 검정코자 하였다. 따라서 배무채 BB1호부터 6호까지(3호는 종자부족으로 제외) 5계통과 BB1호와 2호에 배추를 교잡한 F₁ 4조합, 합계 9점을 2반복으로 비가림 내지는 냉방 수막 하우스 재배를 하였다(부표 22). 그리고 잎의 자란 정도를 보아 수확기라고 생각될 때 잎을 따서 수확하였다.

1차 재배는 8월 19일에 파종하여 대형 망실(수막 시설을 갖춘 하우스)에 정식하고 흑색 PE를 멀칭하여 관리하였다. 최저 기온이 5℃ 이하로 내려가는 11월부터는 야간에 수막시설을 가동하였는데 대체로 겨울동안의 최저온도가 10℃ 이상으로 유지되었다. 낮의 최고 기온은 15℃를 넘지 않도록 자동환기 시설을 작동하였다.

첫 수확은 9월 16일에 할 수 있었으며 12월 3일까지 12회의 수확을 하였다. 이때까지는 모든 계통의 모든 개체가 건전하였다. 그런데 2주가 지난 12월 19일에 13차 수확을 하였을 때는 공시 계통에 따라 고사주가 발생하기 시작하였다. 계속해서 22차 수확(3월 29일)까지 실시하였는데 20차(3월 3일) 수확때부터 일부 계통의 일부 개체가 추대하기 시작하였다. 그리고 22차(3월 29일) 때에는 계통에 따라 90% 이상이 고사한 것도 있고 추대한 개체가 더 이상 잎을 생산하지 못하는 단계까지 이르렀다. 따라서 전년도 8월에 파종한 구의 시험은 3월 29일까지 22차의 수확으로 끝맺었다.

12월 3일까지 모두 건전하였던 개체가 그 후 불과 2주 사이에 40%이상 고사하는 계통이 생겼는데 분석결과 계통에 따라 고사주율이 크게 다르게 나타났다(그림 2). 가장 빨리 많이 고사한 계통이 BB6호였으며 그 다음이 BB2호와 5호였다. 즉 배무채 중에는 BB4호와 1호가 끝까지 50%이상의 생존주율을 보였다. 배무채와 배추류와의 잡종 F₁ 중 BB2호와 배추의 순계(B)와 교잡된 잡종은 조기에(12월 19일) 이미 75% 미만의 생존주율이었고 최후 3월 29일에는 60% 미만이었다. 즉 배추의 계통에 따라 잡종의 생존주율이 크게 다른 것을 알 수 있다. 이러한 현상은

BB1호와 교잡된 2개의 F₁ 즉 배추 순계(C)와 교잡된 것과 순무계통과 교잡된 조합의 생존율 차이에 서로 잘 나타나고 있다. 여기서 앞으로 배무채와 배추와의 F₁ 잡종을 육성할 때 양친의 선정에 대해 깊이 고려하여야 한다는 것을 알 수가 있다.

계통간의 생산성을 나타낸 것이 그림 3와 4이다. 먼저 그림 3은 고사주가 생기기 이전인 12월 3일 12차 수확까지의 평균 수확량과 수확된 잎수이다. 먼저 배무채와 배무채×배추의 잡종을 비교해보면 수량(무게와 잎수)이 배추와의 잡종이 많은 것을 알 수 있다. 그런데 배무채와 순무와의 잡종은 배무채 BB4호 및 1호보다 수량이 많지 않다. 배무채 중에는 BB4호와 1호가 가장 수량이 높다. 이들은 그림 2에서 생존주율도 높았던 것을 생각하면 다른 계통보다 우수한 것으로 생각할 수 있을 것 같다. 배추와의 잡종 중에는 배무채 BB2호와 배추(B)계통과의 조합이 가장 수량이 많다. 이 조합은 생존율에 있어서도 특별히 높았던 것을 생각하면 생산성이 유난히 높은 F₁으로 생각할 수 있을 것 같다. 다음이 BB1호와 배추 C계통과의 조합인데 이 조합 역시 생존주율이 비교적 높았던 잡종이다. 종합하여 보면 생존주율이 높은 F₁ 조합이 생존주율을 감안하지 않은 즉 100% 생존주율일 때의 수량도 훨씬 높은 것으로 나타나고 있다. 이러한 현상은 아마도 잡종강세 현상으로 이해하여야 할 것으로 생각된다.

그림 4은 고사주가 발생하기 시작한 이후의 생존주에 대한 수량인데 예상할 수 있었던 것과 같이 생존주율이 높은 계통이 수량이 많은 것을 볼 수 있다.

1차 8월에 파종한 것이 이듬해 3월 말경까지 수확이 가능하였으므로 2차로 3월 14일에 파종하여 봄재배의 싹채 생산성을 조사하였다(표 28). 전체 7회를 수확하였으며 추대 때문에 더 이상 수확할 수 없었다. 제 7차 수확 때에도 고사주는 전혀 없었다. 봄재배에서는 가을~겨울 재배 때와 다소 다른 결과가 나타났다. 배무채의 수량이 배추와의 잡종에 비해 크게 떨어지는 경향을 보였다. 그런데 BB2호는 잎수와 수량(무게) 모두 현저하게 다른 배무채 계통보다 높았다. 배추와의 잡종 중에서는 역시 BB2호×배추B계통이 가장 우수하였으며 이 조합은 BB2호보다도 잎수에 있어서 다소 많은 경향을 보였다. 그 외 BB2호×배추A계통 조합이 BB1호×배추C계통보다 수량이 많았는데 이 결과는 그림 3과 4의 1차재배 결과와 다소 다른 경향이다.

3차 재배시험은 현재 육묘중이라 성적을 제시하지 못하고 있다. 1차와 2차의 결과를 종합하면 가을에 파종하여 재배할 경우 12월 초까지는 계속 수확할 수 있으며 고사주만 예방할 수 있으면 추대 개화하는 3월 하순까지 계속해서 수확할 수 있다. 그런데 배무채 중 BB1호와 4호가 다른 계통보다 생산성이 다소 우수하며 배추와의 잡종이 대체로 우수하다. 잡종 중에는 조합에 따라 큰 차이가 있으므로 앞으로 우수조합의 육성이 필요하다고 생각된다.

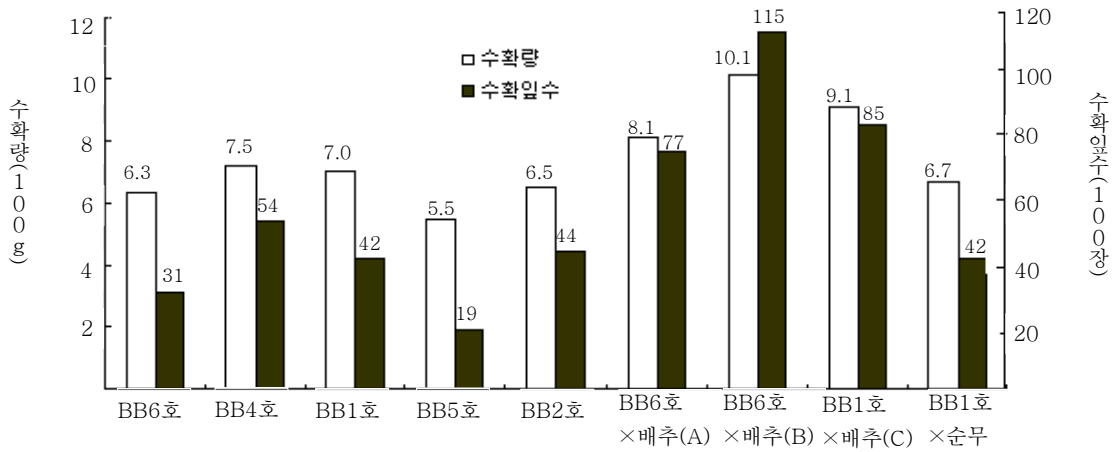


그림 3. 배무채의 가을파종 쌈채 생산에 있어서 계통간 수량차이(잎수확 9월 16일~12월 3일, 12회의 100주 평균)

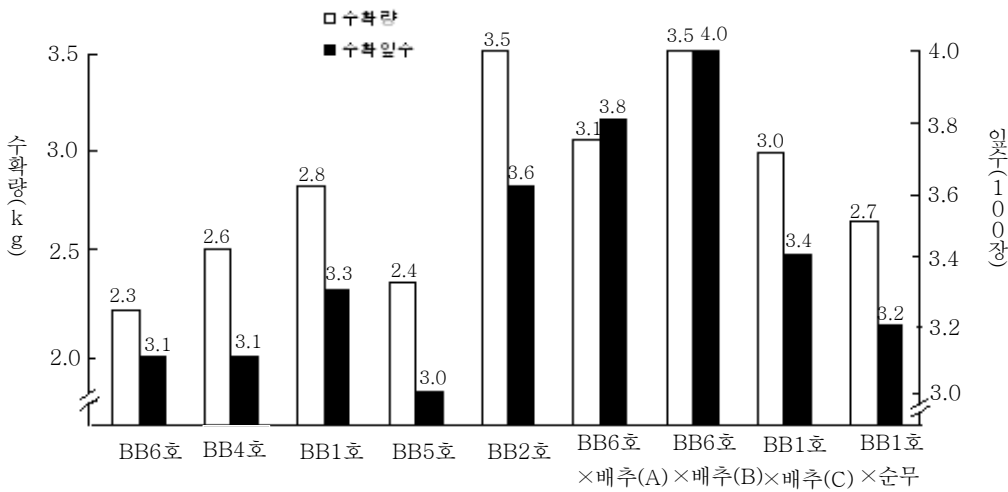


그림 4. 배무채의 봄파종 쌈채 생산에 있어서 계통간 수량 차이

표 28. 싹채 춘파재배 때의 잎수량

수확	품 종																	
	BB6호		BB4호		BB1호		BB5호		BB2호		BB2호X 배추(A)		BB2호X 배추(B)		BB1호X 배추(C)		BB1호X 순무	
	엽수	엽중	엽수	엽중	엽수	엽중	엽수	엽중	엽수	엽중	엽수	엽중	엽수	엽중	엽수	엽중	엽수	엽중
1회	4.0	16.0	4.0	19.0	4.2	21.4	4.3	19.2	4.3	21.0	4.5	18.8	4.2	19.2	4.7	22.0	4.2	18.0
2회	2.4	11.4	2.5	14.3	2.5	16.0	2.5	15.0	2.8	16.4	3.0	17.7	3.4	20.9	3.0	16.0	2.7	15.7
3회	3.3	29.2	3.1	28.3	3.1	27.2	3.0	25.2	3.5	29.4	3.4	27.2	3.7	28.6	3.0	26.0	2.7	24.9
4회	3.3	35.6	3.0	36.4	3.3	35.4	2.9	32.4	3.7	44.2	4.1	46.4	4.4	48.2	3.4	42.6	3.0	34.1
5회	2.9	24.4	2.8	28.9	2.8	28.0	2.6	25.7	3.6	40.2	3.8	36.2	3.9	40.3	2.9	29.8	3.0	28.3
6회	2.6	16.8	2.3	15.3	2.5	20.0	2.5	18.4	2.7	23.2	3.1	21.5	3.3	25.6	2.8	20.6	2.7	19.4
7회	3.2	24.3	4.0	37.1	4.7	49.8	3.5	33.8	4.6	66.8	4.5	50.8	4.9	62.3	3.8	50.4	4.2	46.3
계	21.7	157.7	21.7	179.3	23.1	197.8	21.3	169.7	25.2	241.2	26.4	218.6	27.8	245.1	236	207.4	225	186.7
평균	3.1	22.5	3.1	25.6	3.3	28.3	3.0	24.2	3.6	34.5	3.8	31.2	4.0	35.0	3.4	29.6	3.2	26.7

(060314 파종, 060411 정식, 060428~060608(7회 수확)) (50주의 평균)

8. 배무채 노지 채종 시험

배무채의 다량 채종을 시험코자 두 계통 OAm 4(BB1호로 명명)와 OA20-2-7-2 (BB4호로 명명)를 서로 격리된 A와 B포장에 521주와 22주씩 각각 재식하였다. A 포장은 비옥한 밭으로 식물이 과번무 하였으며 B 포장은 작물을 재배하지 않았던 곳으로 척박하였는데 두 곳 모두 7~10 개 정도의 배추가 충실하게 자라는 것 같이 보였다. 채종한 결과 의외로 채종량이 적었는데 두 계통 간에도 차이가 컸다(표 29). 이러한 차이가 계통 간의 차이인지 토양의 비옥도에 따른 과번무 여부의 차이인지 현재로서는 분명치 않다.

채종된 종자는 크기가 일정하지 않을 뿐 아니라 과거의 경험에서 발아율이 60% 미만으로 아주 낮은 문제점이 있었다. 따라서 채종량이 많은 OAm 4번 계통의 종자를 다시 회전 정선기로 4회 정선하고 크기별로 구분한 후 1000립중과 발아율을 조사하였다(표 30). 종자의 크기는 토양입자 측정용 체를 이용하여 4등급으로 나누었는데 극단적으로 큰 2.36mm 이상과 극단적으로 작은 1.4mm이하의 종자가 약 7.7%였으며 대부분이 1.4~2.36mm 정도의 크기였다. 가장 큰

2.36mm 이상인 종자는 대부분이 수발아 종자였으며 발아율이 불과 20% 정도로 이용 불가능한 것으로 판단되었다. 크기가 1.7~2.36mm인 종자는 발아율이 96%로 아주 높았으며 발아세(48시간)도 92로 아주 높았다. 가장 충실한 정상인 종자임을 알 수 있었다. 크기가 1.7mm이하인 종자는 발아율이 다소 낮은 85% 내외였으며 발아세가 50~60%로 발아가 다소 늦어지는 것으로 판단되었다. 3회의 회전 정선된 종자를 4회째 정선할 때 제거된 종자에 대해서도 이용가치를 알고자 발아시험에 공시하였는데 발아율이 65~74%로 4회 정선된 종자보다 상당히 낮았다.

이상의 결과를 종합하여 보면 배무채는 종자가 영그는 동안에 퇴화하는 것이 많으며 그 퇴화 종자 중에는 종피가 정상으로 자라는 것이 상당히 있다. 따라서 회전 정선기로 4회 정도 정선하면 그리고 크기별로 분류하면 발아율과 발아세가 정상인 종자를 얻을 수 있는데 그 비중이 약 74%이다. 그리고 종자가 작은 경우에도 발아율과 발아세가 다소 떨어지기는 하지만 큰 불편 없이 이용할 수 있을 것으로 판단되었다.

표 29. 배무채 격리 다량 채종 시험(1년차)

년도	계통	면적	재식주수	채종량		비고
				O A m 4(BB1호)	주당(ml)	
2004	OA20-2-7-2(BB4호)		520	5.60	10.1	비옥토, 과번무 척박지
	OAm 4(BB1호)		22	0.42	19.0	

표 30. 배무채 다량 채종된 종자의 크기별 비율, 천립중, 발아율(4회 정선)

종자크기	비율(%)	천립중(g)	발아율(%)		발아세(%)	
			4회 정선	3회 정선	4회 정선	3회 정선
2.36mm<	5.3	6.48	20	-	0	-
1.76<2.36	74.0	5.11	96	74	92	60
1.40<1.76	18.3	4.23	85	65	47	49
1.4mm>	2.4	2.34	86	-	66	-
계	100	4.96				

제 4장 목표 달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발 목표

배무채가 비록 한 개체에서 유래된 것이지만 속(屬)이 다른 원연간 잡종이기 때문에 계속해서 약간의 형질분리현상을 나타내고 있다. 따라서 기존의 보유계통 중 재배상, 육종상, 나아가 이용 면에서 보다 우수한 계통을 선발하여 새로운 계통으로 육성코자 하였다. 뿌리가 좀 더 큰 계통, 우수한 계통 등등 조금이라도 기존의 계통과 다른 특성의 계통을 선발코자 하였다. 특히 자가불화합성 계통은 배무채의 1대잡종 품종 육성에 핵심기술로 이용될 수 있으므로 보다 적극적으로 연구하고자 하였다.

작물에 있어서 원연간 잡종의 형질 분리현상은 대부분 양적형질의 미동인자 분리에 의한 것이므로 질적 인자 또는 몇 개 소수의 주동인자에 의한 큰 변이는 기대하기 어렵다. 배무채의 경우에도 기존의 많은 계통이 그들의 특성에 있어 크게 다르지 않으므로 돌연변이에 의한 형질의 새로운 변이를 모색할 필요가 있다. 다행히 배무채의 소포자 배양에서 적기는 하지만 식물체를 얻을 수 있고 소포자 배양 과정 중에 돌연변이체를 처리하여 변이 형질이 고정된 개체를 얻는 기술이 다른 배추과 채소에서 보고되어 있다. 따라서 소포자 배양 기술을 개선하여 배 발생률을 기존의 배양접시 당 0.9개에서 10개 이상으로 높일 수 있으면 배무채의 소포자 배양에 의한 돌연 변이 유도가 가능해질 것이다. 이에 배무채의 소포자 배양 기술을 개선코자 하였다. 뿐만 아니라 본 과제에서의 소포자 배양기술 개선이 돌연변이체의 처리로 많은 경우 겸하여 수행코자 하였다.

배무채는 배추과 식물의 속간교잡으로 얻어진 신 식물(속명: *XBrassicoraphanus*)이므로 기존의 배추과 식물과 얼마나 친화력이 있을지 궁금할 수밖에 없다. 친화력이 높은 배추과의 다른 종이 있으면 배무채의 노지 채종 때 유념하여 격리하여야 할 것이다. 그리고 한편으로는 앞에서 설명한 바와 같이 배무채의 자가불화합성 계통이 육성되거나 또는 다른 1대잡종 종자 생산 체계가 확립되면 배무채를 모계로 한 또 다른 종, 속간잡종을 육성하여 보급할 수 있을 것이다. 그리고 배무채의 위수정을 유도하여 기존의 없던 형질의 순계, 특히 자가불화합성 계통의 육성가능성을 검토코자 하였다. 즉 위 3가지를 목표로 배무채의 종속간 교잡을 수행하고자 하였다.

배무채가 신 식물이므로 그 용도가 아직은 모호하다. 잎이나 뿌리를 다 같이 이용할 수 있고 특히 뿌리는 큰 경우 400~600g 정도로 자랄 뿐 아니라 그 맛이 맵고 달다. 잎도 날것이나 김치의 경우 맛이 시원하고 독특하다. 최근에는 웰빙 붐을 타고 쌈채소가 다양화되고 있는데 쌈채소로서도 기능성이 있다고 생각되었다. 따라서 먼저 배무채의 영양가를 분석해보고 달고 매운 맛이 기

능성 성분과 관계가 있는지 구명하는 한편 싹채소로서 연중 생산체계를 확립코자 하였다.

끝으로 배무채는 실내에서 인공교배를 할 경우 종자생산성이 아주 낮다. 즉 대체로 교배한 꽃당 한 알 이상의 종자가 얻어지지 않는다. 그런데 노지에 그대로 두었을 경우 적어도 꼬투리당 2~3개의 종자가 생겼었다. 따라서 주요 계통을 대상으로 노지 다량 채종시험을 수행하고 종자의 성상에 대해서도 알아두고자 하였다.

제 2절 목표에 대한 달성도

1. 특이형질 계통 선발

기 보존하고 있던 9계통군 36계통을 공시하여 3년 동안 특이형질의 분리계통을 선발코자 노력하였다. 그 결과 제Ⅲ계통군에서 BB3호, 제Ⅳ계통군에서 BB6호와 4호, 제Ⅵ계통군에서 BB5호와 1호, 그리고 제Ⅸ계통군에서 BB2호, 즉 전체적으로 BB1호부터 6호까지의 계통을 분류할 수 있었다. 그러나 이들 계통이 모두 단일개체 유래임으로 육종가의 눈으로 엄밀하게 관찰하면 구분 가능하지만 일반 대중이 보기에는 큰 차이가 없는 것이 사실이다. 즉 기 보존 계통의 자연적인 형질분리로서는 이용상 유용한 특이 형질 계통을 육성할 수 없었다.

특이형질 중에서도 특히 1대잡종 육성에 이용가능한 자가불화합성 계통을 분리 선발코자 많은 노력을 하였다. 그러나 이 역시 성공하지 못하였다. 배추나 무 같으면 거의 완전하게 자가불화합성이라고 판단할 수 있을 정도의 교배성적, 즉 개화 수분에서는 종자가 아주 적게 생기고 너수분에서는 상당량의 종자가 생기는 현상을 목격할 수 있었다. 따라서 목표한 자가불화합성 계통 육성의 꿈이 이루어지는 듯 하였던 때가 몇 차례 있었다. 그러나 그 계통을 다시 검정하였을 때는 전혀 자가불화합성을 인정할 수 없을 정도로 개화자가수분에서 많은 종자가 생산되었다. 결국 현재로서는 자가불화합성 계통 육성에만 매달려 있을 수 없다는 생각에서 1대잡종 육성의 한 방법으로 웅성불임성을 고려하게 되었다.

무의 Ogura CMS(세포질 웅성불임성)를 우리나라 갓(*B. juncea*)에 옮겨놓은 계통을 분양받아 배무채 BB6호로 교잡하고 세대축진을 위해 1년 2세대씩 세대를 진전시켰다. 그 결과 현재 BC₂F₁ 종자를 확보해 높은 상태이다. 약 2년 후에는 이 웅성불임성을 이용한 배무채의 1대잡종이 육성될 수 있을 것으로 기대된다. 비록 자가불화합성 계통 육성에는 성공하지 못하였지만 이보다 더 품종보호 측면에서 유리한 웅성불임성 계통을 육성하고 있다는 것은 본 과제의 본래 취지인 품종 육성에 크게 근접하고 있는 결과라고 할 수 있을 것이다.

이 외에도 무엇보다 중요한 것이 종자생산성이 조금이라도 높은 계통을 육성하는 것이다. 어느 작물에서나 종속간의 원연교잡종이 재배 보급에 성공하지 못하는 것은 종자 생산성이 낮기 때문이다. 다행히 배무채는 경제성이 있을 정도의 종자생산성을 보여 왔으므로(40~50ℓ/10a) 몇 가지

결점을 보완하여 보급할 계획을 세우게 된 것이다. 그렇더라도 물론 개선할 몇 가지 결점 중에는 높지 못한 종자 수량도 포함되어 있다. 노지 다량채종 시험에서 계통 간에 채종량의 차이가 있는 것 같이 보이지만(구체적인 비교시험은 없었음) 획기적으로 개선된 계통은 없었다. 그런데 소포자 배양 시험 결과에서 얻어진 계통 중에 실내 인공교배 때 개화수분의 종자생산량이 획기적으로 높은 것이 있었다. 지금까지 10년 이상 매년 수십 계통씩을 온실(망실)에서 교배하여 보았지만 대부분 종자는 교배화 당 1립 미만으로(노지다량채종시험에서는 꼬투리당 2~3립이 평균) 그 생산량이 적었다. 그런데 이번에 선발된 두 계통은 평균 3립 이상의 획기적인 증가를 나타내었다. 내년 봄에 노지 다량채종 시험으로 확인하여야 하겠지만 현재로서는 기대 이상으로 종자 생산성이 향상된 계통이 얻어진 것으로 생각된다.

2. 종속간 교잡연구

배무채의 종속간 교잡연구는 첫째 갓(*B. juncea*)을 부계로 한 교잡에서 배무채의 위수정을 유도하고 위수정 된 후대 중에서 특히 자가불화합성이 강한 계통을 선발하는 것이었다. 그런데 과거의 예비시험에서 배무채와 갓이 친화력이 없는 것 같았기에 이러한 계획을 세운 것인데 막상 이번 시험에서 교잡한 결과 상당량의 종자가 얻어져서 이들이 과연 위수정된 것인가 하는 의문을 낳게 하였다. 아무튼 후대를 검정한 결과 자가불화합성이 강한 계통은 찾을 수가 없었다.

둘째는 배추과 식물의 기본종 3종 및 2차종 3종과의 교잡친화성 구명이었다. 배무채가 배추의 a계놈과 무의 r계놈을 가지고 있는데 무와는 친화력이 없어 상반교잡 모두 종자가 생기지 않았다. 그리고 기본종의 c계놈인 양배추 및 b계놈인 흑겨자라도 전혀 교잡이 되지 않았다. 그런데 a계놈을 가진 배추 및 배추 종의 다른 아종들과는 배무채가 부계일 때는 안 되지만 모계일 때는 아주 높은 친화력을 나타내었다. 이는 앞에서 설명한 배무채의 웅성불임성 계통이 육성되면 배추류를 부계로 한 다양한 중간 F₁품종이 육성될 수 있음을 시사하는 것이다. 그와 반대로 배무채 채종 때 이 배추류와는 철저히 격리하여야 한다는 사실을 염두에 두어야 한다.

배추과의 2차계놈 중에는 ac계놈의 유채(*B. napus*), ab계놈의 갓(*B. juncea*), bc계놈의 황겨자(*B. carinata*)가 있는데 이들과 배무채 간에는 모두 상당한 친화력을 나타내었다. 특히 동일 계놈이 없는 황겨자(bc)와도 높은 친화력을 나타내어 배무채의 종 특이성이 타종과의 친화력이 높은 쪽으로 기울어져 있음을 알 수 있다. 이러한 현상은 앞의 a계놈 식물과의 관계와 같이 배무채를 모계 또는 부계로 하여 다른 배추과의 2차 계놈과의 사이에 다양한 1대잡종 육성이 가능함을 알 수 있다. 반대로 배무채의 채종뿐 아니라 다른 2차계놈 식물의 채종에 있어서도 서로 철저한 격리가 필요함을 알 수 있게 되었다.

셋째는 새로운 배무채 계통을 기존 배무채의 육성방법에 따라 육성하는 것이었다. 모본으로

쓰일 배추를 바이러스병, 뿌리혹병, 무름병의 3대 복합 내병성 계통으로 하고 부계로 쓰일 무를 복합내병성과 불량환경 내성이 강한 무, 평지 여름무의 한 친, 그리고 역시 품질이 우수한 다른 한 친과 진주대평 무, 그리고 잎에 털(모용)이 없는 남원무를 이용하였다. 교잡 후 10일경에 어린 배추를 배양하여 12개체를 얻고 묘 때에 colchicine을 처리하여 복2배체화를 시도하였다. 그 결과 7개체에서 자식 또는 교잡 종자를 적게는 1립, 많게는 13립정도 얻을 수 있었다. 즉 이들은 모두 종자생산성이 극히 낮았다. 앞으로 종자생산성 향상을 위한 계통 개량이 우선되어야 할 것 같으며 어느 정도 개량되면 기존 계통과는 다른 형질의 계통이 육성되어 배무체의 품종 다양화를 이룰 수 있을 것이다.

3. 소포자배양 기술 개선

본 과제에서 연구 대상이 되고 있는 배무체는 앞에서 이미 설명한 바와 같이 약배양과 소포자 배양을 한 번씩 거친 것이다. 그런데 소포자 배양 때 배 발생률이 배양 접시당 0.9개 정도로서 극히 낮고 대신 캘러스가 14개 이상으로 많아 이를 개선코자 하였다. 최소한 배양 접시당 20개 이상의 배를 얻을 수 있으면 돌연변이 육종 기술로 발전시킬 수 있다고 생각하여 수없이 많은 시험을 수행하였다. 특히 소포자 치상 후 약 1주일 정도는 소포자의 생장이 활발한데 그 이후에 생장을 멈추고 배로 발전하지 못하는 현상이 주원인이라고 생각하여 이를 극복하기 위한 시험을 거의 모든 생각할 수 있는 방법을 동원하여 수행하였다. 그러나 결국 NLN 배지에 sucrose를 13%로 넣은 NLN 13배지에 BA를 0.05~0.1mg/l로 첨가하고 배양 전 처리로 32.5℃ 고온을 3~5일 동안 처리할 때 접시당 배가 최고 10개 안팎으로 얻어진다는 사실을 밝혔을 뿐이다. 즉 처음에 목표하였던 접시당 20개 이상의 배를 얻는 데는 이르지 못하였으며 소포자 치상 1주일 후부터 소포자가 생장을 멈추고 퇴화하는 현상도 극복할 수 없었다. 그러나 다행히 접시당 10개 안팎의 배발생은 가능하므로 형질을 조기에 고정하기 위한 기술로서는 충분히 이용가능하며 돌연변이 육종에도 배양량을 2배 이상으로 늘리면 이용할 수 있는 기술이 확립되었다고 생각된다.

4. 싹채 연중생산 연구

배무체를 싹채소로 보급하기 위한 기초연구로 연중생산 시험을 수행하였다. 처음 2년간은 포기 채 수확하기 위한 재식거리 시험, 배무체 고유의 향과 맛이 일찍이 나타날 수 있게 유안시용(황화합물 공급) 시험 등을 4계절에 걸쳐 수행하였다. 그 결과 재식거리는 12X12cm가 알맞은 것으로 판단되었지만 그 기준이 지켜지지 않으면 안 될 정도로 효과적인 것은 아닌 것 같았다. 유안시용은 획기적인 효과를 나타내지는 않았지만 시용하는 쪽이 무시용보다 생산성과 품질 향상에 효과가 있는 것으로 짐작할 수 있었다. 그러나 기본적으로 싹채소로서 포기채 수확하기 위한 생

산 방식이 잘못 생각한 계획이었던 것 같다. 따라서 3년차에는 일정한 크기로 자랄 때마다 잎을 따서 수확하는 방식으로 재배 양식을 바꾸고 배무채의 계통간 생산성 비교 시험을 수행하였다.

먼저 8월 19일에 파종하여 가을까지는 망실에서 재배하고 겨울동안에는 그 망실에 수막시설을 설치하여 최저온도가 5℃ 이상이 되게 관리하였다. 그 결과 9월 16일부터 수확할 수 있었는데 12차 수확이 끝나고 13차 수확을 하는 12월 19일에는 계통에 따라 병에 걸려 고사하는 수가 많이 생겼다. 그리고 2월 하순경부터는 추대하는 포기가 발생하였다. 따라서 최대한 수확할 수 있는 3월 29일까지 전체 22회를 수확하였다. 그 결과 배무채와 배무채X배추의 F₁과의 비교에서 F₁이 수량이나 고사주면에서 월등히 우수하게 나타났다. 그중에서도 특히 배무채의 BB6호×배추 B계통의 F₁이 높은 수량과 최저의 고사주율을 나타냈다. 배무채의 계통 간에는 BB5호가 가장 수량이 낮았고 기타는 계통 간에 큰 차이가 없었다. 이러한 결과는 3월 14일에 파종하여 비가림 망실에서 재배하고 6월 6일까지 7회 수확한 봄 재배에서도 비슷하게 나타났다. 3차의 여름 재배는 이제 수확이 시작되고 있으므로 그 성적을 여기에 제시하지 못한다.

이상의 결과에서 배무채는 쌈채로 잎을 따서 수확하는 것이 재배관리와 경영상 유리할 것으로 판단되었으며 재배품종은 BB5호를 제외한 BB1호나 4호가 좋고 앞으로 배추와의 잡종이 육성되면 이를 이용하는 것이 유리할 것 같다.

5. 배무채의 영양가

배무채는 그의 양친인 배추와 무보다 잎에서 고형물 함량이 높고 특히 단백질과 당류의 함량이 높아 맛이 좋은 것으로 기대되었다. 그리고 비타민C 함량도 높게 나타났으며 칼륨, 아연, 마그네슘 등 무기물 함량이 높았다. 뿌리의 경우는 모든 성분이 무보다 높게 나타나 영양적 가치가 높다고 생각되었다. 그리고 강력한 항암 성분으로 알려진 sulforaphane 함량을 분석한 결과 예상외로 잎이나 뿌리에서 높은 함유량을 나타내었다. 즉 배무채가 항암성이 강한 기능성 채소로 이용될 수 있음을 알게 되었다.

제 3절 목표 달성에 의한 관련 분야에의 기여도

배무채가 속간 교잡종이지만 종자생산성에 경제성이 있고 균일도가 실용상 지장이 없을 정도로 우수함으로 우선 쌈채소로 시중에 보급할 수 있게 되었다. 뿐만 아니라 소포자배양 기술을 이용하여 보다 고정된 계통을 육성할 수 있고 종자생산성이 획기적으로 향상된 계통도 육성되었다. 나아가 강력한 항암성분인 sulforaphane 함량이 높아 항암 기능성 채소로 보급할 수 있게 되었다. 그리고 배추과의 종속간 교잡 친화성이 구명되어 채종 때 주의할 점이 어떤 것인지 알게 되었으며 새로운 종속간의 1대잡종 육성도 가능함을 알게 되었다. 이에 더하여 1대잡종 생산에

이용될 수 있는 응성불임성 계통이 육성 중에 있으므로 아마도 세계 최초로 속간잡종의 응성불임성을 이용한 다른 종과의 1대잡종 육성이 가능성시 되고 있다.

이상의 과정을 종합하여 보면 종속간의 원연간 잡종 육성이 순도불균일과 종자생산성 저위로 널리 이용되지 못하고 있는데 이러한 문제점을 대부분 해결할 수 있음이 증명된 것이다. 즉 앞으로 종속간 교잡 육종이 보다 활성화 될 수 있는 많은 기초 정보와 기술을 제공하게 되었다고 할 수 있을 것이다.

제 5장 연구개발 결과의 활용계획

I. 특허

1. 속간잡종 배무채의 육성 :
2. 배무채 응성불임성을 이용한 'a' 계능과의 F1 품종 육성 : 2006년 예정
3. 배무채 응성불임성을 이용한 'ac' 계능과의 F1 품종 육성 : 2007년 예정
4. 배무채 응성불임성을 이용한 'bc' 계능과의 F1 품종 육성 : 2007년 예정
5. 배무채 소포자 배양 중 돌연변이 돌연변이 유도 기술 : 2007년 예정

II. 품종 보호 등록

1. 배무채 신 우량계통 품종보호 등록 신청 : 2006. 7. 20
2. 배무채 응성불임성을 이용한 'a' 계능과의 F1 품종 : 2007년 예정
3. 배무채 응성불임성을 이용한 'ac' 계능과의 F1 품종 : 2008년 예정
4. 배무채 응성불임성을 이용한 'bc' 계능과의 F1 품종 : 2008년 예정

III. 논문 발표

1. 배무채 소포자 배양 기술 향상 : 2007년
2. 배무채 소포자 배양 중 돌연변이제 처리에 의한 우수계통 육성 : 2008년
3. 배무채의 배추과 내 타 종과의 교잡친화성 : 2007년
4. 배무채를 이용한 쌈채의 연중 생산 체계 : 2007

IV. 종자 판매

1. 배무채의 쌈채 생산용 종자 판매 시작 ; 2007년

제 6장 연구개발 과정에서 수집한 해외과학 기술 정도

해당사항 없음

제 7 장 인용문헌

- Been, C. G. and H. G. Park. 1984. Application of ovule culture to production of intergeneric hybrids between *Brassica* and *Raphanus*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 25:100-108.
- Cho, Y. S. 1986. Studies on overcoming the postfertilization failure in the intergeneric cross between Chinese cabbage(*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*) and radish(*Raphanus sativus* L.). M.S. Thesis, Seoul National University.
- Dolstra, O. 1982. Synthesis and fertility of \times *Brassicoraphanus* and ways of transferring *Raphanus* characters to *Brassica*. Agric. Res. Rep. 917:1-90.
- Gomez-Campo, C. 1999. Taxonomy. p. 3-32. In: C. Gomez-Campo (ed.). Biology of *Brassica* Coenospecies. Elsevier.
- Hong, S. Y. and S.S. Lee. 1995. Microspore culture of \times *Brassicoraphanus*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36:453-459.
- Jeong, H. W. and S. S. Lee. 1997. Influence of mutagene, n-nitroso n-methyl urethane, on embryo induction and plant development in microspore culture of broccoli. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:379-383.
- Karpechenko, G. D. 1924. Hybrids of ♀ *Raphanus sativus* L. \times ♂ *Brassica oleracea* L. J. Genet. 14:375-296.
- Karpechenko, G. D. 1927. Polyploid hybrids of *Raphanus sativus* L. \times *Brassica oleracea* L. Bull. Appl. Bot., Genet. Plant Breed. 17:305-410.
- Kim, J. 2002. Induction of photo/thermo sensitive single dominant male sterile(MS) gene and its covering gene by induced mutation in broccoli(*Brassica oleracea* var. *Italica*). MS Thesis. Chung-Ang Univ. p. 50
- Kim, Y-H and S-S. Lee. 1997. Microspore culture of Chinese cabbage (*Brassica campestris* spp. *pekinensis*) and Korean turnip(*B. campestris* spp. *rapa*). J. Kor. Soc.

Hort. Sci. 38: 368-371.

Lee, S.S., W. J. Choi, and J. G. Woo. 2002. Development of a new vegetable ceop in XBrassicoraphanus by hybridization of *Brassica campestris* ssp. *pekinensis* and *Raphanus sativus*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:693-698

Lee, S. S. and A. J. Kim. 2000. Effect of cultural vessel, plant growth regulator, illuminating and shaking on embryo induction and growth in microspore culture of heading Chinese cabbage. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:16-20.

Lee, S. S., J. G. Woo, and H. H. Shin. 1989. Obtaining intergeneric hybrid plant between *Brassica campestris* and *Raphanus sativus* through young ovule culture. Korean J. Breed. 21:52-57.

Lee, S. S. and Y. J. Yoon. 1987a. Anther culture of XBrassicoraphanus. Cruciferae Newsl. 12:68-69.

Lee, S. S. and Y. J. Yoon. 1987b. Effects of heating period and 2,4-D concentration on embryogenesis in anther culture of heading Chinese cabbage, *Brassica campestris* ssp. *pekinensis*. Korea-China Plant Tissue Culture Symposium. pub. by Agricultural Sciences Institute, RDA., Institute of Botany, Academia SINICA. p. 67-76.

Lee, S. S., J. Y. Yoon, D.G. Oh, and J.G. Woo, 1986. Anther culture of Chinese cabbage (*Brassica campestris* spp. *pekinensis*). Korean J. Breed. 18:1-5.

Lim, S. J. 2001. Confirmation of chromosomal constitution by means of karyotype analysis and genomic in situ hybridization of XBrassicoraphanus, the intergeneric hybrid between *Brassica campestris* ssp. *pekinensis* and *Raphanus sativus*. MS Thesis. Chung-Ang Univ. p. 52.

McNaughton, I. H. 1968. The synthesis of new crop plants from interspecific and intergeneric crosses of *Brassica* and *Raphanus*. 2nd. *Brassica* Meet. Eucarpia. Wellesborne. p. 19-24.

McNaughton, I. H. 1973. Synthesis and sterility of *Raphanobrassica*. Euphytica 22:70-88.

McNaughton, I. H. 1979. The current position and problems in the breeding of *Raphanobrassica* (radicole) as a forage crop. Proc. 4th. Eucarpia Confer. Breed. Cruciferous crops. p. 22-28.

McNaughton, I. H. 1983. *Raphanobrassica* in retrospect and prospect. Cruciferae Newsl. 7:37-40.

Namai, H., M. Sarashima, and T. Hosoda. 1980. Interspecific and intergeneric hybridization breeding in Japan. p. 167-190. In: Tsunoda, S., K. Hinata and C. Gomez-Campo(eds.). *Brassica* crops and wild allies. Japan. Sci. Soc. Press. Tokyo.

Nishi, S. 1980. Differentiation of Brassica crops in Asia and the breeding of "HAKURAN", a newly synthesized leafy vegetable. p. 133-150. In: Tsunoda, S., K. Hinata and C. Gomez-Campo (eds.). *Brassica* crops and wild allies. Japan Sci. Soc. Press. Tokyo.

Olsson, G. and S. Ellerström. 1980. Polyploidy breeding in Europe. p. 167-190. In: Tsunoda, S., K. Hinata and C. Gomez-Campo(eds.). *Brassica* crops and wild allies. Japan. Sci. Soc. Press. Tokyo.

Oost, E. H. 1984. \times *Brassicoraphanus* Sageret or \times *Raphanobrassica* Karpechenko? Cruciferae Newsl. 9:11-12.

Rhee, W. Y., Y. H. Cho, and K. Y. Paek. 1997a. Histology of ovule development by interspecific intergeneric crossing in *Brassica* and *Raphanus*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:670-674.

Rhee, W. Y., Y. H. Cho, and K. Y. Paek. 1997b. Analysis of polymorphism of intra- and interspecific and intergeneric hybrids in *Brassica* and *Raphanus* using isozyme and RAPD. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:675-678.

Rhee, W. Y., Y. H. Cho, Y. K. Suh, and K. Y. Paek. 1997c. Stomatal characteristics of intergeneric hybrids between *Brassica* and *Raphanus*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:679-683.

Rhee, W. Y., Y. H. Cho, and K. Y. Paek. 1997d. Effect of number of days from pollination to detachment of ovules on embryo development in vitro for the interspecific crossing between *Brassica* species and intergeneric hybridization between *Brassica* and *Raphanus*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:372-378.

Takada, M. 1987. Studies on the breeding of artificially synthesized *Brassica napus* "HAKURAN" with head formation habit and the establishment of cropping system of the F₁ hybrids. Bull. Gifu Agri. Res. Center, Gifu, Japan. No. 1. p. 1-185(Japanese with English summary).

Toxopeus, H. 1985. ×*Brassicoraphanus* Sageret, Cultivargroup Raparadish. Cruciferae Newsl. 10:13.

U, N. 1935. Genome analysis in *Brassica* with special reference to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. Jpn. J. Bot. 7:389-452.

부표 1. 배무채 특성검정용 계통의 연차별 파종 내역

계통군	1년차의 계통명	연도별 파종번호(BR)			비 고
		1연차	2연차	3연차	
I	(OV115C-2x115C-1)-1	202			불발아
	(OV115C-2x115C-1)-1-1	203	306		1주발아
	(OV115C-2x115C-1)-1-2	204			불발아
II	OV115C-4	205		457-459,462	
	OV115C-4-1	206		385	
	OV115C-4-1-1	208			불발아
	OV115C-4-1-2	209	288		
	OV115C-4-6op	207			
	OV115C-4-8op	253			
	OV115C-4op-3op	210			
III	OA20-1	211	270,271	430,431,432,468	BB3(잎용)
	OA20-1-10	212			
	OA20-1-10-1	213	297		
	OA20-1-10-1-2	214	298		
	OA20-1-10-1-2-1	215	299		
	OA20-1-10-1-2-1-1	216	300		
	OA20-1-10-1-2-1-3	217			
	OA20-1-10-1-2-1-1-1	218	272		
	OA20-1-10-1-2-1-3-1op	219			
IV	OA20-2op	220	273	386,433-440,463,465	BB6(맛)
	OA20-2-7op	221	274	441,442,464	BB4(종자다량)
	OA20-2-7-2	222	301	448	
V	OAm1-1	223	275	443-445	
VI	OAm1-2	224	302	460,461	BB5
	OAm1-2-11op	225			불발아
	OAm1-2-11op-9	226	276	446,466,467	
	OAm1-2-11op-BM-4	227	277,303	380,389,449-451	BB1
VII	OAm1-4	228	278	447	
	OAm1-4-1	229			1주 발아
VIII	OAm7	230			
	OAm7-2	231			불발아
IX	OAM18-1-1	232	279		
	OAM18-1-1-1	233	304		
	OAM18-1-1-1-4	234	280		
	OAM18-1-1-1-4-1	235	295		
	OAM18-1-1-1-4-2	236	305	452,453	BB2
계 9 군	36계통				



VCS M-291
(배추표준)



VCS 3M-291
×진주대평



VCS 3M-291
×남원무



VCS 3M-291
×남원무



VCS 3M-291
×평지여름
25번계통



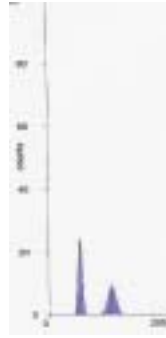
VCS M-291
× 평지여름
25번계통



VCS 3M-291
× 평지여름
25번계통



VCS 3M-291
× 진주대평



VCS 3M-291
× BR277-1



VCS3M-291
× 진주대평



VCS M-291
×평지여름



VCS 3M-291
×진주대평



VCS 3M-291
× 평지여름



VCS 3M-291
×BR277-1



VCS 3M-291

부표 2. 배추×무의 배주 배양 유래 식물의 Flowcytometer 그래프

부표 3. 1연차 추자 검정 후 선발 모본의 개체별 특성

계통군	선발 개체번호	계통명	초세	화색	화분량	종자량		비 고
						FS	BS	
II	BR 205-1	OV115C-4-1	약	黃	多	不良	不良	
	-3	OV115C-4-3	"	白	多.無(花別)	無	無	폐기 3/19
	206-1	OV115C-4-1-1	"	黃	"	"	"	
	-2	OV115C-4-1-2	"	"	"	"	"	
	207-2	OV115C-4-6op-2	"	"	無	-	-	
	-6	OV115C-4-6op-6	중	"	"	-	-	死 3/9
	-9	OV115C-4-6op-9	"	"	"	-	-	
	209-1	OV115C-4-1-2-1	"	白	多	不良	극소	
	-3	OV115C-4-1-2-3	"	黃	多.無(花別)	無	無	
	210-7	OV115C-4op-3op-7	"	"	"	"	"	
-8	OV115C-4op-3op-8	약	白	多	不良	-		
III	211-1	OA20-1-1	중	"	"	中	-	
	-3	OA20-1-3	"	"	"	中	-	
	212-1	OA20-1-10-1	"	"	"	不良	-	
	-5	OA20-1-10-5	"	"	"	中	-	
	213-1	OA20-1-10-1-1	강	"	"	"	-	
	-4	OA20-1-10-1-4	"	"	"	"	-	
	214-1	OA20-1-10-1-2-1	"	"	"	良	-	
	-8	OA20-1-10-1-2-8	"	"	"	"	-	
	215-1	OA20-1-10-1-2-1-1	"	"	"	"	-	
	-2	OA20-1-10-1-2-1-2	"	"	"	"	-	
	216-1	OA20-1-10-1-2-1-1-1	"	"	"	中	-	
	-3	OA20-1-10-1-2-1-1-3	중	"	"	"	-	
	217-1	OA20-1-10-1-2-1-3-1	"	"	"	"	-	
	-2	OA20-1-10-1-2-1-3-2	"	"	"	"	-	"
	218-2	OA20-1-10-1-2-1-1-1-2	강	乳白	"	中	中	
-4	OA20-1-10-1-2-1-1-1-4	"	白	"	中	中		
219-2	OA20-1-10-1-2-1-3-1op-2	중	"	"	中	不良		
-3	OA20-1-10-1-2-1-3-1op-3	강	"	"	良	中		
IV	220-3	OA20-2op-3	중	"	"	中	中	
	-4	OA20-2op-11	강	"	"	中.不	良	
	221-4	OA20-2-7op-4	"	"	"	中	不良	
	-5	OA20-2-7op-5	"	"	"	良.不	中	
	222-1	OA20-2-7-2-1	중	"	"	中.不	不良	
	-3	OA20-2-7-2-3	강	"	"	良	中	
V	223-4	OAm1-1-4	중	白	"	"	"	
	-6	OAm1-1-6	"	"	"	中	不良	
VI	224-1	OAm1-2-1	강	"	"	"	中	
	-6	OAm1-2-6	중	"	"	"	"	
	226-4	OAm1-2-11op-9-4	중	"	"	不	不良	
	-5	OAm1-2-11op-9-5	강	"	"	中	中	
	227-1	OAm1-2-11op-BM-4-1	"	"	"	不	良	
-3	OAm1-2-11op-BM-4-3	"	"	"	良	中		

계통군	선발 개체번호	계통명	초세	화색	화분량	종자량		비 고
						FS	BS	
VII	228-1	OAm1-4-1	-	-				사멸
	-3	OAm1-4-3	중	乳白	少	不	不良	
	229-1	OAm1-4-1-1	강	白	多	不	不良	
IX	232-1	OAm18-1-1-1	약	"	"	中不	中	착협불량
	-2	OAm18-1-1-2	중	"	"	不	不良	mosaic
	233-1	OAm18-1-1-1-1	"	"	"	中	良	
	-2	OAm18-1-1-1-2	"	"	"	不	不良	virus
	234-1	OAm18-1-1-1-4-1	"	"	"	不	"	착협전무
	-2	OAm18-1-1-1-4-2	"	"	"	"	"	착협불량
	235-1	OAm18-1-1-1-4-1-1	"	"	中少	"	"	노화수분
	-2	OAm18-1-1-1-4-1-2	약	黄	多多	?	34?	"
	236-1	OAm18-1-1-1-4-2-1	중	白	多	良	中	virus
	-2	OAm18-1-1-1-4-2-2	강	"	"	中	不	virus

부표 4. 배무채 자가불화합성 검정용 교배현황(1차년도)

과종번호 (BR)	교배일	교배회수		종자량	
		FS	BS	FS	BS
205-1	2.20	26	-	0	-
209-1	2.19	28	31	1	2
211-1	2.10	41	44	2	5
	3.10	21	21	1	0
211-3	2.10	12	42	4	31
212-1	3. 3	7	10	3	1
212-5	2.10	23	44	12	13
213-1	2.12	15	23	22	22
213-4	2.12	18	26	25	38
214-1	2.18	25	23	40	35
	2.28	27	17	41	19
214-8	2.18	18	20	21	42
	4. 1	7	6	1	0
215-1	2.19	22	27	53	28
215-1	2.10	16	24	5	20
	2.27	12	9	21	16
	2.11	15	37	4	23
216-1	2.27	26	17	49	21
	2.10	20	36	9	26
216-3	2.27	35	22	51	5
	2.12	7	32	5	19
217-1	2.26	24	19	30	21
	2.12	16	24	15	17
217-2	2.28	18	13	22	17
	2.10	12	31	2	13
218-2	3.10	18	20	14	10
	2.10	10	17	5	22
218-4	3.10	18	27	5	4
	2.10	8	14	17	10
219-2	3.31	8	14	17	10
219-3	2.12	12	13	10	0
220-3	2.11	19	29	8	11
220-4	2.10	13	27	2	10
	3.10	15	22	6	23
221-4	2.11	16	32	17	8
	3.10	7	10	1	3

과종번호 (BR)	교배일	교배화수		종자량	
		FS	BS	FS	BS
221-5	2.10	21	35	0	2
	3.27	5	9	0	1
222-1	2.10	18	26	20	2
	3. 6	21	19	57	1
222-3	2.11	29	37	7	13
	4. 2	17	23	1	6
	4. 4	9	8	0	0
223-4	2.11	22	34	2	12
	4. 3	7	9	0	0
223-6	2.10	23	30	1	2
	3. 6	21	19	2	0
224-1	2.11	12	10	5	5
	2.14	7	10	10	16
224-4	2.11	16	30	2	6
226-4	2.12	9	31	4	6
	3.3	18	12	21	2
227-1	2.10	20	35	1	9
227-3	2.11	23	29	17	21
228-3	2.12	13	11	0	2
229-1	2.10	15	25	3	1
	3.6	21	17	15	4
232-1	2.12	3	13	1	12
	3. 8	15	11	20	26
	3.27	3	8	3	9
232-2	2.11	17	32	0	16
	3. 6	24	25	19	2
233-1	2.11	22	31	12	36
	3.28	15	14	27	2
233-2	3. 3	31	24	60	26
	3.28	22	28	11	9
234-1	3. 3	10	9	0	1
234-2	2.12	9	14	1	0
	3. 3	9	9	1	0
235-1	2.18	19	27	0	0
	3. 8	14	8	3	0
235-2	2.24	21	15	7	3
	3. 6	17	23	16	8
236-1	2.19	18	20	26	13
	3.8	15	12	38	28
236-2	2.12	5	11	4	3
	3. 6	16	14	25	18
	3.28	7	7	1	2

부표 5. 자가불화합성 가능 개체의 후대에 대한 자가불화합성 검정 결과(교배화당 종자수)
(2차년도)

개체번호	교배 구분	220-4 -1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
220-4-1	FS(c)	0.4	0.4	0								
	BS(c)	0	0.2	0								
2	"	1.3										
	"	0										
3	"	1.8	1.8	0.3	0.3							
	"	0.3	0.1	0.1	0.1							
4	"	0.4	1.6	0.1	-							
	"	0.1	0.1	0.2								
5	"							0.3	0.1			
	"							0	0			
6	"					0.5	0.3					
	"					0	0					
7	"					1.5	0.2					
	"					0	0					
8	"					2.5	0.6	0.5	0.1			
	"					0.1	0.1	0	0.2			
9	"	0								0.5		1.8
	"	0.1								0		0.2
10	"				0					0	0	0
	"				0.3					0.3	0.1	0.2
11	"	0.3										
	"	0.1										

부표 6. 배무채 계통별 배추와의 교잡성적(교배화 당 종자 수)

배무채계통 (♀)	화분친 배추			
	CC-260(결구종)		CC-261(반결구종)	
	교배화지수	교배화 당 종자 수	교배화지수	교배화 당 종자 수
BR 222-1	5	0.9~8.0	-	-
222-2	6	0.0~8.0	-	-
222-4	2	2.7	-	-
255-1	7	2.9~6.4	3	0.9~3.0
-2	5	0.7~8.6	2	1.6~2.8
-3	5	0.4~4.8	1	3.6
-4	4	0.1~0.7	2	2.0~2.9
-5	3	0.9~4.1	2	3.2~4.7
-6	5	4.2	2	
-14	-	-	3	5.0~7.0
-17	-	-	3	0.9~4.3
-22	-	-	3	2.3~4.1

부표 7. 배무채 및 배추의 주요 계통간 F₁종자 생산성(개화수분)

♀ \ ♂	VCS 13M-57			조선배추(102919-2M-1)		
	수분화수(A)	종자수(B)	B/A	수분화수(A)	종자수(B)	B/A
BB 1호	80	303	3.79	84	321	3.82
BB 4 호	99	328	3.31	-	-	-

부표 8. 배무채 소포자 배양에 있어서 계통 및 개체별 배발생 유무(1차년도)

계통명	배양일	배지 처리	고온처리 기간	배발생유무	계통명
BR 274-1	3.17	A	3	×	OA20-2-7-5
			3	×	
277-1	3.11	"	4	×	OAm4-4-1
289-1	4.20	B	3	○	OV115C-4-1-2-3×OAm4-15-4
			3	×	
-2	3.16	A	4	×	
			3	○	
-3	3.15	A	4	○	
			5	○	
"	3.19	A	5	○	
"	3.31	A	3	○	
"	4.12	A	3	○	
"	4.17	B	3	○	
293-3	4.3	A	3	×	OV115C-4-1(10)×OAm4-15-4
295-3	4.6	A	3	×	OAm018-2-3
"	4.16	B	3	×	
295-4	4.19	B	3	×	OAm018-2-4

부표 9. 소포자 배양 유래 개체의 후대 채종 및 특성

소포자 유래 개체 NO	NMU 처리유무	화분유무	종자(MC ₁)		비고	후대검정결과	MC ₂ 채종용 모본수
			자식	교잡			
BR-541	무처리	○	-	-	4n?		
542	"	○	-	-	"		
543	"	○	-	-	"		
544	"	○	-	-	"		
545	"	○	-	1			F ₁ : 1주
546	"	-	-	3			F ₁ : 2주
547	처리	-	-	-			
548	"	○	37	5		자식계: 잎 달고 맛양호	자식계: 4주
549	"	-	-	-			
550	"	○	11	20		F ₁ : 잎 달고 맛양호	F ₁ : 4주
551	"	○	10	-			자식계: 3주
552	"	○	2	-			자식계: 1주
553	"	반불임	-	-			
554	"	○	2	-			
555	"	-	-	1			F ₁ : 1주
556	무처리	○	11	-			자식계: 1주
557	"	반불임	-	4			F ₁ : 4주
558	처리	○	95	-		단맛이 강하며 뒷맛이 약간 맵다	자식계: 2주
559	"	○	9	-			" : 2주
560	"	○	186	-		매운 맛이 강하다	" : 5주
561	"	고사	-	-			
562	무처리	○	4	-			자식계: 2주
563	"	○	-	-	4n?		
564	처리	○	-	-	"		
565	"	○	-	-	"		
566	무처리	기형	-	-	비개화		
567	"	"	-	-	"		
568	"	"	-	-	"		
569	처리	○	-	-	고온기개화 폐기		
570	"	○	-	-	"		13계통 32주

※ MC₂ 채종은 현재 종자조제 중

부표 10. 배무채 소포자 배발생에 미치는 BA 및 NMU의 효과(발생배수/접시)

시험회수	BA 처리 (mg/l)	NMU(μ m)			배양일
		0	0.01	0.1	
1	1	0	0.5	0	10월 18일
	0.1	1.0	0.3	-	
2	0	0.3	0.4	0	10.20
	0.1	0	0	0	
3	0	0.6	0	0	11.2
	0.1	0.3	<u>2.0</u>	0.4	
4	0	2.0	0.6	0	11.8
	0.1	2.2	0.8	0.4	

※ 공시재료: OAm4 (BBI)

부표 11. 배무채 F1 조합과 그 양친 및 BA의 농도가 소포자 배발생에 미치는 영향
(발생배수/접시)

배양재료	BAP의 농도(mg/l)			평균
	0	0.05	0.1	
OA20-20p-11(P♀)	-	3.4	5.1	4.3
OA20-20p-11 ×OAm4-15-3(F ₁)	1.4	0.4	1.6	1.1
OAm4-15-3(P♂)	-	1.1	0.2	1.7
평균	1.4	1.6	2.3	

※ 기본배지: NLN 13, 고온처리: 32.5°C 3일

부표 12. 배무채 소포자 배발생에 미치는 NAA의 효과(발생배수/접시)

시험회수	생장조정제(mg/l)	NMU(μ m)			배양일
		0	0.01	0.1	
1	BA 0.1	0.3	0.8	0	11월 3일
	BA 0.5+NAA0.05	0	0	0	
2	BA 0.1	1.6	1.1	0.3	11.10
	BA 0.5+NAA0.05	0	0	0	

부표 13. 배무채 소포자 배발생에 미치는 sucrose의 농도 효과(발생배수/접시)

시험회수	배지의 sucrose 농도(%) 및 교환				배양일	배양재료
	13	13→13	17	17→13		
1	-	-	0.8	1.0	5월 20일	BR289-3의 소포자 유래 순계(A)
2	3.1	오염	3.0	오염	5.26	BR289-3의 소포자 유래 순계(B)
3	오염	오염	<u>10.5</u>	오염	상동	상동
4	1.0	0.5	0.7	오염	6.15	OA20-2-2A

부표 14. 배양 중 열충격이 배발생에 미치는 영향(발생배수/접시)

14-1

처리 온도	32.5°C	30°C, 7일	30°C, 14일
4°C	0	1.5	0.5
25°C	0.3	1.3	1.0
30°C	0.5	2.5	1.5

배지 : NLN 1/2 + BA 0.1mg/l

부표 14-2.

시험회수	무처리	4℃	32.5℃	35℃	
1차	1.4	1.8	1.2	-	
2차	1.6	2.6	1.8	1.0	배양 6일째 시작 1일
3차	<u>5.4</u>	3.4	2.6	2.6	
4차	<u>5.2</u>	5.2	4.4	3.0	

부표 14-3.

시험회수	무처리 (25℃)	4℃		13℃		30℃	
		1일	2일	1일	2일	1일	2일
1차	1.4	0.3	1.0	0.6	0.0	0.0	3.0
2차	0.9	1.6	0.0	1.0	0.0	0.3	1.5
3차	0.2	0.0	0.0	0.3	1.0	0.3	0.0

부표 15. 배양 중 배지 교환이 배발생에 미치는 영향

배지교환	교환배지			비고
	NLN 13	MS	B5	
1차	4.5	0.3	2.5	6일째 교환
2차	3.3	(3.0)	(4.3)	
3차	5.0	0.2	0.2	
4차	3.0	(0.8)	0.3	

부표 16-1. 배양중 배지 첨가가 배발생에 미치는 영향(발생배수/접시)

온도처리	32.5℃		35℃		비고
	3일	5일	3일	5일	
기본배지	3.5 (2.0)	3.5 (2.5)	0.0 (0.0)	0.0 (10.0)	배양 6일째 첨가
" 첨가	5.3 (0.0)	2.0 (1.3)	0.3 (4.3)	0.0 (6.0)	

(): callus

부표 16-2.

2,4-D 첨가	기본	4일	6일	8일
1차 배	6.2	0	2.0	2.0
callus	1.2	0	0	1.2
2차 배	5.2	0	2.8	3.6
callus	2.4	0	0.4	0.8

부표 16-3.

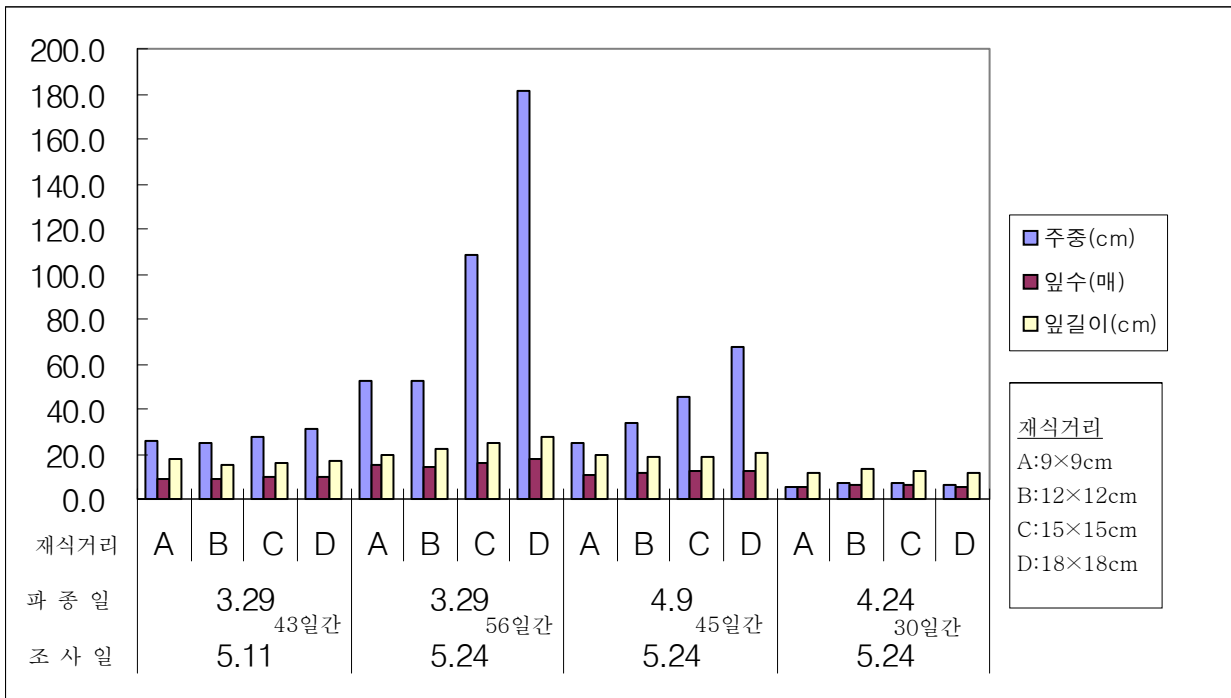
첨가물질	4일째	6일째	8일째	
기본배지배양	-	3.0	-	
2,4-D	1.0	0.5	1.6	3회 모두 비슷
GA	1.1	0.1	0.5	
IAA	1.1	2.3	0.3	

부표 17. 배무채의 영양성분 함량(가식부 100g당)

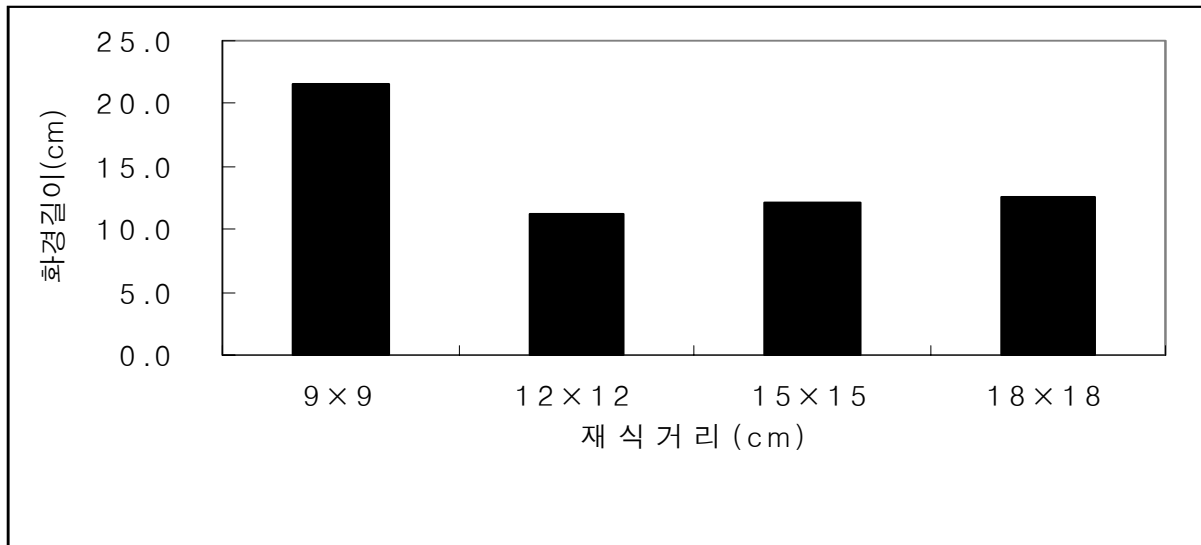
농촌진흥청 식생활 연구소

식품명	에너지 kcal	수분 %	단백질 g	지방 g	탄수화물			무기질							비타민						
					당질 g	섬유소 g	회분 g	칼슘 mg	인 mg	철 mg	나트륨 mg	칼륨 mg	아연 mg	마그네슘 mg	A		B ₁ mg	B ₂ mg	나이아신 mg	C mg	
															R.E	β-Carotene μg					
BR 245	뿌리	46	84.8	3.7	0.2	8.9	1.2	1.0	33	106	0.2	44	504	0.36	28.2	0	0	0.12	0.05	0.6	51
	잎	37	87.9	3.2	0.5	6.1	1.1	1.2	55	59	1.6	52	504	0.14	14.6	60	360	0.14	0.13	0.5	99
BR 250	뿌리	34	88.5	2.3	0	7.2	1.0	0.6	22	69	0.3	36	415	0.15	16.2	0	0	0.09	0.06	0.6	37
	잎	32	88.7	3.1	0	6.1	0.9	0.4	37	59	4.5	37	479	0.27	19.5	49	292	0.09	0.14	0.5	99
배추	13	94.3	1.3	0.2	2.4	0.7	1.5	51	29	0.3	5	230	-	-	9	56	0.05	0.06	0.3	46	
무	뿌리	18	94.3	0.8	0.1	3.8	0.6		26	23	0.7	13	213	-	-	8	46	0.03	0.02	0.4	15
	잎	19	91.8	2.0	0.2	3.2	1.0		249	35	3.0	36	273	-	-	368	2210	0.05	0.10	0.6	75

* Vit A- R.E는 β-Carotene를 환산한 수치임.



부표 18. 배무채 봄 노지 재배의 파종기별 재식 거리별 성장량



부표 19. 배무채 봄 노지 재배의 재식거리별 추대 환경 장(3월 29일 파종 - 5월 24일 조사)

부표 20. 배무채 봄 노지 재배의 파종기 및 재식거리별 수량(가식부 뿌리 포함)
(33m² 기준)

파종시기	조사시기	생육기간 (일)	재 식 거 리 별 수 량 (kg)				비 고
			9×9 (cm)	12×12 (cm)	15×15 (cm)	18×18 (cm)	
3.29	5.11	43	104.7	56.8	39.9	31.8	
3.29	5.24	56	215.1	119.4	158.9	185.2	
4.9	5.24	45	101.0	76.6	65.9	68.7	
4.24	5.24	30	20.4	16.7	10.7	6.5	

부표 21. 배무채의 찜채 생산에 있어서 유안 시용 효과

과종 기	수확 조사기	채배기 간(일)	품종	시비법	엽중	엽장	엽수	엽폭	맛 유무	
8.16	09.20	35	배무채	유안시용	72	30	8	15	무	
				무시용	74	27	8	14	"	
				평균	73	29	8	15		
			F ₁	유안시용	126	34	11	17	무(더싱겁다)	
				무시용	77	29	10	15	"	
				평균	102	32	11	16		
	10.18	59	배무채	유안시용	251	37	17	17	무	
				무시용	207	35	14	20	무	
				평균	229	36	16	19		
			F ₁	유안시용	281	41	18	20	무	
				무시용	204	40	16	19	무	
				평균	243	41	17	20		
9.14	10.18	34	배무채	비가 림	유안시용	28	23	8	11	무
					무시용	34	23	8	13	무
					평균	31	23	8	12	
				F ₁	유안시용	18	18	8	9	무
					무시용	30	21	8	11	무
					평균	24	20	8	10	
			배무채 노지	유안시용	35	21	9	11	무	
				무시용	42	23	10	12	무	
				평균	39	22	10	12		
				F ₁	유안시용	50	23	10	12	무
					무시용	34	19	9	10	무
					평균	42	21	10	11	
2.01	04.12	71	배무채	유안시용	64	23	17	13	강	
				무시용	25	16	15	9	강	
				평균	45	20	16	11		
			F ₁	유안시용	84	27	18	16	약	
				무시용	20	16	15	10	약	
				평균	52	22	17	13		
2.18	04.12	53	배무채	유안시용	22	14	15	8	강	
				무시용	20	14	14	8	강	
				평균	21	14	15	8		

부표 22. 싹채 잎 생산용 시험 내용

파종기	정식기	공시계통 수	공시주 수	재배방법	비고
8월 19일	9.5	9	50주 2반복	대형 수막 망실 하우스	11월 일부터 수막재배
3월 14일	4.11	9	25주 "	소형 비가림 망실재배	-
6월 26일	현재 육묘 중	9	25주 "	" (예정)	-