

발간등록번호

11-1541000-000491-01

보안과제( ), 일반과제(○)

과제번호 : 506012-4

## 여름재배용 고품질, 만추대성 다수확 상추 품종개발

(Development of lettuce varieties with good quality,  
Slow-bolting and high-yield in summer season.)

권농종묘

농림수산식품자료실



0005534

농림수산식품부

# 제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “여름재배용 고품질, 만추대성 다수확 상추 품종개발” 과제의 보고서로 제출합니다.

2010 년 4 월 24 일

주관연구기관명 : 권 농 종 묘

주관연구책임자 : 권 오 하

세부연구책임자 : 권 오 하

연 구 원 : 김 창 수

연 구 원 : 이 종 철



# 요 약 문

## I. 제 목

여름재배용 고품질, 만추대성 다수확 상추 품종개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

상추는 호냉성 채소로서 국내재배에서 봄, 가을재배는 큰 문제없이 안정적으로 재배가 가능하나 여름재배에서는 품질이 저하되고 추대로 인한 수확량 감소 등 어려운 점이 많아 가격이 불안정한 편이다. 그러므로 연중 안정적인 상추의 재배와 공급을 위해서는 여름용 고품질, 다수확 품종의 개발은 반드시 필요한 실정이므로 본 연구는 여름재배용 상추의 품종개발에 목적이 있다. 또한 본 연구는 그 동안 국내외에서 수집한 251개의 유전자원의 특성을 평가 및 분석과 잎 상추의 수량 및 품질에 대한 유전분석과 효율적인 특성검정 및 선발방법을 확립하여 상추 품종개발의 기초 자료를 얻고자 하였다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

그동안 수집한 251개 유전자원과 기존의 육성계통의 특성을 검정 및 분류를 통한 유용한 유전자원을 선발한 후 인공교배를 통한 변이를 창출한다. 또한 이면교잡에 의한 주요 형질의 유전분석과 효율적인 내습성 및 추대성 검정방법을 확립하여 작성된 변이의 개체 및 계통 선발을 한다. 선발된 계통의 생산력검정시험과 지역적응연락시험을 통한 여름철 고온장일과 고온다습 조건에서 내서성과 내습성이 강하며 만추대성인 다수확 품종, 여름에도 적색발현이 우수하고 엽육이 두꺼워 씹용으로 우수한 고품질 적상추 품종 및 고온조건에서 수확 후 시들음이 늦어 수송성이 우수한 품종을 육성한다.

## IV. 연구개발결과 및 성과활용계획

품종육성을 위해 수집한 251개의 유전자원과 기 육성계통의 특성검정 및 분류를 완성하여 품종개발 목적에 맞는 유전자원의 선택이 용이하게 되었다. 또한 주요형질의 유전분석과 내습성 및 추대성 검정 방법을 확립하여 효율적인 선발방법을 확립하였다. 이와 같은 유전자원 분석과 효율적인 선발방법에 의해 여름용 고품질, 만추대성, 다수확 품종 5개 계통을 선발 지역적응연락시험과 생산력검정시험 결과 우수한 품종으로 선발하여 최종적으로 ‘진청맛’, ‘슈퍼청풍’, ‘슈퍼열풍’, ‘흠런왕’ 및 ‘풍미맛’으로 명명하여 국립종자원에 품종보호 출원하였으며 동시에 이들 개발품종은 종자를 생산하여 2010년 여름부터 농가에 보급하여 농가소득 증대와 상추의 안정적인 생산에 기여할 계획이다.





# SUMMARY

## I. Subject

Development of lettuce varieties with good quality, slow-bolting and high-yield in summer season.

## II. Objectives and necessities of research

The lettuce production of spring and autumn in Korea is reliably possible without large problems as cool-like vegetables, but the price of lettuce in summer season was unstable such as the quality is lowered by high temperature and yield decreased by bolting. Therefore, The development of lettuce varieties with high quality, slow-bolting and high-yield for summer season is certainly necessary in order to raise satisfaction of consumer and guarantee stable production of farmer.

Moreover, this study is aiming to develop new varieties of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) with good quality, slow bolting and high-yield characteristics, therefore the preceding study was conducted to obtain basic information on breeding by evaluating and classifying of 251 collected varieties and by genetic analysis on quality and yield-related characters, and to established efficient selection method for tolerance to high moisture of soil and resistance to bolting under high temperature.

## III. Research contents and extent

We breed new F1 and F2 populations through artificial crosses after selecting useful lines agree to the breeding purpose through evaluations and classifications with pre-breeding lines and 251 collected lettuce varieties in domestic and overseas collected during that time. Also, we select good plants and lines from each created F2, F3, F4, F5 generation populations through selection systems established with genetic analyses of main characteristics by diallel crosses and studies about efficient selection methods for waterproof and bolting-resistance.

After the selection and through conducting productivity test and region (climate) adaptation test, the research focuses on developing varieties that are strong in waterproof and heat-resistance ability, varieties with slow-bolting and high-yielding. Moreover, the research also emphasizes on developing lettuce varieties that shows excellent red color even in summer, that have high-quality with thick leaves and high portability by withering slowly.

## IV. Research results and proposals for utilizations

Through analyzation and classification of 251 collected varieties aiming to develop new varieties, it is now possible to select appropriate parients lines to improve the breeding

efficiency. Moreover, experiments to testify the waterproof ability and bolting-resistance of varieties helped to establish the most efficient selecting method in breeding populations. As a result, through this analysis and efficient selection of varieties, five varieties of excellent breeding lines are selected such as high-quality, late-bolting ability and high yield in summer season. Ultimately, these selected varieties go through trials for quality and yield and for region adaptation, and after, these are named 'Jincheong mat', 'Super cheongpung', 'Super yulpung', 'Homerun wang' and 'Pungmi mat', and also submitted to Korea seed & variety service to be protected. These new varieties will be supplied to farmer for summer season of 2010. The research is predicting that these new varieties are going to play a big role in the increase of farm income and stable lettuce production.

## CONTENTS

<b>Chapter 1. Introduction of the research project</b>	-----9
Section 1. Purpose of the research	-----9
Section 2. Objective and content of the research	-----10
Section 3. The scope of the research project	-----11
<b>Chapter 2. The current status of the research in domestic and overseas</b>	---13
Section 1. Significancy of the research and the current status of the research in domestic and overseas	-----13
<b>Chapter 3. Results of the research project</b>	-----18
Section 1. Evaluation and classification of the leaf-lettuce varieties that collected in domestic and overseas	-----18
Section 2. Breeding of lettuce varieties with good quality, slow-bolting and high-yield	-----58
<b>Chapter 4. Achievement of the research goals and their contribution</b>	----76
Section 1. Achievement degree of research and development toward -goals	---76
Section 2. Contribution to related fields	-----77
<b>Chapter 5. Utilization Plans from Results of Research and Development</b>	---78
<b>Chapter 6. Science &amp; Technology Information of Foreign Countries</b>	-----81
<b>Chapter 7. References</b>	-----98



# 목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	9
제 1 절	연구개발의 목적 및 중요성	9
제 2 절	연구개발의 목표 및 내용	10
제 3 절	기술개발의 범위	11
제 2 장	국내외 기술개발 현황	13
제 1 절	국내·외의 관련연구의 기술현황	13
1.	상추 품종의 특성분석과 분류	13
2.	상추의 품질	14
3.	상추의 특성 및 유전분석	14
4.	품종개발	17
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	18
제 1 절	국내외에서 수집한 잎 상추 유전자원의 평가 및 분류	18
1.	기 수집 유전자원 특성검정 및 분석	18
2.	연구 수행중 수집한 유전자원 특성검정	34
3.	주요형질 유전분석	36
4.	고품질, 다수확 품종 선발방법 확립	53
제 2 절	우수품종 육성	58
1.	기 육성한 계통 특성검정	58
2.	소재육성을 위한 교배조합	59
3.	계통육성	60
4.	우수품종 육성	62
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	76
제 1 절	연구개발 목표 달성도	76
제 2 절	관련분야의 기여도	77
제 5 장	연구개발 결과의 활용계획	78
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	81
제 7 장	참고문헌	98



# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성

상추는 세계적으로 중요한 위치를 차지하는 샐러드 채소이며, 우리나라에서도 상추의 소비가 계속 증가하여 2008년 기준으로 재배면적이 4,574ha이고 년 생산량이 138,098톤에 5,000억원 이상의 경제적 가치를 창출하는 쌈용 채소의 대표적인 작물로서 년 중 재배가 이루어지고 있는 작물이다 (MAF, 2008).

국내에서 상추는 주로 잎을 씹으로 사용함에 따라 각 지방마다 잎 상추 위주로 지방종이 재배되던 중 1890년경에 서구의 문물이 들어오면서 다양한 잎 상추 품종이 일본으로부터 도입되고 1910년경 도입된 많은 품종을 원예모범장에서 품종간의 비교시험이 이루어져 널리 재배되면서 더욱더 지방마다 다양한 재래종이 발달되었다. 특히 쌈용으로 적합한 잎 상추 위주의 지방종이 발달되어 온 것으로 보인다. 이와 같이 우리나라에서의 상추 품종의 발달은 주로 1990년 이전까지는 재래종에서 자연적인 변이를 분리 선발하는 분리육종과 외국으로부터 품종의 도입을 통한 도입육종에 의해 이루어졌으며 1990년 이후에 비로소 교배를 통한 변이를 창출하여 우수한 품종을 선발하는 교배육종법에 의한 품종의 개발을 시작하게 되었다 (Pyo, 1980). 상추는 다른 채소작물에 비해 신품종 개발을 위한 육종의 역사가 짧고 활발하지 못했던 원인은 신품종 개발에 의한 경제성이 다른 작물에 비해 낮고 그 이익이 보장되지 않는 제도 하에서 연구에 투자하기란 쉽지 않았기 때문이다.

그러나 1990년 이후에 신품종의 필요성이 증가되고 1998년에 종자산업법이 제정됨에 따라 신품종에 대한 보호제도가 시행되면서 신품종 개발에 대한 관심이 높아져 짧은 육종역사에도 불구하고 다양한 품종이 개발되어 2009년 12월까지 국립종자원에 품종보호 등록된 품종은 37 품종으로 최근에 활발한 연구가 이루어지고 있는 단계이다.

국내에서 그동안 상추에 대한 연구가 재배나 작물생리 분야는 어느 정도 이루어져 왔으나 상추의 유전육종 연구는 미흡한 것이 현실이었으며 아울러 유전자원 수집평가에 대한 연구가 체계적이지 못하고 매우 미흡한 실정이었다. 그러므로 반드시 우수한 품종의 개발을 위해서는 유전자원의 수집과 평가, 유전분석에 대한 연구가 필요하다.

또한 상추는 호냉성 채소로서 국내재배에서 봄, 가을재배는 큰 문제없이 안정적으로 재배가 가능하나 월동재배와 여름재배에서는 어려운 점이 많아 가격이 불안정한 편이다. 최근에는 월동 시설재배의 발달과 월동용 품종의 개발로 동절기 공급은 안정세를 보이나 하절기의 상추의 가격은 하절기용 품종의 미개발로 인한 상추 생산의 불안정으로 야기된 가격의 폭등이 거의 매년 반복되고 있는 실정이다.



그러나 실제로 여름철 상추 가격의 폭등은 농민에게 고수익을 보장하는 것으로 연결되지 않고 있다. 그 이유는 상추의 가격이 올라도 여름용 품종의 미개발로 인해 상추의 여름재배가 어렵고 수확량은 낮아 농민에게 도움이 되지 못하며 또한 불량한 환경에 따른 저품질의 상추는 소비자의 불만으로 이어져 소비의 위축이 일어나고 있다. 그러므로 여름용 고품질, 만추대성다수확 품종의 개발은 농민의 안정적인 생산과 고소득을 보장하고 아울러 고품질 상추의 생산에 따른 소비자의 만족도를 높여 소비촉진에 기여함으로써 생산자와 소비자 모두에게 반드시 필요한 실정이다.

또한 고품질, 다수확 여름용 품종의 개발은 고온기 상추재배에서 조기추대로 인한 수확량 감소와 품질 저하뿐만 아니라 수확기간의 감소로 인한 파종횟수(실제 여름재배를 위해 2-4회 파종함)의 증가에 따른 농가의 농자재비와 인건비가 증가되는 문제를 상당부분 해결할 수 있다. 아울러 1990년 농업전반에 걸친 개방화가 본격적으로 이루어지면서 품종수준이 낮은 상추, 양배추 등의 종자수입이 허용됨에 따라 상추종자는 13,000Kg 이상이 수입되었다. 이때부터 품종개발의 필요성도 더욱 절실한 현실이 되어 상추 품종개발의 필요성이 높아져 일부 품종개발의 성과도 이루었으나, 연중소비에 따른 안정적인 공급을 위해서는 더욱 우수한 고품질, 다수확 품종의 개발이 반드시 필요하다.

상추의 우수한 품종의 개발을 위해서는 많은 유전자원의 수집과 평가가 이루어져야 하며 국내의 싹용 상추의 유전육종에 관한 연구가 절실히 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 그동안 국내외에서 수집한 유전자원의 특성을 평가하고 수집한 품종의 분류를 통해 우수한 품종의 개발을 위한 육성소재의 선택에 기초 자료로 활용하며, 또한 싹용 잎상추의 수량 및 품질에 대한 유전분석과 주요특성의 검정방법을 확립하여 효율적인 선발을 통해 육종에 필요한 기초자료를 제공함과 동시에 그 기초 하에 고품질, 만추대성인 다수확의 상추 품종 개발에 목적이 있다.

## 제 2 절 연구개발의 목표 및 내용

본 연구는 우리나라 상추재배에서 고품질, 만추대성 다수확 품종을 개발하여 고품질 상추의 안정적인 연중 생산체계를 달성하여 계절적 상추 가격의 등락폭을 안정화 시키고 상추 소비의 촉진과 농가의 상추생산 원가를 절감하여 농가소득의 증대에 기여하고자 수행되었으며 동시에 우수한 상추의 품종개발로 신선상추의 해외수출 증가와 종자의 수입을 대체함과 동시에 새로운 해외시장으로의 종자의 수출을 가능케 하고자 연구목표를 정하고 다음과 같은 연구내용으로 수행하였다.

- ① 수집된 유전자원과 육성계통의 특성을 분석하여 우수한 유전자원을 평가 및 분류하여

소재육성을 위한 재료로 사용함과 동시에 주요형질의 유전분석을 하여 효율적인 선발 방법을 모색한다.

② 여름용 고품질 만추대성 및 내습성 품종육성을 위해 내습성과 만추대 품종의 효율적인 선발방법을 확립한다.

③ 작성된 변이의 특성검정을 통한 개체 및 계통 선발에 의해 여름철 고온장일과 고온다습 조건에서 내서성과 내습성이 강하며 만추대성인 다수확 잎상추 품종개발을 한다.

④ 작성된 변이의 특성검정을 통한 개체 및 계통 선발에 의해 여름철 고온, 다습, 약광 조건에서 적색발현이 우수하고 엽육이 두꺼워 씹음으로 우수한 고품질 잎상추 품종개발을 한다.

⑤ 작성된 변이의 특성검정을 통한 개체 및 계통 선발에 의해 고온조건에서 수확 후 시들음이 늦어 수송성이 우수한 품종개발을 한다.

### 제 3 절 기술개발의 범위

#### 1. 상추의 국내외 수집종 및 보유계통 특성검정 및 분석

권농종묘에서 그동안 국내외에서 수집한 251개의 상추품종과 연구기간 중 국내외에서 다양한 유전자원을 수집 특성을 조사하여 품종의 분류를 통한 우수한 유전자원을 육성소재로 선발하고 아울러 주요 형질인 절간장, 잎두께, 추대성 등에 대해 이면교잡을 통한 유전분석을 수행 각형질의 효율적인 선발을 위한 기초자료로 이용한다. 또한 내습성 검정과 추대성 검정의 시험을 통해 내습성 및 추대성 품종 개발을 위한 효율적인 선발방법을 탐색하여 계통 및 품종 선발에 활용한다.

#### 2. 여름재배용 고품질, 만추대성 다수확 품종육성

##### 가. 기 육성계통 특성검정 및 소재육성.

권농종묘에서 기 육성한 계통을 2006년도 600개, 2007년도 200계통, 2008년도 200계통, 2009년도 100계통 등 총 1,100 계통의 특성을 검정하여 본 연구를 위한 육성소재로 선발하여 새로운 변이작성을 위해 인공교배로 매년 10~30 F1 조합을 작성하여 F2 변이 집단을 창출한다.

##### 나. 계통육성

인공교배를 통해 작성된 F2 변이집단에서 품질, 내습성, 추대성 및 수량성을 고려한 개체 선발을 통해 F3세대를 양성하고 F3세대부터는 개체 및 계통선발을 반복하여 세대 진척을 통한 우수한 계통의 순도를 고정하면서 품질 및 수량성 등의 특성검정을 통한 우수한 계통을 선발한다.

다. 고품질, 만추대성 다수확 계통선발

F5, F6세대에서 계통 순화 및 계통 특성검정을 통한 우수한 계통을 예비 선발하여 원종증식 및 채종시험을 실시 시험 종자를 증식하여 권농종묘 연구농장에서 하우스 및 노지에서 특성검정을 위한 대규모 시험을 통한 우수 계통을 선발하여 선발된 우수계통을 지역적응성 및 생산성 시험을 위해 남부 및 중부지역에서 각각 2개 농가에 시험을 실시한 후 최종적으로 우수하다고 판단된 5계통을 선발 국립종자원에 품종보호를 출원함과 동시에 시판용 종자를 생산 농가에 보급할 준비를 한다.

Table 1. The main development contents of this study by a year.

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용	연구범위
1차년도	2006	고품질, 만추대성 다수확 여름용 계통 및 품종육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수집된 유전자원 특성분석</li> <li>- 소재육성을 위한 변이창출</li> <li>- 작성된 변이의 특성검정을 통한 개체선발</li> <li>- 고품질, 다수확 품종 선발방법 확립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-수집종 300점 및 육성계통 500계통</li> <li>-인공교배로 50조합 F1 작성. 및 F2종자획득.</li> <li>-분리세대인 F2에서 250개체 선발</li> <li>-잎색, 잎두께, 엽형, 내서성, 내습성, 만추대성 검정방법 확립</li> </ul>
2차년도	2007	고품질, 만추대성 다수확 여름용 계통 및 품종육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 개체 및 계통선발을 통한 계통순화 와 계통육성</li> <li>- 선발계통의 특성분석과 특성검정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-F3,F4세대에서 각각 200개체 선발</li> <li>-선발계통의 순도 및 잎품질, 내서성, 내습성, 만추대성 검정.</li> </ul>
3차년도	2008	고품질, 만추대성 다수확 여름용 계통 및 품종육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계통순화 및 계통선발을 통한 목표품종의 예비선발</li> <li>- 우수한 선발계통의 원종증식 및 채종시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-F5,F6세대 100계통 공시 특성검정 및 계통선발(10여 계통선발)</li> <li>-선발계통의 시험종자, 원종증식</li> </ul>
4차년도	2009	고품질, 만추대성 다수확 여름용 계통 및 품종육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 우수한 선발계통의 지역적응성 및 생산성 시험</li> <li>- 우수한 계통의 품종등록 준비 및 채종시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-남부, 중부 각각 2개농가에 시험</li> <li>-우수한 계통 5개 품종 보호출원.</li> </ul>

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제 1 절 국내·외의 관련연구의 기술개발 현황

#### 1. 상추 품종의 특성분석과 분류

상추 품종의 특성분석과 분류에 관한 연구는 다른 채소에 비해 많이 저조하였으나 최근 들어 국제종자보호제도가 활성화되면서 상추 유전자원의 중요성으로 인한 품종의 수집과 특성평가 및 품종의 분류에 관한 많은 연구가 이루어지고 있다. 수집되는 대부분의 유전자원들에 대한 계통이나 형태적 특성분석에 관한 연구가 매우 미비하나 미국에서는 상추의 특성검정은 크게 chemical, growth, morphology, phenology, 그리고 production 등 5가지의 분류로 구분하여 제 특성을 조사하고 있다(Waycott 와 Fort, 1994).

품종분류에 있어서 분석법으로는 다변량해석법이 이용되어 왔는데, 그중에서 판별계수, 인자분석법, 종간상관이나 분류거리에 의한 cluster분석 및 주성분분석 등이 하등식물이나 고등식물의 종간 유전적 유연관계를 밝히는 분석법으로 이용되어 왔다. 주성분분석에 의한 식물의 분류에 관한 연구는 Pearce 등(1960)에 의한 과수의 체형변이, Choi 등(1979)의 유채품종분류, Lee 등(1982)의 재래종 옥수수의 계통분류 등 많은 작물에서 분석되어 왔으나 상추 품종의 품종분류에 대한 연구는 그리 많지 않다. Jang 등(1997a)은 도입한 결구상추 33품종을 재료로 하여 생육특성과 추대를 바탕으로 주성분을 분석하여 품종을 분류하였고, 최근에는 1998년 종자산업법이 제정되어 상추가 품종보호 작물로 지정되면서 상추 유전자원의 특성평가 및 품종의 분류에 관한 연구가 Hwang 등(2002)에 의해 연구가 이루어지고 있으나 이것이 유일한 연구일 정도로 미비한 실정이며 그 연구도 결구상추이거나 한정적인 품종으로 제한된 연구가 많으며 우리나라 씬용 잎 상추의 품종분류에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

한편 최근에는 품종의 분류가 전통적으로 전해져 내려오는 경험적인 특징에 의존함으로써 정확한 품종의 구별이 어려워 이러한 문제를 해결하기 위해서 분자유전학적인 연구가 이루어지고 있으며 분자유전학적 수준에서 상추 종내 또는 속내 종간 유연관계에 대한 연구로 AFLP 분석에 의해 44종의 상추품종과 13종의 야생종의 유연관계를 구명하였다(Hill 등, 1996), Kessli 등(1991)은 상추 67품종에 대한 분화와 기원을 찾기 위하여 RFLP loci의 변이를 이용하여 상추가 polyphyletic 이라는 것을 주장하였고, Waycott 등(1999, 1994)은 9가지의 버터헤드 상추에 대하여 RAPD를 실시하여 품종의 연관관계를 밝힌 바 있다. 또한 Kesseli 등(1994)은 RAPD 마커에 의한 상추의 genetic linkage map을 작성하였다.

국내에서도 국내외 수집종 35품종에 대하여 형태와 RAPD 분석에 의한 상추의 품종간 유연관계를 비교 분석하였으나 외부형태에 의한 품종의 분류와 일치하지 않았다고 보고하였다(Hwang 등, 2002).

## 2. 상추의 품질

우리나라에서의 잎 상추는 다른 신선채소류와 같이 도시근교에서 재배가 많이 이루어지고 있으며 연중 생산이 가능한 시설재배의 증가로 상추의 수량성과 품질의 중요성이 높아지고 있는 실정이다.

상추의 품질은 외관특성, 영양성, 기호성, 안정성, 유통특성 등의 관점에서 평가 할 수 있다고 하며 잎 상추의 시장출하 및 시장에서의 품질판정은 특별한 장치나 도구 없이 사람의 육안에 의해 대부분 이루어지며, 선택이나 결점 등을 선별요소로 하여 각 개인의 주관적 기준에 의해 선별되고 포장되어 출하되고 있는 실정이라고 지적했으며(Nam, 1996), 일반적으로 소비자가 선호하는 상추의 품질은 선택과 외형 같은 외관, 맛, 치감 등으로 구성되며, 시장에서 소비자의 품종선택에는 외관이 제일 중요하다고 한다(Boline, 1977).

한편 상추를 포함한 채소의 외관검사방법에 관한 연구가 많이 이루어 졌는데, 상추의 경우 주로 외관색의 차이에 따른 품질의 등급화를 하였다. 이러한 외관검사는 품질관리에 있어서 매우 유용할 뿐만 아니라 물리, 화학적인 품질평가를 보조하거나 보완하는데 필요하다고 하였다(Kader 등, 1973). 그러나 상추의 품질을 평가하는 기준 및 평가요소들은 포괄적으로 연구되어 있거나 규정되어 있지 않고 Kader 등(1973)이 제안한 상추의 엽색을 중심으로 한 외관등급규정이 미흡하나마 여러 연구자들이 이용하고 있다.

## 3. 상추의 특성 및 유전분석

상추의 질적 형질의 유전연구는 결구상추를 중심으로 많은 연구가 이루어져 왔다. 적상추의 품질을 좌우하는 안토시아닌(Anthocyanin) 착색에 관한 유전현상을 Durst(1929)가 최초로 보고하였는데 그는  $F_2$ 에서 안토시아닌 착색이 있는 잎과 녹색 잎이 3:1로 분리된다고 보고하였다. 또한 그는 안토시아닌 색소의 유전은 후대에 우성으로 유전한다고 하였다. 한편 Thompson(1938)은 안토시아닌의 유전은 3개의 유전자에 의해 좌우 된다고 하였고, Lindqvist(1960a)도 안토시아닌 색소의 유전은 우성임을 증명하였다.

잎 상추의 상품성에 중요한 엽색의 유전에 관한 연구는 많이 보고되고 있는데, Bremer(1931)는 교잡  $F_2$ 에서 엽록소의 유전은 green과 golden yellow 잎의 비율이 3:1로 분리되어 Green이 단인자우성이라고 하였고, Thompson(1938)은 'Mignonette'와 'Hanson'과의 교배후대인  $F_2$ 에서 dark green과 yellow green 잎이 3:1로 분리되어 dark green이 단인자우성이라고 보고 하였다. 국내에서도 Kim(2005)은 녹색을 지배하는 유전은 2개의 주동유전자에 관여한다고 보고하였다. 한편 Whitaker(1944)는 엽록소가 결핍된 모든 돌연변이체는 모성유전을 한다고 하였다.

상추의 잎의 모양은 몇 개의 유전자가 영향을 미치며, 잎의 광택은 wax의 량에 따라서 변이

가 발생하기도 한다고 하였으며 *L. altaica*의 윤기는 단일 열성대립유전자에 의해 유전된다고 보고하였다(Lindqvist, 1960a).

잎 상추의 상품성 특히 여름재배용 상추에서 품질의 저하에 중요한 요인인 잎줄기에 있는 가시(hairs)의 유전은 가시 있는 품종이 가시가 없는 것에 대하여 우성인 것을 보고 하였고 (Durst, 1929), *L. serriola*는 가시가 많은 상추로 알려져 있으며 주로 잎과 줄기에 가시가 있는데, 가시가 없는 재배종인 *L. sativa* 와 가시가 있는 야생상추인 *L. serriola*와의 교배 F<sub>1</sub>은 가시가 있는 것을 확인하여 가시가 있는 것이 단일 우성유전자를 가진 것으로 알려져 있다 (Lindqvist, 1960b).

우리나라에서 주로 쌈용으로 소비되는 잎 상추에서 상품성을 결정하는 잎 모양에 대한 유전은 잎의 끝 모양은 단인자유전자에 의해 지배된다고 발표하였으며(Lindqvist, 1960a), Ryder(1965)는 각각 다른 단인자유전자에 기인하는 5개의 잎 특성을 보고하였다. 국내에서 쌈의 품질에 중요한 엽장과 엽폭에 대한 유전연구는, 잎이 짧은 'Oakleaf'와 줄기상추 품종으로 잎이 긴 'Baimach'를 교배하여 후대검정에서 연속변이를 하는 양적형질이나 비교적 쉽게 구분할 수 있는 큰 기능을 가진 하나의 주동유전자에 의해 분리하며 이 엽장 관련 주동유전자를 잠정적으로 *Lnl*으로 명명한다고 하였다(Kim 등, 2005).

한편 Kim 등(1999)은 상추 육성계통집단 중에서 새로운 왜성유전자를 발견하고 절간이 극히 짧게 하는 이 유전자는 유전분석 결과 한 쌍의 열성유전자에 의해 발현된다고 보고되었고. 엽맥(venation)은 단인자 열성유전을 한다(Whitaker, 1974). 그러나 수량과 품질을 좌우하는 중요한 특성인 엽하폭에 대한 특성조사와 유전분석은 아직 보고 된 바가 없다.

우리나라에서 재배되는 잎 상추의 수량성을 좌우하는 중요한 요인인 추대 및 개화에 대한 연구는 Kim 등(1999)과 Silva 등(1999)의 연구 외에는 찾아보기가 어려우며 개화의 유전에 관한 연구도 매우 적다. 이는 추대성에 관한 연구에 있어서 추대시기를 정확히 조사하는 것이 어렵기 때문이다. 상추는 화아분화 후에 추대가 이루어진다고 알려져 있으므로 추대의 조만적 특성은 개화습성을 조사함으로써 쉽게 비교할 수 있고 따라서 추대 소요일수의 유전연구를 대신하여 개화 소요일수의 유전연구를 하는 것이 훨씬 용이하다고 알려져 있다. 지금까지 보고 된 상추에 있어서의 추대 및 개화유전은, 조기추대는 3개의 우성유전자에 의해 지배되고 개화유전은 2개의 우성유전자에 의한다는 보고(Kim 등, 1994)와 상추의 개화는 우성단인자에 의한다는 보고(Bremer, 1931; Lindqvist, 1960; Yang 등, 1998), 그리고 양적유전을 한다는 보고(Durst, 1930) 등 다양한 결과를 보고하였는데 이는 분석에 이용한 품종의 차이에 기인한 것으로 상추의 추대 및 개화에 관한 유전분석은 품종군의 종류에 따라 다를 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 지금까지의 보고 결과를 종합하여 보면 다양한 상추 유전자원간의 개화시기는 상당한 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 또한 거의 모든 연구가 화아분화 후 추대를 하는 품종을 위주로

실험한 결과이기 때문에 추대 후 화아분화하는 특성을 가진 치마상추를 재료로 하여 개화유전 실험을 한다면 다양한 추대 및 개화 유전양상을 구명하는데 도움이 될 것으로 기대된다.

#### 4. 품종개발

우리나라 상추는 삼국시대에 중국으로부터 줄기상추가 도입되어 줄기와 잎을 이용하여 쌈용, 김치용, 곁절이용 등으로 이용되었고, 주로 잎을 쌈으로 사용함에 따라 1890년경에 서구의 문물이 들어오면서 다양한 잎 상추 품종이 일본으로부터 도입되었고 1910년경 도입된 많은 품종을 원예모범장에서 품종간의 비교시험이 이루어져 널리 재배되면서 더욱더 지방마다 다양한 재래종이 발달되었다(Pyo, 1980).

또한 Kwon(2006)은 우리나라에서 상추품종 개발의 역사는 3단계로 분류할 수 있다고 하였는데 첫 단계는 자가선발에 의한 재래종시대(1990년대 이전)로서, 우리나라에 상추가 전래된 이후 국내환경과 상추의 소비방법에 맞게 농민들이 꾸준하게 자연적인 변이를 선발하여 그 지역에 적응될 수 있는 지방종을 개발하여 왔다. 상추에서 이와 같은 고전적인 방법에 의한 품종개발은 1980년대까지 계속되어 왔으며 체계적인 육종기술이 도입되지 않아 품종개발이 느리고 미흡한 수준이었다.

Kwon(2006)은 대표적인 지방종으로는 충남 논산의 ‘메꼬지’, 경남 김해의 ‘안동꽃상추’, 서울 신정동의 ‘개적상추’, 서울 하일동의 ‘참참이상추’ 서울 은평구의 ‘은평오그라기상추’ 그리고 개성 지방에는 ‘개성꽃상추’ 등이 있다고 하였다. 이들 지방종은 지금까지도 종묘회사의 선발과 대량생산에 의해 전국적으로 널리 보급되어 재배가 되고 있다. 이들 지방종은 오랜 기간에 걸쳐 재배지역의 기후에 적응되면서 재배되어온 품종이므로 안정적인 재배가 가능한 품종이라는 장점이 있다.

두 번째 단계는 품종도입에 의한 도입육종시대(1890년대-1990년대)로서, 1890년경에 서구의 문물이 들어오면서 다양한 잎 상추 품종이 日本으로부터 도입되었다. 1910년경 19품종이 도입되어 권업모범장에서 품종간의 비교시험이 이루어진 이래 매년 도입종을 비교해 왔으며, 일본에서 도입하여 서울 뚝섬에서 재배해오던 품종이 ‘뚝섬적측면’과 ‘뚝섬청측면’으로 품종등록되어 오늘날까지 재배되고 있다. 한편 해방 후 1952년 미국에서 도입한 4품종 중 ‘그랜드래피드’와 ‘그레이트레이크’는 오늘날까지도 재배되고 있으며 그 이후에도 매년 많은 품종이 도입되었고 주로 측면계 상추와 결구계 상추가 보급되어 왔는데, 우리나라의 기후에 적응되어 재배된 품종으로는 결구계 상추로 ‘살리나스’, ‘사꾸라멘트’, ‘뉴레이크’ 등이 있으며 측면계 상추로는 ‘그랜드래피드’, ‘얼리프라이즈헤드’, ‘만추레드파이어’ 등이 있다. 그러나 줄기상추나 로메인 상추는 일찍이 도입되어 재배시험이 이루어져 왔으나 쌈용으로 부적절한 품종으로 재배가 거의 이루어지지 않았다. 1990년대 중반 이후에 와서야 비로소 쌈용 채소에 대한 소비자 기호성의

다양화로 인해 독특한 맛과 모양, 그리고 색깔을 가진 품종이 많이 도입되어 재배되기 시작되면서 다양한 품종의 도입이 이루어지고 있는 실정이다.

3번째 단계는 인공교배에 의한 교배육종시대(1990 - 현재)로서, 상추는 작물의 특성상 신품종 개발의 경제성과 제도적인 미흡으로 인해 품종개발에 대한 여건이 충분치 않아 쌈용 채소로서 중요함에도 불구하고 현대적인 육종에 의한 품종개발이 종묘회사나 공공연구기관에 의해 연구가 이루어지지 않은 채 단지 재배농민에 의한 재래종이나 외국품종의 도입에 의존하였다. 1990년 전후에 비로소 일부 종묘회사가 상추 품종개발에 대한 필요성을 인식하여 인공교배를 통한 품종육성이 시작되었다. 흥농종묘에서 1989년부터 상추육종을 시작하여 1994년에 처음으로 인공교배에 의해 육성한 ‘하지청축면’ 품종을 육성하였으나 품종보호제도가 정착하지 못한 환경에서 육종에 대한 투자 효율성 문제로 많은 어려움을 겪기도 하였다.

그러나 1998년에 종자산업법의 제정을 통한 품종보호제도가 도입되면서 적극적인 품종의 개발이 활기를 띠어 종묘회사, 공공연구기관, 개인육종가 등이 상추 품종의 개발에 착수하여 짧은 시간에 많은 품종이 개발되는 성과를 올리면서 연중 안정적인 재배를 위한 품종의 다양화가 이루어지고 있는 실정이며(Park,1995), 1998년 종자산업법의 시행 이후 품종보호 등록된 품종은 2009년 12월말 현재 37개 품종이며 27개 품종이 출원되어 심사 중이고 생산판매 신고된 품종은 624개 품종에 이른다(NSMO, 2009).

그러나 우리나라 상추 품종개발 역사와 수준이 아직 낮아 고품질, 만추대성, 내서성 등의 선발방법 및 특성검정 체계에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

해외에서는 미국, 일본, 네델란드 등 국가에서는 샐러드로서 상추가 중요한 채소이므로 상추의 품종개발이 일찍부터 발전되어 우수한 많은 품종이 개발되어 왔으며 그 육종수준이 상당히 높은 수준이다. 하지만 세계에서 유일하게 상추를 쌈으로 소비하는 우리나라에는 수입품종이 적응성이 떨어져 수입종자의 상품성이 낮으며 오랜 육종역사를 가졌지만 고온다습한 기후에 재배 적응성이 강한 품종은 미흡한 실정이므로 고품질 여름용 품종이 개발되면 수입대체효과 뿐만 아니라 일본, 중국, 유럽 및 미국으로 종자수출의 가능성도 충분한 잠재력을 가지고 있다.



### 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

#### 제 1 절 국내외에서 수집한 잎 상추 유전자원의 평가 및 분류

##### 1. 기 수집 유전자원 특성검정 및 분석

###### 가. 재료 및 방법

공시재료는 우리나라에서 수집한 재배종 및 재래종 99품종과 18개국에서 도입한 152품종 등 총 251품종(그림1, 표3, 표4)을 공시하여 품종의 특성을 조사 유전자원을 평가하고 분류하는 기초 자료로 사용 하였다.

특성조사를 위해 공시품종을 2006년 권농종묘 육종농장(충북 청원군 소재)의 비가림 비닐하우스에서 1월 10일과 포장시험은 2006년 4월10일에 파종하였다. 육묘는 200공 플러그트레이를 사용하여 25일 육묘(3-4엽전개시)후 정식하였고 시험구배치는 구당 6주 2반복으로 재식간격 17x17cm의 6줄로 정식하고 재배는 일반관행을 기준으로 실시하였다.

조사항목은 품종형태, 엽색, 엽장, 엽폭, 잎두께를 성숙기의 잎의 10-12엽기에 조사하였고, 엽수와 총엽중은 정식 40일 후에 조사하였으며 개화일수는 파종 후 첫꽃 개화까지 일수로 하였다. 외관 품질은 달관조사에 의한 외관품질점수를 Kader 등(1973)의 방법(표2)을 잎상추에 맞게 잎 모양의 조사점수를 변형하여 이용하였다. 통계분석은 SAS를 이용하였다.

조사된 특성을 기준으로 품종분류를 위해 본 연구에 쓰인 통계적 방법은 주성분분석(Principal Component Analysis)과 품종상관 및 분류거리를 바탕으로 한 군집분석(Cluster Analysis)을 이용하였다(Choi 등, 1979).

Table 2. Rating scale for visual quality of leaf lettuce.

Score	Visual quality description
5	Excellent, essentially free from defects
4	Good, minor defects; not objectionable
3	Fair, slightly to moderately objectionable defects; lower limit of sales appeal
2	Poor, excessive defects, limit of sale ability
1	Extremely poor, not usable

cf. Kader et al.(1973)

251 varieties

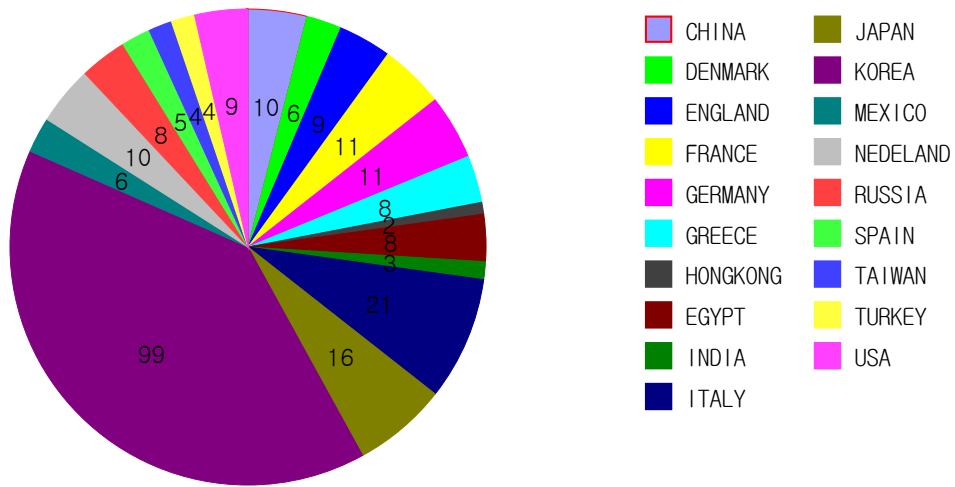


Figure 1. The number of lettuce varieties collected from different nations.

나. 결과 및 고찰

(1). 국내외에서 수집한 遺傳資源의 특성평가

우리나라에서 수집한 재배종 및 재래종 99품종과 13개국에서 도입한 152품종 등 총 251품종(그림1, 표3, 표4)을 공시하여 품종의 특성을 조사한 결과 그림2와 같다. 상추 종류별로 보면 청상추가 129품종, 적상추가 122품종으로 분류되었고, 청상추중 우리나라에서 많이 재배되는 종류인 잎 상추가 90품종이었고 Batavia형이 16품종, Romaine형이 22품종, 줄기상추가 1품종으로 조사되었다. 한편 적상추 122품종 중에는 잎상추 94품종, Batavia형 16품종, Romaine형 15품종으로 나타났으며 이들 품종의 주요 품종특성은 표3, 표4와 같다.

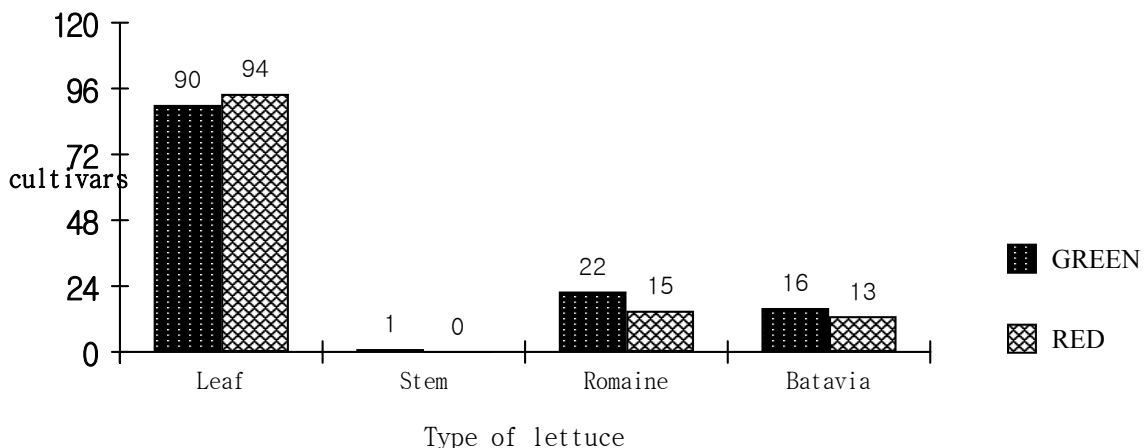


Figure 2. The number of varieties classified by leaf color and type in experiment.

적상추로서 우리나라에서 싹용으로 우수한 품종의 특성은 엽색이 짙으며 엽장이 짧고(20cm 이하) 엽폭이 넓은(15-18cm) 품종이다. 본 시험에서 공시한 129품종 중 농록색을 가진 품종은 34개 품종이었고, 엽장이 20cm이하로 짧은 품종은 전체 129품종 중 30개 품종으로 조사되었으며 이 3가지 조건을 다 갖추어 싹용으로 품질이 우수한 형질을 모두 갖춘 품종은 129품종 중 국내종인 'KN950039'과 'KN950070' 등 2품종과, 그리스에서 도입한 'KN980102'와 터키에서 도입한 'KN990002' 등 4개의 품종이 조사되었는데, 이들 품종은 앞으로 우수한 잎 형질의 품종육성에 유용한 소재로 활용될 가능성이 매우 높았다.

한편 다수확을 위해 개화기가 늦어(90일 이상) 수확 횟수가 많고, 잎이 두꺼워(0.35mm 이상) 엽중이 무거운 품종이 우수한데, 전체 공시품종 중 수확량이 많은 품종은 독일에서 도입한 'KN990010'과 국내종인 'KN950022'이 수확량이 350gr 정도로 매우 높은 다수확 품종으로 2 품종 공히 잎이 두껍고 개화가 늦은 품종으로서 다수확 품종육성의 유용한 소재로 이용이 가능하였다. 한편 개화가 가장 늦은 품종은 국내 재래종인 'KN950010'으로서 개화일수가 무려 100일에 이르렀으나 엽수분화가 늦고 잎이 얇아 상품성과 수량성은 낮았지만 만추대성 품종육성에 필요한 소재로 이용될 가능성이 높았다.

적상추에 있어서 우리나라에서 싹용으로 우수한 특성은 엽색이 짙은 적색이 선호되는데 본 시험에서 공시된 122품종 중 28품종이 짙은 적색 이었다. 잎 모양은 엽장이 20cm 이하로 짧고 엽폭이 15~18cm로 다소 넓으며 잎이 두꺼운 상추가 우수한 평가를 받는데, 짙은 적색이면서 엽형이 우수한 품종은 발견되지 않았으나 엽색이 다소 엷은 적색이지만 잎 모양이 우수한 품종은 우리나라에서 수집된 'KN950051', 'KN960003'과 독일에서 도입한 'KN990013' 등 3품종이 조사되었다. 특히 'KN960003'은 개화가 매우 늦고 상품성이 우수한 품종으로서 적색이 다소 짙으며 잎이 두껍게 개량한다면 우수한 품종으로 육성되리라 본다.

한편 독일에서 도입된 'KN990013'은 잎이 두껍고 잎 모양이 싹용으로 우수하므로 중요한 품종육성의 소재가 될 것이다. 공시한 적상추중 개화가 가장 늦은 품종은 'KN980009'로서 무려 97일 정도로 매우 늦은 품종이었으나 잎이 얇아 다소 상품성이 떨어지는 단점에도 불구하고 추대가 늦으면서 다수확이 가능한 적상추 품종을 육성하는데 중요한 소재로 이용 가능성이 높았다.

Table 3. Horticultural characteristics of 129 green-leaf lettuce varieties used in the study.

No	Variety	Origin	Type	Leaf color	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf no.	Leaf wt. (gr.)	Leaf thickness (mm)	Days to flowering (days)	Quality <sup>z</sup>
1	KN950007	KOREA	LEAF	DARK GREEN	22	21	31	270	0.26	68	3
2	KN950014	KOREA	LEAF	DARK GREEN	27	22	22	189	0.31	85	3
3	KN950026	KOREA	LEAF	DARK GREEN	21	9	23	205	0.31	68	2
4	KN950027	KOREA	LEAF	DARK GREEN	24	10	28	270	0.38	66	2
5	KN950035	KOREA	LEAF	DARK GREEN	33	11	24	215	0.21	68	3
6	KN950039	KOREA	LEAF	DARK GREEN	20	16	25	265	0.21	80	5
7	KN950040	KOREA	LEAF	DARK GREEN	21	18	30	300	0.25	85	4
8	KN950046	KOREA	LEAF	DARK GREEN	18	13	27	216	0.21	76	4
9	KN950053	KOREA	LEAF	DARK GREEN	24	22	21	190	0.25	72	3
10	KN950063	KOREA	LEAF	DARK GREEN	21	13	28	235	0.22	45	3
11	KN950070	KOREA	LEAF	DARK GREEN	18	15	22	215	0.21	90	5
12	KN960005	KOREA	LEAF	DARK GREEN	24	22	21	215	0.23	68	3
13	KN960008	KOREA	LEAF	DARK GREEN	15	11	25	230	0.25	62	3
14	KN970001	KOREA	LEAF	DARK GREEN	16	10	23	270	0.23	68	5
15	KN980003	HOLLAND	ROMAINE	DARK GREEN	22	11	39	215	0.36	85	2
16	KN980018	USA	ROMAINE	DARK GREEN	23	14	20	305	0.38	85	2
17	KN980029	CHINA	STEM	DARK GREEN	38	14	32	190	0.3	68	1
18	KN980038	JAPAN	LEAF	DARK GREEN	24	19	24	235	0.22	85	2
19	KN980040	JAPAN	LEAF	DARK GREEN	18	11	21	240	0.27	45	5
20	KN980053	ENGLAND	BATAVIA	DARK GREEN	22	18	21	198	0.4	66	2
21	KN980059	ENGLAND	LEAF	DARK GREEN	26	17	39	140	0.25	83	3
22	KN980069	ITALY	ROMAINE	DARK GREEN	23	15	30	270	0.38	82	3
23	KN980073	ITALY	ROMAINE	DARK GREEN	20	11	32	250	0.34	66	3
24	KN980079	ITALY	LEAF	DARK GREEN	23	18	19	265	0.35	71	4
25	KN980080	ITALY	LEAF	DARK GREEN	23	20	29	300	0.38	79	2
26	KN980091	ITALY	BATAVIA	DARK GREEN	24	21	25	190	0.35	82	4
27	KN980102	RUSSIA	LEAF	DARK GREEN	27	22	17	235	0.3	62	3
28	KN980107	RUSSIA	LEAF	DARK GREEN	26	17	32	220	0.25	76	1
29	KN980102	GREECE	BATAVIA	DARK GREEN	19	15	28	230	0.35	68	5
30	KN990002	TURKEY	BATAVIA	DARK GREEN	19	16	17	215	0.38	82	5
31	KN990005	GERMANY	LEAF	DARK GREEN	23	21	30	140	0.3	72	4
32	KN990006	GERMANY	LEAF	DARK GREEN	24	22	32	208	0.3	62	3
33	KN990021	TAIWAN	LEAF	DARK GREEN	25	23	25	215	0.29	74	1
34	KN990029	FRANCE	BATAVIA	DARK GREEN	22	16	27	230	0.29	62	2
35	KN950001	KOREA	LEAF	GREEN	25	13	32	230	0.35	70	3
36	KN950005	KOREA	LEAF	GREEN	23	13	28	235	0.25	64	1
37	KN950009	KOREA	LEAF	GREEN	21	19	19	198	0.3	71	3
38	KN950010	KOREA	LEAF	GREEN	19	15	29	265	0.28	79	4
39	KN950011	KOREA	LEAF	GREEN	22	13	20	190	0.28	83	2
40	KN950013	KOREA	LEAF	GREEN	26	23	24	215	0.3	80	3
41	KN950015	KOREA	LEAF	GREEN	28	9	31	265	0.21	100	2
42	KN950016	KOREA	LEAF	GREEN	20	10	17	140	0.25	45	2
43	KN950017	KOREA	LEAF	GREEN	21	13	25	208	0.3	67	1
44	KN950018	KOREA	LEAF	GREEN	24	12	30	288	0.32	74	3
45	KN950019	KOREA	LEAF	GREEN	18	14	32	320	0.33	70	2
46	KN950021	KOREA	LEAF	GREEN	28	26	36	315	0.3	76	4
47	KN950022	KOREA	LEAF	GREEN	15	11	39	350	0.35	90	4
48	KN950023	KOREA	LEAF	GREEN	16	11	41	320	0.37	82	3
49	KN950024	KOREA	LEAF	GREEN	33	12	32	285	0.33	90	4
50	KN950025	KOREA	LEAF	GREEN	20	11	25	215	0.34	85	2
51	KN950028	KOREA	LEAF	GREEN	18	13	27	295	0.4	72	5
52	KN950029	KOREA	LEAF	GREEN	28	12	31	280	0.35	65	5
53	KN950030	KOREA	LEAF	GREEN	15	14	19	200	0.31	72	3
54	KN950033	KOREA	LEAF	GREEN	16	16	29	250	0.34	64	4
55	KN950047	KOREA	LEAF	GREEN	28	12	31	258	0.25	69	2
56	KN950049	KOREA	LEAF	GREEN	16	16	29	280	0.25	90	3
57	KN950052	KOREA	LEAF	GREEN	21	12	22	240	0.21	66	3
58	KN950054	KOREA	LEAF	GREEN	18	11	17	140	0.23	62	4
59	KN950055	KOREA	LEAF	GREEN	28	15	25	205	0.26	68	3
60	KN950059	KOREA	LEAF	GREEN	33	15	36	280	0.19	83	4

Table 3. Continued.

No	Variety	Origin	Type	Leaf color	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf no.	Leaf wt. (gr.)	Leaf thickness (mm)	Days to flowering (days)	Quality <sup>z</sup>
61	KN950066	KOREA	LEAF	GREEN	28	20	19	185	0.26	70	3
62	KN950068	KOREA	LEAF	GREEN	16	13	20	220	0.23	69	1
63	KN950075	KOREA	LEAF	GREEN	18	10	32	220	0.21	71	3
64	KN950076	KOREA	LEAF	GREEN	28	25	36	270	0.21	79	4
65	KN950077	KOREA	LEAF	GREEN	15	12	39	280	0.25	83	2
66	KN950078	KOREA	LEAF	GREEN	16	14	41	285	0.23	80	1
67	KN950080	KOREA	LEAF	GREEN	20	11	25	210	0.3	62	2
68	KN950085	KOREA	LEAF	GREEN	15	15	19	195	0.25	76	2
69	KN970002	KOREA	LEAF	GREEN	33	13	28	198	0.25	71	3
70	KN970004	KOREA	LEAF	GREEN	21	20	31	190	0.21	83	2
71	KN970005	KOREA	LEAF	GREEN	24	22	19	215	0.21	80	4
72	KN970006	KOREA	LEAF	GREEN	18	15	29	189	0.25	85	1
73	KN970007	KOREA	LEAF	GREEN	28	21	20	165	0.23	62	1
74	KN980001	HOLLAND	ROMAINE	GREEN	24	15	32	320	0.35	82	3
75	KN980002	HOLLAND	ROMAINE	GREEN	25	10	36	285	0.34	90	3
76	KN980007	HOLLAND	LEAF	GREEN	22	18	22	280	0.25	69	3
77	KN980011	USA	ROMAINE	GREEN	21	14	25	215	0.26	68	4
78	KN980012	USA	ROMAINE	GREEN	21	12	23	220	0.35	62	3
79	KN980013	USA	ROMAINE	GREEN	26	12	28	200	0.34	68	2
80	KN980017	USA	ROMAINE	GREEN	24	13	29	295	0.26	80	3
81	KN980021	CHINA	LEAF	GREEN	24	15	21	245	0.27	67	3
82	KN980022	CHINA	LEAF	GREEN	23	13	17	216	0.19	74	3
83	KN980023	CHINA	LEAF	GREEN	29	12	29	258	0.22	70	4
84	KN980024	CHINA	LEAF	GREEN	25	11	20	170	0.26	76	2
85	KN980027	CHINA	LEAF	GREEN	25	22	21	190	0.25	90	4
86	KN980036	JAPAN	LEAF	GREEN	27	18	29	220	0.22	83	2
87	KN980042	JAPAN	LEAF	GREEN	22	20	32	260	0.22	74	4
88	KN980048	ENGLAND	ROMAINE	GREEN	22	19	19	215	0.37	85	2
89	KN980049	ENGLAND	BATAVIA	GREEN	24	22	29	200	0.39	68	4
90	KN980050	ENGLAND	BATAVIA	GREEN	23	9	20	235	0.35	66	1
91	KN980051	ENGLAND	BATAVIA	GREEN	23	20	24	230	0.38	72	1
92	KN980055	ENGLAND	BATAVIA	GREEN	23	16	25	190	0.32	62	4
93	KN980058	ENGLAND	LEAF	GREEN	27	18	36	165	0.22	79	3
94	KN980064	ENGLAND	LEAF	GREEN	27	21	24	250	0.22	67	3
95	KN980065	ENGLAND	LEAF	GREEN	27	22	22	320	0.26	74	5
96	KN980067	ITALY	ROMAINE	GREEN	25	12	17	215	0.39	76	4
97	KN980068	ITALY	ROMAINE	GREEN	29	11	25	205	0.35	69	4
98	KN980070	ITALY	ROMAINE	GREEN	21	11	32	295	0.38	90	2
99	KN980075	ITALY	LEAF	GREEN	25	20	23	215	0.22	66	1
100	KN980085	ITALY	LEAF	GREEN	29	18	17	245	0.41	45	1
101	KN980089	ITALY	LEAF	GREEN	31	20	36	280	0.25	76	4
102	KN980090	ITALY	BATAVIA	GREEN	22	21	20	200	0.39	69	3
103	KN980092	ITALY	BATAVIA	GREEN	21	16	23	240	0.38	68	2
104	KN980093	EGYPT	ROMAINE	GREEN	26	13	28	190	0.38	66	2
105	KN980094	EGYPT	ROMAINE	GREEN	21	15	27	140	0.19	72	2
106	KN980098	EGYPT	ROMAINE	GREEN	23	9	20	280	0.29	79	4
107	KN980100	EGYPT	LEAF	GREEN	29	13	22	220	0.2	80	3
108	KN980103	RUSSIA	LEAF	GREEN	24	20	25	230	0.3	45	3
109	KN980105	RUSSIA	LEAF	GREEN	22	21	25	185	0.25	74	4
110	KN980106	RUSSIA	LEAF	GREEN	25	18	30	260	0.29	70	1
111	KN980109	GREECE	ROMAINE	GREEN	24	18	20	215	0.4	82	2
112	KN980111	GREECE	ROMAINE	GREEN	23	12	25	200	0.45	90	5
113	KN980103	GREECE	BATAVIA	GREEN	19	20	27	215	0.43	66	3
114	KN980106	GREECE	LEAF	GREEN	21	17	29	230	0.3	67	2
115	KN980107	GREECE	LEAF	GREEN	24	21	20	270	0.3	74	3
116	KN980108	TURKEY	LEAF	GREEN	20	20	24	198	0.26	70	3
117	KN990007	GERMANY	LEAF	GREEN	25	21	36	288	0.26	68	2
118	KN990008	GERMANY	LEAF	GREEN	22	18	20	320	0.25	71	3
119	KN990010	GERMANY	BATAVIA	GREEN	23	21	33	350	0.4	83	2
120	KN990015	INDIA	ROMAINE	GREEN	22	18	29	270	0.2	67	4
121	KN990017	HONGKONG	LEAF	GREEN	28	22	24	280	0.3	70	3
122	KN990019	TAIWAN	LEAF	GREEN	30	22	21	250	0.26	45	4
123	KN990020	TAIWAN	LEAF	GREEN	26	21	17	175	0.25	67	2
124	KN990022	TAIWAN	LEAF	GREEN	26	21	30	220	0.38	70	3
125	KN990023	FRANCE	ROMAINE	GREEN	20	21	32	200	0.29	76	2
126	KN990024	FRANCE	ROMAINE	GREEN	21	19	36	140	0.4	69	4
127	KN990026	FRANCE	BATAVIA	GREEN	23	15	25	300	0.39	68	3
128	KN990031	FRANCE	BATAVIA	GREEN	25	16	19	245	0.35	71	5
129	KN990033	FRANCE	BATAVIA	GREEN	21	17	20	258	0.35	83	3
Mean					23.1	16.1	26.2	234.6	0.30	72.6	2.88
LSD 0.01					4.27	4.21	5.96	47.2	0.06	10.1	1.08

<sup>z</sup> : The scores indicate degrees of quality as shown in table 2 (1: Extremely poor, 2: Poor, 3: Fair, 4: Good, 5: Excellent).

Table 4. Horticultural characteristics of 122 red-leaf lettuce varieties used in the study.

No	Variety	Origin	Type	Leaf color	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf no.	Leaf wt. (gr.)	Leaf thickness (mm)	Days to flowering (days)	Quality <sup>z</sup>
1	KN950037	KOREA	LEAF	DARK RED	21	18	21	200	0.23	75	5
2	KN950043	KOREA	LEAF	DARK RED	20	11	25	230	0.25	67	3
3	KN950064	KOREA	LEAF	DARK RED	24	23	27	230	0.25	67	1
4	KN950071	KOREA	LEAF	DARK RED	28	13	21	200	0.25	85	3
5	KN960004	KOREA	LEAF	DARK RED	21	21	22	230	0.25	85	5
6	KN960006	KOREA	LEAF	DARK RED	28	11	17	200	0.21	66	3
7	KN960007	KOREA	LEAF	DARK RED	28	13	32	235	0.21	72	2
8	KN970012	KOREA	LEAF	DARK RED	28	25	25	315	0.22	76	2
9	KN970013	KOREA	LEAF	DARK RED	15	12	30	350	0.26	69	3
10	KN980009	HOLLAND	LEAF	DARK RED	20	20	33	290	0.21	97	3
11	KN980019	USA	ROMAINE	DARK RED	28	13	24	230	0.36	62	1
12	KN980030	JAPAN	LEAF	DARK RED	26	16	25	240	0.3	76	3
13	KN980031	JAPAN	LEAF	DARK RED	27	23	23	205	0.27	72	2
14	KN980032	JAPAN	LEAF	DARK RED	25	22	28	260	0.19	62	4
15	KN980033	JAPAN	LEAF	DARK RED	22	18	27	255	0.22	68	4
16	KN980034	JAPAN	LEAF	DARK RED	25	17	31	280	0.26	71	3
17	KN980046	ENGLAND	ROMAINE	DARK RED	26	15	27	200	0.38	82	3
18	KN980060	ENGLAND	LEAF	DARK RED	26	15	43	208	0.22	80	2
19	KN980061	ENGLAND	LEAF	DARK RED	27	18	19	288	0.3	85	3
20	KN980072	ITALY	ROMAINE	DARK RED	24	12	17	200	0.35	68	3
21	KN980078	ITALY	LEAF	DARK RED	25	21	31	255	0.39	72	3
22	KN980095	EGYPT	ROMAINE	DARK RED	22	13	21	205	0.22	62	5
23	KN980111	GREECE	BATAVIA	DARK RED	20	19	23	170	0.39	85	4
24	KN980109	TURKEY	LEAF	DARK RED	24	18	22	265	0.25	76	4
25	KN990004	GERMANY	LEAF	DARK RED	25	21	25	165	0.28	66	4
26	KN990011	GERMANY	BATAVIA	DARK RED	24	17	28	320	0.45	80	1
27	KN990016	INDIA	LEAF	DARK RED	26	15	20	295	0.28	74	2
28	KN990028	FRANCE	BATAVIA	DARK RED	21	20	28	305	0.33	72	2
29	KN950002	KOREA	LEAF	RED	17	11	25	215	0.21	65	3
30	KN950004	KOREA	LEAF	RED	29	10	23	200	0.21	72	2
31	KN950006	KOREA	LEAF	RED	25	19	27	230	0.23	62	5
32	KN950034	KOREA	LEAF	RED	33	11	20	175	0.21	62	2
33	KN950036	KOREA	LEAF	RED	20	18	22	220	0.25	71	5
34	KN950038	KOREA	LEAF	RED	23	14	17	140	0.21	83	4
35	KN950041	KOREA	LEAF	RED	21	17	32	295	0.23	62	1
36	KN950042	KOREA	LEAF	RED	33	12	32	305	0.26	45	1
37	KN950044	KOREA	LEAF	RED	21	9	23	195	0.23	74	2
38	KN950045	KOREA	LEAF	RED	24	22	28	245	0.21	70	5
39	KN950048	KOREA	LEAF	RED	15	14	19	170	0.23	82	3
40	KN950050	KOREA	LEAF	RED	33	11	20	200	0.23	85	3
41	KN950051	KOREA	LEAF	RED	20	18	24	190	0.20	68	2
42	KN950056	KOREA	LEAF	RED	15	13	30	260	0.3	71	5
43	KN950058	KOREA	LEAF	RED	16	12	32	255	0.27	79	3
44	KN950060	KOREA	LEAF	RED	24	21	32	240	0.22	80	4
45	KN950061	KOREA	LEAF	RED	33	12	25	220	0.26	85	3
46	KN950062	KOREA	LEAF	RED	20	12	23	210	0.25	62	2
47	KN950065	KOREA	LEAF	RED	18	10	31	240	0.23	74	3
48	KN950067	KOREA	LEAF	RED	15	14	29	260	0.25	76	2
49	KN950069	KOREA	LEAF	RED	20	12	24	200	0.21	82	3
50	KN950072	KOREA	LEAF	RED	15	12	17	170	0.23	68	4
51	KN950073	KOREA	LEAF	RED	21	18	25	205	0.25	62	2
52	KN950074	KOREA	LEAF	RED	24	19	30	280	0.23	68	3
53	KN950079	KOREA	LEAF	RED	33	16	32	250	0.26	85	3
54	KN950081	KOREA	LEAF	RED	21	11	23	210	0.27	45	4
55	KN950082	KOREA	LEAF	RED	24	21	28	230	0.19	67	4
56	KN950083	KOREA	LEAF	RED	18	11	27	225	0.22	74	3
57	KN950084	KOREA	LEAF	RED	28	11	31	260	0.26	70	4
58	KN960001	KOREA	LEAF	RED	16	13	29	280	0.25	69	2
59	KN960002	KOREA	LEAF	RED	33	27	20	200	0.23	82	2
60	KN960003	KOREA	LEAF	RED	20	15	24	210	0.26	90	5
61	KN970003	KOREA	LEAF	RED	20	20	27	265	0.23	79	3
62	KN970008	KOREA	LEAF	RED	15	12	24	280	0.26	85	3
63	KN970009	KOREA	LEAF	RED	16	11	22	208	0.3	67	2
64	KN970010	KOREA	LEAF	RED	33	9	21	288	0.27	74	5
65	KN970011	KOREA	LEAF	RED	18	10	17	320	0.19	70	4

Table 4. Continued.

No	Variety	Origin	Type	Leaf color	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf no.	Leaf wt. (gr.)	Leaf thickness (mm)	Days to flowering (days)	Quality <sup>z</sup>
66	KN980004	HOLLAND	ROMAINE	RED	29	12	29	205	0.35	68	3
67	KN980005	HOLLAND	LEAF	RED	23	21	20	270	0.25	66	3
68	KN980006	HOLLAND	LEAF	RED	29	20	24	295	0.26	76	4
69	KN980008	HOLLAND	LEAF	RED	21	17	21	200	0.23	72	5
70	KN980010	HOLLAND	LEAF	RED	24	21	32	175	0.21	85	4
71	KN980014	USA	ROMAINE	RED	23	13	27	240	0.36	71	5
72	KN980015	USA	ROMAINE	RED	22	11	31	265	0.35	79	1
73	KN980016	USA	ROMAINE	RED	21	10	19	300	0.25	83	3
74	KN980020	CHINA	LEAF	RED	29	12	22	195	0.3	45	5
75	KN980025	CHINA	LEAF	RED	24	21	24	280	0.25	69	3
76	KN980026	CHINA	LEAF	RED	27	10	22	200	0.22	82	3
77	KN980028	CHINA	LEAF	RED	23	12	17	240	0.22	85	2
78	KN980035	JAPAN	LEAF	RED	23	15	19	240	0.25	79	4
79	KN980037	JAPAN	LEAF	RED	22	20	20	210	0.25	80	2
80	KN980039	JAPAN	LEAF	RED	20	22	22	230	0.3	62	5
81	KN980041	JAPAN	LEAF	RED	27	20	17	185	0.19	67	3
82	KN980043	JAPAN	LEAF	RED	22	18	25	220	0.26	70	2
83	KN980044	JAPAN	LEAF	RED	24	16	23	200	0.25	76	3
84	KN980045	JAPAN	ROMAINE	RED	25	11	28	215	0.35	69	5
85	KN980047	ENGLAND	ROMAINE	RED	23	17	31	230	0.33	90	3
86	KN980052	ENGLAND	BATAVIA	RED	20	20	22	270	0.38	68	3
87	KN980054	ENGLAND	BATAVIA	RED	21	16	17	265	0.35	72	5
88	KN980056	ENGLAND	BATAVIA	RED	22	18	30	215	0.37	68	2
89	KN980057	ENGLAND	LEAF	RED	24	17	32	189	0.25	71	3
90	KN980062	ENGLAND	LEAF	RED	25	22	29	320	0.27	62	3
91	KN980063	ENGLAND	LEAF	RED	24	19	20	315	0.19	45	4
92	KN980066	ENGLAND	LEAF	RED	28	20	21	285	0.25	70	3
93	KN980071	ITALY	ROMAINE	RED	21	11	36	280	0.4	85	3
94	KN980074	ITALY	ROMAINE	RED	19	9	25	175	0.19	68	2
95	KN980076	ITALY	LEAF	RED	28	20	28	220	0.26	72	5
96	KN980077	ITALY	LEAF	RED	24	21	27	200	0.25	62	3
97	KN980081	ITALY	LEAF	RED	25	17	20	295	0.38	83	3
98	KN980082	ITALY	LEAF	RED	29	18	24	305	0.4	80	3
99	KN980083	ITALY	LEAF	RED	28	17	22	230	0.35	85	4
100	KN980084	ITALY	LEAF	RED	27	15	21	195	0.34	62	2
101	KN980086	ITALY	LEAF	RED	30	19	25	216	0.19	67	3
102	KN980087	ITALY	LEAF	RED	24	19	30	258	0.22	74	2
103	KN980088	ITALY	LEAF	RED	34	15	32	170	0.26	70	4
104	KN980096	IGYPT	ROMAINE	RED	21	12	19	260	0.26	68	5
105	KN980097	IGYPT	ROMAINE	RED	18	11	29	255	0.25	71	3
106	KN980099	IGYPT	LEAF	RED	28	10	24	240	0.25	83	2
107	KN980101	RUSSIA	LEAF	RED	26	21	21	210	0.28	85	5
108	KN980104	RUSSIA	LEAF	RED	23	21	30	240	0.26	67	2
109	KN980108	RUSSIA	LEAF	RED	27	21	36	200	0.2	69	3
110	KN980104	GREECE	LEAF	RED	21	16	21	200	0.2	72	3
111	KN980110	GREECE	LEAF	RED	28	16	19	255	0.33	85	2
112	KN990001	TURCKY	BATAVIA	RED	18	14	21	190	0.29	69	3
113	KN990003	GERMANY	LEAF	RED	27	20	25	189	0.2	68	3
114	KN990009	GERMANY	BATAVIA	RED	23	21	25	315	0.29	79	3
115	KN990012	GERMANY	BATAVIA	RED	21	15	27	285	0.39	85	5
116	KN990013	GERMANY	BATAVIA	RED	18	18	21	215	0.35	62	4
117	KN990014	INDIA	LEAF	RED	28	20	19	205	0.33	45	3
118	KN990018	HONGKONG	LEAF	RED	31	21	22	200	0.3	76	3
119	KN990025	FRANCE	ROMAINE	RED	21	16	20	265	0.45	82	4
120	KN990027	FRANCE	BATAVIA	RED	22	21	23	295	0.35	66	4
121	KN990030	FRANCE	BATAVIA	RED	22	11	21	195	0.4	68	2
122	KN990032	FRANCE	BATAVIA	RED	23	18	29	216	0.39	79	5
Mean					23.7	16.1	24.8	231.8	0.27	71.9	3.16
LSD 0.01					4.6	4.2	4.9	45.5	0.06	10.1	1.09

<sup>z</sup> : The scores indicate degrees of quality as shown in table2 (1: Extremely poor, 2: Poor, 3: Fair, 4: Good, 5: Excellent).

## (2). 주성분분석에 의한 잎 상추 품종의 분류.

### (가) 청상추

청상추 129품종을 가지고 주성분분석을 한 결과(표5), 고유치는 형질의 1차 결합에 의하여 얻은 상호의 상관성이 없는 주성분의 분산을 나타내었다. 분산이 큰 것으로부터  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ ,  $X_6$ ,  $X_7$  등 형질 수만큼의 주성분으로 그들 각각에 대한 고유치를 얻을 수 있다. 이중 고유값이 1이

상인 3개의 주성분이 유의한 의미를 가진 주성분으로서 3개의 주성분을 취했을 경우 전체변동의 54.22%가 설명이 가능하였으며 이하에서는 제3성분까지 만을 가지고 논하기로 하였다.

Table 5. Eigen value obtained from principal component analysis of 7 x 7 correlation matrix in green-leaf lettuce.

Principal component	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
Eigen value	1.4815	1.2559	1.0580	0.9375	0.8696	0.7745	0.6231
Contribution(%)	21.16	17.94	15.11	13.39	12.42	11.06	8.90
Cumulative contribution(%)	21.16	39.11	54.22	67.61	80.04	91.10	100.00

제1성분에 의해서는 엽수, 엽중, 개화일수 등 수량과 관련된 주성분이라 할 수 있고 이 주성분에 의해 만추대 다수확 품종과 조추대 소수형 품종의 구별이 가능하였다. 제2주성분은 엽장, 엽폭 등 잎 모양과 관련 있는 주성분이라 할 수 있으며 이것은 잎 크기에 의해 품종을 구별할 수 있고 제3성분은 잎 두께, 품질 등 주로 상추 품질과 관련 있는 주성분으로 품질에 의해 잎이 두꺼운 고품질 품종과 잎이 얇은 저품질 품종의 구별이 가능하였다(표6).

Table 6. Correlation coefficient between character and principal component, and cumulative contribution of character to the first three principal components in green-leaf lettuce.

Character	Principal component			Cumulative contribution(%)
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
Leaf length	-0.2415	0.7148**	0.0415	56.95
Leaf width	-0.2773	0.6866**	0.1434	56.89
Leaf no.	0.6650**	0.2295	-0.4110	66.39
Leaf wt.	0.7070**	0.1507	0.2002	56.26
Leaf thickness	0.3201	-0.2597	0.5299*	45.07
Days to flowering	0.5056*	0.2661	-0.2801	40.48
Quality	0.2147	0.2446	0.6848**	57.49

\*, \*\*: Significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

청상추 129 품종의 주성분 점수는 표7과 같다. 3개의 주성분 점수에 따른 각 품종간의 다차원 공간상의 2점의 거리를 품종간 거리로 정의하면 다수의 형질에 대해 측정된 계통의 종합적인 유연성의 정도는 이 품종간 거리라고 하면 주성분분석에 기초하여 1차원의 수치로 표현할 수 있는데, 품종간 거리가 가까울수록 품종간 유연성이 높고 품종간 거리가 클수록 유연성이 낮게 된다.

주성분분석에 따른 129품종 상호의 유연관계를 나타낸 도표를 보면 그림3과 같으며 품종간



유연관계가 가장 가까운 것은 'KN950047'(한국)과 'KN980023'(중국)이었고, 유연관계가 가장 먼 것은 'KN950007'(한국)과 'KN950014'(한국)였다. 품종간 거리가 가장 가까운 품종들을 정리해서 하나의 군으로 하고 이 군을 핵으로 해서 순차로 거리가 가까운 품종을 취해감에 따라 품종을 분류하였는데, 이 경우 품종군내의 평균거리가 다른 품종군간의 평균거리보다 항상 작은 것으로 하였다. 그 결과 129품종을 5계통군으로 분류할 수 있었다(그림4, 표8).

각 품종군에 속하는 품종들은 표8과 같은데, 한국에서 수집한 53개 품종은 각 군에 모두 분포 하였으나 주로 I, III 군에 분포하였으며 이는 I, III 군에 분포하는 품종은 일찍이 우리나라에 도입되어 分化된 것인 반면 II, V 군의 국내 수집종은 최근에 수입되어 재배가 된 품종으로 보여 진다. 한편 IV군의 국내 수집종은 최근에 국내종과 도입종을 교배하여 우리나라에서 싹용으로 적당한 품종으로 육성된 품종이다. 이상과 같이 主成分分析의 결과 얻어진 품종간 거리에 의해 129 청상추 품종을 5품종군으로 분류할 수 있었는데 분류된 품종군의 특성을 보면 표9와 같다. I과 IV 2군은 공히 개화가 늦고 품질이 우수하며 수량성이 높은 고품질 다수확 품종군이나 잎 두께가 크게 차이가 IV군이 I군 보다 잎이 두껍고 수량성이 높은 군으로 나타났다. 우리나라에서 싹용 상추로 가장 적당한 품종군은 잎 크기가 짧고 잎이 두꺼우며 수량성과 품질이 우수한 IV 군의 품종이 가장 적당한 품종군으로 나타났으며 IV군에 속한 21개 품종이 다수확과 고품질의 품종을 육성하는데 있어 유용하게 사용될 소재로 나타났다.

Table 7. Principal component score of green-leaf lettuce varieties.

No	Variety	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	NO	Variety	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
1	KN950007	-0.3547	0.8509	0.0956	66	KN950078	-2.1592	-0.6918	2.7585
2	KN950014	0.8474	1.4256	-0.1617	67	KN950080	0.5494	-1.7677	0.4154
3	KN950026	0.4438	-1.8861	0.4475	68	KN950085	0.8928	-1.6717	0.7379
4	KN950027	-0.8239	-1.2341	-0.1417	69	KN970002	0.8025	1.1302	0.5810
5	KN950035	1.1387	0.8233	0.5470	70	KN970004	0.2775	0.6592	1.8870
6	KN950039	-0.2348	-0.1351	1.2296	71	KN970005	1.1131	1.3924	-0.4162
7	KN950040	-1.6673	0.9571	-0.0713	72	KN970006	-0.0184	-0.8871	2.2863
8	KN950046	-0.2327	-0.6297	0.3250	73	KN970007	2.9239	0.6304	1.0869
9	KN950053	1.5694	0.8541	-0.0961	74	KN980001	-2.2392	0.4618	-0.1912
10	KN950063	0.9863	-0.0644	0.0029	75	KN980002	-2.6888	0.1469	0.6802
11	KN950070	-0.0688	-0.3857	0.9264	76	KN980007	0.1843	0.1936	-0.3428
12	KN960005	1.5085	0.9027	-0.1480	77	KN980011	0.2835	-0.4763	-0.4640
13	KN960008	0.1105	-2.0753	0.1295	78	KN980012	0.3423	-1.4897	-0.8148
14	KN970001	-0.7010	-1.4063	-1.0558	79	KN980013	0.3195	-0.6529	0.4480
15	KN980003	-1.8979	-0.6455	1.4708	80	KN980017	-1.3150	0.2728	0.4416
16	KN980018	-1.1375	-0.5280	-0.4365	81	KN980021	0.6389	-0.1970	-0.3868
17	KN980029	1.0692	1.4809	1.5903	82	KN980022	1.2446	-0.4044	0.3628
18	KN980038	0.3269	0.8613	1.2296	83	KN980023	-0.2684	0.8795	0.0401
19	KN980040	0.7868	-1.8035	-2.0486	84	KN980024	1.3169	-0.8316	0.9276
20	KN980053	0.9623	-0.8874	-0.7316	85	KN980027	0.7076	1.6319	-0.2307
21	KN980059	-0.0969	1.1619	1.7738	86	KN980036	0.2215	1.2460	1.5957
22	KN980069	-1.6090	-0.0067	-0.3552	87	KN980042	-0.6263	1.1999	0.0998
23	KN980073	-1.0772	-1.2594	-0.1106	88	KN980048	0.3270	-0.2054	-0.2144
24	KN980079	0.0361	0.0881	-1.8489	89	KN980049	0.1436	0.7629	-1.4467
25	KN980080	-1.3283	0.4976	-0.1736	90	KN980050	0.5261	-1.9988	0.3615
26	KN980091	0.1635	0.9261	-0.9417	91	KN980051	0.4454	-0.2422	0.2095
27	KN980102	1.7311	0.8773	-1.2302	92	KN980055	0.7959	-0.3152	-1.0754
28	KN980107	0.1771	0.5780	2.0230	93	KN980058	0.2585	1.4382	1.5643
29	KN980102	-0.2539	-1.2133	0.1682	94	KN980064	-0.2613	1.7058	-0.4279
30	KN990002	-0.2003	-0.6565	-2.2580	95	KN980065	-0.4351	2.1247	-1.8393
31	KN990005	0.8917	0.7493	-0.2686	96	KN980067	0.2338	-0.7221	-1.7688
32	KN990006	0.5492	0.8673	-0.1033	97	KN980068	0.2081	-0.0451	-1.0416
33	KN990021	1.0778	0.8552	1.0055	98	KN980070	-2.5762	-0.7611	0.6506
34	KN990029	0.5240	-0.5801	0.3748	99	KN980075	1.7151	0.4127	1.3129
35	KN950001	-0.6965	-0.2197	-0.0822	100	KN980085	2.0672	-0.5799	-1.2467
36	KN950005	0.4995	-0.8303	1.5099	101	KN980089	-1.0258	2.6789	0.0704
37	KN950009	1.1900	-0.2797	-0.5805	102	KN980090	0.9442	-0.1700	-1.3641
38	KN950010	-1.2741	-0.1617	-0.2903	103	KN980092	0.1060	-1.0201	-0.4875
39	KN950011	0.6683	-0.8396	0.8188	104	KN980093	0.4163	-0.7270	0.0826
40	KN950013	0.5990	1.4821	-0.2203	105	KN980094	1.5258	-0.5358	1.8522
41	KN950015	-0.1246	0.2115	0.2441	106	KN980098	-0.8131	-0.7387	-0.8501
42	KN950016	2.9973	-2.6096	0.1395	107	KN980100	0.7272	0.7813	0.7445
43	KN950017	0.6860	-1.4179	1.1088	108	KN980103	1.5147	-0.0031	-1.0580
44	KN950018	-1.3710	-0.2156	-0.0712	109	KN980105	0.8705	0.7832	-0.3326
45	KN950019	-1.8305	-0.9951	0.3153	110	KN980106	-0.0395	0.3337	1.2120
46	KN950021	-1.4756	3.0230	-0.6619	111	KN980109	0.2760	-0.1962	-0.4418
47	KN950022	-3.7153	-1.4228	-1.0545	112	KN980110	-1.3953	-0.4706	-1.8829
48	KN950023	-3.7339	-1.0781	0.4111	113	KN980103	-0.1147	-0.6951	-1.3145
49	KN950024	-1.9653	1.7348	-0.2198	114	KN980106	0.1007	-0.4332	0.5347
50	KN950025	-0.6262	-1.3536	0.6986	115	KN980107	0.3354	0.7700	-0.8053
51	KN950028	-1.9786	-0.9788	-2.2459	116	KN980108	0.9437	0.0082	0.0173
52	KN950029	-1.2564	0.4792	-1.7062	117	KN990007	-0.7311	1.3194	0.9657
53	KN950030	0.5340	-1.9100	-0.4563	118	KN990008	-0.2076	0.2861	-0.5878
54	KN950033	-0.7992	-1.0775	-1.1373	119	KN990010	-1.5869	0.6020	-0.8665
55	KN950047	-0.2511	0.2614	1.1491	120	KN990015	-0.2117	0.7409	-0.1064
56	KN950049	-1.7127	-0.2571	0.7815	121	KN990017	0.2511	1.5846	-0.7331
57	KN950052	0.5930	-0.8695	0.2621	122	KN990019	2.0212	1.4507	-1.7943
58	KN950054	2.0089	-1.8835	-0.5048	123	KN990020	2.5304	0.5062	0.2077
59	KN950055	0.9502	0.4838	0.1402	124	KN990022	-0.0333	0.8879	-0.6825
60	KN950059	-1.2480	2.6318	0.8981	125	KN990023	0.0336	0.2651	1.0544
61	KN950066	1.9341	0.9949	-0.2907	126	KN990024	-0.1430	-0.0645	-0.6735
62	KN950068	0.9667	-2.0040	1.3538	127	KN990026	-0.9820	-0.4598	-1.2735
63	KN950075	-0.5316	-1.2039	1.2266	128	KN990031	0.1031	0.2422	-2.3260
64	KN950076	-0.7327	3.1436	0.3569	129	KN990033	-0.4486	-0.2611	-0.7690
65	KN950077	-2.4386	-1.0130	2.0169					

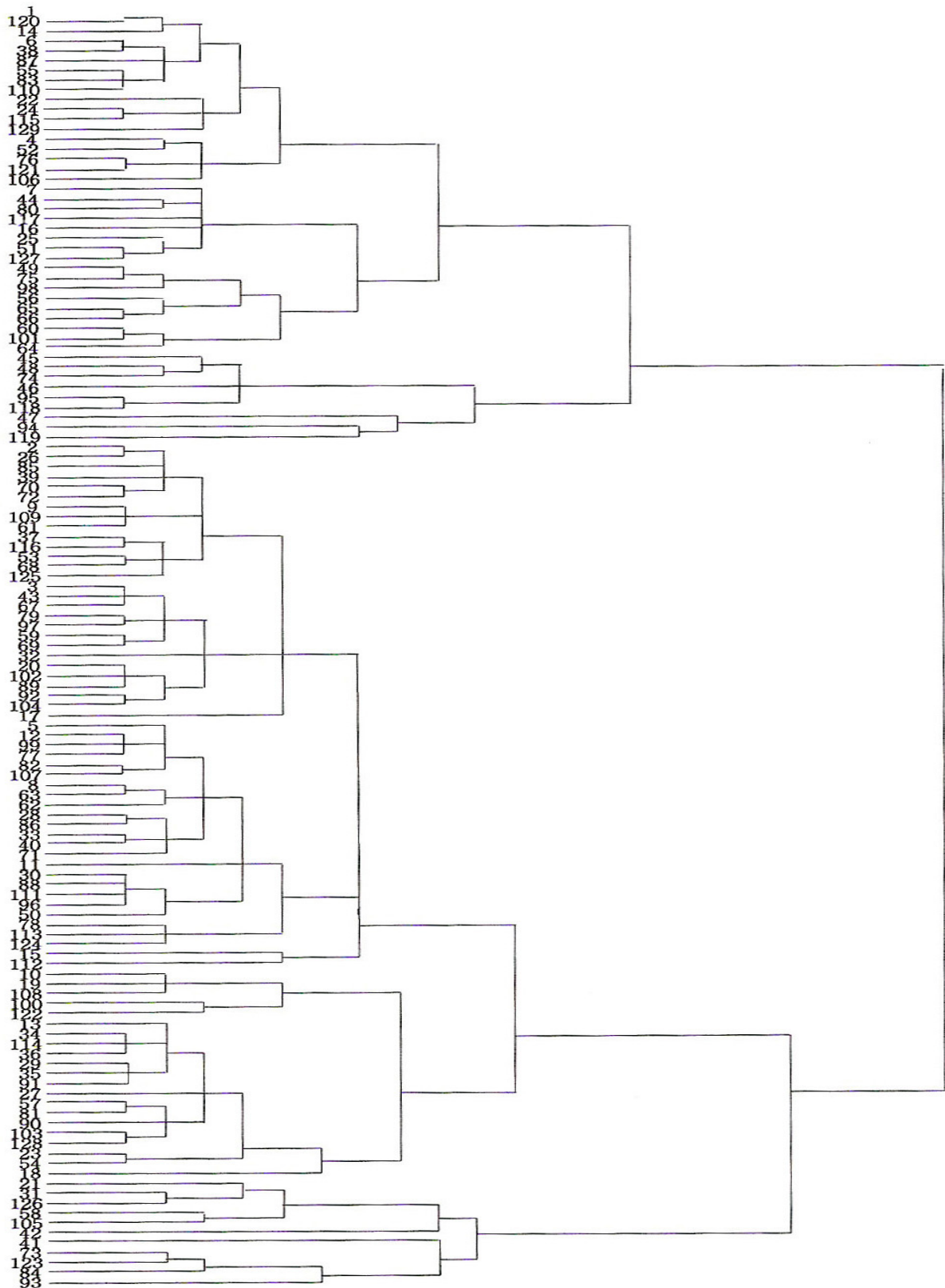


Figure 4. Dendrogram of green-leaf lettuce varieties classified by characteristic distance based on principal component analysis.

Table 8. Varieties belonging to a group classified by characteristic distance among varieties in green-leaf lettuce.

Group	No. of varieties	Varieties	Origin
I	35	1,4,6,7,14,16,22,24,25,38,44,49,51,52,55,56,60,64,65,66,75,76,80,83,87,98,101,106,110,115,117,120,121,127,129	Korea(16) Asia( 4) Europe(12) Africa( 1) North America( 2)
II	9	45,46,47,48,74,94,95,118,119	Korea(4) Europe( 5)
III	53	2,3,5,8,9,11,12,15,17,20,26,28,30,32,33,37,39,40,43,50,53,59,61,62,63,67,68,69,70,71,72,77,78,79,82,85,86,88,89,92,96,97,99,102,104,107,109,111,112,113,116,124,125,	Korea(23) Asia( 6) Europe(19) Africa( 2) North America( 3)
IV	21	10,13,18,19,23,27,29,34,35,36,54,57,81,90,91,100,103,108,114,122,128	Korea( 6) Asia( 4) Europe(11)
V	11	21,31,41,42,58,73,84,93,105,123,126	Korea( 4) Asia( 2) Europe( 4) Africa( 1)

Table 9. Mean of characteristics of lineal groups classified by characteristic distance among varieties in green-leaf lettuce.

Characters	Groups	I	II	III	IV	V
Leaf length		23.5	23.9	23.3	22.3	22.4
Leaf width		15.4	15.7	16.6	17.4	15.3
Leaf no.		29.4	25.5	24.5	28.7	24.3
Leaf total weight		275.3	152.7	205.3	320.8	236.8
Leaf thickness		0.283	0.261	0.295	0.329	0.306
Days to flowering		76.1	71.5	74.4	76.2	62.1
Leaf quality		3.19	2.82	2.73	3.08	2.68

(나) 적상추

국내외에서 수집한 적상추 122 품종의 특성을 조사하여 주성분분석을 통해 표10과 같은 7개의 주성분 고유치를 얻을 수 있었는데, 이 중 고유값이 1이상인 4개의 주성분이 유의한 의미를 가지므로 4개의 주성분을 취했을 경우 전체변동의 65.81%를 설명할 수 있었으며 이하에서는 제4성분까지 만을 가지고 품종을 논하기로 하였다.

Table 10. Eigen value obtained from principal component analysis of 7 x 7 correlation matrix in red-leaf lettuce.

Principal component	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
Eigen value	1.2821	1.1830	1.1378	1.0037	0.8767	0.8072	0.7095
Contribution(%)	18.32	16.90	16.25	14.34	12.52	11.53	10.14
Cumulative contribution(%)	18.32	35.22	51.47	65.81	78.33	89.86	100.00

표11에서 보여주는 바와 같이 제1성분에 의해서는 청치마에서와 마찬가지로 엽수와 엽중에 관련 있는 수량성을 나타내는 주성분이라 할 수 있고 이 주성분에 의해 다수형 품종과 소수형 품종을 구별할 수 있었다. 제2성분은 엽장과 엽폭이 중요한 요인으로서 잎 크기에 따라 품종을 구별하는 주성분이며, 제3성분은 잎 두께와 품질과 관련이 많은 주성분으로 제3성분에 의해 잎이 두껍고 고품질인 품종과 잎이 얇고 저품질인 품종의 구별이 가능하였다.

한편 청치마에서는 3개의 주성분에 의해 품종을 분류하였으나 적치마 상추는 4개의 주성분으로 분석하였는데 이는 청치마에서 수량성과 관련된 제1성분에서 개화기와 관련된 개화일수가 포함되었으나 적치마 상추에서는 엽폭과 개화기가 관련된 제4성분에 의해 별도로 분석이 가능하여 엽폭이 좁고 개화기가 빠른 품종과 엽폭이 넓고 개화기가 늦은 품종을 별도로 구별하여 품종의 분류가 가능하였다.

Table 11. Correlation coefficient between character and principal component, and cumulative contribution of character to the first three principal components in red-leaf lettuce.

Character	Principal component				Cumulative contribution(%)
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	
Leaf length	0.1666	0.6163**	-0.4482	-0.3624	73.98
Leaf width	0.3611	0.5919*	-0.1512	0.5065*	76.02
Leaf no.	0.6232**	-0.2204	-0.3149	-0.0378	53.76
Leaf wt.	0.6184**	-0.1482	0.2854	0.4342	67.44
Leaf thickness	0.3703	-0.1141	0.5459*	-0.3052	54.13
Days to flowering	0.3055	0.3882	0.4147	-0.4963*	66.23
Quality	-0.3502	0.4675	0.5133*	0.2938	69.09

\*, \*\*: Significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

주성분분석에 따른 중요한 4개의 주성분을 가지고 요인분석을 한 결과 적상추 122 품종의 주성분 점수는 표12와 같고 이 다차원 공간상의 두 품종간의 거리로 적상추 품종간의 유연관계를 나타내면 그림4와 같이 5개의 품종군으로 품종을 분류할 수 있으며 품종간의 유연관계가 가장 가까운 것은 ‘KN950037’(한국)과 ‘KN980008’(네델란드)로서 이는 국내 수집종 ‘KN950037’은 육종가에 의해 도입종인 ‘KN980008’을 적색이 진하고 개화가 다소 늦은 개체를

선발한 거의 동일한 품종으로 판단된다.

주성분분석에 의해 그림5와 표13에서 보는바와 같이 적상추 122 품종은 5개의 품종군으로 분류할 수 있었는데, 우리나라에서 수집된 46품종 중 31개의 품종이 I, II군에 포함되었으며 이는 I, II 군에 포함된 국내 수집종은 일찍이 유럽이나 일본, 중국을 통해 도입되어 국내에서 분화발전된 품종으로 보여지며 IV, V군의 국내 수집종은 최근에 유럽이나 북미에서 도입되어 재배가 된 품종으로 추정된다.

Table 12. Principal component score of red-leaf lettuce varieties.

No	Varieties	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	NO	Varieties	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
1	KN950037	-0.5694	-0.6835	0.0156	0.2115	62	KN970008	-2.5081	2.2897	-0.7702	0.6421
2	KN950043	-0.6963	1.3244	0.0497	-0.0516	63	KN970009	-0.8724	2.1026	0.4328	-0.4446
3	KN950064	1.1385	0.1491	-1.7242	0.5337	64	KN970010	-0.4640	-0.9940	0.8479	-0.6236
4	KN950071	-0.6152	-0.8030	0.0191	-1.5734	65	KN970011	-1.1709	1.0343	1.3344	1.3205
5	KN960004	-0.3235	-1.6531	1.3822	0.7565	66	KN980004	0.3679	0.3231	-0.3151	-1.4419
6	KN960006	-2.4610	0.5903	0.5718	0.5169	67	KN980005	0.0563	-0.3929	-0.0639	1.3937
7	KN960007	0.7581	0.5436	-1.7118	-0.7560	68	KN980006	0.9535	-1.4872	0.2486	0.7422
8	KN970012	2.0127	-1.1918	-0.9909	1.2651	69	KN980008	-1.2873	-1.1909	1.1194	0.2409
9	KN970013	1.3286	2.3141	1.0337	1.4153	70	KN980010	0.3007	-1.4439	-0.5863	-0.1499
10	KN980009	-0.2582	-1.0009	0.8991	0.3533	71	KN980014	-0.6161	0.5565	0.1289	-1.6563
11	KN980019	0.6158	1.2053	-0.8472	-1.2606	72	KN980015	1.8792	1.9683	0.1230	-1.5445
12	KN980030	-0.9681	-0.2060	-0.8148	-0.9685	73	KN980016	-0.1413	0.7279	1.3835	-0.3254
13	KN980031	0.4416	-0.9947	-1.1001	0.0179	74	KN980020	-1.9860	-0.0550	-0.3724	0.4365
14	KN980032	0.2594	-0.8232	-1.0259	1.9661	75	KN980025	0.7355	-0.4266	-0.2190	1.2329
15	KN980033	0.0077	-0.1554	-0.1081	1.2316	76	KN980026	-1.0034	-0.1942	-0.2137	-1.5702
16	KN980034	1.3507	0.2065	-0.4328	0.4698	77	KN980028	-0.6902	0.2357	0.2874	-1.0159
17	KN980046	0.7531	-0.2456	0.7346	-1.7163	78	KN980035	-0.8094	-0.6001	0.9688	0.0192
18	KN980060	2.0199	0.6312	-2.0249	-1.1438	79	KN980037	-0.1118	-0.4221	-0.1944	-0.1813
19	KN980061	0.8332	-1.0658	0.9921	-0.2837	80	KN980039	-0.6013	-0.7601	0.9640	1.8413
20	KN980072	-1.1909	0.4229	0.8259	-1.0093	81	KN980041	-1.5409	-1.2653	-1.1703	0.4218
21	KN980078	0.5829	-0.4064	-0.4298	-0.8750	82	KN980043	0.1990	0.4459	-0.6711	0.0771
22	KN980095	-2.0904	-0.0839	0.3379	0.7618	83	KN980044	-0.5308	-0.3050	-0.1895	-0.4716
23	KN980111	-0.0898	-0.7759	1.8457	-0.9488	84	KN980045	-0.3691	0.1019	1.1234	-0.6584
24	KN980109	0.0061	-0.8075	0.6281	0.6675	85	KN980047	1.5678	-0.2554	0.7688	-1.1332
25	KN990004	-0.7087	-1.0901	-0.4699	0.3211	86	KN980052	0.8514	0.3347	1.2767	0.7499
26	KN990011	3.2825	1.1198	1.1106	-0.9701	87	KN980054	-0.6620	-0.4714	2.3842	0.6702
27	KN990016	0.6521	0.2608	0.1311	-0.1392	88	KN980056	1.2270	0.8947	-0.1650	-0.4535
28	KN990028	2.1009	0.7335	0.3296	0.7397	89	KN980057	0.2848	0.0795	-1.0209	-0.2781
29	KN950002	-1.2370	1.6475	-0.1769	0.3346	90	KN980062	1.8007	-0.0704	-0.5123	1.8652
30	KN950004	-0.8651	0.3373	-1.3668	-1.4612	91	KN980063	-0.6904	0.1283	-0.6882	3.1040
31	KN950006	-0.5142	-0.8914	-0.2659	1.3975	92	KN980066	0.5373	-0.9271	-0.2982	0.8225
32	KN950034	-1.5662	-0.1231	-2.1157	-1.3736	93	KN980071	2.4430	1.4212	1.5347	-1.3646
33	KN950036	-1.0798	-0.6738	0.9740	1.0657	94	KN980074	-1.5476	1.7998	-1.0179	-0.7630
34	KN950038	-1.8142	-1.8831	-0.9885	-2.0860	95	KN980076	0.0758	-1.6795	-0.0538	0.5415
35	KN950041	1.6852	1.8393	-1.5265	0.9674	96	KN980077	-0.0781	-0.2945	-1.1401	0.7923
36	KN950042	1.5060	1.7143	-2.7896	0.2151	97	KN980081	1.2599	-0.4230	1.7741	-0.4868
37	KN950044	-1.0946	1.3891	-0.3971	-1.2056	98	KN980082	2.0552	-0.7050	1.2482	-0.5629
38	KN950045	0.0836	-1.3921	-0.1056	1.6780	99	KN980083	0.4074	-1.4184	1.2726	-1.0351
39	KN950048	-1.7201	0.5492	0.8199	-0.4665	100	KN980084	-0.4096	0.4058	-0.5737	-0.8828
40	KN950050	-0.8275	-1.2263	-0.4703	-2.0973	101	KN980086	-0.2562	-1.0781	-1.7042	0.3020
41	KN950051	-0.6549	0.5442	-1.0993	0.2997	102	KN980087	1.2489	0.1819	-1.1388	0.3671
42	KN950056	0.0201	1.1197	1.7655	0.9224	103	KN980088	-0.0385	-1.2773	-1.4800	-1.2081
43	KN950058	0.7639	1.6519	0.7343	-0.1252	104	KN980096	-1.3881	0.1056	1.4694	0.7649
44	KN950060	1.0003	1.0546	-0.3143	0.6666	105	KN980097	0.0950	1.6653	0.2922	0.1143
45	KN950061	0.2067	-1.0398	-0.4374	-1.9721	106	KN980099	0.2027	0.2976	-0.3440	-1.7494
46	KN950062	-0.9331	1.6252	-0.6184	-0.1297	107	KN980101	-0.3585	-2.3116	1.1221	0.0369
47	KN950065	0.0365	1.6923	0.0681	-0.2139	108	KN980104	1.1779	0.3058	-1.1611	0.6625
48	KN950067	0.7080	1.8731	0.2410	0.2415	109	KN980108	0.9451	-0.6228	-2.0944	0.3923
49	KN950069	-1.0603	-1.9109	-0.1398	-1.2203	110	KN980104	-1.2214	0.0347	-0.3683	0.2208
50	KN950072	-2.7565	0.8285	0.9093	0.2667	111	KN980105	-1.2933	1.0301	-0.5132	1.4271
51	KN950073	-0.2804	0.7896	-1.0614	0.4554	112	KN990001	-1.1924	0.8898	0.5420	-0.1801
52	KN950074	1.1204	0.0821	-0.7153	1.0931	113	KN990003	-0.5192	-0.9426	-1.5046	0.3000
53	KN950079	1.6543	-1.1827	-0.8161	-1.2560	114	KN990009	1.7164	-0.4458	0.7357	0.9463
54	KN950081	-1.8975	1.4796	-0.2801	0.9505	115	KN990012	1.1801	-0.2633	2.7710	-0.1748
55	KN950082	-0.0746	-0.8387	-0.8849	1.3906	116	KN990013	-0.4567	0.7945	0.7805	0.5906
56	KN950083	-0.5673	1.3356	0.1027	-0.1559	117	KN990014	-0.8938	-0.2257	-0.9521	0.9119
57	KN950084	0.4360	0.2023	-0.2134	0.3603	118	KN990018	0.2252	-1.7640	-0.5162	-0.6500
58	KN960001	0.7157	2.1900	0.0316	0.5784	119	KN990025	0.7563	-0.1371	2.9776	-0.6094
59	KN960002	0.5974	-2.8071	-1.5720	-0.2842	120	KN990027	0.9055	-0.2986	1.2663	1.4628
60	KN960003	-0.6425	-0.8884	1.7147	-0.3933	121	KN990030	-0.3938	1.4268	0.7429	-1.5701
61	KN970003	0.8501	-0.1201	0.1286	0.8628	122	KN990032	0.7058	-0.8088	1.7309	-0.3447

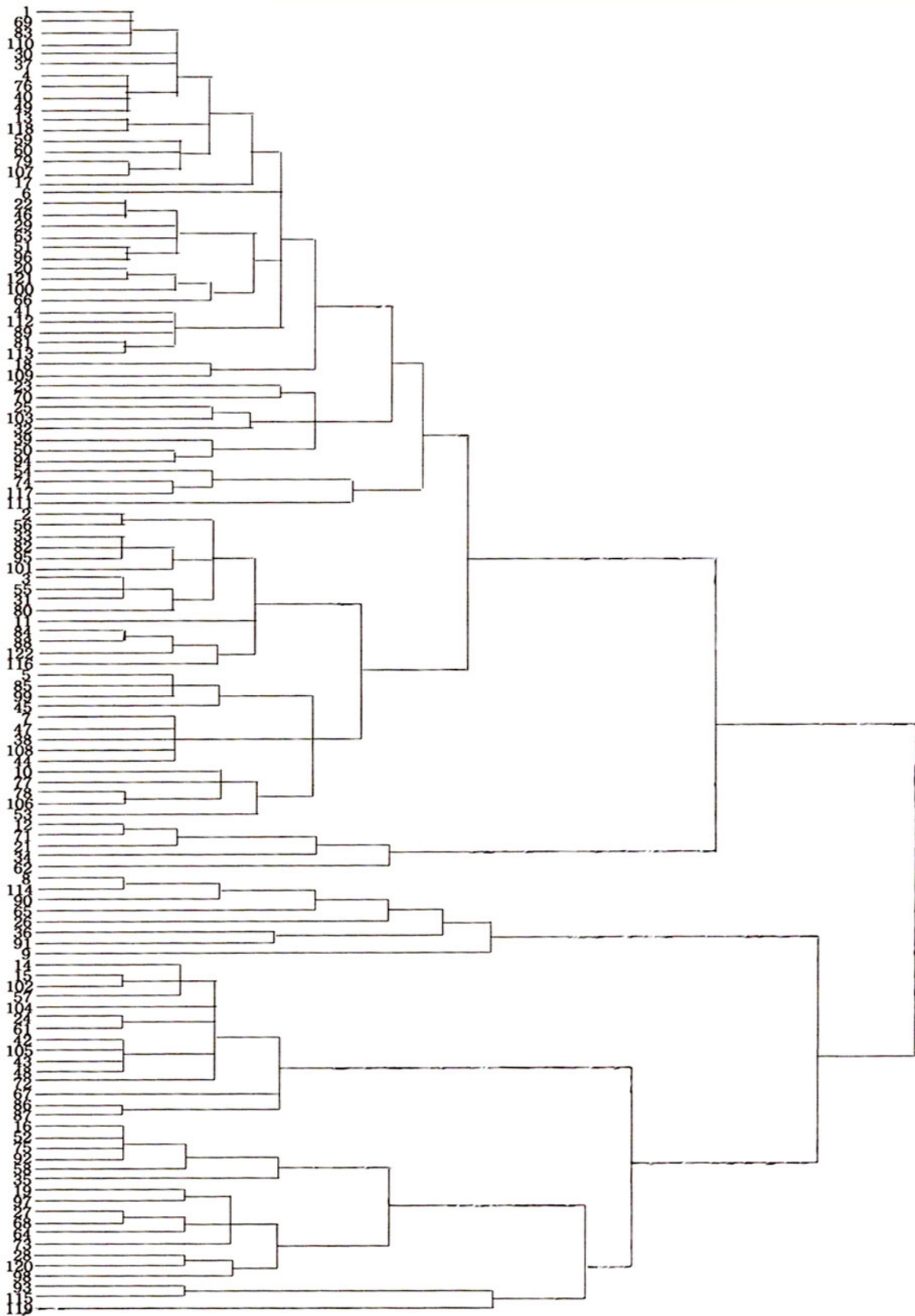


Figure 5. Dendrogram of red leaf lettuce varieties classified by characteristic distance based on principal component analysis.

Table 13. Varieties belonging to a group classified by characteristic distance among varieties in red-leaf lettuce.

Group	No. of cultivars	Cultivars	Origin
I	47	1,4,6,13,17,18,20,22,23,25,29,30,32,37,39,40,41,46,49,50,51,54,59,60,63,66,69,70,74,76,79,81,83,89,94,96,100,103,107,109,110,111,112,113,117,118,121	Korea(18) Asia( 8) Europe(20) Africa( 1)
II	29	2,3,5,7,10,11,31,33,38,44,45,47,53,55,56,77,78,80,82,84,85,88,95,99,101,106,108,116,122	Korea(13) Asia( 5) Europe( 7) Africa( 1) North America( 1)
III	5	12,21,34,62,71,	Korea( 2) Asia( 1) Europe( 1) North America( 1)
IV	8	8,9,26,36,65,90,91,114	Korea( 4) Europe( 4)
V	33	14,15,16,19,24,27,28,35,42,43,48,52,57,58,61,64,67,68,72,73,75,86,87,92,93,97,98,102,104,105,115,119,120	Korea( 9) Asia( 5) Europe(15) North America( 2) Africa( 1)

한편 III군에 포함된 국내 수집종 ‘KN950038’과 ‘KN970003’은 최근에 국내종과 도입종을 교배하여 육성한 품종으로 수량성과 품질이 우수하여 재배가 많이 되는 품종이다. 이와 같이 국내외에서 수집한 적상추 122 품종을 주성분분석에 의해 5개의 품종군으로 분류하였는데, 각 품종군의 특성을 보면 표14와 같다. 122품종 중 76품종이 속해있는 I, II군은 잎 모양과 품질은 비슷하였으나 개화기와 수량성의 차이에 의해 II군은 개화가 늦고 다수성 품종인 반면 I군은 개화가 빠르고 수량성이 낮은 품종이 포함되어 있었다. 또한 IV군과 V군은 수량성과 품질에 의해 품종이 분류되었는데 IV군은 고품질 소수성 품종군이고 V군은 다수성이나 품질이 낮은 품종 군이다.

또한 III군은 잎 모양, 잎 두께 등 품질이 가장 우수하면서 수량성도 높은 품종 군으로서 최근에 국내에서 육성된 2품종뿐만 아니라 이 군에 속해 있는 ‘KN980030’(일본), ‘KN980078’(이태리), ‘KN980014’(미국)등 3품종도 국내에서 싹용으로 재배가 가능한 품종으로 나타났다.



Table 14. Mean of characteristics of lineal groups classified by characteristics distance between varieties in red-leaf lettuce.

Characters	Groups	I	II	III	IV	V
Leaf length		23.6	24.0	21.5	24.4	24.7
Leaf width		15.2	16.7	16.1	15.7	16.8
Leaf no.		24.4	25.4	26.6	23.7	24.2
Leaf wt.		159.2	233.2	267.7	202.5	306.7
Leaf thickness		0.271	0.254	0.283	0.267	0.288
Days to flowering		70.7	74.0	73.0	70.7	71.2
Leaf quality		3.23	3.28	3.35	3.12	2.83

## 2. 연구 수행중 수집한 유전자원 특성검정

### 가. 재료 및 방법

공시재료는 연구수행 중 국내외에서 2007년도 42품종, 2008년도 12품종, 2009년도 10품종 등 수집한 품종 64품종을 공시하여 품종의 특성을 조사 유전자원을 평가하였다.

특성조사를 위해 공시품종을 권농종묘 육종농장에 2007년도 1월 10일(하우스)과 4월10(포장), 2008년도 1월 10일(하우스)과 4월12(포장), 2009년도 1월 13일(하우스)과 4월10(포장)에 파종하였다. 육묘는 200공 플러그트레이를 사용하여 25일 육묘(3-4엽전개시)후 정식하였고 시험구배치는 구당 6주 2반복으로 재식간격 17x17cm의 6줄로 정식하고 재배는 일반관행을 기준으로 실시하였다.

조사항목은 품종형태, 엽색, 엽장, 엽폭, 잎두께를 성숙기의 잎의 10-12엽기에 조사하였고, 엽수와 총엽중은 정식 40일 후에 조사하였으며 개화일수는 파종 후 첫꽃 개화까지 일수로 하였다. 내습성은 48시간 침수조건에서의 생존율로서 1(1-10%), 2(11-20%), 3(21-30%), 4(31-40%), 5(41-50%), 6(51-60%), 7(61-70%), 8(71-80%), 9(81-90%), 10(91-100%) 등 10등급으로 구분하였다. 외관 품질은 달관조사에 의한 외관품질점수를 Kader 등(1973)의 방법(표2)을 잎상추에 맞게 잎모양의 조사점수를 변형하여 이용하였다.

### 나. 결과 및 고찰

연구 수행중 외국에서 수집한 품종은 총 64품종(표15)을 공시하여 품종의 특성을 조사한 결과 상추 종류별로 보면 청상추가 38품종, 적상추가 26품종으로 분류되었고, 잎상추가 58품종이었고 로메인 상추가 6품종이었다. 이들 품종의 주요 품종특성은 표15와 같다. 특성검정 결과 미국에서 도입한 KN070001과 KN070025는 품질이 우수하고, KN070012과 KN090004는 추대가 늦은 품종으로 선발하였으며 KN080004는 내습성이 강한 계통으로 KN080005는 엽색이 농록색으로 우수하여 선발하였고 KN090006은 잎모양과 잎두께가 우수하여 선발하였다. 이들 선발된

도입종은 육성소재로 활용하기 위해 인공교배 재료로 활용하였다.

Table. 15. Horticultural characteristics of varieties collected in 2007-2009.

YearBN	Varieties(64)	Origin	Type	Leaf color	Leaf length	Leaf width	Leaf no.	Leaf wt.	Leaf thickness	Days to flowering	Tolerance to water*	Quality**
2007	KN070001	USA	LEAF	GREEN	25	13	32	230	0.35	70	5	5
	KN070002	USA	LEAF	RED	17	11	25	215	0.21	65	6	3
	KN070003	USA	LEAF	RED	29	10	23	200	0.21	72	2	2
	KN070004	USA	LEAF	RED	23	13	28	235	0.25	64	2	1
	KN070005	USA	LEAF	RED	25	19	27	230	0.23	62	8	5
	KN070006	USA	LEAF	RED	22	21	31	270	0.26	68	7	3
	KN070007	USA	LEAF	GREEN	21	19	19	198	0.3	71	3	3
	KN070008	USA	LEAF	GREEN	19	15	29	265	0.28	79	7	4
	KN070009	USA	LEAF	GREEN	22	13	20	190	0.28	83	7	2
	KN070010	USA	LEAF	GREEN	26	23	24	215	0.3	80	4	3
	KN070011	USA	LEAF	GREEN	27	22	22	189	0.31	85	5	3
	KN070012	USA	LEAF	GREEN	28	9	21	165	0.29	100	5	3
	KN070013	USA	LEAF	GREEN	20	10	17	140	0.25	45	5	2
	KN070014	USA	LEAF	GREEN	21	13	25	208	0.3	67	7	1
	KN070015	USA	LEAF	GREEN	24	12	30	288	0.32	74	2	3
	KN070016	USA	LEAF	GREEN	18	14	32	320	0.33	70	1	2
	KN070017	USA	LEAF	GREEN	28	26	36	315	0.3	76	8	4
	KN070018	USA	LEAF	GREEN	15	11	39	350	0.4	69	5	4
	KN070019	USA	LEAF	GREEN	16	11	41	320	0.37	82	6	5
	KN070020	USA	LEAF	GREEN	33	12	32	285	0.33	90	6	4
	KN070021	USA	LEAF	GREEN	20	11	25	215	0.34	85	7	2
	KN070022	USA	LEAF	GREEN	21	9	23	205	0.31	68	4	2
	KN070023	USA	LEAF	GREEN	24	10	28	270	0.38	66	5	2
	KN070024	USA	LEAF	GREEN	18	13	27	295	0.4	72	3	5
	KN070025	USA	LEAF	GREEN	28	12	31	280	0.35	65	7	5
	KN070026	USA	LEAF	GREEN	15	14	19	200	0.31	72	8	3
	KN070027	USA	LEAF	GREEN	16	16	29	250	0.34	64	2	4
	KN070028	USA	LEAF	RED	33	11	20	175	0.21	62	6	2
	KN070029	USA	LEAF	RED	33	11	24	215	0.21	68	5	3
	KN070030	USA	LEAF	RED	20	18	22	220	0.25	71	5	5
	KN070031	USA	LEAF	DARK RED	21	20	21	200	0.29	79	4	3
	KN070032	USA	LEAF	RED	33	14	17	140	0.21	83	6	3
	KN070033	USA	LEAF	RED	20	16	25	265	0.21	80	7	2
	KN070034	USA	LEAF	RED	21	18	30	300	0.25	85	9	4
	KN070035	USA	LEAF	RED	21	17	32	295	0.23	62	5	1
	KN070036	USA	LEAF	RED	33	12	32	305	0.26	45	5	1
	KN070037	USA	LEAF	DARK RED	20	11	25	230	0.25	67	3	3
	KN070038	USA	LEAF	RED	21	9	23	195	0.23	74	8	2
	KN070039	USA	LEAF	RED	24	22	28	245	0.21	70	1	5
	KN070040	USA	LEAF	RED	18	13	27	216	0.21	76	7	4
	KN070041	USA	LEAF	RED	28	12	31	258	0.25	69	5	2
	KN070042	USA	LEAF	RED	15	14	19	170	0.23	82	5	3
2008	KN080001	USA	LEAF	RED	26	21	25	320	0.3	70	7	2
	KN080002	USA	ROMAIN	RED	27	19	23	315	0.28	76	5	3
	KN080003	USA	LEAF	RED	28	15	28	350	0.28	74	6	3
	KN080004	USA	LEAF	RED	20	13	27	320	0.3	70	8	3
	KN080005	USA	ROMAIN	DARKGREEN	21	23	31	285	0.31	74	1	2
	KN080006	USA	LEAF	GREEN	24	22	19	215	0.29	70	7	1
	KN080007	USA	LEAF	GREEN	18	9	29	205	0.25	76	5	3
	KN080008	USA	ROMAIN	GREEN	28	10	20	270	0.3	69	5	2
	KN080009	USA	ROMAIN	GREEN	15	13	25	295	0.32	90	6	4
	KN080010	USA	ROMAIN	GREEN	16	12	30	280	0.33	95	3	4
	KN080011	USA	LEAF	GREEN	33	14	32	200	0.3	85	5	5
	KN080012	USA	LEAF	GREEN	20	16	36	250	0.4	83	6	4
2009	KN090001	USA	LEAF	GREEN	21	16	29	230	0.21	88	5	5
	KN090002	USA	LEAF	GREEN	33	11	20	195	0.21	95	5	3
	KN090003	USA	LEAF	GREEN	20	11	24	245	0.25	90	7	3
	KN090004	USA	LEAF	RED	21	18	31	216	0.23	105	2	2
	KN090005	USA	LEAF	RED	21	20	19	258	0.21	71	1	4
	KN090006	USA	ROMAIN	RED	22	14	29	250	0.31	79	5	1
	KN090007	GERMANY	LEAF	GREEN	20	16	20	175	0.25	83	5	1
	KN090008	GERMANY	LEAF	GREEN	21	18	24	215	0.23	80	6	3
	KN090009	GERMANY	LEAF	GREEN	24	17	22	220	0.26	85	6	2
	KN090010	GERMANY	LEAF	RED	18	12	21	200	0.25	62	7	5

\*Tolerance to water(survival rates with submerged under water during 48 hours.): 1(1-10%), 2(11-20%), 3(21-30%), 4(31-40%), 5(41-50%), 6(51-60%), 7(61-70%), 8(71-80%), 9(81-90%), 10(91-100%).

### 3. 주요형질 유전분석

#### 가. 재료 및 방법

이면교잡에 의한 상추의 수량과 품질에 관련된 형질의 유전분석을 위해 실험재료로 ‘청치마’, ‘녹치마’, ‘열풍’, ‘자바’, ‘강풍’, ‘Clarent’ 등 6개 품종을 사용하였으며, 이들을 인공교배로서 half-diallel을 작성하였고 교배친들의 특성은 표16과 같다.

인공교배를 해서 얻은 각각의 F<sub>1</sub> 종자와 양친을 2008년 7월 10일 200공 육묘 트레이에 파종하여 30일 육묘 후 재식거리 30 x 30 cm로 정식하여 각 교배조합에서 후대검정을 통해 교배가 성공적으로 이루어진 10개체를 선발하여 유전분석하고자 하는 특성을 조사하였다.

조사항목은 유전분석을 하고자 하는 절간장, 잎두께, 잎장, 잎폭, 잎하폭, 잎수, 총엽중, 건물율, 개화일수를 조사하였고 그 방법 및 기준은 다음과 같다 (그림2-A, 그림2-B).

절간장: 첫 수확기의 경장을 수확한 잎수로 나눈 평균마디 길이(그림2의 A-1).

잎두께: 첫 수확 시 최대 잎의 잎 가장자리 1cm 내부의 두께(그림2의 B-3).

잎 장: 첫 수확 시 최대 잎의 최장 길이(그림2의 B-1).

잎 폭: 첫 수확 시 최대 잎의 최장 폭(그림2의 B-2).

잎하폭: 첫 수확 시 최대 잎의 기저부 2cm 높이의 잎폭(그림2의 B-4)

잎 수: 화뢰가 육안으로 관찰될 때까지 수확한 총 잎수

총엽중: 수확종기까지 수확한 잎의 총무게.

건물율: 수확된 잎의 건물중을 생체중으로 나눈 값.

개화일수: 파종부터 첫꽃이 개화한 날까지의 소요된 일수.



Figure 6. Characteristics of lettuce measured in this experiment. A-1: Internode length, B-1: Leaf length, B-2: Leaf width, B-3: Leaf thickness, B-4: Width of leaf base.

Table 16. Characteristics of parental varieties used for diallel crosses in leaf lettuce.

Cultivar	Internode length (cm)	Leaf thickness (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Width of leaf base (cm)	No. of leaves	Total leaf fresh weight (g/plant)	Dry wt. ratio	Days to flowering (days)
Cheongchima	6.1	0.328	23.3	12.2	6.1	33.0	205.0	0.037	81.0
Nokchima	6.6	0.318	24.3	14.3	7.1	62.0	370.0	0.033	116.5
Yulpung	4.4	0.302	19.4	12.0	7.0	31.0	147.5	0.039	87.5
Jaba	4.9	0.268	19.5	11.3	5.9	41.0	170.0	0.041	96.0
Kangpung	6.6	0.324	18.0	11.8	6.5	39.5	150.0	0.025	95.0
Clarement	3.7	0.436	18.3	10.8	6.5	19.5	122.5	0.041	70.0
Mean	6.1	0.330	20.6	12.3	6.6	37.2	192.5	0.035	91.7
LSD. 0.05 <sup>x</sup>	0.67	0.042	1.83	0.84	0.63	3.6	28.8	0.004	7.8
0.01 <sup>y</sup>	1.06	0.074	2.59	1.37	0.95	5.8	42.7	0.007	11.8

x, y: LSD at the 0.05 and 0.01 between parents, respectively.

#### 나. 결과 및 고찰

##### (1). 잡종강세 및 조합능력

이면교잡에 의한 15개 F<sub>1</sub>의 각 형질별 성적 및 잡종강세 정도는 표17과 같다. 각 형질별 친평균치에 대한 F<sub>1</sub> 평균치의 잡종강세 정도는 절간장, 엽폭, 엽하폭, 총엽중, 개화일수 등 5개 형질에서 유의성이 인정되었는데, 그 정도를 보면 절간장에서 21.0%로 가장 현저하였고 그 다음으로 총엽중(18.8%), 엽하폭(15.2%), 엽폭(10.6%) 순으로 높은 정도의 잡종강세가 나타났으며, 개화일수(-13.0%)는 부의 잡종강세를 보여 개화일수가 빨라지는 방향으로 잡종강세가 나타났다.

자식성작물의 육종에 있어서 무엇보다 중요한 것은 우량한 교배친을 선정하고, 그 육종목표 형질에 대한 유전적인 정보를 바탕으로 적절한 육종규모와 선발계획을 수립하여, 육종체계를 효율적으로 운영하는 것이다. 우량한 자식후대를 선발하기 위해서는 우선 육종목표 형질에 대한 조합능력 특히 상가적 유전자 작용인 일반조합능력(GCA)이 양친의 선정에 중요하나 비상가적 유전자 작용인 특수조합능력(SCA)은 잡종강세를 이용하여 F<sub>1</sub> 품종을 육성하는 타식성작물에서 중요하게 취급되므로 여기서는 일반조합능력에 대해서만 언급하였다. 그 분산분석의 결과는 표18과 같은데 엽폭만을 제외하고는 반복간의 차이는 없었으며 품종간에는 조사한 모든 형질에서 고도의 유의성을 나타내고 있어 모든 형질에서 일반조합능력이 매우 높았다.

Table 17. Mean of 6 parents and their 15 F<sub>1</sub>'s and mean heterosis for each character in leaf lettuce.

Cross <sup>z</sup>	Internode length (cm)	Leaf thickness (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Width of leaf base (cm)	No. of leaves	Total leaf fresh weight (g/plant)	Dry wt. ratio	Days to flowering (days)
1X1	6.1	0.33	23.3	12.2	6.1	33.0	205.0	0.037	81.0
1X2	10.2	0.31	21.1	12.8	9.2	20.0	102.5	0.029	66.0
1X3	6.2	0.34	21.8	13.2	8.1	38.0	232.5	0.035	61.5
1X4	7.8	0.33	25.4	12.9	7.4	34.0	232.5	0.039	63.3
1X5	8.3	0.35	21.8	12.6	7.6	44.0	265.3	0.037	67.0
1X6	10.6	0.39	23.6	12.9	7.1	30.8	206.3	0.035	67.3
2X2	6.6	0.32	24.3	14.3	7.1	62.0	370.0	0.033	116.5
2X3	5.5	0.32	23.5	14.5	7.1	46.3	223.8	0.031	92.3
2X4	7.5	0.33	23.7	14.1	8.1	35.0	307.5	0.037	98.5
2X5	7.0	0.36	22.4	15.4	8.3	46.8	263.8	0.037	94.0
2X6	6.3	0.43	22.5	15.0	8.4	41.3	273.8	0.036	88.0
3X3	4.4	0.30	19.4	12.0	7.0	31.0	147.5	0.039	87.5
3X4	6.2	0.31	24.8	15.1	6.7	43.5	300.0	0.043	79.8
3X5	5.8	0.31	19.6	13.6	7.3	41.8	280.0	0.038	88.5
3X6	5.7	0.38	18.8	14.7	7.7	34.3	280.0	0.059	83.3
4X4	4.9	0.27	19.5	11.3	5.9	41.0	170.0	0.041	96.0
4X5	6.8	0.31	21.7	12.5	6.5	45.3	217.5	0.029	91.5
4X6	7.8	0.38	18.5	12.4	6.9	43.3	314.5	0.034	81.8
5X5	6.6	0.32	18.0	11.8	6.5	39.5	150.0	0.025	95.0
5X6	9.1	0.42	19.4	13.0	7.5	35.0	235.0	0.035	73.5
6X6	3.7	0.44	18.3	10.8	6.5	19.5	122.5	0.041	70.0
MP <sup>x</sup>	6.1	0.33	20.6	12.3	6.6	37.2	192.5	0.035	91.7
MF <sub>1</sub> <sup>y</sup>	7.4	0.35	21.9	13.6	7.6	38.6	228.8	0.036	79.8
Heterosis(%)	21.0 <sup>**</sup>	6.0	6.3	10.6 <sup>*</sup>	15.2 <sup>*</sup>	3.8	18.8 <sup>**</sup>	2.9	-13.0 <sup>*</sup>

\*, \*\*: Significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

<sup>x</sup> : MP: Mean parents were calculated from table2,

<sup>y</sup> : MF<sub>1</sub>: Mean crosses were calculated from 15 F<sub>1</sub> crosses

<sup>z</sup> : 1: Cheongchima, 2: Topgreen, 3: Yulpung, 4: Jaba, 5: Knagpung, 6: Clarent.

Table 18. Analysis of variance of characters and mean squares of general combining ability(GCA) in leaf lettuce.

Source	df	Internode length	Leaf thickness	Leaf length	Leaf width	Width of leaf base	No. of leaves	Total leaf fresh weight	Dry wt. ratio	Days to flowering
Replication	1	3.01	0.0008	0.42	0.867 <sup>*</sup>	0.133	4.50	95.9	0.0042 <sup>**</sup>	8.01
Cultivars	35	15.93 <sup>**</sup>	0.0036 <sup>**</sup>	10.09 <sup>**</sup>	3.069 <sup>**</sup>	1.307 <sup>**</sup>	148.09 <sup>**</sup>	8429.0 <sup>**</sup>	0.0095 <sup>**</sup>	359.1 <sup>**</sup>
Error	35	2.61	0.0002	0.17	0.070	0.046	1.90	180.9	0.0005	2.94
GCA	5	86.68 <sup>**</sup>	0.0287 <sup>**</sup>	81.25 <sup>**</sup>	3.091 <sup>**</sup>	3.947 <sup>**</sup>	265.61 <sup>**</sup>	9989.0 <sup>**</sup>	0.0234 <sup>**</sup>	116.1 <sup>**</sup>

\*, \*\*: Significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

이는 상가적 유전분산이 검토된 각 형질들의 발현에 관련되어 있음을 암시하는 것이다. 일반 조합능력의 효과는 표19와 같은데, 절간장에서는 ‘열풍’에서 절간장이 짧은 선발방향으로 유의성 있게 높게 나타나 고온장일의 조건에서 절간장이 길어지는 여름용 품종을 개량하기 위해서는 열풍을 품종육성 친으로 사용할 수 있으리라 생각되었고 ‘청치마’는 절간장을 길게 하는 효과가 컸다.

앞 두계에서는 ‘Clarent’ 품종이 앞을 두껍게 하는 선발방향으로 유의성 있게 높게 나타나 고품질의 상추 품종육성에 유용한 친으로 선택이 될 것으로 보여 지나 나머지 5 품종은 모두 앞이 얇아지는 방향으로 효과를 보였으며 특히 자바상추는 유의성 있게 앞이 얇아지는 일반조

합능력을 가지므로 육성소재 친으로 사용 시 유의해야 할 것으로 생각되었다.

엽장에 있어서는 'Clarement', '녹치마', '강풍', '청치마' 순으로 일반조합능력이 높았는데, 'Clarement' 와 '강풍'은 엽장이 짧은 선발방향으로 효과가 높았으나 '녹치마'와 '청치마'는 엽장을 길게 하는 효과를 나타냈다.

엽폭에서는 '녹치마', '청치마', '열풍' 순으로 일반조합능력 높게 나타났으며 '녹치마'와 '열풍'은 선발방향인 엽폭을 넓게 하는 방향으로 그 효과가 있었으나 '청치마'는 엽폭을 좁게 하는 방향으로 작용을 하는 것으로 나타났다. 한편 최근에 싹용 상추의 품질에 중요한 요인의 하나로 알려진 엽하폭에서는 재래종을 개량한 품종인 '녹치마'와 '청치마'는 선발방향인 엽하폭을 넓게 하는 방향으로 효과가 컸으나 최근에 육성된 품종인 '열풍', '자바', '강풍'과 도입종인 'Clarement'는 엽하폭을 좁게 하는 효과를 보였다. 특히 '자바'는 그 효과가 가장 큰 품종이므로 육성친으로 선정 시 충분히 고려해야 할 것으로 생각되었다.

엽수에서의 일반조합능력은 '열풍'을 제외하고는 나머지 4품종에서 모두 높게 나타났는데, '녹치마', '강풍', '자바' 품종 순으로 선발방향으로 높게 나타나 엽수형 다수확 품종을 육성 시 소재 친으로 유용한 품종으로 판단되나 '청치마'와 'Clarement'는 엽수를 적게 하는 방향으로 높게 나타냈다.

잎 상추에서 수량성을 나타내는 총엽중의 일반조합능력은 '청치마', '자바', '녹치마' 순으로 유의적으로 높게 나타났으나 '청치마'는 총엽중을 적게 하는 방향인 부의 효과를 보였는데 이는 개화일수와 연관되어 '청치마'가 조기개화 유전자를 가진 때문으로 보여진다. 반면에 '자바'와 '녹치마'는 다수성의 선발방향으로 높은 효과를 보였는데, 이는 엽수와 개화일수에서도 비슷한 경향으로 수량성을 높이는 형질은 서로 연관성을 가지는 경향이 있었다.

Table 19. Estimates of general combining ability(GCA) for each character in leaf lettuce according to its parents.

Parents	Internode length	Leaf thickness	Leaf length	Leaf width	Width of leaf base	No. of leaves	Total leaf fresh weight	Dry wt. ratio	Days to flowering
Cheongchima	1.15	-0.004	1.15	-0.61	0.172*	-5.71	-32.5	-0.014	-13.9
Nokchima	0.13	-0.002	1.25	0.97*	0.626*	4.54*	17.0*	-0.030	10.9*
Yulpung	-1.43*	-0.021	-0.34	0.47*	-0.103	0.13	4.1	0.041*	0.5
Jaba	-0.21	-0.027	0.60	-0.34	-0.499	3.00*	17.1*	0.004	3.5
Kangpung	0.21	-0.003	-1.18*	-0.24	-0.124	3.04*	-4.6	-0.033	3.3
Clarement	0.15	0.056*	-1.48*	-0.25	-0.074	-5.00	-1.2	0.033*	-4.3
LSD <sup>x</sup>	0.25	0.006	0.48	0.16	0.092	1.02	8.6	0.014	2.5
LSD <sup>y</sup>	0.52	0.014	1.13	0.39	0.203	2.01	16.2	0.026	3.9

<sup>x</sup>, <sup>y</sup> : LSD, at the 0.05 level between effect and zero, and between two effects, respectively.

\*: Significant at the 0.05 level to the direction of selection.

한편 수확 후 시들음과 관련이 있는 것으로 알려진 잎의 건물율의 일반조합능력의 효과는 '열풍'과 'Clarement'는 선발방향으로 높은 효과를 보여주어 시들음이 늦은 품종의 육성을 위한

친으로 사용될 수 있으리라 보여 생각되며 ‘강풍’과 ‘녹치마’는 건물울이 낮은 방향으로 나타났

다.  
국내에서 상추의 수확량은 개화 시까지 한 잎씩 차례차례로 수확한 잎의 총무게를 말하므로 수량성은 수확회수와 밀접한 관계가 있는데 이는 개화일수에 의해 좌우된다. 개화일수의 일반 조합능력은 ‘청치마’와 ‘녹치마’에서 높게 나타났으나 ‘녹치마’는 선발방향인 개화일수를 크게 하는 경향을 보여 만추대 품종의 육성에 유용하게 이용될 것으로 생각되며, ‘청치마’는 선발방향과 반대로 개화일수를 줄이는 방향으로 나타나 품질은 우수하지만 만추대 품종 육성 친으로 사용 시 충분히 고려해야 한다.

품종별로 보면 ‘열풍’은 절간장이 짧고 엽폭이 넓으며 건물울을 높이는 선발방향으로 일반조합능력이 높게 나타나 여름용 품종으로 엽폭이 넓어 씹용으로 상품성이 우수하고 고온장일에서 절간장이 짧으며 수확 후 시들음이 낮은 품종의 육성에 이용될 수 있는 품종으로 판단된다. 또한 ‘녹치마’는 엽폭, 엽하폭, 엽수, 총생체중 및 개화일수에 있어서 일반조합능력이 높게 나타나 여름용 다수확 품종의 육성에 필요한 친으로 판단되었다. 도입종인 ‘Clarement’는 잎 두께를 두껍게 하거나 엽장을 짧게 하며 건물울을 높이는 효과가 크므로 高品質이면서 수송성이 높은 품종의 육성에 필요한 소재로 생각되었다.

## (2) 유전분석

### (가) 절간장

이면교잡을 통한 절간장의 분산성분 분석을 유전분석해 본 결과를 보면 표20과 같다. 우성적 분산( $H_1$ )에서만 유의성을 보여 우성적 분산이 크게 작용해 우성적 분산( $H_1$ )이 상가적 분산(D)보다 크고 평균우성정도( $\sqrt{H_1/D}$ )가 5.769로서 1보다 매우 크며 우성방향( $F_1-P$ )이 정으로서 초우성을 나타냈다. 절간장이 긴 쪽이 우성이므로 절간장이 짧은 품종의 선발은 초기세대에서의 선발보다 후기세대에서의 선발이 효과적인 것으로 나타났다.

한편 유전자 분포정도( $H_2/4H_1$ )가 0.25와는 차이가 있고 우성인자와 열성인자의 비율(KD/KR)이 1보다 작아 열성인자가 친들 사이에 많이 분포되어 있으며 유효유전자가(K)는 2개 이상으로 분석되었는데, 이는 절간장을 길게 하는 추대의 유전이 단인자 우성이라 보고한 Bremer(1931)의 결과와는 차이가 있었으나 Kim(1999)이 보고한 조기 추대성은 3개의 우성유전자에 의한다는 보고와 비슷한 결과를 보여 절간장이 길어지는 것은 추대현상과 비슷한 것으로 생각된다. 절간장의 광의의 유전력은 0.652로 높으나 협의의 유전력은 0.314로 낮게 나타나 절간장이 짧은 품종을 육성하기 위해서는 개체선발보다 계통선발이 유리한 것으로 나타났다.

Table 20. Mean estimates of genetic variance components with their standard errors, and ratio of the components for internode length in leaf lettuce.

Variance components	Value and S.E.	Ratio of components	Value
D	0.196 <sup>NS</sup> ±1.623	SQRT(H <sub>1</sub> /D)	5.769
F	-0.725 <sup>NS</sup> ±3.965	H <sub>2</sub> /4H <sub>1</sub>	0.195
H <sub>1</sub>	6.510* ±2.121	KD/KR	0.389
H <sub>2</sub>	5.070**±1.681	K	2.027
h <sub>2</sub>	10.275**±2.478	r	0.595
E	1.306* ±0.613	h <sub>N</sub> <sup>2</sup>	0.314
F <sub>1</sub> -P	1.3	h <sub>B</sub> <sup>2</sup>	0.652

절간장의  $W_r/V_r$  회귀분석의 결과는 그림7과 같다. 회귀직선식의 b값은 0.330으로 회귀계수 유의성검정 결과 유의성이 인정되지 않아 회귀계수가 1과 차이가 없는 것으로 판정되어 친들 간에는 비대립유전자간 상호작용효과가 없는 것으로 나타났다. 회귀직선이 원점 아래를 통과하므로 절간장의 유전은 분산분석에서와 같이 초우성을 보여주고 있으며, 회귀직선상의 친 품종들의 위치는 평균우성 정도를 나타내며 원점에 가까운 품종일수록 우성유전자를 많이 가지고 있는 것으로 판단되므로 절간장에 관여하는 우성유전자는 ‘열풍’, ‘자바’, ‘강풍’에 많고 ‘Clarement’에 열성인자가 많은 것으로 나타났다.

규준화시킨  $Y_r$ 과  $(W_r+V_r)$ 그래프에서 교배친들은  $Y_r$ 축의 위쪽에 있는 ‘Clarement’, ‘청치마’, ‘녹치마’는 열성유전자를 많이 가지고 있으며 아래쪽에 있는 ‘열풍’, ‘자바’, ‘강풍’은 우성유전자를 많이 가지고 있다고 생각되며  $(W_r+V_r)$ 축의 오른쪽에 있는 ‘청치마’, ‘녹치마’, ‘강풍’은 절간장을 길게 하는 쪽, 왼쪽에 있는 ‘Clarement’, ‘열풍’, ‘자바’는 절간장을 짧게 하는 쪽이 었으나,  $Y_r$ 와  $(W_r+V_r)$ 치간 상관관계수(r)가 1보다 작아 친 품종간 우열성과 대립성 관계가 분명하지 않았다.

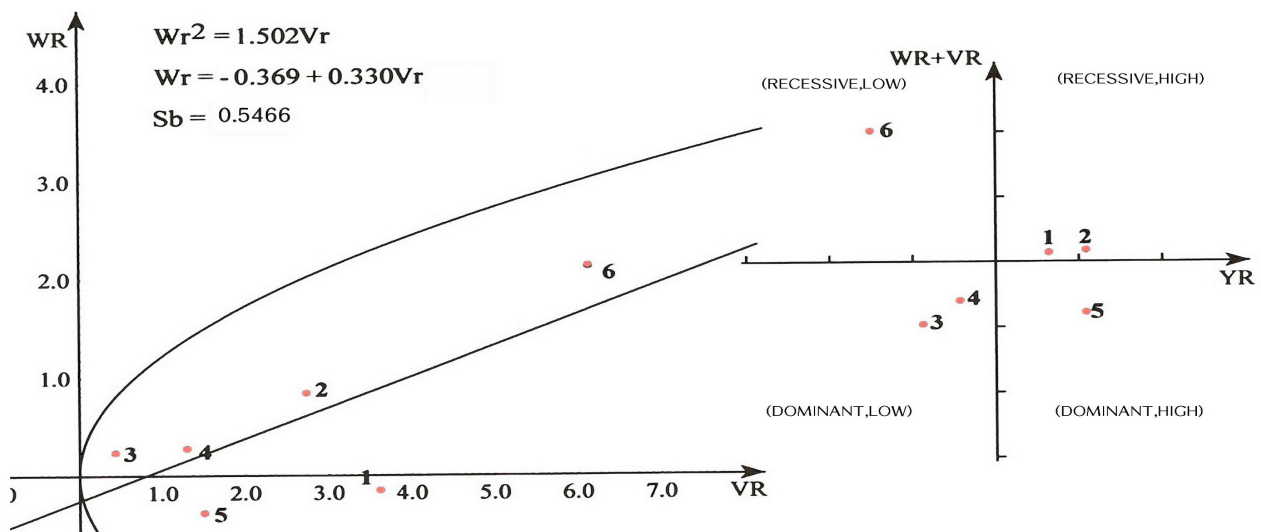


Figure 7. Variance( $V_r$ ), covariance( $W_r$ ) and standardized deviation graph for internode length (1: Cheongchima, 2: Nokchima, 3: Yulpung, 4: Jaba, 5: Kangpung, 6: Clarement).



(나) 잎 두께

잎 두께의 분산성분 분석의 결과를 보면 표21과 같다. 상가적분산(D), 우열성유전자관여도(F), 우성적분산(H<sub>1</sub>), 유전자의 정부 비대립 효과를 나타내는 우성분산(H<sub>2</sub>) 등에서 모두 유의성이 인정되어 유전자의 상가적 및 비상가적 효과가 모두 작용하는 것으로 보여지며 상가적분산(D)이 우성적분산(H<sub>1</sub>)보다 크고 평균우성정도(SQRT(H<sub>1</sub>/D))가 0.625로서 부분우성을 나타내었다. 우성방향(F<sub>1</sub>-P)이 정으로서 잎 두께가 두꺼운 쪽이 우성이므로 잎 두께가 두꺼운 품종의 선발은 초기세대에서의 선발이 효과적인 것으로 나타났다.

한편 교배친 품종에서의 유전자 분포정도(H<sub>2</sub>/4H<sub>1</sub>)가 0.232로서 0.25와는 차이가 없어 정부 대립인자의 분포는 거의 비슷한 비율로 분포되어 있는 것으로 추정되나 교배친 품종에 분포한 우성인자와 열성인자의 비율(KD/KR)이 1보다 작아 열성인자가 친들 사이에 많이 분포되어 열성대립유전자의 작용이 다소 관여한 것으로 나타났고 r값(Vr+Wr 값과 Yr의 상관)이 매우 낮아 우열인자의 관계가 뚜렷하지 못하였다. 유효유전자가(K)는 1개 정도이며 광의의 유전력과 협의의 유전력이 모두 높게 나타나 잎이 두꺼운 품종을 육성하기 위해서는 개체선발이 계통선발보다 유리한 것으로 보여 진다.

잎 두께의 W<sub>r</sub>/V<sub>r</sub> 회귀분석은 그림8과 같다. 회귀직선식의 b값은 0.844으로 회귀계수 유의성 검정 결과 유의성이 인정되지 않아 비대립유전자간 상호작용효과가 없는 것으로 나타났으며 회귀직선이 원점 위를 통과하므로 잎 두께의 유전은 분산분석에서와 같이 부분우성임이 재확인 되었다.

Table 21. Mean estimates of genetic variance components with their standard errors, and ratio of the components for leaf thickness in leaf lettuce.

Variance components	Value and S.E.	Ratio of components	Value
D	0.0032**±0.0002	SQRT(H <sub>1</sub> /D)	0.625
F	-0.0037*±0.0004	H <sub>2</sub> /4H <sub>1</sub>	0.232
H <sub>1</sub>	0.0013* ±0.0004	KD/KR	0.049
H <sub>2</sub>	0.0012* ±0.0004	K	1.013
h <sub>2</sub>	0.0012**±0.0002	r	0.059
E	0.0001 <sup>NS</sup> ±0.00001	h <sub>N</sub> <sup>2</sup>	0.755
F <sub>1</sub> -P	0.02	h <sub>B</sub> <sup>2</sup>	0.956

회귀직선상의 교배친 품종들의 위치는 평균우성 정도를 나타내는데, 잎 두께에 관여하는 우성유전자는 ‘청치마’, ‘Clarement’, ‘열풍’에 많고 ‘녹치마’와 ‘강풍’에는 열성인자가 많은 것으로 나타났는데, 표준화시킨 Yr과 (W<sub>r</sub>+V<sub>r</sub>)그래프에서 교배친 품종들은 Yr축의 아래쪽에 있는 ‘청치마’, ‘열풍’, ‘Clarement’는 우성유전자를 많이 가지고 있는 것이 재확인 되었다. (W<sub>r</sub>+V<sub>r</sub>)축의 오른쪽에 있는 ‘Clarement’ 만 잎 두께를 두껍게 하는 쪽이고 ‘자마’, ‘열풍’ 등 나머지 품종은 잎 두께를 얇게 하는 쪽으로 나타났으나 Yr와 (W<sub>r</sub>+V<sub>r</sub>)치간 상관계수가 1에 가까운 품종이 없

어 친품종간 우열성과 대립성 관계가 불분명 하였다.

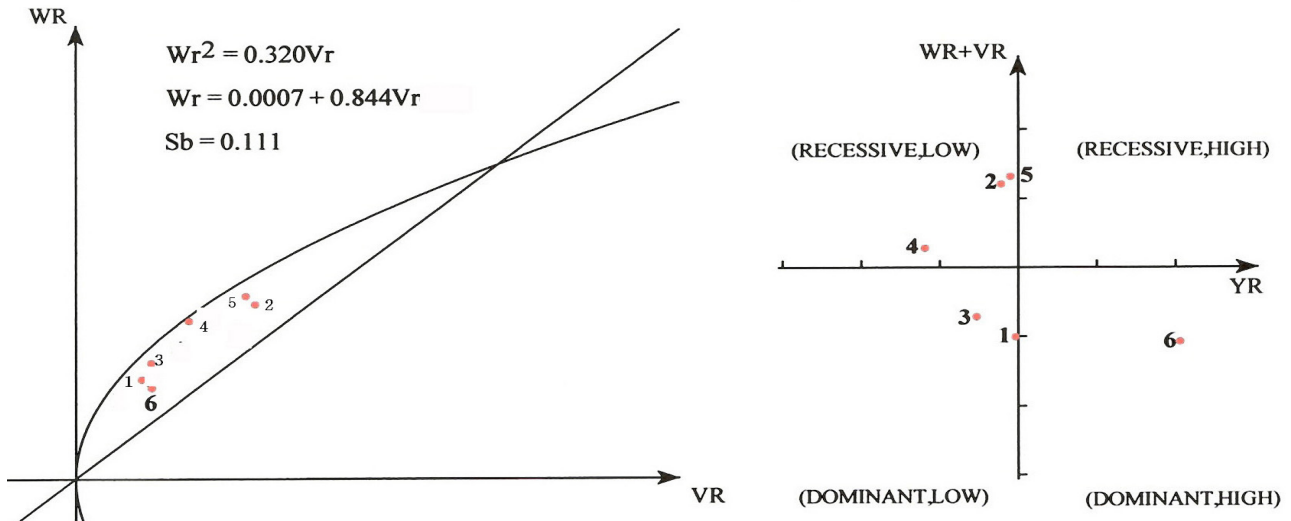


Figure 8. Variance( $V_r$ ), covariance( $W_r$ ) and standardized deviation graph for leaf thickness (1: Cheongchima, 2: Nokchima, 3: Yulpung, 4: Jaba, 5: Kangpung, 6: Clarentment).

(다) 엽장

엽장의 분산성분 분석의 결과는 표22와 같다. 상가적분산(D), 우열성유전자관여도(F), 우성적분산( $H_1$ ), 유전자의 정부 비대립 효과를 나타내는 우성분산( $H_2$ ) 등에서 모두 유의성이 인정되어 유전자의 상가적 및 비상가적 효과가 다 같이 작용하는 것으로 보여 지며 우성적분산( $H_1$ )이 상가적분산(D)보다 크고 평균우성정도( $\sqrt{H_1/D}$ )가 1.374로서 초우성을 나타냈고, 우성방향( $F_1-P$ )이 정으로서 엽장이 긴 쪽이 우성이므로 엽장이 짧은 품종의 선발은 후기세대에서의 선발이 효과적인 것으로 나타났다.

한편 교배친 품종에서의 유전자 분포정도( $H_2/4H_1$ )가 0.223으로 0.25와는 차이가 없어 정부 대립인자의 분포는 거의 비슷한 비율로 분포되어 있는 것으로 추정되나 교배친 품종에 분포한 우성인자와 열성인자의 비율(KD/KR)이 1보다 커 우성인자가 교배친들 사이에 많이 분포되어 우성대립유전자의 작용이 다소 관여한 것으로 나타났고  $r_{\text{값}}(V_r+W_r \text{ 값과 } Y_r \text{의 상관})$ 이 부의 방향으로 크기 때문에 우열인자의 관계가 뚜렷하였다.

우성을 지배하는 유효유전자가(K)는 0.502 로 분석되었는데 Jinks(1954)는 유효유전자가(K)는 우성유전자만을 표시하며 우성유전자가 같은 방향으로 같은 크기의 결과를 발휘할 수 없는 경우에는 그 값이 실제보다 적게 추정된다고 하므로 본 시험의 경우 엽장을 지배하는 유효주동유전자수는 1개 정도일 것이고 이의 효과를 약화시키는 수개의 미동인자에 의해 상당히 약화되고 있는 것이라고 해석할 수 있었다. 이 결과는 Kim 등(2005)이 'Oakleaf'와 'Baimach'를 교배하여 얻은  $F_2$  분석에서 얻은 결과와 일치 하였다. 한편 엽장의 유전은 광의의 유전력은 높았으나 협의의 유전력이 낮으므로 엽장이 짧은 품종을 육성하기 위해서는 계통선발이 개체선

밭보다 유리한 것으로 나타났다.

엽장의  $W_r/V_r$  회귀분석은 그림9와 같은 데, 회귀직선식의 b값은 0.773으로 회귀계수의 유의성검정 결과 유의성이 인정되지 않아 비대립유전자간 상호작용효과가 없는 것으로 나타났으며 회귀직선이 원점 아래를 통과하므로 엽장 유전은 분산분석에서와 같이 초우성임을 재확인하였다. 회귀직선상의 교배친 품종들의 위치는 평균우성 정도를 나타내며 엽장에 관여하는 우성유전자는 ‘녹치마’, ‘청치마’에 많았고 ‘자바’, ‘Clarement’, ‘열풍’에는 열성인자가 많은 것으로 나타났는데, 이는 표준화시킨  $Y_r$ 과  $(W_r+V_r)$  그래프에서도 재확인 되었다. 우성정도가 큰 품종인 ‘녹치마’, ‘청치마’가  $(W_r+V_r)$ 축의 오른쪽에 있고 열성정도가 큰 ‘자바’, ‘Clarement’, ‘열풍’이 왼쪽에 있으므로 엽장을 길게 하는 것이 우성임을 잘 나타내고 있다.

Table 22. Mean estimates of genetic variance components with their standard errors, and ratio of the components for leaf length in leaf lettuce.

Variance components	Value and S.E.	Ratio of components	Value
D	6.942* ±2.036	SQRT(H <sub>1</sub> /D)	1.374
F	2.833* ±1.174	H <sub>2</sub> /4H <sub>1</sub>	0.223
H <sub>1</sub>	13.109* ±5.169	KD/KR	1.349
H <sub>2</sub>	11.700* ±4.618	K	0.502
h <sub>2</sub>	5.875* ±3.108	r	-0.788
E	0.083 <sup>NS</sup> ±0.770	h <sub>N</sub> <sup>2</sup>	0.478
F <sub>1</sub> -P	1.3	h <sub>B</sub> <sup>2</sup>	0.886

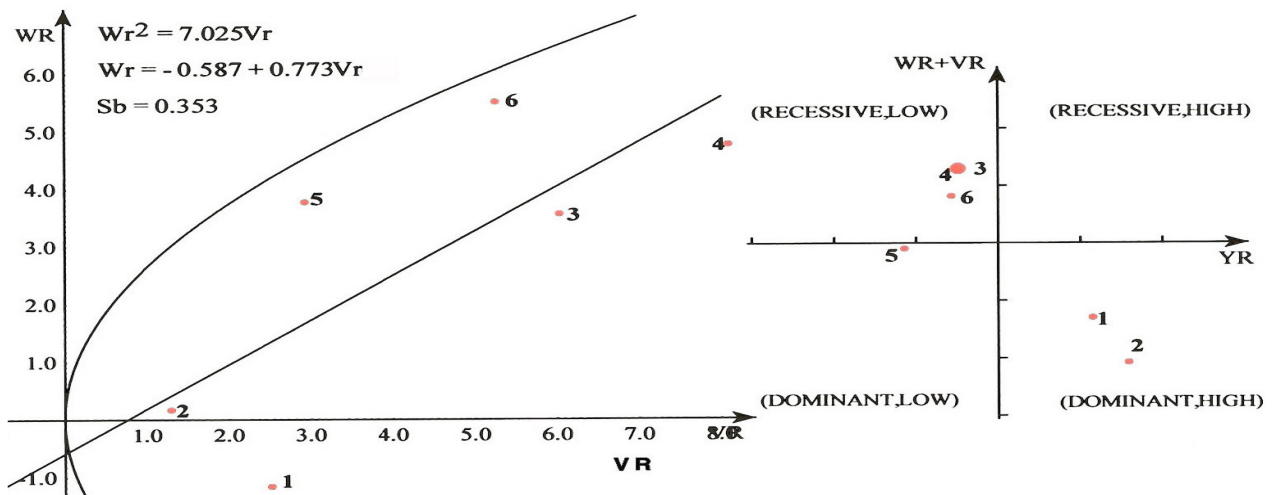


Figure 9. Variance( $V_r$ ), covariance( $W_r$ ) and standardized deviation graph for leaf length (1: Cheongchima, 2: Nokchima, 3: Yulpung, 4: Jaba, 5: Kangpung, 6: Clarement).

#### (라) 엽폭

엽폭의 분산성분 분석의 결과를 보면 표23과 같다. 상가적분산(D), 우성적 분산(H<sub>1</sub>), 유전자의 정부 비대립 효과를 나타내는 우성분산(H<sub>2</sub>) 등에서 모두 유의성이 인정되어 유전자의 상가적 및 비상가적 효과가 다 같이 작용하는 것으로 보여지며 우성적분산(H<sub>1</sub>)이 상가적분산(D)

보다 크고 평균우성정도(SQRT(H1/D))가 1.762로서 초우성을 나타내었다. 우성방향(F1-P)이 정으로서 엽폭이 넓은 쪽이 우성이므로 엽폭이 넓은 품종의 선발은 초기세대에서의 선발이 효과적이다.

한편 교배친 품종에서의 유전자 분포정도(H2/4H1)가 0.213로서 0.25와는 차이가 없어 정부 대립인자의 분포는 거의 비슷한 비율로 분포되어 있는 것으로 추정되나 친 품종에 분포한 우성인자와 열성인자의 비율(KD/KR)이 1.326으로 1보다 커서 우성인자가 친들 사이에 많이 분포되어 있어 우성대립유전자의 작용이 다소 관여한 것으로 보여지며 r값(Vr+Wr 값과 Yr의 상관)이 -0.616으로 부의 방향으로 높아 우열 인자의 관계가 뚜렷하였다.

엽폭의 유효유전자가(K)는 2개 정도이며 광의의 유전력은 높으나 협의의 유전력은 낮게 나타나 잎이 넓은 품종을 육성하기 위해서는 계통선발이 개체선발보다 유리한 것으로 보여 진다.

Table 23. Mean estimates of genetic variance components with their standard errors, and ratio of the components for leaf width in leaf lettuce.

Variance components	Value and S.E.	Ratio of components	Value
D	1.448* ±0.479	SQRT(H1/D)	1.762
F	0.715 <sup>NS</sup> ±1.172	H2/4H1	0.213
H1	4.496* ±1.218	KD/KR	1.326
H2	3.823* ±1.088	K	1.820
h2	6.959**±0.732	r	-0.616
E	0.035 <sup>NS</sup> ±0.181	h <sub>N</sub> <sup>2</sup>	0.314
F1-P	1.3	h <sub>B</sub> <sup>2</sup>	0.879

엽폭의 Wr/Vr 회귀분석은 그림10과 같다. 회귀직선식의 b값은 0.806으로 회귀계수 유의성검정결과 유의성이 인정되지 않아 비대립유전자간 상호작용효과가 없는 것으로 나타났으며 회귀직선이 원점 아래를 통과하므로 엽폭의 유전은 분산분석에서와 같이 초우성이었고, 회귀직선상의 교배친 품종들 중에서 엽폭에 관여하는 우성유전자는 ‘청치마’, ‘녹치마’, ‘열풍’에 많고 ‘Clarement’, ‘강풍’, ‘자바’에는 열성인자가 많은 것으로 나타났다. 또한 표준화시킨 Yr과 (Wr+Vr)그래프에서 교배친 품종들은 Yr축의 아래쪽에 있는 ‘청치마’, ‘열풍’은 우성유전자를 많이 가지고 있는 것이 재확인 되었으나 (Wr+Vr)축의 오른쪽에 있는 ‘녹치마’와 ‘청치마’만이 엽폭을 넓게 하는 쪽이고 ‘열풍’ 등 나머지 품종은 엽폭을 좁게 하는 쪽으로 나타났다. 그리고 Yr와 (Wr+Vr)치간 상관계수가 1에 가까워 친 품종간 우열성과 대립성 관계가 분명해 보였다.

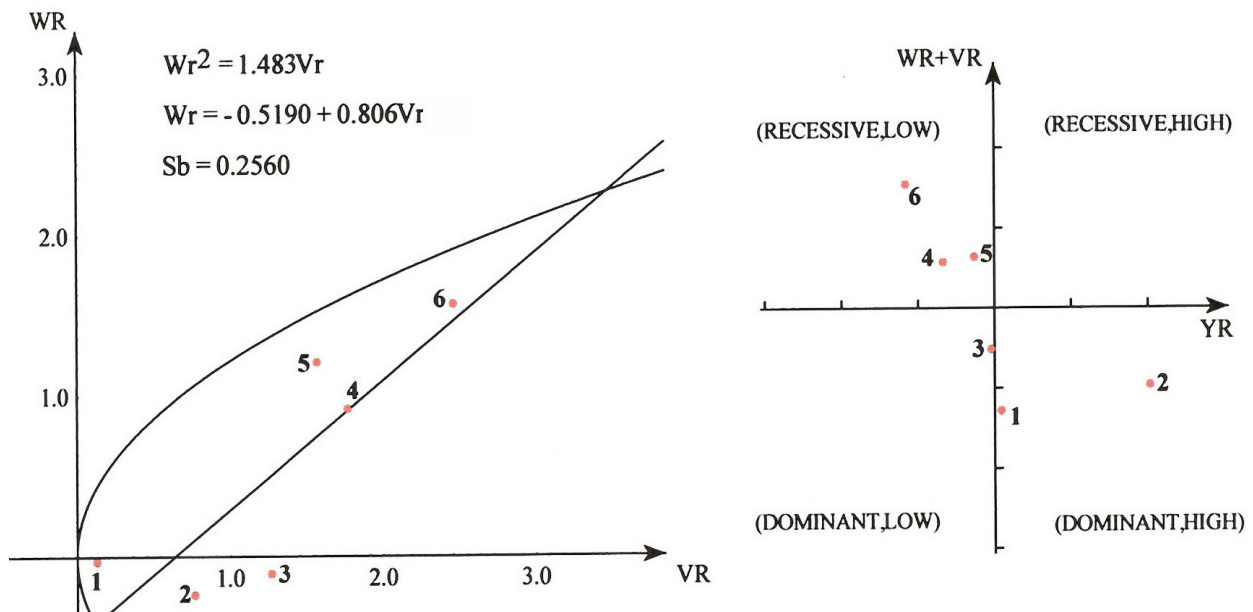


Figure 10. Variance( $V_r$ ), covariance( $W_r$ ) and standardized deviation graph for leaf width (1: Cheongchima, 2: Nokchima, 3: Yulpung, 4: Jaba, 5: Kangpung, 6: Clarement).

(마) 엽하폭

쌈용 상추에서 품질에 크게 작용하는 엽하폭의 분산성분 분석의 결과를 보면 표24와 같다. 상가적분산(D), 우성적분산(H1), 유전자의 정부 비대립 효과를 나타내는 우성분산(H2) 등에서 모두 유의성이 인정되어 유전자의 상가적 및 비상가적 효과가 모두 작용하는 것으로 보여지며 우성적분산(H1)이 상가적분산(D)보다 크고 평균우성정도( $\sqrt{H1/D}$ )가 3.068로서 초우성을 나타내었다.

또한 우성방향(F1-P)은 정으로서 엽하폭이 넓은 쪽이 우성이므로 엽하폭이 넓은 품종의 선발은 엽폭과 마찬가지로 초기세대에서의 선발이 효과적인 것으로 보여진다. 교배친 품종에서의 유전자 분포정도( $H2/4H1$ )가 0.210로서 정부 대립인자의 분포는 거의 비슷한 비율로 분포되어 있는 것으로 추정되나 친 품종에 분포한 우성인자와 열성인자의 비율(KD/KR)이 0.975로서 1과 같아 우열성인자가 친들 사이에 고르게 분포되어 있었으며  $r_{값}(V_r+W_r)$  값과  $Y_r$ 의 상관도 -0.810으로 부의 방향으로 높아 우열인자의 관계가 뚜렷하였다. 유효유전자가(K)는 2개 정도이며 광의의 유전력은 높으나 협의의 유전력은 낮게 나타나 엽하폭이 넓은 품종을 육성하기 위해서는 계통선발이 개체선발보다 유리한 것으로 보여진다.

Table 24. Mean estimates of genetic variance components with their standard errors, and ratio of the components for width of leaf bottom in leaf lettuce.

Variance components	Value and S.E.	Ratio of components	Value
D	0.215* ±0.107	SQRT(H <sub>1</sub> /D)	3.068
F	-0.017 <sup>NS</sup> ±0.751	H <sub>2</sub> /4H <sub>1</sub>	0.210
H <sub>1</sub>	2.028* ±0.780	KD/KR	0.975
H <sub>2</sub>	0.290* ±0.111	K	1.867
h <sub>2</sub>	1.708* ±0.697	r	-0.810
E	0.023 <sup>NS</sup> ±0.116	h <sub>N</sub> <sup>2</sup>	0.381
F <sub>1</sub> -P	1.0	h <sub>B</sub> <sup>2</sup>	0.968

엽하폭의  $W_r/V_r$  회귀분석은 그림11과 같은 데, 회귀직선식의 b값은 회귀계수 유의성검정결과 유의성이 인정되지 않아 비대립유전자간 상호작용효과가 없는 것으로 나타났으며 회귀직선이 원점 아래를 통과하므로 엽하폭의 유전은 분산분석에서와 같이 초우성임을 재확인 하였다.

또한 회귀직선상의 교배친 품종들의 엽하폭에 관여하는 우성유전자는 ‘열풍’에서 많았고 열성유전자는 ‘청치마’에 많은 것으로 나타났는데, 표준화시킨  $Y_r$ 과  $(W_r+V_r)$  그래프에서 친 품종들은  $Y_r$ 축의 아래쪽에 있는 ‘열풍’, ‘녹치마’는 엽하폭을 넓게 하는 쪽이고 위쪽에 위치한 ‘청치마’와 ‘자바’는 엽하폭을 좁게 하는 쪽이며  $Y_r$ 와  $(W_r+V_r)$ 치간 상관계수가 1에 가까워 교배친 품종간 우열성과 대립성 관계가 분명 하였다.

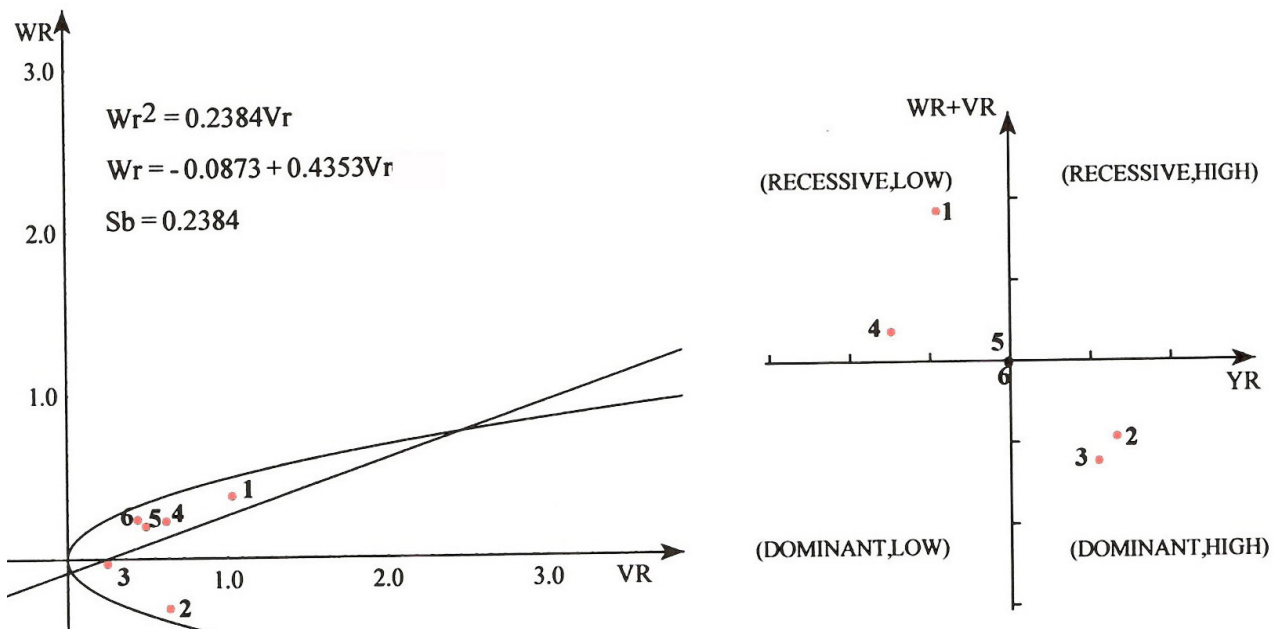


Figure 11. Variance( $V_r$ ), covariance( $W_r$ ) and standardized deviation graph for width of leaf base (1: Cheongchima, 2: Nokchima, 3: Yulpung, 4: Jaba, 5: Kangpung, 6: Clarement).

(바) 엽수

엽수의 분산성분 분석의 결과를 보면 표25와 같다. 상가적분산(D), 우성적 분산(H<sub>1</sub>), 유전자

의 정부 비대립 효과를 나타내는 우성분산(H<sub>2</sub>) 등에서 모두 유의성이 인정되어 유전자의 상가적 및 비상가적 효과가 다 같이 작용하는 것으로 나타났다.

그러나 W<sub>r</sub>/V<sub>r</sub> 회귀분석 결과 (그림12), 회귀직선식의 b값이 회귀계수 유의성검정결과 유의성이 인정되어 비대립유전자간 상호작용효과가 있는 것으로 나타났으며 회귀직선이 원점 위를 통과하므로 엽수의 유전은 분산분석에 의한 유전분석과는 달리 부분우성으로 나타나 상반된 분석 결과를 보여주는데, 이는 비대립유전자간의 상호작용효과가 없어야 한다는 Hayman(1954b)이 설정한 가설에 적합하지 않으므로 비대립인자간 상호작용이 존재하는 친 품종의 교배조합을 제외 시켜 다시 검정을 할 필요성이 있었다.

Table 25. Mean estimates of genetic variance components with their standard errors, and ratio of the components for number of leaves in leaf lettuce.

Variance components	Value and S.E.	Revised value <sup>y</sup>	Ratio of components	Value	Revised value <sup>y</sup>
D	20.64**±6.51	243.39**±19.19	SQRT(H <sub>1</sub> /D)	3.568	0.658
F	26.92*±11.61	177.11**±47.94	H <sub>2</sub> /4H <sub>1</sub>	0.237	0.167
H <sub>1</sub>	262.79*±118.06	105.42*±31.83	KD/KR	1.448	1.450
H <sub>2</sub>	249.13*±105.46	70.47 <sup>NS</sup> ±47.01	K	1.332	0.470
h <sub>2</sub>	331.78**±70.98	331.78**±70.98	r	0.623	-0.269
E	2.31 <sup>NS</sup> ±17.58	7.81 <sup>NS</sup> ±7.83	h <sub>N</sub> <sup>2</sup>	0.253	0.733
F <sub>1</sub> -P	1.4	3.0	h <sub>B</sub> <sup>2</sup>	0.766	0.989

<sup>y</sup> : The revised values are obtained by 5x5 diallel analysis except for cheongchima of 6 parents .

따라서 비대립유전자간 상호작용이 존재하는 교배친인 ‘청치마’ 품종의 교배조합을 제외하고 분석한 결과가 표25에서의 수정한 값과 그림12-1에 나타낸 것과 같다. 수정 분석결과 엽수의 유전은 우성적분산(H<sub>1</sub>)이 상가적분산(D)보다 매우 크고 평균우성정도(SQRT(H<sub>1</sub>/D))가 0.658로서 부분우성을 나타내었다. 우성방향(F<sub>1</sub>-P)은 正으로서 엽수가 많은 쪽이 우성이므로 엽수가 많은 품종의 선발은 초기세대에서의 선발이 효과적인 것으로 보여 진다.

한편 교배친 품종에서의 유전자 분포정도(H<sub>2</sub>/4H<sub>1</sub>)가 0.167로서 0.25와는 차이가 있어 정부대립인자의 비는 다르게 나타났으며 교배친 품종에 분포한 우성인자와 열성인자의 비율(KD/KR)이 1.450으로 1보다 커서 우성인자가 친들 사이에 많이 분포되어 우성대립유전자의 작용이 다소 관여한 것으로 나타나고 r값(V<sub>r</sub>+W<sub>r</sub> 값과 Y<sub>r</sub>의상관)이 매우 낮아 우열 인자의 관계가 뚜렷하지 않았다. 유효유전자가(K)는 1개 정도의 유효주동유전자의 효과가 있는 것으로 추정되며 광의의 유전력과 협의의 유전력 모두가 높게 나타나 엽수가 많은 품종을 육성하기 위해서는 개체선발이 유리한 것으로 나타났다.

수정한 엽수의 W<sub>r</sub>/V<sub>r</sub> 회귀분석은 그림11-1과 같다. 회귀직선식의 b값은 회귀계수 유의성검정결과 유의성이 인정되지 않아 비대립유전자간 상호작용효과가 없는 것으로 나타났으며 회귀

직선이 원점 위를 통과하므로 엽수의 유전은 부분우성임을 재확인 되었고, 회귀직선상의 친 품종들의 엽수에 관여하는 우성유전자는 ‘자바’와 ‘강풍’에서 많았고 열성유전자는 ‘Clarement’에 많은 것으로 나타났다. 표준화시킨 Yr과 (Wr+Vr)그래프에서 친 품종들은 Yr축의 아래쪽에 있는 ‘자바’는 엽수를 많게 하는 쪽이고 ‘Clarement’와 ‘녹치마’는 엽수를 적게 하는 쪽이나 Yr과 (Wr+Vr)치간 상관계수가 낮아 친 품종간 우열성과 대립성 관계가 분명하지 않았다.

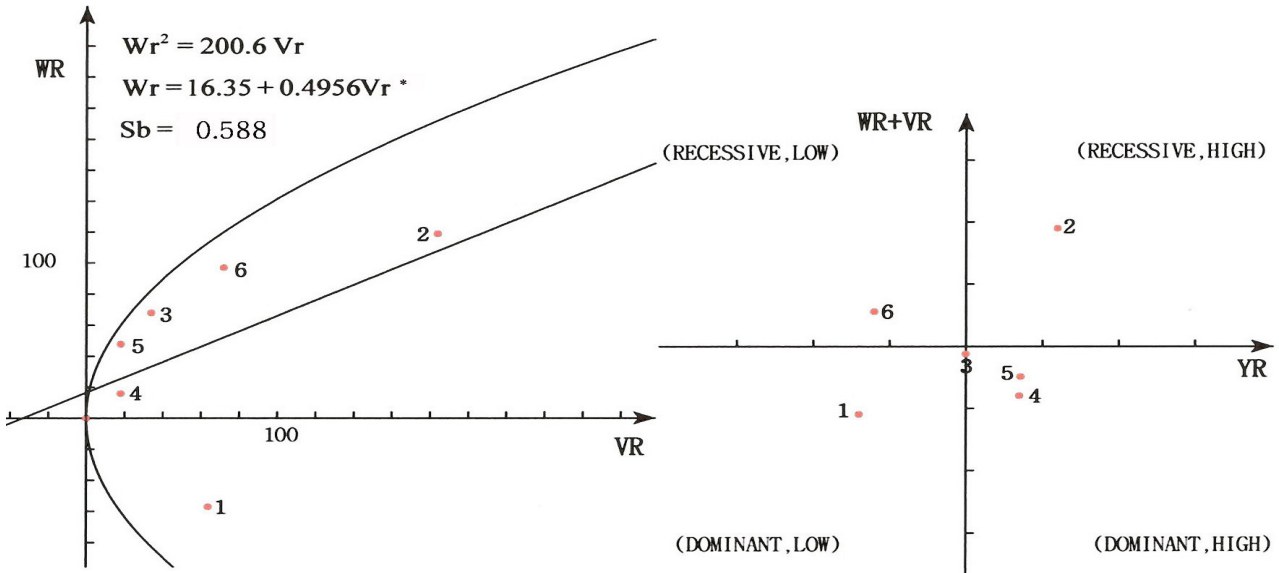


Figure 12. Variance( $V_r$ ), covariance( $W_r$ ) and standardized deviation graph for no. of leaf (1: Cheongchima, 2: Nokchima, 3: Yulpung, 4: Jaba, 5: Kangpung, 6: Clarement).

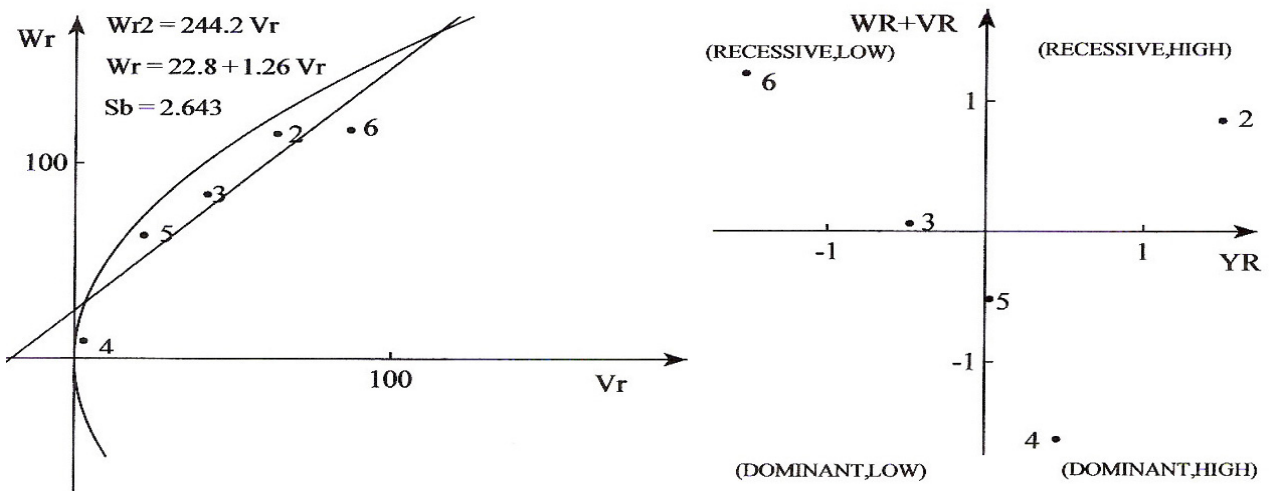


Figure 12-1. Variance( $V_r$ ), covariance( $W_r$ ) and standardized deviation graph for no. of leaf (2: Nokchima, 3: Yulpung, 4: Jaba, 5: Kangpung, 6: Clarement) revised except cheongchima.



(사) 건물울

상추에서 수확 후 시들음과 관련된 건물울의 분산성분 분석의 결과를 보면 표26과 같다. 상가적 분산(D), 우성적 분산(H<sub>1</sub>), 유전자의 정부 비대립 효과를 나타내는 우성분산(H<sub>2</sub>) 등에서 모두 유의성이 인정되어 유전자의 상가적 및 비상가적 효과가 모두 나타났으며, 우성적 분산(H<sub>1</sub>)이 상가적 분산(D)보다 크고 평균우성정도(SQRT(H<sub>1</sub>/D))가 3.456로서 초우성을 나타내었다. 우성방향(F<sub>1</sub>-P)이 정으로서 건물울이 높은 것이 우성이므로 수확 후 시들음이 낮은 품종의 선발은 초기세대에서의 선발이 효과적인 것으로 나타났다.

한편 교배친 품종에서의 유전자 분포정도(H<sub>2</sub>/4H<sub>1</sub>)가 0.231로서 정부 대립인자의 분포는 거의 비슷한 비율로 분포되어 있는 것으로 추정되나 교배친 품종에 분포한 우성인자와 열성인자의 비율(KD/KR)이 1.623로서 1보다 크게 나타나 우성인자가 교배친들 사이에 많이 분포되어 있었으며, r값(Vr+Wr 값과 Yr의 상관)도 0.862로 높아 우열인자의 관계가 뚜렷하였다. 유효유전자가(K)는 2개 정도이며 광의의 유전력은 높으나 협의의 유전력은 낮게 나타나 건물울이 큰 품종을 육성하기 위해서는 계통선발이 개체선발보다 유리한 것으로 보여 진다.

Table 26. Mean estimates of genetic variance components with their standard errors, and ratio of the components for leaf dry weight in leaf lettuce.

Variance components	Value and S.E.	Ratio of components	Value
D	4.967**±1.653	SQRT(H <sub>1</sub> /D)	3.456
F	8.153 <sup>NS</sup> ±13.583	H <sub>2</sub> /4H <sub>1</sub>	0.231
H <sub>1</sub>	59.312**±24.506	KD/KR	1.623
H <sub>2</sub>	54.710**±21.891	K	1.273
h <sub>2</sub>	69.648**±14.734	r	0.862
E	0.510 <sup>NS</sup> ±3.649	h <sub>N</sub> <sup>2</sup>	0.249
F <sub>1</sub> -P	0.001	h <sub>B</sub> <sup>2</sup>	0.876

건물울의 Wr/Vr 회귀분석은 그림14와 같다. 회귀직선식의 b값은 회귀계수 유의성검정결과 유의성이 인정되지 않아 비대립유전자간 상호작용효과가 없는 것으로 나타났으며 회귀직선이 원점 아래를 통과하므로 건물울의 유전은 분산분석에서와 같이 초우성임이 재확인 하였다. 회귀직선상의 교배친 품종들의 건물울에 관여하는 우성유전자는 ‘녹치마’와 ‘청치마’에서 많았고 열성유전자는 ‘열풍’과 ‘Clarement’에 많은 것으로 나타났다. 표준화 시킨 Yr과 (Wr+Vr)그래프에서 교배친 품종들은 우성정도가 큰 품종은 (-, -) 또는 (+, -)상한에 위치하였고 우성정도가 낮은 ‘열풍’과 ‘Clarement’는 (+, +)상한에 위치하여 건물울이 적은 쪽이 우성인 것으로 나타나 분산성분 분석과 다르게 분석된 것은 총엽중에서와 마찬가지로 교배친 품종에 있는 정부 비대립 우성효과가 큰 것에 기인한 것으로 생각된다.

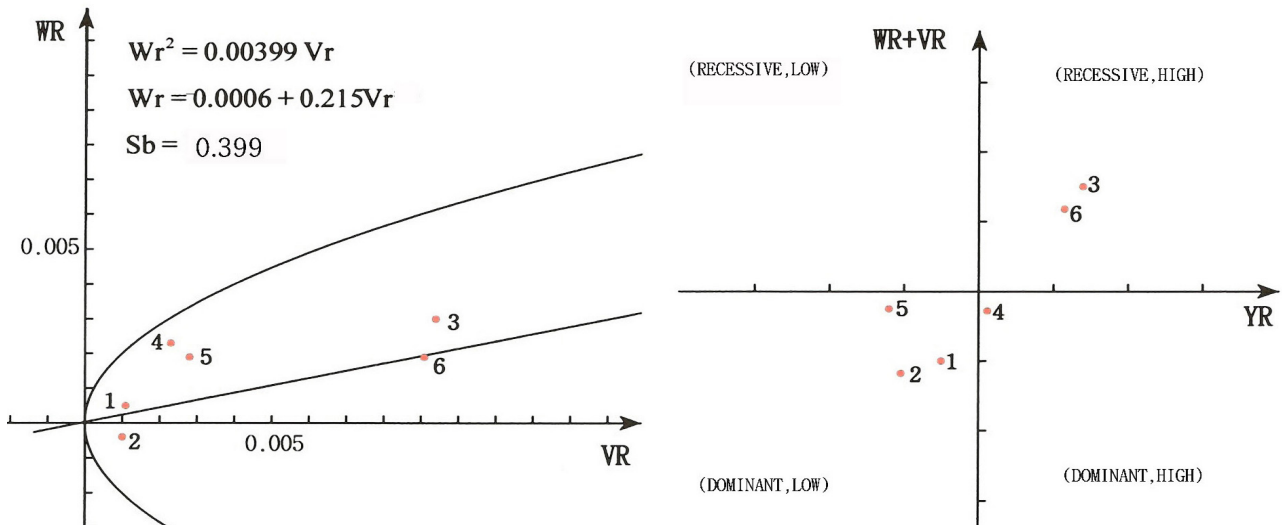


Figure 14. Variance( $V_r$ ), covariance( $W_r$ ) and standardized deviation graph for leaf dry weight (1: Cheongchima, 2: Nokchima, 3: Yulpung, 4: Jaba, 5: Kangpung, 6: Clarement).

(자) 개화일수

상추에서 수확량과 품질에 모두 관련되는 개화일수의 분산성분 분석의 결과는 표27과 같다. 상가적 분산(D), 우성적 분산( $H_1$ ), 유전자의 정부 비대립 효과를 나타내는 우성분산( $H_2$ ) 등에서 모두 유의성이 인정되어 유전자의 상가적 및 비상가적 효과가 모두 작용하는 것으로 나타났다. 우성적 분산( $H_1$ )이 상가적 분산(D)보다 크게 나타나 Kim 과 Ryder(1994)의 보고와 다르게 난 것은 이면교잡 분석에 사용한 교배친 품종군이 다르기 때문인 것으로 보여지며, 평균우성정도 ( $\sqrt{H_1/D}$ )는 1.251로서 초우성을 나타내었다.

우성방향(F1-P)이 부로서 개화일수가 빠른 것이 우성이므로 개화일수가 늦은 품종의 선발은 후기세대에서의 선발이 효과적인 것으로 나타났다. 한편 교배친 품종에서의 유전자 분포정도 ( $H_2/4H_1$ )가 0.178로서 정부 대립인자의 분포는 품종에 따라 다르게 분포되어 있으며, 교배친 품종에 분포한 우성인자와 열성인자의 비율( $KD/KR$ )이 1.250로서 1보다 크게 나타나 우성인자가 교배친들 사이에 많이 분포되어 있었고  $r$ 값( $V_r+W_r$  값과  $Y_r$ 의 상관)도 0.943으로 높아 정부 대립인자간 및 우열인자간의 관계가 뚜렷하였다. 유효유전자가(K)는 2개 정도로 나타났으며 광의의 유전력과 협의의 유전력 모두 높게 나타나 개화일수가 늦은 품종을 육성하기 위해서는 개체선발이 계통선발보다 유리한 것으로 나타났다.

Table 27. Mean estimates of genetic variance components with their standard errors, and ratio of the components for days to flowering in leaf lettuce.

Variance components	Value and S.E.	Ratio of components	Value
D	247.43** ± 46.65	SQRT(H <sub>1</sub> /D)	1.201
F	65.54** ± 13.96	H <sub>2</sub> /4H <sub>1</sub>	0.178
H <sub>1</sub>	356.89* ± 118.42	KD/KR	1.250
H <sub>2</sub>	254.37* ± 105.79	K	1.383
h <sub>2</sub>	351.79** ± 71.20	r	0.943
E	3.47 <sup>NS</sup> ± 17.63	h <sub>N</sub> <sup>2</sup>	0.686
F <sub>1</sub> -P	-11.9	h <sub>B</sub> <sup>2</sup>	0.992

개화일수의  $W_r/V_r$  회귀분석은 그림15와 같다. 회귀직선식의 b값은 회귀계수 유의성검정 결과 유의성이 인정되지 않아 비대립유전자간 상호작용효과가 없는 것으로 나타났으며 회귀직선이 원점 아래를 통과하므로 개화일수의 유전은 분산분석에서와 같이 초우성임을 재확인 하였다. 회귀직선상의 교배친 품종들의 개화일수에 관여하는 우성유전자는 ‘청치마’, ‘Clarement’에서 많았고 열성유전자는 ‘녹치마’, ‘자바’에 많았으며, 표준화시킨  $Y_r$ 과  $(W_r+V_r)$  그래프에서 교배친 품종들은 우성정도가 큰 품종은 (-, -)상한에 위치하였고 우성정도가 낮은 ‘녹치마’ 등은 (+,+)상한에 위치하여 개화일수가 빠른 쪽이 우성인 것을 재확인 하였고  $Y_r$ 와  $(W_r+V_r)$ 치간 상관계수가 1에 가까워 교배친 품종간 우열성과 대립성 관계가 분명 하였다.

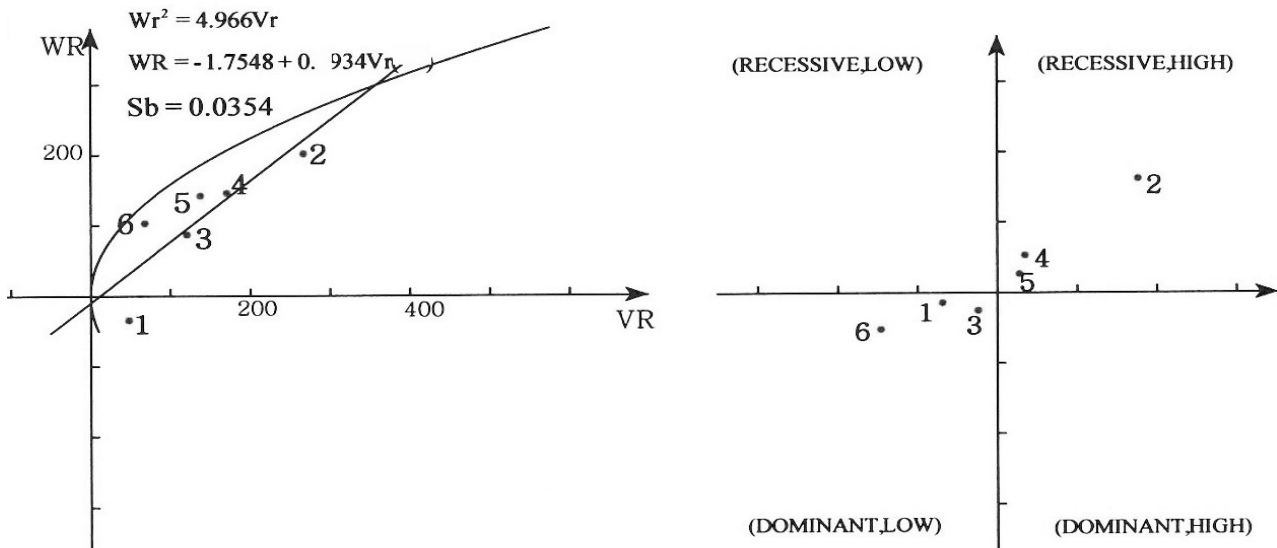


Figure 15. Variance( $V_r$ ), covariance( $W_r$ ) and standardized deviation graph for days to flowering. (1: Cheongchima, 2: Nokchima, 3: Yulpung, 4: Jaba, 5: Kangpung, 6: Clarement).

#### 4. 고품질, 다수확 품종 선발방법 확립

##### 가. 내습성 검정

##### (1) 재료 및 방법

내습성검정 시험을 위한 예비시험으로 보유품종 28품종과 분리세대 2집단을 공시하여 2006년 7월 10일에 24공 육묘트레이에 파종하여 40일 육묘한 묘를 비가림 하우스에서 사각 트레이에 24시간, 48시간, 72시간동안 각각 담수 처리한 후 10일 후 묘 생존율을 조사하였다.(그림.16)

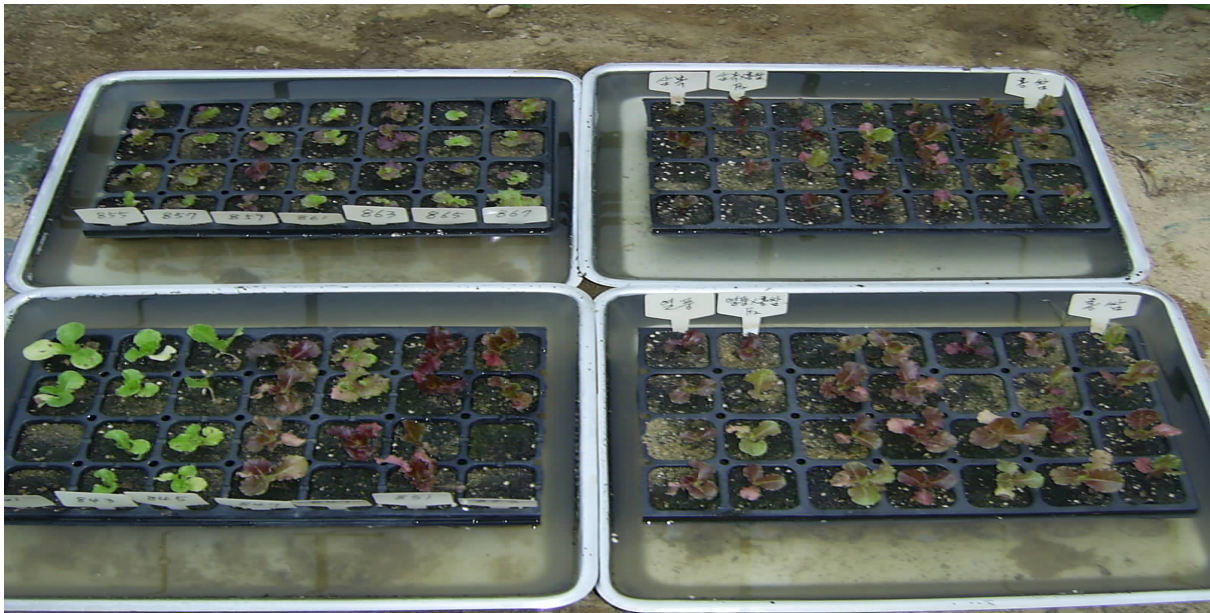


Figure 16. The device for testing tolerance to water in this study.

2007년도에는 보유계통 20계통과 분리세대 5집단, 2008년도에는 예비선발 10계통과 분리세대 5집단을 공시하여 각각 2007년 6월 10일과 2008년 6월10일에 파종한 후 2006년 예비시험 방법에 준하여 예비선발 10계통과 분리세대 5집단을 공시하여 48시간과 72시간 담수시험을 통하여 내습성 시험을 수행하였고 분리집단에서 개체선발을 병행하였다. 그리고 동일한 방법으로 2009년도에는 6월10일에 2008년도에 최종 선발한 6계통과 2008년도 예비선발한 2계통을 48시간과 72시간 담수시험을 통해 내습성 정도를 검정하였다.

##### (2) 결과 및 고찰

2006년도에 28품종과 육성세대 2집단을 공시하여 내습성 검정방법을 확립하기 위한 예비시험으로 담수시간을 달리하여 24시간, 48시간, 72시간을 처리한 결과는 표28과 같다. 24시간 처리에서는 각 품종간 차이가 미미하여 내습성 선발시험에 부적합한 것으로 판단되었고 48시간과 72시간 처리에서는 품종간 차이가 뚜렷하게 나타나 내습성 검정을 위해서는 48시간이나 72시간의 담수처리에 의한 개체선발이나 계통선발이 효율적인 것으로 판단되었으며 차후 내습성 검정시험은 48시간 및 72시간 처리를 활용하는 것이 유용하리라 판단되었다.

Table 28. The results of tested cultivars for tolerance to water with submerged under water in 2006.

cultivars	submerged time (hrs)				cultivars	submerged time (hrs)			
	24	48	tolerance to water*	72		24	48	tolerance to water*	72
Cheongchima	2/4	0/4	1	0/4	Yeolpung	4/4	4/4	10	3/4
Cheongpung	2/4	0/4	1	0/4	Hongpung	0/4	0/4	1	0/4
Cheongpung yeureum	1/4	0/4	1	0/4	Joara	1/4	1/4	3	0/4
Topgreen	3/4	2/4	5	2/4	Hongssan	4/4	3/4	8	3/4
Evergreen	1/4	0/4	1	0/4	Jeoksamgakchae	2/4	0/4	5	0/4
Goldgreen	4/4	4/4	10	4/4	Gangpung	2/4	2/4	5	1/4
Manchudaecheong	1/4	0/4	1	0/4	Red one	3/4	2/4	8	1/4
Yeureumcheongchima	2/4	0/4	1	0/4	Ice red	0/4	0/4	1	0/4
Nokchima	1/4	1/4	3	0/4	Turmalin	2/4	2/4	5	0/4
Samguecheongchima	1/4	1/4	3	0/4	Jabaheuk	2/4	1/4	3	0/4
Sigersgreen	0/4	0/4	1	0/4	Meokchima	1/4	0/4	1	0/4
Cheongssam	2/4	1/4	3	1/4	Saeronaheukchima	2/4	2/4	5	0/4
Mostcheongssam	2/4	1/4	3	0/4	Sambokheukchima	0/4	0/4	1	0/4
Oakrin	1/4	1/4	3	0/4	KL055001	13/16	10/16	7	7/16
Jeokchima	0/4	0/4	1	0/4	KL055002	12/16	6/16	4	3/16

\*Tolerance to water(survival rates with submerged under water during 48 hours.): 1(0-10%), 2(11-20%), 3(21-30%), 4(31-40%), 5(41-50%), 6(51-60%), 7(61-70%), 8(71-80%), 9(81-90%), 10(91-100%).

2007년도에는 보유계통 20계통과 분리세대 5집단을 공시하여 2006년에 내습성검정을 위한 예비시험에서 효율적인 검정방법으로 확인한 담수조건 48시간과 72시간 처리를 통한 내습성 검정을 실시하여 표29와 같이 내습성이 강한 KL065072와 KL065080 2계통을 내습성이 강한 계통으로 선발하였으며 또한 내습성이 강한 45개체를 선발하여 내습성이 강한 계통으로 세대를 진행시켰다.

Table 29. The selected plants in each line population were resulted with tolerant-water test by submerged under water in 2007.

Breeding Lines	Submerged time (hrs)		Selected plants	Breeding Lines	Submerged time (hrs)		Selected plants
	48	72			48	72	
KN070001	2/28	0/28	0	KL065143	14/28	1/28	1
KN070012	25/28	20/28	5	KL065152	12/28	3/28	2
KN070025	20/28	8/28	2	KL065159	24/28	22/28	4
KL065026	20/28	9/28	2	KL065174	6/28	0/28	0
KL065043	10/28	0/28	0	KL065205	5/28	0/28	0
KL065061	8/28	1/28	1	KL065207	15/28	4/28	1
KL065062	12/28	1/28	1	KL065280	1/28	0/28	0
KL065072	26/28	23/28	6	KL70011	21/28	15/28	4
KL065080	28/28	25/28	5	KL70043	19/28	13/28	4
KL065092	12/28	3/28	1	KL70045	25/28	16/28	2
KL065107	2/28	0/28	0	KL70051	22/28	10/28	2
KL065108	15/28	1/28	1	KL70054	12/28	8/28	1
KL065135	7/28	0/28	0			TOTAL	45

2008년도에는 표30에 보는바와 같이 예비선발 10계통과 분리세대 5집단을 공시하여 내습성 검정시험한 결과 KL7821이 가장 내습성이 강한 계통으로 선발 되었고 또한 개체선발을 통해 총 33개체를 선발하여 각 계통의 세대를 진행시켜 내습성이 강한 계통으로 순화시켰다.

Table 30. The selected plants in each line population were resulted with tolerant-water test by submerged under water in 2008.

Breeding Lines	Submerged time (hrs)		Selected plants	Breeding Lines	Submerged time (hrs)		Selected plants
	48	72			48	72	
KL7701	25/28	20/28	2	KL7870	25/28	21/28	2
KL7709	23/28	17/28	2	KL7878	22/28	13/28	2
KL7741	16/28	10/28	2	KL80001	24/28	15/28	2
KL7751	28/28	23/28	2	KL80006	24/28	13/28	3
KL7795	18/28	12/28	2	KL80010	25/28	20/28	4
KL7821	28/28	28/28	2	KL80013	25/28	24/28	2
KL7844	21/28	21/28	2	KL80015	21/28	10/28	2
KL7854	24/28	13/28	2	TOTAL			33

2009년도에는 2008년도에 최종 선발한 6계통과 2008년도 예비선발한 2계통을 48시간과 72시간 담수시험을 통해 내습성을 검정한 결과(표31) 청치마 계통인 KN7701과 적치마 계통인 KN7795가 내습성이 가장 강한 것으로 나타났으며 그 다음으로 KN7751, KN8808 및 KN7870도 내습성이 강한 편으로 최종 선발 하였다. 특히 KN7795는 2008년도 내습성 시험에서 내습성이 중강 정도였으나 개체선발을 통한 2009년 시험에서는 내습성이 강한 것으로 나타나 개체선발 효과가 있었던 것으로 나타났다.

Table 31. The results of selected lines for tolerance to water with submerged under water in 2009.

Selected Lines	Submerged time (hrs)		Tolerance to water	Selected Lines	Submerged time (hrs)		Tolerance to water
	48	72			48	72	
KN7701	26/28	24/28	9	KN7795	27/28	25/28	10
KN7751	27/28	25/28	10	KN8808	20/28	18/28	8
KN8713	12/28	7/28	5	KN7870	25/28	23/28	9
KN7854	21/28	10/28	8	KN7878	8/28	2/28	3

\*Tolerance to water(survival rates with submerged under water during 48 hours.): 1(0-10%), 2(11-20%), 3(21-30%), 4(31-40%), 5(41-50%), 6(51-60%), 7(61-70%), 8(71-80%), 9(81-90%), 10(91-100%).

## 나. 추대성 검정

### (1) 재료 및 방법

2007과 2008년에 효율적인 만추대 선발시험을 위한 파종시기를 구명하고 만추대 계통 및 개체를 선발하기 위해 비닐하우스에서 2007년에 육성계통 5계통과 분리세대인 F2세대 5집단을 2008년에 육성계통 10계통과 분리세대인 F2세대 5집단을 각각 공시하여 5월1일, 6월1일 및 7월1일 등 3회에 걸쳐 각각 파종한후 개화일수를 조사하고 만추대 개체를 선발하였다. 2009년에는 만추대성 품종을 위해 2008년과 2009년에 예비선발된 8계통을 공시하여 5월1일, 6월1일 및 7월1일에 각각 파종하여 개화일수를 조사하고 만추대성 계통을 선발하였다.(그림17)





Figure 17. The scene photographs for slow-bolting selection in green house.

## (2) 결과 및 고찰

2007년과 2008년에 효율적인 만추대 선발시험을 위한 파종시기를 구명하기 위한 시험결과는 표32와 같다. 2007년과 2008년도 파종시기별 개화일수 분포를 보면 40-105일(5월1일 파종), 32-99일(6월1일 파종), 22-92일(7월1일 파종)이었다. 이 결과는 만추대 개체 및 계통의 선발 후 채종가능일이 등숙기간이 개화후 30일로 계산하면 5월1일 파종에서는 9월 13일경이고 6월1일 파종에서는 10월 5일경이며 7월1일 파종시는 10월 22일경으로 나타나 월동 및 봄 차검을 위한 파종기가 11월 상순~1월 하순에 파종시 선발개체 채종시기가 5월 하순~6월 중순인 것을 고려했을 때 효율적인 육종과 연간 2세대 진행을 통한 육종기간 단축을 위해서는 여름용 만추대 선발의 파종시기는 7월1일에 파종하는 것이 가장 적당한 것으로 판단되었다. 한편 2007년과 2008년에 실시한 만추대성 계통 및 개체 선발 결과는 2007년에 만추대성 1계통 및 58개체, 2008년도에 만추대성 5계통 및 55개체를 선발하였다.

또한 2009년도에는 2007년과 2008년에 예비 선발된 8계통을 공시하여 추대성 검정결과 추대가 가장 늦은 KN7751과 KN7844를 만추대성 계통으로 선발하였다.(표33)

Table 32. The selected lines and plants were resulted with slow-bolting selection of lettuce in response to sowing date in 2007-2008.

Year	Pedigree lines	Days to flowering			Selected plants
		May 1	June 1	July 1	
2007	KN070012	98	90	75	2
	KN070025	62	55	46	0
	KL065026	89	80	68	2
	KL065043	85	75	64	2
	KL065072	57	50	41	0
	KL70011	50-85	42-76	30-65	4
	KL70043	44-91	35-85	28-75	10
	KL70045	55-102	46-99	30-90	22
	KL70051	47-86	40-83	28-71	4
KL70054	54-97	41-94	28-86	16	
2008	KL7701	89	81	65	0
	KL7709	91	80	65	0
	KL7741	91	81	65	0
	KL7751	105 (Sep.13)*	96(Oct.5)*	85(Oct.22)*	0
	KL7795	97	90	77	0
	KL7821	80	71	55	0
	KL7844	99	93	78	0
	KL7854	96	88	72	0
	KL7870	95	89	74	0
	KL7878	96	90	77	0
	KL80001	44-86	34-76	26-65	4
	KL80006	40-91	32-85	23-75	6
	KL80010	55-102	46-99	35-92	15
	KL80013	46-96	33-93	22-85	15
	KL80015	54-98	44-87	34-81	15

\*( ): The dates have been harvested seeds of selected lines and plants.

Table 33. The selected lines were resulted with slow-bolting selection of lettuce in response to sowing date in 2009.

Pedigree lines	Days to flowering			Comments
	May 1	June 1	July 1	
KN7701	90	84	75	
KN7751	108	99	92	Slow-bolting
KN8713	93	88	80	
KN7844	102	96	90	Slow-bolting
KN7795	97	90	83	
KN8808	87	81	75	
KN7870	95	89	82	
KN7878	96	90	77	



## 제 2 절 우수품종 육성

### 1. 기 육성한 계통 특성검정

#### 가. 재료 및 방법

권농종묘에서 기 육성한 계통중 2006년 600계통, 2007년 300계통, 2008년 100계통, 2009년 100계통을 공시하여 품종의 특성을 검정을 하였으며 특성조사를 위해 공시품종을 권농종묘 육종농장(충북 청원군 소재)에서 2006년도 1월 10일(하우스)과 포장시험은 2006년 4월10일(포장), 2007년도 1월 10일(하우스)과 4월10(포장), 2008년도 1월 10일(하우스)과 4월12(포장), 2009년도 1월 13일(하우스)과 4월10(포장)에 과종하였다. 육묘는 200공 플러그트레이를 사용하여 25일 육묘(3-4엽전개시)후 정식하였고 시험구배치는 구당 6주 2반복으로 재식간격 17x17cm의 6줄로 정식하고 재배는 일반관행을 기준으로 실시하였다.

#### 나. 결과 및 고찰

신품종 개발을 위해 그동안 권농종묘에서 기 육성한 품종을 2006년도에 600계통, 2007년 300계통, 2008년 100계통, 2009년 100계통 등 총 1,100계통의 특성을 검정하여 본 연구의 고품질, 만추대성, 다수확 품종 개발에 사용할 육성재료로 2006년 24계통, 2007년 17계통, 2008년 4계통, 2009년 4계통 등 총 49계통을 선발하여 선발한 해에 품종육성을 위한 육성집단 작성을 위해 교배친으로 각각 사용하였다.(표34)

Table 34. Seleted lines of the pre-breeding lines with horticultural characteristics tesing in 2006-2009.

YEAR (Tested lines no.)	BREEDING LINE NO.	ORIGIN	TYPE	LEAF COLOR	BREEDING LINE NO.	ORIGIN	TYPE	LEAF COLOR
2006 (600)	KL005305	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL005543	KWONNONG	BATAVIA	RED
	KL005243	KWONNONG	LEAF	DARK RED	KL005562	KWONNONG	ROMAINE	GREEN
	KL005127	KWONNONG	LEAF	RED	KL005104	KWONNONG	LEAF	DARK RED
	KL005328	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL005220	KWONNONG	LEAF	DARK RED
	KL005370	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL005351	KWONNONG	LEAF	GREEN
	KL005501	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL005384	KWONNONG	LEAF	GREEN
	KL005262	KWONNONG	LEAF	RED	KL005024	KWONNONG	LEAF	DARK RED
	KL005462	KWONNONG	LEAF	DARKGREEN	KL005084	KWONNONG	LEAF	RED
	KL005013	KWONNONG	LEAF	RED	KL005282	KWONNONG	LEAF	RED
	KL005042	KWONNONG	LEAF	RED	KL005439	KWONNONG	LEAF	GREEN
	KL005065	KWONNONG	LEAF	DARK RED	KL005481	KWONNONG	LEAF	GREEN
	KL005524	KWONNONG	BATAVIA	GREEN	KL005342	KWONNONG	LEAF	DARK GREEN
2007 (300)	KL065026	KWONNONG	LEAF	DARK GREEN	KL065135	KWONNONG	LEAF	RED
	KL065043	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL065143	KWONNONG	LEAF	RED
	KL065061	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL065152	KWONNONG	LEAF	RED
	KL065062	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL065159	KWONNONG	LEAF	DARK RED
	KL065072	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL065174	KWONNONG	LEAF	DARK RED
	KL065080	KWONNONG	LEAF	DARK RED	KL065205	KWONNONG	LEAF	RED
	KL065092	KWONNONG	LEAF	RED	KL065207	KWONNONG	LEAF	DARK RED
	KL065107	KWONNONG	LEAF	RED	KL065280	KWONNONG	LEAF	DARK RED
2008 (100)	KL070031	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL075052	KWONNONG	LEAF	RED
	KL070044	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL075061	KWONNONG	LEAF	RED
2009 (100)	KL080006	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL080065	KWONNONG	LEAF	RED
	KL080039	KWONNONG	LEAF	RED	KL080069	KWONNONG	LEAF	RED

## 2. 소재육성을 위한 교배조합

### 가. 재료 및 방법

여름용 고품질, 만추대성, 다수확 품종 육성을 위해 수집종 및 권농종묘에서 기 육성한 계통의 특성검정을 통해 선발된 계통을 표 35와 같이 2006년도에 수집종 4품종과 26개의 육성 계통, 2007년도에 수집종 3품종과 17개의 육성계통, 2008년 수집종 2품종과 4개의 육성계통, 2009년 수집종 2품종과 4개의 육성계통을 인공교배를 위한 양친으로 공시하여 인공교배 종자를 획득한 후 F1 종자를 과종하여 교배여부를 검정하기 위해 후대검정을 실시하였다.

Table 35. The collected cultivars and pre-breeding lines selected for making F1 populations by artificial cross.

YEAR	BREEDING LINE NO.	ORIGIN	TYPE	LEAF COLOR	BREEDING LINE NO.	ORIGIN	TYPE	LEAF COLOR
2006	KL005305	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL005524	KWONNONG	BATAVIA	GREEN
	KL005243	KWONNONG	LEAF	DARK RED	KL005543	KWONNONG	BATAVIA	RED
	KL005127	KWONNONG	LEAF	RED	KL005562	KWONNONG	ROMAINE	GREEN
	KL005328	KWONNONG	LEAF	GREEN	KN960003	KOREA	LEAF	RED
	KL005370	KWONNONG	LEAF	GREEN	KN980110	GREECE	ROMAINE	RED
	KL005501	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL005104	KWONNONG	LEAF	DARK RED
	KL005262	KWONNONG	LEAF	RED	KL005220	KWONNONG	LEAF	DARK RED
	KL005462	KWONNONG	LEAF	DARKGREEN	KL005351	KWONNONG	LEAF	GREEN
	KL005013	KWONNONG	LEAF	RED	KL005384	KWONNONG	LEAF	GREEN
	KL005042	KWONNONG	LEAF	RED	KL005024	KWONNONG	LEAF	DARK RED
	KL005065	KWONNONG	LEAF	DARK RED	KL005084	KWONNONG	LEAF	RED
	KN960004	KOREA	LEAF	DARK RED	KL005282	KWONNONG	LEAF	RED
	KN980101	RUSSIA	LEAF	RED	KL005439	KWONNONG	LEAF	GREEN
	KN990012	GERMANY	BATAVIA	RED	KL005481	KWONNONG	LEAF	GREEN
	KL005407	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL005342	KWONNONG	LEAF	DARK GREEN
2007	KN070001	USA	LEAF	GREEN	KL065107	KWONNONG	LEAF	RED
	KN070012	USA	LEAF	GREEN	KL065108	KWONNONG	LEAF	RED
	KN070025	USA	LEAF	GREEN	KL065135	KWONNONG	LEAF	RED
	KL065026	KWONNONG	LEAF	DARK GREEN	KL065143	KWONNONG	LEAF	RED
	KL065043	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL065152	KWONNONG	LEAF	RED
	KL065061	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL065159	KWONNONG	LEAF	DARK RED
	KL065062	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL065174	KWONNONG	LEAF	DARK RED
	KL065072	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL065205	KWONNONG	LEAF	RED
	KL065080	KWONNONG	LEAF	DARK RED	KL065207	KWONNONG	LEAF	DARK RED
KL065092	KWONNONG	LEAF	RED	KL065280	KWONNONG	LEAF	DARK RED	
2008	KN080004	USA	LEAF	RED	KL075036	KWONNONG	LEAF	RED
	KN080005	USA	ROMAIN	DARKGREEN	KL075052	KWONNONG	LEAF	RED
	KL070031	KWONNONG	LEAF	GREEN	KL075061	KWONNONG	LEAF	RED
2009	KN090004	USA	LEAF	RED	KL080039	KWONNONG	LEAF	RED
	KN090006	USA	ROMAIN	RED	KL080065	KWONNONG	LEAF	RED
	KL080006	KWONNONG	LEAF	RED	KL080069	KWONNONG	LEAF	RED

나. 결과 및 고찰

여름용 고품질, 만추대성, 다수확 품종 육성을 위해 수집종 및 권농종묘에서 기 육성한 계통의 특성검정을 통해 선발된 계통을 공시하여 인공교배를 통해 작성한 F1집단은 2006년도에 KL005305 X KL005342 포함한 57 F1집단, 2007년 KN70001 X KL065026를 포함한 32 F1집단, 2008년 KN080004 X KN080005를 포함 15집단, 2009년 KL80006 x KN090004를 포함한 8 F1 집단 등 연구기간 중 총 112개의 F1 집단을 작성하여 각 조합별 2~33립의 종자를 획득한 후 F1 종자를 파종하여 교배여부를 검정하기 위해 후대검정을 실시한 결과 교배에 성공한 F1집단은 총 107 조합이며(표36) 이들로 부터 각각 F2 세대의 종자를 획득하였다.

Table 36. The F<sub>1</sub> crosses for making F<sub>2</sub> separate populations in 2006-2009.

Year (Cross)	P1	P2	Seeds no. of F1	P1	P2	Seeds no. of F1	P1	P2	Seeds no. of F1
2006 (54)	KL005305	KL005342	5	KL005543	KN980110	11	KL005024	KN960003	15
	KL005243	KN980101	17	KL005562	KL005342	10	KL005024	KN980110	12
	KL005127	KN960004	11	KL005562	KL005342	5	KL005084	KN980101	21
	KL005328	KL005562	7	KL005562	KN980110	19	KL005084	KN960004	11
	KL005370	KL005104	6	KN960003	KN980110	12	KL005084	KN960003	10
	KL005501	KL005481	22	KN980110	KN960004	11	KL005084	KN980110	6
	KL005262	KN960003	13	KL005104	KL005481	15	KL005282	KN960004	9
	KL005462	KN980110	6	KL005104	KN980101	7	KL005282	KL005342	20
	KL005013	KL005481	6	KL005104	KN960004	12	KL005282	KN005342	15
	KL005042	KN960003	9	KL005104	KL005342	13	KL005439	KN980101	11
	KL005065	KN980110	30	KL980110	KL005104	11	KL005439	KN960004	10
	KN960004	KN980110	15	KL005220	KN960003	14	KL005439	KN960003	7
	KN980101	KN980110	22	KL005220	KL005342	12	KL005439	KN980110	15
	KN990012	KN980110	10	KL005351	KN980101	16	KL005481	KN980110	10
	KL005407	KN960003	9	KL005351	KN960004	23	KL005481	KL005282	12
	KL005407	KN980110	11	KL005351	KN960003	11	KL005481	KL005342	8
KL005524	KL005481	25	KL005351	KN980110	17	KL005481	KL005342	5	
KL005524	KN960003	20	KL005384	KN980110	11				
KL005524	KN980110	12	KL005024	KN980101	10				
2007 (30)	KN070001	KL065026	12	KL065026	KL065043	10	KL065135	KL065205	9
	KN070001	KL065043	11	KL065043	KL065061	15	KL065143	KL065207	15
	KN070001	KL065061	11	KL065043	KL065062	8	KL065152	KL065280	10
	KN070001	KL065062	10	KL065061	KL065092	18	KL065159	KL065207	12
	KN070001	KL065072	5	KL065062	KL065107	9	KL065174	KL065280	11
	KN070012	KL065026	20	KL065061	KL065174	10	KL065205	KL065108	5
	KN070012	KL065043	3	KL065062	KL065207	15	KL065207	KL065135	9
	KN070012	KL065061	9	KL065092	KL065107	10	KL065280	KL065207	2
	KN070012	KL065062	16	KL065107	KL065108	2	KN070001	KL065280	10
KN070025	KL065026	8	KL065108	KL065135	10	KN070012	KL065108	10	
2008 (15)	KN080004	KN080005	18	KN080005	KL070031	20	KL070031	KL075052	12
	KN080004	KL070031	15	KN080005	KL075036	13	KL070031	KL075061	33
	KN080004	KL075036	24	KN080005	KL075052	19	KL075036	KL075052	13
	KN080004	KL075052	12	KN080005	KL075061	16	KL075036	KL075061	14
	KN080004	KL075061	11	KL070031	KL075036	18	KL075052	KL075061	10
2009 (8)	KL080006	KN090004	14				KL080065	KN090004	8
	KL080006	KN090006	6				KL080065	KN090006	13
	KL080039	KN090004	16				KL080069	KN090004	11
	KL080039	KN090006	11				KL080069	KN090006	9

### 3. 계통육성

#### 가. 재료 및 방법

표37에서 보는바와 같이 2006년부터 2009년까지 인공교배를 통해 성공적으로 교배된 F1 조합에서 획득한 F2 종자를 공시하여 하우스에서 봄차검은 1월 10일 여름차검은 7월1일에 파종하여 특성검정 후 반복적인 개체 및 계통선발을 통해 F3세대에서 F5세대를 진척하면서 순도고정과 특성조사 및 생산력 검정을 실시하였고 순도가 고정된 우수한 계통은 예비 선발하여 채종시험과 종자증식을 하여 생산력검정시험을 실시하였다.

#### 나. 결과 및 고찰

2006년부터 2009년까지 F2세대에서 F5세대를 매년 반복적으로 개체선발 및 계통선발을 통해 특성검정과 순도조사를 통해 계통특성이 본 연구의 목적에 부합한 고품질이면서 만추대로 다수확 할 수 있는 계통을 선발하였는데 표37과 같이 2007년에 KL7701, KL7709, KL7741, KL7751, KL7795, KL7821, KL7844, KL7854, KL7870, KL7878 등 10계통을 선발, 2008년에 KL8713, L8728, KL8768, KL8779, KL8794, KL8808, KL8813, KL8827 등 8계통, 2009년에 KL9801, KL9816, KL9833, KL9841, KL9865, KL9870 등 6계통 등 총 24계통을 예비 선발하였으며(그림18) 선발된 예비선발 계통을 내습성 검정 및 추대성 검정을 비롯한 지역연락시험을 병행해 최종적으로 5계통을 선발하였고 선발된 품종을 품종보호 출원을 하였다.

Table 37. The number of tested lines and selected lines in each generations, and the names of selected lines in 2006-2009.

Year	Tested population no. of F2	Selected plant no. of F3	Tested line no. of F3	Selected plant no. of F4	Tested line no. of F4	Selected plant no. of F5	Selected line no. of F5	Selected lines
2006	54	282	-	-	-	-	-	-
2007	30	210	250	302	200	129	10	KL7701, KL7709, KL7741, KL7751, KL7795, KL7821, KL7844, KL7854, KL7870, KL7878
2008	15	156	212	192	150	124	8	KL8713, KL8728, KL8768, KL8779, KL8794, KL8808, KL8813, KL8827
2009	8	78	166	153	153	89	6	KL9801, KL9816, KL9833, KL9841, KL9865, KL9870






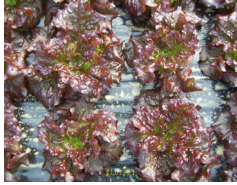
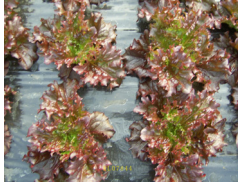

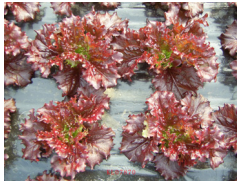




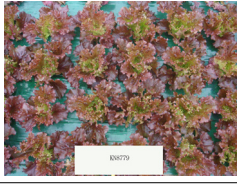

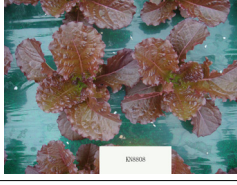

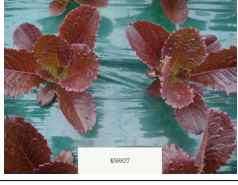






				
KL7701	KL7709	KL7741	KL7751	KL7795
				
KL7821	KL7844	KL7854	KL7870	KL7878
				
KL8713	KL8728	KL8768	KL8779	KL8794
				
KL8808	KL8813	KL8827	KL9801	KL9816
				
KL9833	KL9841	KL9865	KL9870	

Figure 18. The photographs of selected lines in 2007-2009.

### 3. 우수품종 육성

#### 가. 재료 및 방법

여름용 고품질 만추대성 다수확 품종을 육성하기 위하여 2006년에 그동안 국내외에서 수집한 수집종과 권농종묘에서 기 육성한 계통을 특성검정을 통해 선발한 30계통을 사용해서 인공 교배로 작성한 54조합의 F<sub>1</sub> 종자를 공시하여 F<sub>2</sub> 종자를 획득한 후 2007년부터 2008년까지 우수 개체의 선발을 위해 하우스에서 봄 차검은 1월 10일 여름 차검은 7월1일에 파종하여 특성검정 후 반복적인 개체 및 계통선발을 통해 F<sub>3</sub>세대에서 F<sub>5</sub>세대를 진척하면서 순도고정과 특성조사 및 생산력 검정을 실시하였고 2008년도에 예비선발로 순도가 고정된 8계통을 선발한 후 채종시험과 종자증식을 하여 2009년 생산력검정시험과 청치마는 전북과 충북 2지역, 적치마는 충북과 충남 2지역, 적축면은 충북과 경기 2지역에서 지역적응 연락시험한 결과 우수한 특성을

가진 5계통을 최종 선발 품종으로 확정하고 동시에 미국 채종포에서 채종시험 및 농가 공급을 위한 종자를 채종하여 2010년 3월에 국립종자원에 품종보호 출원을 하였다.

나. 결과 및 고찰

(1) 고품질 다수확 여름용 청치마상추 ‘진청맛’ 육성.

(가) 육성경위

권농종묘 육종연구농장에서 싹용 고품질 다수확 청치마 품종을 육성하기 위하여 추대가 늦어 다수확이 가능한 품종이지만 품질이 떨어지는 기 육성계통 ‘KL005305’을 모본으로 하고 잎이 두껍고 농록색으로 고품질이나 추대가 빠른 기 육성계통 ‘KL005342’을 부분으로 하여(그림 20) 2006년에 人工交配하여 5립의 F<sub>1</sub> 종자를 얻었다. 그림19에 나타난 유성계통도와 같이 획득한 F<sub>1</sub> 종자를 교배의 성공여부를 확인하고자 후대검정을 한 결과 5립 중 5립이 교배가 된 것을 확인한 후 성공한 5주에서 F<sub>2</sub> 종자를 획득 하였다. 그리고 2007년부터 2008년까지 2년간 분리세대 전개 및 고정을 위해 고품질이며 추대가 늦은 방향으로 개체 및 계통선발을 반복하여 4세대를 진전 시켜 품질이 우수하고 만추대로서 다수확이 가능한 고정된 F<sub>5</sub> 세대 계통을 선발하여 2009년에 걸쳐 전북 전주시와 충북 청원군 소재 상추재배 농가에서 생산력검정시험 및 지역적응연락시험을 거쳐 품질이 우수하고 만추대인 계통을 최종 선발하여 ‘진청맛’ 상추로 명명하였다. 개발된 ‘진청맛’ 상추는 국립종자원에 2010년 품종보호출원을 하여 품종보호 임시 보호 품종으로 공개되었다.

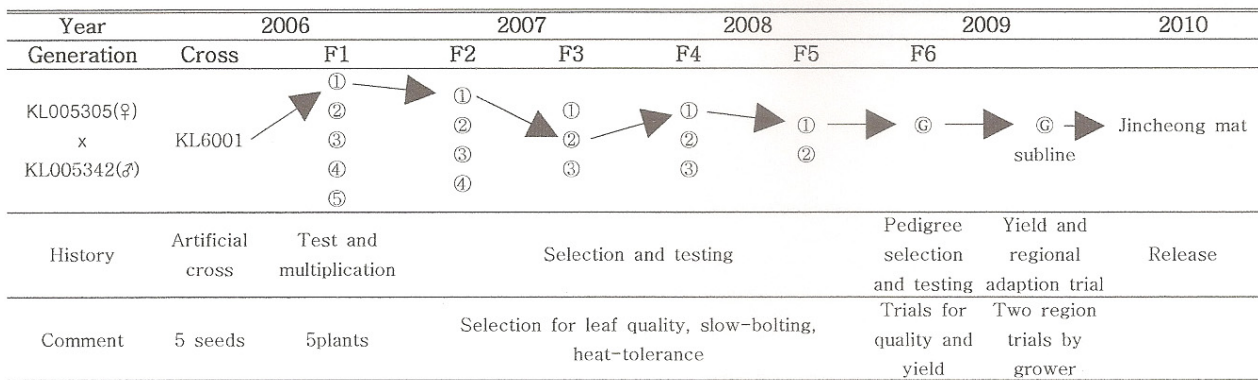


Fig.19. A pedigree diagram of leaf lettuce ‘ Jincheongmat ’





Figure 20. Leaf shape of a new cultivar 'Jincheongmat' and the parents.

(나) 주요특성

신품종으로 개발된 '진청맛' 상추의 잎 모양과 주요 특성을 국내에서 재배되는 주요품종인 '청치마', '녹치마' 등과 비교한 것은 그림21과 표28에 나타난 것과 같다. 종자색이 검은색으로 대비종인 '청치마' 및 '만추대'와 다른 청상추에 속하는 품종으로서 대비종에 비해 엽색이 농록색으로 진하고 잎 모양은 엽장이 '청치마'에 비해 짧고 엽폭이 넓은 타원형이며 대비품종인 청치마나 만추대보다 잎이 두꺼워 쌈용 품종으로서 품질이 우수하였다.

우리나라에서 상추의 맛은 다소 쓴맛이 있는 것을 소비자가 선호하는데, '청치마'는 쓴맛이 있어 맛으로는 우수하였으나 추대가 늦은 '만추대' 품종은 쓴맛이 거의 없어 소비자의 기호성이 떨어지는 것으로 평가되어 왔다. 이에 비해 신품종 '진청맛' 상추는 맛이 청치마 정도로 쓴맛을 가지고 있으면서 소재 친으로 사용한 'KL005342'의 영향을 받아 다소 단맛과 아삭함이 가미된 품종으로서 쓴맛을 선호하는 장, 노년층뿐만 아니라 쓴맛을 싫어하는 젊은층에게도 선호될 것으로 판단되며 상추소비의 증가에 기여할 고품질의 특성을 보였다.

한편 잎이 두꺼우며 엽하폭이 넓고 맛이 쌈용으로 상품성이 우수하였고 추대 및 개화기도 늦어 '녹치마' 품종보다도 5.5일 정도가 늦었다, 그래서 신품종 '진청맛'은 '녹치마'보다 평균 1회 정도 수확회수가 많아 '녹치마'보다 주당 85그램, '청치마'보다는 무려 275그램이 증수되는 고품질 다수확 품종으로서 농가 소득에 크게 기여할 것으로 판단된다.

또한 무름병에도 준저항성을 보여 생산자, 소비자 모두에게 선호될 수 있는 특성을 고루 가지고 있었다. 신품종 '진청맛'의 재배상의 유의점은 생육이 왕성하고 오랜 기간 재배가 가능한 품종이므로 후기 영양부족에 대비하여 추비의 공급이 필요한 품종이다.



Figure 21. Difference in leaf shape of 'Nokchima' and 'Jincheongmat'.

Table 28. Major agronomic traits and yield components of three different leaf-lettuce cultivars, 'Cheongchima', 'Nokchima' and 'Jincheongmat'.

Cultivar	Seed color	Type	Leaf color	Leaf shape	Taste	Texture	Quality	Post-harvest	Soft rot
Cheongchima	White	Leaf	Green	Narrow elliptic	Good	Soft	Good	Medium	Tolerant
Nokchima	White	Leaf	Green	Elliptic	Bad	Soft	Bad	Bad	Susceptible
Jincheongmat	Black	Leaf	Dark green	Elliptic	Good	Soft crispy	Good	Good	Tolerant
Cultivar	Internode length (cm)	Leaf thickness (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Width of leaf base (cm)	No. of leaves	Total leaf fresh weight (g/plant)	Dry wt. ratio	Days to flowering (days)
Cheongchima	6.1	0.328	23.3	12.2	6.1	33.0	205.0	0.037	81.0
Nokchima	6.6	0.318	19.8	14.3	6.3	65.5	395.0	0.033	116.5
Jincheongmat	6.2	0.357	19.1	14.4	7.4	70.5	480.0	0.033	122.0

(2) 엽수분화가 빠른 만추대성 다수확 청치마상추 '슈퍼청풍' 육성.

(가) 육성경위

권농종묘 육종연구농장에서 쌈용 고품질 다수확 청치마 품종을 육성하기 위하여 추대가 늦으나 엽수분화가 늦어 수확량이 적은 기 육성계통 'KL005328'을 모본으로 하고 잎이 두껍고 하엽폭이 넓은 편인 고품질 기 육성 로메인 계통 'KL005562'을 부분으로 하여(그림23) 2006년에 인공교배하여 7립의 F<sub>1</sub> 종자를 얻었다. 그림22에 나타낸 유성계통도와 같이 획득한 F<sub>1</sub> 종자



를 교배의 성공여부를 확인하고자 후대검정을 한 결과 7립 중 7립이 모두 교배가 된 것을 확인한 후 성공한 7주에서 F2 종자를 획득 하였다. 그리고 2007년부터 2008년까지 2년간 분리세대 전개 및 고정을 위해 고품질이며 추대가 늦은 방향으로 개체 및 계통선발을 반복하여 4세대를 진전 시켜 품질이 우수하고 만추대로서 다수확이 가능한 고정된 F<sub>5</sub> 세대 계통을 선발하여 2009년에 걸쳐 전북 전주시와 충북 청원군 소재 상추재배 농가에서 생산력검정시험 및 지역적응연락시험을 거쳐 염수분화가 빠르고 추대가 늦어 다수확이 가능한 계통을 최종 선발하여 '슈퍼청풍' 상추로 명명하였다. 개발된 '슈퍼청풍' 상추는 국립종자원에 2010년 품종보호출원을 하여 품종보호 임시보호 품종으로 공개되었다.

Year	2006		2007			2008		2009	2010
Generation	Cross	F1	F2	F3	F4	F5	F6		
KL005328(♀) x KL005562(♂)	KL6004	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦	① ② ③	① ② ③	① ②	① ②	① ②	① ②	Super cheongpung
History	Artificial cross	Test and multiplication	Selection and testing			Pedigree selection and testing	Yield and regional adaption trial	Release	
Comment	7 seeds	7plants	Selection for leaf quality, slow-bolting, heat-tolerance			Trials for quality and yield	Two region trials by grower		

Fig.22. A pedigree diagram of leaf lettuce ' Supercheongpung '



Figure 23. Leaf shape of a new cultivar 'Super Cheongpung' and the parents.



(나) 주요특성

신품종으로 개발된 ‘슈퍼청풍’ 상추의 잎 모양과 주요 특성을 국내에서 재배되는 주요품종인 ‘청치마’, ‘만추대’ 등과 비교한 것은 그림24와 표28에 나타낸 것과 같다. 대비종인 ‘청치마’ 및 ‘녹치마’와 같은 청상추에 속하는 품종으로서 대비종에 비해 잎 모양은 엽장이 ‘청치마’에 비해 짧고 엽폭이 넓은 타원형이며 특히 하엽폭이 넓어 대비품종인 청치마나 녹치마보다 쌈용 품종으로서 품질이 우수하였다.

한편 수량에서도 잎이 두꺼우며 특히 엽하폭이 넓고, 엽수분화가 빠르며 추대 및 개화기도 매우 늦어 국내에서 그동안 여름용으로 대부분 재배되고 있는 ‘녹치마’ 품종보다도 7.5일 정도가 늦었다, 그래서 신품종 ‘슈퍼청풍’은 고온기 여름재배용 다수확 품종으로 ‘녹치마’보다 평균 1.5회 정도 수확회수가 많아 ‘녹치마’보다 주당 수량이 100그램 정도가 많은 여름용 고품질 다수확 품종으로서 농가 소득의 증대에 크게 기여할 것으로 판단된다.

또한 수확 후 시들음이 늦어 수송성이 우수하고 무름병에도 준저항성을 보여 생산자, 유통업자, 소비자 모두에게 선호될 수 있는 특성을 고루 가지고 있었다.

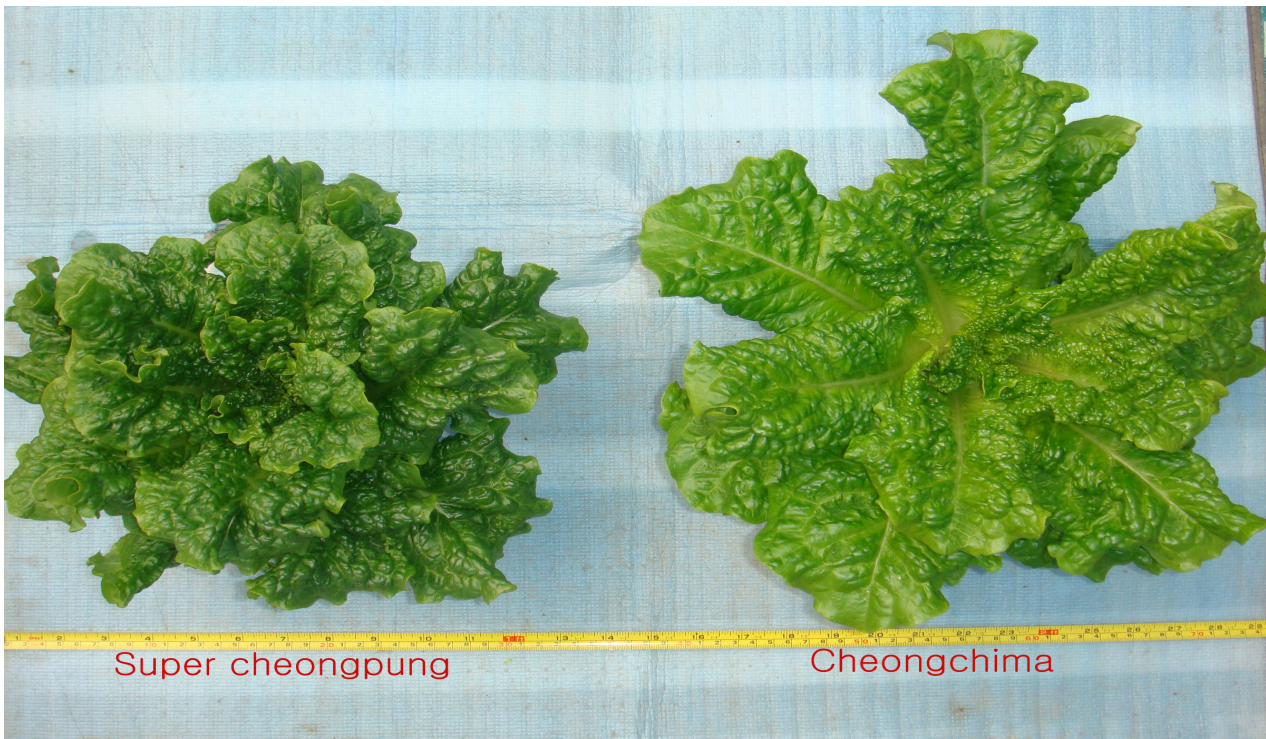


Figure 24. Difference in plant shape of ‘Supercheongpung’ and ‘Cheongchima’.

Table 28. Major agronomic traits and yield components of three different leaf-lettuce cultivars, 'Cheongchima', 'Nokchima' and 'Supercheongpung'.

Cultivar	Seed color	Type	Leaf color	Leaf shape	Taste	Texture	Quality	Post-harvest	Soft rot
Cheongchima	White	Leaf	Green	Narrow elliptic	Good	Soft	Good	Medium	Tolerant
Nokchima	White	Leaf	Green	Elliptic	Bad	Soft	Bad	Bad	Susceptible
Super cheongpung	White	Leaf	Green	Elliptic	Good	Soft	Good	Good	Tolerant

Cultivar	Internode length (cm)	Leaf thickness (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Width of leaf base (cm)	No. of leaves	Total leaf fresh weight (g/plant)	Dry wt. ratio	Days to flowering (days)
Cheongchima	6.1	0.328	23.3	12.2	6.1	33.0	205.0	0.037	81.0
Nokchima	6.6	0.318	19.8	14.3	6.3	65.5	395.0	0.033	116.5
Super cheongpung	6.0	0.334	19.3	14.9	6.7	81.3	494.0	0.042	124.0

### (3) 잎이 두껍고 적색발현이 우수한 고품질 적치마 상추 '슈퍼열풍' 육성

#### (가) 육성경위

최근에 적색발현이 우수한 쌈용 적치마상추의 소비자 선호도가 높아지면서 불량환경에서도 적색발현이 우수하며 추대가 늦어 다수확 할 수 있는 적치마 품종의 필요성이 대두됨에 따라 그림18에서 보여주는 것과 같이 적색발현이 불량하나 잎이 두껍고 추대가 늦은 그리스에서 도입한 도입종 'KN980110'을 모본으로 하고 적색발현이 우수하나 엽장이 짧고 잎 모양이 우수하나 다소 추대가 빠른 기 육성계통 'KL005104'를 부분(그림26)으로 하여 신품종 적치마 '슈퍼열풍' 상추를 육성하였다.

'슈퍼열풍' 상추의 품종육성 계통도를 보면 그림 25와 같은데, 인공교배로 획득한 F<sub>1</sub> 종자를 교배의 성공여부를 확인하고자 후대검정을 한 결과 11립 중 5립이 교배가 된 것을 확인한 후 성공한 5주에서 F<sub>2</sub> 종자를 획득 하였다. 그리고 2007년부터 2008년까지 2년간 분리세대 전개 및 고정을 위해 엽색이 우수하고 잎이 두꺼워 고품질이며 추대가 늦은 방향으로 개체 및 계통 선발을 반복하여 4세대를 진전 시켜 품질이 우수하고 만추대로서 다수확이 가능한 고정된 F<sub>5</sub> 세대 계통을 선발하여 2009년에 걸쳐 충남 논산시와 충북 청원군 소재 상추재배 농가에서 생산력검정시험 및 지역적응연락시험을 거쳐 엽수분화가 빠르고 추대가 늦어 다수확이 가능한 계통을 최종 선발하여 '슈퍼열풍' 상추로 명명하였다. 개발된 '슈퍼열풍' 상추는 국립종자원에 2010년 품종보호출원을 하여 품종보호 임시보호 품종으로 공개되었다.



Year	2006		2007			2008		2009		2010
Generation	Cross	F1	F2	F3	F4	F5	F6			
KN980110(♀) x KL005104(♂)	KL6030	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③	① ②	①	① ②	⑥	⑥	Super yeolpung	
History	Artificial cross	Test and multiplication	Selection and testing			Pedigree selection and testing	Yield and regional adaption trial	Release		
Comment	11 seeds	5plants	Selection for leaf quality, slow-bolting, heat-tolerance			Trials for quality and yield	Two region trials by grower			

Fig.25. A pedigree diagram of leaf lettuce ' Super yeolpung '



Figure 26. Leaf shape of a new cultivar 'Super Yeolpung' and the parents.

(나) 주요특성

잎이 두껍고 적색발현이 우수한 고품질 다수확 적치마 상추 품종의 육성을 목표로 개발된 '슈퍼열풍' 상추의 잎모양과 주요 특성을 보면 그림27과 표29에 나타낸 바와 같다. 신품종 '슈퍼열풍' 상추는 종자색이 흰색이고 대비품종인 '적치마'나 '열풍'에 비해 잎이 밝은 적색으로 진하면서 적색이 잎 하부의 녹색과 잘 조화되어 소비자 기호성이 높은 엽색을 가지고 있으며 잎모양은 엽장이 짧고 엽폭이 넓으며 엽하폭이 넓어 씹음으로 이상적인 모양을 가진 타원형으로서 품질이 매우 우수하였다. 또한 맛과 식미가 부드러우면서 아삭아삭 하고 수확 후 시들음도 적상추로서는 안정된 편이며 절간장이 짧고 잎이 두꺼워 재배 및 수확작업이 용이한 특성을 가지고 있다.

수량성을 보면 ‘슈퍼열풍’ 상추는 엽수분화가 균일하게 빠르며 추대가 적치마로서는 안정되어 재래종 ‘적치마’에 비해서는 24.5일 정도, 국내에서 적치마로 가장 많이 재배되고 있는 열풍 적치마에 비해서는 2일 정도 늦어 재래 ‘적치마’에 비해서는 5회 정도의 수확회수가 많아 기존의 재래종인 ‘적치마’에 비해 수확량이 2배가 증수 되었다. 1990년대 후반에 다수확 품종으로 공급되어 많이 재배되고 있는 열풍에 비해 수량성뿐만 아니라 엽색과 품질이 우수 하여 신품종 ‘슈퍼열풍’은 봄재배나 여름재배에서 안정적으로 고품질 상추의 공급에 기여할 것으로 판단 된다.

Table 29. Major agronomic traits and yield components of three different leaf-lettuce cultivars, ‘jeokchima’, ‘Yulpung’ and ‘Joara’ .

Cultivar	Seed color	Type	Leaf color	Leaf shape	Taste	Texture	Quality	Post-harvest	Soft rot
Jeokchima	White	Leaf	Red	Narrow elliptic	Bad	Soft	Medium	Bad	Susceptible
Yulpung	White	Leaf	Red	Eliptic	Good	Soft	Medium	Good	Tolerant
Super yeoulpung	White	Leaf	Dark red	Eliptic	Good	Soft crispy	Good	Good	Tolerant

Cultivar	Internode length (cm)	Leaf thickness (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Width of leaf base (cm)	No. of leaves	Total leaf fresh wt. (g/plant)	Dry wt. ratio	Days to flowering (days)
Jeokchima	8.1	0.289	25.5	11.5	6.1	23.0	103.0	0.030	65.0
Yulpung	4.4	0.302	19.4	12.0	7.0	31.0	185.5	0.039	87.5
Super yeoulpung	4.5	0.335	19.1	12.5	7.3	33.5	205.0	0.038	89.5



Figure.27. Difference in leaf shape of ‘Yeolpung’ and ‘Super yeolpung’.



(4) 내서성이 우수하고 만추대성 다수확 적치마 상추 ‘홈런왕’ 육성

(가) 육성경위

최근에 여름용 적치마로 내서성이 강하면서 추대가 늦어 다수확 할 수 있는 적치마 품종의 필요성이 대두됨에 따라 그림29에서 보여주는 것과 같이 적색발현이 불량하나 잎이 두껍고 추대가 늦은 그리스에서 도입한 도입종 ‘KN980110’을 모본으로 하고 내서성이 강하며 엽장이 짧으나 잎 모양이 다소 씹용으로 부족한 기 육성계통 ‘KL005543’을 부분으로 하여 신품종 적치마 ‘홈런왕’ 상추를 육성하였다.

‘홈런왕’ 상추의 품종육성 계통도를 보면 그림 28과 같은데, 인공교배로 획득한 F<sub>1</sub> 종자를 교배의 성공여부를 확인하고자 후대검정을 한 결과 교배가 된 것을 확인한 후 성공한 5주에서 F<sub>2</sub> 종자를 획득 하였다. 그리고 2007년부터 2008년까지 2년간 분리세대 전개 및 고정을 위해 내서성이 우수하고 고품질이며 추대가 늦은 방향으로 개체 및 계통선발을 반복하여 4세대를 진전 시켜 내서성이 우수하고 만추대로서 다수확이 가능한 고정된 F<sub>5</sub> 세대 계통을 선발하여 2009년에 걸쳐 충남 논산시와 충북 청원군 소재 상추재배 농가에서 생산력검정시험 및 지역적응연락시험을 거쳐 내서성이 우수하면서 품질 및 수송성이 좋은 만추대성 다수확 계통을 최종 선발하여 ‘홈런왕’ 상추로 명명하였다. 개발된 ‘홈런왕’ 상추는 국립종자원에 2010년 품종보호출원을 하여 품종보호 임시보호 품종으로 공개되었다.

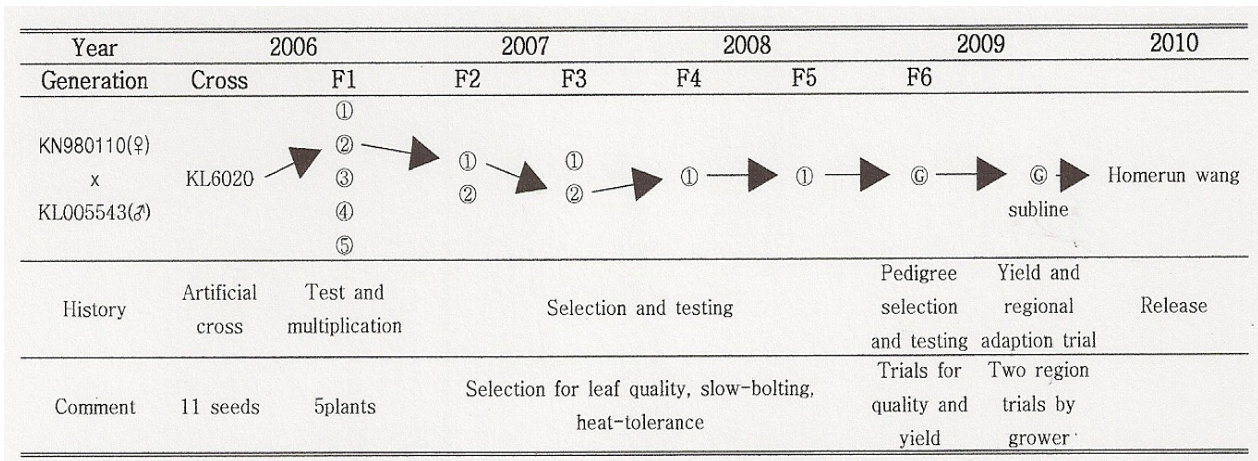


Fig.28. A pedigree diagram of leaf lettuce ‘Homerun wang’

(나) 주요특성

내서성과 수확 후 시들음이 늦어 수송성이 우수하면서 여름재배에서 다수확 할 수 있는 적치마 상추 품종의 육성을 목표로 개발된 ‘홈런왕’ 상추의 잎모양과 주요 특성을 보면 그림30과 표29에 나타낸 바와 같다. 신품종 ‘홈런왕’ 상추는 대비품종인 ‘적치마’나 ‘열풍’에 비해 잎이 진한 적색이며 잎 모양은 엽장이 짧고 엽폭이 넓으며 엽하폭이 넓어 씹용으로 이상적인 모양을

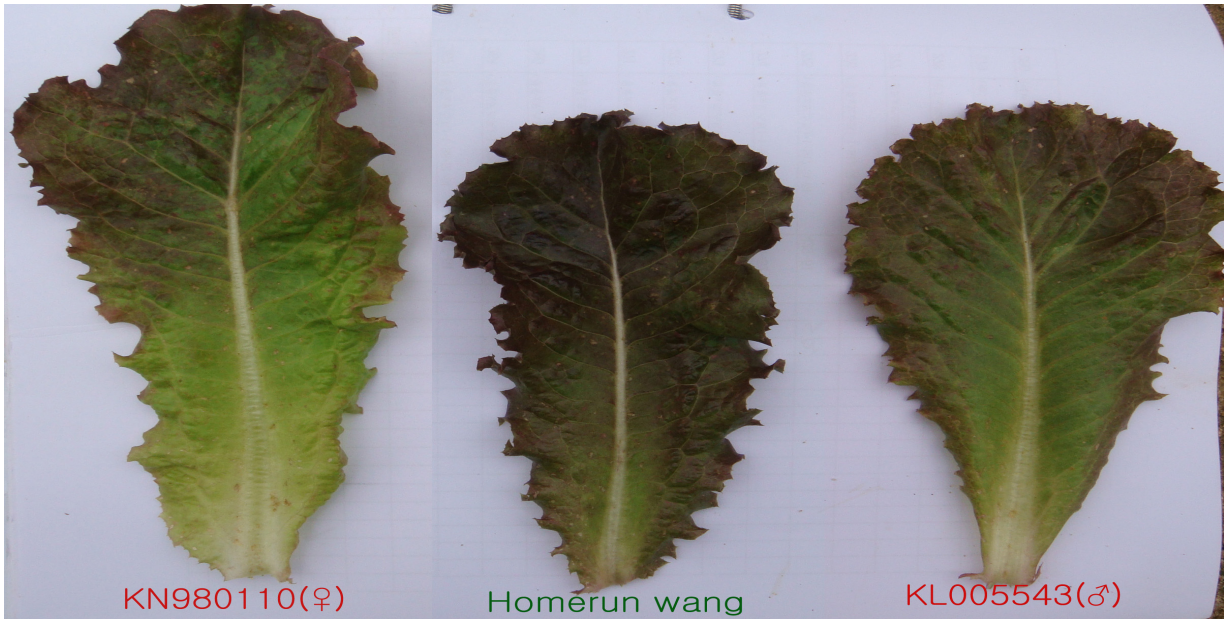


Figure 29. Leaf shape of a new cultivar 'Homerun wang' and the parents.

가진 타원형으로서 품질이 매우 우수하였다. 또한 고온기 내서성과 수확 후 시들음이 늦어 수송성이 강한 특성을 가지고 있다.

수량성은 '홈런왕' 상추가 잎이 두껍고 섬유질이 많은 품종이며 특히 추대가 적치마로서는 매우 늦은 품종으로서 재래종 '적치마'에 비해서는 62.5일 정도, 심지어 최근에 개량된 열풍보다도 30일 정도 늦어 열풍에 비해 6회 정도 수확을 더 할 수 있었으며 수확량이 열풍에 비해 주당 60그램 정도가 증수 되었다.

Table 29. Major agronomic traits and yield components of three different leaf-lettuce cultivars, 'Jeokchima', 'Yulpung' and 'Homerun wang' .

Cultivar	Seed color	Type	Leaf color	Leaf shape	Taste	Texture	Quality	Post-harvest	Soft rot
Jeokchima	White	Leaf	Red	Narrow elliptic	Bad	Soft	Medium	Bad	Susceptible
Yulpung	White	Leaf	Red	Elliptic	Good	Soft	Medium	Good	Tolerant
Homerun wang	White	Leaf	Dark red	Elliptic	Good	Soft	Good	Good	Tolerant

Cultivar	Internode length (cm)	Leaf thickness (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Width of leaf base (cm)	No. of leaves	Total leaf fresh wt. (g/plant)	Dry wt. ratio	Days to flowering (days)
Jeokchima	8.1	0.289	25.5	11.5	6.1	23.0	103.0	0.030	65.0
Yulpung	4.4	0.302	19.4	12.0	7.0	31.0	185.5	0.039	87.5
Homerun wang	5.3	0.326	18.0	11.7	7.4	42.0	245.0	0.039	117.5



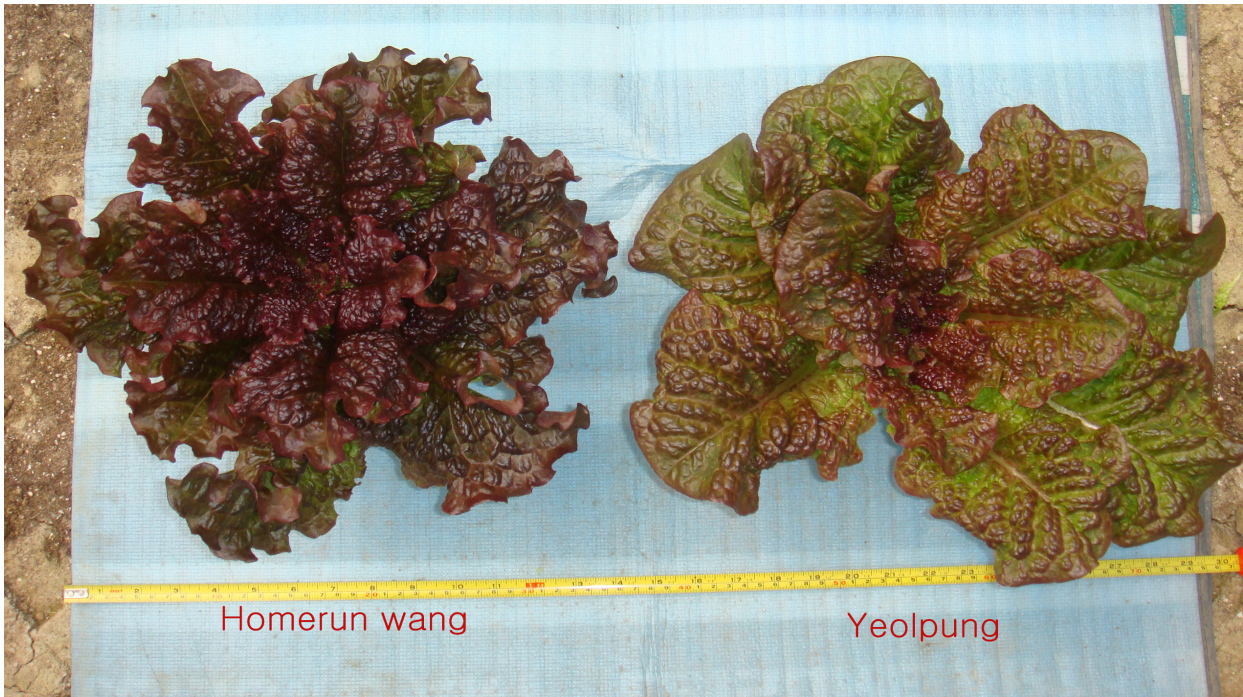


Figure 30. Difference in leaf shape of 'Homerun wang' and 'Yeolpung'.

(5) 적색발현이 우수하고 잎이 두꺼운 고품질 만추대 적축면 '풍미맛'육성

(가) 육성경위

국내에서 쌈용 잎상추로 가장 소비와 재배가 많은 적축면 상추는 여름용 재배가 가능한 내서성을 갖춘 만추대성 고품질 품종개발의 필요성이 대두됨에 따라 그림32에서 보여주는 것과 같이 적색발현은 약하지만 잎이 두껍고 추대가 늦은 기 육성계통 'KL005084'을 모본으로 하고 엽색발현이 우수하고 잎의 크기가 쌈용으로 적당한 국내 수집종 'KN960004'을 부분으로 하여 신품종 '풍미맛' 상추를 육성하였다.

'풍미맛' 상추의 품종육성 계통도를 보면 그림 31과 같은데, 인공교배로 획득한 F<sub>1</sub> 종자를 교배의 성공여부를 확인하고자 후대검정을 한 결과 교배가 된 것을 확인한 후 성공한 5주에서 F<sub>2</sub> 종자를 획득 하였다. 그리고 2007년부터 2008년까지 2년간 분리세대 전개 및 고정을 위해 적색발현이 우수하고 잎이 두꺼운 고품질이며 추대가 늦은 방향으로 개체 및 계통선발을 반복 하여 4세대를 진전 시켜 품질이 우수하고 만추대로서 다수확이 가능한 고정된 F<sub>5</sub> 세대 계통을 선발하여 2009년에 걸쳐 경기 이천시와 충북 청원군 소재 상추재배 농가에서 생산력검정시험 및 지역적응연락시험을 거쳐 적색발현이 우수하면서 잎이 두꺼워 맛이 좋은 여름용 만추대성 다수확 계통을 최종 선발하여 '풍미맛' 상추로 명명하였다. 개발된 '풍미맛' 상추는 국립종자원에 2010년 품종보호출원을 하여 품종보호 임시보호 품종으로 공개되었다.



Year	2006		2007			2008		2009		2010
Generation	Cross	F1	F2	F3	F4	F5	F6			
KL005084(♀) x KN960004(♂)	KL6042	① ② ③ ④ ⑤	① ② ③	① ② ③	① ②	①	①	①	①	Pungmi mat subline
History	Artificial cross	Test and multiplication	Selection and testing			Pedigree selection and testing	Yield and regional adaption trial	Release		
Comment	11 seeds	5plants	Selection for leaf quality, slow-bolting, heat-tolerance			Trials for quality and yield	Two region trials by grower			

Fig.31. A pedigree diagram of leaf lettuce ' Pungmi mat '

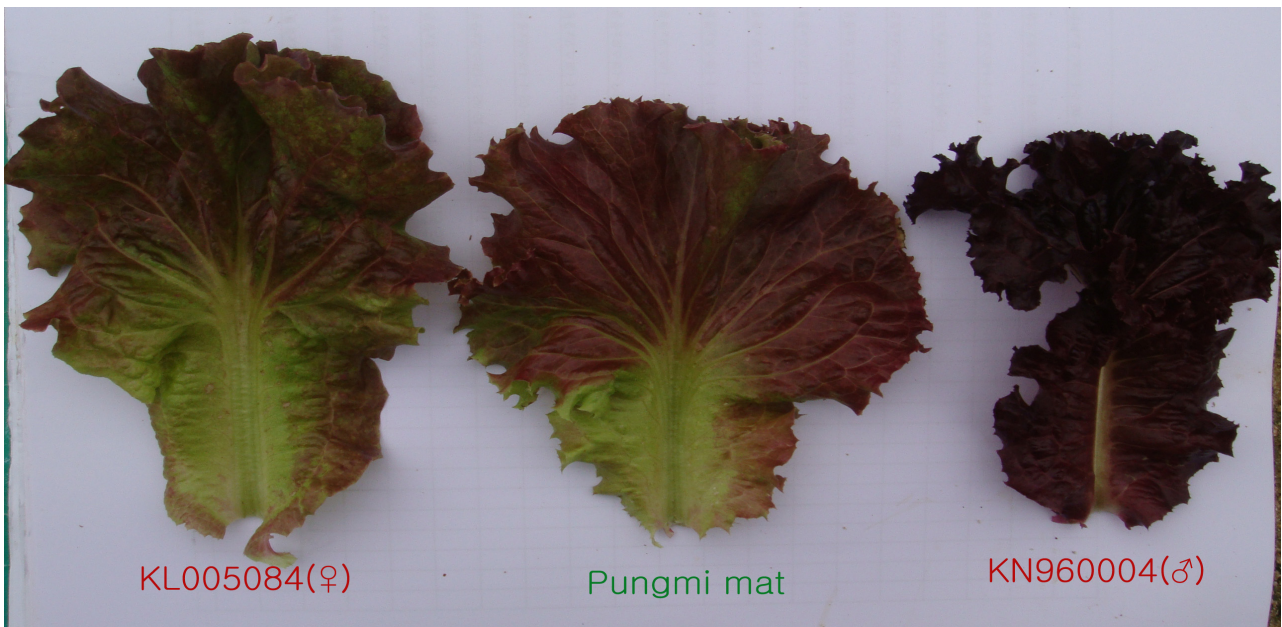


Figure 32. Leaf shape of a new cultivar 'Pungmi mat wang' and the parents.

(나) 주요특성

여름용 재배가 가능한 내서성을 갖춘 만추대성 고품질 적축면 품종의 육성을 목표로 개발된 '퐁미맛' 상추의 잎 모양과 주요 특성을 보면 그림33과 표29에 나타난 바와 같다. 신품종 '퐁미맛' 상추는 대비품종인 '삼선적축면'나 '선풍포참적축면'에 비해 여름재배 시에도 잎이 밝은 적색으로 진하면서 적색이 잎 하부의 녹색과 잘 조화되어 있어 소비자 기호성이 높은 엽색을 가지고 있으며 잎 모양은 엽장이 짧고 엽폭이 넓은 적당한 크기로 씹용으로 이상적인 모양을 가진 누운 타원형으로서 잎이 두껍고 맛이 좋으며 치감이 우수하여 소비자에게 인기가 있으리라 판단된다.

수량성을 보면 ‘퐁미맛’ 상추는 추대가 매우 늦은 품종으로 ‘삼선적측면’에 비해서는 25일 정도, 국내에서 가장 많이 재배되고 있는 ‘선풍포참적측면’에 비해서는 10.5일 정도 늦어 ‘삼선적측면’에 비해서는 5회 정도, ‘선풍포참적측면’에 비해서는 2회 정도의 수확회수가 많아 ‘삼선적측면’보다는 2배가량 수확량이 많았고 ‘선풍포참적측면’ 보다도 주당 75그램 정도 수확량이 많은 다수확 품종이다. 그러므로 신품종 ‘퐁미맛’은 봄재배나 여름재배에서 안정적으로 고품질 적측면상추의 공급에 기여할 것으로 판단된다.

신품종 ‘퐁미맛’ 상추의 재배상의 유의점은 고품질이고 다수확 품종이지만 고온 약광하에서 절간이 길어 다비재배 시 쓰러질 가능성이 있으므로 비배관리에 유의해야 합니다.

Table 29. Major agronomic traits and yield components of three different leaf-lettuce cultivars, ‘Samsun’, ‘seonpung’ and ‘Pungmimat’ .

Cultivar	Seed color	Type	Leaf color	Leaf shape	Taste	Texture	Quality	Post-harvest	Soft rot
Samsun	White	Leaf	Red	Obovate	Medium	Soft	Medium	Medium	Susceptible
Seonpung	White	Leaf	Red	Obovate	Medium	Soft	Good	Good	Susceptible
Pungmimat	White	Leaf	Dark red	Transverse elliptic	Good	Soft-crispy	Good	Good	Tolerant

Cultivar	Internode length (cm)	Leaf thickness (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Width of leaf base (cm)	No. of leaves	Total leaf fresh wt. (g/plant)	Dry wt. ratio	Days to flowering (days)
Samsun	4.1	0.310	22.5	18.5	6.3	21.0	145.0	0.031	60.0
Seonpung	6.8	0.321	21.2	17.6	6.8	34.0	220.5	0.039	74.5
Pungmimat	7.1	0.405	19.8	18.1	5.6	37.5	295.0	0.030	85.0

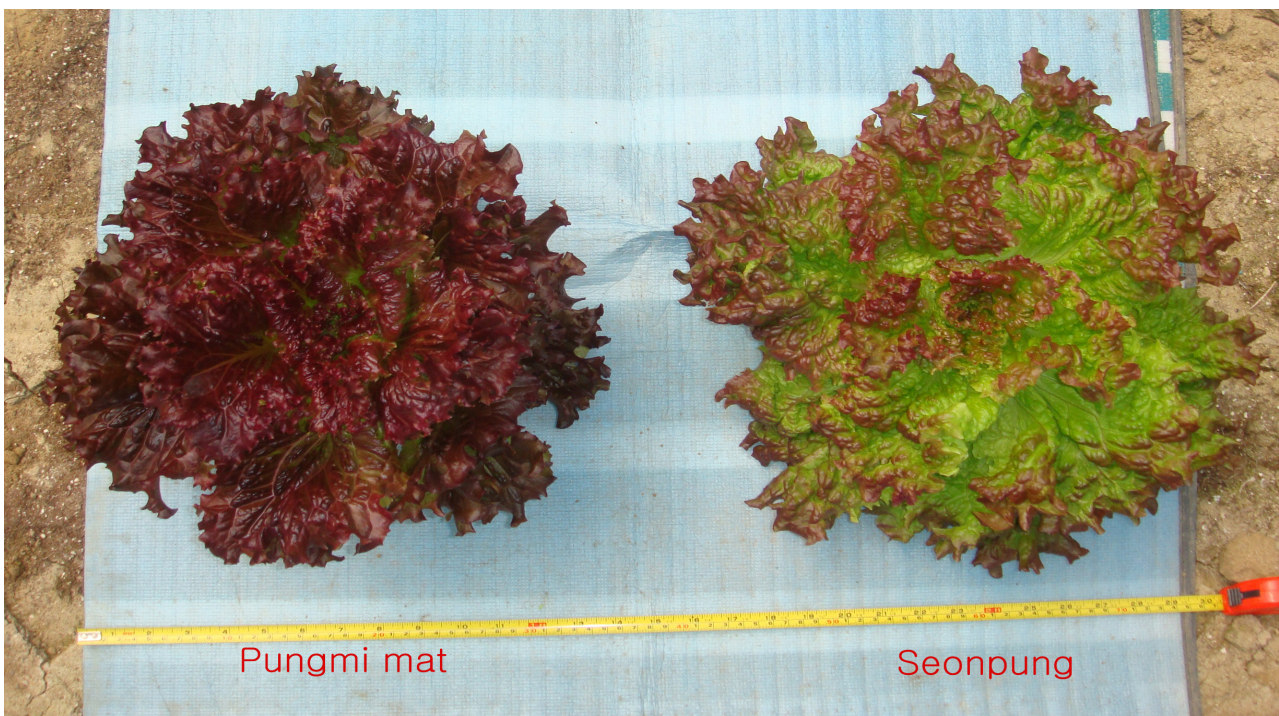


Figure 33. Difference in leaf shape of ‘Pungmi mat’ and ‘Seonpung’.

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절 연구개발 목표 달성도

연구목표	달성도 (%)
●유전자원 수집 및 특성분석	100
●소재육성을 위한 변이창출 및 유전분석	100
●작성된 변이의 특성검정을 통한 개체선발	100
●특성검정을 통한 F4세대 육성 및 선발계통 특성검정	100
●특성검정을 통한 F5세대 육성 및 선발계통 예비생산력검정	100
●특성검정을 통한 F6세대 육성 및 우수 선발계통 채종	100
●우수 선발계통 지역적응 연락시험	100
●고품질, 만추대성 다수확 여름용 계통 및 품종육성	100
●고품질, 다수확 품종 선발방법 확립 -내습성,만추대성 검정방법 확립	100



## 제 2 절 관련분야의 기여도

### 1. 기술적 측면

가. 국내에서의 수집한 유전자원의 특성검정 및 분석한 자료는 향후 유전자원의 관리 및 육종에 효율적인 이용이 가능할 것이다.

나. 상추의 품질과 추대성 및 수량관련 형질의 유전분석을 통해 각 형질의 효율적인 선발 방법을 구명하여 향후 품종 육성을 위한 기초자료로 이용할 수 있다.

다. 내습성 및 추대성 검정방법의 확립은 향후 품종육성에 있어 효율적인 선발 및 육종기간의 단축을 위해 이용할 수 있다.

### 2. 경제·산업적 측면

가. 5개의 여름용 고품질, 만추대성 다수확 품종을 청치마 2품종, 적치마 2품종, 적축면 1품종 등 국내에서 재배되는 중요 상추 종류별 품종을 개발하여 품종보호출원 및 채종을 통한 농가에 공급함에 따라 금후 우리나라 상추재배에서 안정적인 연중 생산체계를 달성하고, 계절적 상추 가격의 등락폭을 안정화 시키는 물론 고품질의 여름용 상추의 공급으로 소비를 촉진시켜 농가소득의 증대에 기여하고 농가의 상추생산 원가를 절감할 수 있게 할 것이다.

나. 또한 고온다습의 여름재배에서 고품질의 상추를 다수확 할 수 있도록 여름재배용 고품질, 만추대성 다수확 상추 품종의 공급에 따라 최근 증가되고 있는 신선상추의 해외수출 증가에 기여할 것이며 상추 종자의 수입을 대체함과 동시에 새로운 해외시장으로의 종자의 수출을 가능케 할 것이다.

## 제 5 장 연구개발 결과의 활용계획

### 제 1절. 육성된 품종의 활용계획.

1. 고품질 다수확 여름용 청치마상추 ‘진청맛’은 상품성과 맛이 우수한 다수확 청치마로서 지역적응 연락시험 결과 농민과 소비자에게도 호응을 얻어 2009년 미국에서 채종시험 및 채종결과 65.3Kg이 채종되어 2010년 3월 국립종자원에 품종보호출원을 하였으며 2010년 3월부터 8월 하순 파종용으로 농가에 홍보용 및 시판용 종자로 전국 상추 주요단지에 공급할 계획입니다.

2. 엽수분화가 빠른 만추대성 다수확 청치마상추 ‘슈퍼청풍’은 상품성과 맛이 우수하며 엽수분화가 빠르고 추대가 안정되어 있어 파종적기인 5월과 8월중순 파종을 위해 2009년 미국에서 채종시험 및 채종결과 73.3Kg이 채종되어 2010년 3월 국립종자원에 품종보호출원을 하였으며 2010년 5월과 8월중순에 농가에 홍보용 및 시판용 종자로 전국 상추 주요단지에 공급할 계획입니다.

3. 잎이 두껍고 적색발현이 우수한 고품질 적치마상추 ‘슈퍼열풍’은 상추재배단지에서 주로 재배되어 오던 ‘열풍적치마’에 비해 적색이 진하고 잎이 두꺼워 농민과 소비자의 기호성이 높아 공급 요청이 있으나 품종보호 출원은 하였으며 2009년 미국에서 채종시험 결과 16.4 Kg이 채종되어 2010년에는 홍보용으로만 농가에 공급할 계획이며 현재 2011년 공급을 위해 미국에서 채종이 진행 중입니다.


4. 내서성이 우수하고 만추대성 다수확 적치마상추 ‘홈런왕’은 내서성과 내습성 강하며 만추대성인 다수확 품종으로 2010년 3월에 국립종자원에 품종보호 출원을 하였고 2010년 현재 미국에서 100Kg 채종 중이며 2011년 봄부터 농가에 공급할 예정입니다.

5. 적색발현이 우수하고 잎이 두꺼운 고품질 만추대 적측면 ‘풍미맛’은 적색발현과 맛이 우수하며 추대가 늦어 다수확이 가능하여 농가의 호응이 좋아 2010년 국립종자원에 품종보호 출원을 하였고 2009년 미국채종시험에서 25.9Kg이 생산되어 4월부터 농가에 공급할 예정이다.



적색이 진하고 잎이 두꺼워 상품성과 수량성이 우수한 적치마!

# 슈퍼열풍<sup>상추</sup>



품종보호출원공개번호 : 2010-245  
**특성** ①고온 약광 하에서도 적색발현이 우수합니다. ②잎은 광택이 있고 두꺼우며 맛이 우수합니다. ③추대가 높고 잎이 두꺼워 다수확이 가능합니다.  
**파종시기** 3월상~6월상  
**유리사할** ①고온다습 및 고온건조시 석회결핍증이 발생하여 상품성이 저하되므로 고온기 재배시 정식 후 주기적으로 칼슘제를 엷면시키 해야 합니다. ②추대가 높은 편이나 지나친 고온재배시 추대에 의해 품질과 수확량이 감소할 수 있습니다. ③저온에서는 생육이 늦으므로 온도관리에 유의해야 합니다.

6,000립

**KN 권농종묘**  
KWONNONG SEED CO

적색발현과 맛이 우수하며 잎이 두꺼운 다수확 적측면 상추

# 풍미맛<sup>상추</sup>



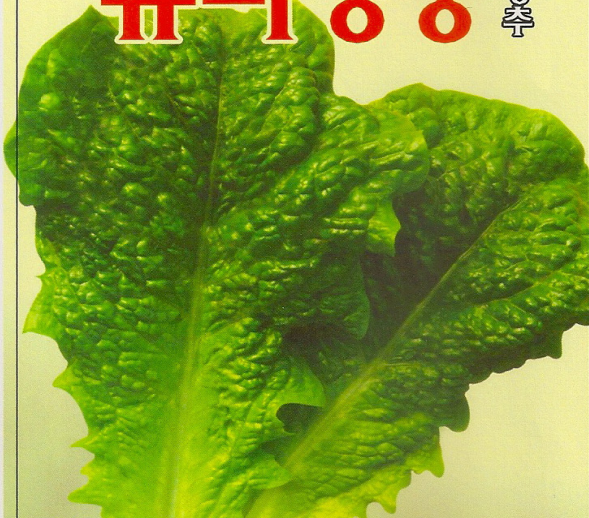
품종보호출원공개번호 : 2010-241  
**특성** ①진한 적색과 녹색이 잘 조화되어 상품성이 우수합니다. ②잎은 광택이 있고 두꺼워 맛과 상품성이 우수합니다. ③추대가 높고 잎이 두꺼워 다수확이 가능합니다.  
**파종시기** 3월상~5월상 8월중~9월상  
**유리사할** ①물 및 가뭄을 풍중이므로 파종정기에 준해 재배를 해야 합니다. ②추대가 높은 품종이나 고온정일, 약광 하에서 결간신장이 빠른 품종이므로 고온기 재배는 피해야 합니다. ③저온에서는 생육이 늦으므로 온도관리에 유의해야 합니다.

6,000립

**KN 권농종묘**  
KWONNONG SEED CO

상품성과 맛이 우수하며 추대가 안정된 청치마!

# 슈퍼청풍<sup>상추</sup>



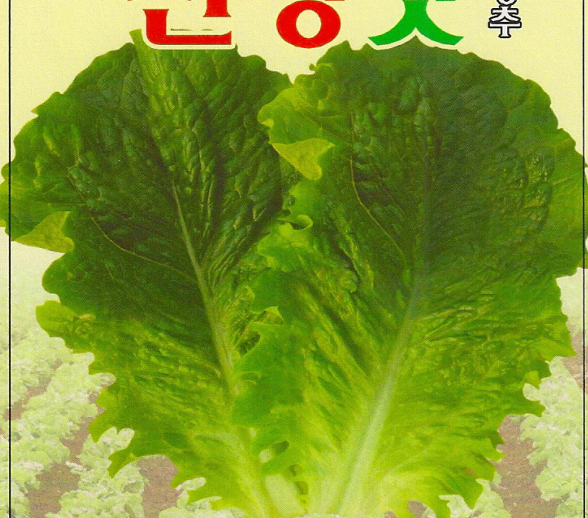
품종보호출원공개번호 : 2010-244  
**특성** ①잎 크기가 크지 않고 적당하여 씹음으로 우수합니다. ②잎이 두껍고 연수분화가 빨라 다수확이 가능합니다. ③추대가 낮은 편으로 오랫동안 수확이 가능합니다.  
**파종시기** 8월중~5월상  
**유리사할** ①고온다습 및 고온건조시 석회결핍증이 발생하여 상품성이 저하되므로 고온기 재배시 정식 후 주기적으로 칼슘제를 엷면시키 해야 합니다. ②고온기 파종시는 고온후면에 의해 발아율이 저하되므로 저온에서 최아 후 파종해야 합니다. ③저온에서는 생육이 늦으므로 온도관리에 유의해야 합니다. ④추대가 낮은 편이나 지나친 고온재배시 추대에 의해 품질과 수확량이 감소할 수 있습니다.

6,000립

**KN 권농종묘**  
KWONNONG SEED CO

상품성과 맛이 우수한 여름용 다수확 청치마!

# 진청맛<sup>상추</sup>



품종보호출원공개번호 : 2010-243  
**특성** ①잎색이 농록색으로 진하고 잎크기가 씹음으로 적당합니다. ②추대가 높고 다수확이 가능하고 내음성이 강화 면입니다. ③잎이 두껍고 아삭아삭하여 맛이 우수합니다.  
**파종시기** 3월상~8월상  
**유리사할** ①고온다습 및 고온건조시 석회결핍증이 발생하여 상품성이 저하되므로 고온기 재배시 정식 후 주기적으로 칼슘제를 엷면시키 해야 합니다. ②고온기 파종시는 고온후면에 의해 발아율이 저하되므로 저온에서 최아 후 파종해야 합니다.

6,000립

**KN 권농종묘**  
KWONNONG SEED CO

Figure 34. The envelopes to pack seeds of the varieties which developed in this study.



## 제 2 절. 수집종 및 육성중인 계통 및 선발방법 활용계획

1. 연구중 수집한 종자와 육성중인 계통은 향후 우수한 품종 개발을 위해 이용할 예정이고 우수한 계통은 국내용 품종 개발은 물론 수출용 셀러드 상추 품종개발에 적극적으로 활용할 예정입니다.

2. 본 연구에서 확립한 내습성 및 추대성 검정방법 및 유전분석 결과는 향후 품종육성에 있어 효율적인 선발 및 육종기간의 단축을 위해 이용할 계획입니다.

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

### 1. Mapping morphological genes relative to molecular markers in lettuce (*Lactuca sativa* L.)

출처: Heredity (1999) 82, 245 - 251.

저자: W Waycott<sup>1,3</sup>, S B Fort<sup>1,4</sup>, E J Ryder<sup>1</sup> and R W Michelmore<sup>2</sup>

초록: Two F<sub>2</sub> populations were generated by crossing morphologically diverse genetic stocks in order to map 10 morphological traits relative to polymerase chain reaction-based molecular markers (RAPDs). Using one segregating population generated from crossing the experimental line, 'dwarf-2', with the butterhead cultivar, 'Saffier', the dwarf phenotype conditioned by the *dwf2* locus was mapped using bulked segregation analysis to within 38 cM of the *Adh3* locus. Using the second segregating population generated by crossing two experimental lines, 87-25-1M 87-109M, nine traits [white seed (*w*), brown seed (*br*), salmon flower colour (*sa*), pale yellow flower colour (*pa*), virescent juvenile leaf colour (*vi*), plump involucre (*pl*), yellow seed (*y*), one of two complementary genes for anthocyanin expression (*C* or *G*) and anthocyanin spotting (*Rs*)] were linked to RAPD loci, but only six of them could be placed on an existing genetic map of lettuce generated by analysis of cv. 'Calmar' cv. 'Kordaat'. A tenth trait, golden yellow (*gy*), remained unlinked. Approximately a third of the RAPD markers analysed segregated in both the 87-25-1M 87-1090M and 'Calmar' 'Kordaat' populations. In the genomic regions with multiple segregating loci in common, their relative orders and distances were mostly conserved. In one instance, linkage detected in the present study consolidated two separate groups on the earlier genetic map.

### 2. Population Structure in Cultivated Lettuce and Its Impact on Association Mapping

출처: J. Amer. Soc. Hort. Sci. 133: 61-68 (2008)

저자: Ivan Simko, Jinguo Hu

초록: The association mapping technique is a useful tool for detecting markers linked to the genes underlying the variation of a trait among elite cultivars. To avoid false-positive results due to unrecognized population structure in the analyzed set of individuals, the subpopulations need to be identified. Fifty-four lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars representing five horticultural types important in North America, together with six accessions from two wild species (*Lactuca saligna* L. and *Lactuca serriola* L.), were assayed for polymorphism with target region amplified polymorphism (TRAP) marker loci. The model-based clustering approach recognized three main subpopulations in cultivated lettuce that are well separated from wild species. Although the clustering based on molecular markers was generally in good agreement with horticultural types, some cultivars were classified differently or showed mixed origin. The effect of population structure on association mapping was tested on four traits with strong or weak correlation to the lettuce horticultural type



and monogenic or polygenic mode of inheritance. Traits that were strongly correlated with lettuce types displayed many false-positive results when population structure was ignored, but the spurious associations disappeared when estimates of population structure or relative kinship (both based on molecular markers) were included in the statistical model. Using of horticultural types as covariate was not sufficient to control for spurious associations in the monogenic trait with strong correlation to lettuce types. The best approach to avoid spurious associations in lettuce association studies is to assess relatedness of accessions with molecular markers and to include this information into the statistical model.

### 3. Molecular analysis of irradiation-induced and spontaneous deletion mutants at a disease resistance locus in *Lactuca sativa*.

출처: Mol Gen Genet. 1996; 251(3):316-25 (ISSN: 0026-8925)

저자: Anderson PA; Okubara PA; Arroyo-Garcia R; Meyers BC; Michelmore RW

초록: The major cluster of disease resistance genes in lettuce (*Lactuca sativa*) contains at least nine downy mildew resistance genes (Dm) spanning a genetic distance of 20cM and a physical distance of at least 6 Mb. Nine molecular markers that were genetically tightly linked to Dm3 were used to analyze nine independent deletion mutants and construct a map of the region surrounding Dm3. This analysis identified a linear order of deletion breakpoints and markers along the chromosome. There was no evidence for chromosomal rearrangements associated with the deletions. The region is not highly recombinogenic and the deletion breakpoints provided greater genetic resolution than meiotic recombinants. The region contains a mixture of high- and low-copy number sequences; no single-copy sequences were detected. Three markers hybridized to low-copy-number families of sequences that are duplicated predominantly close to Dm3. This was not true for sequences related to the triose-phosphate isomerase gene; these had been shown previously to be linked to Dm3, as well as to two independent clusters of Dm genes, and elsewhere in the genome. Two spontaneous mutants of Dm3 were identified; several markers flanking Dm3 are absent in one of these two mutants. The stability of the Dm3 region was also studied by analyzing the genotypes of diverse related cultivars. The 1.5 Mb region surrounding Dm3 has remained stable through many generations of breeding with and without selection for Dm3 activity.

### 4. US Patent 7371930 - Lettuce cultivar 21-0406127-B

출처: US Patent Issued on May 13, 2008

저자: Knerr, Larry D.

초록: A lettuce cultivar, designated 21-0406127-B, is disclosed. The invention relates to the seeds of lettuce cultivar 21-0406127-B, to the plants of lettuce cultivar 21-0406127-B and to methods for producing a lettuce plant by crossing the cultivar 21-0406127-B with itself or another lettuce cultivar. The invention further relates to methods for producing a lettuce plant containing in its genetic material one or more transgenes and to the transgenic lettuce plants and plant parts produced by those methods. This invention also relates to lettuce cultivars or breeding cultivars and plant parts derived from lettuce cultivar 21-0406127-B, to methods for producing other lettuce cultivars, lines or plant parts derived from lettuce cultivar 21-0406127-B and to the lettuce plants, varieties, and their parts derived from the use of those methods. The invention further relates to hybrid lettuce seeds, plants, and plant parts produced by crossing cultivar 21-0406127-B with another lettuce cultivar.

##### 5. The Use of Green Fluorescent Protein-Tagged Recombinant Viruses to Test Lettuce mosaic virus Resistance in Lettuce.

출처: *Phytopathology* 92:169-176. Accepted for publication 4 October 2001.

저자: T. Candresse, O. Le Gall, B. Maisonneuve, S. German-Retana, and E. Redondo.

초록: Seed certification and the use of cultivars containing one of two, probably allelic, recessive genes,  $mo1^{(1)}$  and  $mo1^{(2)}$ , are the principal control methods for Lettuce mosaic virus (LMV) in lettuce. Although for a few LMV isolates,  $mo1^{(2)}$  confers resistance with most isolates, the genes  $mo1^{(1)}$  or  $mo1^{(2)}$  confer a tolerance, and virus accumulation is readily detected in  $mo1$ -carrying plants. This phenotype complicates evaluation of the resistance status, in particular for  $mo1^{(1)}$ , for which there are no viral strains against which a true resistance is expressed. Two green fluorescent protein (GFP)-tagged viruses were constructed, derived from a non-resistance breaking isolate (LMV-0) and from a resistance-breaking isolate (LMV-E). An evaluation of 101 cultivars of known status was carried out with these recombinant viruses. Using the LMV-0-derived recombinant, identification of  $mo1$ -carrying cultivars was simple because, contrary to its wild-type parent, systemic movement of LMV-0-GFP was abolished in resistant plants. This assay detected four cases of misidentification of resistance status. In all these cases, further tests confirmed that the prior resistance status information was incorrect, so that a 100% correlation was observed between LMV-0-GFP behavior and the  $mo1$  resistance status. Similarly, the LMV-E-derived recombinant allowed the identification of  $mo1^{(2)}$  lettuce lines because its systemic movement was restricted in  $mo1^{(2)}$  lines but not in susceptible or in  $mo1^{(1)}$  lines. The tagged viruses were able to systemically invade another host, pea, irrespective of its resistance status against another member of the genus Potyvirus, Pea seed-borne mosaic virus. The use of these recombinant viruses could therefore greatly facilitate LMV resistance evaluation and speed up lettuce breeding programs.

## 6. Evolution and Genetic Population Structure of Prickly Lettuce (*Lactuca serriola*) and Its RGC2 Resistance Gene Cluster.

출처: Genetics, March 2008

저자: Eviatar Nevo, Richard Michelmore, null Hanhui Kuang, Herman J. Van Eck, Delphme Sicard

초록: Genetic structure and diversity of natural populations of prickly lettuce (*Lactuca serriola*) were studied using AFLP markers and then compared with the diversity of the RGC2 disease resistance gene cluster. Screening of 696 accessions from 41 populations using 319 AFLP markers showed that eastern Turkish and Armenian populations were the most diverse populations and might be located in the origin and center of diversity of *L. serriola*. Screening 709 accessions using the microsatellite MSATE6 that is located in the coding region of most RGC2 homologs detected 366 different haplotypes. Again, the eastern Turkish and Armenian populations had the highest diversities at the RGC2 cluster. The diversities at the RGC2 cluster in different populations were significantly correlated with their genomewide diversities. There was significant variation of copy number of RGC2 homologs in different populations, ranging from 12 to 22 copies per genome. The nucleotide diversities of two conserved lineages (type II) of RGC2 genes (K and L) were not correlated with diversities calculated using the MSATE6 or AFLP data. We hypothesize that the high genomewide diversity and diversity of the RGC2 cluster in eastern Turkish and Armenian populations resulted from high abiotic and biotic stresses in the regions of origin of *L. serriola*.

## 7. Development of EST-SSR Markers for the Study of Population Structure in Lettuce (*Lactuca sativa* L.).

출처: Journal of Heredity 180: 256-262. February 25, 2009

저자: Simko, Ivan

초록: Minimally processed lettuce (*Lactuca sativa* L.) is an important component of the lettuce industry. The product is highly perishable; cold storage and modified atmosphere (MA) packaging are used to extend its shelf-life. Given the importance of this market, lettuce cultivars, breeding lines, and populations should be selected that process into salad with stable shelf-life in MA environments. The objectives of this research were to 1) determine the genetic variation in lettuce for shelf-life in low O<sub>2</sub> modified atmosphere environments and 2) develop high throughput evaluation methods suitable for a large scale breeding program. Salad was prepared from field grown lettuce of 33 romaine and 3 crisphead cultivars over two field seasons. Shelf-life of salad was evaluated after storage in MA bags and in CO<sub>2</sub>-free controlled atmosphere chambers with gas ratios of 0.2% O<sub>2</sub> : 99.8% N<sub>2</sub>, 1.0% O<sub>2</sub> : 99.0% N<sub>2</sub>, or 5.0% O<sub>2</sub> : 95.0% N<sub>2</sub>. Symptoms on leaf blade tissue was water soaked, limp, and dull to dark or black in color, while mid-rib tissue and heart leaves were water soaked and translucent to dark brown in color. Genetic variation for shelf-life was detected using either MA bags or controlled atmosphere chambers, and the results

from both years and testing methods were significantly correlated. Oxygen concentration did not affect shelf-life in the controlled atmosphere chamber experiment, and indicates that the observed symptoms in the majority of cultivars were probably not from low O<sub>2</sub> damage or CO<sub>2</sub> injury, although heterogeneous mechanism of deterioration may be involved. Selection for lettuce cultivars, breeding lines, and populations with extended shelf-life is possible using either MA bags or controlled atmosphere chamber testing methods, and could insure a consistent release of germplasm with stable shelf-life in modified atmosphere environments.

#### 8. Populations structure in cultivated lettuce (*Lactuca sativa* L.) and its impact on association mapping.

출처: Journal of the American Society for Horticultural Science, Vol. 133, Pages 61-68, 2008.

저자: Simko, Ivan, Hu, Jinguo

초록: The association mapping technique is a useful tool for detecting markers linked to the genes underlying the variation of a trait among elite cultivars. To avoid false positive results due to unrecognized population structure in the analyzed set of individuals, the subpopulations need to be identified. Fifty-four lettuce cultivars representing diversity observed in five horticultural types important in North America, together with six accessions from two wild species (*L. saligna* and *L. serriola*), were assayed for polymorphism with 388 TRAP marker loci. The model-based clustering approach recognized three main subpopulations in cultivated lettuce that are well separated from wild species. Although the clustering based on molecular markers was generally in good agreement with horticultural types, some cultivars were classified differently or showed mixed origin. The effect of population structure on association mapping was tested on four traits (lettuce dieback resistance, seed color, leaf margin undulation, and head height) with different relationships to the lettuce horticultural types. The traits that were strongly correlated with lettuce types (lettuce dieback resistance and head height) displayed many false positive results when population structure was ignored, but the spurious associations disappeared when structure was included into the statistical model. The effect of population structure on number of false positive associations was notably less pronounced in seed color and leaf margin undulation that had weak correlation with horticultural types.

#### 9. Crisphead breeding lines with resistances to corky root and lettuce mosaic

출처: HortScience 42:701-703, 2007.

저자: Mou, B., Hayes, R.J., Ryder, E.J.

초록: The Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture announces the release of seven breeding lines of crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L.) with resistances to corky

root and lettuce mosaic, 04-0344, 04-0350, 04-0353, 04-0363, 04-0368, 04-0375, and 04-0379. The lines may be suitable for commercial production, and is suitable for use as a source of resistance to corky root and lettuce mosaic in the development of cultivars and germplasm. It was developed at the United States Agricultural Research Station in Salinas, California by Beiquan Mou, Ryan J. Hayes, and Edward J. Ryder. Corky root of lettuce (*Lactuca sativa* L.) has been observed in major lettuce-producing areas of the world, and yield losses from reduced head size can reach 30–70%. Lettuce mosaic is a serious virus disease problem in lettuce worldwide and can cause losses of up to 100%. The breeding lines were derived from crosses between cultivars 'Salinas 88", and 'Glacier" and 'Misty Day", which have resistant genes to corky root and lettuce mosaic. In multiple lab and field tests, the breeding lines showed high levels of resistance to the two diseases. In the limited trials grown, the breeding lines have performed well in the Salinas Valley, Calif., produce a high percentage of heads of adequate size, shape, and uniformity. Limited samples of seed are available for distribution to all interested parties for research purposes, including the development and commercialization of new cultivars. Samples will also be deposited in the National Plant Germplasm System.

#### 10. Effect of Population Structure on Association Mapping in Cultivated Lettuce.

출처: In Eucarpia Leafy Vegetables 2007 Conference Abstracts. Warwick, UK, April 18–20, 2007.

저자: Simko, I., Hu, J.

초록: Association mapping is a novel method for detecting linkage between molecular markers and the trait of interest in existing cultivars. However, an unrecognized population structure in a set of analyzed cultivars might lead to spurious associations. To observe how population structure affects marker-trait association, fifty-four lettuce cultivars were assayed with 388 TRAP marker loci and evaluated for four phenotypic traits. The traits with a strong relationship to population structure (lettuce dieback resistance and head height) displayed many false positive results; however, the spurious associations disappeared when population structure was included into the statistical model. The false positive associations were negligible in the two traits (seed color and leaf margin undulation) with weak correlation to population structure.

#### 11. Variation for Resistance to Verticillium Wilt in Lettuce (*Lactuca Sativa* L.).

출처: Plant Disease. 91(4):439–445.

저자: Hayes, R.J., Vallad, G., Qin, Q., Grube, R., Subbarao, K.

초록: Host resistance offers the most cost-effective control method of Verticillium wilt of lettuce, caused by *V. dahliae*. One hundred and seven lettuce cultivars were screened in infested fields for resistance and disease progress on resistant and susceptible cultivars was determined. Subsequent

greenhouse experiments were conducted to evaluate 16 cultivars for resistance to a race 1 and a race 2 isolate, and to determine the effectiveness of greenhouse testing. Significant differences for resistance were observed within cultivated lettuce. In susceptible cultivars, disease increased through the season, while disease in resistant cultivars remained constant or decreased. Resistance in greenhouse tests was dependant upon the *V. dahliae* race used. Seven diverse cultivars were resistant to race 1, while all cultivars were susceptible to race 2. Cultivar reactions to race 1 in greenhouse and field were correlated, indicating the utility of greenhouse evaluations of host resistance. The identification of resistance in diverse lettuce types is beneficial to the breeding process. However, the existence of resistance breaking race 2 isolates indicates that this resistance may not be durable. Alternatively, targeted releases of cultivars with resistance to race 1 to fields with this pathogen genotype is a likely method of extending the life of these cultivars. Additional testing of *Lactuca* germplasm for resistance to race 2 is needed.

## 12. Variation for Big Vein Resistance in *Lactuca virosa* L. and Introgression of Resistance into Cultivated Lettuce (*Lactuca sativa* L.).

출처: In Eucarpia Leafy Vegetables 2007 Conference Abstracts, University of Warwick, UK. pp. 16.

저자: Hayes, R.J., Ryder, E.J., Wintermantel, W.M.

초록: Big vein is a damaging disease of lettuce (*Lactuca sativa* L.) caused by the *Ospidium brassicae* vectored Mirafiori Lettuce Big Vein Virus (MLBVV). Resistance to this disease is needed since no feasible cultural control methods have been identified. Partial resistance is available in cultivars such as Pavane, and is expressed as a delay in symptom expression and a reduced percentage of symptomatic plants at market maturity. Complete resistance has been identified only in *Lactuca virosa* accession IVT280, an incongruent wild relative of lettuce. Resistance from *L. virosa* IVT280 has not been introgressed into lettuce. The objectives were to 1) determine if *L. virosa* accessions exhibit variation for resistance, and 2) determine if resistance can be introgressed into lettuce. Greenhouse testing was used to evaluate resistance in *L. virosa* accessions, *L. virosa* × *L. sativa* hybrids and *L. sativa* cultivars. Seedlings were inoculated with root macerate of big vein symptomatic plants, transplanted to big vein infested soil, and greenhouse grown. The percentage of big vein symptomatic plants was recorded every week for 8 weeks. Seventy-nine accessions of *L. virosa* were tested over 3 years along with susceptible Great Lakes 65 (GL65). Great Lakes 65 ranged from 89% to 100% symptomatic plants. Variation for symptom expression was observed; 65 accessions had no symptoms, eight accessions had typical big vein symptoms, and 7 accessions had atypical symptoms (stunting and leaf crinkling). MLBVV accumulation was detected in IVT280 using a combination of RT-PCR and nucleic acid hybridization, although 83% of the plants were virus free, indicating that IVT280 appears to have a very high level of resistance. 90% of the plants in accessions with typical big vein symptoms were positive for MLBVV. Only one accession with atypical symptoms had MLBVV accumulation. The appearance of atypical symptoms does not appear to be related to the accumulation of MLBVV. Greenhouse testing was conducted on *L. virosa* × *L. sativa* hybrids from BC1F2 through the BC1F4:5 generation, IVT280, and *L. sativa* parents.

Complete resistance as observed in IVT280 was not identified in these families, but variation for partial resistance was observed in every generation. Line 00-366-3 from the cross (IVT280 x Cocarde) x Galore, was the most resistant family in every generation, and was significantly more resistant than Cocarde and Galore. 00-366-3 and the related line 00-366-9 were used as parents to create BC2 progeny from crosses with high partial resistant cultivars, intermediate partial resistant cultivars and susceptible cultivars. Randomly selected BC2F2:3 families were greenhouse tested in an unreplicated experiment and variation for partial resistance was observed. Families that were numerically better than both parents were selected as putative transgressive segregants. These selections were retested as BC2F3:4 families, and confirmed the existence of transgressive segregants in crosses using high, intermediate, and susceptible parents. This research suggests that *L. virosa* contains alleles that confer partial resistance to big vein disease when introgressed into *L. sativa*, and, these alleles are distinct from those present in partially resistant cultivars. Alternative breeding strategies should be pursued to introgress complete resistance from *L. virosa*.

13. Introgression of novel alleles for partial resistance to big vein disease from *Lactuca virosa* into cultivated lettuce.

출처: HortScience 42(1):35-39.

저자: Hayes, R.J., Ryder, E.J.

초록: Big vein is an economically damaging disease of lettuce (*Lactuca sativa* L.) caused by Mirafiori Lettuce Big Vein, which is vectored by the soil borne fungus *Olpidium brassicae*. Resistance to this disease is needed since no feasible cultural control methods have been identified. Partial resistance is available within cultivated lettuce, and is expressed as a reduced percentage of symptomatic plants. Complete resistance has been identified only in accessions of *Lactuca virosa*, a wild relative of lettuce. Resistance from *L. virosa* has not been introgressed into lettuce. The objective of this research was to determine if big vein resistance from *L. virosa* can be introgressed into lettuce. Backcross (BC) 1 hybrids between *L. virosa* and *L. sativa* cultivars were greenhouse tested for big vein resistance for 4 generations by infecting hybrid seedlings with *O. brassicae* zoospores collected from big vein symptomatic plants. Plots were evaluated for the percentage of symptomatic plants, and asymptomatic plants from resistant families were retained in every generation. Selected plants from resistant BC1 families were used as parents to create BC2F2 and BC2F2:3 populations for resistance testing. Complete resistance was observed in one BC1F3 family, however, high susceptibility was observed in the subsequent BC1F4 or BC2F2 generations. Variation for partial resistance was observed in all BC1 generations evaluated. One BC1 family was selected for high levels of partial resistance and used to create BC2 progeny by crossing to resistant and susceptible *L. sativa* parents. Transgressive segregants were identified among these BC2F2:3 families. This research demonstrates that *Lactuca virosa* contains alleles that confer partial resistance to big vein when introgressed in a *L. sativa* background, and, these alleles are distinct from those present in cultivated lettuce. Complete resistance to big vein may not have been recovered due to linkage between resistance alleles and alleles causing incongruity. Alternative

breeding strategies should be pursued to introgress complete resistance from *L. virosa* into cultivated lettuce.

14. Handbook of Plant Breeding, Vol. I, Vegetables I, Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae,

출처: J. Prohens and F. Nuez, ed., Springer, New York, 2008. p. 75-116.

저자: Mou, B.

초록: Lettuce is the most important fresh-market vegetable in the U.S. in terms of area, production, and value. It is also a leading vegetable in many countries around the world. Plant breeding has played a critical role in the improvement of yield and quality of lettuce. This book chapter summarizes the basic principles and practices of lettuce breeding as well as new advances in the field. It covers the origin and domestication, major horticultural types, genetic resources, major breeding achievements, current goals of breeding, breeding methods and techniques, integration of new biotechnologies in breeding programs, and seed production. It is suitable for breeders, researchers, educators, and students in horticulture to use as a reference or resource.

15. Release of crisphead lettuce germplasm with resistances to corky root and lettuce mosaic. Germplasm Release. Release of seven breeding lines of crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L.)

출처: U.S. Dept. of Agriculture. Agri. Research Service. 2006.

저자: Mou, B., Hayes, R.J., Ryder, E.J.

초록: The Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture announces the release of seven breeding lines of crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L.). The lines 04-0344, 04-0350, 04-0353, 04-0363, 04-0368, 04-0375, and 04-0379 have dull, medium-dark-green outer leaves, similar to 'Salinas' and related cultivars. Green color extends close to the core on a partially trimmed head. The interior is creamy yellow. Leaf margins are incised, indented, and mildly undulated. Leaf surface is slightly crinkled or blistered. Outer leaves are broader than long. Heads are well rounded, partially covered, and firm to hard at maturity. Butt is flat, and ribs are flat but become more pointed toward the base. Bases of outer and interior leaves overlap well. Texture is relatively soft and flexible, and inside leaves are crispy. Seeds are black. The lines may be suitable for commercial production, and are suitable for use as sources of resistance to corky root and lettuce mosaic in the development of cultivars and germplasm. They were developed at the United States Agricultural Research Station in Salinas, California, by Beiquan Mou, Ryan J. Hayes, and Edward J. Ryder

16. Genetic Variation of Beta-carotene and Lutein Contents in Lettuce.

출처: Journal of American Society for Horticultural Science. 130(6):870-876. 2005



저자: Mou, B.

초록: There is increasing medical evidence for the health benefits derived from dietary intake of carotenoid antioxidants, such as  $\beta$ -carotene and lutein. Enhancing the nutritional levels of vegetables would improve the nutrient intake without requiring an increase in consumption. A breeding program to improve the nutritional quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) must start with an assessment of the existing genetic variation. To assess the genetic variability in carotenoid content, fifty-two lettuce genotypes including crisphead, leaf, romaine, butterhead, wild species, primitive, Latin, and stem lettuces were planted in the field in Salinas, California in the summer and fall of 2003 with four replications. Duplicate samples from each plot were analyzed for chlorophyll (a and b),  $\beta$ -carotene, and lutein contents by high performance liquid chromatography (HPLC). Primitive, *L. serriola*, *L. saligna*, and *L. virosa* accessions had higher  $\beta$ -carotene and lutein contents than cultivated lettuces, mainly due to their lower moisture content. Among major types of cultivated lettuce, carotenoid content followed the order of: green leaf or romaine > red leaf > butterhead > crisphead. Crisphead lettuce accumulated more lutein than  $\beta$ -carotene, while other lettuce types had more  $\beta$ -carotene than lutein. There was significant genetic variation in carotenoid content within crisphead, butterhead, green leaf, red leaf and romaine types of lettuce. Carotenoid content was higher in summer than in the fall, but was not affected by the position of the plant on the raised bed.  $\beta$ -Carotene and lutein contents were highly correlated, suggesting that their levels could be enhanced simultaneously.  $\beta$ -Carotene and lutein contents were both highly correlated with chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll contents, suggesting that carotenoid content could be selected indirectly through chlorophyll or color measurement. These results suggest that genetic improvement of carotenoid levels in lettuce is feasible.

17. New sources of lettuce aphid resistance in lettuce.

출처: Hortscience 40(4) p. 1109. 2005.

저자: McCreight, J.D.

초록: Lettuce aphid (*Nasonovia ribisnigri* Mosley) is a recent insect pest to lettuce (*Lactuca sativa* L.) production in the U.S. The single dominant gene, *Nr*, conditions resistance to the lettuce aphid in *Lactuca virosa* accession IVT280 from The Netherlands and is available in a limited number of commercial lettuce cultivars. New and genetically unique sources of resistance are sought to broaden the genetic base for resistance to the lettuce aphid. Approx. 1200 lettuce PI lines were evaluated for resistance to lettuce aphid in greenhouse tests using a strain of lettuce aphid obtained from commercial lettuce in Salinas Valley, Calif. In 2002, plants were individually infested with five 24-hr nymphs per plant (controlled protocol), and the numbers of aphids per plant were counted 10 to 14 days post-infestation (dpi). Beginning in 2003, plants were mass-infested (mass protocol) with nymphs and alates of various ages and numbers. Using the mass protocol, the number of aphids per plant 10 to 14 dpi were estimated and categorized using a 1 to 5 scale where 1 = 0 aphids per plant, 2 = 1'10 aphids per plant, 3 = 11' 20 aphids per plant, 4 = 21'30 aphids per plant, and 5 >30

aphids per plant. 'Salinas' and 'Barcelona' were included as susceptible and resistant controls, respectively. Most of accessions were susceptible. A few accessions had a few plants with very low numbers of aphids after repeated infestation, but their progeny were susceptible. Two accessions were highly resistant: PI 491093, a *Lactuca serriola* accession from Turkey, and PI 274378, a *L. virosa* accession from France. Inheritance of resistance in these two accessions and their allelism to Nr remain to be determined.

#### 18. Development of lettuce breeding lines resistant to bacterial leaf spot. Hortscience.

출처: Hortscience. v. 40. p. 1098. 2005.

저자; Hayes, R.J., Bull, C.T., Goldman, P.H., Ryder, E.J.

초록: Bacterial leaf spot of lettuce caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* (Xcv) is an important lettuce disease in California. No adequate control measures have been found, although resistance exists in several heirloom cultivars. Deployment of resistant cultivars to bacterial leaf spot will reduce these periodic and costly disease events. The objectives of this research were to 1) identify new sources of resistance within modern crisphead cultivars and 2) select for resistance in 'Salad Crisp' x 'Iceberg' progeny. Field plots were established and grown with overhead irrigation, and a 3 strain mixture of Xcv was applied until run-off one week after thinning at  $1 \times 10^9$  CFU/ml. Twenty-six crisphead cultivars were tested in unreplicated field trials and rated on a 1 (susceptible) ' 4 (resistant) scale. Selection was carried out between and within families from the F2 to F4 generation. Sixteen F3 families were evaluated in unreplicated plots, and 12 F5 families were tested in replicated plots for disease incidence and severity. No useable levels of resistance were identified in the modern crisphead cultivars tested to date. All F3 families had resistance greater than 'Iceberg', and 19 plants from 8 families were selected for further breeding. Subsequently 12 plants from 2 F4 families were selected. Replicated trials of 12 F5 families indicated that all lines have disease severity comparable to both parents. Breeding lines from crosses to Salinas 88 are currently being developed.

#### 19. Identified resistance in lettuce germplasm to verticillium wilt caused by verticillium dahliae

출처: Hortscience. v. 40. p. 1109. 2005

저자: Vallad, G.E., Qin, Q.M., Grube, R., Hayes, R.J., Ryder, E.J., Subbarao, K.V.

초록; Since its appearance in 1995, *Verticillium* wilt of lettuce has spread to several production areas in the Salinas River Valley where nearly 60% of California's lettuce acreage is located. A replicated field trial was conducted to assess various modern and heirloom lettuce (*Lactuca sativa*) cultivars and plant introduction lines and *L. virosa* lines for resistance to *Verticillium* wilt. Based on horticultural type, lettuce plants were destructively sampled at harvest maturity and assessed for the incidence of *Verticillium* wilt. Of the *L. sativa* cultivars, only the iceberg type displayed pronounced

foliar symptoms of stunting and wilting. Disease incidence based on root symptoms ranged from 0% to 100%, with continuous variation found across and within lettuce types. Most cos, crisphead and leaf cultivars exhibited 20% or greater disease incidence. Butter cultivars exhibited the lowest disease incidence among the major horticultural lettuce types examined, and Latin and Batavia type cultivars exhibited the lowest disease incidence overall. Disease progression was further monitored for 10 select lettuce cultivars for two weeks past harvest maturity. Disease intensity increased over the two week period for some cultivars, demonstrating the need to assess plants for *Verticillium* wilt past harvest maturity to avoid misclassifying plants. The *L. sativa* plant introduction lines tested, predominantly stem and oil-seed horticultural types, were quite susceptible and exhibited distinct symptoms of wilt and defoliation possibly due to their elongated growth habit. The variation in disease incidence among the *L. virosa* lines tested was discontinuous, with discrete differences in susceptibility. Overall, the results reflected trends found in previous greenhouse and field trials.

## 20. Variation for tipburn resistance in lettuce.

출처: HortScience 40:990-991. 2006.

저자: Hayes, R.J.

초록: Tipburn (TB) is a physiological disorder that results in necrosis along the margins of lettuce leaves. The disorder is objectionable to consumers and reduces the shelf life of whole and minimally processed lettuce. The objectives were to 1) determine the variation for tipburn resistance in iceberg, romaine, green leaf, and red leaf cultivars and 2) determine the genotype x location interaction for tipburn resistance. Tipburn incidence was recorded on 10 plants in each of 3 reps in Salinas, CA and Yuma, AZ trials with 20 iceberg, 21 romaine, 11 green leaf, and 6 red leaf cultivars. Data were analyzed using analysis of variance type statistics of ranked data. Variation for TB resistance was found in all lettuce types at both locations, although iceberg cultivars (Average % TB: 31% Salinas; 77% Yuma) had significantly ( $p < 0.01$ ) higher levels of resistance at both location than romaine (58% Salinas, 81% Yuma), green leaf (52% Salinas; 88% Yuma), and red leaf (43% Salinas, 89% Yuma). The Yuma, AZ trial was more conducive for TB, and had less variation (Range of %TB: 33-100% Yuma, 0-100% Salinas). Four iceberg, one green leaf, and one red leaf genotype with industry acceptable levels of TB ( $< 5\%$ ) were identified in the Salinas environment. Genotype x location interaction was present ( $p < 0.01$ ), and included rank order changes within all lettuce types. The correlation between the locations was low, 0.26, but significant ( $p = 0.045$ ). A need exist for romaine, green leaf, and red leaf germplasm with improved TB resistance, particularly in the Yuma environment. The presence of variation within each lettuce type and G x L indicates that genetic improvement should be possible using within type crosses followed by selection in the Yuma or Salinas target environment.

## 21. Evaluation of lettuce germplasm for resistance to lettuce aphid.

출처: 17th International Lettuce and Leafy Vegetable Conference, Quebec, Canada 2004. p. 19.

저자: McCreight, J.D.

초록: Lettuce aphid (*Nasonovia ribisnigri* Mosley), a problem since the 1970s on lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Europe, first occurred in the U.S. on lettuce in the Salinas Valley, California in 1998, and is now present in most of the lettuce production districts of Arizona and California. High-level resistance to the lettuce aphid discovered in several *Lactuca virosa* accessions and conditioned by a single dominant gene, Nr, is commercially available. Genetically unique sources of resistance are being sought as a protection in the event that the lettuce aphid overcomes the resistance conditioned by Nr. Approximately 1,200 lettuce PI lines were evaluated using two greenhouse protocols in 2002 and 2003. A western U.S. strain of lettuce aphid was obtained from a commercial lettuce field in Salinas Valley and reared on 'Parris Island' cos lettuce in insect-proof cages in a greenhouse. In 2002, plants were individually infested with five 24-hr nymphs per plant (controlled protocol), and the numbers of aphids per plant were counted 10 to 14 days post-infestation. Beginning in 2003, plants were mass-infested (mass protocol) with nymphs and alates of various ages and numbers, and the number of aphids 10 to 14 days post-infestation were estimated and categorized using a 1 to 5 scale where 1 = 0 aphids per plant, 2 = 1-10 aphids per plant, 3 = 11-20 aphids per plant, 4 = 21-30 aphids per plants, and 5 >30 aphids per plant. Susceptible, e.g., 'Salinas', and resistant, e.g., 'Barcelona', checks were included in all tests for comparison. Most (1188) of the introductions evaluated were susceptible. Although a few accessions had a few plants with very low numbers of aphids after repeated infestation, their progeny proved to be susceptible in subsequent tests. PI 491093, identified as *Lactuca serriola* from Turkey, was highly resistant in a mass protocol evaluation. In a subsequent controlled protocol test, PI 491093 (4.5 aphids per plant) did not differ significantly from 'Barcelona' (3.8 aphids per plant) and both differed significantly from 'Salinas' (21.4 aphids per plant), and 'Ultra Green' (19.8 aphids per plant). Further research is needed to determine the inheritance of resistance in PI 491093 and allelism with the Nr gene.

22. Screening for new sources of resistance to corky root in lettuce.

출처: Journal of the American Society for Horticultural Science. 129(5):712-716. 2004.

저자: Mou, B., Bull, C.T.

초록: Corky root is a major disease of lettuce (*Lactuca sativa* L.) observed in most production areas of the world. The pathogen *Sphingomonas suberifaciens* (formerly, *Rhizomonas suberifaciens*) varies with regard to virulence, and several strains have been isolated that can cause certain disease symptom on cultivars with the only known resistance gene, cor. It is desirable to find new sources of resistance to diversify the genetic basis of the resistance and to confer resistance to isolates that are not adequately controlled by cor. More than 1,000 plant introduction lines and cultivars were screened in the greenhouse, growth chamber, and field. Three *L. serriola* lines (PI 491239, PI 491096, and PI 491110) and a *L. virosa* line (PI 273597c) were highly resistant to corky root in all tests.

Disease severity ratings in the field was correlated with the ratings in the greenhouse ( $r = 0.722$ ) and in the growth chamber ( $r = 0.650$ ). None of the four resistant lines had the two molecular markers closely linked to the *cor* allele. The information on disease resistance for these germplasm will be useful in future breeding work.

23. Relationship between plant morphological traits and resistance to *Sclerotinia minor* in lettuce.

출처: Hortscience. 2004. v. 39(4). p. 881.

저자: Grube, R.C., Aburomia, R.

초록: A low to moderate incidence of lettuce drop caused by *Sclerotinia minor* is commonly observed in commercial lettuce fields of all types of lettuce (e.g. crisphead, romaine, leaf, butter) and although partial resistance has been reported, no sources of immunity have been described. We sought to determine whether there was variability between different types of lettuce and among cultivars within types. Replicated experiments were conducted in an infested field using established inoculation procedures. Significant variation in susceptibility to *S. minor* was detected among cultivars within as well as between major lettuce types. Correlations between lettuce drop susceptibility and plant canopy size, seedling vigor, and additional morphological traits were determined. Variability between different field experiments was also evaluated for several traits and a subset of cultivars. Our results suggest that cultivated germplasm may provide genes that are as useful or more useful than those found in genotypes with more primitive growth habits in developing cultivars with tolerance to lettuce drop.

24. Introgression of big vein tolerance from *Lactuca virosa* L. into cultivated lettuce (*Lactuca sativa* L.)

출처: Hortscience. 2004. v. 39(4). p. 881.

저자: Hayes, R.J., Ryder, E.J., Robinson, B.J.

초록: Big vein (BV) disease of lettuce is caused by soil borne fungal vectored viruses, and reduces marketability through head deformation. Tolerant cultivars reduce BV frequency, but no resistant cultivars exist. *L. virosa* L. is highly resistance. The objectives were to 1) determine if *L. virosa* P.I.s exhibit variation for resistance, and 2) determine if resistance is transferable to lettuce. Seedlings were inoculated with root macerate of BV infected plants, transplanted to BV infested soil, and greenhouse grown for 3 mo. Twelve plants in each of 1,2,or 3 reps of Great Lakes 65 (GL65-susceptible), Pavane (Pav-tolerant), *L. virosa* (11 accessions), and BC1F2 through F5 families of lettuce cvs. x *L. virosa* accession IVT280 were tested. The percentage of BV afflicted plants was recorded. In hybrid families, BV free plants from tolerant families were selected and advanced.

No BV was found in *L. virosa*. Variation for tolerance was observed in BC1F2 and F3 families; 33% had greater tolerance than Pav (17 % afflicted). Additional tests identified 11 BC1F3 families (14%) with greater tolerance than Pav (42% afflicted). Subsequent BC1F4 and F5 generations however, were more susceptible than Pav. *L. virosa* is highly resistant, but resistance did not transfer to hybrid progeny. Variation for tolerance was observed in BC1F2 and F3 families, but later generations were susceptible. Interactions or linkage of genes for developmental processes and BV resistance may hinder introgression. Introgression will continue using congruity backcrossing and a greater diversity of *L. virosa*.

25. Breeding lettuce cultivars with high resistance to lettuce mosaic virus. Lettuce

출처: Lettuce Workshop and Leafy Vegetable International Conference Proceedings. 2004.

저자: Hayes, R.J., Ryder, E.J.

초록: Lettuce mosaic virus (LMV) is a serious disease of lettuce causing leaf mottling and stunting. Management practices include lettuce-free planting periods, seed indexing, and planting resistant cultivars. Most resistant cultivars carry recessive *mo-1e*, or *mo-1g* alleles that reduce virus accumulation, but still exhibit disease symptoms. Highly resistant genotypes that rarely exhibit symptoms have been identified. These include genotypes combining dominant *Mi* with *mo-1e*, and the recently identified PI 226514. The objectives of this research were to 1) determine the inheritance of high resistance in PI 226514, 2) determine the relationship between high resistance alleles in PI 226514 and *mo-1e*, and 3) characterize virus accumulation in susceptible (Sus), resistant (Res), and highly resistant (HRes) genotypes. Seedlings were inoculated with LMV at the 3-4 leaf stage using green peach aphids and observed for symptoms 14-21 days after inoculation (DAI). The numbers of Sus, Res, and HRes (asymptomatic) plants were tabulated and analyzed using chi-square. Six F2 populations were tested: A (226514 tinge leaf (tn) x Salinas, HRes x Sus), B (226514 tn x Salinas 88, HRes x Res), C (226514 green leaf (gr) x Salinas, HRes x Sus), D (226514 gr x Salinas 88, HRes x Res), E (Salinas x [99-1441-2-2 (226514 tn x Salinas)], Sus x HRes), F (Salinas 88 x 99-1441-2-2, R x HR). Twelve plants of each parent plus 01-754-3 (HRes from *Mi mo-1e*), Vanguard (S), and Vanguard 75 (Res) were tested for LMV with ELISA at 14, 21, 28, and 35 DAI. F2 progeny from A and E fit a 12 Sus: 3 Res: 1 HR segregation ratio, while F2 progeny from B and F fit a 3 Res: 1 HRes ratio. Among F3 families from A, no S plants were found in progeny derived from HRes and R F2 plants, and only 1 HRes F2 parent plant had F3 progeny segregating Res and HRes. Conversely, F3 progeny from Sus F2 plants were all Sus, segregating Sus:Res, or Sus:Res:HRes. F2 progeny from C and D had Sus:Res:HRes and later determined to be Res, and HRes progeny in C and D were likely escapes. Susceptible and R genotypes had positive ELISA results starting at 14 DAI, and increased with each sampling date. No positive ELISA results were obtained for 99-1441-2-2 and 01-754-3. High resistance in PI 226514 tn appears to result from two nuclear recessive genes, one allelic to *mo-1e*, and another that interacts with *mo-1e* to result in high resistance. High resistant breeding lines derived from PI 226514 and with the *Mi mo-1e* gene combination reduced virus accumulation below that of current resistant cultivars.

Further research includes identifying PCR based molecular markers linked to HRes genes and developing HRes lettuce cultivars.

26. Genetic variation of carotenoid content in lettuce.

출처: Lettuce Workshop and Leafy Vegetable 17th International Conference. August 28-31. 2004. Montral, Quebec, Canada.

저자: Mou, B.

초록: There is increasing medical evidence for the health benefits derived from dietary intake of carotenoid antioxidants, such as  $\beta$ -carotene and lutein. Efforts by public health organizations and produce industry to increase the consumption of fruits and vegetables have met limited success due to dietary habits and cultural reasons. Enhancing the nutritional levels of vegetables would improve the nutrient intake without requiring an increase in consumption. Although lettuce (*Lactuca sativa*) is a staple food, it (especially the crisphead type) is a poor source of vitamins and minerals. A breeding program to improve the nutritional quality of lettuce must start with an assessment of the existing genetic variation. Little is known about varietal differences, as available nutrient data were mostly obtained by analyzing samples from supermarkets. To assess the genetic variability in carotenoid content, fifty-two lettuce genotypes including crisphead, leaf, romaine, butterhead, wild species, Latin, primitive, and stem lettuces were planted at the USDA field in Salinas in the summer and fall of 2003 with four replications. Duplicate samples from each plot were analyzed for moisture, chlorophyll (a and b),  $\beta$ -carotene, and lutein contents by high performance liquid chromatography (HPLC). Primitive, *L. serriola*, *L. saligna*, and *L. virosa* accessions had higher  $\beta$ -carotene and lutein contents than cultivated lettuces. There was significant genetic variation in carotenoid content within crisphead, butterhead, green leaf, red leaf, and romaine types of lettuce.  $\beta$ -carotene and lutein contents were highly correlated, suggesting that their levels could be enhanced simultaneously.  $\beta$ -carotene and lutein contents were both highly correlated with chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll contents, suggesting that carotenoid content could be selected indirectly through chlorophyll or color measurement. These results suggest that genetic improvement of carotenoid levels in lettuce is feasible.

27. Evaluating the potential utility of partial resistance to *Bremia lactucae* from the lettuce cultivars 'Grand Rapids' and 'Iceberg'.

출처: Phytopathology. 2004. v. 94. p. S36.

저자: Grube, R.C.

초록: Single dominant *Dm* genes that confer race-specific resistance to downy mildew (*Bremia lactucae*) have historically had short effective life spans once deployed in lettuce



cultivars. Partial or 'field resistance' (FR) has been investigated as an alternative and possibly more durable host resistance strategy. Most studies of FR, including ongoing mapping efforts, have focused on the cultivar 'Iceberg'. We sought to evaluate the utility of the cultivar 'Grand Rapids' as a source of FR, particularly in comparison to 'Iceberg'. Field trials were conducted in the Salinas Valley of California over a three-year period to examine responses of both cultivars to endemic populations of *B. lactucae*. Both cultivars remained nearly free of symptoms, with a level of resistance comparable to cultivars with effective *Dm* genes. Both FR cultivars were crossed with susceptible cultivars and evaluated for response to *B. lactucae*. Susceptibility of F1 progeny established that FR was recessive, and similar segregation of FR in F2 and other populations suggested similar inheritance for both cultivars. A large proportion of 'Grand Rapids' x 'Iceberg' F2:4 families were susceptible, implying that FR genes in the two cultivars were not allelic. Based on the susceptibility of cultivars with known genes in field experiments as well as on seedling screens using characterized isolates, FR from Grand Rapids could not be attributed to any known *Dm* genes. Our results suggest that 'Grand Rapids' may be useful as a source of one or more novel *B. lactucae* resistance genes.

28. Propagation of selected lettuce germplasm by regeneration of apical and axial buds.

출처: Proceeding of the Annual Meeting of the International Plant Propagators' Society. Portland, Oregon. 2003.

저자: Aburomia, R., Grube, R.C.

초록: Successful lettuce (*Lactuca sativa*) breeding requires evaluation, selection, and recovery of seeds from field grown plants. The recovery of germplasm from fields with a high pathogen population can be challenging because plants die before setting seed. We developed a vegetative propagation procedure that uses a rootcube substrate to establish whole rooted plants from apical and axial expanded buds from field grown lettuce. Buds were first excised from plants and then immersed or their bases dipped in commercially available formulations of rooting hormone. Following hormone treatment, buds were placed in rootcubes in a growth chamber for 14 days and allowed to harden off for 5 days, prior to being transplanted into potting soil mix. To determine an effective rooting hormone application method and concentration, bud survival from a field grown romaine cultivar was evaluated in four powder dip treatments, four total immerse treatments, and one no-treatment control. Lower concentration aqueous formulations performed best on romaine buds, and 150ppm IBA in water was used to test the regeneration of buds from other lettuce types. Lettuce plants from two fields, representing cultivars of green leaf, red leaf, romaine, and crisphead types were used as sources of buds to be vegetatively propagated. Buds from the crisphead cultivar, Salinas responded significantly better in one field to IBA treatment than other types. On selected germplasm in a pathogen infested field vegetative propagation procedure performed well compared to digging whole plants and transplanting. Given its efficiency and the ability to exclude pathogens from the explant, this propagation technique has advantages over both, tissue culture and transplanting entire plants with intact roots.

## 제 7 장 참고문헌

- Ahn, W. S. 1995. Importance of Plant Gene-source for Agriculture. Agri. Sci. Symposium. Suwon, Korea, pp 1-20.
- Ahn, W. S. 1999. The Seed of Korea. Sakyejul Publishing Ltd., Paju, Korea.
- Aksel, R. and L. P. V. Johnson. 1963. Analysis of diallel cross : A worked sample. Advancing Frontiers of Plant Sci. 2:37-52.
- Allard, R. W. 1956. The analysis of genetic-environmental interactions by means of diallel crosses. Genetics 41:305-318.
- Anderson, T. W. 1959. An Introduction to Multi-variate Statistical Analysis. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Bagget, J. R., N. S. Mansour, and D. Kean. 1990. 'Summertime' crisp head lettuce. Hort. Science 25:1453-1454.
- Bolin, H. R., A. E. Stafford, A. D. King Jr., and C. C. Huxsoll. 1977. Factors affecting the storage stability of shredded lettuce. J. Food Sci. 42:1319-1321.
- Bremer, A. H. 1931. Einfluss der Tageslange auf die Wachstumsphasen des Salats. Genetisch Untersuchungen I. Gartenbauwissenschaft 4:469-483.
- Choi, H. C. and J. I. Lee. 1979. Classification of rapeseed cultivars by the principal component analysis and cluster analyses. Kor. J. Breed. 11:179-195.
- De Vries, I. M. 1996. Characterization and identification of *Lactuca sativa* cultivars and wild relatives with SDS-electrophoresis. Genet. Resour. Crop Evol. 43: 193-202.
- Doyle, J.J. and J.S. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochem. Bull. 19:11-15.
- Durst, C. E. 1915. Studies lettuce breeding. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 12:96-98.
- Durst, C. E. 1929. Inheritance of lettuce. Science. 69:553-554.

- Ferakova, V. 1977. The Genus *Lactuca* L. in Europe 68. Univerzita Komenskeho, Bratislave.
- Fujimaki, H. 1978. Genetical studies on improvement of backcross technique in rice breeding. J. Cent. Agri. Exp. Sta. 27:187-246.
- Gardner, C. O. and S. A. Eberhart. 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. Biometrics 22:439-452.
- Griffing. B. 1956. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity 10:175-194.
- Guzman, V. L. and Zitter, T. A. 1977. Florida 1974, cos-type lettuce breeding line. Hort. Sci. 12:168.
- Hayman. B. I. 1954a. The analysis of variance of diallel crosses. Biometrics 10:235-244.
- Hayman. B. I. 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39:789-809
- Hill, M., H. Witsenboer, M. Zabeau, P. Vos, and R. Michelmore. 1996. PCR-based fingerprinting using AFLP's as a tool for studying genetic relationships in *Lactuca* spp. Theor. Appl. Genet. 93:1202-1210.
- Hwang, S. J., K. O. Yoo, Q. S. Ho, H. J. Kim, and H. T. Lim. 2002. Intraspecific relationships of *Lactuca sativa* cultivars based on external morphology and RAPD analyses. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:575-581.
- Jang, S. W., J. H. Ku, J. N. Lee, J. T. Lee, T. J. Yang, Y. M. Choi, W. B. Kim, and Y. H. Om. 1997a. Comparison of growth and bolting in introduced cultivars of head lettuce (*Lactuca sativa* L.) and their grouping by application of principal-component analysis. Kor. Hort. Res. Rept. 39: 48-53.
- Jang, S. W., J. H. Ku, J. N. Lee, J. T. Lee, T. J. Yang, Y. M. Choi, W. B. Kim, and Y. H. Om. 1997b. Comparison of growth and bolting of introduced cultivars of head lettuce (*Lactuca sativa* L.) in high-land cultivation. Kor. Hort. Res. Rept. 39: 54-61.
- Jang, S. W., T. J. Yang, and W. B. Kim. 2000. Characteristics and resistance to soft rot of indigenous leaf lettuce in Korea. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:114-118.
- Jinks, J. L. 1954. The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. Genetics 39:767-788.

- Jinks, J. L. and B. I. Hayman. 1953. The analysis of a diallel crosses. *Maize Genetic Coop. Newsletter* 27:48-51.
- Jones, R. M. 1965. Analysis of variance on the half diallel table. *Heredity* 20:117-121.
- Kader, A. A., W. J. Lipton, and L. L. Morris. 1973. Systems for scoring quality of harvested lettuce. *HortScience* 8:408-409.
- Kempthorne, O. 1956. The theory of diallel crosses. *Genetics* 41:451-459.
- Kesseli, R. V., I. Paren, and R. W. Michelmore. 1994. Analysis of the detailed genetic linkage map of *Lactuca sativa* (Lettuce) constructed from RAPD markers. *Genetics* 136:1435-1446.
- Kesseli, R. V., O. Ochoa, and R. W. Michelmore. 1991. Variation at RFLP loci in *Lactuca spp.* and origin of cultivated lettuce. *Genome* 34:430-436.
- Kim D. H., J. M. Hwa, J. Y. Song, and Z. H. Kim. 2005. One major gene controlling leaf length in lettuce. *Kor. J. Hort. Sci. & Tech.* 23:46.
- Kim J. H. 2005. Two major genes controlling green color in Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Kor. J. Hort. Sci. & Tech.* 3:101.
- Kim, J. H. and E. J. Ryder. 1999a. New dwarfing gene, dwarf-5 in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Kor. J. Hort. Sci. & Tech.* 17:14.
- Kim, J. H. and E. J. Ryder. 1999b. Inheritance of early bolting habit in lettuce (*Lactuca sativa* L.) *Kor. J. Hort. Sci. & Tech.* 17:15.
- Kim, Z. H. and E. J. Ryder. 1994. Inheritance of days to flowering in lettuce. *Kor. J. Breed.* 25:291-301.
- Kim, Z. H. and S. W. Lee. 2002. Inheritance of Scent in lettuce. *Kor. J. Breed.* 34:328-330.
- Kim, Z. H., Y. R. Kim, and Y. B. Lee. 1989. Inheritance of days to bolting in lettuce. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 30:87-95.
- Korea Agro-Fisheries Trade Co. 2006. Korea agricultural marketing information service (KAMIS). Korea

Agro-Fisheries Trade Co. pp 1-19.

Kwon, O. H. 2006. Development and breeding of lettuce cultivars in Korea. Nongkyung and Wonye. 233: 70-75.

Lee, I. S. and B. H. Choi. 1982. Assessment and classification of Korean local corn lines by application of principal component analysis. Kor. J. Breed. 14:294-303.

Lindqvist, K. 1960a. Cytogenetic studies in the serriola group of *Lactuca*. Hereditas 46:75-151.

Lindqvist, K. 1960b. On the origin of cultivated lettuce. Hereditas 46:319-350.

Lush, J. L. 1948. Heritability of quantitative characters in farm animals. Proc. 8th Int. Cong. Genetics (Hereditas Suppl. 356-375. 1949).

Ministry of Agriculture and Forestry Republic of Korea (MAF). 2008. Agriculture and Forestry Statistical Yearbook. MAF. pp 74-116.

Morishima, H. and H. Oka. 1959. The pattern of interspecific variation in the *Genus Oriza*: its quantitative representation by statistical methods. Evolution 14:153-165.

Nam, S. Y. 1996. Qualitative changes in leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa* cv. cheongchima) by cultural and postharvest storage conditions. A dissertation for the degree of Ph. D. Seoul National University.

National Agricultural Products Quality Management Service/Rep. of Korea. 2006. Quality Administration Information - Lettuce. NAPQMS. pp 14.

National Seed Management Office/Rep. of Korea. 1996. D.U.S-Test of UPOV. NSMO. Rept. pp 1-20.

National Seed Management Office (NSMO) /Rep. of Korea. 2009. Korean Plant Variety Protection Report. NSMO. Rept. pp 3.

Park, h. K. 1995. The Seed Industrial Development in Korea. National seed management office (NSMO). Report. pp 19-45.

- Pearce, S. C. and D. A. Holland. 1960. Some applications of multivariate methods in botany. *Appl. Stat.* 9:1-7.
- Pierce, L. C. 1987. *Vegetables: characteristics, production, and marketing*. John Wiley & Sons Inc., New York, pp 229-239.
- Price, K. R., M. S. Dupont, R. Shepherd, H. W-S. Chan, and G. R. Fenwick. 1990. Relationship between the chemical and sensory properties of exotic salad crops coloured lettuce and chicory. *J. Sci. Agric.* 53: 185-192.
- Pyo H. K. 1980. The History of Horticulture Development in Korea. *Compil. Commit. of Kor. Hort. Develop. His.* pp 1-30.
- Pyo, H. K., J. I. Choi, and K. H. Lee. 1986. *Horticulture Science*. Hyangmoon Co. pp 334-338.
- Robinson, R. W., J. D. McCreight, and E. J. Ryder. 1983. The genes of lettuce and closely related species. *Plant Breed. Rev.* 1:267-293.
- Rodenberg. C. M. 1960. *Varieties of lettuce*. Plant Breeding Institute. Wageningen, Holland.
- Rojas, B. A. and C. F. Sprague. 1952. A comparison of variance components in corn yield trials. III. General and specific combining ability and their interactions with locations and years. *Agron. J.* 44:462-466
- Ryder, E. J. 1963a. An epistatically controlled pollen sterile in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Proceedings of American society. For. Horti. Sci.* 83: 585-589.
- Ryder, E. J. 1963b. A gene for depth of corolla cleft in the lettuce flower. *Veg. Imp. Newsletter* 5: 5-6.
- Ryder, E. J. 1965. The inheritance of five leaf characters in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95: 378-379.
- Ryder, E. J. 1971. Genetic studies in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95: 378-379.
- Ryder, E. J. 1975. Linkage and inheritance in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100: 346-349.

Ryder, E. J. 1983. Inheritance, linkage, and gene interaction studies in lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108: 985-991.

Ryder, E. J. 1988. Early flowering in lettuce as influenced by a second flowering time gene and seasonal variation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 456-460.

Ryder, E. J. 1989. Studies of three new genes, linkage, and epistasis in lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 129-133.

Ryder, E. J. 1992. Lettuce genetics: inheritance, linkage, and epistasis. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117:504-507.

Ryder, E. J. 1996. Inheritance of chlorophyll deficiency in lettuce. J. Hered. 87:314-318.

Schmidt, J. 1919. Individets vaerdi som ophav bedomt efter den flersidige krydsnings metode. Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet. 14:1-30.

Silva, E. C., W. R. Maluf, N. R. Leal, and L. A. A. Gomes. 1999. Inheritance of bolting tendency in lettuce. Euphytica 109:1-7.

Sprague, G. F. and L. A. Tatum. 1942. General vs. specific combining ability in single cross of corn. J. Amer. Soc. Agron. 34:923-932.

Stefansson, B. R. and A. K. Storgaard. 1969. Correlations involving oil and fatty acids in rapeseed. Can. J. Plant Sci. 49:573-580.

Thomas W., E. J. Rider, V. E. Rubatsky, and P. V. Vail. 1974. Lettuce Production in the United States. USDA. Agricultural Handbook No. 221.

Thompson, R. C. 1938. Genetic relations of some color factors in lettuce. U. S. Dept. Agr. Tech. Bul.: 620.

Thompson, R. C., T. W. Whitaker, and W. F. Kosar. 1941. Interspecific genetic relationships in *Lactuca*. J. Agric. Res. 63: 91-107.

Vavilov, N. I. 1935. The origin, variation, immunity, and breeding of cultivated plants. Chron. Bot. 13(1/6), 1-366.



- Waycott, W. and S. B. Fort. 1994. Differentiation of nearly identical germplasm accessions by a combination of molecular and morphologic analysis. *Genome* 37:577-583.
- Waycott, W., S. B. Fort, E. J. Ryder, and R. W. Michelmore. 1999. Mapping morphological genes relative to molecular markers in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Heredity* 82: 245-251.
- Whitaker, T. W. 1944. The inheritance of chlorophyll deficiencies in cultivated lettuce. *J. Hered.* 35: 317-320.
- Whitaker, T. W. and G. W. Bohn. 1953. The striatevein character in lettuce. *J. Hered.* 44:177-180.
- Whitaker, T. W., A. N. Kishaba, and Toba, H. H. 1974. Hostparasite inheritance of lobing in lettuce. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 56:389-394.
- Whitaker, T. W. 1968. A chlorophyll-deficient mutant in lettuce. *Veg. Improv. Newsletter* 10: 5.
- Yang T. J., S. W. Jang, W. B. Kim, and Y. H. Om. 1998a. The study on classification and genetic diversity of lettuce using RAPD and AFLP. *Kor. J. Hort. Sci. & Tech.* 16:115.
- Yang, T. J., S. W. Jang, W. B. Kim, and Y. H. Om. 1998b. Genetic study of early flowering genes and development of related DNA markers using RAPD and AFLP in lettuce. *Kor. J. Hort. Sci. & Tech.* 16:10.
- Zohary, D. 1991. The wild genetic resources of cultivated lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Euphytica* 53: 31-35.