

보안과제(), 일반과제(○)

과제번호 106085-3

**경관조성용 자생 국화과 식물의 재배작형 개발 및
건강 상품화 연구**

Development of Cropping System for Landscape
Creation and Well-being Commodity
Using Korean Native Compositae Species

충북대학교

농림수산식품자료실



0017683

농림수산식품부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “경관조성용 자생 국화과 식물의 재배작형 개발 및 건강 상품화 연구” 과제
의 보고서로 제출합니다.

2009 년 4 월 24 일

주관연구기관명 : 충북대학교

주관연구책임자 : 이 철 희

세부연구책임자 : 정 헌 상

협동연구기관명 : 안동대학교

협동연구책임자 : 정 정 학

연 구 원 : 장 영 득

연 구 원 : 정 진 아

연 구 원 : 신 소 립

연 구 원 : Md. Giush Uddin Ahmed

연 구 원 : 이 상 열

연 구 원 : 김 진 경

연 구 원 : 김 영 중

연 구 원 : 우 정 향

연 구 원 : 문 영 득

연 구 원 : 조 흥 원

연 구 원 : 이 무 열

연 구 원 : 이 슬 기

연 구 원 : 이 정 립

연 구 원 : 권 혁 준

연 구 원 : 박 경 희

연 구 원 : 노 미 숙

연 구 원 : 배 영 주

연 구 원 : 신 기 순

연 구 원 : 홍 수 연

연 구 원 : 우 관 식

연 구 원 : 황 인 국

연 구 원 : 유 정 식

연 구 원 : 김 현 영

연 구 원 : 김 경 미

연 구 원 : 이 상 훈

연 구 원 : 전 진 범

연 구 원 : 박 용 규

연 구 원 : 박 노 근

연 구 원 : 안 흥 길

연 구 원 : 김 세 미

요 약 문

I. 제 목

경관조성용 자생 국화과 식물의 재배작형 개발 및 건강 상품화 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 필요성

가. 연구개발대상 기술의 중요성 및 필요성

예로부터 국화과 식물은 꽃의 색이 다양하고 아름다우며, 늦여름 ~ 늦가을까지 오랜 기간 꽃이 피므로 관상용으로 많이 이용되었다. 또한, 감국, 구절초, 쑥, 쑥갓, 홍화, 쑥바귀 등 다수의 국화과 식물들이 한방 또는 민간에서 약용으로 사용되었으며, 취나물, 쑥바귀, 쑥 등 다양한 국화과 식물의 어린 잎 또는 성엽은 식용으로도 사용되어 왔다. 또한, 자생 국화는 물론 원예종의 국화(*Dendranthema grandiflourm* Kitamura)까지도 약용 또는 식용으로 이용하고 있다.

근래에 와서 소득 증진과 주 5일제 근무 등으로 여가 시간이 확대되어 주말시간을 활용한 여행 및 체험활동이 증가하고 있으므로 관상용으로 즐겨 사용하는 국화과 식물들을 농촌 경관 산업과 연관하여 관광자원으로서 활용할 필요성이 증대되고 있다. 따라서 이에 적합한 작물의 선발 및 재배법 개발이 필요하다.

또한 최근에는 건강에 대한 관심이 많아져 노화와 질병 예방 효과가 있는 기능성 천연식품의 수요가 확산되고 있다. 따라서 예로부터 약용소재로 이용되던 재배종 및 야생국화 등을 소재로 한 국화차 등을 개발하여 음용하고 시판하는 사례가 늘어나고 있다. 국화는 신농서(신농씨)에 ‘성품을 기르는 가장 좋은 약으로 능히 장수하고 몸을 가볍게 한다’라고 기록되어 있으며, 식품의약품안전청(KFDA)의 식품공전에 식품의 주재료로 사용할 수 있는 천연물질(天然物質)로 분류되어 있다. 이렇듯 국화과 식물은 약효가 우수하며, 식품으로써 안정성이 높다, 그러나, 산업화를 위해서는 국화차 전문용 품종의 육성, 재배작형의 개발, 우수한 맛을 갖는 다양한 형태의 국화차의 개발 또한 국화차의 효능과 품질평가기준 등이 마련되어야 할 것이다.

(1) 기술적 측면

- 농촌 경관산업에 적합한 국화과 식물의 선발 및 재배기술 개발
- 농촌 관광자원 다양화 및 가공 산업 소재의 이용기술 개발
- 세계적으로 가장 대중적 기호 식품인 차와 음료의 중요성 증가
- 노화와 질병 예방 효과가 있는 기능성 천연식품의 수요 확산
- 기능성 생리활성이 우수한 새로운 상품 개발 및 세계인의 기호와 취향에 맞춘 수출용 상품 개발의 필요성 증가

(2) 경제·산업적 측면

- 경관산업용 국화과 식물의 활용에 의한 농촌관광자원 확대

- 세계적으로 다류(茶類) 소비량이 높은 서양과 중국, 일본에서는 건강 기능성을 부가한 음료가 새로운 흐름으로 자리잡고 있음
- 부가가치가 높은 새로운 다류(茶類) 개발로 외화 획득 가능
- 국화과 식물의 기능성 활성 탐색으로 새로운 이용분야 개척
- 신소득작물 안정생산체계 확립으로 농민 소득 증대
- 농민들의 작물선택의 폭 확대

(3) 사회·문화적 측면

- 도시민의 가족단위 주말 여가활동에 적합한 체류형 농촌 관광자원 개발
- 농촌인구의 고령화에 적합한 농촌산업 창출
- 유용 기능성 성분을 함유한 국화과 유전자원 확보 및 이용 방법 개발
- 항암 및 항산화효과를 비롯한 다양한 기능성 생리활성이 우수하면서, 손쉽게 접할 수 있는 식품의 개발로 국민 건강 증진

2. 연구목표

- 특성평가에 의한 경관조성용 국화과 자원식물의 선발 및 새싹채소 상품화 기술 개발
- 국화과 식물을 이용한 건강 상품 개발
- 국화과 식물의 경관조성 및 건강 상품 소재 생산을 위한 재배 작형 개발

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

제 1 절 경관조성용 우수 국화과 자원식물의 수집과 특성조사

1. 국화과 자원식물의 수집 및 재배
2. 특성 평가
 - 가. 수집종의 생육특성 평가
 - 나. 종자관련 특성 조사

제 2 절 새싹채소 상품화 기술 개발

1. 최적 발아온도 및 광조건 구명
2. 고품질 새싹채소의 생산기술 확립 - 최적 길이생장을 위한 온도조건 및 재배기간 구명
3. 고품질 새싹채소의 생산기술 확립 - 적정 녹화처리 기간 구명
4. 새싹채소의 저장방법 및 기간 구명
5. 녹화처리에 따른 국화과 새싹채소의 항산화 효과 변화
6. 다양한 국화과 새싹채소의 항산화 효과 탐색
7. 국화과 새싹채소와 어린잎채초의 항산화 효과 비교
8. 국화과 새싹채소와 성체의 항산화 효과 비교

제 3 절 국화과 식물의 성분 분석 및 생리활성 측정

1. 국화과 식물의 당 함량 분석
2. 국화과 식물의 항산화 효과 분석을 위한 적정 추출용매 구명
3. 가압열처리가 국화과 식물의 항산화 효과에 미치는 영향 구명
4. 다양한 국화과 식물의 항산화 효과 탐색
5. 다양한 국화과 식물의 지질과산화 억제활성 탐색
6. 국화과 식물의 항산화 효과 증가를 위한 적정 추출방법 개발
7. 국화과 식물의 항산화 효과 증가를 위한 적정 수확 시기 구명
8. 기생초 꽃 분획물의 항산화 효과
9. 국화과 식물의 향기 성분 탐색
10. 국화과 식물 향기 추출물의 항산화 활성
11. Tyrosinase 억제활성 분석을 통한 국화과 식물의 미백활성 탐색
12. 국화과 식물의 항균활성 탐색

제 4 절 국화과 식물을 이용한 건강 상품 개발

1. 뒤음 국화과 제품 개발
 - 가. 뒤음 국화차 제조의 최적조건 결정을 위한 품질특성 및 항산화효과 분석
 - 나. 최적조건에서 제조한 뒤음 국화차의 품질특성 분석
 - 다. 최적조건에서 제조한 뒤음 국화차의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성 측정
 - 라. 국화 뒤음차의 관능 특성 분석
2. 국화 환 제품 개발
 - 가. 국화 환 제조의 최적조건 결정을 위한 품질특성 분석
 - 나. 최적조건에서 제조한 국화환의 품질특성 분석
 - 다. 최적조건에서 제조한 국화환의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성 측정
 - 라. 국화 환의 관능 특성 분석
3. 국화 캔디 제품 개발
 - 가. 국화 캔디 제조를 위한 최적조건 결정
 - 나. 최적조건에서 제조한 국화 캔디의 품질특성 분석
 - 다. 최적조건에서 제조한 국화 캔디의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성 측정
 - 라. 국화 캔디의 관능특성 분석
4. 국화 분말차 제품 개발
 - 가. 국화 분말차 제조의 최적조건 결정
 - 나. 최적 조건에서 제조한 국화 분말의 품질특성 분석
 - 다. 최적 조건에서 제조한 국화 분말의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성 측정
 - 라. 국화 분말차의 관능특성 분석

제 5 절 경관조성 및 건강상품 소재 생산을 위한 재배작형 개발

1. 육묘기술 개발
2. 품질 및 생산성 향상을 위한 재배작형 및 기술 개발

IV. 연구개발 결과

제 1 절 경관조성용 우수 국화과 자원식물의 수집과 특성조사

국화과 식물은 예로부터 약용 및 식용으로 많이 이용되어 오던 자생식물들로, 최근 새로운 기능이 밝혀져 유용한 식물로 각광받고 있다. 본 연구를 위해 전국 각지에 자생하고 있는 국화과 식물들을 수집하고자 많은 노력을 들여 89종 762계통(미분류 4종 4계통 포함)을 수집하였다.

또한, 이들 식물의 원종 및 교잡종의 생장 및 개화 특성을 조사함으로써 앞으로 국화과 식물의 경관산업에서의 이용, 육종소재로 이용하기 위해 실시하였다. 노지에 식재한 371종의 국화과 식물에 대해 개화기를 조사하였고, 그 중 137 종 및 계통을 발하여 생육 조사를 실시하였다. 우선 개화기를 기준으로 개화시기에 따라 3분류군으로, 각각 8월, 9월, 10월 개화종으로 관찰되었다. 8월 개화종은 단양쑥부쟁이, 조밥나물 등 4.7%가 해당되었다. 9월 개화종은 톱풀, 쑥부쟁이, 구절초가 속하였으며 61.2%가 속하였다. 10월 개화종은 감국, 산국이 집중되었는데, 21.6%였다. 그 외 당년도에 개화하지 않는 종이 12.4%였다. 또한 이들은 개화시 화색도 다양하였는데, white(41.8%), yellow(27.7%), pink(19.1%), purple(7.8%), red(0.7%)로 나타났다. 137종의 생육 및 개화특성을 조사한 결과, 감국은 감국-027, 감국-063, 감국-064, 감국-073, 감국-249, 감국-267이, 구절초는 구절-193, 구절-194, 구절-211이 초장 및 화형이 크고 지상부 생체중이 무거워 관상 및 가공 이용시 다른 국화과 식물보다 우수하였다.

이상의 결과를 종합해보면, 자생 국화과 식물들은 8월부터 10월까지 각각 개화기와 화색이 달라 관상용으로 여러 종을 조합하여 이용할 수 있을 뿐만 아니라 경관농업시 이들 중 생체중이 우수한 것들은 선발하여 가공용으로도 이용가능할 것으로 판단되었다.

제 2 절 새싹채소 상품화 기술 개발

국화과 식물의 종자활용도를 높이고, 다양한 종류의 새싹채소를 개발하기 위하여 실험을 시행하였다. 18속 38종 국화과 식물의 종자발아에 적합한 온도 및 광조건을 구명하였다. 그 결과 대부분의 종자는 광조건에서 발아가 왕성하였으며 발아적온은 20~25℃로 나타났으며, 종자 발아는 보통 5~12일 정도 소요되었다.

50% 이상의 발아율을 보인 종자를 선별하여 길이생장을 촉진하기 위하여 암상태의 각기 다른 온도에서 재배한 결과, 대부분 20~25℃에서 7~9일 정도 길이생장 시키는 것이 좋은 것으로 나타났다. 그러나 몇몇 종은 초반 길이생장이 왕성하여, 5일 이내에 길이생장을 마칠 수 있는 것으로 나타났다.

최적 발아조건에서 발아시킨 후, 최적 길이생장 온도로 옮겨 암상태에서 적정 기간 동안 길이생장을 시킨 새싹을 명조건에서 0, 1, 2, 3일 동안 녹화시켜 적정 녹화처리 기간을 구명하였다. 그 결과, 녹화기간이 길어질수록 새싹의 길이생장은 억제되었으나, 하배축의 부피생장 및 떡잎의 생육이 왕성해지는 경향을 보였다. 새싹의 길이생장과 하배축의 직경 및 떡잎의 생육을 모두 고려하여 적정 녹화기간을 구명한 결과, 대부분의 새싹채소들이 암상태 길이생장을 마친 후 2일 동안 녹화하여 출하하는 것이 좋을 것으로 나타났다.

연구결과를 통하여 얻어진 최적의 재배환경에서 재배한 새싹채소를 용기조건을 달리하여 포장한 후 각각 4℃와 10℃에서 저장하여 포장방법 및 저장온도가 새싹채소의 저장성에 미치는 영향을 구명한 결과, 대다수의 새싹채소들이 밀봉하여 4℃에서 저장하는 것이 좋은 것으로 나타났다. 통기구가 있는 용기에서는 새싹채소의 부패를 방지할 수 있지만 수분함량이 현저히 낮아지는 것으로 나타났다. 대부분의 새싹채소가 4℃에서는 3~6일 동안 신선한 상태를 유지하는 것으로 나타났으며, 눈개쭉부쟁이, 쭉부쟁이, 산국, 금계국, 기생초, 담배풀은 10℃에서도 3일 이상 신선한 상태를 유지하여 저장성이 매우 높은 것으로 나타났다.

이렇게 생산된 국화과 식물 새싹채소의 항산화 효과를 분석한 결과, 다양한 국화과의 새싹채소는 대체로 시판중인 새싹채소보다 항산화 효과가 우수한 것으로 나타났다. 새싹채소 재배 중 녹화일수를 달리하여 항산화 효과의 변화를 분석한 결과, 녹화처리는 새싹채소의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성에 영향을 주는 것으로 나타났다. 그러나, 식물 종에 따라 적합한 녹화처리가 다르게 나타났으며, 동일한 식물에서도 목표로 하는 항산화 효과에 따라 녹화처리를 다르게 할 필요가 있는 것으로 나타났다. 새싹채소와 어린잎채소의 항산화 활성을 분석한 결과, 식물 종에 따라 다르지만, 어린잎채소보다 새싹채소에서 항산화 효과가 우수한 경향을 보였다. 성체의 항산화 효과를 비교한 결과, 항산화 물질의 함량은 대체로 성체에서 우수하였으나, 항산화 활성은 새싹채소와 성체가 비슷하거나 새싹채소에서 다소 높게 나타났다.

본 연구를 통하여 새싹채소 개발을 위한 단계별 적정 재배 환경 및 저장 방법을 구축한 결과, 다양한 국화과 식물들이 새싹채소로 개발될 수 있는 가능성을 가지고 있는 것으로 나타났다. 따라서 이런 방법을 활용하여 국내의 다양한 국화과 식물을 이용한 새싹채소의 개발이 가능할 것으로 생각되었다.

제 3 절 국화과 식물의 성분 분석 및 생리활성 측정

국화과 식물 38종의 유리당 함량을 분석한 결과, 일반적으로 꽃에서는 fructose > glucose > sucrose 순으로 함량이 높았으며, 잎과 줄기에서는 fructose > sucrose > glucose 순의 함량이 높았다. 꽃에서는 가새쭉부쟁이, 고들빼기, 꽃개미취, 서양민들레, 이고들빼기 및 큰금계국에서 유리당 함량이 높았다. 잎, 줄기에서는 곤달비, 머위, 왕쭉부쟁이에서 유리당 함량이 우수하였다. 전반적으로 *Aster*속의 식물들이 당함량이 높은 것으로 나타났다. 국화과 식물의 환원당 분석 결과 전체적으로 유리당 함량과 비슷한 경향을 보였다. 잎+줄기 또는 잎에서는 감국, 등골나물, 가새쭉부쟁이, 낙동구절초에서 환원당 함량이 높았다.

국화과 식물의 항산화 효과 분석을 위한 적정 추출용매는 80% 에탄올을 사용하는 것이 건조시료의 추출 수율을 증가시킬 뿐 아니라 추출물의 항산화 물질 함량과 항산화 활성을 증가시키는 것으로 나타났다.

44종 국화과 식물의 다양한 부위를 대상으로 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 비타민 C 등의 항산화 물질 함량을 분석하였다. 총 폴리페놀 함량은 기생초 꽃, 총 플라보노이드 함량은 참취 꽃에서 가장 우수하였다. 44종의 국화과 식물들의 부위별 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드의 함량을 분석한 결과, 전반적으로 잎+줄기보다는 꽃에서 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량이 우수한 경향을 보였다. 또한, 총 폴리페놀이 총 플라보노이드보다 훨씬 높은 함량을 보였는데, 이는 국화과 식물이 플라보노이드 외에 다른 페놀성 화합물을 다량으로 함유하고 있기 때문으로 생각된다. 다양한 국화과 식물을 대상으로 부위별로 항산화활성(DPPH radical, ABTS

radical 소거능 및 Fe^{2+} chelate 효과)을 분석하였다. 그 결과, 국화과 식물은 DPPH radical 보다는 ABTS radical 소거능이 우수한 경향을 보였다. 대부분의 시료에서 꽃 추출물의 항산화 활성이 우수한 경향을 보였으나, 식물 종에 따라 항산화 활성이 우수한 부위가 각기 다르게 나타났다. Fe^{2+} chelate 효과는 모든 시료에서 대조구인 EDTA보다 낮게 나타났다. DPPH radical 소거능은 알프스민들레 꽃과 곤달비 잎 추출물에서 우수하였으며, 합성 항산화제인 BHT보다도 소거활성이 우수하였다. 또한, 저먼캐모마일, 기생초, 울릉국화, 참취, 좁개미취, 큰금계국의 꽃과 코스보스, 산비장이, 국화, 구절초의 잎+줄기, 산비장과 수리취의 꽃봉오리는 천연 항산화제인 ascorbic acid보다 ABTS radical 소거능이 우수하였다. 또한, 알프스민들레, 에키나세아, 저먼캐모마일의 잎+줄기 및 미국쑥부쟁이의 꽃은 합성항산화제인 BHT보다 ABTS 라디칼 소거능이 우수하였다. 따라서 상기의 식물들은 천연 항산화제로써 개발 가치가 상당히 높다고 생각된다.

동결건조한 꽃과 지상부 건조시료를 $60^{\circ}C$ 에서 6시간 환류냉각추출을 3회 반복하여 얻은 추출물과 42kHz의 초음파 수조에서 15, 30, 45분 동안 1회 추출한 추출물을 비교한 결과, 추출수율은 두 종 모두 초음파 추출물에서 우수하였으며, 추출시간이 길어질수록 추출수율도 높아지는 경향을 보였다. 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량 또한 초음파 추출물에서 우수하였으며, 추출시간이 길어질수록 항산화 물질 함량도 증가하는 경향을 보였다. 따라서, 초음파 추출은 환류냉각추출보다 추출시간이 짧고, 항산화 물질의 추출 효율을 증가시킬 수 있는 경제적인 추출방법으로 생각되었다.

구절초와 남구절초의 수확 시기에 따른 항산화 효과를 비교한 결과, 구절초와 남구절초 모두 수확 시기가 늦어질수록 식물체의 수분 함량과 추출 수율이 낮아졌다. 두 종 모두 수확 시기가 빠를수록 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량이 높은 경향을 보였으며, 생육 초기에 수확한 구절초와 남구절초의 총 폴리페놀 함량은 각각 79.93 및 $75.10 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 로 총 플라보노이드 함량(57.84 , $54.91 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)에 비해 높았다. DPPH 및 ABTS radical 소거능은 두 종 모두 이른 시기에 수확한 시료일수록 활성이 높은 경향을 보였다. 그러나 Fe^{2+} chelating 효과는 두 종 모두 생육 후기에 수확할 때 효과가 우수하였다. 따라서 식물의 생육 시기에 따라 시료의 수분함량, 건조시료의 추출 수율, 항산화 물질의 함량 및 항산화활성이 모두 달라지는 것을 확인하였다.

항산화효과가 우수한 것으로 밝혀진 기생초 꽃의 조추출물을 용매별로 순차분획하여 각각의 수율, 항산화 물질 함량 및 항산화 활성을 비교한 결과, 순차별 분획물의 가용성 고형분 함량은 n-butanol 분획물에서 가장 우수하였다. 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량은 ethyl acetate 분획물에서 가장 우수하였으며, 건조시료 1g당 $643.67\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, $318.47\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 의 함량을 나타냈다. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 ethyl acetate 분획물에서 가장 우수하였으며, 각각의 RC_{50} 은 $0.063\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ and $0.072\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 으로 나타나 BHT보다 효과적이며 ascorbic acid와 유사한 소거능을 보였다. 그 다음으로는 n-butanol 분획물의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능이 우수하였으며, RC_{50} 은 각각 $0.101\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$, $0.109\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 이었다. 따라서 기생초 꽃은 매우 우수한 항산화 활성을 가지고 있으며 천연 항산화제로써 개발 가능성이 높은 것으로 판단되었다.

다양한 국화과 식물의 향기 추출물을 대상으로 항산화 활성을 분석한 결과, 식물 종에 따라 항산화활성에 차이가 있었으나, 대부분의 추출물에서 항산화 활성이 나타났다. 전자공여능(EDA)은 톱풀 꽃의 향기 추출물에서 가장 우수하였으며, 총 항산화력(AEAC)은 톱풀 줄기에서 가장 우수하였다. 따라서 톱풀의 모든 부위는 천연 항산화제 개발 소재로 활용 가치가 높은 것으로 나타났다. 한편, 국화의 경우 향기 성분은 꽃보다 잎에서 다량 검출되었으나, 향기 추출물

의 항산화 활성은 꽃 추출물에서 우수하였다. 그러나, 향기 성분이 검출되지 않거나 함량이 낮았던 산비장이와 수리취 꽃 봉오리에서는 항산화 활성도 낮았으며, 향기 성분이 다량 검출된 시료에서는 대체로 항산화 활성도 우수한 경향을 보였다.

마지막으로 국화과 식물의 항균활성을 구명한 결과, *Leuconostoc mesenteroide*와 *Lactobacillus plantarum*는 물보다는 메탄올 추출물에서 항균효과가 우수하였다. 그러나 *E. coli* 억제활성은 메탄올 추출물 보다는 물 추출물에서 항균효과가 우수하였다. 따라서 미생물의 종류에 따라 적정 추출 용매가 다르므로, 항균소재를 개발할 때는 다양한 추출용매로 항균활성을 검정해 볼 필요가 있는 것으로 생각되었다. 또한 식물 종에 따라 항균활성을 보이는 미생물의 종류가 다른 것으로 나타났다. 따라서 차후 더욱 다양한 국화과 식물을 대상으로 항균활성을 검정할 필요가 있을 것으로 생각되었다.

제 4 절 국화과 식물을 이용한 기능성 제품 개발

국화과 식물을 이용한 덩음차 제조조건을 확립하고자 덩음 시간, 횟수, 온도에 따른 성분 분석 및 항산화 성분변화 등을 측정하여 덩음차의 최적 제조조건을 선정 하였다. 최적 덩음 국화차 제조조건은 이화학적 성분의 변화와 기호적 측면을 고려하여 덩음 시간은 10분, 덩음 횟수는 5회, 온도는 230℃-150℃-110℃-100℃-80℃조건에서 제조시 가장 우수한 덩음차로 판단되며, 일회 침출하여 5분간 우려내 음용하는 것이 효과적이었다. 최적 제조조건에서의 국화 덩음차 전자공여능은 1 mg·mL⁻¹ 농도에서 17.20-45.89% 범위, 총 항산화력은 13.80-30.22 mm AA eq/g 범위로 나타났으며, 감국, 구절초, 산국, 벌개미취, 톱풀, 산비쟁이 순으로 항산화 활성이 높게 나타났다. 6가지 덩음 차의 7점 기호척도법을 이용한 관능평가 결과 구절초와 감국 덩음차가 각각 6.77 및 6.00의 높은 점수를 얻었으며 톱풀, 산비쟁이, 벌개미취 덩음차가 유사한 기호도로 나타났다.

국화 환 제조의 최적조건 결정을 위하여 다양한 조건에서 환 제조 후 관능평가를 실시한 결과 밀가루, 전분, 텍스트린 10 g과 꿀 5 g을 혼합한 처리구에서 외관, 조직감 및 종합적인 기호도에 대해 높은 평가를 받았다. 또한 환 성형시 밀가루와 전분이 10 g 혼합된 처리구에서 높은 성형능력을 보였다. 위의 결과들을 종합하여 볼 때, 품질특성 및 항산화 효과가 높은 환을 제조하기 위한 부형제의 혼합비율은 추출액 30, 추출박 10, 밀가루 10, 전분 10, 텍스트린 10, 꿀 5 처리구로 선정하였다. 여러 품종의 국화과 식물을 이용하여 제조한 국화 환에 색도 측정과 환원당 함량을 분석한 결과 색도의 경우 L값은 32.79-45.22 범위, a값은 -0.38-1.57 범위, b값은 11.10-16.52 범위로 나타났으며 국화 환의 환원당 함량은 131.94-299.60 mg·g⁻¹ 범위로 나타났다. 국화 환에 대한 총 폴리페놀 함량의 경우 3.015-4.395 mg·g⁻¹ 범위로 나타났으며, 구절초 환이 4.395 mg·g⁻¹으로 가장 높게 나타났다. 총 플라보노이드 함량의 경우 0.185-0.825 mg·g⁻¹ 범위로 나타났으며, 구절초와 톱풀로 제조한 환이 각각 0.825 mg·g⁻¹과 0.649 mg·g⁻¹으로 높게 나타났다.

감국, 산국, 구절초, 톱풀, 산비장이 및 벌개미취 꽃 추출물과 각종 부형제를 이용하여 환을 제조한 후 외관(appearance), 풍미(flavor), 쓴맛(bitterness), 조직감(texture) 및 종합적 기호도(acceptability)에 대한 평가를 실시하였다. 국화 환의 외관은 4.61-5.44 범위로 보통 이상의 점수를 받았으며 쓴맛은 3.41-3.68 범위로 나타나 쓴맛이 많이 남을 알 수 있었다. 조직감의 경우 톱풀과 산비장이 환을 제외한 감국, 산국, 구절초 및 벌개미취 환에서 보통 이상의 점수를 받

았다. 국화 환의 관능평가 결과 종합적인 기호도의 경우 쓴맛으로 인하여 산국 환의 기호도가 떨어지는 것을 제외하곤 다른 품종들의 기호도는 보통 이상이었으며, 특히 구절초 환의 종합적 기호도가 높게 나타났다.

국화 캔디를 제조하기 위한 최적조건으로 설탕 60, 물엿 40, 물 10, 농축액 10을 혼합하여 가열농축하여 제조하는 것을 최적조건으로 선정하였다. 여러 품종의 국화과 식물을 이용하여 제조한 국화 캔디의 색도를 측정된 결과 L값은 추출물을 첨가함에 따라 26.72-39.44 범위로 감소하여 명도가 낮아졌고, a값은 1.04-3.72 범위로 높아졌고, b값은 18.08-21.74 범위로 증가하였다. 국화 캔디의 경도는 추출물 첨가 후 대부분 더 높게 나타났으며, 당도와 pH의 변화로 조사한 용해도의 경우 7분까지 용해도가 급격하게 증가하였다가 8-10분 이후 일정하게 유지되는 것으로 나타났다. 국화 캔디의 총 폴리페놀 함량의 경우 0.279-0.451 mg·g⁻¹, 총 플라보노이드의 경우 0.009-0.024 mg·g⁻¹ 범위로 나타났으며, 전자공여능의 경우 시료농도 100 mg·mL⁻¹의 동일조건에서 측정하였을 때 20.720-45.645%의 활성을 보였으며, 총 항산화력의 경우 0.145-0.470 mg AA eq/g의 범위로 나타났다. 국화 캔디에 대한 관능적 특성의 색, 향, 맛 및 조직감에 대한 종합적인 기호도는 톱풀, 산비장이 및 구절초 캔디의 5.67, 5.58 및 5.42 순으로 높게 나타났다.

제조한 국화차 분말의 품질특성으로 수분 함량과 흡습성을 분석한 결과 각 품종별 분말의 수분 함량 중 감국 분말이 산국과 구절초 보다 다소 높은 수분함량을 보였고 각 품종별 분말의 흡습성에 있어서는 품종, 부형제의 종류 및 농도에 따라 차이를 보였다. 각 품종별 분말의 용해도는 9분까지 급격히 증가 후 15분 까지 일정하게 유지되는 경향을 보였다. 국화 분말차의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 전자공여능과 총 항산화력을 측정된 결과 총 폴리페놀 함량은 산국 분말차가 감국 분말차와 구절초 분말차보다 높게 나타났으며, 총 플라보노이드 함량 또한 총 폴리페놀 함량의 경향과 유사하게 나타났다. 또한 각 품종별 분말차의 전자공여능을 10 mg·mL⁻¹의 농도에서 측정된 결과 24.847-43.848% 범위로 활성이 높게 나타나는 경향을 보였으며 총 항산화력을 측정된 결과 2.509-4.546mg AA eq/g 나타났다. 감국, 산국 및 구절초 꽃 분말차 간의 관능평가는 유의적 차이를 보이지 않았고, 국화 분말차의 관능적 특성에 관한 인자들에 대하여 상관관계를 분석한 결과 종합적인 기호도에 영향을 미치는 요인으로 쓴맛, 단맛, 신맛, 향 및 색의 순서로 상관관계가 높게 나타났다. 관능적 특성과 항산화 효과를 고려하였을 때 국화 분말차 제조의 최적조건으로 추출물 60%, 텍스트린 36%, 말토텍스트린 4% 처리구가 적합하다고 판단된다.

제 5 절 경관조성 및 건강상품 소재 생산을 위한 재배작형 개발

국화과 식물을 경관농업에 적용할 때 작업의 편리성을 위해 뗏장 개발 가능성을 검토하였다. 뗏장형성을 위해서는 감국은 0.1~0.2 g, 구절초는 0.25~0.5g이 최적과종량으로 생각되었다. 감국의 경우 0.4g구에서 뗏장형성에서는 0.1 혹은 0.2g과 차이는 없으나 종자의 낭비가 심하며, 구절초는 0.5g이상 구에서는 개화가 되지 않았다. 뗏장형성을 위한 최적과종시기는 2중 공히 6월 중하순으로 생각되었다. 5월 과종구에서는 초기생장이 나뻐지며, 7월 이후 과종기에서는 육묘기간중 모잘록병의 발생이 심하고, 노지 정식 후의 생장이 나빠졌다.

참취, 톱풀, 벌개미취의 뗏장형성을 위한 최적 과종시기는 대체적으로 6월 중순인 것으로 나타났다. 6월에 과종한 모종에서 대체적으로 초장, 초폭 등 성장상태가 좋았다. 과종 후의 발아개체수는 과종시기가 늦어질 수록 감소하는 경향이었으나 과종시기에 따른 피복율의 차이는

크지 않았다. 그러므로 파종시기는 목적으로 하는 경관조성시기, 파종 후의 관리 등을 고려하여 결정되어야 할 것이다. 파종량이 많은 경우 대체적으로 피복율이 좋지만 종자의 낭비가 크게 우려되는 만큼 적정파종량은 참취는 묘판당 2.8g 정도, 톱풀은 0.15~0.3g 정도, 벌개미취는 2~4g 정도가 되는 것으로 나타났다.

섬쭈부쟁이는 파종기에 따라 발아율이 크게 차이가 나 6월 30일 이후에 파종하면 발아율이 극히 저조한 것을 볼 수가 있었다. 6월 10일의 경우에는 발아율은 5월20일 파종구에 비해 떨어지지 않지만 생육기간중 입고병 등의 발생이 많아 상대적으로 생장이 저조하였다. 5월 20일에 파종하며 파종량은 육묘판당 0.3g 정도가 적당하였다. 울릉국화는 파종기가 발아율이나 뗏장형성에 크게 영향을 미치지 않았다. 그러나 7월 20일 파종의 경우 육묘기간중 고온다습기간을 거쳐야 함으로 병해 관리상의 문제가 다소 있었다. 같은 파종기에서는 파종량이 많은 경우 대체적으로 피복율이 좋지만 종자의 낭비가 크게 우려되고 차후의 생장을 고려한다면 적정 파종량은 섬쭈부쟁이는 묘판당 0.3g 정도, 울릉국화는 0.34g 정도가 될 것으로 추정되었다.

육묘기간 및 플러그 셀크기에 따른 성장반응은 대체로 Cell의 크기 및 육묘일수가 묘소질에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 단 이식후 60일이 경과하면 그 이후에는 생체중이 오히려 감소하여 묘 소질이 떨어지는 것으로 보이는 바 플러그 묘판에서의 육묘기간은 60일을 초과하지 않는 것이 좋을 것이라는 생각이 들었다. 일반적으로 cell의 크기가 작으면 초기의 근권형성이 좋아 육묘기간을 짧게 하는 경우에는 cell의 크기가 작은 묘판에서 육묘하는 것이 묘의 소질면에서나 생산비측면에서 유리할 것으로 생각되었다. 정식전의 육묘기간도 정식 이후의 생장에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

삼목시기에 따른 발근율과 묘소질을 살펴보면 감국은 5월 하순에 삼목하면 발근율 등의 발근력이 6월 하순에 비해 큰 차이가 없으나 초장이나 초폭, 생체중이 커서 상대적으로 튼튼하고 큰 묘를 육성할 수 있는 잇점이 있었다. 7월 21일에 삼목하면 발근율이 다소 떨어졌다. 구절초는 발근율은 7월21일에 삼목하였을 때 95.6%로 가장 높았다. 그러나 삼목기간중 발근묘의 성장상태는 5월 23일에 삼목하였을 때가 가장 좋았다. 까실쭈부쟁이와 톱풀은 비교적 발근이 잘되며 삼목시기에 따라 발근력의 차이가 크게 나지 않았다. 그러나 벌개미취의 경우에는 6월 하순 이후에 삼목하였을 때가 상대적으로 발근력이 높았다. 섬쭈부쟁이는 5월 20일 삼목구에서 발근율이 다소 낮았지만 근장이나 근중은 가장 좋았다. 7월 20일에 삼목하면 발근율이 크게 떨어졌다. 울릉국화는 삼목시기에 따라 발근율은 차이가 나지 않았다. 그러나 발근장과 발근중 등 발근상태는 5월 18일과 6월 8일 삼목구에서 좋았다.

삼목용토에 따른 발근율과 묘소질을 살펴본 결과, 감국은 원예용토 단용구에서 발근력, 근권형성정도가 좋고 삼목기간 중에 초장, 초폭 등도 크게 자라 가장 유리한 것으로 나타났다. 원예용토 다음으로는 상토 7+ 모래 3, 버미큐라이트, 모래 등이 좋았으나, 모래는 근권의 형성이 나빠 발근묘를 이식 혹은 정식할 때 상대적으로 불리할 것으로 생각되었다. 구절초에 있어서는 발근율은 버미큐라이트와 피트모스에 펠라이트를 혼용하였을 때 높게 나타났다. 상토 100%구에서는 발근율은 다소 낮았으나 근장이나 근중이 크며 근권형성정도도 좋았으며 초장이나 초폭이 커서 상대적으로 이식 혹은 정식에 유리한 큰 묘를 얻을 수 있는 잇점이 있었다. 까실쭈부쟁이는 피이트를 제외하고는 어느 상토에서든 뿌리가 잘 내렸다. 톱풀은 원예상토 100% 구, 원예상토와 모래와의 혼합토, 피트모스 및 버미큐라이트 혼합토 등에서 뿌리가 잘 내렸다. 특히 원예상토 100%구에서는 루트볼의 형성이 좋았고 발근묘의 초장이 다소 큰 것으로 나타났다. 한편 벌개미취는 버미큐라이트 단용구에서 발근력이 좋았다. 한편 3 작물 공히 피트모스

구에서는 발근력이 극히 낮았다. 섬쭉부쟁이는 피이트가 포함된 상토에서는 발근이 극히 저조하였다. 발근율은 버미큐라이트 7 + 펠라이트 3, 펠라이트 100%, 원예상토 7+ 모래 3, 원예상토 100%의 순으로 좋았으나 발근상태, 근권형성, 발근묘의 성장 등은 원예상토 100%구에서 가장 좋았다. 울릉국화는 피이트 전용구를 제외하고는 어느 상토에서든 뿌리가 잘 내렸다. 발근율은 버미큐라이트 전용구 및 버미큐라이트 7 + 펠라이트 3의 혼합용토구에서 가장 좋았고, 발근묘의 초장, 초폭, 생체중 등 성장상태는 원예상토 전용구 및 원예상토 7+ 모래 3의 상토구에서 가장 좋았다.

감국에 있어서는 정아삽보다는 줄기하단부를 관삽하였을 때 발근율이 다소 높았다. 관삽의 경우에는 발근촉진제를 처리하면 발근율은 별 차이가 없었으나 근권형성이 좋아졌다. 줄기상단을 정아삽의 경우에는 발근촉진제를 처리하면 근권형성도 좋아질 뿐 아니라 발근율도 다소 높아졌다. 구절초에 있어서는 정아삽보다는 관삽시 발근율이 다소 높았다. 발근촉진제의 효과는 감국에 비해 다소 큰 것으로 나타나 발근촉진제를 처리하면 삼목부위에 관계없이 공허근장, 근수 등이 좋아졌으며 삽목기간 중의 초장이나 초폭 등도 현저하게 커지는 효과가 있었다. 까실쭉부쟁이에 있어서는 정아삽보다는 줄기하단부를 관삽하였을 때 발근율이 높았으며 발근촉진제인 루톤의 처리효과는 크게 관찰되지 않았다. 그러나 톱풀은 정아삽을 하였을 때가 발근력이 좋으며 발근촉진제의 효과는 나타나지 않았다. 벌개미취에 있어서는 발근촉진제인 루톤의 효과가 크게 나타나 무처리의 51.1%에 비해 루톤처리구는 발근율이 94.4%에 이르렀다. 섬쭉부쟁이에서는 정아삽보다는 줄기하단부를 관삽하였을 때 발근율이 높았으며 발근촉진제인 루톤의 처리효과도 다소 관찰되었다. 그러나 울릉국화는 정아삽을 하였을 때가 발근력이 좋으며 발근촉진제의 효과는 나타나지 않았다.

생장조절제 처리에 의한 동지아 발생 유도 효과를 알아본 결과 감국의 경우 에테폰 처리에 의해 초장의 생장이 심하게 억제되었으며 그 효과는 농도가 높을수록 크게 나타났다. 에테폰을 처리하면 감국에서는 동지아의 발생이 촉진되었는데, 다소의 예외는 있었지만 일반적으로 농도가 높을수록 발생수가 많았다. 에테폰 처리에 의해 감국의 개화기는 늦어지고 개화개체수도 줄어들어 개화상태가 나빠졌다. 구절초에서는 초장의 변화, 동지아의 발생수, 개화상태 등이 에테폰의 처리에 따라 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 대체로 에테폰 처리에 의해 초장이 억제되며 그 효과는 농도가 높을수록 크게 나타났다. 에테폰과 정아절단처리를 하면 무처리에 비해 다소 동지아의 발생수가 많아졌지만 그 효과는 크지 않았다. 섬쭉부쟁이는 동지아의 발생이 극히 미미하였고, 에테폰과 정아절단처리에 의해서 차이가 나지 않았다. 울릉국화의 경우에는 에세폰을 처리하면 무처리에 비해 다소 동지아의 발생수가 많아졌지만 개체간 차이가 커서 그 효과를 인정하기 어려웠다.

V. 연구성과 및 성과활용 계획

개발된 각종 기술들은 기술이전이나 기술지도를 통하여 농가에 보급하고자 한다. 주변에 경관농업을 계획하고 있는 농민단체들과 교섭하여 기술이전을 실시할 예정이다. 또한 각종 우수한 결과들은 전문 학술지에 투고 및 게재를 함으로써 관련분야 종사자들에게 정보를 제공하도록 한다. 또한 국화 덕음차, 환, 캔디 및 분말차 제조 등 가공품에 관한 결과는 논문 발표를 통한 기초자료로 제공하고 특허출원을 통하여 지적재산권을 확보할 계획에 있으며, 국화과 식물 관련 농가 및 관련 상품 생산 업체에 기술 자문 등을 통해 상품화할 계획이다.

SUMMARY

I. Title

Development of Cropping System for Landscape Creation and Well-being Commodities Using Korean Native Compositae Species

II. Objectives and necessity of project research

1. Necessity of the research and development

(1) Importance and necessity of techniques to be developed

From ancient times, Compositae plants have long been used as ornamentals since they have diverse and beautiful flowers which bloom from late summer to late fall. Plant such as *Chrysanthemum indicum*, *C. boreale*, *Artemisia* spp., *C. coronarium*, and *Ixeris dentata* (Thunb.) Nakai are used as pharmaceutical purposes in oriental and folk medicine. Young and adult plant leaves of *Aster scaber* Thunb., *Ixeris dentata* (Thunb.) Nakai, *Artemisia* spp. were eaten by people. Also native *Chrysanthemum* and horticultural *Chrysanthemum*(*Dendranthema grandiflora* Kitamura) were used as food and pharmaceuticals. Recently needs to develop new crops and their cultivation methods in *Dendranthema grandiflorum* as the plants for scenic agriculture is increasing with higher income and longer weekend. Also the needs for natural foods with various functions such as preventive effects on aging and diseases are increasing, thanks to great interest in health by common people. According to ancient Chinese book "Sinnongsu", *Chrysanthemum* was referred as the best material for soothing mind and body. Studies on the finding of adequate Compositae plants for tea, development of their cropping system, and development of diverse types of tea are urgently needed. Also the studies on the efficacy of teas and standard for quality evaluation should be conducted.

1) Technological aspects

- Selection of adequate Compositae plants and development of their cultivation methods for rural tourism industry.
- Diversification of rural tourism resources and development of advanced technique for processed food industry
- Popularity of teas and drinks as well-being food among people increases worldwide
- Needs for natural food products with preventive functions against aging and diseases increase
- Development of new superior products with physiological functions and need for products for export with global taste and preference

2) Economic and industrial aspect

- Increase in rural tourism resources by utilization of Compositae plants
- New trend of consuming teas with beneficial functions in China, Japan and western world
- Increasing foreign exchange earnings by development of teas with added values
- Extending utilization of teas by exploration of compounds with physiological functions
- Increasing farmers' income by establishment of cultivation methods of new crops
- Extending profitable crop choice by growers

3) Social and cultural aspect

- Development of rural tourism resources for urban people to stay during weekend
- Creating rural industry that can utilize aged people in countryside
- The importance of germplasm collection recognized through Convention on Biological Diversity
- Development and utilization of Compositae germplasm with useful functional compounds
- Increasing peoples health by providing foods with various functions such as anticancer and antioxidant activities

(2) Objectives of the research

- Selection of adequate Compositae plant resources for scenic agriculture and development of technique for merchandising of sprout vegetables
- Development of health products using Compositae plants
- Development of cultivation methods of selected plants for landscape and health products

III. Contents and ranges of research

Section 1. Collection of Compositae plants for landscaping and investigation on their characteristics

1. Collection and cultivation
2. Evaluation of characteristics
 - (1) Evaluation of growth characteristics
 - (2) Investigation on seed characteristics

Section 2. Development of merchandising technique for sprout vegetables

1. Finding optimum environmental conditions for germination - temperature and light
2. Establishment of production technique for high quality sprout vegetables - effect of temperature and growing period for optimum growth in length
3. Establishment of production technique for high quality sprout vegetables - optimum greening period

4. Establishment of storage technique for sprout vegetables
5. Antioxidant effects of sprout vegetable by different greening period
6. Antioxidant effects of harvested materials
7. Comparison of antioxidant effects between sprout vegetables and young leaves
8. Comparison of antioxidant effects between sprout vegetables and adult plant leaves

Section 3. Analysis on components of Compositae plants and their physiological activities

1. Analysis of sugars in Compositae plants
2. Proper extraction solvent for analysis on antioxidant effects
3. Effect of autoclave on antioxidant activity in Compositae plants
4. Analysis of antioxidant effect in various parts of Compositae plants
5. Inhibitory activity against lipid peroxidation of Compositae plants
6. Development of proper extraction method for maximum antioxidant effects
7. Investigation on proper harvest date for maximum antioxidant effects
8. Antioxidant activity of each fraction of *Coreopsis tinctoria* flower extract
9. Aromatic compounds in Compositae plants
10. Analysis of antioxidant effects of aromatic compounds
11. Analysis of whitening effects by tyrosinase inhibition activity
12. Antibacterial activity in Compositae plants

Section 4. Development of well-being commodities using Korean native Compositae family

1. Development of pan-fired tea.
 - 1). Analysis on quality characteristics and antioxidant effects to determine optimum conditions of making pan-fired tea
 - 2). Analysis on quality of tea made under optimum condition
 - 3). Analysis on antioxidant level and antioxidant activity
 - 4). Sensory tests of pan-fired tea
2. Development of pill products
 - 1). Analysis on quality characteristics to determine optimum condition of making pills
 - 2). Analysis on quality of pills made under optimum condition
 - 3). Analysis on antioxidant level and antioxidant activity of pill product
 - 4). Sensory tests of pill product
3. Development of candy products
 - 1). Investigation on optimum conditions to make candies
 - 2). Analysis on candy quality made under optimum condition
 - 3). Analysis on antioxidant levels and activity of candy product
 - 4). Sensory tests of candy products

4. Development of powdered tea

- 1). Investigation on optimum conditions to make powdered tea
- 2). Analysis on quality of candy made under optimum condition
- 3). Analysis on antioxidant levels and activity of powdered tea
- 4). Sensory tests of powdered tea

Section 5. Development of cultivation methods of Compositae plants for landscaping and health commodity production

1. Development of seedling management technique
2. Development of cropping systems and technique to ensure maximum quality and quantity

IV. Results of the research

Section 1. Collection of Compositae plants for landscaping and investigation on their characteristics

Native plants of Compositae family that have been used for ornamental, pharmaceutical and food purposes for long time are becoming more important due to functional materials identified recently. For this research, 89 species with 762 lines including 4 unidentified species with 4 lines were collected throughout Korea. Also the investigation on growth and flowering characteristics of some species and their hybrids were performed for future resources for landscaping and breeding projects.

Examination on flowering habit was performed with 371 lines of Compositae family grown on open field, and 137 lines among them were examined on growth characteristics. Three groups - flowering during August, September and October - were identified according to flowering habit. Flowering during August include *Aster altaicus* var. *uchiyamae* Kitam. and *Hieracium umbellatum* L., consisting 4.7 %, september include *Achillea alpina* L., *Aster yomena* (Kitam.) Honda and *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam.(61.2 %) and October include *Dendranthema indicum* (L.) DesMoul. and *Dendranthema boreale* (Makino) Ling ex Kitam. (21.6 %). Rest of lines(12.4 %) did not flower during the same year. Flower color was diverse - 41.8 % was white, 27.7 % yellow, 19.1 % pink, 7.8 % purple and 0.7 % red. The investigation on growth and flowering characteristics revealed that Gamguk-27, 63, 64, 73, 249, 267 lines and Gugeol-194, 211 lines had greater height, larger flowers and higher shoot fresh weight, rendering them superior lines with potentials for landscaping and processing.

In conclusion, native Compositae plants flower from August to October with diverse colors, so utilization with superior lines for landscaping and processing is considered to be desirable.

Section 2. Development of merchandising techniques for sprout vegetables

Optimum conditions such as light and temperature for seed germination in 38 species of 18

genera were studied to develop new types of sprout vegetables. Most species germinated within 5 ~ 12 days under light condition with optimum temperature of 20 ~ 25 °C. Seeds with more than 50 % germination rate were grown under darkness at different temperatures to enhance growth in length, and results showed 7 ~ 9 day growth under 20 ~ 25 °C was good for sprout vegetables. But for some species, 5-day growth is recommended. Sprouts germinated with optimum environmental conditions and maintained under darkness were placed under light for 1 ~ 3 days for greening process. It was shown that longer greening period resulted in inhibited growth in length, but promoted hypocotyl growth in volume and vigorous cotyledon growth. Considering all factors mentioned above, 2-day greening period after growth in length under darkness is recommended. Sprout vegetables were packed with different containers and maintained under 4 °C and 10 °C to study on the storage conditions of the vegetables. Storing under 4 °C in sealed containers is good for long storage. Ventilated containers prevented vegetable rot, but reduced moisture contents greatly. Most sprout vegetables maintained freshness for 3 ~ 6 days under 4 °C, and *Aster hayatae* H.Lev. & Vaniot, *Aster yomena* (Kitam.) Honda, *Dendranthema boreale* (Makino) Ling ex Kitam., *Coreopsis drumondii* Torr. & Gray, *Coreopsis tinctoria* Nutt. and *Carpesium abrotanoides* L. kept freshness for 3 days under 10 °C.

Antioxidant effects of sprout vegetables of Compositae family were compared with those on the market. Generally Compositae vegetable showed higher effects than commercially available vegetable. Greening periods made differences in antioxidant contents and activities. However optimum greening periods were different depending on species. Comparison between sprout vegetables and baby leaf vegetables showed higher antioxidant activities with sprout vegetable. Although antioxidant content was highest in adult plants, the antioxidant activity of sprout vegetables was similar with adult plants, or higher than baby leaf vegetables.

The results of present experiments strongly suggest the potential use of Compositae plants as sprout vegetable. Data obtained in this study on growth and storage of sprout vegetables will help to produce good sprout vegetables.

Section 3. Analysis on components of Compositae plants and their physiological activities

The contents of free sugar were analyzed in 38 species, and fructose was highest in flower, followed by glucose and sucrose. In leaf and shoots, fructose was highest, followed by sucrose and glucose. Contents of reducing sugar were similar with free sugar. Generally, plants belonging genus *Aster* have higher sugar content.

Adequate solvent for antioxidant extraction was 80% ethanol which increased not only amount of extracts from dried sample, but also antioxidant contents and activities from extracts.

Contents of total polyphenol, total flavonoid and vitamin C in various plant parts of 44 kinds of Compositae family were measured for their antioxidant activities. Highest total polyphenol content was observed with *Coreopsis tinctoria* Nutt. flower and highest total flavonoid is *Aster scaber* Thunb. flower. Flower tended to contain higher amount of antioxidants. Analysis of antioxidant activities represented by DPPH and ABTS radical scavenging, and ferrous ion chelating effect,

showed higher DPPH radical scavenging than BHT in *Hieracium pilosella* flower and *Ligularia stenocephala* leaves. Flower of *Matricaria recutita*, *Coreopsis tinctoria*, *Dendranthema zawadskii* var. *lucidum*, *Aster scaber*, *Aster maackii* and *Coreopsis lanceolata*, leaves plus shoots of *Cosmos bipinnatus*, *Serratula coronata* var. *insularis* for. *Insularis*, *Chrysanthemum morifolium*, *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum*, flower bud of *Serratula coronata* var. *insularis* for. *Insularis* and *Synurus deltooides* had superior ABTS radical scavenging effects than ascorbic acid. Leaves plus shoot of *Hieracium pilosella*, *Echinacea purpurea*, *Matricaria recutita*, flower of *Aster pilosus* had superior ABTS radical scavenging effects than BHT. All the species mentioned above are believed to have potentials for natural antioxidant plant material. Ferrous ion chelating effects were lower in all samples, compared to EDTA control.

Two extraction methods using reflux apparatus and ultrasonic were compared concerning antioxidant activities. The extract yield, content and activities of antioxidant substances were higher with ultrasonic extraction and longer extraction time resulted in more antioxidant activities. Ultrasonic extraction is considered to be more economical and efficient method because more extract is obtained in shorter time.

Antioxidant activities between *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* and *Dendranthema zawadskii* var. *yezoense* were compared according to harvest dates. With both species, earlier the harvest, more extract yield, more antioxidant substance content and more DPPH and ABTS radical scavenging effects were obtained. But ferrous ion chelating effect was better than late harvest. Consequently, it can be confirmed that stage of growth affect the moisture content of sample, extract yield of dried sample, and content and activities of antioxidant substances.

Crude extract of *Coreopsis tinctoria* flower were fractionated with different solvents and highest soluble solid content was obtained with n-butanol fraction and highest content and activities of antioxidant substances with ethyl acetate fraction. Radical scavenging of ethyl acetate fraction was more effective than BHT but similar to ascorbic acid. *Coreopsis tinctoria* flower has very high antioxidant activity and thus high potential for making natural antioxidant products.

Aroma compounds in Compositae plants were produced more in flower than leaves and shoots ,with more monoterpenoid compounds present than sesquiterpenoid compounds. In most sample, canphene monoterpenoid compounds, and germacrene D of sesquiterpenoid were predominant.

The analysis on aromatic compounds in Compositae plants showed highest EDA in *Achillea alpina* flower and highest AEAC in *Achillea alpina* shoot. All plant parts of *Achillea alpina* are believed to be good candidate for development of antioxidant products. Samples with high aromatic compound detected tended to show high antioxidant activity.

Anti-bacterial activity of methanol extracts in Compositae plants showed high inhibitory effects against *Leuconostoc mesenteroide* and *Lactobacillus plantarum*. But inhibitory effect against E. coli was high with water extracts. In conclusion, various kinds of solvents should be employed to develop anti-bacterial products, as different solvents are required for different microorganisms.

Section 4. Development of well-being commodities using Korean native Compositae Species

This study was conducted to promote the consumption of the Korean native Compositae species and so to increase the values of some species. We developed various well-being commodities using compositae species; determined the optimum processing condition of prepared pan-fired tea, pill, candy and powdered tea; evaluated the physicochemical and quality characteristics of them.

In order to determine the optimum processing condition of pan-fired tea using Compositae species flower, the samples were pan-fired with different duration, number of times and temperature using pan-firing apparatus. After pan-firing, quality characteristics and sensory evaluation of pan-fired *Chrysanthemum indicum* L. flower extract were analysed. These results suggested that 10 min pan-fired, 5 times and 23 0°C-150°C-110°C-100°C-80°C pan-fired tea was considered to be the best as pan-firing conditions of *Chrysanthemum indicum* L. flower tea processing. The sensory evaluations of color, taste, odor and overall acceptance for the *Chrysanthemum indicum* L., *Chrysanthemum boreale* Makino, *Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam, *Achillea alpina* L., *Serratula coronata* var. *insularis* (Iljin) Kitam. for. *insularis* and *Aster koraiensis* Nakai pan-fired tea prepared under optimum conditions showed the highest scores of sensory evaluation on *Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam and *Chrysanthemum indicum* L. pan-fired tea.

In order to determine the optimum processing condition of pills using Compositae species flower, the samples were extracted, concentrated, and then mixed with different forming agents(wheat flour, potato starch, dextrin and honey). The mixing ratio of extracts 30, wheat flour 10, potato starch 10, dextrin 10 and honey 5 was selected to enhance the sensory characteristics, because this ratio obtained the highest sensory evaluation score of appearance, texture and overall acceptance, and antioxidant activities. After preparing the Compositae pills with *Chrysanthemum indicum* L., *Chrysanthemum boreale* Makino, *Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam, *Achillea alpina* L., *Serratula coronata* var. *insularis* (Iljin) Kitam. for. *insularis* and *Aster koraiensis* Nakai under optimum mixing ratio, sensory evaluation were performed. In sensory evaluation, all Compositae pills except for *Chrysanthemum boreale* Makino obtained above the average score on overall acceptance, especially *Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam obtaining the highest overall acceptance score.

In order to determine the optimum processing condition of candies using Compositae species flower, the extract of *Chrysanthemum indicum* L., *Chrysanthemum boreale* Makino, *Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam, *Achillea alpina* L., and *Serratula coronata* var. *insularis* (Iljin) Kitam flower was concentrated, mixed with different forming agents(sugar, starch syrup), and finally the candies were made after heating. The mixing ratio of extracts 10, sugar 60, starch syrup 40, and water 10 was selected to enhance the quality characteristics, because this ratio obtained the highest sensory evaluation score on all evaluation items. The quality characteristics and antioxidant activity of candies were analysed.

In order to investigate the quality characteristics of powdered teas using Compositae species flower, the extract of *Chrysanthemum indicum* L., *Chrysanthemum boreale* Makino and *Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam were concentrated, and then mixed with different forming agent. Dextrin (D) and maltodextrin (MD) were used as forming agents and the mixing ratio of D and MD ranged from 9:1 (DMD91) to 8:2 (DMD82) or D and MD only. The highest moisture content, water uptake of the powdered tea of CID were 5.193% and 9.075%, respectively. The solubility of the powdered tea was higher in D-added plot. The highest total polyphenol, flavonoid content and

antioxidant activity of the powdered tea were 6.754 mg/g, 3.239 mg/g and 4.497 mg AA eq/g at CBDMD91, respectively. In sensory evaluation, the scores of color and flavor were not significantly different, and *C. boreale* powdered tea obtained lower sensory score on sweetness, sourness, bitterness and acceptability. The *C. indicum* powdered tea and *C. zawadskii* powdered tea obtained higher sensory score on all evaluation items than *C. boreale* powdered tea, and effects of the proportions of forming agents on the sensory characteristics of powdered tea was slight. Therefore, the optimal mixing ratio at 36% of D and 4% of MD in forming agent was selected to enhance the sensory characteristics and antioxidant effects of powdered tea.

Section 5. Development cultivation methods of Compositae plants for landscaping and health commodity production

The development of sod with Compositae plants was studied in this experiment for ease of operation. Adequate amount of seed for a sod is 0.1 ~ 0.2 g for *Dendranthema indicum* and 0.25 ~ 0.5 g for *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum*. In former species 0.4 g was waste of seeds and in latter species no flowering took place with 0.5 g seeds. Optimum seeding time was from June 10th to end of June. May seeding resulted in inferior early growth and sowing after July saw severe occurrence of damping-off disease and inferior growth after transplanting. Adequate time for making sod in *Aster scaber*, *Achillea alpina* and *Aster koraiensis* is middle of June, indicated by good growth of plants. Less number of seeds germinated with late seeding, but covering rate was not much different. So adequate seeding date should be determined by landscaping time and management after seeding. High covering rate can be achieved by seeding high number of seeds, but waste of seeds should be avoided. Adequate seeding amount per seed bed is 2.8 g with *Aster scaber*, 0.15 ~ 0.3 g with *Achillea alpina* and 2 ~ 4 g with *Aster koraiensis*. In *Aster glehni*, germination rate differs greatly according to seeding time, indicated by very low germination with seeding after end of June. Germination rate of seeds planted on June 10th was comparable with May 20th seeding, but growth was not good due to damping-off breakout. Seeding amount of 0.3 g was adequate for May 20th seeding. In *Dendranthema zawadskii* var. *lucidum*, seeding time did not affect germination rate and turf formation. Seeding on July 20th was not desirable as seedlings grew through periods of high temperature and humidity, which required careful control of diseases. With same seeding date, higher covering rate is obtained by high seeding rate, but overseeding should be avoided. Adequate seeding amount is 0.3 g in *Aster glehni* and 0.34 *Dendranthema zawadskii* var. *lucidum*.

The quality of seedlings was not affected by length of seedling stage and size of cells in which seedlings grew. However, growing seedlings for more than 60 days in plug cells is not desirable because of decrease in fresh weight. Generally good root formation is obtained by small size cell, so small size cell is preferred when growing seedlings within short time, considering quality of seedlings and economical aspect of growing seedlings. The length of growing seedlings did not affect the growth after transplanting.

Many Compositae plants can be propagated by asexual means such as cuttings. In this

experiment, propagation by cutting of Compositae plants are extensively studied. In *Dendranthema indicum* (L.) DesMoul., rooting rate of cuttings made on late May is similar with those made on late June, but seedlings are more robust with superior height, width, and fresh weight. Low rooting rate was obtained with cuttings done on July 21. In *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam., rooting was highest (95.6 %) with July 21 cutting, but the growth of rooted seedlings was best with May 23 cuttings. In *Aster ageratoides* var. *ageratoides* Turcz. and *Achillea alpina* L., rooting took place quite easily, and cutting time had no influences on rooting. The rooting of *Aster koraiensis* Nakai was better with cuttings done after late June. In *Aster glehni* F.Schmidt, rooting rate of cuttings done on May 20 was rather low, but root length and weight were highest. Cuttings after July 20 rooted very poorly. With *Dendranthema zawadskii* var. *lucidum* (Nakai) J.H.Park cutting date had no influence on rooting rate, but quality of cuttings was superior with May 18 and June 8 cuttings.

In *Dendranthema indicum* (L.) DesMoul., best rooting media was horticultural mix considering rooting rate, root formation, seedling height and seedling width. Next best was mixture of soil and sand in 7:3 ratio. Sand is not recommended because of poor root zone formation. The rooting rate of *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam. was highest in mixture of vermiculite, peatmoss and perlite. In *Aster ageratoides* var. *ageratoides* Turcz., all the media except peatmoss was adequate for rooting. In *Achillea alpina* L., rooting was good with 100 % horticultural mix, followed by horticultural mix + sand, and peatmoss + vermiculite. Especially 100 % horticultural mix produced good root ball and tall rooted seedling. In *Aster koraiensis* Nakai, vermiculite media was best for rooting. In all 3 species mentioned above, poor rooting was obtained by peatmoss. Highest rooting rate was obtained by mixture of vermiculite and perlite (7:3), followed by 100 % perlite, horticultural mix and sand (7:3), and 100 % horticultural mix. In *Dendranthema zawadskii* var. *lucidum* (Nakai) J.H.Park, all media except peatmoss were good for rooting. Highest rooting was obtained by vermiculite only and by vermiculite and perlite (7:3). Growth of rooted seedlings was highest with horticultural mix only, and with horticultural mix and sand (7:3).

In *Dendranthema indicum* (L.) DesMoul., normal cutting was better than top cutting in rooting rate. With normal cutting, treatment of growth regulators had no effect on rooting rate, but produced better root zone. Also in *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam., rooting rate was higher with normal cutting. Treatment effect of growth regulators was higher than in *Dendranthema indicum*, enhanced root length and number, and height and width of seedling were better. In *Aster ageratoides* var. *ageratoides* Turcz., cuttings with basal part of stem resulted in high rooting rate, but effect of RootoneTM on rooting were not observed. However in *Achillea alpina* L., top cutting was more effective than normal cuttings in rooting rate with no growth regulator effects observed. In *Aster koraiensis* Nakai, RootoneTM enhanced rooting rate to 94.4 %, compared to 51.5 % of control. In *Aster glehni* F.Schmidt, normal cutting was better in rooting rate and slight positive effects of RootoneTM was observed. In *Dendranthema zawadskii* var. *lucidum* (Nakai) J.H.Park, top cutting was better in rooting with no RootoneTM effects observed.

The treatment of growth regulators to induce winter sucker was performed in this experiment, and in *Dendranthema indicum* (L.) DesMoul., reduced plant height by ethephon was observed.

Winter sucker was induced by ethephon, with higher concentration producing more winter sucker. Ethephon treatment delayed blooming and reduced number of flowers. In *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam., ethephon had no effects on plant height and flowering. In general, plant height was reduced by ethephon. Higher the concentration, the more the effects. In *Aster glehni* F.Schmidt, occurrence of winter sucker was minimal and ethephon and removal of apical bud had no differences. In *Dendranthema zawadskii* var. *lucidum* (Nakai) J.H.Park, ethephon treatment increased number of winter sucker, but the difference was not significant statistically.

V. Research achievement and its utilization

Developed technique will be distributed to growers or related industry. Also it will be transferred to related agricultural associations which want to establish agricultural landscape tourism. Useful information will be published on technical journal. The results of processing area, such as pan-fired tea, pill, candy and powdered tea, will also be published on technical journal to provide basic information. We will apply for patents to establish property rights, and provide consultation to growers and industries related to Compositae plant production.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	30
Chapter 2. The situation of technology development of domestic and overseas	38
Chapter 3. Contents and results of research development	40
Section 1. Collection of Compositae plants for landscaping and investigation on their characteristics	40
1. Collection and cultivation of Compositae plants resources	40
2. Evaluation of characteristics	43
가. Evaluation of growth characteristics	43
나. Investigation on seed characteristics	61
2. Abstract for collection and evaluation of characteristics	64
Section 2. Development of merchandising techniques for sprout vegetables	66
1. Optimum conditions of temperature and light for germination	66
가. Objective	66
나. Materials	66
다. Methods	67
라. Results and discussion	67
(1) <i>Aster</i> genus	67
(2) <i>Dendranthema</i> genus	71
(3) <i>Cirsium</i> genus	73
(4) <i>Coreopsis</i> genus	75
(5) <i>Carpesium, Matricaria, Lactuca, Arctium</i> genus	76
(6) <i>Saussurea, Carthamus, Achillea</i> genus	78
(7) <i>Ligularia, Synurus, Serratula</i> genus	80
(8) <i>Chrysanthemum, Cosmos, Helianthus</i> and <i>Syneilesis</i> genus	81
2. Establishment of production techniques for high quality vegetables	
- Temperature and cultivation period for sprout elongation	85
가. Objective	85
나. Materials	85
다. Methods	85
라. Results and discussion	86
(1) <i>Aster</i> genus	86
(2) <i>Dendranthema</i> genus	88
(3) <i>Coreopsis</i> genus	92

(4) <i>Carpesium</i> genus	93
(5) <i>Matricaria</i> genus	94
(6) <i>Arctium</i> genus	95
(7) <i>Saussurea</i> genus	96
(8) <i>Achillea</i> genus	97
(9) <i>Lactuca, Chysanthemum, Cichorium</i> genus	98
(10) <i>Helianthus</i> and <i>Cosmos</i> genus	99
3. Establishment of production techniques for high quality vegetables	
- Optimum greening period	102
가. Objective	102
나. Materials	102
다. Methods	102
라. Results and discussion	103
(1) <i>Aster</i> genus	103
(2) <i>Dendranthema</i> genus	104
(3) <i>Coreopsis</i> genus	106
(4) <i>Carpesium</i> genus	107
(5) <i>Matricaria</i> and <i>Arctium</i> genera	108
(6) <i>Saussurea</i> genus	109
(7) <i>Achillea</i> genus	109
4. Storage methods and period of sprout vegetable	112
가. Objective	112
나. Materials	112
다. Methods	112
라. Results and discussion	113
(1) <i>Aster</i> genus	113
(2) <i>Dendranthema</i> genus	116
(3) <i>Coreopsis</i> genus	118
(4) <i>Carpesium</i> genus	120
(5) <i>Matricaria</i> genera	121
(6) <i>Arctium</i> genera	122
(7) <i>Saussurea</i> genus	123
(8) <i>Achillea</i> genus	124
5. Antioxidant effects of sprout vegetable by different greening periods	127
6. Antioxidant effects of harvested materials	135
7. Comparison of antioxidant effects between sprout vegetable and baby leaf vegetable	142
8. Comparison of antioxidant effects between sprout vegetable and adult plants	146

Section 3. Analysis on components of Compositae plants and their physiological activities	154
1. Analysis of sugars in Compositae plants	154
2. Optimum solvent for analysis of antioxidant effect	158
3. Effect of autoclave on antioxidant activities in Compositae plants	163
4. Analysis of antioxidant effect in various part of Compositae plants	168
5. Inhibitory activities against lipid peroxidation of Compositae plant	190
6. Development of extraction method for maximum antioxidant effect	195
7. Investigation on proper harvest time for maximum antioxidant effect	205
8. Antioxidant activities of each fractions on <i>Coreopsis tinctoria</i> flower extract	210
9. Aromatic components of Compositae plants	216
10. Antioxidant activities of Compositae plants	221
11. Analysis of whitening effect by tyrosinase inhibitory activities	224
12. Anti-bacterial activities in Compositae plants	226
Section 4. Development of well-being commodities using Korean native Compositae Species	233
1. Material and Methods	233
가. Material	233
나. Development of pan-fired tea using Korean native Compositae Species	233
다. Development of fill using Korean native Compositae Species	240
라. Development of candies using Korean native Compositae Species	244
마. Development of powdered tea using Korean native Compositae Species	248
2. Results and discussion	253
가. Development of pan-fired tea using Korean native Compositae Species	253
나. Development of fill using Korean native Compositae Species	276
다. Development of candies using Korean native Compositae Species	280
라. Development of powdered tea using Korean native Compositae Species	287
Section 5. Development of cultivation methods of Compositae plants for landscaping and health commodity production	299
1. Development of seedling management techniques	299
가. Sod formation according to amount of seed and sowing time	299
나. Growth response to seedling age and plug cell size	311
다. Rooting rate and seedling quality according to cutting time	323
라. Rooting rate and seedling quality according to rooting media	326
마. Seedling quality according to cutting part and growth regulator	332
바. Induction of winter sucker by treatment of growth regulator	336
2. Development of cropping systems and techniques to ensure maximum quality	345
가. Growth and production by planting density	345

나. Growth and production by cutting time and pinching	348
다. Growth and production by mowing time and part	352
라. Growth and production by shading rate	355
Chapter 4. Attainment and contribution degree of research development objects	357
Chapter 5. Applications plans of research development results	359
Chapter 6. Overseas' scientific technology information collected	
during research development process	366
Chapter 7. Reference	369

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	30
제 2 장 국내외 기술개발 현황	38
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	40
제 1 절 경관조성용 국화과 자원식물의 수집과 특성 조사	40
1. 국화과 자원식물의 수집 및 재배	40
2. 특성평가	43
가. 수집종의 생육특성 평가	43
나. 종자관련 특성 조사	61
3. 수집 및 특성평가 요약	64
제 2 절 새싹채소 상품화 기술 개발	66
1. 최적 발아온도 및 광조건 구명	66
가. 실험목적	66
나. 실험재료	66
다. 실험방법	67
라. 실험결과	67
(1) <i>Aster</i> 속	67
(2) <i>Dendranthema</i> 속	71
(3) <i>Cirsium</i> 속	73
(4) <i>Coreopsis</i> 속	75
(5) <i>Carpesium, Matricaria, Lactuca, Arctium</i> 속	76
(6) <i>Saussurea, Carthamus, Achillea</i> 속	78
(7) <i>Ligularia, Synurus, Serratula</i> 속	80
(8) <i>Chrysanthemum, Cosmos, Helianthus, Syneilesis</i> 속	81
2. 고품질 새싹채소의 생산기술 확립 - 최적 길이생장을 위한 온도조건 및 재배기간 구명	85
가. 실험목적	85
나. 실험재료	85
다. 실험방법	85
라. 실험결과	86
(1) <i>Aster</i> 속	86
(2) <i>Dendranthema</i> 속	88
(3) <i>Coreopsis</i> 속	92
(4) <i>Carpesium</i> 속	93

(5) <i>Matricaria</i> 속	94
(6) <i>Arctium</i> 속	95
(7) <i>Saussurea</i> 속	96
(8) <i>Achillea</i> 속	97
(9) <i>Lactuca, Chysanthemum, Cichorium</i> 속	98
(10) <i>Helianthus</i> 속, <i>Cosmos</i> 속	99
3. 고품질 새싹채소의 생산기술 확립 - 적정 녹화처리 기간 구명	102
가. 실험목적	102
나. 실험재료	102
다. 실험방법	102
라. 실험결과	103
(1) <i>Aster</i> 속	103
(2) <i>Dendranthema</i> 속	104
(3) <i>Coreopsis</i> 속	106
(4) <i>Carpesium</i> 속	107
(5) <i>Matricaria, Arctium</i> 속	108
(6) <i>Saussurea</i> 속	109
(7) <i>Achillea</i> 속	109
4. 새싹채소의 저장방법 및 기간 구명	112
가. 실험목적	112
나. 실험재료	112
다. 실험방법	112
라. 실험결과	113
(1) <i>Aster</i> 속	113
(2) <i>Dendranthema</i> 속	116
(3) <i>Coreopsis</i> 속	118
(4) <i>Carpesium</i> 속	120
(5) <i>Matricaria</i> 속	121
(6) <i>Arctium</i> 속	122
(7) <i>Saussurea</i> 속	123
(8) <i>Achillea</i> 속	124
5. 녹화처리에 따른 국화과 새싹채소의 항산화 효과 변화	127
6. 국화과 새싹채소의 항산화 효과 탐색	135
7. 국화과 새싹채소와 어린잎채소의 항산화 효과 비교	142
8. 국화과 새싹채소와 성체의 항산화 효과 비교	146
제 3 절 국화과 식물의 성분 분석 및 생리활성 측정	154
1. 국화과 식물의 당 함량 분석	154
2. 국화과 식물의 항산화 효과 분석을 위한 적정 추출용매 구명	158
3. 가압열처리가 국화과 식물의 항산화 효과에 미치는 영향	163

4. 다양한 국화과 식물의 항산화 효과 탐색	168
5. 국화과 식물의 지질과산화 억제 활성	190
6. 국화과 식물의 항산화 효과 증가를 위한 적정 추출방법 개발	195
7. 국화과 식물의 항산화 효과 증가를 위한 적정 수확시기 구명	205
8. 기생초 꽃 분획물의 항산화 효과	210
9. 국화과 식물의 향기 분석	216
10. 국화과 식물 향기 추출물의 항산화 활성	221
11. Tyrosinase 억제활성 분석을 통한 국화과 식물의 미백활성	224
12. 국화과 식물의 항균 활성	226

제 4 절 국화과 식물을 이용한 건강 상품 개발 233

1. 재료 및 방법	233
가. 실험재료	233
나. 뒤음 국화차 제품 개발	233
다. 국화 환 제품 개발	240
라. 국화 캔디 제품 개발	244
마. 국화 분말차 제품 개발	248
2. 실험결과	253
가. 뒤음 국화차 제품 개발	253
나. 국화 환 제품 개발	276
다. 국화 캔디 제품 개발	280
라. 국화 분말차 제품 개발	287

제 5 절 경관조성 및 건강상품 소재 생산을 위한 재배작형 개발 299

1. 육묘기술 개발	299
가. 과종량 및 과종시기에 따른 뗏장형성	299
나. 육묘기간 및 플러그 셀크기에 따른 생장반응	311
다. 삼목시기에 따른 발근율 및 묘소질	323
라. 삼목용토에 따른 발근율과 묘소질	326
마. 삼목부위 및 발근촉진제 처리에 따른 묘소질	332
바. 생장조절제 처리에 의한 동지아 발생 유도	336
2. 품질 및 생산성 향상을 위한 재배작형 및 기술 개발	345
가. 재식거리에 따른 생장과 생산성	345
나. 삼목시기 및 적심에 의한 생장과 생산성	348
다. 예초시기 및 부위에 따른 생장 및 생산성	352
라. 차광정도가 생산성 및 품질에 미치는 영향	355

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 357

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획 359

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 366

제 7 장 참고문헌 369

제 1 장 연구개발과제의 개요

예로부터 국화과 식물은 꽃의 색이 다양하고 아름다우며, 늦여름 ~ 늦가을까지 오랜 기간 꽃이 피므로 관상용으로 많이 이용되었다. 또한, 감국, 구절초, 쑥, 쑥갓, 홍화, 썸바귀 등 다수의 국화과 식물들이 한방 또는 민간에서 약용으로 사용되었으며, 취나물, 썸바귀, 쑥 등 다양한 국화과 식물의 어린 잎 또는 성엽은 식용으로도 사용되어 왔다. 또한, 자생 국화는 물론 원예종의 국화(*Dendranthema grandiflourm* Kitamura)까지도 약용 또는 식용으로 이용하고 있다.

최근 소득 증가와 주 5일제 근무 등으로 여가 시간이 확대되어 주말시간을 활용한 여행 및 체험활동이 증가하고 있다. 따라서 관상용으로 즐겨 사용되는 국화과 식물들을 농촌 경관산업과 연관하여 관광자원으로서 활용할 필요가 있다. 따라서 이에 적합한 작물의 선발 및 재배법 개발이 필요하다.

또한 최근에는 건강에 대한 관심이 많아져 노화와 질병 예방 효과가 있는 기능성 천연식품의 수요가 확산되고 있다. 따라서 예로부터 약용소재로 이용되던 재배종 및 야생국화 등을 소재로 한 국화차 등을 개발하여 음용하고 시판하는 사례가 늘어나고 있다. 국화는 신농서(신농씨)에 ‘성품을 기르는 가장 좋은 약으로 능히 장수하고 몸을 가볍게 한다’ 라고 기록되어 있으며, 식품의약품안전청(KFDA)의 식품공전에 식품의 주재료로 사용할 수 있는 천연물질(天然物質)로 분류되어 있다. 이렇듯 국화과 식물은 약효가 우수하며, 식품으로써 안정성이 높다, 그러나, 산업화를 위해서는 국화차 전문용 품종의 육성, 재배작형의 개발, 우수한 맛을 갖는 다양한 형태의 국화차의 개발 또한 국화차의 효능과 품질평가기준 등이 마련되어야 할 것이다.

제 1 절 경관조성용 국화과 자원식물의 수집, 특성조사 및 선발

국화과 식물은 예로부터 약용 및 식용으로 많이 이용되어 오던 자생식물이며, 최근 국화과 식물의 다양한 건강 기능성 활성이 과학적인 방법으로 밝혀지면서 건강 기능성 식물로 각광받고 있다. 국화과는 현화식물 중 세계에 가장 넓게 분포하며 쌍자엽 식물 중에서 가장 진화된 식물분류군이다. 우리나라에는 10속 77속 316종의 국화과 식물이 분포하고 있는 것으로 알려져 있다(Lee, 2003). 국내 자생하는 국화과 식물은 산국, 감국, 구절초처럼 전국 산야에 널리 분포하는 것도 있지만, 단양쑥부쟁이처럼 산림청 멸종위기 특산식물로 지정된 것도 있다.

국화과 식물들을 경관농업에 이용하기 위해서는 관상가치가 우수하면서 재배가 용이하고 건강 기능성 활성이 우수하여 산업화가 가능한 소재여야 한다. 본 연구에서는 국내는 물론, 국외의 국화과 식물 중 관상가치가 우수하고 이용가치가 높을 것으로 예상되는 자원들을 한자리에 수집하여 특성평가를 한 후, 각각의 특성에 적합한 활용 방안을 개발하기 위하여 실시하였다.

제 2 절 새싹채소 상품화 기술 개발

최근 소득증가로 인하여 생활수준이 향상됨에 따라 육체적, 정신적 건강의 조화를 통해 행복한 삶을 추구하려는 사람들이 늘어나면서, 맛도 좋고 건강에 유익한 기능성식품 및 인체에 안전한 먹거리에 대한 관심이 높아졌다. 특히 새싹채소는 식감이 우수하고 섭취하기 편리하며

무농약 재배가 가능하고 비타민, 인, 철분 등 무기질의 함량이 높아 영양학적 가치가 높은 등 식품으로써 다양한 장점을 가지고 있어 최근 수요가 급속히 증가하였다.

새싹채소란 종자에서 싹을 틔워, 생육초기의 어린 순을 식용으로 하는 채소를 말한다. 새싹채소는 재배적인 측면에서 일반적인 엽채류에 비하여 생장이 빠르고, 생산량이 많은 장점이 있다. 또한, 단기간 재배가 가능하여 재배중 시비하거나 농약을 살포할 필요가 없으므로 친환경적인 농업이 가능하며, 농약살포에 따른 채소의 잔류 농약 및 과다시비로 인한 질소성분의 과잉축적으로부터 안전하다는 장점이 있다. 또한 식품으로서는 신선하고 부드러워 식미감이 좋은 장점이 있다.

우리나라에서는 예로부터 콩의 발아된 순을 이용한 콩나물, 녹두를 발아시킨 녹두나물, 무의 종자를 발아시킨 무순 등을 식용해 왔으며, 새싹채소가 각광받으면서 적채싹, 알팔파싹, 브로콜리싹 등 새로운 새싹채소가 등장하여 생식용으로 시판되고 있다. 보통 새싹채소는 나물로 무쳐먹거나 샐러드용으로 생식하였으나, 최근 관심이 높아지면서 비빔밥 및 덮밥의 주재료로 사용되기도 하며 찜밥, 월남쌈, 새싹말이, 초밥, 샌드위치 등의 부재료로 많이 사용되고 있다.

일반적으로 새싹채소는 수분함량이 90% 이상으로 에너지원으로서의 가치가 낮으나, 비타민 A와 C가 많이 들어있으며 칼슘이나 인, 철분과 같은 무기질의 함량이 비교적 높아 우수한 영양학적 가치를 지니고 있다(Park, 1989). 일반적으로 식물의 종자는 발아하는 순간부터 무수한 영양소 및 각종 성분 등 인체에 필요한 성분의 활성도가 증가된다(Choi 등, 1996). 새싹채소는 종자 또는 일반 채소보다 높은 비타민 등 기능성 물질을 함유하고 있는 것으로 알려져 있다. 무순, 콩나물, 해바라기싹 등의 새싹채소의 영양학적인 가치는 여러 차례 밝혀진 바가 있다(Rural Resources Development Institute, 2007; Han 등, 2003a; Chang, 1995; Lee, 1999).

콩의 경우는 발아되면서 향이 개선되고 소화율이 증진되며 phytic acid가 감소되어 무기질의 이용이 증가되며(Shin, 1998; Kim 등, 1984), 발아될 때 자엽에서 분해적인 대사(이화작용)가 주로 일어나고 배축에서는 합성적인 대사(동화작용)가 일어나 thiamin, riboflavin, ascorbic acid, carotene, retinol 등의 비타민과 섬유소의 함량도 증가하는 것으로 알려져 있다(Hofsten, 1979; Chen 등, 1975, Lee 등, 1996). 또한 유채의 종자 역시 발아함에 따라 비타민 C의 함량이 증가된다(Kim 등, 1997). 또한 최근 항산화, 항암 등 식품의 기능성 물질에 관한 관심이 높아지면서 새싹채소를 이용한 기능성 분석도 왕성하게 이루어지고 있다. 일반적으로 새싹채소가 일반채소에 비하여 단위당 기능성 물질의 함량이 높다는 것은 잘 알려져 있으며, 쓴메밀의 새싹채소는 보통 메밀에 비해 rutin 함량은 4.1배, quercetin 함량은 19배, chrologenic acid 함량은 5배가량 높았다(Yoon 등, 2006).

한편, 새싹의 성장시기에 따라 기능성 물질의 함유량도 달라지는데, 무순 추출물은 성장 초기인 4일과 성장 말기인 12일에서 SOD 유사활성 및 DPPH radical 소거능이 높았으며, 성장 중기인 8일에서는 SOD 유사활성 및 DPPH radical 소거능이 낮았다고 한다(Han 등, 2003b). 그러나 무순의 비타민 C의 함량은 성장 중기인 8일에서 가장 높게 나타났으며, 총 페놀의 함량 역시 성장 중기인 8일에서 가장 높게 나타났다(Han 등, 2003a). 콩나물은 무순과 동일하게

비타민 C의 함량이 재배초기에 증가하다가 그 이후에 감소한다고 한다(Song 등, 2000). 따라서 기능성 물질은 각각 최대 함량 및 활성을 나타내는 시기가 각각 다른 것으로 나타났다.

한편, 새싹채소를 유통하기 위해서는 녹화가 매우 중요한 요소가 되는데 새싹채소의 녹화 정도에 따른 영양성분 및 기능성 물질의 함량변화에 관한 연구논문은 적어 앞으로 녹화에 따른 영양성분 및 기능성 물질의 함량에 관한 연구도 꾸준히 이루어져야 할 것으로 생각된다.

새싹채소를 재배하는 방법은 기타 채소류의 재배보다 간편하다. 일반적으로 재배 과정은 파종-암상태 생육-녹화-수확 및 포장의 4단계로 나누어진다. 종자는 파종 전 28~30℃의 물에 4~5시간 침지 후 파종하는 것이 효율적이라고 알려져 있다. 또한 종자별로 적정 생육환경이 다르며, 배양온도에 따라 생장량이 각각 달라진다. 무와 알팔파는 20℃, 들깨는 25℃에서 각각 우수한 생육을 보이지만, 생육적온보다 낮은 온도에서는 생육이 억제되고, 생육적온보다 높은 온도에서는 배축(胚軸)이 가늘어져 수확량과 상품성이 낮아진다고 하였다(Seo, 2004). 또한 발아가 시작한 후 암상태에서 재배하는 것이 중요한 것으로 알려져 있는데 무, 적무, 적채, 브로콜리의 종자를 발아초기부터 광원을 주어 녹화와 함께 생육시킨 결과, 자연만 무성하게 커질 뿐 길이생장이 불량하여 상품가치가 떨어진다고 하였다(Jeong, 2007).

상품화된 새싹채소의 출하방법은 여러 가지가 있는데, 가장 보편적인 유통형태는 뿌리를 제거하여 PP나 PET상자 또는 스티로폼 지지대에 담아 랩으로 포장하여 판매하는 형태이다. 또한 PP 또는 PET 상자에서 처음부터 발아시켜 그대로 판매하기도 한다. 또한 일부 대형마트에서는 큰 통에 직접 재배한 후, 현장에서 직접 잘라 소비자에게 판매하고 있다. 유통조건은 25℃ 내외에서 재배하여 수확한 후, 10℃ 정도의 지하수로 세척하여 회전식 건조기에서 수분을 제거한 후, 3~4℃ 냉장고에서 보관(豫冷)하며, 실온에서 포장하고 10℃ 이하로 유지되는 냉장차를 이용하여 판매처로 이동시킨다. 판매처에서는 냉장 저장고(5~10℃) 또는 매대(10℃ 이하)에서 저장하여 판매하는 것으로 알려져 있다(Jeong, 2007).

일반적으로 채소류들은 유통 및 저장과정에서 시들음 등으로 인한 생체중 감소를 보이며, 일반적으로 엽채류의 유통 중 생체중 감소 허용범위는 3~5% 정도로 알려져 있다. 무, 적무, 적채, 브로콜리의 새싹을 대상으로 유통 중 생체중 감소를 조사한 결과 2℃에서는 8일 동안 1% 미만의 감소를 보였으며, 8℃에서는 5일 동안 1.2% 정도 감소하여 저장 중 생체중 감소에 의한 품질저하는 보이지 않는 것으로 나타났다(Jeong, 2007).

또한 최근에는 새싹채소의 기능성 물질의 함량증가 및 생육촉진을 위하여 재배단계에서 게르마늄(Kim 등, 2002) 또는 성장조절물질(Kang 등, 2004)의 처리를 하는 경우도 있다. 그 외 인삼 추출물(Choi 등, 2003), 산성 전해수(Yoon 등, 2004), 녹차(Kim 등, 2006) 등을 재배수로 이용하여 재배하는 방법도 고안되었다. 또한 광, 초음파 조사, UV 등을 이용하여 식물에 스트레스를 주어 2차 대사산물의 생합성을 촉진하는 방법도 개발되어 있다(Koh 등, 1999; Randhir 등, 2004). 따라서 앞으로 개발될 새싹채소들을 기능수를 이용한 재배 및 기타 처리방법을 통하여 생육을 촉진시키고, 새싹채소의 기능성 물질의 함량을 증가시켜 고기능성 제품을 개발할 수 있을 것으로 예상된다.

국내에서 새싹채소의 수요 및 관심도가 높은 수준에 이르렀으며 품질개선, 유통 및 재배방법 구축에 관한 꾸준한 연구가 이루어지고 있다. 그러나 현재 국내에 유통되고 있는 새싹채소는 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 우선 유통되는 종의 수가 적어 소비자의 선택 폭이 좁다. 콩나물, 무순, 알팔파 등 쉽게 판매되는 종을 제외한 다른 기능적 가치가 높은 새싹채소를 식용하기 위해서는 별도의 유통경로로 종자를 구입해 직접 재배해야 하는 단점이 있다. 국내에 유통되는 새싹채소의 종류가 적은 원인은 대부분 국내산이 아닌 저렴한 가격의 수입종자를 이용하여 상품화 하고 있기 때문이다. 이는 영양 및 기능적인 면을 고려하여 개발하기 보다는 값싸고 발아율이 높아 상업적으로 이윤이 많이 남는 종을 선별하여 판매하게 되기 때문으로 생각된다.

따라서 수입종자를 이용한 생산으로 인하여 외화유출의 문제가 있으며, 새싹채소의 수요가 높음에도 불구하고 국내 농가에서는 이와 관련한 소득을 창출하지 못하고 있다. 따라서 국내 농가에서 직접 활용가치가 높은 자원식물을 재배하여 새싹채소용 종자를 생산한다면, 1차적으로 식물의 잎이나 줄기를 이용하여 소득을 창출한 후 결실기의 종자를 수확하여 판매함으로써 이중의 수익을 올릴 수 있다. 또한 농촌에서 수확한 종자를 이용하여 직접 새싹채소를 재배한 후 출하하는 등 이차적인 부수입을 창출하여 농가소득을 증대시킬 수 있으며 수입대체 효과도 볼 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 국내 자생 및 도입종 국화과 식물의 적정 발아환경, 종자발아 기간 및 최고 종자 발아율을 구하여 단기간에 발아가 가능하고 발아세가 높은 종을 선발하였으며, 선발된 종자를 이용한 길이 신장실험을 통하여 상품성을 판단하였다. 연구를 통하여 개발된 방법으로 재배한 새싹채소를 녹화일수에 따른 생육 특성 및 항산화 활성 변화를 구명하여 출하적기를 구명하였다. 새싹채소의 효율적인 유통방법을 구축하기 위하여, 수확한 새싹채소를 포장방법 및 저장온도를 달리하여 저장한 후 수분변화와 갈변도 등을 조사하여 적절한 유통방법을 확립하였다. 따라서 새싹채소의 선발, 재배, 출하 및 유통에 관한 전반적인 생산 체계를 구축하였다. 또한, 본 연구에서 개발된 새싹채소와 시판중인 새싹채소와의 항산화 효과를 비교 분석하여 국화과 새싹채소의 건강 기능성 식품으로써의 상품 가치를 분석하였다.

제 3 절 국화과 식물의 기능성 분석

최근 서구화된 식생활과 영양 불균형 등으로 인해 각종 성인병과 암이 증가하면서 건강에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한, 높은 경제성장과 함께 생활수준이 향상되고, 의학 발달로 의하여 인간의 수명이 연장됨에 따라 건강하고 젊게 오래 사는 것에 관한 관심이 증가하였다. 따라서 건강보조제 및 건강 기능성 식품소재의 수요가 빠른 속도로 증가하고 있으며, 이에 따라 다양한 건강보조제들이 출시되고 있다. 또한, 합성물질의 부작용 등으로 인하여 안전성이 높은 천연물질에서 건강 기능성 소재를 개발하려는 연구가 왕성하게 이루어지고 있다. 따라서 일상 생활에서 자주 섭취하는 채소, 과일, 음료 등의 건강 기능성 활성화에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 식물 등 천연물의 건강기능성 활성을 연구하여 이를 식품, 의약품 및 미용소재

의 첨가제로써 개발하고자 하는 시도가 왕성하게 진행되고 있다.

지구상에서는 20만종 이상의 현화식물이 존재하고 있으며, 우리나라의 고등식물은 약 4,500여종으로 추정되고 있다(Editorial department of Dusan Dong-a, 2002). 산야에서 이용 가능한 약용식물은 약 900여종이 분포하는 것으로 알려져 있으며, 이 중 약 60여종은 농가에서 재배 생산되어지고 있다(Han 등, 2006). 그러나 아직까지 생리활성과 유효성분이 구명되지 않아 이용되지 않고 있는 자원이 상당히 존재한다.

인간은 호흡을 통해서 체내에 산소를 공급하고, 이 산소는 체내에서 유기물과 각종 산화반응을 일으키게 되는데, 이들 산화 반응은 에너지 생산 및 생명체가 필요로 하는 물질 생성을 위한 필수적인 반응이다. 즉 산소는 인간을 포함한 호기성 생물의 생존에 필요한 필수요소이다. 그러나 산소는 경우에 따라 반응성이 높은 활성산소라고 부르는 free radical로 변하기도 한다. 이처럼 활성이 강한 산소종을 활성산소(reactive oxygen Sample: ROS)라고 부르는데, 여기에는 superoxide anion radical, hydroxy radical, singlet oxygen, H₂O₂ 등이 있다. 이들은 생체 내 제거 기작에 의해 대부분 소멸이 되지만 활성산소가 다량으로 발생되거나 지속적으로 발생되면 항산화방어계와의 균형이 깨지며, 세포기능에 영향을 주는 등 노화의 원인 및 질병 등의 원인이 되고 있다(Mohd 등, 2002).

활성산소 등의 free radical은 쌍을 이루지 않은 1개의 전자만을 가진 원자 또는 원자단으로 정의된다. 이것의 수명은 굉장히 짧아서 정상적인 세포가 우리 몸에서 약 100초 이상 머무는데 반하여, 유해산소의 수명은 1백만~10억분의 1초에 지나지 않는다. 그러나 반응성이 아주 강하여 이들은 생체에 치명적인 산소독성을 일으키며, 세포막 분해, 단백질 분해, 지질 산화, DNA 변성 등을 초래하여 세포의 기능장애를 유발하고 암을 비롯한 뇌졸중, 파킨슨병 등의 뇌 질환과 심장질환, 동맥경화, 염증, 노화, 면역질환 등의 각종 질병을 일으키는 것으로 알려져 있다(Editorial department of Dusan Dong-a, 2002; Lee 등, 2005). 특히 생체막의 구성 성분인 불포화지방산을 공격하여 생성되는 과산화 지질의 축적은 생체기능의 저하나 노화 및 성인병을 유발하는 것으로 알려져 있다(Yu 등, 2004). 이처럼 활성산소가 인체 내에서 과산화 반응함으로써 생성된 산화물들이 각종 질병의 주요 원인으로 밝혀짐에 따라 최근 활성산소를 조절할 수 있는 항산화제에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한 식품의 미생물에 의한 부패와 변질을 방지할 목적으로 일부 식품에 인공합성 보존료를 첨가하고 있으나 최근 식품에 대한 건강 지향적인 욕구에 따라 화학적 합성 첨가물의 안정성이 문제시됨에 따라 합성 첨가물을 기피하는 현상이 강하게 일어나고 있다(Han 등, 2006).

최근 천연물을 중심으로 한 학문이 발전하면서 천연물이 가지는 2차 대사산물인 생리활성 물질에 대한 관심이 증대되고 있다. 생리활성물질은 매우 적은 양으로 현저한 활성을 나타내는 고부가가치의 물질로서 수많은 종류가 인류에 유용하게 이용되고 있으며, 또한 새로운 물질들이 연구에 의해 개발되고 있다.

항산화제는 일반적으로 천연항산화제와 합성항산화제로 구분된다. 천연 항산화제에는 ascorbic acid, carotenoid, tocopherol 등 여러 가지가 알려져 있다. 천연 항산화제는 인체에는 안전하나 단독으로 탁월한 효과를 나타내지 못하기 때문에 tocopherol 이외에는 거의 사용되지 않고 있다(Kim 등, 1995). 합성 항산화제는 페놀계, 아민계, 설파이드계 등으로 분류되어 있고, 대표적인 항산화제로는 butylated hydroxyanisole(BHA), butylated hydroxytoluene(BHT), ethyl protocatechuate(EP), nor-dihydro-guaiaretic acid(NDGA), thio dipropionic acid, tertiary butyl hydroquinone(TBHQ), propyl gallate(PG) 등이 있다(Song 등, 2003). 그러나 대부분의

식품, 의약품, 화장품 등에 페놀계 항산화제가 널리 사용되고 있다. 페놀계 합성항산화제로는 BHT와 BHA가 대표적인데, 이들은 우수한 항산화력과 저렴한 가격으로 경제성이 높아 널리 사용하고 있으나 다량 섭취 시 지질 변화 및 발암독성을 일으키므로 사용이 제한되고 있다 (Choi 등, 1992; Cha 등, 2005; Lee 등, 2005). 이러한 이유로 근래에는 안전하면서 항산화 효과가 뛰어난 천연 항산화제를 개발하기 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다.

폴리페놀은 많은 페놀기로 이루어진 화합물을 일컫는 말로서, shikimic acid 합성경로 또는 polyketide 합성경로를 거쳐 합성된 화합물 중에서 benzene기에 여러 개의 수산기가 결합되어 있는 모든 화합물을 총칭한다. 폴리페놀물질은 식물체 및 인체의 항산화 효과 및 방어기작 등의 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 페놀 화합물은 한 개 또는 두 개 이상의 수산기(hydroxyl group)로 치환된 방향족 환(aromatic ring)을 가지고 있는 물질로서 phenolic acid 및 coumarin 류(C_6-C_1 , C_6-C_3), flavonoid류($C_6-C_3-C_6$) 그리고 탄닌류로 나뉘며 그 구조에 따라 이화학적 성질 및 생리적 기능이 다르게 나타난다(Chi 등, 2005; Decker, 1995). 이러한 페놀물질은 식물체에 특수한 색깔을 부여하고 산화-환원 반응시 기질로 작용하며, 미생물의 공격을 막아 식물자체를 보호하는 동시에 식품 등에서 떫은 맛, 쓴맛과 같은 식물성 식품의 고유한 맛에 관계한다 (Shin, 1997).

Flavonoids는 $C_6-C_3-C_6$ 의 기본 골격을 가지는 페놀계 화합물의 총칭으로, 채소류와 유관속 식물의 꽃, 과실, 줄기, 뿌리 등 거의 모든 부위에 분포하고 있는 것으로 알려져 있다(Decker, 1995). Flavonoids는 지방질의 산화, 활성산소의 소거 및 산화적 스트레스를 막는 역할을 함으로 노화방지, 암 및 심장질환 등을 예방하거나 지연하는 효과를 나타낸다(Kim 등, 2005).

최근 자연주의와 자연성분을 선호하며 다양한 한방 및 천연원료로 한 화장품의 개발이 잇따르고 있다. 이러한 한방이나 천연물을 사용한 화장품은 장기간 사용하더라도 부작용이 없고, 효과가 지속적이며, 피부를 좋게 한다는 장점이 있다(Eom과 Kim, 2004). 사람 피부의 색조를 결정하는 주요한 인자인 melanin은 표피 기저층의 melanocyte라고 불리는 색소 세포내의 melanosome에서 생성된다. Melanin을 합성하는데 있어서의 시작은 아미노산의 일종인 tyrosine이다(Lee 등, 2003). Tyrosine은 melanin 세포내에서 tyrosinase에 의해 3,4-dihydroxy phenylalanine(DOPA)와 DOPA quinone으로 산화된다. 그 후 DOPA quinone이 DOPAchrome, 5,6-quinone으로의 중합에 의해 최종적으로 흑갈색의 melanin 색소를 생성하는 것으로 알려져 있다(Kim 등, 1997). 이러한 tyrosinase는 야채나 과일류 특히 감자의 갈변현상을 일으키는 효소로서, 피부에 암갈색의 색소물질을 침착시키는 원인이 되기도 한다.

본 연구에서는 국화과 식물 중에서 오래전부터 식용 또는 약용으로 이용되어 지고 있고 그 약리 효과에 대한 연구가 미미한 식물들에 대하여 항산화 효과 및 tyrosinase 억제 활성을 탐색하여 새로운 기능성 소재를 찾고자 실시하였다.

제 4 절 국화과 식물을 이용한 건강상품 개발

예로부터 많은 국화과 식물들이 민간에서 약용 및 식용으로 사용되어 왔으며 특히, 감국 (*Chrysanthemum indicum* L.) 및 구절초 [*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam]은 그 약효가 널리 알려져 여러 소재로서 다양하게 이용되어 왔다. 감국은 다년생 초본으로 우리나라에서는 중부 이남의 산간지역에 널리 분포하는 야생국화로 예로부터 국화주로 제조하여 궁중에서는 국화주로 마셔왔고 민가에서는 고혈압 환자들이 약술로 애용하여 왔다

(Han 등, 2005). 본초강목에는 감국을 장기간 복용하면 혈기에 좋고 몸을 가볍게 하며 위장을 평안케 하고 오장을 도우며 사지를 고르게 하며 감기, 두통, 현기증에 유효하다고 기록되어 있으며(Yoon 등, 2007), 한방에서는 꽃을 해열작용, 소염작용과 혈압강하 작용에 주로 사용하는 것으로 알려져 있다(Shin 등, 1992). 감국의 주요성분으로는 플라보노이드 화합물인 luteolin, apigenin 및 acacetin, sesquiterpene lacton 화합물인 cumambrin A 및 B, arteglinin A, angeloyljadin 등이 알려져 있으며(Ryu 등, 1994), luteolin에 대한 항염증 및 항암 활성(Yoshikawa 등, 2000), sesquiterpene lacton류 화합물에 대한 항균활성이 연구되었다(Mladenova 등, 1985). 구절초는 국화과에 속하는 식물로 꽃이 단아하고 아름다워 경관 조성용으로 널리 재배되고 있다. 생약의 전초는 구절초의 줄기와 잎을 말린 것을 말하며 예로부터 월경불순, 자궁냉증, 불임증, 위냉 등의 부인병과 치풍, 위장병 등에 사용되어왔다. 또한 최근에는 구절초의 ethylacetate, water 분획물에서 우수한 항산화 효과가 보고되었고, 물 추출물에서도 비듬균에 대한 항균활성이 보고된 바 있다. 또한, 쑥속(*Artemisia*)에 관한 연구가 많이 이루어져 있다. 쑥 추출물로부터 flavonoid 화합물의 분리·동정(Lee 등, 1999; Ryu와 Kang, 2004; Bang 등, 2005), 멜라닌 생성억제 효과(Kwak 등, 2001; Choi 등, 2006), 여러 계통의 쑥을 수집하여 항산화력이 우수한 계통을 선발하여(Choi 등, 2006) 보고된 바 있다. 그 외에 참취(Lee 등, 2001; Kim 등, 2000), 톱풀(Moon 등, 2000), 영경취(Lee 등, 2003), 산국(Han 등, 2003)개쑥부쟁이(Heo 등, 2005) 등의 국화과 식물에 대한 항산화 연구가 이루어져 있다. 이처럼 국화과 식물의 약리효과에 대한 연구가 주를 이루고 있는 반면, 가공에 대한 연구는 전통주 제조를 고려한 산국 꽃잎으로부터의 에탄올 추출물 획득 최적 조건과 그 이화학적 특성을 분석한 연구, 허브차로 이미 대중화 되어 있는 유럽의 캐모마일차와 국내산 국화차의 기호도와 관련된 향기 성분을 분석한 연구 등에 불과한 실정이다.

현재까지 연구되어 온 국화과 식물은 몇 가지 종에 집중되어 있고 대부분의 국화과 식물은 유용하지 않은 식물 또는 잡초 등으로 취급되어 소홀해진 경우가 많다. 따라서 본 연구에서 다양한 종류의 국화과 식물에 대한 성분 분석 및 기능성을 평가하고, 다양한 유형의 제품 개발 및 품질특성을 평가하여 국화과 식물의 식품학적 가치를 높임으로서 국화과 식물의 신수요 창출, 부가가치 향상 및 원예농가의 소득증대에 기여하고자 한다.

제 5 절 경관조성 및 건강상품 소재 생산을 위한 재배작형 개발

국화과 식물 중에서 절화 혹은 분화로 이용되는 대표적인 식물들은 국화(*Dendrathera grandiflorum* K.), 거베라(*Gerbera* spp.), 공작초(*Tagetes patula*), 솔리다스터(*Solidasta luteus*), 해바라기(*Helianthus annuus* L.), 과꽃(*Callistephus chinensis*) 등이 있다. 이 중 국화는 세계적으로 중요한 위치를 차지하는 화훼작물 중의 하나로서, 우리나라에서도 2004년에 766 ha의 재배면적을 가지고 있는 장미 다음으로 재배면적이 가장 넓다(농림부, 2006). 국화는 품종이 다양하므로, 각 품종별로 세부적인 재배작형이 개발되어 있지만, 대부분 절화용 판매를 위해 집약재배를 하기 때문에 노지재배보다는 축성재배, 초축성재배 또는 억제재배 등을 많이 하고 있다. 국화의 모종은 모주 또는 동지아로부터 삽목을 실시하거나 노지에 직삽재배하여 모종을 생산하고 있으며(농진청 고령지농업시험장, 2001), 야생화인 구절초, 개미취와 쑥부쟁이는 주로 삽목, 분주, 실생번식을 통하여 모종을 생산한다(농촌진흥청, 2003; 김 등, 1999). 그러나 국화과의 다양한 식물종들이 관상가치 및 약효가 우수하여 재배 가치가 높음에도 불구하고 재

배 작형에 관한 연구는 매우 미흡하다. 지금까지 수행된 국화과 식물의 재배 작형 연구를 살펴 보면, 원예연구소에서 주요 절화품목인 국화에 관한 번식과 재배기술을 연구하였으며(원예연, 2006), Hong과 Han(1987)이 국화과 4종에 대해 과종실험을 보고한 바 있다. 이처럼 국화과 식물의 재배 작형에 관한 연구가 미흡할 뿐 아니라, 국화에 집중되어 있으므로 기능성이 높고 경관농업에 적용할 수 있는 다른 유망 국화과 식물에 대해서는 번식방법 및 재배기술에 관한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 구절초, 감국 등 관상가치가 높으면서, 예로부터 식·약용 소재로 이용하던 국화과 식물들의 모종 생산과 재배에 관한 구체적인 방법을 제시하기 위하여 시행하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

1. 세계적 수준

차(茶) 소비가 많은 것으로 알려진 유럽, 중국, 일본에서는 잎차, 꽃차, 분말차 등 다양한 형태로 유통되고 있으며, 숙면유도, 심신의 안정, 감기 예방, 항산화 활성 등 다양한 식물의 기능성을 더한 기능성 차(茶) 제품들이 새로운 흐름으로 자리하고 있다.

개념정립 단계		기업화 단계	○	기술 안정화 단계	
---------	--	--------	---	-----------	--

2. 국내수준

식물의 잎, 꽃, 줄기, 뿌리 등 다양한 부위를 이용한 차(茶)는 항암효과를 비롯하여 항산화 효과, 항돌연변이효과, 혈중 콜레스테롤 및 지방저하 효과, 통풍예방 효과, 항십이지장궤양 등의 다양한 생리활성을 나타낸다고 보고되고 있다. 이와 같이 다양한 효능을 나타내는 대표적인 차로는 녹차, 홍차, 감잎차, 솔잎차 등이 알려져 있는데, 그 중 녹차와 홍차의 폴리페놀은 매우 높은 항산화력을 나타내는 것으로 알려져 있으며, 이는 항암효과와 밀접한 관련이 있는 것으로 추정되고 있다. 또한 녹차추출물은 뇌손상시 허혈 및 재관류시 생성되는 산소유리기 생성 및 염증매개물의 생성, 유리를 억제시킴으로써 세포사를 방지하고, 결국 혈성 뇌손상을 억제하여 치료제로서의 가능성이 제시되고 있는 실정이다. 또한 감잎은 astagalin, myricitrin과 같은 플라보노이드 배당체, polyphenol류, tannin, betulic acid, ursolic acid와 같은 유기산 및 엽록소가 있고, 비타민 C, carotene이 풍부하고, 비타민 B1, 엽산, 판토텐산 등의 다양한 성분을 함유하고 있어, 이를 이용한 angiotensin-converting enzyme 활성 저해 작용, 메탄올추출물 및 hexane 분획의 항변이원성, 함암효과 등의 다양한 생리적 기능에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

최근에는 소득 증가로 인하여 기호성 식품의 판매가 늘어나고 있으며, 소비자의 다양한 욕구를 충족시키기 위하여 새로운 차들이 많이 개발되고 있다. 특히, 맛이 좋을 뿐 아니라 건강 기능성 활성이 우수한 기능성 다류 개발이 왕성하게 진행되고 있다. 따라서 기존에 알려져 있는 전통차의 효능 개발에 대한 연구가 진행되고 있는 동시에 새로운 생리활성을 갖고 있는 천연 농산물을 탐색하여 상품화하려는 많은 연구가 진행되고 있다.

3. 국내·외의 연구현황

연구수행 기관	연구개발의 내용	연구개발성과의 활용현황
(주)엔바이오 테크놀러지	국화 추출물을 이용한 기능성 스트레스 해소 음료 : 국화(chrysanthemum)의 에탄올 추출물을 주재로 하고, 여기에 대두배아(soybean germ)와 죽순(bamboo shoots) 등의 12종의 식품성분을 혼합하여 제조된 것으로서 본 스트레스 해소음료는 동물실험결과 성인병의 원인물질로 알려진 중성지방과 LDL-콜레스테롤을 유의적으로 억제하고 성인병을 예방하는 HDL-콜레스테롤의 함량이 증가	노화를 촉진하는 슈퍼옥시드 라디칼(O ₂ ⁻) 및 히드록시 라디칼(·OH) 등의 활성산소의 생성을 억제하며, 활성산소의 제거효소 중에서 카탈라아제(catalase)의 활성을 효과적으로 증가 - 상품화
(주)명설차	감국을 주재로 하는 녹국향차 제조 방법 : 녹국향차는 정선된 감국을 열기를 갖는 소금물에 30-40초간 침지시키고 30℃이상의 온도에서 12-14시간 밀봉 건조시켜 건조된 감국화와 증제된 녹차 잎을 혼합하여 48-50시간 5℃이내에서 밀봉교반	국화의 향과 맛을 녹차와 함께 음용할 수 있어 새로운 맛을 요구하는 현대인들의 입맛을 충족시킬 뿐만 아니라, 두통, 풍열 및 간장보호 등의 피로를 해소하는 등에 효과가 있어 사용자로 하여금 사용상 효율성을 극대화 - 상품화

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 경관조성용 국화과 자원식물의 수집과 특성 조사

1. 국화과 자원식물의 수집 및 재배

국화과 식물은 쌍자엽식물 중 가장 진화가 많이 진행된 식물로서 전 세계적으로 많은 종들이 분포한다고 알려져 있다. 우리나라에는 10속 77속 316종이 분포한다고 알려져 있으며 (Lee, 2003), 전국의 산야에서 가을철을 대표하는 식물이다. 본 연구를 위해 전국 각지에 자생하고 있는 국화과 식물들을 수집하고자 많은 노력을 들여 89종 762계통(미분류 4종 4계통 포함)을 수집하였다(Table 1-1).

Table 1-1. 국내외에서 수집된 국화과 식물들

Tribe	Generic name	Korean name of major collection	Collected speices	No. of collected lines
Anthemideae (국화족)	<i>Achillea</i>	톱풀, 붉은톱풀	1 sp. 2 subsp.	5
	<i>Artemisia</i>	참쑥, 큰비쑥, 더위지기	3 sp.	3
	<i>Chrysanthemum</i>	국화, 일본국화(해변국화), 제충국	3 sp.	9
	<i>Dendranthema</i>	산국, 감국, 구절초	5 sp.	634
	<i>Matricaria</i>	카밀레	1 sp.	1
Inuleae (금불초족)	<i>Carpesium</i>	담배풀	1 sp.	1
	<i>Inula</i>	금불초, 목향	2 sp.	2
Ambrosieae (돼지풀족)	<i>Crepidiastrum</i>	고들빼기, 갯고들빼기	2 sp.	2
	<i>Hieracium</i>	조밥나물	1 sp.	1
	<i>Hololeion</i>	깨묵	1 sp.	1
	<i>Ixeris</i>	좁쌀바귀	1 sp.	1
	<i>Lactuca</i>	용설채, 왕고들빼기	1 sp.	2
	<i>Sonchus</i>	사데풀	1 sp.	1
	<i>Taraxacum</i>	민들레, 서양민들레 등	3 sp.	3
Eupatorieae (등골나물족)	<i>Eupatorium</i>	등골나물	1 sp.	1
Mutisieae (솜나물족)	<i>Ainsliaea</i>	단풍취	1 sp.	1
Senecioneae (솜방망이족)	<i>Emilia</i>	불꽃솜바귀	1 sp.	1
	<i>Farfugium</i>	털머위	1 sp.	2
	<i>Ligularia</i>	갯취, 곰취, 곤달비	3 sp.	13
	<i>Parasenecio</i>	병풍쌈	1 sp.	1
	<i>Petasites</i>	머위	1 sp.	1
	<i>Senecio</i>	쑥방망이	1 sp.	1
	<i>Syneilesis</i>	우산나물	1 sp.	1
	<i>Tephrosieris</i>	산솜방망이, 참솜방망이	2 sp.	2
Astereae (쑥부쟁이족)	<i>Aster</i>	까실쑥부쟁이, 가새쑥부쟁이, 개미취 등	20 sp.	36
	<i>Solidago</i>	미역취, 미국미역취 등	3 sp. 1 subsp.	4

Table 1-1. 계속

Tribe	Generic name	Korean name of major collection	Collected speices	No. of collected lines
Cynareae (영경귀족)	<i>Arctium</i>	우엉	1 sp.	1
	<i>Atractylodes</i>	삼주	1 sp.	2
	<i>Carthamus</i>	잇꽃	1 sp.	1
	<i>Cirsium</i>	영경귀, 고려영경귀 등	4 sp.	7
	<i>Echinops</i>	절굿대	1 sp.	1
	<i>Rhaponticum</i>	삐죽채	1 sp.	1
	<i>Saussurea</i>	분취, 은분취, 각시취	3 sp.	4
	<i>Serratula</i>	산비장이	1 sp.	1
	<i>Synurus</i>	수리취	1 sp.	1
Heliantheae (해바라기족)	<i>Adenocaulon</i>	멸가치	1 sp.	1
	<i>Coreopsis</i>	금계국, 기생초 등	3 sp.	3
	<i>Cosmos</i>	코스모스	1 sp.	1
	<i>Helianthus</i>	해바라기, 똥단지	2 sp.	2
	<i>Rudbeckia</i>	삼잎국화	1 sp.	1
	<i>Wedelia</i>	갯금불초	1 sp.	1
	미분류	<i>Echinacea</i>	에키나시아	1 sp.
<i>Matricaria</i>		저먼캐모마일	1 sp.	1
		갯국	1 sp.	1
		마가렛트	1 sp.	1
Total			89 species	762 lines

수집한 국화과 식물들은 자생지에서 직접 채취하거나, 야생화 재배농가 등으로부터 자생지 정보가 확실한 것들을 위주로 수집하였다. 연구기간 중 중국(백두산 등지), 몽고 등 국외 지역에서도 관상 가치가 우수한 종들을 수집하였다. 이렇게 수집된 식물들은 보존포에 식재하여 일반적인 경종관리를 해주었다(Fig. 1-1). 또한 삼목 및 종자번식을 통하여 개체를 증식하여 다시 식재하여 그 수를 일정량 확보하였다.

수집된 식물들 중 관상 가치가 높으며, 건강 기능성 활성이 높을 것으로 기대되는 식물들은 다음과 같다. 국화속에 속한 식물들 중 국내에서는 톱풀, 붉은톱풀, 산국, 구절초, 포천구절초, 한라구절초, 낙동구절초, 울릉국화 등을 수집하였으며, 일본으로부터 해변국화, 감국, 갯국 등을, 중국으로부터 황국, 감국 등의 종자를 수집하였다. 솜방망이족에는 곶취, 곤달비, 머위, 갯취 등을 수집하였는데, 백두산 등지로부터 병풍삼도 수집하였다. 쑥부장이족에 속하는 식물들은 쑥부쟁이, 까실쑥부쟁이, 단양쑥부쟁이, 눈개쑥부쟁이, 갯쑥부쟁이, 가새쑥부쟁이, 개쑥부쟁이, 미국쑥부쟁이, 왕갯쑥부쟁이, 개미취, 벌개미취, 갯개미취, 참취, 미역취, 울릉미역취 등을 수집하였는데, 일본으로부터 까실쑥부쟁이를 수집하였다. 영경귀족에는 삼주, 영경귀, 절굿대, 삐죽채, 분취, 각시취, 산비장이, 수리취 등을 수집하였는데, 강원지역에서 고려영경귀(곤드래), 울릉도에서 물영경귀(섬영경귀)를 수집하였다. 이 외에도 중국으로부터 제충국을 수집하는 등 9속 89종 762계통을 수집하였다.



D. zawadskii var.
zawadskii
(Youngwoel)



D. zawadskii var.
latilobum
(Youngwoel)



D. zawadskii var.
latilobum
(Kyungnam)



D. zawadskii var.
yezoense
(Wando)



D. sichotense
(Mt. Baekdu)



D. zawadskii var.
zawadskii
(Mt. Seolak)



Dendranthema
zawadskii var.
leiophyllum
(Kwangwon)



D. zawadskii var.
lucidum
(Ulleung)



D. zawadskii var.
tenuisectum
(Hantan river)



Dendranthema
zawadskii var. *latilobum*
(Jeju)

Fig. 1-1. 수집종 중 주요 *Dendranthema* 속 식물들

2. 특성 평가

가. 수집종의 생육특성 평가

(1) 실험재료

수집된 종들의 초형, 개화시기, 화색 등 경관조성용 주요 형질에 대해 알아볼 목적으로 실시하였다. 사용된 재료는 국화과 24종 369계통으로서 Table 1-2와 같다. 감국과 구절초가 가장 많아서 각각 131계통, 198계통이었고 톱풀 4계통, 해국 4계통, 산국 4계통, 까실쑥부쟁이 2계통, 쑥부쟁이 2계통, 울릉미역취 2계통, 눈개쑥부쟁이 2계통, 금계국 2계통, 한라구절초 2계통, 산비장이 2계통, 좀개미취 2계통, 애기개미취 2계통, 쑥방망이, 조밥나물, 참취, 좀미역취, 빗자루국화, 깨묵, 금불초, 가새쑥부쟁이, 섬쑥부쟁이, 울릉국화 각각 1계통이었다.

Table 1-2. 특성평가에 사용된 식물들

Scientific name	Korean name	Lines
<i>Achillea sibirica</i>	톱풀	4
<i>Aster ageratoides</i>	까실쑥부쟁이	2
<i>Aster glehni</i>	섬쑥부쟁이	1
<i>Aster hayatae</i>	눈개쑥부쟁이	2
<i>Aster incisus</i>	가새쑥부쟁이	1
<i>Aster maackii</i>	좀개미취	2
<i>Aster scaber</i>	참취	1
<i>Aster spathulifolius</i>	해국	4
<i>Aster subulatus</i>	빗자루국화	1
<i>Aster tataricus</i>	애기개미취	2
<i>Aster yomena</i>	쑥부쟁이	2
<i>Chrysanthemum boreale</i>	산국	4
<i>Chrysanthemum indicum</i>	감국	131
<i>Chrysanthemum sibiricum</i>	구절초	198
<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>coreanum</i>	한라구절초	2
<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	울릉국화	1
<i>Coreopsis drummondii</i>	금계국	2
<i>Hieracium umbellatum</i>	조밥나물	1
<i>Hololeion maximowiczii</i>	깨묵	1
<i>Inula britannica</i> var. <i>chinensis</i>	금불초	1
<i>Senecio argunensis</i>	쑥방망이	1
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i>	산비장이	2
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>	좀미역취	1
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>gigantea</i>	울릉미역취	2
Total	24 species	369 lines

(2) 재배장소 및 조사방법

전국에서 수집한 국화과 식물을 삼목 또는 플러그육묘를 통해 영양번식개체를 2006년 5월, 2007년 5월, 2008년 4~6월에 충북 청원군 남이면 적북리 소재의 노지포장에 정식하였다. 정식 시 최소 5개체 이상, 10~20개체 수준으로 단구법으로 식재한 후 일반적인 경종방법에 따라 생육시켰다.

조사항목으로는 개화시기, 생육특성, 개화특성을 조사하였는데 그 중 개화시기는 369 종 및 계통을 전수 조사하였다. 생육 및 개화특성은 131 종 및 계통을 선별하여 조사하였다. 생육 특성은 초장, 초폭, 경경, 엽수, 엽장, 엽폭, 분지수, 분지장, 생체중(줄기, 잎)을 조사하였다. 개화특성은 화색, 화폭, 소화경수, 소화경장, 소화수, 생체중(꽃)을 조사 하였다.

(3) 특성평가

(가) 수집종의 개화시기 및 화색

개화기를 기준으로 수집된 국화과 식물들을 조사한 결과 크게 3개의 군으로, 각각 8월, 9월, 10월 개화종으로 분류되었다(Table 1-3). 8월 개화종은 단양쑥부쟁이, 조밥나물, 구절초, 울릉국화, 쑥부쟁이, 쑥방망이, 애기개미취 등 4.7%가 해당되었다. 9월 개화종은 톱풀, 쑥부쟁이, 구절초, 까실쑥부쟁이, 섬쑥부쟁이, 미국쑥부쟁이, 울릉미역취, 참취, 감국, 계목, 산국, 한라구절초, 가새쑥부쟁이, 개미취, 눈개쑥부쟁이, 좁개미취, 좁미역취, 해국가 속하였으며 61.2%가 속하였다. 10월 개화종은 감국, 산국이 집중되었는데, 일부 해국, 구절초, 개미취도 포함되어 21.6%였다. 그 외 당년도에 개화하지 않는 종이 12.4%였다. 또한 이들은 개화시 화색도 다양하였는데, 흰색(41.8%), 노랑색(27.7%), 분홍색(19.1%), 자주색(7.8%), 빨강색(0.7%)로 관찰되었다.

Table 1-3. 개화시기를 기준으로 한 국화과 식물들의 분류

Month	White	Yellow	Pink	Purple
August	<i>A. yomena</i> 1 line, <i>C. sibiricum</i> 9 lines, <i>C. zawadskii</i> 1 line	<i>H. umbellatum</i> 1 line	<i>C. Sibiricum</i> 3 lines	<i>A. altaicus</i> var. <i>uchiyamae</i> 1 line, <i>A. tataricus</i> var. <i>linor</i> 1 line, <i>S. argunensis</i> 1 line
September	<i>A. ageratoides</i> 2 lines, <i>A. Glehni</i> 1 line, <i>A. pilosus</i> 1 line, <i>A. scaber</i> 1 line, <i>A. sibirica</i> 1 line, <i>A. subulatus</i> 1 line, <i>C. indicum</i> 13 lines, <i>C. sibiricum</i> 36 lines, <i>S. virga-aurea</i> var. <i>gigantea</i> 1 line	<i>C. boreale</i> 1 line, <i>C. Indicum</i> 7 lines, <i>H. maximowiczii</i> 1 line	<i>C. Indicum</i> 4 lines, <i>C. sibiricum</i> 9 lines, <i>C. zawadskii</i> var. <i>coreanum</i> 2 lines	<i>A. ageratoides</i> 1 line, <i>A. hayatae</i> 1 line, <i>A. incisus</i> 1 line, <i>A. maackii</i> 2 lines, <i>A. spathulifolius</i> 2 lines, <i>A. tataricus</i> 1 line, <i>A. tataricus</i> 1 line, <i>A. yomena</i> 1 line, <i>S. virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i> 1 line
October	<i>A. ageratoides</i> 1 line, <i>C. Indicum</i> 25 lines, <i>C. sibiricum</i> 3 lines	<i>C. Boreale</i> 3 lines, <i>C. Indicum</i> 18 lines	<i>C. Indicum</i> 7 lines, <i>C. sibiricum</i> 4 lines	<i>A. spathulifolius</i> 1 line, <i>A. tataricus</i> 1 line

(나) 생육특성

131 종 및 계통의 국화과 식물을 대상으로 농업경관산업 및 가공의 목적으로 우수한 개체를 선발하기 위해 생육특성을 조사하였다. 산국(*Dendranthema boreale* (Makino) Ling ex Kitam.) 계통은 7계통을 조사하였는데, 평균 초장은 70.1 cm로 나타났으며, 59.5~88.8 cm의 범위로 나타나 계통 간 초장의 차이는 크지 않았다(Table 1-4). 또한 7계통의 평균 초폭은 28.2 cm로 나타났는데, 초폭 또한 계통 간에 큰 차이가 나지 않았다. 줄기 굵기, 엽장, 엽폭, 엽수도 계통 간에 차이가 크지 않았다. 그러나 분지수는 계통에 따라 차이가 컸으며, 최대 21.6개에서부터 최소 3개로 나타났다.

Table 1-4. 산국[*Dendranthema boreale* (Makino) Ling ex Kitam.] 7계통의 생육특성

Species	Lines	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	No. of branching	Branch length (cm)
<i>D. boreale</i>	산국-02	78.3	31.9	4.7	6	3.6	42.8	21.6	-
	산국-03	61.6	30	3.8	5.1	3.7	42.6	5.8	-
	산국-04	88.8	28.9	4.5	4.1	3	56.2	13.6	-
	산국-05	59.5	35.7	3.9	4.6	3.2	44.8	7.8	-
	산국-07	70.9	25	4.3	4.3	3.4	46.6	7.4	-
	산국-08	60.8	21.6	3.8	4.4	2.3	47.6	4	-
	산국-12	70.5	24.3	3.1	4.7	2.5	39.4	3	-
Mean		70.1	28.2	4.0	4.7	3.1	45.7	9.0	

감국 [*Dendranthema indicum* (L.) DesMoul.]은 78계통을 조사하였는데, 초장은 평균 68.3 cm였으며 20.1~150.6cm로 나타나 계통 간에 차이가 큰 것으로 나타났다(Table 1-5). 그 중 100cm가 넘는 계통들은 감국-011, 감국-070, 감국-047, 감국-261으로 4계통이었다. 초폭은 계통에 따라 5.6 ~ 46.3cm로 나타났으며, 평균은 28.3 cm였다. 줄기의 굵기는 평균 5.6 cm로 나타났는데 최대 9.6 cm를 보이는 계통도 있었다. 그러나 엽장과 엽폭은 계통에 따른 차이가 적게 나타났으며, 각각 평균이 4.9, 2.7cm였다. 78계통의 감국 중 엽수가 많은 계통은 114.6매에 이르렀으나 가장 적은 계통은 27매 밖에 되지 않았으며, 분지수도 10개 이상인 것이 16계통이었지만 5개 미만인 것도 18계통에 이르렀다. 따라서 감국은 계통에 따라 초장, 초폭, 엽수, 분지수의 차이는 심하지만, 엽장과 엽폭은 비교적 균일하다는 것을 알 수 있었다.

Table 1-5. 감국[*Dendranthema indicum* (L.) DesMoul.] 78계통의 생육특성

Species	Lines	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	No. of branching	Branch length (cm)
<i>D. indicum</i>	감국-003	61.7	24.2	3.5	3.6	1.9	51.2	4	15.5
	감국-007	76.2	45.9	5.9	3.9	1.8	59.7	7.5	52.2
	감국-011	105.4	33.1	6.2	7.2	2.9	83.4	8	46.1
	감국-027	88.1	34.3	7.3	4.4	2.4	65.4	9	-
	감국-028	55.6	21.3	4.2	3.2	2	46.4	4.4	-
	감국-029	64	20.7	5	4.9	2.7	64.2	2.4	-
	감국-030	67.3	39.3	6.7	5	2.6	63.2	16	42.3
	감국-031	58.7	34.3	5.3	5.2	2.4	57	9.6	36.2
	감국-032	69.1	30.9	5.7	5.8	2.5	79.6	8.2	30.3
	감국-033	92.9	39.2	7.8	4.1	2.5	66.4	5.4	-
	감국-034	45.5	38.9	5.5	5.4	2.8	40.4	3.6	-
	감국-036	66.6	27.5	6.4	5.4	2.3	66	10.8	-
	감국-038	66.2	40.2	5.8	4.5	2.7	66	6.8	42.6
	감국-040	56.7	23.4	4	4.7	2.9	43.2	3.6	-
	감국-047	116.3	35.6	9.6	5.6	1.7	105.8	13.4	87
	감국-053	64.5	30.2	5.5	4.6	2.8	57.4	4.6	35.8
	감국-054	85.9	26	6.8	4.2	1.7	59.2	8.2	52.6
	감국-059	80.8	13.7	4.7	7.7	3.1	46.6	8.4	64.2
	감국-060	58.5	52.4	5.7	4.5	1.5	60.4	7.8	-
	감국-063	59.1	20.6	4.9	4.6	2.8	65.4	9	-
	감국-064	83.5	30	7.5	2.9	1.7	60.2	5.6	-
	감국-065	98	21.8	8.9	5.5	1.8	103.2	10.4	65.4
	감국-066	80.8	36.4	3.7	4.5	2.4	66.8	4.6	37.8
	감국-067	92.4	18.2	5	4.3	2.2	69.6	6.2	48.1
	감국-069	91.1	29.5	6.9	4.3	1.8	67	6.6	53.6
	감국-070	114.4	23.7	8.6	5.6	2.1	114.6	8.6	72.2
	감국-073	80.2	45	8.3	5.8	2.2	67.8	15.6	63.7
	감국-079	78.6	28.2	6.7	5.3	3.3	53	11.6	53
	감국-085	59.5	42.8	6.5	4.5	1.7	59.2	16.4	46.7
	감국-087	58.5	7.6	4.2	6.6	3.8	64.8	5.6	20.2
	감국-093	67.5	35.4	6.9	7.4	4.2	60.4	6.2	46.9
	감국-095	46.5	21.4	5.9	6.4	3.1	49	13.4	28.2
	감국-097	60.7	25.7	7.8	5.1	2.9	72.2	8	39.5
	감국-100	94	42.5	8	5.1	3	66.5	16	41.8
	감국-111	72.6	19.5	4.6	5.5	3	65.2	4.2	-
	감국-112	49.9	17.9	5.9	7	3.2	70.2	19	18.2
	감국-113	66.4	32.7	3.6	5.9	3.3	48.2	4.6	-
	감국-115	73	17.8	4.1	5.4	2.9	58.2	1.4	-
	감국-126	70.4	28.8	3.9	4.7	3.4	49.6	4.6	2.8
	감국-129	28.6	5.2	2.4	4.1	2.8	27	1	1.7
	감국-140	67.1	31.7	4.1	5.7	3.6	48.6	5.2	-
	감국-144	75.5	34	5.7	5.4	3.4	48.2	7	-
	감국-147	65.5	33.4	4	3.7	2.1	46.8	6	-
	감국-149	70	29.8	5	5.5	3.4	54.6	2.4	-
	감국-153	72.2	27.6	4.4	4.3	3	41.2	6.4	-

Table 1-5. 계속

Species	Lines	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	No. of branching	Branch length (cm)
<i>D. indicum</i>	감국-154	70.1	23.5	6.8	4.9	2.5	54.2	6	-
	감국-155	56.3	16.4	4.1	4.3	2.3	45.8	6.4	-
	감국-156	73	32.2	5.5	2.6	1.6	59.6	7.4	-
	감국-157	53.5	29.3	4.5	3.8	2.4	43.3	5.3	-
	감국-164	96.7	36.3	5.1	4.6	2.3	53	11.8	-
	감국-173	48.9	16.2	6.8	4.1	2.8	38.2	7	-
	감국-179	60.4	22.5	5.3	4.6	2.4	51.2	9	-
	감국-180	94.4	42.2	3.5	3.4	2	47.4	5.8	-
	감국-181	45.3	13.6	2.9	5.2	3.1	33	2.3	-
	감국-183	44.2	22.7	3.4	4.2	2.4	41.6	8.4	-
	감국-184	58.9	20.5	4.6	5.5	3.6	40.8	5.4	-
	감국-185	85.3	40.3	4.9	4.2	2.7	54.2	5.4	-
	감국-193	52.2	23.5	5.5	5.3	2.4	38.2	7.8	-
	감국-194	64.2	36.6	6.5	3.6	2.3	38	16.4	-
	감국-195	37.1	19.7	5	5.1	3.1	45.4	3.2	-
	감국-208	20.1	18.4	4.5	3.9	2.7	30.4	2.2	-
	감국-221	61.8	39.9	7.6	4.7	2.5	54.6	9	-
	감국-222	55.7	28.7	5.3	6.1	3.3	47	8.2	-
	감국-230	56.1	27.4	7.7	4.5	2.3	80.2	8	-
	감국-239	76.2	29.9	5.4	5.2	3.1	55.2	10.8	-
	감국-241	56.7	6.1	2.8	2.8	1.6	33.2	3.4	-
	감국-245	75.8	20.1	4.2	6.4	4.7	37	11	-
	감국-249	87.6	41.3	8.6	5.1	3.4	60	17.4	-
	감국-259	84.5	42.7	7.7	5.3	3	61.4	14.2	-
	감국-261	150.6	31.5	5.6	3.4	2.4	43.2	7.8	-
	감국-263	69.3	22.4	4.3	5.5	3.4	41.4	7.6	-
	감국-266	34.5	20.5	4.5	5.3	3.2	47.8	3.8	-
	감국-267	31	15.7	3.2	5.9	3.8	22.2	8.6	-
	감국-268	72.5	46.3	7.6	4.9	2.9	46.2	8.4	-
	감국-270	27.6	23	5.1	4.5	2.5	35.6	5.8	-
감국-271	63.1	20.3	4.3	5.5	3.6	42.2	6.4	-	
감국-273	67.1	31.4	6.6	5.1	3	50.6	7	-	
감국-274	42.4	29.3	4.5	5.2	2.9	48.6	20.8	-	
Mean		68.3	28.3	5.6	4.9	2.7	54.4	7.8	14.7

구절초 [*Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam.] 35계통의 생육을 조사한 결과는 Table 1-6과 같다. 구절초 계통들은 초장이 평균 76.0cm로 나타나고 최소 40.9cm, 최대 114.4cm로 나타나 감국에 비해 전반적으로 초장이 좀 더 큰 편이었다. 그렇지만 최대초장은 감국에 비해 분산정도가 좁게 나타났다. 초장이 100cm가 넘는 계통들은 구절-141(108.8cm), 구절-149(106.6cm), 구절-166(114.4cm), 구절-194(101.3cm), 구절-325(102.8cm)로 관찰되었다. 구절초의 평균 초폭은 31.2cm로 감국에 비해 넓게 나타나 전체적으로 감국에 비해 키가 크고 초폭이 넓은 초형을 보였다. 줄기의 굵기는 5.8cm로 나타나 전반적으로 큰 차이는 없었다. 엽장은 평균 5.7cm로 나타났으나 최대 10.6cm를 가진 계통이 보여 엽장의 변이

는 큰 편이었다. 또한 엽폭도 1.9 ~ 5.1cm로 나타나 변이가 심한 편이었다. 특히 구절초 계통들은 분지수에서 계통별 차이가 컸었는데 10개 이상인 것은 12계통이었으며, 구절-049(10.4개), 구절-161(15.8개), 구절-166(11개), 구절-184(15.5개), 구절-193(15.4개), 구절-194(35개), 구절-200(15.8개), 구절-211(32개), 구절-212(20.2개), 구절-226(12.4개), 구절-264(12개), 구절-337(11개)가 이에 속하였다. 또한 분지가 10개 이상된 계통들의 분지장은 평균 52cm로 나타나 구절초 수집계통 중에는 분지도 많이 되면서 분지장도 길게 자라 조경용 및 경관농업에 이용될 가능성이 높은 계통들이 많이 보였다.

Table 1-6. 구절초 [*Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam.] 35 계통의 생육 특성

Species	Lines	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	No. of branching	Branch length (cm)
<i>D. zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절-013	77.5	18.5	3.7	5.8	2.7	51	4	51.3
	구절-021	44.4	21.3	3.4	5.9	2.5	31.4	6.4	19.6
	구절-023	67.8	29.8	4.6	5.4	3.6	45.8	7.2	-
	구절-049	84	44.8	7.5	5.4	2.4	61.8	10.4	48.6
	구절-120	69.6	17.8	3.5	5.1	2.6	36.4	5.2	38.4
	구절-138	88.2	35.6	5.5	4.8	2.4	60	6	29.4
	구절-141	108.8	16	5.9	5.3	2.3	94.6	8.2	35.5
	구절-149	106.6	21.6	5.3	6.9	3	86.4	5.2	48.6
	구절-152	83.4	57.4	4.1	5.7	2.9	57.4	4.6	33.8
	구절-161	74.3	34.8	6.8	6.9	3.2	55.4	15.8	51.9
	구절-166	114.4	36.9	6.8	4.9	2.8	64.2	11	66.1
	구절-167	93.1	19.9	4.9	5.4	2.9	57.8	7.2	42.2
	구절-169	70.7	45.5	5.1	3.9	1.9	62.2	5.4	66.6
	구절-179	86.8	50.6	5.8	5.4	2.6	51.2	3.2	61.1
	구절-180	75.4	13.7	4.5	5.1	1.9	45	7.2	45.9
	구절-184	81.5	41.5	9.1	9	5.1	56	15.5	64.4
	구절-193	99.2	51.4	9.1	6.3	3.3	83.6	15.4	67.5
	구절-194	101.3	68.3	12.7	7.9	3.9	88.2	35	88.1
	구절-200	69.9	37.4	6.2	4.8	2.6	53.8	15.8	-
	구절-211	69.9	31.3	6.7	4.4	2.1	55.6	32	47.4
	구절-212	70.7	35.7	5.9	3.5	2	53.4	20.2	-
	구절-225	48.4	21.7	5	4.3	2	76.6	5.4	30.7
	구절-226	86.6	36.4	6	6.2	2.5	60.6	12.4	-
	구절-230	54.7	25.2	7.9	10.6	4.1	42.6	7.6	41.6
	구절-231	40.9	31.7	6.4	4.6	2.6	42	4.2	33.5
	구절-256	95.7	28.8	6.5	3.9	1.9	60	7.2	49.1
	구절-258	51.3	20.8	4.7	5	2.7	54	6.2	35.7
	구절-260	71.1	23.3	3.8	4.8	2.7	50.6	5.8	-
	구절-261	50.2	26	5.1	6.3	3.5	50.4	5.2	40.2
	구절-264	70.4	24.7	6.5	7.8	4.6	76.4	12	22.7
	구절-269	66.3	27.8	3.9	4.9	3	62.6	3.6	-
	구절-325	102.8	22.8	5.3	5.6	3	52.8	8.6	50

Table 1-6. 계속

Species	Lines	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	No. of branching	Branch length (cm)
<i>D. zawad-</i>	구절-336	45.5	28.5	3.9	6.6	3.3	36	7	26.5
<i>skii</i> var.	구절-337	91.9	26.4	6.1	4.3	2.8	68.4	11	53.9
<i>latilobum</i>	구절-338	45.6	16.4	4.7	7.4	3.1	42.4	3.8	35.8
	Mean	76.0	31.2	5.8	5.7	2.9	56.3	9.5	45.7

울릉국화 [*Dendranthema zawadskii* var. *lucidum* (Nakai) J.H.Park]는 4계통을 조사하였는데 (Table 1-7), 울릉-6과 울릉-7은 거의 유사한 생육을 보였지만 울릉-9와 울릉-22는 생육에 차이를 보였다. 평균 초장은 울릉-22는 47.5cm로 비교적 작았으며, 나머지 3 계통은 57.5~62.6cm로 큰 차이가 없었다. 평균 초폭은 울릉-6과 울릉-7은 16.7 cm, 울릉-9와 울릉-22는 각각 59, 48cm로 나타나 계통에 따라 차이가 큰 것으로 나타났다. 줄기의 굵기, 엽장은 계통에 따른 차이가 거의 없었으나, 엽수는 울릉-6과 울릉-7은 50매 이상, 울릉-9와 울릉-22는 30매 미만으로 나타나 차이가 컸다. 울릉국화 4계통 중 울릉-22는 초장, 엽장, 엽폭, 엽수에서 가장 작은 값을 보여 생육량이 적은 편으로 나타났다.

Table 1-7. 울릉국화 [*Dendranthema indicum* (L.) DesMoul.] 4 계통의 생육특성

Species	Lines	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	No. of branching	Branch length (cm)
<i>D. zawadskii</i>	울국-06	57.5	16.7	4.3	9.4	3.6	57.8	11.5	31
var. <i>lucidum</i>	울릉-07	62.5	16.7	6.4	9.6	3.2	51.8	11.2	38.4
	울릉-09	62.6	59	6.6	11.6	5.1	28.4	2.3	-
	울릉-22	47.5	48	5.3	7.2	2	18	-	-
	Mean	57.5	35.1	5.7	9.5	3.5	39.0	8.3	34.7

이상으로 *Dendranthema*속 식물들의 생육결과를 살펴본 결과, 감국은 초장이 작고 초형이 야담한 것도 있지만, 초장이 100 cm가 넘고 초폭도 넓은 등 초형이 큰 계통도 있는 등 변이가 심한 것으로 관찰되었다. 그렇지만 산국은 계통에 따른 생육 차이가 적은 것으로 나타났으며, 울릉국화의 4가지 계통의 생육 형태는 2그룹으로 뚜렷이 구분되는 것을 볼 수 있었다.

*Dendranthema*속 이외의 10종의 국화과 식물들을 생육조사한 결과는 Table 1-8과 같다. 톱풀은 3계통과 붉은톱풀 1계통을 조사하였다. 그 결과, 톱풀은 초장이 평균 57.7cm, 초폭이 19.8 cm로 붉은톱풀과 큰 차이는 나지 않았다. 그렇지만, 톱풀-1은 초장이 82.1 cm로 나타나 가장 크게 자랐으며, 줄기 굵기 또한 10 cm로 나타나 왕성한 생육을 보였다. 톱풀의 엽수는 평균 42.7매로 최대 53매, 최소 34.2매의 범위를 가지고 있었는데, 붉은톱풀은 14.5매로 엽수가 현저히 적은 것으로 나타났다. 또한 분지수도 붉은톱풀이 1.5개로서 적은 것으로 나타나 톱풀과 붉은톱풀은 초형은 비슷하지만 엽수와 분지수에서 많은 차이를 보였다. 눈개쭉부쟁이는 2계통을 조사하였는데 계통간 큰 차이는 나지 않았다. 개미취는 2계통을 조사하였는데 초장은 비슷하였으나 초폭은 각각 7.2, 27.2 cm로 나타나 많은 차이를 보였다. 그렇지만 엽장, 엽폭, 엽장, 엽수, 분지수에서는 큰 차이는 보이지 않았다. 쭉부쟁이는 2계통을 조사하였는데, 쭉부-1이 초

장, 초폭, 줄기 굵기, 엽장, 엽수, 분지수에서 모두 생육이 많은 것으로 나타나 같은 속부쟁이도 계통에 따라 변이차가 큰 것으로 나타났다. 울릉미역취는 3계통을 조사하였는데, 울릉-2가 초장과 엽수가 월등히 많은 것으로 나타났다.

*Dendranthema*속 이외의 국화과 식물들의 식물별, 계통별 초형을 조사한 결과, 식물별로 초형에 차이가 크며, 같은 종에서도 계통에 따라 초형에 차이를 보이는 것을 알 수 있었다.

Table 1-8. *Dendranthema*속 이외의 국화과 17 종 및 계통의 생육특성

Species	Lines	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	No. of branching	Branch length (cm)
<i>A. alpina</i>	툽풀-1	82.1	12.5	10	8.9	1.5	34.2	4	-
	툽풀-3	54.9	32.4	4.9	4.9	0.6	53	7.4	-
	툽풀-4	36.1	14.5	3.4	5.9	0.9	41	3.2	-
	Mean	57.7	19.8	6.1	6.6	1.0	42.7	4.9	
<i>A. alpina</i> subsp. <i>rhodo-ptarmica</i>	붉은-1	56.1	16.7	-	-	-	14.5	1.5	-
<i>A. dubia</i>	쭉-1	71.3	34.3	4.8	6.9	3.3	80.5	9	28.9
<i>A. hayatae</i>	눈개-1	30.4	57	4.8	3.6	1	58	5.4	45.7
	눈개-5	38.4	36.7	3.7	3.9	0.9	34.2	7.4	32.3
	Mean	34.4	46.9	4.3	3.8	1.0	46.1	6.4	39.0
<i>A. maackii</i>	좁미-2	44.5	21.6	4.7	10.2	1.3	53.6	5.4	-
<i>A. scaber</i>	참취-2	95.3	48.8	6.2	18.1	7	18.5	2	-
<i>A. tataricus</i>	개미-1	41.4	7.2	3	4.9	1.9	50	5	-
	개미-2	46.5	27.2	3.7	5	3	44	9.2	-
	Mean	44.0	17.2	3.4	5.0	2.5	47.0	7.1	
<i>A. yomena</i>	쭉부-1	73	55.7	5.4	4.9	1.1	27	7.3	-
	쭉부-3	36.8	34.9	4.9	4.6	2.2	38	3.7	32
	Mean	54.9	45.3	5.2	4.8	1.7	32.5	5.5	
<i>S. argunensis</i>	쭉방-1	87.3	77.5	14.2	22.5	10	22.5	18	28.3
<i>S. virgaurea</i> subsp. <i>gigantea</i>	울미-1	36.5	15.6	3.2	8.3	2.9	19.6	3.8	-
	울미-2	71.4	15.7	4.2	6.7	2.5	63	6.6	36.8
	울미-7	43.6	19.6	5.1	7	2.3	22.6	4	-
Mean	50.5	17.0	4.2	7.3	2.6	35.1	4.8		

이상의 생육특성을 전반적으로 살펴보면 산국, 감국, 구절초, 울릉국화, 툽풀, 붉은툽풀, 쭉, 참취, 쭉부쟁이, 쭉방망이, 울릉미역취는 초장 평균이 50cm 이상으로 나타나 초장이 어느 정도 자라는 것으로 관찰되었고, 눈개쭉부쟁이, 좁미역취, 개미취 등은 50cm 미만으로 자라는 것을 볼 수 있었다. 엽수는 감국과 구절초가 다른 종들보다 많았으며 감국이 구절초보다 많은 것을 알 수 있었는데 개체들 간의 초장의 크기가 엽수에 비례하여 엽수가 많은 것이 관찰 되었다. 그러나 키가 50cm 이상인 종들에서도 울릉국화, 붉은툽풀, 참취, 쭉부쟁이, 울릉미역취는 엽수가 40매 이하로 나타났다. 분지성의 경우도 초장이 크고 초폭이 우수한 개체가 분지수가 많은 것을 알 수 있는데 분지수와 분지장이 초형에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있었다.

이상의 생육특성을 조사한 결과를 바탕으로 초장이 크고 초폭이 평균적이며 초형이 우수한 개체를 선발하였는데 Table 1-9와 같다. 구절초의 경우 구절-166, 구절-141, 구절-149가 초형이 우수하였

으며 감국은 감국-261, 감국-47, 감국-70이 우수하였고 산국은 산국-2, 울릉국화는 울릉-9, 눈개쭉부쟁이는 눈개-5, 톱풀은 톱풀-1이 우수하였다. 이들은 경관산업의 소재용으로 선발하여 육종할 가치가 있다고 판단되었다.

Table 1-9. 경관농업용으로 선발된 국화과 식물의 생육특성

Species	Lines	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	No. of branching	Branch length (cm)
<i>C. boreale</i>	산국-02	78.3	31.9	4.7	6.0	3.6	42.8	21.6	-
<i>C. indicum</i>	감국-261	150.6	31.5	5.6	3.4	2.4	43.2	7.8	-
	감국-47	116.3	35.6	9.6	5.6	1.7	105.8	13.4	-
	감국-70	114.4	23.7	8.6	5.6	2.1	114.6	8.6	-
<i>C. sibiricum</i>	구절-166	114.4	36.9	6.8	4.9	2.8	64.2	11.0	66.1
	구절-141	108.8	16.0	5.9	5.3	2.3	94.6	8.2	35.5
	구절-149	106.6	21.6	5.3	6.9	3.0	86.4	5.2	48.6
<i>C. zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	울릉-9	62.6	59.0	6.6	11.6	5.1	28.4	2.3	-
<i>A. sibirica</i>	톱풀-1	82.1	12.5	10	8.9	1.5	34.2	4	-
<i>A. hayatae</i>	눈개-5	38.4	36.7	3.7	3.9	0.9	34.2	7.4	32.3

(다) 개화특성

국화과 식물의 생육 조사와 더불어 개화특성도 조사하였다. 산국의 개화특성에 관련된 결과는 Table 1-10과 같다. 산국은 9월 중순에서 10월 중순까지 개화하였는데, 7계통 모두 노랑색의 화색을 가졌다. 소화경수는 평균 29.9개로서 소화경이 많이 달리는 편이었다. 이 중 산국-02는 소화경이 70.2개로 가장 많이 발생되었다. 이에 비해 산국-07, 산국-08, 산국-12는 소화경이 20개 미만으로 조사되었으며, 특히 산국-08은 소화경이 5.6개로 가장 적게 나타났다. 소화경장은 소화경이 가장 많았던 산국-02가 12.7cm로 가장 길었으며 나머지 계통들은 3.4~5.5 cm에 속하였다. 소화수는 소화경이 가장 많이 발생한 산국-02가 182.0개의 꽃이 피어 가장 많았다. 또한 산국-04도 소화수가 181.2개로 나타나 이 2종이 주당 소화수가 180개 이상이였다. 산국-03은 소화수가 120.8개, 산국-05는 116.6개로 100개 이상 소화가 조사되었다. 그렇지만, 산국-08과 산국-12는 소화수가 각각 19.2개, 30.0개로 나타나 산국 계통간에 꽃봉오리 수는 계통에 따른 차이가 많음을 볼 수 있었다. 꽃봉오리를 가공용으로 사용할 목적으로 꽃봉오리를 채취하여 포기당 꽃 생체중을 조사해 본 결과 산국-02는 22.0g으로 타 계통에 비해 월등히 생체중이 높았다. 그 외의 계통들은 2.8~8.0 g으로 산국-02의 꽃오봉리 양과는 차이가 컸다.

Table 1-10. 산국[*Dendranthema boreale* (Makino) Ling ex Kitam.] 7 계통의 개화특성

Species	Lines	Flowering time	No. of pedicels	Pedicel length (cm)	No. of florets	Flower color	Flower diameter (cm)	Flower F.W. per a plant (g)
<i>D. boreale</i>	산국-02	-	70.2	12.7	182.0	yellow	2.4	22.0
	산국-03	-	27.6	3.7	120.8	yellow	1.1	3.8
	산국-04	10/상	36.8	5.5	181.2	yellow	1.2	8.0
	산국-05	10/상	37.2	3.4	116.6	yellow	1.3	7.2
	산국-07	9/중	14.4	3.4	86.8	yellow	1.3	4.0
	산국-08	-	5.6	5.1	19.2	yellow	2.0	2.8
	산국-12	10/중	17.2	5.2	30.0	yellow	2.4	5.6
Mean			29.9	5.6	105.2		1.7	7.6

감국 78종의 개화특성을 조사한 결과 8월 중순에서 10월 중순까지 개화기가 다양하게 나타났다(Table 1-11). 뿐만 아니라, 화색도 일반적으로 알려진 노랑색은 물론 연노랑색, 흰색, 연분홍색, 분홍색 등 다양하게 나타났다. 따라서 감국을 식재할 때 다양한 개화기와 화색을 고려하여 배식의 묘미를 살린다면 오랫동안 다양한 화색의 꽃을 즐길 수 있으므로 관광산업에 적용이 가능할 것으로 여겨졌다.

감국 계통들은 소화경수는 평균 22.9개로 나타났는데, 소화경수가 40개 이상인 계통(감국-027, 감국-063, 감국-064, 감국-239, 감국-245, 감국-267, 감국-271, 감국-274)등도 있으므로 계통에 따라 소화경수에 차이가 큰 것으로 나타났다. 소화수는 평균 77.5개 였으며, 산국에 비해서는 평균 소화수가 적은 것으로 나타났다. 그러나, 감국은 계통별로 소화수에 차이가 컸으며, 300개 이상이 감국-027(308.0개), 감국-063(314.0개), 감국-271(309.6개) 3계통, 200개 이상이 감국-073(211.4개), 감국-267(256.2개) 2계통, 100개 이상 소화수가 달리는 계통도 14계통이나 되었다. 감국은 꽃의 직경이 2.8 cm로 산국 1.7 cm에 비해 꽃이 좀 더 크게 나타났다. 원래 감국은 산국에 비해 꽃의 크기가 큰 것으로 알려져 있는데, 본 실험에서도 동일하게 나타났다. 포기당 화중을 조사한 결과 감국-064계통에서 한 포기당 114.6g으로 가장 높게 나타났으며, 포기당 화중이 50g 이상인 것은 감국-027(78.4 g), 감국-063(78.4 g), 감국-073(76.0 g), 감국-249(53.8 g), 감국-267(50.4 g) 등 5계통으로 나타났다. 따라서 감국은 포기당 화수가 많고 화중이 무거운 계통들이 많은 것으로 나타났다. 연구의 결과, 다양한 계통의 감국 중 감국-064 계통이 소화경수(45.2개)와 소화수(114.6개)가 많고, 꽃의 직경(2.1cm)이 비교적 크므로 경관산업에 적용하여 꽃을 이용한 가공품 개발 소재로 가장 유망한 것으로 생각된다.

Table 1-11. 감국[*Dendranthema indicum* (L.) DesMoul.] 78 계통의 개화특성

Species	Lines	Flowering time	No. of pedicels	Pedicel length (cm)	No. of florets	Flower color	Flower diameter (cm)	Flower F.W. per a plant (g)
<i>D. indicum</i>	감국-003	-	-	-	47.6	yellow	2.0	7.0
	감국-007	-	-	-	145.5	white	2.4	32.8
	감국-011	8/중	-	-	67.2	yellow	2.6	20.8
	감국-027	9/중	48.8	11.2	308.0	white	2.8	78.4
	감국-028	9/중	15.2	11.1	31.0	light pink	2.7	7.2
	감국-029	10/상	18.0	8.9	36.0	light pink	3.2	13.0
	감국-030	10/상	-	-	100.6	white	2.9	29.4
	감국-031	-	-	-	74.4	light pink	3.5	28.8
	감국-032	9/중	-	-	66.8	white	3.0	16.6
	감국-033	-	25.8	28.9	128.2	white	2.6	29.0
	감국-034	9/중	14.2	12.9	31.0	pink	1.9	9.2
	감국-036	-	38.8	9.8	54.3	pink	2.3	10.3
	감국-038	-	-	-	60.4	white	2.2	16.0
	감국-040	10/상	18.8	19.9	72.0	light yellow	2.4	12.0
	감국-047	10상	-	-	49.8	white	2.5	49.8
	감국-053	-	-	-	13.6	white	5.4	7.2
	감국-054	-	-	-	15.6	yellow	3.4	15.6
	감국-059	10/상	-	-	15.4	light pink	2.9	15.4
	감국-060	10/상	26.8	15.1	36.6	white	1.9	36.6
	감국-063	9/하	48.8	11.2	314.0	white	2.8	78.4
	감국-064	9/중	45.2	13.2	114.6	yellow	2.1	114.6
	감국-065	-	-	-	123.0	light pink	2.6	32.4
	감국-066	10상	-	-	4.6	light pink	1.9	4.6
	감국-067	10상	-	-	13.2	white	3.1	13.2
	감국-069	10/중	-	-	88.2	white	2.8	29.4
	감국-070	-	-	-	102.6	light pink	2.8	30.4
	감국-073	10/상	-	-	211.4	light pink	2.8	76.0
	감국-079	10/중	-	-	53.2	white	3.8	17.4
	감국-085	9/하	-	-	48.2	white	5.0	18.8
	감국-087	9/하	-	-	9.2	white	3.9	4.2
	감국-093	9/하	-	-	96.0	white	3.3	28.6
	감국-095	-	-	-	79.4	white	3.3	24.2
	감국-097	-	-	-	75.8	white	2.6	32.8
	감국-100	-	-	-	38.5	light pink	4.4	16.0
	감국-111	10/상	9.2	14.9	15.0	white	3.6	9.2
	감국-112	10/상	-	-	26.8	white	4.4	19.4
	감국-113	-	12.6	12.6	25.4	yellow	2.6	5.4
	감국-115	9/중	5.8	10.3	7.6	yellow	4.2	1.6
	감국-126	-	-	-	85.8	yellow	1.4	3.4
	감국-129	9/중	-	-	5.8	yellow	2.1	0.4
	감국-140	10/상	26.2	6.8	96.0	yellow	1.6	10.8
	감국-144	-	24.2	14.3	65.2	yellow	2.2	11.0
	감국-147	-	12.8	14.2	56.6	white	1.7	11.4
	감국-149	10/상	9.0	16.6	34.0	white	3.0	9.8

Table 1-11. 계속

Species	Lines	Flowering time	No. of pedicels	Pedicel length (cm)	No. of florets	Flower color	Flower diameter (cm)	Flower F.W. per a plant (g)	
<i>D. indicum</i>	감국-153	10/상	13.0	9.8	80.4	white	1.4	7.8	
	감국-154	-	13.0	14.9	49.6	yellow	2.3	10.4	
	감국-155	10/중	13.2	14.2	52.0	white	1.9	9.7	
	감국-156	10/상	29.8	13.5	-	pink	2.2	4.0	
	감국-157	10/상	20.3	12.9	71.3	white	1.8	13.8	
	감국-164	10/상	37.2	10.6	132.0	yellow	2.2	22.6	
	감국-173	-	13.2	7.1	42.2	white	3.4	14.8	
	감국-179	-	10.0	11.5	41.8	white	3.1	11.0	
	감국-180	10/상	17.0	9.4	61.0	yellow	2.3	9.4	
	감국-181	10/상	3.0	6.6	15.8	white	3.0	5.5	
	감국-183	10/상	17.8	6.4	49.0	yellow	2.2	11.6	
	감국-184	10/상	12.0	9.5	37.4	white	3.1	10.6	
	감국-185	10/중	23.4	21.0	73.0	yellow	2.8	13.2	
	감국-193	10/중	17.6	12.4	31.0	white	3.2	6.4	
	감국-194	10/상	28.8	11.0	135.0	yellow	2.5	30.2	
	감국-195	10/중	13.8	8.3	57.4	white	2.7	13.0	
	감국-208	-	23.0	6.8	30.0	yellow	2.2	7.2	
	감국-221	-	30.6	14.9	98.8	light yellow	2.4	31.4	
	감국-222	10/상	18.4	12.0	50.0	yellow	2.5	11.0	
	감국-230	10/상	39.4	10.1	122.0	yellow	3.0	19.0	
	감국-239	10/상	40.2	22.3	169.4	yellow	2.5	13.8	
	감국-241	10/상	5.0	1.1	27.4	white	1.8	1.7	
	감국-245	10/상	42.2	19.6	159.8	white	3.0	38.0	
	감국-249	10/상	37.4	29.3	160.4	white	3.6	53.8	
	감국-259	10/상	20.8	10.7	53.6	yellow	2.9	11.1	
	감국-261			11.0	7.3	49.2	white	3.3	18.0
	감국-263	10/상	12.8	7.1	43.6	yellow	2.4	11.8	
	감국-266	10/상	18.6	11.5	26.6	white	3.5	9.2	
	감국-267	10/중	48.0	25.3	256.2	yellow	2.5	50.4	
	감국-268	10/상	26.0	4.5	62.8	white	3.0	18.4	
감국-270	10/상	24.6	4.6	49.0	white	3.3	14.6		
감국-271	-	46.0	18.4	309.6	white	2.7	46.2		
감국-273	9/하	18.0	11.7	170.4	yellow	1.5	6.2		
감국-274	-	45.6	6.9	121.8	yellow	1.6	23.8		
Mean			22.9	12.5	77.5		2.8	20.5	

구절초 35계통의 개화특성을 조사한 결과는 Table 1-12와 같다. 구절초 계통들은 8월 하순부터 10월 상순까지 개화하였는데, 가장 많이 피는 시기는 9월 중순경이었다. 구절초의 화색은 흰색, 노랑색, 분홍색, 연분홍색 등 다양하였다. 구절초의 소화수는 평균 42.4개로 감국에 비해서 훨씬 적게 나타났다. 그러나, 구절-193(125.6개), 구절-194(97.6개), 구절-211(123.4개), 구절-231(93.6개) 등 4계통은 소화수가 90개 이상으로 나타났다. 구절초의 화폭은 4.6cm로 산국에 비해서는 2.7배, 감국에 비해서는 1.6배 정도 꽃의 직경이 컸다. 구절초 계통 중 구절-193은 화폭이 6.1cm로 가장 컸다. 포기당 화중은 구절-194 계통이 가장 무거워 108.2g의 꽃을 수확할

수 있었다. 구절-194는 소화수가 90개가 넘고 꽃의 직경도 6.0cm에 달해 화중도 무거운 것으로 나타났다. 이 외에도 구절-193, 구절-211이 그 다음 순으로 포기당 화중이 무거웠다.

Table 1-12. 구절초 [*Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam.] 35 계통의 개화특성

Species	Lines	Flowering time	No. of pedicels	Pedicel length (cm)	No. of florets	Flower color	Flower diameter (cm)	Flower F.W. per a plant (g)
<i>D.zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절-013	9/중	-	-	12.0	white	5.5	9.2
	구절-021	8/하	-	-	8.2	-	-	-
	구절-023	-	25.0	4.3	181.8	yellow	1.3	6.0
	구절-049	8/중	-	-	67.2	white	4.5	31.8
	구절-120	9/중	-	-	17.4	pink	3.3	5.2
	구절-138	10/상	-	-	26.4	pink	5.9	16.6
	구절-141	9/하	-	-	24.4	pink	3.1	11.8
	구절-149	-	-	-	25.0	pink	4.8	12.2
	구절-152	9/중	-	-	13.6	white	5.4	7.2
	구절-161	10/상	-	-	23.0	pink	5.2	14.8
	구절-166	9/하	-	-	27.0	pink	5.4	13.4
	구절-167	10/상	-	-	28.4	white	5.0	15.0
	구절-169	10/상	-	-	27.0	white	4.2	12.0
	구절-179	-	-	-	31.0	light pink	5.0	16.2
	구절-180	-	-	-	9.6	white	5.7	6.6
	구절-184	-	-	-	52.5	light pink	7.9	29.5
	구절-193	9/하	-	-	125.6	light pink	6.1	66.6
	구절-194	9/하	-	-	97.6	light pink	6.0	108.2
	구절-200	-	30.4	11.1	49.8	yellow	3.4	13.6
	구절-211	9/중	-	-	123.4	white	5.7	30.2
	구절-212	9/중	34.6	15.1	67.0	yellow	2.9	16.0
	구절-225	-	-	-	24.2	light pink	2.5	6.2
	구절-226	9/중	37.6	11.5	49.8	light pink	5.0	18.8
	구절-230	10/상	-	-	46.8	light pink	3.8	29.6
	구절-231	9/중	-	-	93.6	light pink	4.7	52.4
	구절-256	9/중	-	-	15.2	light pink	4.6	8.0
	구절-258	-	-	-	21.0	light pink	4.8	11.2
	구절-260	-	-	-	54.8	white	3.2	24.6
	구절-261	-	-	-	18.8	light pink	4.5	8.8
	구절-264	-	17.8	13.7	45.4	yellow	2.3	8.4
	구절-269	9/중	6.8	10.2	19.8	yellow	3.7	3.4
	구절-325	9/하	-	-	61.6	white	4.1	24.0
	구절-336	-	-	-	8.0	white	5.9	9.7
	구절-337	-	-	-	12.0	white	5.2	6.6
	구절-338	-	-	-	17.6	white	4.3	7.4
Mean			21.7	11.0	42.4		4.6	18.9

울릉국화의 개화특성을 조사한 결과는 Table 1-13과 같다. 수집된 울릉국화 계통들은 9월 하순에 흰색의 꽃을 피우는 것으로 나타났다. 감국과 구절초에 비해 소화경의 발생, 소화수가

적지만 소화경장이 길어 꽃이 아담하게 피는 것으로 나타났다. 화폭은 조사 계통들에서 3.9~6.9 cm 정도로 분포하였고, 울릉-09의 화폭이 가장 컸다. 울릉국화는 포기당 화중이 평균 11.9 g으로 산국보다 높았다. 이는 울릉국화가 소화수는 적지만 꽃의 크기가 커서 포기당 화중이 많이 나가기 때문으로 생각되었다.

Table 1-13. 울릉국화 [*Dendranthema indicum* (L.) DesMoul.] 4 계통의 개화특성

Species	Lines	Flowering time	No. of pedicels	Pedicle length (cm)	No. of florets	Flower color	Flower diameter (cm)	Flower F.W. per a plant (g)
<i>D. zawadskii</i>	울국-06	9/하	-	-	8.3	white	5.5	8.3
var. <i>lucidum</i>	울릉-07	9/하	-	-	19.0	white	5.5	15.4
	울릉-09	9/하	12.6	55.6	3.4	white	6.9	-
	울릉-22	9/하	6.0	41.0	14.0	white	3.9	-
Mean			9.3	48.3	8.9		5.5	11.9

*Dendranthema*속 이외의 국화과 식물들의 개화특성을 조사한 결과는 Table 1-14와 같다. 톱풀 4계통 중 붉은톱풀을 제외한 톱풀 3계통은 9월 상순에 흰색의 꽃을 피웠다. 그 중 톱풀-3은 소화경 25.8개, 소화수 129.0개, 포기당 화중이 25.8g으로 나타나 꽃이 많이 피고 크기가 커서 개화품질이 가장 우수한 것으로 나타났다.

눈개쭉부쟁이의 개화특성을 조사한 결과, 눈개-1은 9월 중순에 꽃이 피는 데 비해 눈개-5는 9월 하순에 피어 눈개-1이 좀 더 조생에 해당하는 계통인 것으로 나타났다. 2계통 다 보라색 꽃을 피웠는데, 소화수는 눈개-1이 월등히 많았으며, 눈개-1의 소화수는 36.2개로 눈개-5에 비해 4.6배나 많이 피었다. 화폭 또한 눈개-1에서 우수하였으며, 4.3cm로 나타나 3.2cm의 화경을 보인 눈개-5와 차이가 큰 것으로 나타났다. 포기중 화중은 눈개-1은 8.6g, 눈개-5는 2.8g으로 나타났다. 눈개-1의 화중은 눈개-5에 비하여 3배 가량 무거웠는데, 이는 눈개-1의 화수가 많기 때문에 화중에 무겁게 나타난 것으로 생각된다.

참취는 9월 상순에 흰색의 꽃을 피웠는데, 소화가 18.8개 정도 조사되었다.

개미취의 2계통 모두 10월 상순에 보라색 꽃을 피웠다. 개미-2의 소화수는 59.4개로 개미-1에 비해 소화수가 5.3배나 많은 것으로 나타났다. 또한, 개미-2의 포기당 화중은 12.4 g으로 높게 나타났다. 따라서 개미취 중 개미-2 계통은 꽃의 수확량이 많으므로, 꽃을 이용한 가공품 생산에 적합한 것으로 생각되었다.

쭉부쟁이 2계통을 조사한 결과, 쭉부-1의 화색은 연보라색이었으며, 쭉부-3의 화색은 연분홍색으로 각기 다른 것으로 나타났다. 두 계통의 소화수, 화폭, 포기당 화중 등을 조사한 결과, 쭉부-3이 소화수 18.0개, 화폭도 5.0cm, 포기당 화중도 14.0g으로 쭉부-1에 비하여 꽃이 크고 많이 피는 것으로 나타났다.

울릉미역취는 3계통을 조사하였는데, 울미-1, 울미-2, 울미-7의 개화기가 각각 10월 중순, 10월 상순, 9월 중순으로 나타나 꽃을 피우는 시기가 조금씩 다른 것으로 나타났다. 화색 또한 계통에 따라 차이를 보였는데, 울미-1과 울미-7은 흰색의 꽃이 폈지만 울미-2은 연한 분홍색이 곁들여진 흰색의 꽃이 폈다. 한편, 울릉미역취 3 계통은 소화수가 많은 특징을 보였는데, 그 중 울미-7이 소화수가 94.2개로 가장 많았다.

Table 1-14. *Dendranthema*속 이외의 국화과 식물 17 종 및 계통의 개화특성

Species	Lines	Flowering time	No. of pedicels	Pedicel length (cm)	No. of florets	Flower color	Flower diameter (cm)	Flower F.W. per a plant (g)
<i>A. alpina</i>	톱풀-1	9/상	12.8	17.7	20.8	white	0.8	8.2
	톱풀-3	9/상	25.8	15.1	129.0	white	0.8	25.8
	톱풀-4	9/상	4.6	3.7	17.4	white	0.8	0.6
Mean			14.4	12.2	55.7		0.8	11.5
<i>A. alpina</i> subsp. <i>rho-doptarmica</i>	붉은-1	-	14.5	24.3	25.8	red	0.7	10.8
<i>A. dubia</i>	쭉-1	9/상	-	-	20.5	light pink	0.5	11.8
<i>A. hayatae</i>	눈개-1	9/중	-	-	36.2	purple	4.3	8.6
	눈개-5	9/하	-	-	7.8	purple	3.2	2.8
Mean					22.0		3.75	5.70
<i>A. maackii</i>	좁미-2	9/상	27.2	9.2	60.4	purple	1.9	10.6
<i>A. scaber</i>	참취-2	9/상	10.0	36.1	18.8	white	2.2	
<i>A. tataricus</i>	개미-1	10/상	-	2.7	11.2	purple	3.2	1.0
	개미-2	10/상	17.4	13.1	59.4	purple	2.2	12.4
Mean				7.9	35.3		2.7	6.7
<i>A. yomena</i>	쭉부-1	9/상	10.0	29.1	3.3	light purple	3.5	-
	쭉부-3	-	-	-	18.0	light pink	5.0	14.0
Mean					10.7		4.3	
<i>S. argunensis</i>	쭉방-1	8/상	4.5	18.0	9.5	white		
<i>S. virgaurea</i> subsp.	울미-1	10/중	9.0	4.2	67.0	white	1.4	3.8
	울미-2	10/상	-	-	32.6	light pink	3.4	14.0
<i>S. gigantea</i>	울미-7	9/중	17.2	8.8	94.2	white	1.1	4.4
Mean			8.73	4.33	64.60		1.97	7.40

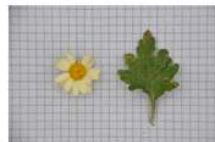
이상의 다양한 국화과 식물의 개화특성을 살펴보면 구절초의 경우 8월 하순부터 9월말까지 대부분 개화하는 특성이 있고 감국의 경우는 9월말부터 10월까지 개화하는 특성이 관찰되었다. 또 톱풀의 경우 8월 하순부터 개화하기 시작하고 9월까지의 대부분 만개하였다. 감국과 산국을 제외한 나머지 종들은 대부분 9월에 개화하여, 9월 개화종이 가장 많이 차지하고 있음을 알 수 있었다. 또한, 감국과 산국은 소화경수가 많고 소화수 또한 많은 것을 관찰되었다.

다양한 국화과 식물의 계통별 화색을 조사한 결과, 대부분의 감국은 노랑색을 띄지만 흰색을 띄는 계통도 관찰되었고, 적은 수지만 연분홍색을 띄는 계통도 눈에 띄었다. 구절초의 경우에는 대부분 흰색과 분홍색의 화색을 관찰 할 수 있었다. 산국은 모든 계통에서 진한 노랑색을 띄었다. 또 울릉국화는 흰색 및 분홍색의 화색을 가졌고, 자주색을 가지는 종에는 눈개쭉부쟁이, 좁미역취, 개미취가 있었다. 톱풀은 흰색의 화색을 갖지만 붉은톱풀의 꽃은 빨강색의 띄는 것을 볼 수 있었다.

White Color



감국(감국-47)



감국(감국-63)



감국(감국-111)



톱풀(톱풀-1)



감국(감국-261)



구절초(구절-149)



울릉국화(울릉-1)



구절초(구절-193)



톱풀(톱풀-1)



흰까실쑥부쟁이



참취

Fig. 1-2. 흰색 꽃이 피는 경관농업에 적용 가능한 국화과 식물들

Yellow Color



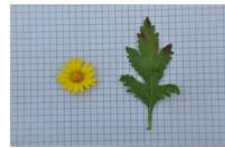
산국(산국-2)



산국(산국-4)



감국(감국-261)



감국(감국-268)

Fig. 1-3. 노란색 꽃이 피는 경관농업에 적용 가능한 국화과 식물들

Pink Color



구절초(구절-162)



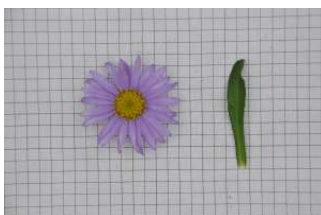
구절초(구절-258)

Fig. 1-4. 분홍색 꽃이 피는 경관농업에 적용 가능한 국화과 식물들

Purple Color

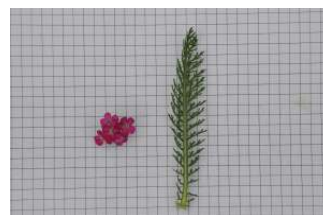


까실쑥부쟁이(까실-2)



눈개쑥부쟁이(눈개-1)

Red Color



붉은톱풀

Fig. 1-5. 보라색, 붉은색 꽃이 피는 경관농업에 적용 가능한 국화과 식물들

다양한 국화과 식물의 종과 같은 종의 계통에 따른 개화 특징을 조사한 결과, 종에 따라 개화 특성이 각기 다르며, 같은 종에서도 계통에 따라 개화 특성이 다를 수 있다는 것을 확인하였다. 그러므로, 경관농업용 소재로 국화과 식물을 식재할 때는 종과 계통에 따른 개화시기, 화색, 소화경수, 소화수, 화중 등을 고려해야 할 것으로 생각된다. 특히 국화과 식물의 꽃을 소재로 기능성 상품을 개발하고자 할 경우 소화경수와 소화수가 많고 화중이 무거운 종을 선택해야 상품의 대량 생산이 가능하므로, 같은 식물에서도 계통에 의한 개화 특징을 고려하여 사용해야 한다.

상기의 조사 결과를 바탕으로 소화수가 많고 꽃의 생체중이 무거워 가공용으로 활용 가치가 높으면서, 화색과 꽃의 모양을 고려하여 관상가치가 높은 경관농업용 국화과 식물을 선발하였다. 그 결과 산국은 1계통(산국-2), 감국은 5계통(감국-27, 감국-63, 감국-64, 감국-249, 감국-267), 구절초는 3계통(구절-193, 구절-194, 구절-211), 울릉국화(울릉-7), 눈개쭉부쟁이(눈개-1), 톱풀(톱풀-3)이 경관농업에 유용하게 사용될 것으로 생각되었다(Table 1-15).

선발된 계통들을 개화기를 기준으로 화색별로 조합하여 경관산업에 이용한다면 보다 우수한 경관 이용이 가능할 것으로 생각되었다. 또한 꽃을 수확하여 꽃차 등으로 가공한다면 생체중이 많이 나가는 계통을 이용한다면 훨씬 효율이 높을 것으로 생각되었다.

Table 1-15. 적관농업용으로 선발한 종 및 계통들의 개화특성

Species	Lines	Flowering time	No. of pedicels	Pedicel length (cm)	No. of florets	Flower color	Flower diameter (cm)	Flower F.W. per a plant (g)
<i>D. boreale</i>	산국-02		70.2	12.7	182.0	yellow	2.4	22.0
<i>C. indicum</i>	감국-027	9/중	48.8	11.2	308.0	white	2.8	78.4
	감국-063	9/하	48.8	11.2	314.0	white	2.8	78.4
	감국-064	9/중	45.2	13.2	114.6	yellow	2.1	114.6
	감국-249	10/상	37.4	29.3	160.4	white	3.6	53.8
	감국-267	10/중	48.0	25.3	256.2	yellow	2.5	50.4
<i>C. sibiricum</i>	구절-193	9/하			125.6	light pink	6.1	66.6
	구절-194	9/하			97.6	light pink	6.0	108.2
	구절-211	9/중			123.4	white	5.7	30.2
<i>C. zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	울릉-07	9/하			19.0	white	5.5	15.4
<i>A. sibirica</i>	톱풀-3	9/상	25.8	15.1	129.0	white	0.8	25.8
<i>A. hayatae</i>	눈개-1	9/중			36.2	purple	4.3	8.6

이 외에도 보존포에 심겨진 전체 국화과 식물들의 화색을 비교해보면 초형이 우수한 품종 및 계통들에는 흰꽃이 피는 것이 가장 많았으며 감국, 구절초, 톱풀, 울릉국화, 흰까실숙부쟁이, 참취 등이 이에 속하였다. 그 다음으로는 노란색 꽃이 피는 종이 많았으나, 노란색 꽃은 산국과 감국에만 국한되어 있었다. 그 밖에는 분홍색으로 피는 구절초, 자주색으로 피는 까실숙부쟁이와 눈개쭉부쟁이, 빨강색의 붉은 톱풀이 있었다.

(라) 부위별 생체중(biomass) 비교

국화과 식물을 경관산업으로 이용하고 이들 부산물을 가공용으로 사용하기 위해서는 재배

하는 개체의 생체중이 많이 나가는 유리하다. 따라서 전초, 꽃, 잎, 줄기의 생체중을 조사하여 비교하였다(Table 1-16).

꽃은 감국과 구절초에서 수확량이 많았으며, 그 외의 종들은 수확할 수 있는 포기당 화중이 적었다. 특히, 감국은 감국-027, 감국-063, 감국-064, 감국-073, 감국-249, 감국-267이, 구절초는 구절-193, 구절-194, 구절-211이 포기당 화중이 50g 이상으로 나타나 꽃의 수확량이 높았다. 꽃을 제외한 전초 무게는 감국과 구절초에서 100g 이상의 생체중을 보이는 종들이 많았다. 그러나, 감국과 구절초를 제외한 종들은 최대 전초 생체중이 대부분 30g에 불과하였다.

Table 1-16. 경관농업용으로 선발된 종 및 계통들의 생체중

Species	Lines	Flowering time	Flower color	F.W. (g) per a plant		
				Flower	Stem and leaves	Total
<i>D. boreale</i>	산국-02	-	yellow	22.0	33.4	55.4
<i>C. indicum</i>	감국-027	9/중	white	78.4	124.4	200.8
	감국-063	9/하	white	78.4	129.8	208.2
	감국-064	9/중	yellow	114.6	64.4	179.0
	감국-249	10/상	white	53.8	119.8	173.6
	감국-267	10/중	yellow	50.4	170.2	220.6
<i>C. sibiricum</i>	구절-193	9/하	light pink	66.6	141.4	208.0
	구절-194	9/하	light pink	108.2	238.4	344.6
	구절-211	9/중	white	30.2	60.0	90.2
<i>C. zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	울릉-07	9/하	white	15.4	30.8	46.2
<i>A. sibirica</i>	툽폴-3	9/상	white	25.8	24.0	49.8
<i>A. hayatae</i>	눈개-1	9/중	purple	8.6	33.0	41.6

나. 종자관련 특성 조사

(1) 실험방법

국화과 식물 종자의 형태적 특징을 알아보기 위하여 Video microscope (EVGVM 35, EG-tech, Korea)를 이용하여 관찰하였고(x40), 100립중 및 종자의 크기를 조사하였다.

(2) 종자의 형태적 특성

Video microscope를 이용하여 각각의 종자를 관찰한 결과는 Fig. 1-6과 같다. 종자들은 각기 다양한 형태를 띄고 있었으며, 같은 과, 같은 속에 속하더라도 형태적으로 차이를 보이는 경우도 있었다.

*Aster*속의 종자 중 가새쭉부쟁이, 눈개쭉부쟁이, 해국, 참취, 쭉부쟁이 및 벌개미취의 종자는 끝부분에 깃털과 같은 털이 나있었다. 또한 *Coreopsis*속의 금계국의 종자는 가운데 부분은 검은색이며 양 옆 부분에 짙은 갈색의 날개가 있었으나, 같은 속의 기생초의 종자는 날개가 없는 타원형으로 같은 속의 식물이지만 종자의 형태가 현저히 달랐다.



Fig. 1-6. 국화과 식물들의 종자형태



Fig. 1-6. Continued

연구의 결과, 국화과 식물의 종자들은 매우 다양한 크기와 무게를 가지고 있었다. 그 중 종경이 가장 긴 것은 에키네시아였으며, 까실쑥부쟁이, 쯤개미취 등도 긴 편에 속하였다(Table 1-17). 백립중이 가장 무거운 종은 잇꽃이었으며, 3.8g에 달하였다. 우엉도 0.9g에 속하여 백립중이 무거운 편에 속하였으며 산비장이, 수리취, 곰취 등의 백립중도 비교적 무거운 편이었다. 반면, 쯤개미취와 까실쑥부쟁이는 조사한 종들 중에서 백립중이 가장 가벼운 편에 속하였는데, 각각 백립중이 0.50, 1.65mg이었다.

Table 1-17. 몇몇 국화과 식물의 종자특성

Scientific name	Korean name	Size (mm)		100 seed weight (mg)
		Length	Width	
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	2.4±0.15 ^z	1.0±0.13	17.1±1.45
<i>Arctium lappa</i>	우엉	6.2±0.45	2.4±0.17	921.0±4.97
<i>Aster hayatae</i>	눈개쑥부쟁이	3.0±0.26	1.8±0.13	74.5±4.07
<i>A. incisus</i>	가새쑥부쟁이	3.3±0.30	2.2±0.30	98.0±5.81
<i>A. ageratoides</i>	까실쑥부쟁이	45.2±0.01	2.6±0.03	1.65±0.02
<i>A. koraiensis</i>	벌개미취	3.5±0.45	1.2±0.16	102.5±4.56
<i>A. scaber</i>	참취	3.1±0.37	1.1±0.16	71.2±1.48
<i>A. maackii</i>	쯤개미취	17.9±0.25	1.9±0.03	0.5±0.01
<i>A. spathulifolius</i>	해국	3.5±0.32	1.2±0.12	63.9±3.87
<i>A. yomena</i>	쑥부쟁이	3.1±0.33	1.7±0.31	79.2±1.59
<i>Carpesium abrotanoides</i>	담배풀	0.9±0.09	0.5±0.08	9.3±0.34
<i>Carthamus tinctorius</i>	잇꽃	6.4±0.27	4.5±0.46	3857.7±4.11
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	1.3±0.13	0.6±0.09	13.6±1.68
<i>D. indicum</i>	감국	1.2±0.13	0.5±0.11	13.7±1.17
<i>D. sichotense</i>	바위구절초	2.2±0.09	0.7±0.10	45.7±1.52
<i>D. coreanum</i>	한라구절초	2.2±0.04	0.8±0.09	48.0±1.21
<i>D. zawadskii var. latilobum</i>	구절초	2.5±0.18	0.8±0.12	54.1±2.72

Table 1-17. 계속

Scientific name	Korean name	Size (mm)		100 seed weight (mg)
		Length	Width	
<i>Echinacea purpurea</i>	애키네시아	376.0±0.87	3.8±0.04	190.0±0.02
<i>Cirsium pendulum</i>	큰엉겅퀴	3.0±0.23	1.0±0.08	70.0±4.77
<i>C. setidens</i>	고려엉겅퀴	2.1±0.11	1.4±0.12	45.0±3.47
<i>Coreopsis drummondii</i>	금계국	3.4±0.22	2.7±0.30	223.8±4.35
<i>C. tinctoria</i>	기생초	2.2±0.36	0.9±0.16	84.2±4.89
<i>Lactuca indica</i>	왕고들빼기	3.9±0.08	1.8±0.04	79.5±3.21
<i>Ligularia fischeri</i> var. <i>spiciformis</i>	한대리곰취	5.9±0.62	1.1±0.07	315.7±4.96
<i>Matricaria recutita</i>	저먼캐모마일	2.1±0.18	0.7±0.10	35.1±0.77
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	4.7±0.36	1.4±0.14	202.1±6.28
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i>	산비장이	5.3±0.44	1.7±0.18	473.8±3.66
<i>Synurus deltoides</i>	수리취	5.9±0.59	2.3±0.23	401.2±3.22

^zmean±standard deviation

3. 수집 및 특성평가 요약

국화과 식물은 예로부터 관상용 및 식·약용으로 많이 이용되어 오던 자생식물들로, 최근 새로운 건강 기능성이 밝혀져 유용한 식물로 각광받고 있다. 본 연구를 위해 전국 각지에 자생하고 있는 국화과 식물 및 외국의 유용 국화과 식물을 수집하고자 하였으며, 그 결과 89종 762계통(미분류 4종 4계통 포함)의 국화과 식물을 수집하였다.

수집한 국화과 식물의 원종 및 교잡종의 생장 및 개화 특성을 조사하여 경관산업 소재로 유망한 식물 종을 선발하고, 육종 소재로 이용하기 위하여 특성 조사를 시행하였다. 노지에 식재한 371종 국화과 식물의 개화기를 조사하였고, 그 중 137종 및 계통을 선발하여 개화 특성 및 생육 형태를 조사하였다.

그 결과, 국화과 식물은 개화기를 기준으로 개화시기에 따라 8월, 9월, 10월에 개화하는 3분류군으로 분류할 수 있었다. 8월에 개화하는 국화과 식물은 4.7% 였으며, 단양쑥부쟁이, 조밥나물 등이 이에 해당되었다. 9월에 개화하는 국화과 식물은 61.2%로 가장 많았으며, 톱풀, 쑥부쟁이, 구절초 등이 이에 속하였다. 10월에 개화하는 국화과 식물은 21.6%였으며, 감국, 산국 등에 집중되었다. 그 외 당년도에 개화하지 않는 종이 12.4%였다. 이들은 개화시 화색도 다양하였는데, white(41.8%), yellow(27.7%), pink(19.1%), purple(7.8%), red(0.7%) 순으로 화색이 나타났다. 137종의 생육 및 개화특성을 조사한 결과, 감국은 감국-027, 감국-063, 감국-064, 감국-073, 감국-249, 감국-267이, 구절초는 구절-193, 구절-194, 구절-211이 초장 및 화형이 크고 지상부 생체중이 무거워 관상 가치가 우수할 뿐 아니라, 가공 소재로 이용 가치가 높은 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해보면, 자생 국화과 식물들은 8월부터 10월까지 각각 개화기가 다르고, 흰색, 노란색, 분홍색, 자주색, 붉은색 등 화색이 다양하므로 관상용으로 여러 종을 조합하

여 이용할 수 있다. 또한, 종마다 수확량이 각기 다르고, 같은 종도 계열에 따라 수확량이 각기 다른 것으로 나타났다. 따라서 경관농업을 시행할 때 각 종 및 계통별 형태 특성과 수확량을 고려하여 식재하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

제 2 절 새싹채소 상품화 기술 개발

1. 최적 발아온도 및 광조건 구명

가. 실험 목적

본 연구는 다양한 국화과 식물의 종자를 이용하여, 최적발아 조건을 탐색하고자 온도 및 광조건을 달리하여, 발아율이 높아 새싹채소로 개발하기 적합한 국화과 식물을 선발하기 위하여 시행하였다.

나. 실험 재료

국화과 식물 38종의 종자를 실험재료로 사용하였다(Table 2-1). 종자는 황숙기에 채종하여 음건하였으며, 정선하여 4℃에서 저온 저장하여 사용하였다.

Table 2-1. 실험에 사용된 종자들

Scientific name	Korean name	Duration of cold treatments (months)
<i>Achillea alpina</i> L.	톱풀	0
<i>Achillea millefolium</i> L.	야로우엘로우	27
<i>Arctium lappa</i> L.	우엉	2
<i>Aster glehni</i> F.Schmidt	섬쑥부쟁이	
<i>Aster hayatae</i> H.Lev. & Vaniot	눈개쑥부쟁이	38
<i>Aster incisus</i> Fisch.	가새쑥부쟁이	39
<i>Aster</i> spp.	노랑무늬쑥부쟁이	
<i>Aster koraiensis</i> Nakai	벌개미취	62
<i>Aster</i> spp.	늦개미취	
<i>Aster scaber</i> Thunb.	참취	6
<i>Aster spathulifolius</i> Maxim.	해국	0
<i>Aster yomena</i> (Kitam.) Honda	쑥부쟁이	7
<i>Carpesium abrotanoides</i> L.	담배풀	0
<i>Carthamus tinctorius</i> L.	잇꽃	3
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	쑥갓	
<i>Cirsium pendulum</i> Fisch. ex DC.	큰영경귀	0
<i>Cirsium setidens</i> (Dunn) Nakai	고려영경귀(곤드래)	3
<i>Coreopsis drummondii</i> Torr. et Gray	금계국	1
<i>Coreopsis lanceolata</i> L.	큰금계국	6
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	기생초	0
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	코스모스	5
<i>Dendranthema boreale</i> (Makino) Ling ex Kitam.	산국	0
<i>Dendranthema indicum</i> (L.) DesMoul.	감국	0
<i>Dendranthema sichotense</i> Tzvelev	바위구절초	0

Table 2-1. 계속

Scientific name	Korean name	Duration of cold treatments (months)
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>coreanum</i> (H. Lev. & Vaniot) Vorosch	한라구절초	62
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam.	구절초	26
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>yezoense</i> (Maek.) Y.M.Lee & H.J.Choi	남구절초	
<i>Helianthus annuus</i> L.	해바라기	3
<i>Lactuca indica</i> L.	왕고들빼기	12
<i>Lactuca sativa</i> L.	상추	
<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>longifolia</i>	로메인	
<i>Ligularia fischeri</i> var. <i>spiciformis</i> Nakai	한대리곰취	2
<i>Matricaria recutita</i> L.	저먼캐모마일	0
<i>Saussurea pulchella</i> (Fisch.) Fisch.	각시취	0
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> (Iljin) Kitam. for. <i>insularis</i>	산비장어	38
<i>Syneilesis palmata</i> (Thunb.) Maxim.	우산나물	3
<i>Synurus deltoides</i> (Aiton.) Nakai	수리취	0
<i>Cichorium intybus</i>	치커리	

다. 실험 방법

24시간 증류수로 침지 처리한 종자를 페트리접시(φ 90mm)에 여과지(Watman No. 2) 2매를 깔고, 100립씩 파종한 후 항온기(HB-302M, Han baek, Korea)를 이용하여 명·암의 조건에서 각 15, 20, 25, 30°C의 온도로 설정하여 완전임의 4반복 배치하였다. 재배 중 여과지가 건조하여 발아에 지장을 주지 않도록, 페트리접시에 증류수를 부어 수시로 수분관리를 하였다. 조사는 20일 동안 2일 간격으로 하였으며, 유근이 1mm 이상 발아한 종자의 수를 세었다.

온도와 광원이 종자의 발아에 미치는 영향을 구명하기 위하여 15, 20, 25, 30°C의 항온기를 명상태 16시간, 암상태 8시간인 명조건과 24시간 암상태인 암조건으로 조절하여 종자를 발아시켰다. 종자는 각각 14~20일 정도 발아시켰으며, 발아 정도를 2일 간격으로 조사하여 그래프를 그린 후 발아곡선이 완만해지는 지점의 발아율을 최적 발아율로 나타내었다. 최적 발아율을 보이기까지 소요된 기간을 최소 발아기간으로 설정하여 조사하였다.

라. 실험 결과

(1) *Aster*속 종자의 최적 발아조건

국화과 *Aster*속에 속하는 가새쭉부쟁이(*A. incisus*), 눈개쭉부쟁이(*A. hayatae*), 쭉부쟁이(*A. yomena*), 해국(*A. spathulifolius*), 늦개미취(*Aster* spp.)의 종자는 각각 65.0(Fig. 2-3), 49.3(Fig. 2-2), 68.3(Fig. 2-9), 57.4%(Fig. 2-8), 48.5%(Fig. 2-6)의 최적 발아율을 보여 비교적

높은 발아율을 보였다. 그러나 같은 *Aster*속의 별개미취(*A. koraiensis*)와 참취(*A. scaber*)의 최적 발아율은 각각 17.0(Fig. 2-5), 27.7%(Fig. 2-7)로 낮게 나타났고, 섬쭈부쟁이(*A. glehni*, Fig. 2-1), 노랑무늬까실쭈부쟁이(*Aster* spp., Fig. 2-4), 는 전혀 발아되지 않아 실험재료로 합당하지 않았다. 또한, 최소 발아소요일은 각각 늦개미취 4일, 쭈부쟁이 10일, 가새쭈부쟁이 12일, 눈개쭈부쟁이 16일, 별개미취 18일, 참취와 해국 20일로 나타났다. 적정 발아온도는 눈개쭈부쟁이와 참취는 15℃, 가새쭈부쟁이, 쭈부쟁이, 해국 및 별개미취는 20℃로 나타나 비교적 낮은 온도에서 발아가 왕성한 경향을 보였고, 늦개미취는 30℃로 높은 온도에서 발아되었다.

한편 Kang과 Kim(2000)이 별개미취와 참취의 종자를 무처리, 습윤상태로 5℃에서 30일 동안 저온처리, 1일 중 30℃, 8시간과 15℃, 16시간으로 조합하여 변온처리한 후, 20℃에서 발아시킨 결과 두 종 모두 무처리 < 저온처리 < 변온처리 순으로 발아율이 향상되었다고 한다. 따라서 발아 중 변온처리를 통하여 발아율을 증가시키는 방안도 고려해 볼 필요가 있는 것으로 생각되었다.

종에 따라 발아에 효과적인 광조건 또한 각기 다르게 나타났다. 가새쭈부쟁이, 별개미취 및 참취는 명조건에서 발아가 왕성하였으며, 눈개쭈부쟁이, 쭈부쟁이, 해국, 늦개미취는 암조건에서 발아율이 높았다. 그러나 6종 종자의 발아에 있어서 광조건에 따라 종자의 발아가 큰 차이를 보이지 않아 광에 관계없이 발아하는 것으로 생각되었고, 늦개미취만이 암상태 고온에서만 발아하였다. 한편 별개미취는 24시간 광조건 10%, 24시간 암조건 35%, 명상태와 암상태가 반복되는 자연상태에서 51%의 발아율을 보여(Kim, 1980), 광이 발아에 도움이 되긴 하나, 한 가지 광조건이 지속되는 것 보다는 암상태와 명상태가 교대로 주어지는 것이 종자발아에 유리한 것으로 생각되었다.

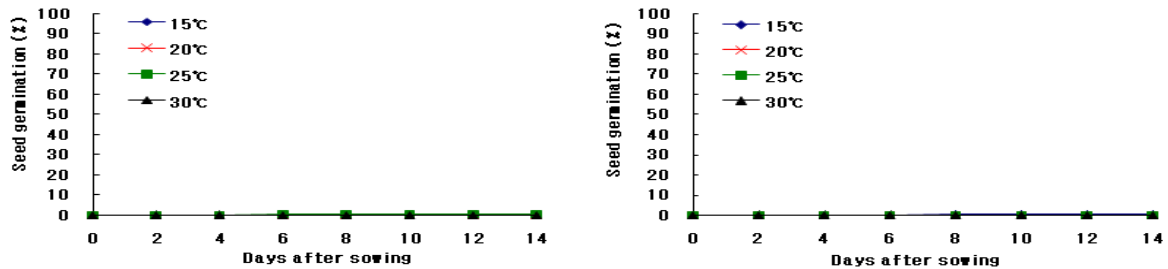


Fig. 2-1. 온도와 광조건에 따른 섬쭈부쟁이(*Aster glehni*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

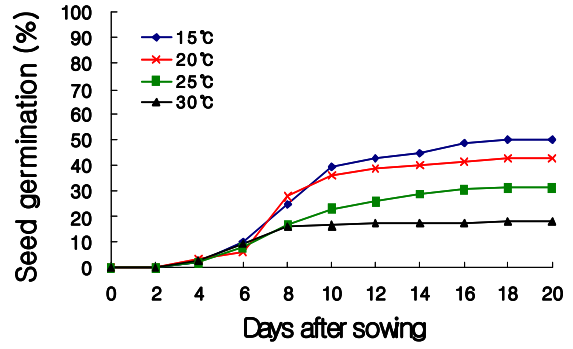
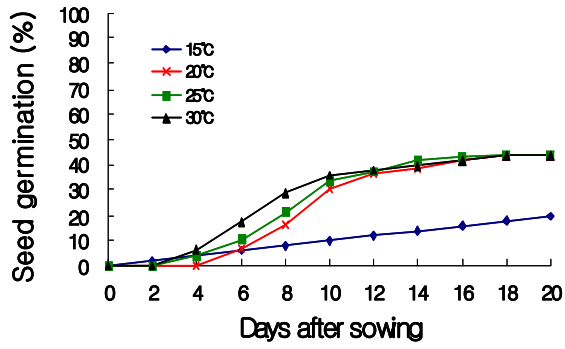


Fig. 2-2. 온도와 광조건에 따른 눈개쭉부쟁이(*A. hayatae*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

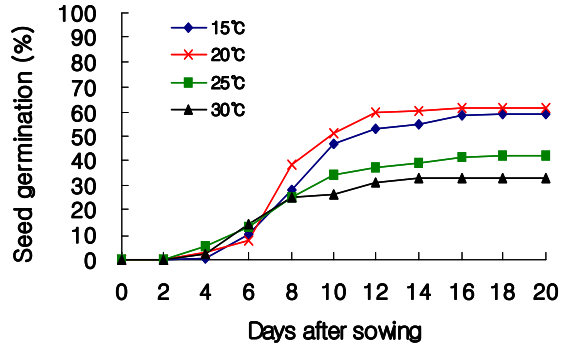
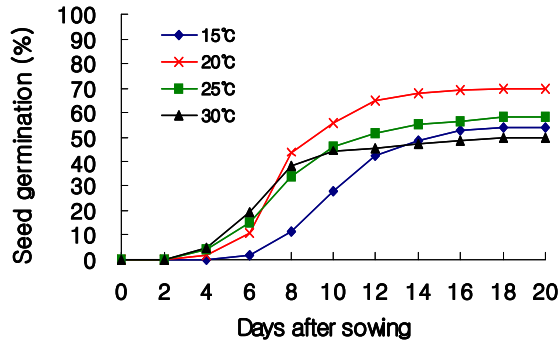


Fig. 2-3. 온도와 광조건에 따른 가새쭉부쟁이(*Aster incisus*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

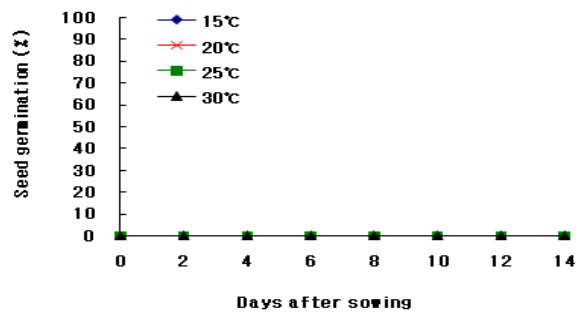
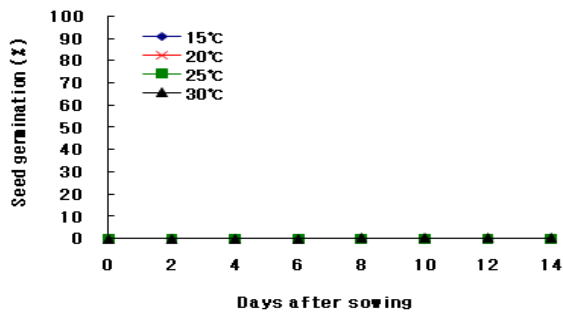


Fig. 2-4. 온도와 광조건에 따른 노랑무늬쭉부쟁이(*Aster* spp. (yellow pattern))의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

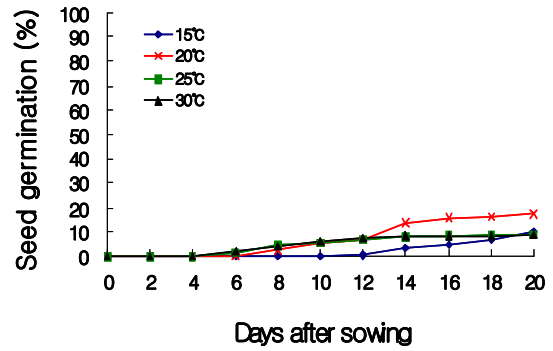
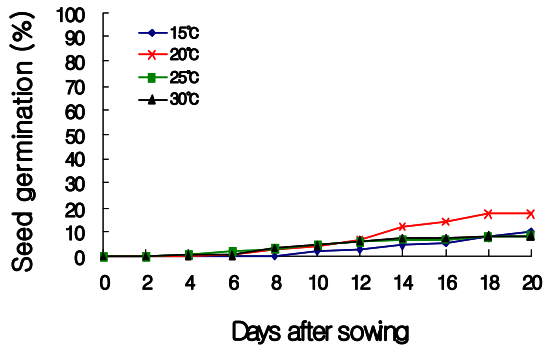


Fig. 2-5. 온도와 광조건에 따른 별개미취(*Aster koraiensis*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

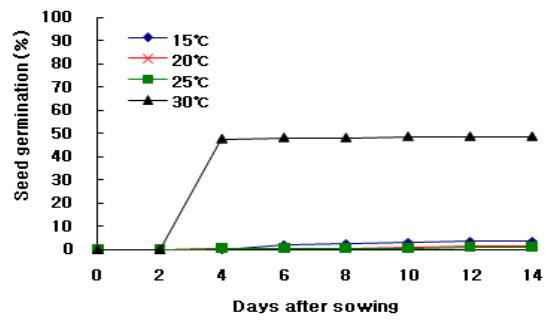
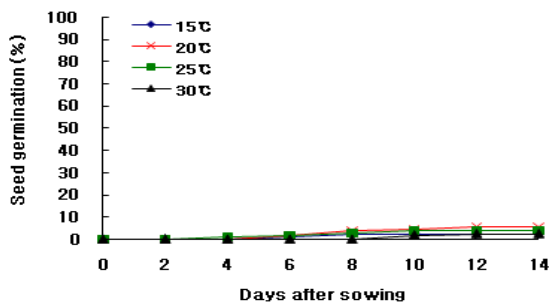


Fig. 2-6. 온도와 광조건에 따른 늦개미취(*Aster spp.*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

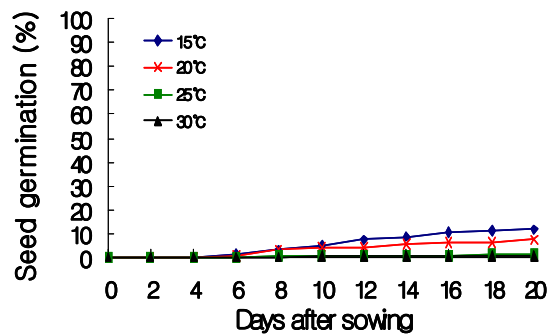
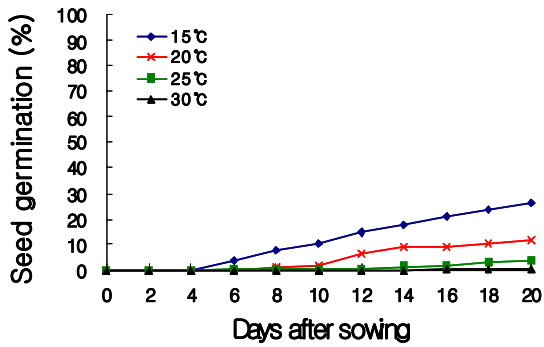


Fig. 2-7. 온도와 광조건에 따른 참취(*Aster scaber*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

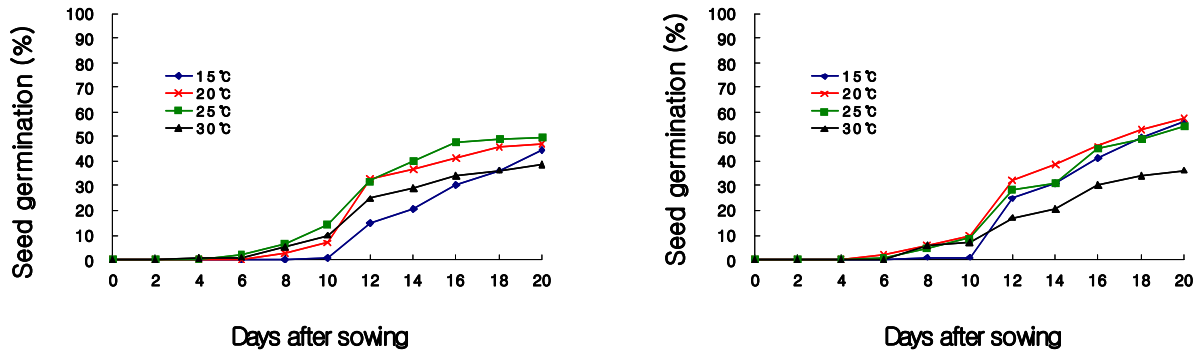


Fig. 2-8. 온도와 광조건에 따른 해국(*A. spathulifolius*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

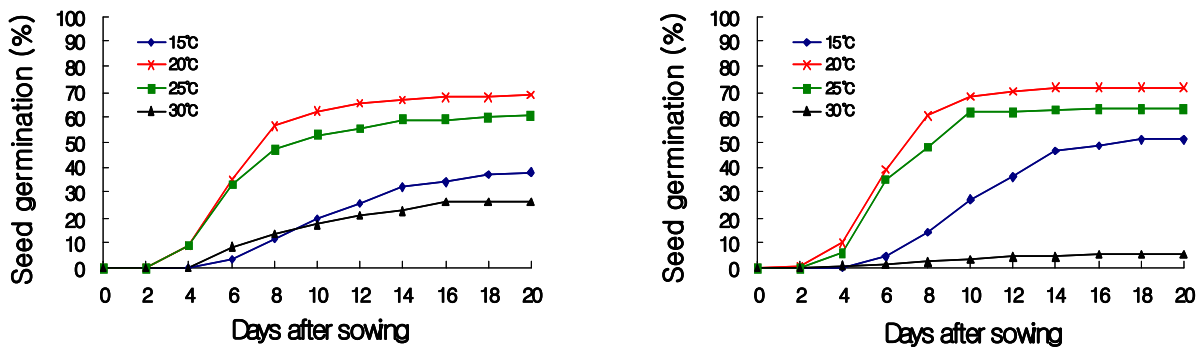


Fig. 2-9. 온도와 광조건에 따른 쑥부쟁이(*A. yomena*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

(2) *Dendranthema*속 종자의 최적 발아조건

국화과 *Dendranthema*속의 감국(*D. indicum*), 산국(*D. boreale*), 구절초(*D. zawadskii* var. *latilobum*), 한라구절초(*D. zawadskii* var. *coreanum*) 및 바위구절초(*D. sichotense*)는 각각 74.7(Fig. 2-11), 80.8(Fig. 2-10), 98.9(Fig. 2-13), 55.6(Fig. 2-14) 및 76.2%(Fig. 2-12)의 높은 발아율을 보였다. 반면 남구절초(*D. zawadskii* var. *yezoense*)는 최고발아율이 4.5%(Fig. 2-15)로 매우 낮게 나타났다. 최소 발아 소요기간은 감국 8일, 산국과 구절초는 4일, 한라구절초 12일 및 바위구절초는 4일로 나타나 비교적 짧은 발아소요기간을 보였다. 식물별로는 감국이 15°C, 바위구절초가 20°C, 산국, 한라구절초 및 구절초는 25°C에서 높은 발아율을 보였다. *Dendranthema*속 또한 *Aster*속과 마찬가지로 광조건에 의한 발아율의 차이는 크지 않았다. 감국과 한라구절초의 종자는 명조건에서 암조건보다 발아가 다소 왕성하였으며 산국, 바위구절초 및 구절초의 종자는 암조건에서 발아가 보다 왕성하였다.

그러나 Baik 등(2000)이 10~30°C의 온도조건에서 24시간 1,000 lux의 광조건과 24시간 암조건으로 설정하여 산국의 종자를 발아시킨 결과 온도는 20°C, 광조건은 명상태에서 발아율 및 발아세가 모두 좋았다고 한다. 본 연구에서는 명조건에서는 20°C에서 발아가 가장 왕성하였으나, 명조건보다는 암조건에서 발아가 다소 우수하였으며 큰 차이는 없었으나, 20°C 보다는 25°C에서 발아율이 다소 높은 것으로 나타났다.

따라서 각각의 광조건에 따라 적정 발아온도는 바뀔 수 있으며, 산국의 종자는 비록 광에 관계없이 발아가 왕성하기는 하지만, 광조건에 따라 발아율 및 발아적온에 다소 차이가 있다는 것을 확인하였다. 또한, 한라구절초 역시 광조건에 따라 적정 발아온도가 달라졌는데, 명조건에서는 25℃, 암조건에서는 30℃에서 발아율이 왕성하였다. 같은 30℃의 조건에서 파종 12일 후 명조건에서는 25.6%, 암조건에서는 50.0%가 발아되어 같은 온도에서도 광조건에 따라 발아율이 현저히 달라지는 경향을 보였다.

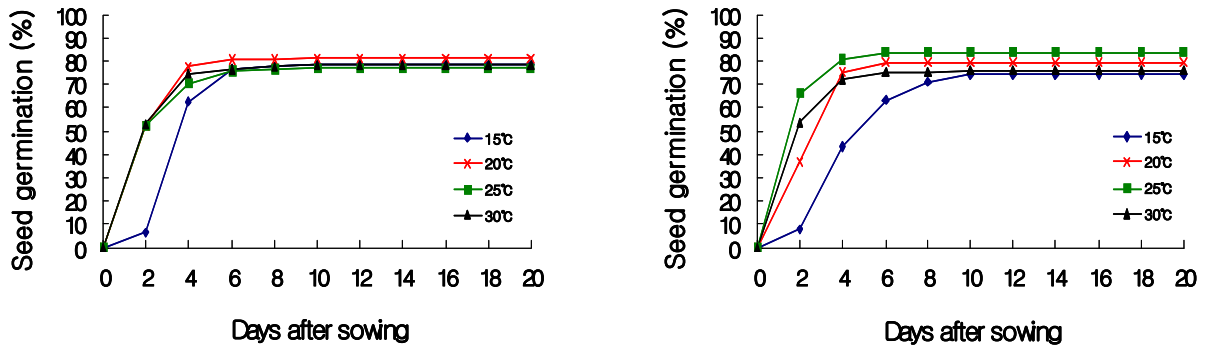


Fig. 2-10. 온도와 광조건에 따른 산국(*Dendranthema boreale*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

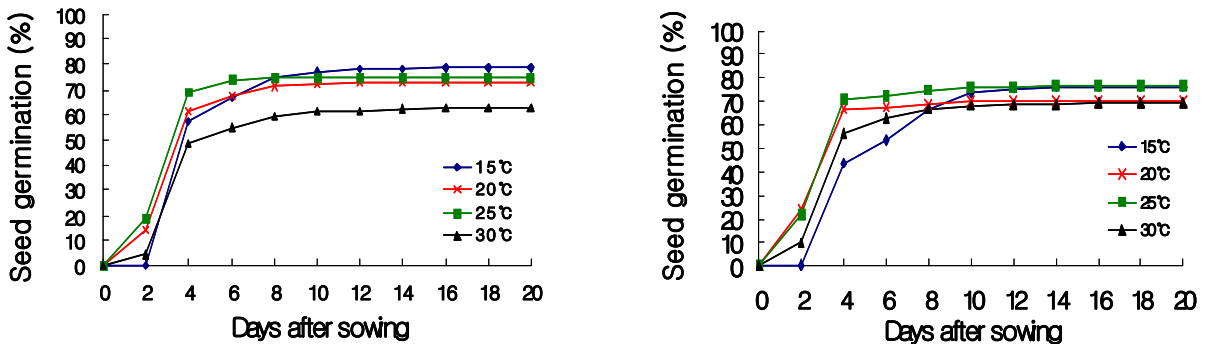


Fig. 2-11. 온도와 광조건에 따른 감국(*Dendranthema indicum*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

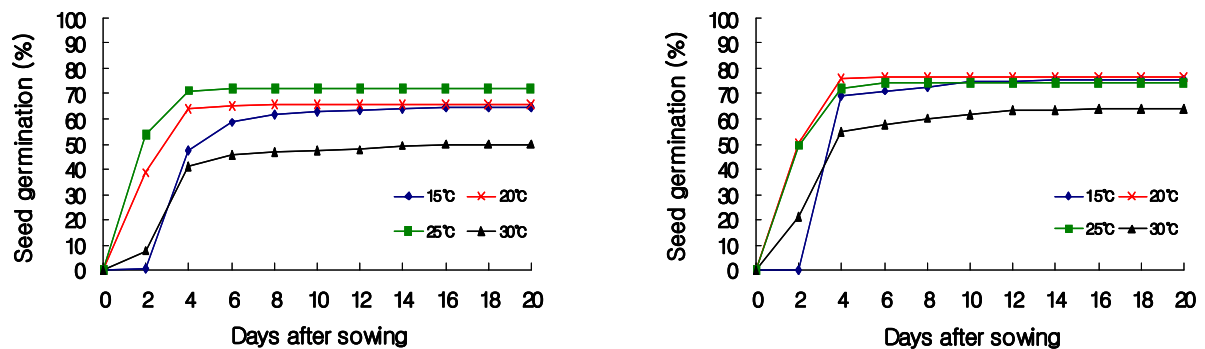


Fig. 2-12. 온도와 광조건에 따른 바위구절초(*Dendranthema sichotense*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

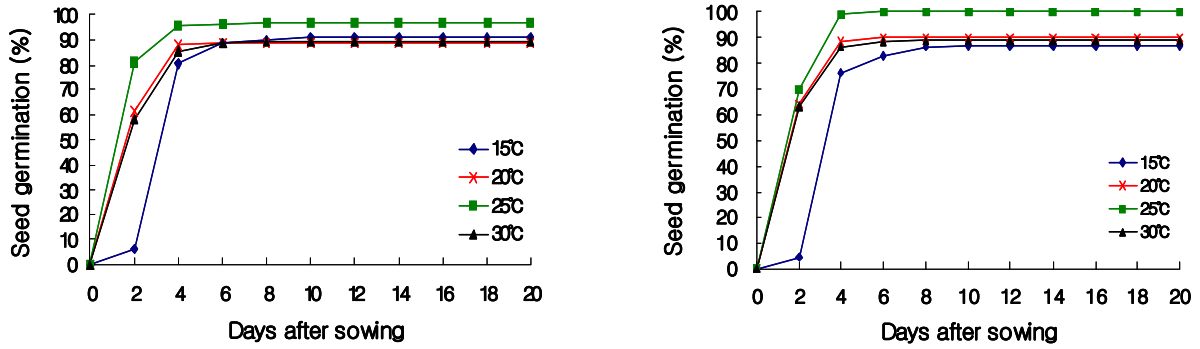


Fig. 2-13. 온도와 광조건에 따른 구절초(*Dendranthema zawadskii* var. *latilobum*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

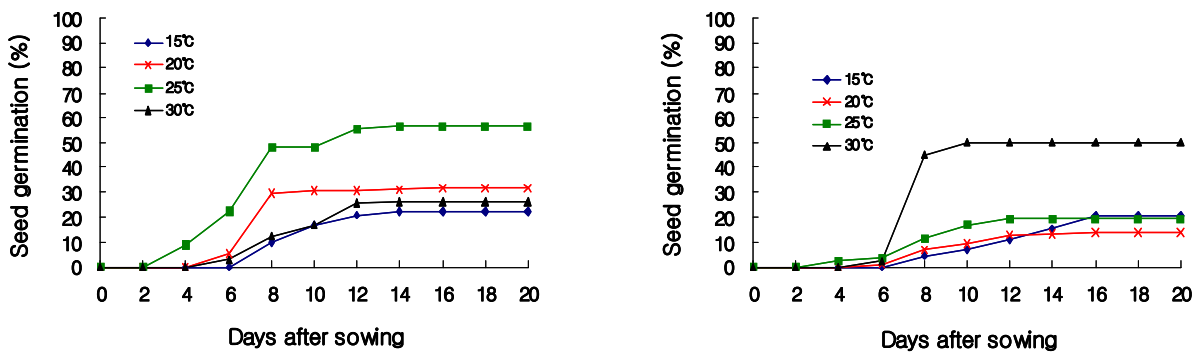


Fig. 2-14. 온도와 광조건에 따른 한라구절초(*Dendranthema zawadskii* var. *coreanum*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

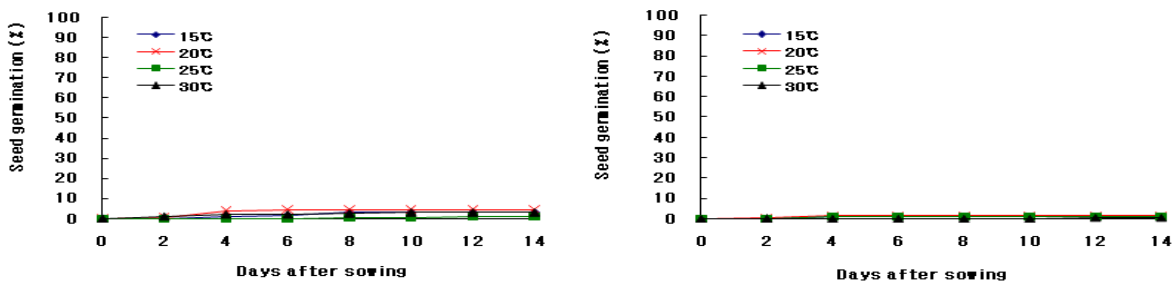


Fig. 2-15. 온도와 광조건에 따른 남구절초(*Dendranthema zawadskii* var. *yezoense*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

(3) *Cirsium*속 종자의 최적 발아조건

*Cirsium*속의 큰엉경귀(*C. pendulum*)와 고려엉경귀(*C. setidens*, 이명: 곤드래)는 각각 6.9%, 50.3%의 최적 발아율을 보였으며, 최적 발아율을 보이는데 소요되는 기간은 각각 6일과 14일이었다. 두 종 모두 명조건 30°C에서 발아가 왕성하였으며, 암조건에서 발아가 현저히 억제되는 경향을 보였다. 특히 큰엉경귀는 암조건에서는 20일의 실험기간 동안 최고 발아율이

1.4% 밖에 미치지 못하여 발아가 현저히 억제되는 경향을 보였다(Fig. 2-16).

고려엉겅퀴의 종자도 암조건에서 발아가 억제되어 명조건에서는 52.3%의 최적 발아율을 보였으나, 암조건에서는 27.3%로 억제되었다(Fig. 2-17). 그러나, 명조건과 암조건에서 최적 발아율에 도달하는 발아소요기간이 각각 다른 것으로 나타났는데, 명조건에서는 14일이 소요되었으나 암조건에서는 4일 만에 최적 발아율에 도달하였다. 파종 후 4일째 명조건에서는 발아율이 가장 높은 25°C에서 23.0%의 발아를 보였으나, 암조건에서는 30°C에서 25.0%의 발아율을 보였다. 따라서 단기간에 고려엉겅퀴의 새싹채소를 생산하기에는 오히려 암조건에서 발아시키는 것이 유리할 것으로 생각되었다.

한편 Kang과 Kim(2000)이 고려엉겅퀴의 종자를 무처리, 습윤상태로 5°C에서 30일 동안 저온처리, 1일 중 30°C 8시간과 15°C 16시간으로 조합하여 변온 처리한 후 20°C에서 발아시킨 결과 두 종 모두 무처리 < 변온처리 < 저온처리 순으로 발아율이 향상되었다고 하였다. 또한 명조건에서는 무처리 2%, 변온처리 0%, 저온처리 23%, 암조건에서는 무처리 7%, 변온처리 20%, 저온처리 29%의 발아율을 보였다고 하였다. 따라서 고려엉겅퀴의 종자는 발아 중 온도 및 광조건에 매우 민감하게 반응하는 것으로 생각되었다.

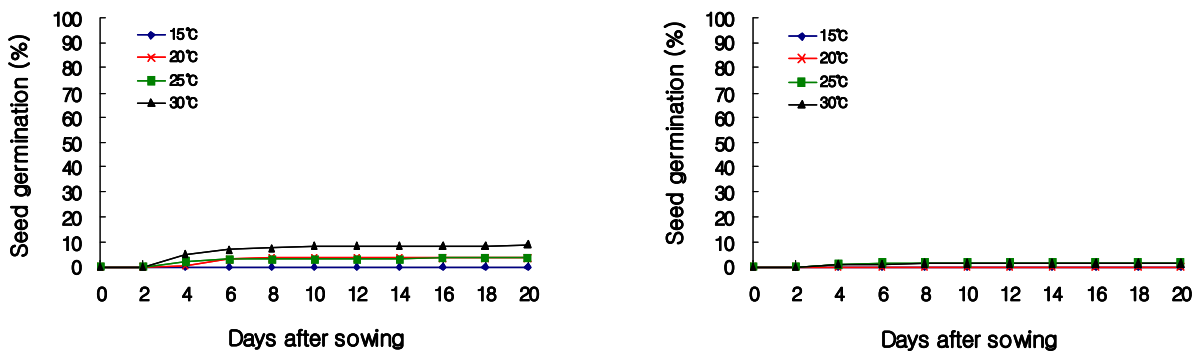


Fig. 2-16. 온도와 광조건에 따른 큰엉겅퀴(*Cirsium pendulum*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

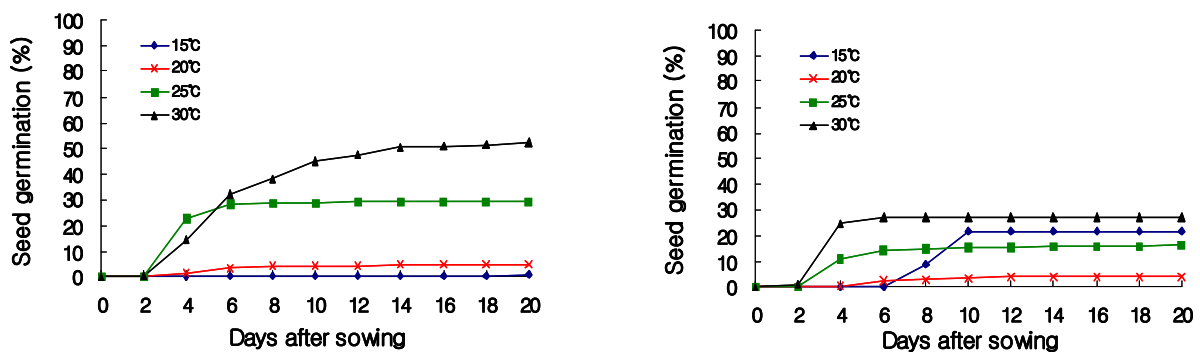


Fig. 2-17. 온도와 광조건에 따른 고려엉겅퀴(*Cirsium setidens*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

(4) *Coreopsis*속 종자의 최적 발아조건

*Coreopsis*속의 금계국(*C. drummondii*), 큰금계국(*C. lanceolata*) 및 기생초(*C. tinctoria*)는 각각 80.8(Fig. 2-18), 38.7(Fig. 2-19), 83.0%(Fig. 2-20)의 최적발아율의 보였으며, 최적발아율을 나타내는데 필요한 기간은 금계국 12일, 큰금계국 16일, 기생초 4일로 나타났다. 금계국과 큰금계국은 명조건 20°C에서 발아가 가장 왕성하였으며, 기생초는 암조건 15°C에서 발아가 왕성하였다.

금계국과 기생초는 광조건에 따라 발아율에 다소 차이가 있었지만, 명조건과 암조건 모두에서 발아가 왕성하였다. 큰금계국은 암조건에서 발아가 현저히 억제되어 총 20일의 실험기간 동안 모든 처리구에서 2.7% 이상의 발아율을 보이지 못하여 광발아 종자로 생각되었다. 또한 큰금계국은 온도에도 매우 민감한 반응을 보여 25, 30°C의 다소 높은 온도에서는 종자가 전혀 발아하지 않았는데, 이는 큰금계국이 원래 가을에 파종하는 종자이므로 25°C 이상의 고온에서는 발아가 억제되는 것으로 생각되었다.

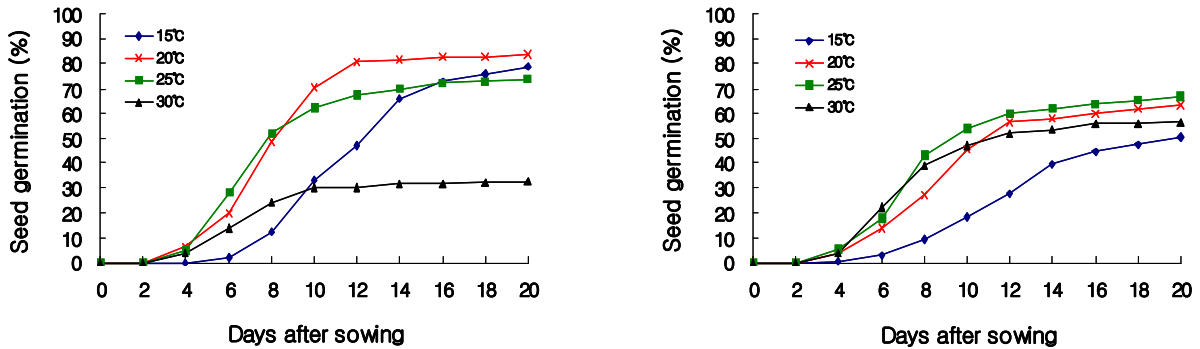


Fig. 2-18. 온도와 광조건에 따른 금계국(*Coreopsis drummondii*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

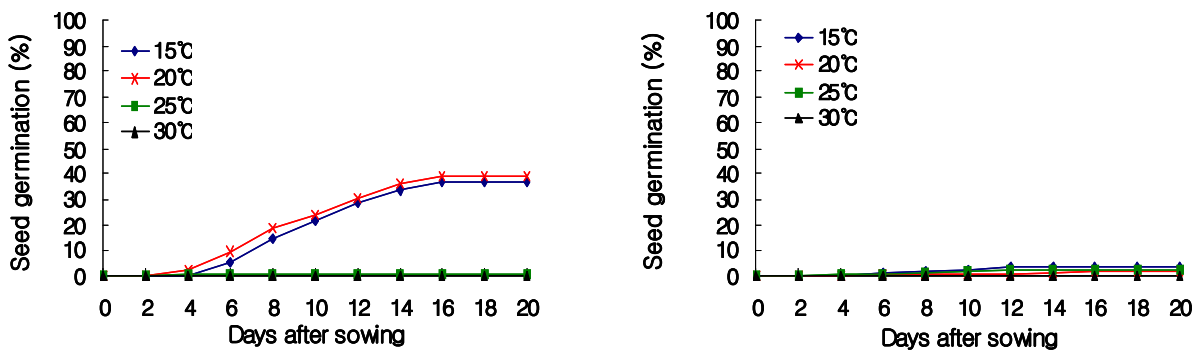


Fig. 2-19. 온도와 광조건에 따른 큰금계국(*Coreopsis lanceolata*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

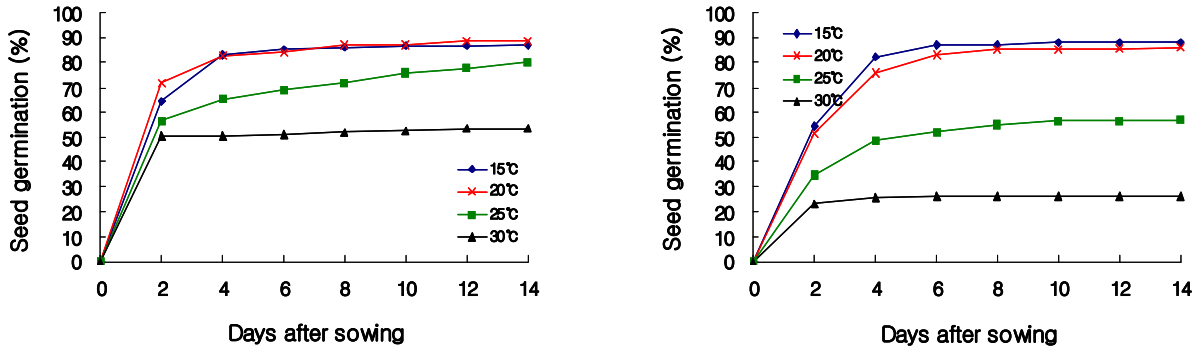


Fig. 2-20. 온도와 광조건에 따른 기생초(*Coreopsis tinctoria*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

(5) *Carpesium*, *Matricaria*, *Lactuca*, *Arctium*속 종자의 최적 발아조건

국화과의 담배풀(*Carpesium abrotanoides*), 저먼캐모마일(*Matricaria recutita*), 왕고들빼기(*Lactuca indica*), 상추(*L. sativa*), 로메인(*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*), 우엉(*Arctium lappa*)은 각각 90.5(Fig. 2-21), 90.3(Fig. 2-22), 89.3(Fig. 2-23), 100(Fig. 2-24), 92(Fig. 2-25), 82.0%(Fig. 2-26)의 높은 최적 발아율을 보였으며 최소 발아기간은 저먼캐모마일, 왕고들빼기, 상추, 및 우엉 4일, 담배풀 및 로메인은 6일로 나타나 발아율이 높고 발아기간이 짧아 새싹채소로 개발하기 매우 유용할 것으로 생각되었다. 상추 및 로메인은 최적 발아온도가 20°C로, 나머지 4종은 25°C로 나타났다. 담배풀, 왕고들빼기, 우엉은 명조건에서 저먼캐모마일, 상추, 로메인은 암조건에서 발아가 다소 왕성하였으나, 6종 모두 광에 관계없이 발아가 왕성하였다.

Lee 등(2000)이 영남지방 채래종 우엉의 종자발아 특징을 조사한 결과 역시 25°C에서 발아가 가장 왕성하였으며, 광에 관계없이 발아한다고 하였다. 그러나, Park과 Kim(1995)이 고들빼기의 종자발아에 미치는 광의 영향을 조사한 결과, 고들빼기의 종자는 광조건에는 관계없이 발아율이 높았지만, 광질의 영향을 받아 청색의 백열등에서는 35.3%의 발아율을 보였으나 적색의 백열등에서는 87.3%의 높은 발아율을 보였다고 하였다. 이와 반대로 형광등에서는 청색광이 93.3%, 적색광에서는 0.0%의 발아율을 보였다고 한다. 따라서 향후 종자의 채취율, 기능성 성분이 우수하지만 발아가 약한 종자의 경우 광질을 달리하여 실험할 필요도 있을 것으로 생각되었다.

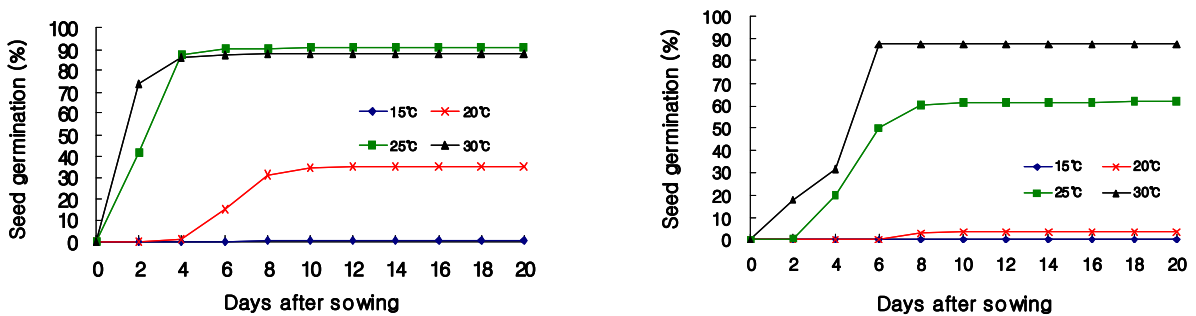


Fig. 2-21. 온도와 광조건에 따른 담배풀(*Carpesium abrotanoides*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

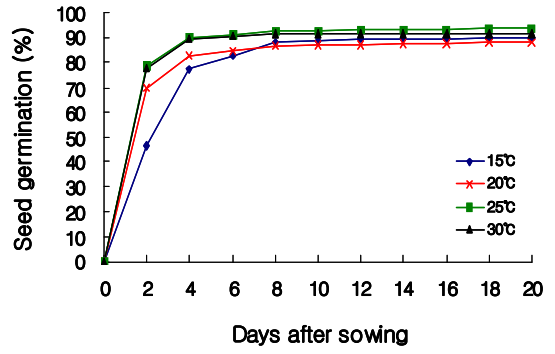
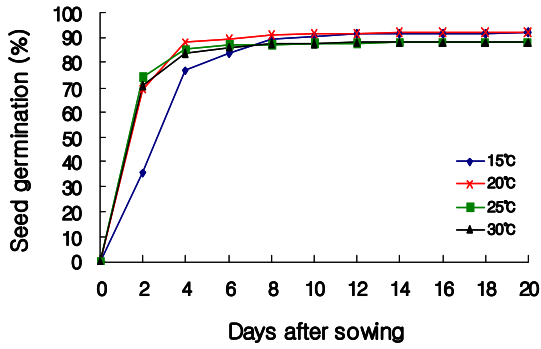


Fig. 2-22. 온도와 광조건에 따른 저문캐모마일(*Matricaria recutita*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

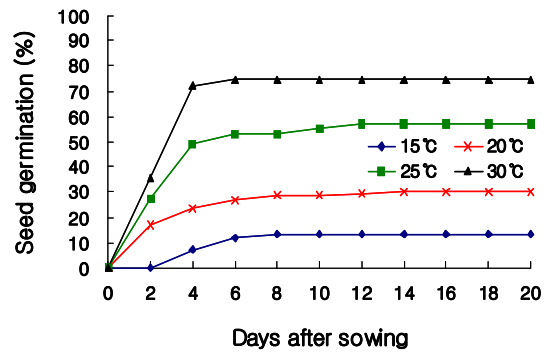
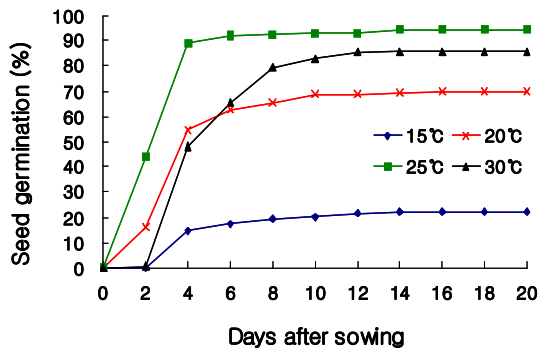


Fig. 2-23. 온도와 광조건에 따른 왕고들빼기(*Lactuca indica*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

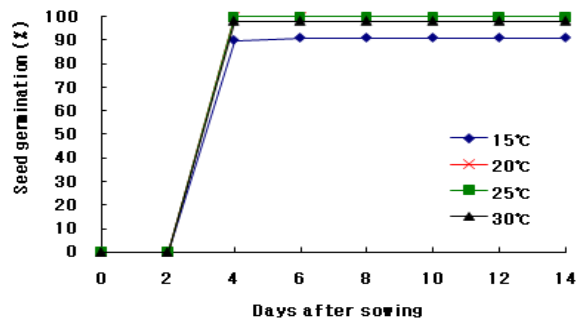
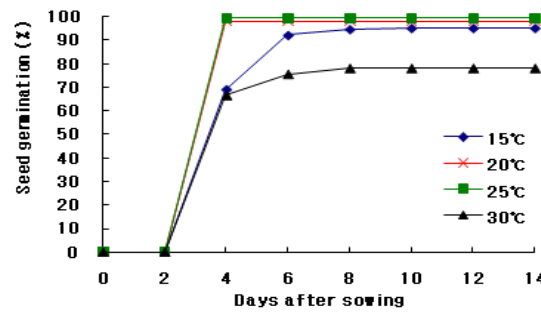


Fig. 2-24. 온도와 광조건에 따른 상추(*Lactuca sativa*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

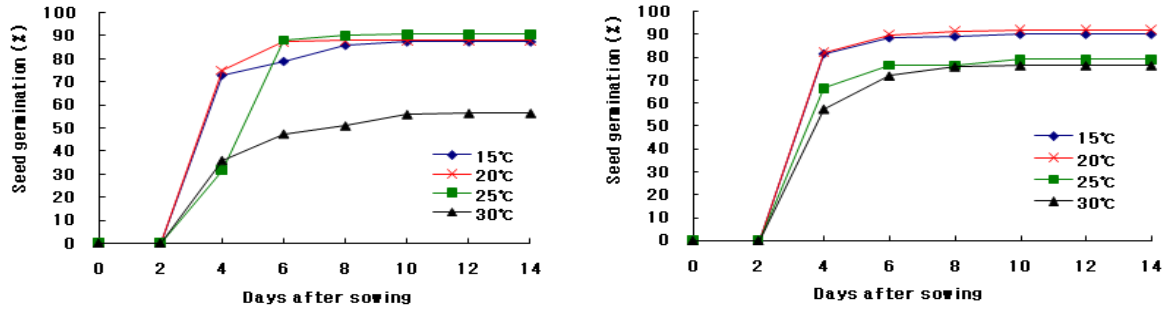


Fig. 2-25. 온도와 광조건에 따른 로메인(*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

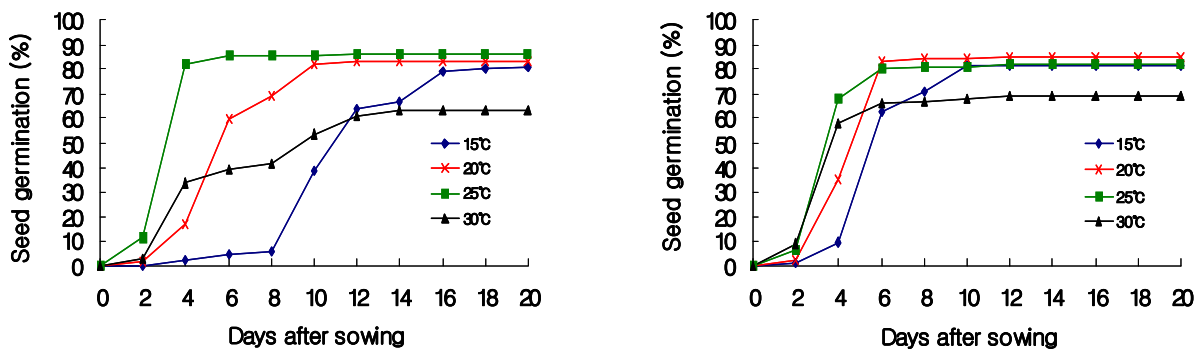


Fig. 2-26. 온도와 광조건에 따른 우엉(*Arctium lappa*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

(6) *Saussurea*, *Carthamus*, *Achillea*속 종자의 최적 발아조건

각시취(*Saussurea pulchella*), 잇꽃(*Carthamus tinctorius*, 이명: 홍화), 톱풀(*Achillea alpina*)은 51.7(Fig. 2-27), 49.7(Fig. 2-28), 49.2%(Fig. 2-29)의 비교적 우수한 최적 발아율을 보였다. 반면 야로우엘로우(*A. millefolium*)는 발아가 이루어지지 않았다(Fig. 2-30). 각각의 최소 종자발아 소요일은 톱풀 4일, 잇꽃 10일, 각시취 20일로 나타났다. 잇꽃은 15°C의 명조건에서 발아가 우수하였으며, 톱풀과 각시취는 각각 암조건과 명조건의 25°C 처리구에서 발아가 왕성하였다. 톱풀의 종자는 광에 관계없이 발아가 왕성한 경향을 보였으며, 잇꽃과 각시취의 종자는 암조건에서는 발아가 억제되었다.

한편, Nam 등(1999)이 채종시기 및 저온처리가 각시취 종자발아에 미치는 영향을 조사한 결과, 종자는 10월 중순 채취하여 60일 저온처리(85.2%)하는 것이 가장 효과적이라고 하였다. 그러나 Kang과 Kim(2000)이 각시취의 종자를 무처리, 습윤상태로 5°C에서 30일 동안 저온처리, 하루 중 30°C, 8시간과 15°C, 16시간으로 조합하여 변온 처리한 후, 20°C에서 발아시킨 결과 명조건과 암조건 모두에서 저온처리와 변온처리는 무처리구에 비하여 발아를 억제시키는 것으로 나타났다.

따라서 각시취의 종자발아에 미치는 저온처리의 영향은 다시 구명할 필요가 있으며, 저온처리보다는 채종시기가 종자의 발아에 더 중요한 영향을 미치는 것으로 생각되었다. 적절한 채

종시기를 구명하여 각 종자의 적정 채종시기에 채취한 종자로 새싹채소를 생산할 경우 생산성이 향상될 것으로 생각되었다.

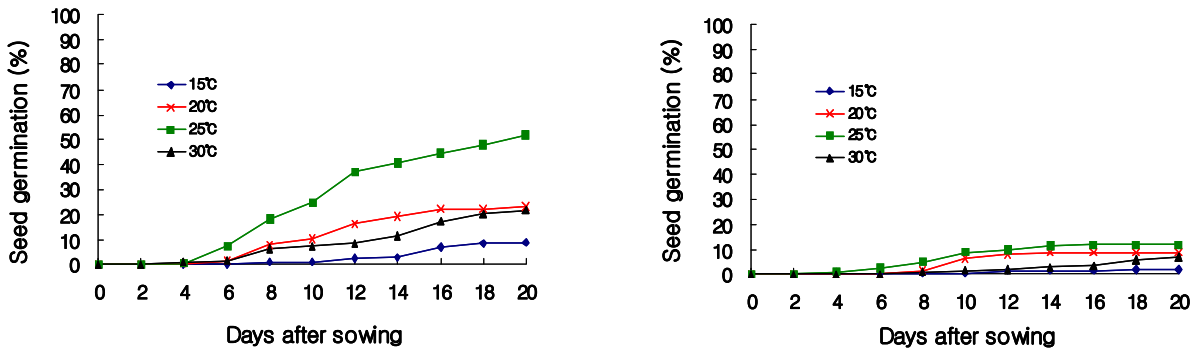


Fig. 2-27. 온도와 광조건에 따른 각시취(*Saussurea pulchella*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

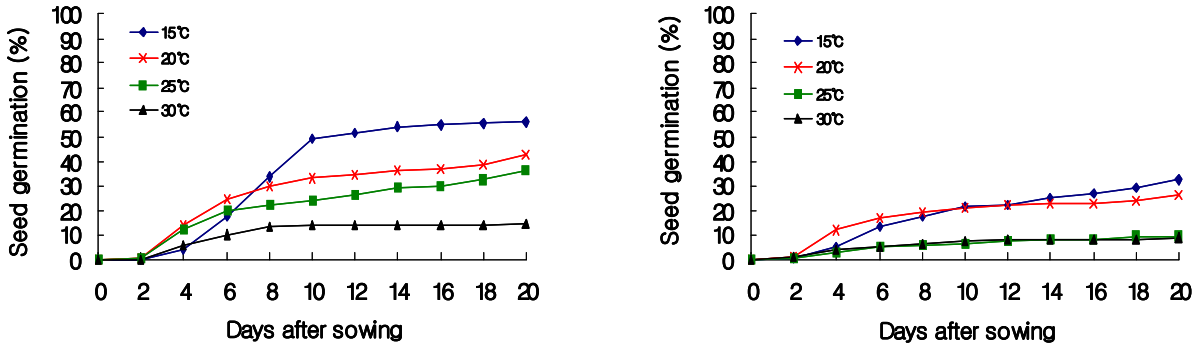


Fig. 2-28. 온도와 광조건에 따른 잇꽃(*Carthamus tinctorius*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

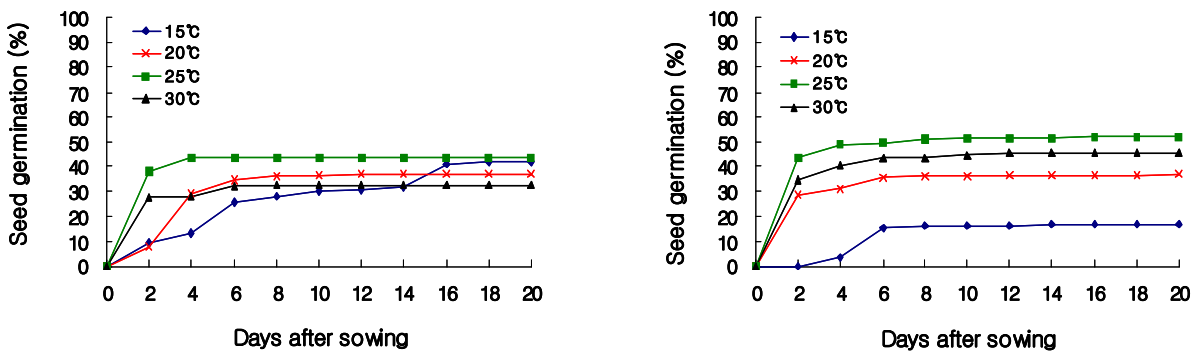


Fig. 2-29. 온도와 광조건에 따른 톱풀(*Achillea alpina*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

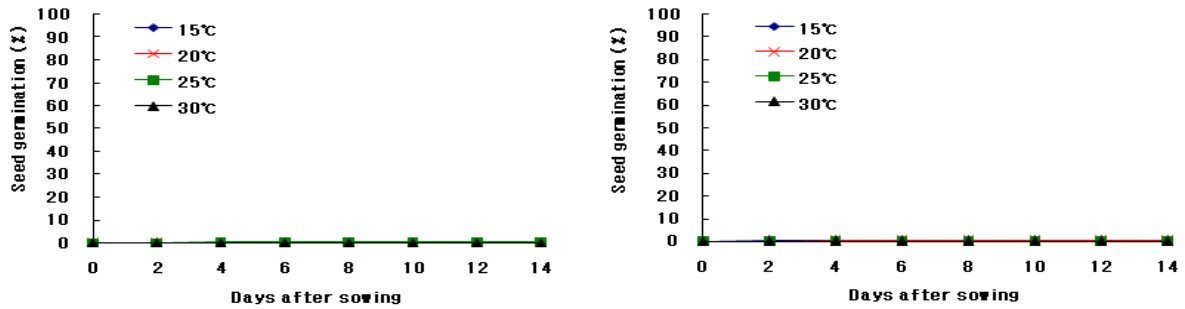


Fig. 2-30. 온도와 광조건에 따른 야로우엘로우(*Achillea millefolium*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

(7) *Ligularia*, *Synurus*, *Serratula*속 종자의 최적 발아조건

한대리곰취(*Ligularia fischeri* var. *spiciformis*), 수리취(*Synurus deltoides*), 산비장이(*Serratula coronata* var. *insularis*)의 종자는 각각 18.3(Fig. 2-31), 15.8(Fig. 2-32), 12.5%(Fig. 2-33)의 낮은 최적 발아율을 보였으며, 최소 발아기간은 각각 10일, 18일, 20일로 나타났다. 3종 모두 15°C가 발아에 적합하였으며, 한대리곰취와 수리취는 명조건에서, 산비장이는 암조건에서 발아가 우수하였다.

한편, Kang과 Kim(2000)이 수리취의 종자를 무처리, 습윤상태로 5°C에서 30일 동안 저온처리, 하루 중 30°C에서 8시간과 15°C에서 16시간으로 조합하여 변온처리한 후 20°C에서 발아시킨 결과 명조건에서는 무처리구(82%) < 변온처리(86%) < 저온처리(95%) 순으로 발아율이 높았다. 암조건에서도 무처리(51%) < 변온처리(84%) < 저온처리(94%) 순으로 발아율이 높다고 하였다. 이는 본 연구결과보다 우수한 발아력을 보였는데 이는 종자의 채종시기 및 저온처리 기간에 의한 차이로 생각되어진다.

새싹채소 생산을 위한 종자는 저장성 및 연중 판매의 문제점이 있으므로 채종 후 균일한 저온처리를 통하여 생산성을 증가시키기 보다는, 채종단계에서 종자의 특성에 맞는 채종 적기에 정확하게 채종하는 것이 생산성 증가에 더욱 중요할 것으로 생각되었다.

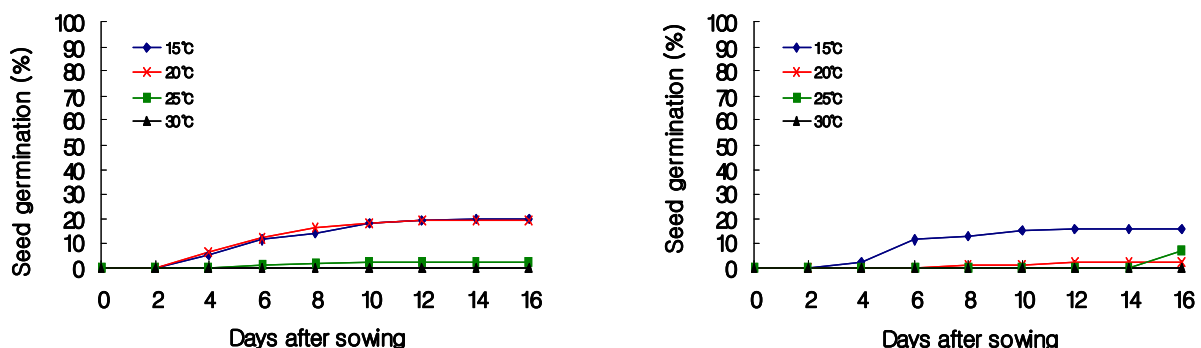


Fig. 2-31. 온도와 광조건에 따른 한대리곰취(*Ligularia fischeri* var. *spiciformis*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

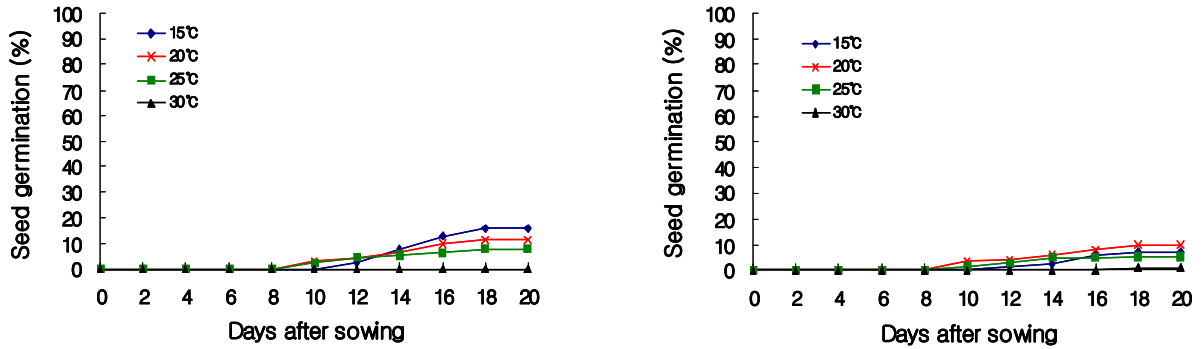


Fig. 2-32. 온도와 광조건에 따른 수리취(*Synurus deltoides*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

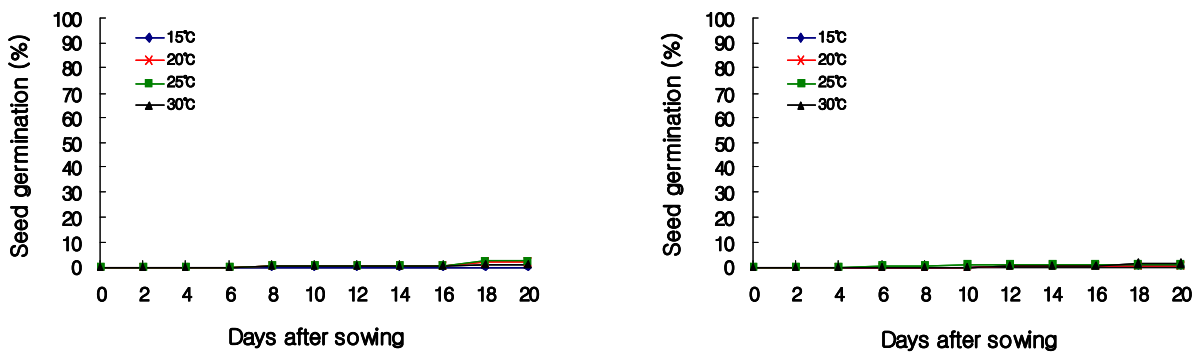


Fig. 2-33. 온도와 광조건에 따른 산비장이(*Serratula coronata* var. *insularis*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

(8) *Chrysanthemum*, *Cosmos*, *Helianthus*, *Syneilesis*속 종자의 최적 발아조건

코스모스(*Cosmos bipinnatus*), 해바라기(*Helianthus annuus*), 치커리(*Cichorium intybus*), 쑥갓(*Chrysanthemum coronarium*), 우산나물(*Syneilesis palmata*)은 각각 100(Fig. 2-34), 94.5(Fig. 2-35), 90(Fig. 2-36), 75.5(Fig. 2-37), 41%(Fig. 2-38)의 발아율을 보였다. 치커리, 코스모스, 해바라기는 광 및 온도조건 영향 없이 발아가 잘 이루어졌으며 4~6일 사이에 70% 이상 발아하였다. 쑥갓, 우산나물은 저온일수록 발아율이 높았으며, 쑥갓은 암조건 6일, 우산나물은 명조건 14일이 최적 발아조건이었다.

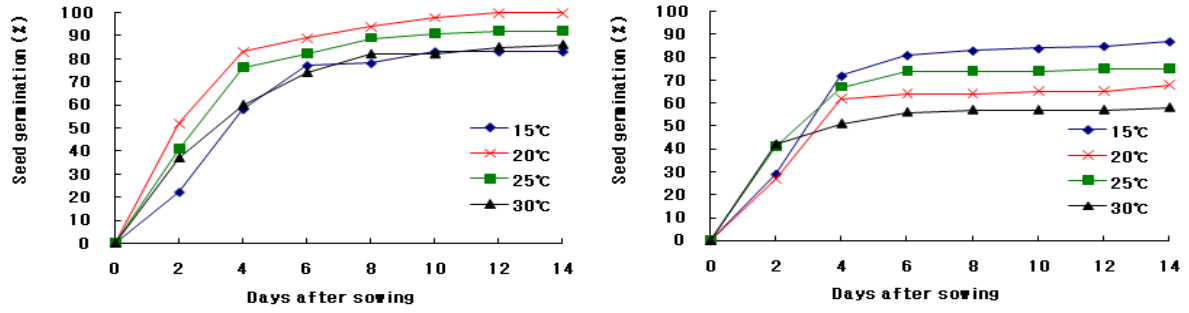


Fig. 2-34. 온도와 광조건에 따른 코스모스(*Cosmos bipinnatus*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

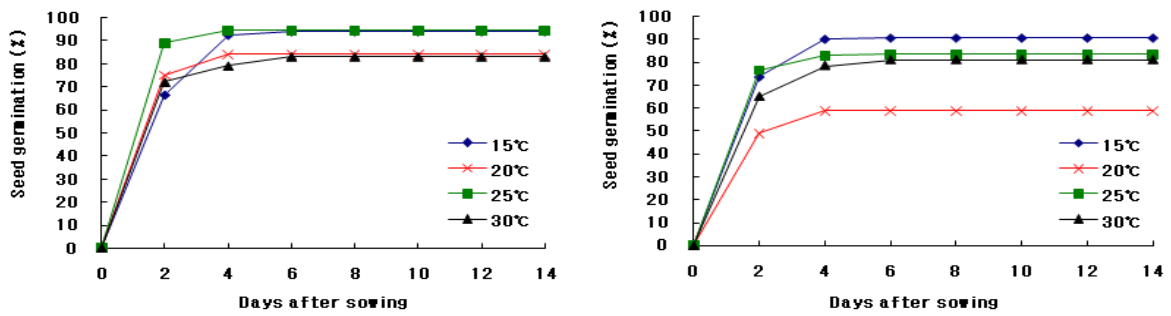


Fig. 2-35. 온도와 광조건에 따른 해바라기(*Helianthus annuus*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

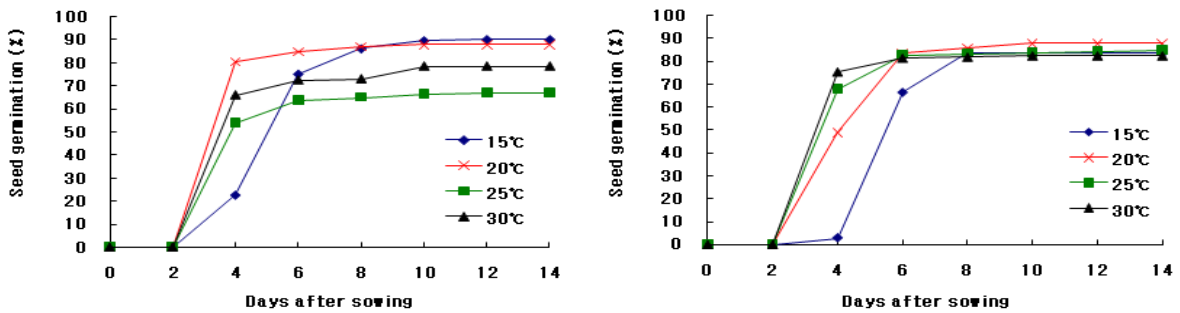


Fig. 2-36. 온도와 광조건에 따른 치커리(*Cichorium intybus*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

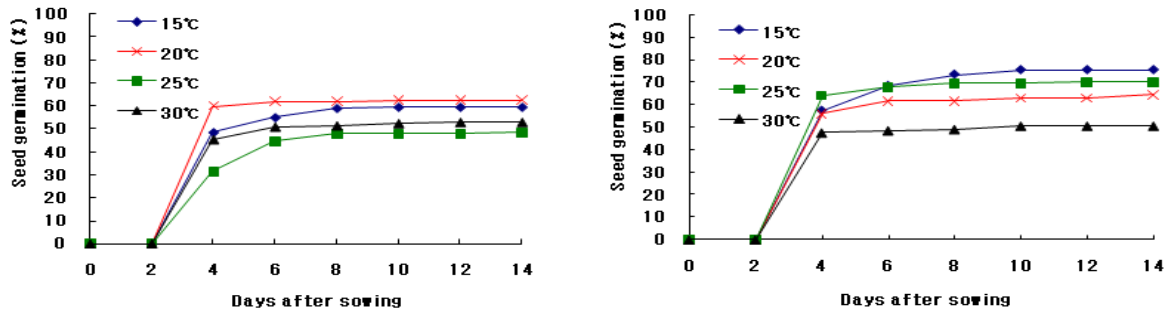


Fig. 2-37. 온도와 광조건에 따른 cúc(*Chrysanthemum coronarium*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

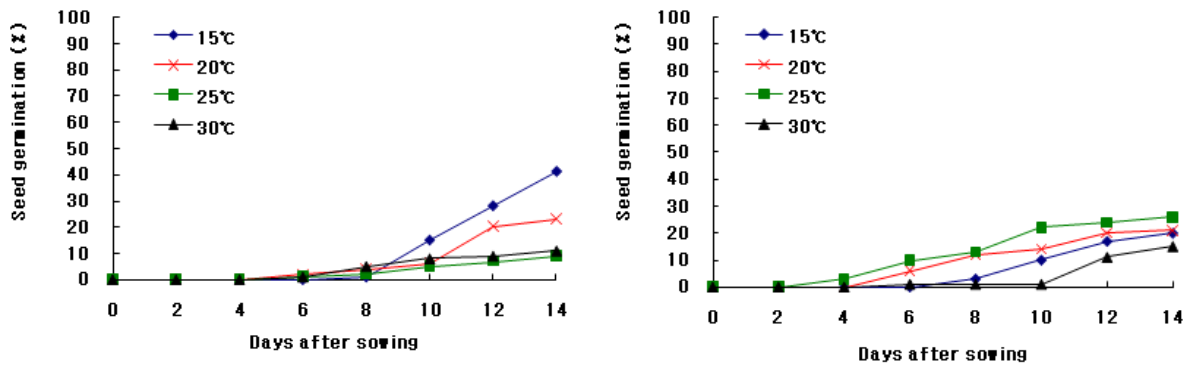


Fig. 2-38. 온도와 광조건에 따른 우산나물(*Syneilesis palmata*)의 발아율
Left: Light condition, Right: Dark condition.

이상 국화과 18속 38종의 최적 종자발아 조건을 구명하기 위한 실험을 진행한 결과, 국화과의 종자는 대부분 광조건에 관계없이 발아하였으며, 20~25°C가 발아에 적합한 것으로 나타났다. 최적 발아율 및 최소 발아 소요기간은 종별로 다른 특징을 보였으나, 전반적으로 발아율이 높고 발아 소요기간이 짧은 편이었다.

특히 눈개쑥부쟁이, 가새쑥부쟁이, 쑥부쟁이, 해국, 산국, 감국, 구절초, 바위구절초, 한라구절초, 고려엉겅퀴(곤드레), 금계국, 기생초, 왕고들빼기, 저먼캐모마일, 각시취, 톱풀, 우영, 담배풀, 상추, 쑥갓, 치커리, 코스모스 및 해바라기의 23종은 발아율이 50% 이상을 보여 새싹채소로 개발가능성이 있는 것으로 판단되었다(Table 2-2). 또한, 산국, 감국, 바위구절초, 구절초, 기생초, 왕고들빼기, 저먼캐모마일, 톱풀, 우영, 담배풀, 상추, 쑥갓, 치커리, 코스모스 및 해바라기의 15종은 일주일 이내에 발아가 끝날 정도로 발아가 왕성하므로 새싹채소로 개발가치가 매우 높은 것으로 생각되었다.

Table 2-2. 몇몇 국화과 식물들의 새싹채소 생산을 위한 최적 발아조건들

Scientific name	Korean name	Optimum condition ^z			
		Seed germination			
		L	T (°C)	Days	OGR (%)
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	DC	25	4	49.2
<i>Achillea millefolium</i>	야로우엘로우	-	-	-	-
<i>Arctium lappa</i>	우엉	LC	25	4	82.0
<i>Aster glehni</i>	섬쑥부쟁이	-	-	-	-
<i>Aster hayatae</i>	눈개쑥부쟁이	DC	15	16	49.3
<i>Aster incisus</i>	가새쑥부쟁이	LC	20	12	65.0
<i>Aster</i> spp.	노랑무늬쑥부쟁이	-	-	-	-
<i>Aster koraiensis</i>	벌개미취	LC	20	18	17.0
<i>Aster</i> spp.	늦개미취	DC	30	4	47.5
<i>Aster scaber</i>	참취	LC	15	20	27.7
<i>Aster spathulifolius</i>	해국	DC	20	20	57.4
<i>Aster yomena</i>	쑥부쟁이	DC	20	10	68.3
<i>Carpesium abrotanoides</i>	담배풀	LC	25	6	90.5
<i>Carthamus tinctorius</i>	잇꽃	LC	15	10	49.7
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	쑥갓	DC	15	8	73.5
<i>Cirsium pendulum</i>	큰엉겅퀴	LC	30	6	6.9
<i>Cirsium setidens</i>	고려엉겅퀴(곤드레)	LC	30	14	50.3
<i>Coreopsis drummondii</i>	금계국	LC	20	12	80.8
<i>Coreopsis lanceolata</i>	큰금계국	LC	20	16	3.87
<i>Coreopsis tinctoria</i>	기생초	DC	15	4	83.0
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	LC	20	6	89.0
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	DC	25	4	80.8
<i>Dendranthema indicum</i>	감국	LC	15	8	74.7
<i>Dendranthema sichotense</i>	바위구절초	DC	20	4	76.2
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	DC	25	4	98.9
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>coreanum</i>	한라구절초	LC	25	12	55.6
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>yezoense</i>	남구절초	-	-	-	-
<i>Helianthus annuus</i>	해바라기	LC	15	4	92.5
<i>Lactuca indica</i>	왕고들빼기	LC	25	4	89.3
<i>Lactuca sativa</i>	상추	DC	20	4	100
<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>longifolia</i>	로메인	DC	20	6	90
<i>Ligularia fischeri</i> var. <i>spiciformis</i>	한대리곰취(넙취)	LC	15	10	18.3
<i>Matricaria recutita</i>	저먼캐모마일	DC	25	4	90.3
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	LC	25	20	51.7
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i>	산비장이	DC	15	00	12.5
<i>Syneilesis palmata</i>	우산나물	LC	15	14	41
<i>Synurus deltooides</i>	수리취	LC	15	18	15.8
<i>Cichorium intybus</i>	치커리	LC	20	6	85.0

^zL: Light, T: Temperature, OGR: Optimal germination ratio

2. 고품질 새싹채소의 생산기술 확립- 최적 길이생장을 위한 온도조건 및 재배기간 구명

가. 실험 목적

본 연구는 종자발아실험을 통해 선발된 종을 이용하여 길이 신장실험을 통하여 상품성을 판단하고, 개발된 방법으로 재배한 새싹채소를 이용한 녹화 실험을 통하여 출하적기를 구명하기 위해 시행하였다.

나. 실험 재료

최적 발아온도 및 광조건 구명 실험에서 50% 정도의 발아율을 보인 식물을 선별하여, 19종의 종자를 실험재료로 사용하였다(Table 2-3).

Table 2-3. 실험에 사용한 종자들

Scientific name	Korean name	Germination ratio (%)
<i>Achillea alpina</i> L.	톱풀	49.2
<i>Arctium lappa</i> L.	우엉	82.0
<i>Aster hayatae</i> H.Lev. & Vaniot	눈개쑥부쟁이	49.3
<i>Aster incisus</i> Fisch.	가새쑥부쟁이	65.0
<i>Aster yomena</i> (Kitam.) Honda	쑥부쟁이	68.3
<i>Carpesium abrotanoides</i> L.	담배풀	90.5
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	쑥갓	73.5
<i>Coreopsis drummondii</i> Torr. et Gray	금계국	80.8
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	기생초	83.0
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	코스모스	89.0
<i>Dendranthema boreale</i> (Makino) Ling ex Kitam.	산국	80.8
<i>Dendranthema indicum</i> (L.) DesMoul.	감국	74.7
<i>Dendranthema sichotense</i> Tzvelev	바위구절초	76.2
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam.	구절초	98.9
<i>Helianthus annuus</i> L.	해바라기	92.5
<i>Lactuca sativa</i> L.	상추	100
<i>Matricaria recutita</i> L.	저먼캐모마일	90.3
<i>Saussurea pulchella</i> (Fisch.) Fisch.	각시취	51.7
<i>Cichorium intybus</i>	치커리	85.0

다. 실험 방법

최적 발아온도 및 광조건 구명 실험에서 50% 이상의 발아율을 보인 식물을 선별하여 최적 발아조건에서 발아시킨 후, 투명 PVC 관(φ 30mm, 높이 10cm)에 증류수를 충분히 흡수시킨 거즈를 깔고 유근이 1mm 정도 발아된 종자를 10립씩 5반복으로 파종하였다. PVC관은 투명 플라스틱 용기(23×16×15.5cm)에 넣어 재배하였으며, 이 용기를 암조건의 15, 20, 25, 30℃의 항온기(HB-302M, Han baek, Korea)에 넣어 재배하였다. 재배 중 효율적인 수분관리를 위하여 재배에 사용한 플라스틱 용기(15×10×10.5cm)의 하단 4cm 높이에 화분망을 설치하여 0.5cm 정도

의 증류수를 항상 채워주었으며, 재배 중 거즈가 말라 발아가 억제되지 않도록 증류수를 1일 1회 분무해 주었다. 또한, 원활한 통풍을 위하여 플라스틱 용기 상부에 20개의 환풍구(1.5×0.3cm)를 만들어 사용하였다.

재배기간은 총 10일로 하였으며, 매일 길이생장을 조사하였다. 또한, 재배 10일 후 새싹의 길이, 하배축의 직경, 떡잎의 길이와 폭, 생체중 및 건물중을 조사하였다.

라. 실험 결과

(1) *Aster*속 새싹채소의 최적 길이성장 조건

*Aster*속의 가새쭈부쟁이(*A. incisus*), 눈개쭈부쟁이(*A. hayatae*), 쭈부쟁이(*A. yomena*)는 모두 25℃에서 길이생장이 가장 왕성하였다. 3종 모두 재배 7일차부터는 길이생장율이 감소하여 7일 동안 길이성장 시키는 것이 좋을 것으로 나타났다. 25℃에서 7일 동안 가새쭈부쟁이는 2.22cm(Fig. 2-39), 눈개쭈부쟁이는 2.80cm(Fig. 2-41), 쭈부쟁이는 1.94cm(Fig. 2-43)까지 자라났다. 한편 가새쭈부쟁이, 눈개쭈부쟁이 및 쭈부쟁이는 모두 저온인 15℃에서는 생육이 억제되었다. 한편, 눈개쭈부쟁이는 새싹의 길이, 떡잎의 길이와 폭, 생체중 등은 감소되었으나 하배축의 직경은 가장 비대해져 저온에서는 짧고 굵은 새싹이 형성되는 것으로 나타났다. 따라서 재배온도를 조절할 경우 출하할 새싹의 길이 또는 두께를 조절할 수 있을 것으로 생각되었다.

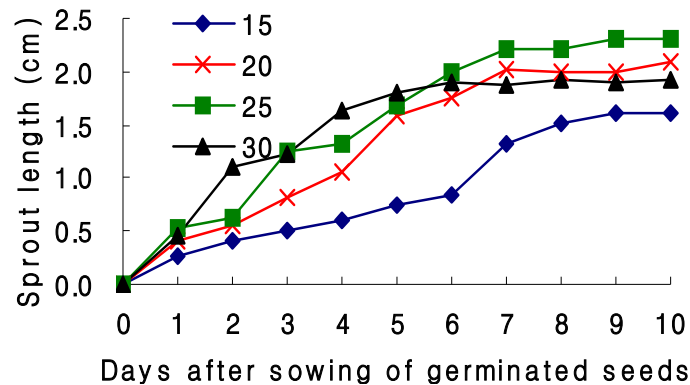


Fig. 2-39. 암조건에서 가새쭈부쟁이(*Aster incisus*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

Table 2-4. 암조건에서 가새쭈부쟁이(*Aster incisus*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육

Temp. (°C)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
15	2.55b ^z	0.46b	0.20b	0.20a	9.26b	0.54a
20	2.99a	0.67a	0.30ab	0.23a	11.08a	0.53a
25	3.06a	0.69a	0.35a	0.21a	10.71a	0.51a
30	2.67ab	0.62a	0.19b	0.16b	9.86b	0.49a

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

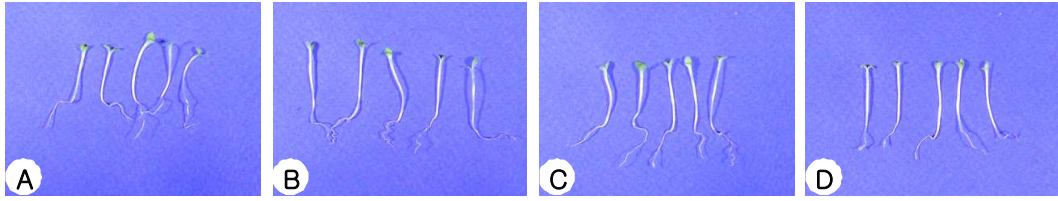


Fig. 2-40. 암조건에서 가새쭉부쟁이(*Aster incisus*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육
A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

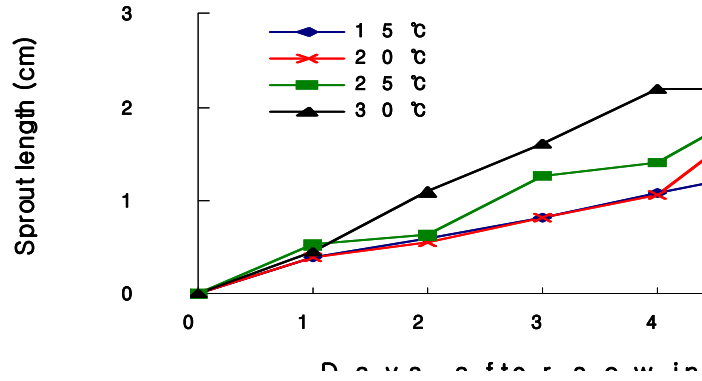


Fig. 2-41. 암조건에서 눈개쭉부쟁이(*A. hayatae*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

Table 2-5. 암조건에서 눈개쭉부쟁이(*A. hayatae*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육

Temp. (°C)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
15	3.00b ^z	0.68a	0.23b	0.15b	8.98b	0.85c
20	3.34ab	0.43b	0.48a	0.29a	10.71a	1.45a
25	3.66a	0.47b	0.51a	0.31a	11.55a	1.12b
30	3.62a	0.45b	0.42a	0.30a	11.71a	1.00c

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

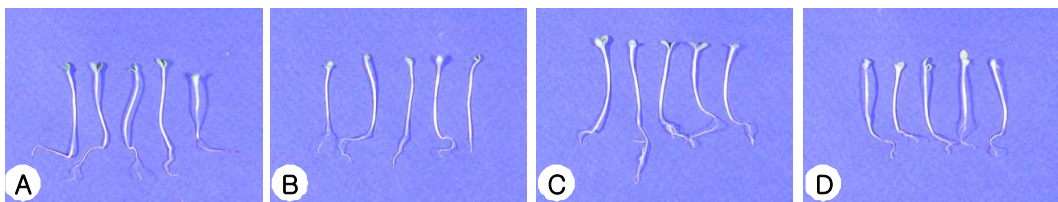


Fig. 2-42. 암조건에서 눈개쭉부쟁이(*A. hayatae*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육
A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

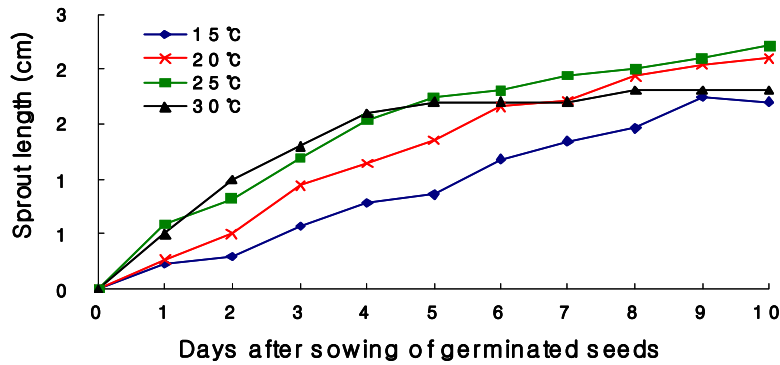


Fig. 2-43. 암조건에서 쪽부쟁이(*A. yomena*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

Table 2-6. 암조건에서 쪽부쟁이(*A. yomena*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육

Temp. (°C)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
15	2.61b ^z	0.34b	0.23a	0.20ab	7.55b	0.37b
20	3.30a	0.40b	0.24a	0.18b	7.92b	0.68b
25	3.13a	0.37b	0.26a	0.23a	9.49a	0.88a
30	2.85ab	0.61a	0.21a	0.17b	8.17b	0.61b

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

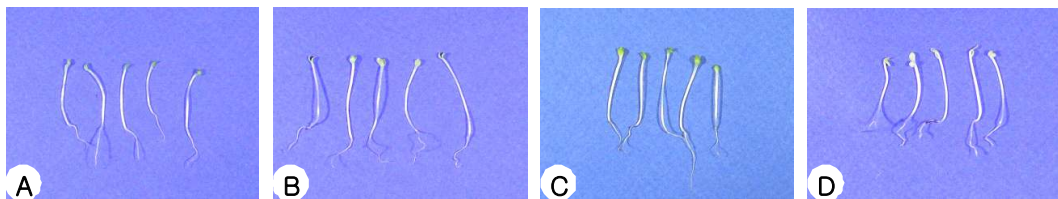


Fig. 2-44. 암조건에서 쪽부쟁이(*A. yomena*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육
A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

(2) *Dendranthema*속 새싹채소의 최적 길이성장 조건

*Dendranthema*속의 감국(*D. indicum*)과 산국(*D. boreale*)은 모두 10일 동안 2cm이내의 짧은 길이신장을 보였다. 감국은 25°C에서 생육이 가장 왕성하였으며, 재배 6일(1.20cm)까지는 길이생장이 왕성하다가 그 이후에는 다소 더더지는 경향을 보였다. 따라서 감국은 유근이 1mm 이상 신장한 종자를 25°C에서 6일 이상 생육시킨 후, 수확하는 것이 적절한 것으로 생각되었다.

한편 재배온도에 따라 새싹의 생육에 다소 차이를 보였는데 감국은 길이신장은 25°C에서 우수하였으나, 하배축의 직경은 15°C에서 우수하였으므로 길이가 긴 새싹이 필요한 경우 25°C에서, 줄기가 굵은 새싹이 필요한 경우 15°C에서 재배하는 것이 유용할 것으로 생각되었다. 산국은 15~30°C에서 비슷한 길이신장을 보였으나, 25°C에서 하배축 직경, 생체중 및 건물중 등이 다소 우수하여 25°C에서 재배하는 것이 좋을 것으로 생각되었다. 산국은 10일의 재배기간

동안 1.81cm까지 생육하였으며(Fig. 2-47), 새싹이 꾸준히 길이신장 하므로 재배기간에 따라 새싹의 길이를 조절할 수 있을 것으로 생각되었다.

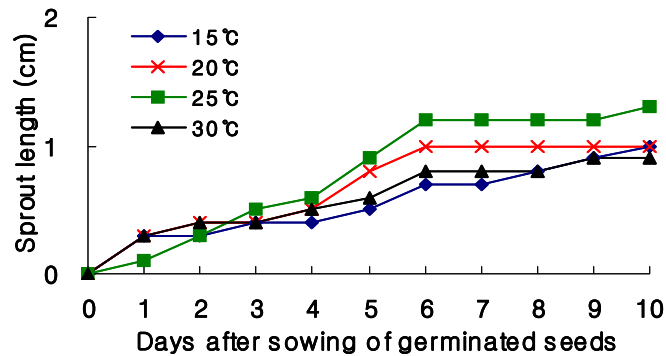


Fig. 2-45. 암조건에서 감국(*D. indicum*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

Table 2-7. S암조건에서 감국(*D. indicum*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육

Temp. (°C)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
15	1.01b ^z	0.56a	0.10a	0.10a	2.70a	0.09c
20	1.04b	0.39b	0.10a	0.11a	2.37a	0.08a
25	1.35a	0.40b	0.10a	0.10a	2.49a	0.07ab
30	0.88b	0.40b	0.13a	0.10a	2.29a	0.07c

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

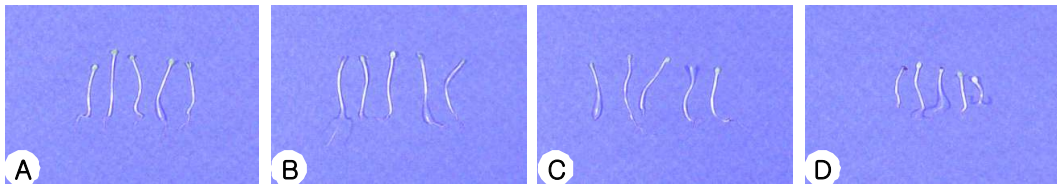


Fig. 2-46. 암조건에서 감국(*D. indicum*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육
A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

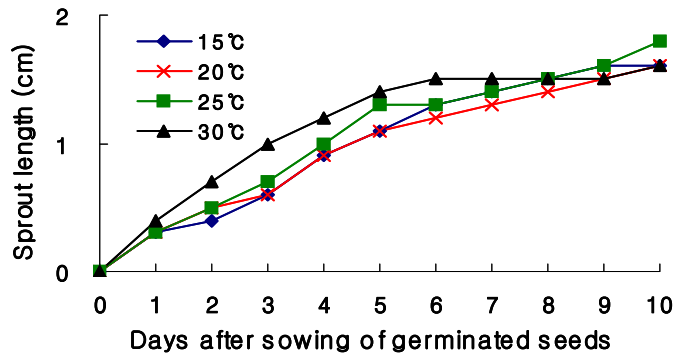


Fig. 2-47. 암조건에서 산국(*D. boreale*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

Table 2-8. 암조건에서 산국(*D. boreale*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육

Temp. (°C)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
15	1.55a ^z	0.50a	0.20a	0.10a	2.92b	0.12ab
20	1.63a	0.51a	0.21a	0.10a	1.96c	0.10b
25	1.81a	0.52a	0.20a	0.11a	3.21a	0.15a
30	1.60a	0.46b	0.22a	0.10a	3.11a	0.10b

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

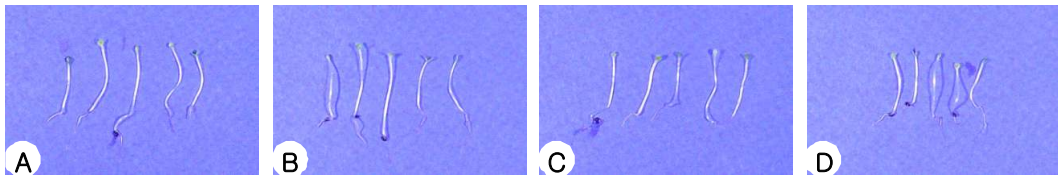


Fig. 2-48. 암조건에서 산국(*D. boreale*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육
A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

*Dendranthema*속의 구절초(*D. zawadskii* var. *latilobum*) 및 바위구절초(*D. sichotense*)는 10일의 재배기간 동안 3cm 이하의 길이신장을 보였다. 구절초는 재배 8일 후부터 길이생장을 서서히 감소되었다. 그러나 20°C에서는 꾸준히 생육이 왕성한 경향을 나타냈으며, 재배 10일 후 2.64cm의 길이를 나타냈다(Fig. 2-49). 바위구절초 또한 20°C에서 생육이 가장 왕성하였으며, 8~9일 사이에 생육증가율이 서서히 감소되는 경향을 보였다. 길이신장이 가장 왕성한 20°C에서는 재배 10일 후, 2.50cm 까지 자랐다(Fig. 2-51). 새싹의 신장은 20°C에서 가장 우수하였으나, 떡잎의 생육이 왕성하지 못하고 하배축의 직경이 좁아 생체중은 15°C보다 낮게 나타났다.

두 종 모두 길이신장은 20°C에서 가장 왕성하였으나, 하배축의 직경은 다소 낮은 온도인 15°C에서 우수하였다. 따라서 온도를 달리하여 재배할 경우 같은 종의 새싹채소도 짧고 굵은 형태 또는 길고 가는 형태로 재배할 수 있을 것으로 생각되었다.

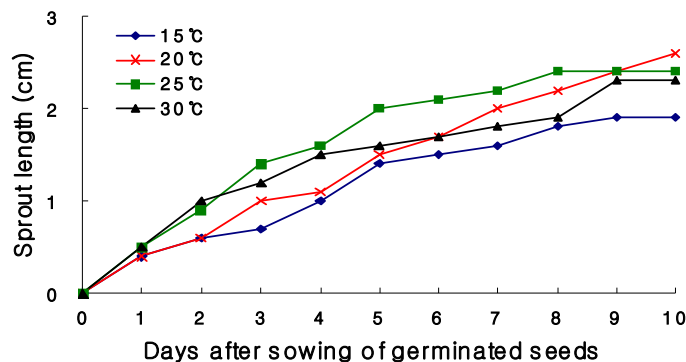


Fig. 2-49. 암조건에서 구절초(*D. zawadskii* var. *latilobum*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

Table 2-9. 암조건에서 구절초(*D. zawadskii* var. *latilobum*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육

Temp. (°C)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
15	1.96b ^z	0.64a	0.30a	0.20a	6.69a	0.35b
20	2.64a	0.55ab	0.25b	0.20a	7.65a	0.40a
25	2.45ab	0.56ab	0.30a	0.20a	7.67a	0.31c
30	2.37ab	0.43b	0.25b	0.20a	6.89a	0.29d

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

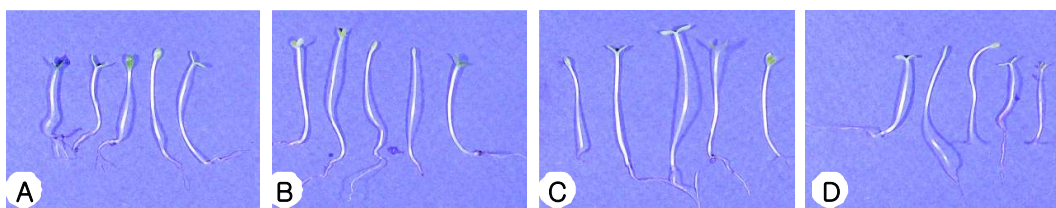


Fig. 2-50. 암조건에서 구절초(*D. zawadskii* var. *latilobum*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육. A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

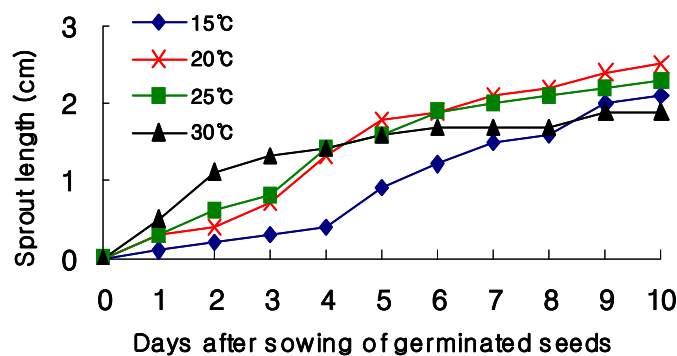


Fig. 2-51. 암조건에서 바위구절초(*D. sichotense*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

Table 2-10. 암조건에서 바위구절초(*D. sichotense*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육

Temp. (°C)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
15	2.14a ^z	0.60a	0.30a	0.10b	8.35a	0.33a
20	2.50a	0.50b	0.25b	0.15ab	7.43ab	0.26ab
25	2.34a	0.50b	0.30a	0.20a	7.27ab	0.26ab
30	1.95b	0.50b	0.30a	0.20a	7.26b	0.16b

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

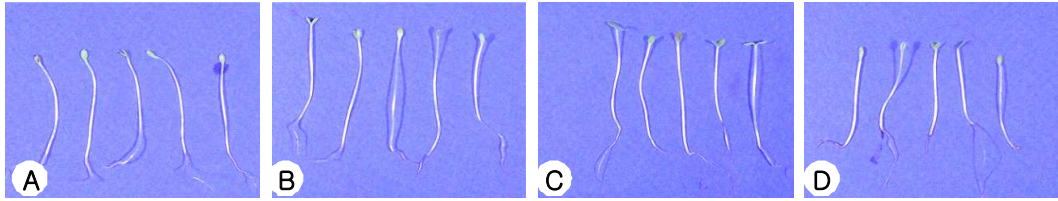


Fig. 2-52. 암조건에서 바위구절초(*D. sichotense*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육
A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

(3) *Coreopsis*속 새싹채소의 최적 길이생장 조건

*Coreopsis*속의 금계국(*C. drummondii*)과 기생초(*C. tinctoria*)는 10일의 재배기간 동안 3cm 내외로 자랐다. 금계국은 초기 길이생장은 30°C에서 우수하였으나, 재배 7일 후 25°C에서 길이생장이 보다 우수하였으며 재배 9일 후 3.20cm까지 신장하였다(Fig. 2-53). 길이생장율은 15~30°C에서 모두 재배 9일 후부터 현저히 감소하였다. 낮은 온도에서는 길이생장이 억제되었으나, 하백축의 직경은 온도가 낮아질수록 증가하는 경향을 보였다. 따라서 재배온도를 조절할 경우, 출하할 새싹의 길이와 두께를 조절할 수 있을 것으로 생각되었다.

기생초는 하백축의 직경은 온도에 따라 큰 차이가 없었으며, 온도가 낮아질수록 떡잎의 길이가 작아지는 특징을 보였다. 길이생장은 30°C에서 생육이 가장 왕성하였으며, 재배 5일 이후 길이생장율이 감소되었다. 따라서 유근이 1mm이상 발아된 종자를 5일 동안 암상태에서 재배하여(2.10cm) 새싹채소로 출하할 수 있을 것으로 생각되었다(Fig. 2-55).

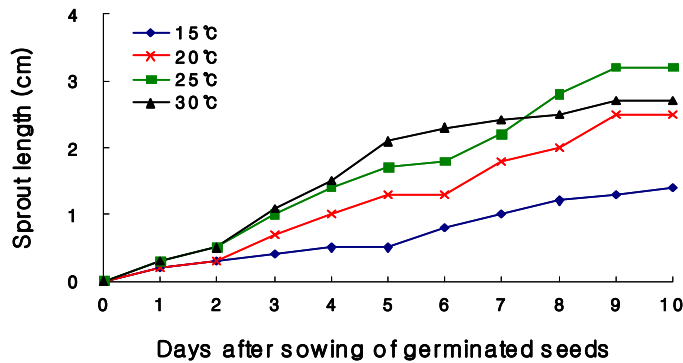


Fig. 2-53. 암조건에서 금계국(*C. drummondii*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

Table 2-11. 암조건에서 금계국(*C. drummondii*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육

Temp. (°C)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
15	1.47c ^z	0.77a	0.30a	0.20a	8.88d	0.57b
20	2.44b	0.66b	0.40a	0.31a	11.16c	0.53c
25	3.21a	0.48d	0.32a	0.20a	17.29a	0.82a
30	2.78ab	0.59c	0.30a	0.20a	14.36b	0.46d

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

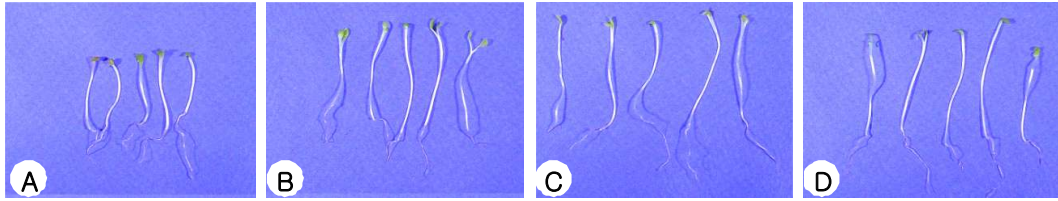


Fig. 2-54. 암조건에서 금계국(*C. drummondii*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육
A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

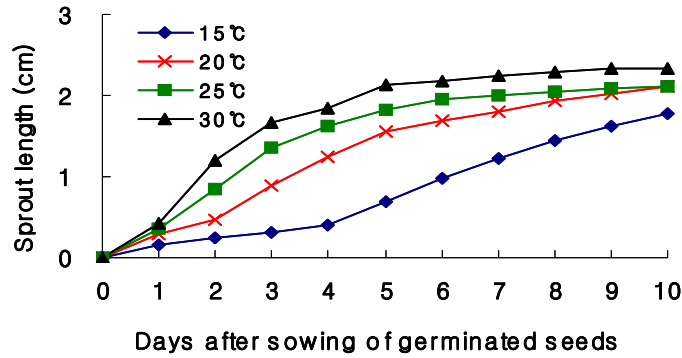


Fig. 2-55. 암조건에서 기생초(*C. tinctoria*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

Table 2-12. 암조건에서 기생초(*C. tinctoria*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육

Temp. (°C)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
15	1.80 ^c ^z	0.53a	2.05c	1.22a	14.83c	1.10c
20	2.12b	0.55a	2.23b	1.20a	17.56c	1.20c
25	2.13b	0.55a	2.23b	1.08b	18.16b	1.22b
30	2.34a	0.57a	2.39a	1.09b	21.75a	1.50a

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

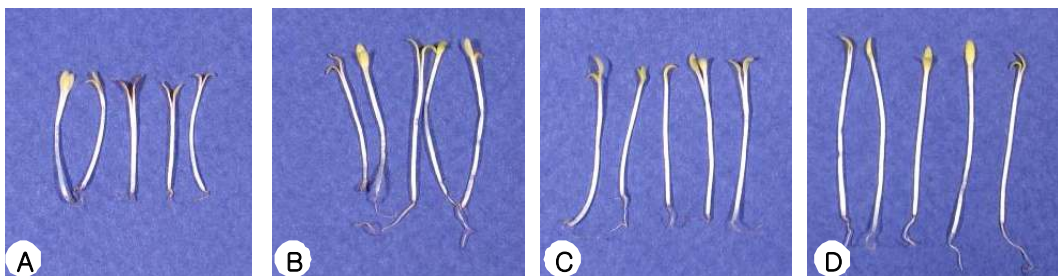


Fig. 2-56. 암조건에서 기생초(*C. tinctoria*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육
A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

(4) *Carpesium*속 새싹채소의 최적 길이성장 조건

*Carpesium*속의 담배풀(*C. abrotanoides*)은 20°C에서 길이생장이 가장 왕성하였으며, 재배

10일 후 1.50cm까지 자랐다. 재배초기에는 30 > 25 > 20 > 15℃ 순으로 길이생장이 왕성하였다. 그러나 재배 6일 후에는 25℃보다 20℃에서 길이생장이 왕성해졌다. 재배 7일 후에는 30℃에서 새싹이 부패하였다. 새싹의 길이 이외에 하배축의 직경, 떡잎의 길이 및 폭, 생체중, 건물중 등 기타 생육 역시 20~25℃에서 가장 왕성하였다. 따라서 발아한 담배풀은 암상태의 20℃에서 7일 동안 재배한 후, 명상태에서 녹화시켜 출하하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

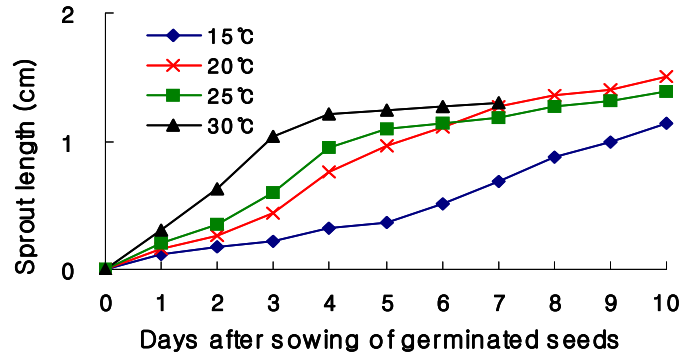


Fig. 2-57. 암조건에서 담배풀(*C. abrotanoides*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

Table 2-13. 암조건에서 담배풀(*C. abrotanoides*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육

Temp. (°C)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
15	1.14c ^z	0.31b	1.07a	0.62b	3.04c	0.18c
20	1.50a	0.36a	1.10a	0.89a	5.52a	0.25a
25	1.39b	0.39a	1.11a	0.90a	5.15b	0.23b
30	Dead					

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

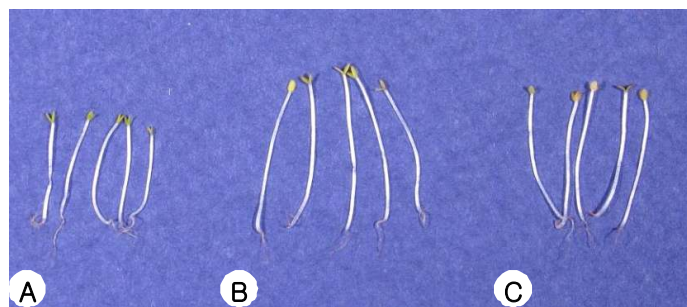


Fig. 2-58. 암조건에서 담배풀(*C. abrotanoides*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육
A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

(5) *Matricaria*속 새싹채소의 최적 길이생장 조건

*Matricaria*속의 도입종 저먼캐모마일(*M. recutita*)의 새싹채소의 생육은 온도에 따라 큰 차이는 나지 않았지만, 20℃에서 가장 우수한 길이생장을 보였으며, 7일 동안 2.30cm의 길이생

장을 보였다. 모든 온도에서 재배 7일 후 생장율이 감소하였다. 하배축의 직경, 떡잎의 폭과 길이, 생체중 및 건물중 또한 재배온도에 따른 큰 차이를 보이지 않았다.

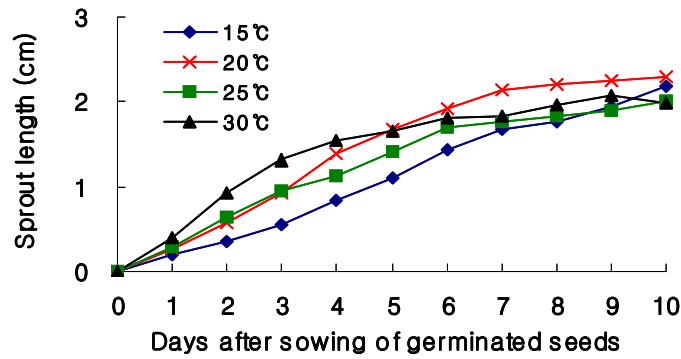


Fig. 2-59. 암조건에서 저먼캐모마일(*M. recutita*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

Table 2-14. 암조건에서 저먼캐모마일(*M. recutita*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육

Temp. (°C)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
15	2.18ab ^z	0.42ab	1.32a	1.04a	18.78b	1.34a
20	2.30a	0.45a	1.36a	1.02a	19.24a	1.37a
25	2.01bc	0.41b	1.35b	0.94b	17.40c	1.05b
30	1.98c	0.45a	1.36a	0.94b	16.75d	1.00b

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

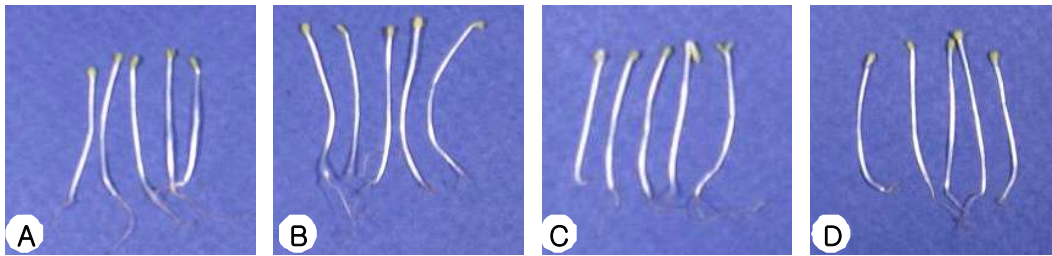


Fig. 2-60. 암조건에서 저먼캐모마일(*M. recutita*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육
A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

(6) *Arctium*속 새싹채소의 최적 길이생장 조건

*Arctium*속의 우영(*A. lappa*)은 20°C에서 길이생장이 가장 우수하였으며, 재배 8일 후 부터는 길이생장율이 감소하였다. 20°C에서 8일 동안 5.21cm까지 자랐으며, 저온인 15°C와 고온인 30°C에서는 10일 동안 3.62, 3.91cm의 길이생장을 보여 생육이 다소 억제되는 경향을 보였다 (Fig. 85). 우영은 산국, 감국, 구절초, 쑥부쟁이 등 다른 국화과의 새싹채소에 비하여 새싹의 길이가 길며 떡잎이 길고 하배축의 직경이 굵은 특징을 보였다(data not shown).

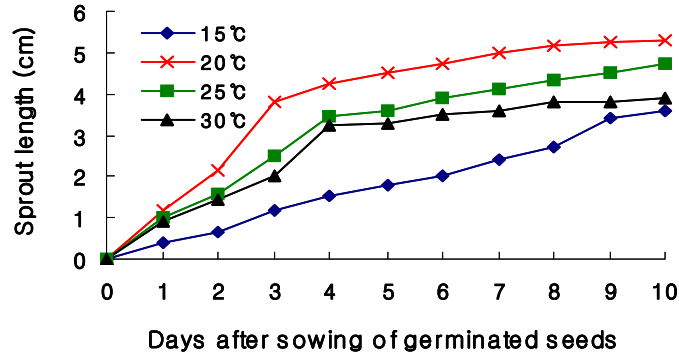


Fig. 2-61. 암조건에서 우영(*A. lappa*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

(7) *Saussurea*속 새싹채소의 최적 길이성장 조건

*Saussurea*속의 각시취(*S. pulchella*)는 15~20°C의 저온에서는 10일의 재배기간 동안 계속 길이성장 했으나, 25~30°C에서는 재배 6일 후 길이생장율이 감소하였다. 길이생장이 가장 왕성한 25°C에서는 재배 6일 후 4.17cm의 길이생장을 보였다. 하배축의 직경은 재배온도에 관계없이 비슷하였으며, 떡잎의 길이와 폭, 생체중 및 건물중 등 기타 생육 또한 25°C에서 가장 우수하였다. 따라서 각시취는 암상태 25°C에서 6일 정도 길이성장 시키는 것이 좋은 것으로 나타났다.

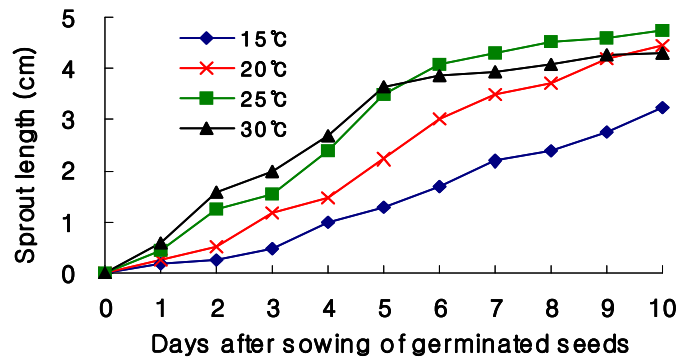


Fig. 2-62. 암조건에서 각시취(*S. pulchella*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

Table 2-15. 암조건에서 각시취(*S. pulchella*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육

Temp. (°C)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
15	3.22c ^z	0.94a	3.41d	2.12c	25.91c	2.29a
20	4.43b	0.94a	4.32c	2.52b	40.02ab	2.44a
25	4.74a	0.96a	5.46a	3.04a	42.49a	2.53a
30	4.32b	1.00a	4.97b	2.96a	36.60b	2.32a

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

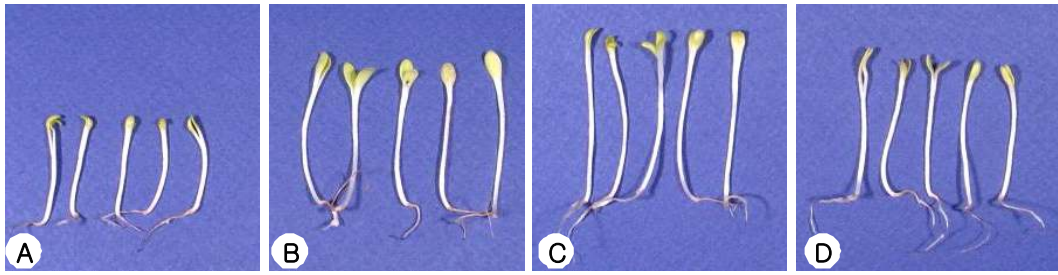


Fig. 2-63. 암조건에서 각시취(*S. pulchella*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육
A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

(8) *Achillea*속 새싹채소의 최적 길이생장 조건

*Achillea*속의 톱풀(*A. alpina*)은 모든 온도에서 비슷한 길이생장을 보였다. 또한 재배 초기의 생육이 빨라 15°C를 제외한 처리구에서 재배 5일 정도에 생육증가 정도가 감소하는 경향을 보였다. 떡잎의 길이와 폭, 생체중 및 건물중은 재배온도에 따라 큰 차이가 없었으나 하배축의 직경은 15°C에서 가장 두꺼웠다. 따라서 톱풀을 단기간에 길이생장 시키기에는 30°C, 가장 길게 생육시키기 위해서는 20°C, 하배축의 직경을 두껍게 재배하기 위해서는 15°C에서 재배하는 것이 적합한 것으로 생각되었다.

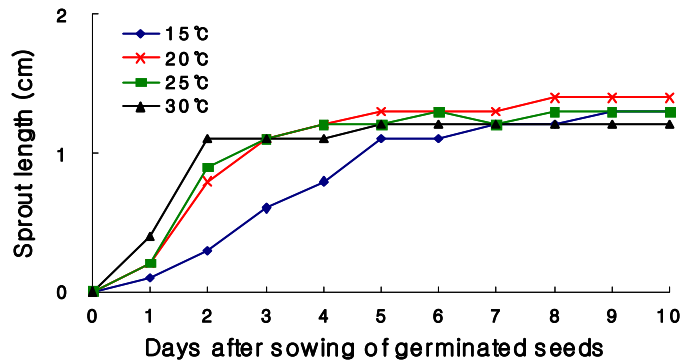


Fig. 2-64. 암조건에서 톱풀(*A. alpina*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

Table 2-16. 암조건에서 톱풀(*A. alpina*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육

Temp. (°C)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
15	1.73a ^z	0.34a	0.20a	0.10a	2.16a	0.33a
20	1.78a	0.20b	0.20a	0.11a	2.54a	0.16b
25	1.74a	0.20b	0.22a	0.10a	2.44a	0.17b
30	1.56b	0.20b	0.20a	0.10a	2.51a	0.10b

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

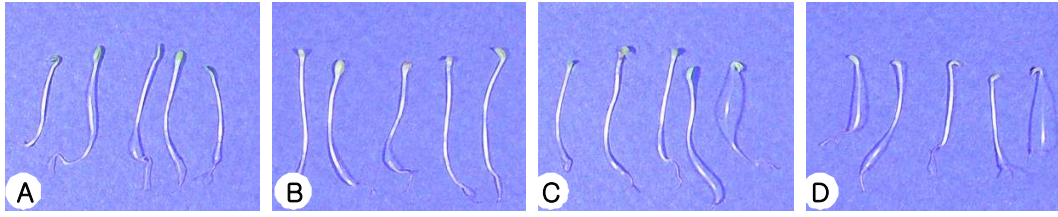


Fig. 2-65. 암조건에서 톱풀(*A. alpina*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육
A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

(9) *Lactuca*속, *Chysanthemum*속, *Cichorium*속 새싹채소의 최적 길이성장 조건

*Lactuca*속의 상추, *Chysanthemum*속의 쪽갓, *Cichorium*속의 치커리는 25°C 온도에서 비슷한 길이생장을 보였다. 또한 재배 초기의 생육이 빨라 15°C를 제외한 처리구에서 재배 3일 정도에 생육증가 정도가 감소하는 경향을 보였다. 고온인 30°C에서는 재배 6일 이후에는 부패되었다. 25°C에서 2일 정도 재배하여 출하하게 되면, 상추는 2.2(Fig. 2-66), 쪽갓은 2.3(Fig. 2-67), 치커리는 2cm(Fig. 2-68)의 길이를 보였다. 다만 상추의 경우 25°C에서도 7일 이후에는 부패가 시작되므로, 부패이전에 출하해야 된다.

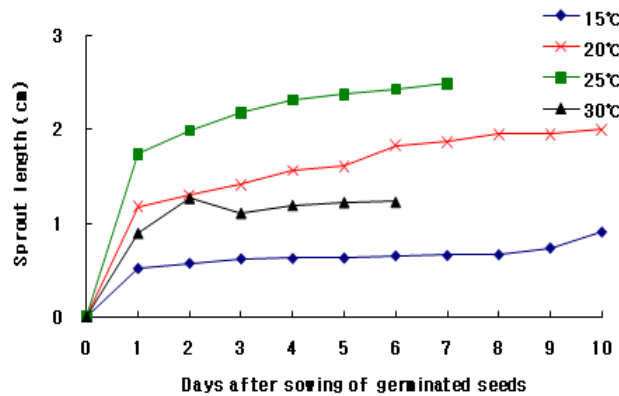


Fig. 2-66. 암조건에서 상추(*L. sativa*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

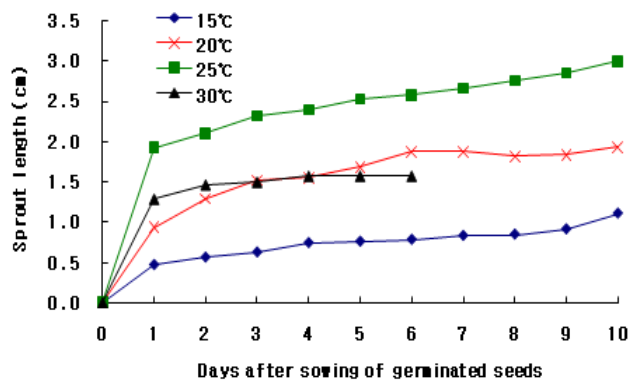


Fig. 2-67. 암조건에서 쪽갓(*C. coronarium*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

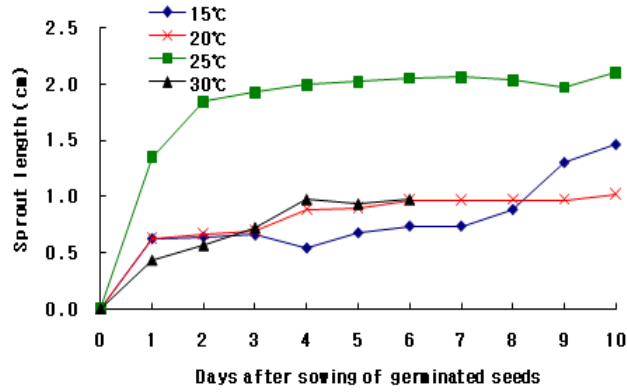


Fig. 2-68. 암조건에서 치커리(*C. intybus*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화

(10) *Helianthus*속, *Cosmos*속 새싹채소의 최적 길이성장 조건

*Helianthus*의 해바라기, *Cosmos*속의 코스모스 새싹은 모두 6cm이상의 길이생장을 보였다. 두 종 모두 25°C에서 비슷한 길이생장을 보였다. 또한 모든 온도에서 생육이 빨라, 재배 6일 정도에 생육증가 정도가 감소하는 경향을 보였다. 해바라기, 코스모스 새싹의 생육이 왕성하므로 쌈채소 및 샐러드 용으로 활용하기 좋을 것으로 판단된다.

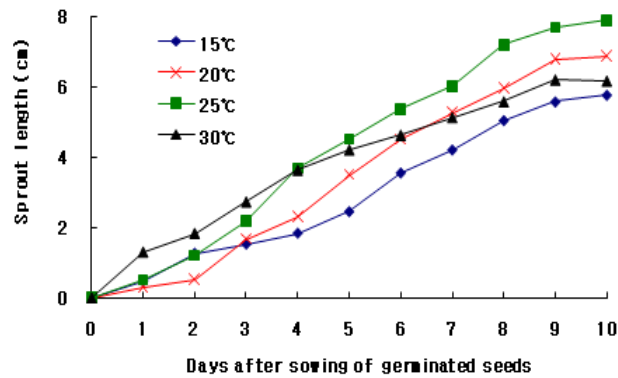


Fig. 2-69. 암조건에서 해바라기(*H. annuus*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화



Fig. 2-70. 암조건에서 해바라기(*H. annuus*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육
A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

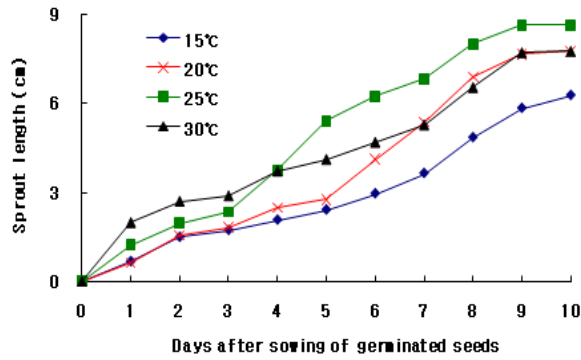


Fig. 2-71. 암조건에서 코스모스(*C. bipinnatus*)의 온도에 따른 새싹채소 길이 변화



Fig. 암조건에서 코스모스(*C. bipinnatus*)의 온도에 따른 10일 후 새싹채소 생육
A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C, D: 30°C.

이상 국화과 12속 19종의 새싹채소의 길이생장을 촉진하기 위한 적정온도를 구명하기 위하여 실험을 진행한 결과, 종에 따라 적정 요구온도는 다르지만 대부분 20~25°C가 적당한 것으로 나타났다. Choi(2007)가 브로콜리, 적채, 무의 새싹채소를 대상으로 20, 25, 30°C에서 재배한 결과, 25°C에서 생육이 가장 왕성한 결과를 보여 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

연구결과 대부분 길이생장이 왕성한 처리구에서 하배축의 부피성장 및 떡잎의 생육 등 전반적인 생육이 왕성하였다. 그러나 가새썩부쟁이, 눈개썩부쟁이, 썩부쟁이, 감국, 구절초, 바위구절초, 금계국, 기생초, 톱풀 등 일부 새싹채소에서는 15°C의 저온에서 길이생장은 억제되었으나, 부피생장이 왕성하여 하배축의 직경이 가장 비대해지는 경향을 보여 재배온도에 따라 새싹의 길이와 두께를 조절할 수 있을 것으로 생각되었다.

대부분의 종들이 10일 미만의 기간 동안 길이생장을 감소 폭이 커 10일 이내에 재배를 마칠 수 있을 것으로 예상되었으나, 반대로 10일 동안 꾸준히 길이생장을 하는 종도 있었다. 새싹채소는 단기간 출하가 가능한 것이 큰 장점이므로 길이생장율이 감소되는 시점에서 암상태 길이생장을 멈추고 녹화단계로 들어가야 할 것으로 생각되었으며, 꾸준히 길이생장을 할 경우는 적정길이에 도달했을 때 녹화하여 출하하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

본 연구에서 사용된 여러 종의 새싹채소들은 10일 정도의 재배기간 동안 2~10cm의 길이로 출하될 수 있는 것으로 나타났다(Table 2-17). 각기 다른 길이의 새싹채소는 다양한 용도로 사용될 수 있는데, 4cm 미만의 짧은 새싹채소는 비빔밥, 주먹밥, 샐러드, 쌈밥의 부재료 및 부침요리의 고명으로 없어 사용하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 4cm 이상의 새싹채소는 밀전병, 월남쌈, 새싹말이 또는 각종 요리에 포인트를 줄 수 있는 부재료로 사용하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

Table 2-17. 몇몇 국화과 새싹채소의 최적 성장 조건

Scientific name	Korean name	Optimum condition ^z					
		Seed germination				Growth of sprout	
		L	T (°C)	Days	OGR (%)	T (°C)	Days
<i>Achillea alpina</i>	뚝풀	DC	25	4	49.2	20	5
<i>Arctium lappa</i>	우엉	LC	25	4	82.0	20	8
<i>Aster hayatae</i>	눈개쑥부쟁이	DC	15	16	49.3	25	7
<i>Aster incisus</i>	가새쑥부쟁이	LC	20	12	65.0	25	7
<i>Aster yomena</i>	쑥부쟁이	DC	20	10	68.3	25	7
<i>Carpesium abrotanoides</i>	담배풀	LC	25	6	90.5	20	7
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	쑥갓	DC	15	8	73.5	25	2
<i>Coreopsis drummondii</i>	금계국	LC	20	12	80.8	25	9
<i>Coreopsis tinctoria</i>	기생초	DC	15	4	83.0	30	9
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	LC	20	6	89.0	25	6
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	DC	25	4	80.8	25	10
<i>Dendranthema indicum</i>	감국	LC	15	8	74.7	25	6
<i>Dendranthema sichotense</i>	바위구절초	DC	20	4	76.2	20	7
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	DC	25	4	98.9	20	8
<i>Helianthus annuus</i>	해바라기	LC	15	4	92.5	25	6
<i>Lactuca sativa</i>	상추	DC	20	4	100	25	2
<i>Matricaria recutita</i>	저먼캐모마일	DC	25	4	90.3	20	7
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	LC	25	20	51.7	25	6
<i>Cichorium intybus</i>	치커리	LC	20	6	85.0	25	2

^zL: Light, T: Temperature, OGR: Optimal germination ratio

3. 고품질 새싹채소의 생산기술 확립- 적정 녹화처리 기간 구명

가. 실험 목적

본연구는 암상태에서의 재배는 새싹채소의 길이신장을 촉진할 수 있지만, 새싹채소를 상품화하기 위해서는 광합성을 할 수 있도록 명상태에서 재배하여 녹화시키는 과정이 필요하다. 녹화된 새싹채소는 떡잎부분에 chlorophyll이 축적되어 있는데, chlorophyll은 세포독성을 억제시키며(Negishi 등, 1989), 항산화 효과(Kwak 등, 1998)를 가지고 있는 이차 대사산물이다. 따라서 녹화 처리된 새싹채소를 이용하는 것이 식품의 기능성 면에서 유용하다.

따라서 출하에 적합한 녹화처리 기간을 구명하기 위하여 각 종의 최적조건에서 발아시킨 후, 길이생장에 적합한 조건으로 종자를 옮겨 새싹채소를 길이생장 시킨 후, 0~3일 동안 녹화 처리하여 새싹채소의 생육정도를 조사하였다.

나. 실험 재료

발아실험 및 길이생장 실험을 통해 새싹채소로 개발 가능성이 높은 식물의 종자 13종을 선별하여 사용하였다(Table 2-18).

Table 2-18. 실험에 사용된 종자들

Scientific name	Korean name	Duration of cold treatments (months)
<i>Achillea alpina</i> L.	톱풀	0
<i>Arctium lappa</i> L.	우엉	2
<i>Aster hayatae</i> H.Lev. & Vaniot	눈개쑥부쟁이	38
<i>Aster incisus</i> Fisch.	가새쑥부쟁이	39
<i>Aster yomena</i> (Kitam.) Honda	쑥부쟁이	7
<i>Carpesium abrotanoides</i> L.	담배풀	0
<i>Coreopsis drummondii</i> Torr. et Gray	금계국	1
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	기생초	0
<i>Dendranthema boreale</i> (Makino) Ling ex Kitam.	산국	0
<i>Dendranthema indicum</i> (L.) DesMoul.	감국	0
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam.	구절초	26
<i>Matricaria recutita</i> L.	저먼캐모마일	0
<i>Saussurea pulchella</i> (Fisch.) Fisch.	각시취	0

다. 실험 방법

종자는 투명 PVC 관(ϕ 30mm, 높이 10cm)에 30립씩 3반복으로 파종하여 최적 발아조건에서 발아시킨 후 유근이 1mm 이상 발아되었을 때 최적 길이생장 온도로 옮겨 암상태에서 재배하였다. 재배용기는 길이생장 실험과 동일하게 하였다. 재배기간은 최적 길이생장기간에서 3일 더 재배하였으며, 추가로 재배한 3일 동안 0, 1, 2, 3일의 간격으로 녹화처리 하였다. 조사항목

은 새싹의 길이, 하배축의 직경, 떡잎의 길이와 폭, 생체중 및 건물중으로 하여 재배를 마친 후 조사하였다.

라. 실험 결과

(1) *Aster*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

*Aster*속의 가새쭉부쟁이(*A. incisus*), 눈개쭉부쟁이(*A. hayatae*), 쭉부쟁이(*A. yomena*)는 녹화처리 기간에 의하여 새싹채소의 생육에 차이가 나는 것으로 나타났으며, 녹화처리 기간이 길어질수록 길이생장이 짧아지는 경향을 보였다. 2~3일의 녹화처리를 한 새싹채소는 녹화처리 하지 않은 것에 비하여 길이생장이 다소 억제되었으나, 하배축의 직경이 비대해지고 떡잎의 생육이 왕성한 경향을 보였다. 쭉부쟁이는 1~2일의 녹화 처리구에서 하배축의 직경이 가장 비대해졌다(Table 2-21). 그러나 새싹의 길이 등 기타 생육정도는 다르게 나타났는데, 녹화 1일 처리구에서는 새싹의 길이도 길고 하배축도 두꺼웠으나 떡잎의 발달이 억제된 경향을 보였으며, 2일 처리구에서는 길이생장은 다소 억제되었으나 하배축의 직경이 비대하였고 떡잎의 발달도 왕성하여 상품성이 가장 높을 것으로 생각되었다.

따라서 *Aster*속의 가새쭉부쟁이, 눈개쭉부쟁이 및 쭉부쟁이는 2일 동안 녹화처리 한 후 출하하는 것이 하배축의 직경이 비대하고 떡잎의 발달이 우수한 새싹채소를 출하 하기에 좋을 것으로 생각되었다.

Table 2-19. 가새쭉부쟁이(*A. incisus*)의 녹화처리 기간에 따른 7일 후 새싹채소 생육

Greening (days)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
0	4.32a ^z	0.38c	0.32a	0.30a	12.15b	0.61c
1	3.76b	0.39c	0.30a	0.30a	11.89b	0.58c
2	3.56bc	0.47a	0.36a	0.36a	13.37a	0.75a
3	3.32c	0.43b	0.37a	0.32a	12.11b	0.66b

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

Table 2-20. 눈개쭉부쟁이(*A. hayatae*)의 녹화처리 기간에 따른 7일 후 새싹채소 생육

Greening (days)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
0	4.76a ^z	0.36c	0.40b	0.26a	5.84b	0.54a
1	4.50b	0.48b	0.32ab	0.22a	8.27a	0.55a
2	4.18c	0.52a	0.32ab	0.24a	9.76a	0.56a
3	4.24c	0.44b	0.38a	0.24a	8.68a	0.45a

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

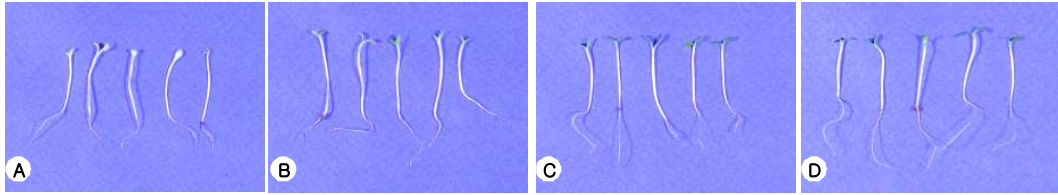


Fig. 2-73. 눈개쭈부쟁이(*A. hayatae*)의 녹화처리 기간에 따른 7일 후 새싹채소 생육
A: 0, B: 1, C: 2, D: 3 days.

Table 2-21. 쭈부쟁이(*A. yomena*)의 녹화처리 기간에 따른 7일 후 새싹채소 생육

Greening (days)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
0	3.00ab ^z	0.30c	0.24b	0.20b	11.79ab	0.55a
1	3.28a	0.46a	0.16c	0.12c	13.69a	0.50bc
2	2.76b	0.46a	0.28b	0.22b	10.83b	0.43c
3	2.82b	0.37b	0.36a	0.28a	10.69b	0.47b

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

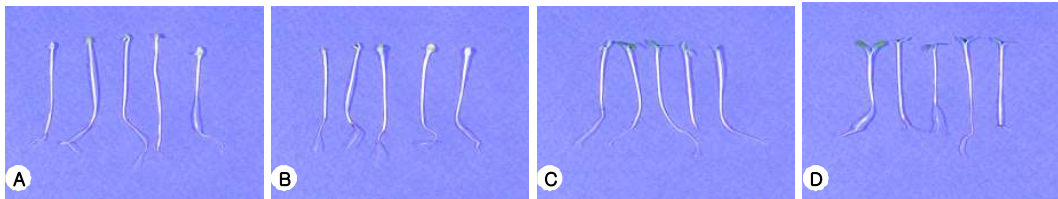


Fig. 2-74. 쭈부쟁이(*A. yomena*)의 녹화처리 기간에 따른 7일 후 새싹채소 생육
A: 0, B: 1, C: 2, D: 3 days.

(2) *Dendranthema*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

*Dendranthema*속 감국(*D. indicum*)의 새싹의 길이는 녹화처리 하지 않은 처리구에서 가장 우수하였으며, 하배축의 직경은 3일 녹화 처리구에서 가장 비대하였다(Table 2-22). 그러나 새싹의 길이, 하배축의 직경, 떡잎의 발달정도를 모두 종합하여 고려한 결과, 1일 녹화 처리하여 출하하는 것이 좋을 것으로 생각되었다. 1일 녹화 처리를 한 새싹채소는 떡잎의 녹화가 충분하지 않아 떡잎이 녹색이 아닌 연녹색을 띠게 되는데, 이는 출하 및 유통단계에서 광합성을 통하여 판매시점에서는 녹색으로 녹화될 수 있을 것으로 생각되었다.

산국(*D. boreale*)은 1일 녹화 처리한 새싹의 길이가 가장 길었으며, 하배축의 직경은 3일 동안 녹화시킨 새싹에서 가장 비대해졌다(Table 2-23). 그러나 새싹의 길이, 하배축의 직경, 떡잎의 생육을 모두 고려한 결과, 2일 동안 녹화하여 출하하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

Table 2-22. 감국(*D. indicum*)의 녹화처리 기간에 따른 6일 후 새싹채소 생육

Greening (days)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyl (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
0	2.58a ^z	0.62b	0.22a	0.13a	2.71a	0.11a
1	1.90b	0.69b	0.16ab	0.12a	2.60ab	0.11a
2	1.72b	0.60b	0.14b	0.11a	2.54ab	0.09b
3	1.66b	0.77a	0.14b	0.10a	2.21b	0.12a

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

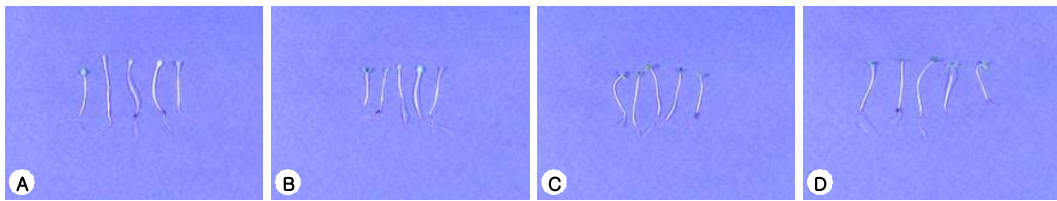


Fig. 2-75. 감국(*D. indicum*)의 녹화처리 기간에 따른 6일 후 새싹채소 생육
A: 0, B: 1, C: 2, D: 3 days.

Table 2-23. 산국(*D. boreale*)의 녹화처리 기간에 따른 10일 후 새싹채소 생육

Greening (days)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
0	2.68a ^z	0.18b	0.16a	0.14a	2.08ab	0.12b
1	2.82a	0.21ab	0.12a	0.12a	2.11a	0.15a
2	2.80a	0.21ab	0.14a	0.16a	2.07ab	0.09c
3	2.14b	0.22a	0.14a	0.12a	1.68b	0.07c

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

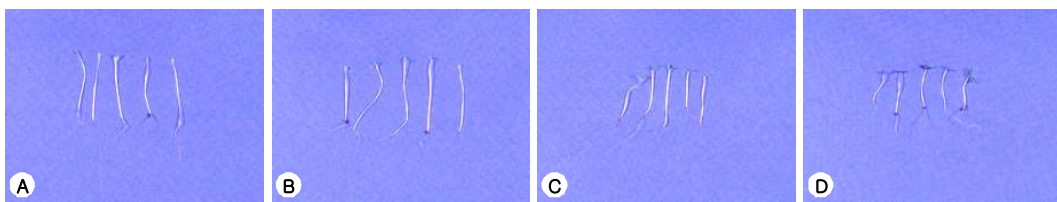


Fig. 2-76. 산국(*D. boreale*)의 녹화처리 기간에 따른 7일 후 새싹채소 생육
A: 0, B: 1, C: 2, D: 3 days.

*Dendranthema*속의 구절초(*D. zaeadskii* var. *latilobum*)는 새싹채소의 길이생장은 녹화하지 않았을 때 가장 왕성하였다. 그러나 하배축의 부패생장 및 떡잎의 생육은 녹화 2일 처리구에서 가장 왕성하였다. 따라서 구절초의 새싹채소는 암상태에서 8일 동안 길이생장 시킨 후, 2일 동안 명상태에서 녹화시켜 출하하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

Table 2-24. 구절초(*D. zaeadskii* var. *latilobum*)의 녹화처리 기간에 따른 8일 후 새싹채소 생육

Greening (days)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
0	2.80a ^z	0.49b	0.25b	0.21a	6.68a	0.34a
1	2.68ab	0.52b	0.28b	0.22a	6.72a	0.32a
2	2.50b	0.68a	0.34a	0.24a	6.70a	0.35a
3	2.48b	0.69a	0.32a	0.23a	6.71a	0.33a

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

(3) *Coreopsis*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

*Coreopsis*속의 금계국(*C. drummondii*)과 기생초(*C. tinctoria*)는 녹화처리된 새싹이 무처리된 새싹에 비하여 길이생장은 저조하였으나, 부피생장이 왕성하여 하배축의 직경이 비대해지는 특징을 보였다. 금계국과 기생초 모두 녹화 3일 처리구에서 하배축의 부피생장, 떡잎의 길이 및 폭, 생체중 및 건물중이 모두 우수하여 상품성이 가장 높은 것으로 생각되었다. 또한, 금계국의 경우, 3일의 녹화처리를 해도 새싹의 길이가 4cm 이상으로 길게 생육하는 특징을 보여 월남쌈이나 새싹말이용으로 출하하기 적합할 것으로 생각되었다.

Table 2-25. 금계국(*C. drummondii*)의 녹화처리 기간에 따른 9일 후 새싹채소 생육

Greening (days)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
0	5.66b ^z	0.40c	0.28c	0.20b	13.86a	0.56b
1	6.58a	0.46ab	0.32ab	0.26ab	15.52a	0.66a
2	5.76b	0.44bc	0.38a	0.32a	13.70a	0.62a
3	4.64c	0.48a	0.36ab	0.34a	16.90a	0.64a

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

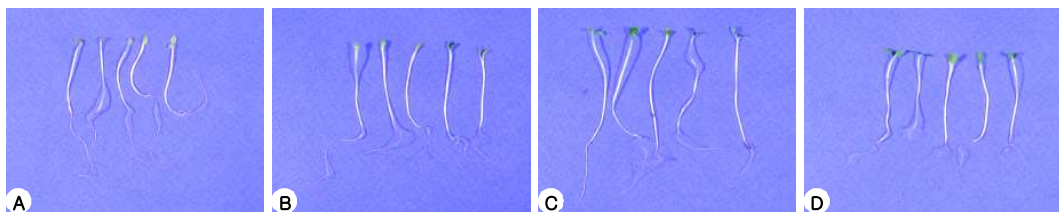


Fig. 2-77. 금계국(*C. drummondii*)의 녹화처리 기간에 따른 7일 후 새싹채소 생육
A: 0, B: 1, C: 2, D: 3 days.

Table 2-26. 기생초(*C. tinctoria*)의 녹화처리 기간에 따른 7일 후 새싹채소 생육

Greening (days)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
0	3.00a ^z	0.24b	0.16b	0.14a	10.42a	0.42a
1	2.75ab	0.23b	0.16b	0.12a	9.52a	0.40a
2	2.62b	0.30a	0.18ab	0.16a	9.42a	0.38a
3	2.52b	0.32a	0.24a	0.18a	9.38a	0.35a

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

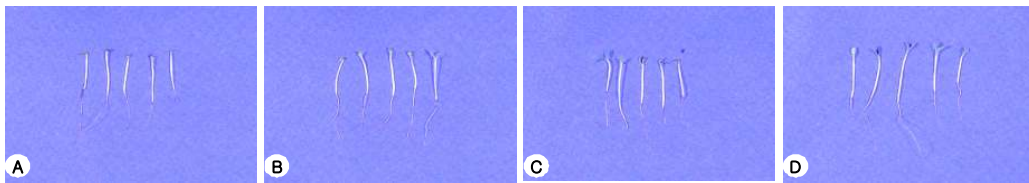


Fig. 2-78. 기생초(*C. tinctoria*)의 녹화처리 기간에 따른 7일 후 새싹채소 생육
A: 0, B: 1, C: 2, D: 3 days.

(4) *Carpesium*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

*Carpesium*속의 담배풀(*C. abrotanoides*) 역시 녹화처리를 통하여 길이생장은 억제되었으나, 부피생장이 왕성해지는 경향을 보였다. 특히 3일 동안 녹화처리를 한 새싹은 무처리 또는 1일 정도의 녹화처리를 한 새싹에 비하여 길이생장이 현저히 억제되고 부피생장이 왕성해지는 등 녹화처리에 따른 뚜렷한 생육반응을 나타냈으며 떡잎의 생육또한 가장 왕성하였다. 따라서 담배풀의 새싹은 3일 동안 녹화하여 출하하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

Table 2-27. 담배풀(*C. abrotanoides*)의 녹화처리 기간에 따른 7일 후 새싹채소 생육

Greening (days)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
0	2.82b ^z	0.18b	0.12a	0.14a	1.84b	0.10b
1	3.40a	0.16b	0.14a	0.12a	2.64a	0.17a
2	2.60c	0.18b	0.12a	0.14a	1.97b	0.07b
3	1.88d	0.27a	0.14a	0.16a	1.61b	0.08b

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

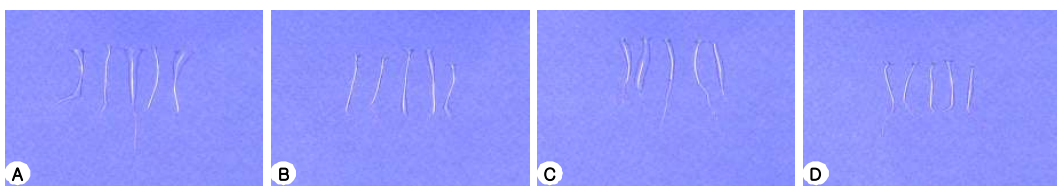


Fig. 2-79. 담배풀(*C. abrotanoides*)의 녹화처리 기간에 따른 7일 후 새싹채소 생육
A: 0, B: 1, C: 2, D: 3 days.

(5) *Matricaria*속, *Arctium*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

한편 *Matricaria*속의 도입종 저먼캐모마일(*M. recutita*)과 *Arctium*속의 우엉(*A. lappa*)은 녹화처리를 하지 않은 새싹이 길이생장과 부피생장이 모두 왕성한 특징을 보였다. 두 종 모두 녹화처리 기간이 길어질수록 새싹의 길이생장이 억제되었으며, 특히 하배축 직경의 차이가 커 부피생장이 뚜렷하게 억제된 것을 알 수 있었다. 한편 저먼캐모마일의 떡잎은 녹화처리에 따른 영향 없이 생육하였으나(Table 2-28), 우엉의 떡잎은 녹화처리에 의하여 길이와 폭이 증가되어 녹화처리가 떡잎의 생육을 촉진시키는 것을 알 수 있었다(Table 2-29). 따라서 저먼캐모마일과 우엉의 새싹은 콩나물과 같이 녹화처리를 하지 않거나 또는 1일의 녹화처리 후 출하하는 것이 좋을 것으로 생각되었으며, 우엉의 경우 chlorophyll을 함유한 떡잎의 생육이 우수한 새싹을 출하하기 위해서는 2일의 녹화처리가 적합할 것으로 나타났다.

Table 2-28. 저먼캐모마일(*M. recutita*)의 녹화처리 기간에 따른 7일 후 새싹채소 생육

Greening (days)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
0	3.88a ^z	0.66a	0.16a	0.11a	4.19a	0.25a
1	3.76a	0.70a	0.16a	0.12a	3.46b	0.22a
2	3.68a	0.53b	0.19a	0.10b	3.61b	0.19b
3	3.04b	0.48b	0.16a	0.12a	3.82ab	0.23a

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

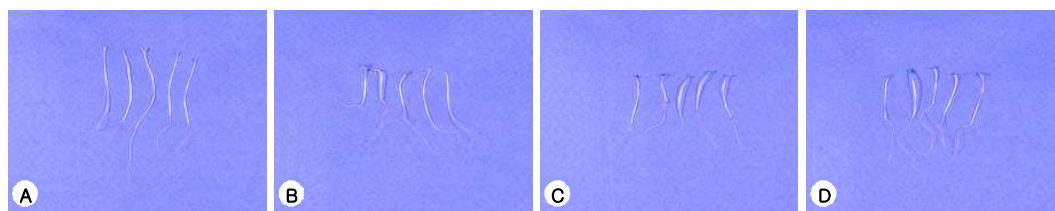


Fig. 2-80. 저먼캐모마일(*M. recutita*)의 녹화처리 기간에 따른 7일 후 새싹채소 생육
A: 0, B: 1, C: 2, D: 3 days.

Table 2-29. 우엉(*A. lappa*)의 녹화처리 기간에 따른 8일 후 새싹채소 생육

Greening (days)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
0	10.96a ^z	1.18a	1.16b	0.50c	146.43a	6.53a
1	9.44b	1.09a	1.30b	0.54bc	136.50a	4.45c
2	9.80ab	1.08a	1.36b	0.86a	136.88a	5.66b
3	7.74c	1.05a	1.86a	0.62b	135.17a	6.41a

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

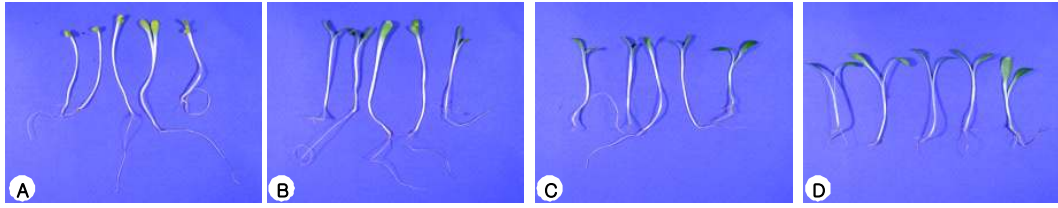


Fig. 2-81. 우영(*A. lappa*)의 녹화처리 기간에 따른 8일 후 새싹채소 생육
A: 0, B: 1, C: 2, D: 3 days.

(6) *Saussurea*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

*Saussurea*속의 각시취(*S. pulchella*)는 모든 처리구에서 생육이 왕성하였다. 새싹의 길이, 하배축의 직경, 떡잎의 생육 등을 모두 고려한 결과 2일 동안 녹화하여 출하하는 것이 좋을 것으로 생각되었다. 2일 녹화처리된 새싹은 다소 길이가 길고 하배축의 직경이 비대하며 떡잎의 폭은 다소 좁았지만 길이가 긴 특징을 보였다.

Table 2-30. 각시취(*S. pulchella*)의 녹화처리 기간에 따른 6일 후 새싹채소 생육

Greening (days)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
0	6.58a ^z	0.90bc	0.24b	0.16b	24.46a	1.28a
1	5.83b	0.88c	0.43a	0.23a	24.04ab	1.30a
2	6.13ab	0.99b	0.46a	0.19ab	20.93b	1.35a
3	5.52b	1.10a	0.50a	0.20ab	25.56a	1.50a

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

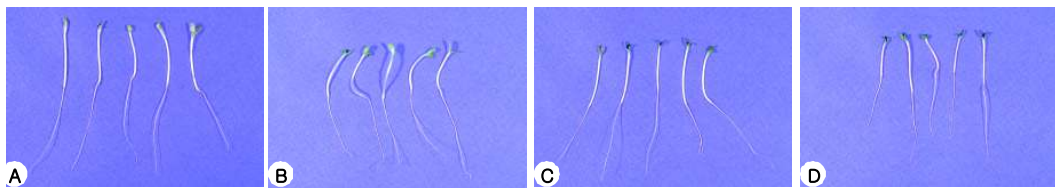


Fig. 2-82. 각시취(*S. pulchella*)의 녹화처리 기간에 따른 6일 후 새싹채소 생육
A: 0, B: 1, C: 2, D: 3 days.

(7) *Achillea*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

*Achillea*속의 톱풀(*A. alpina*)은 녹화처리에 의하여 길이생장은 다소 감소되었으나, 하배축의 부피생장과 떡잎의 생육이 왕성해졌다. 새싹의 길이생장은 녹화 1일 처리구에서 가장 왕성하여 2.88cm까지 자랐다. 녹화 3일 처리구의 경우 새싹의 길이는 2.46cm로 다소 감소되었으나, 하배축의 직경이 뚜렷하게 비대해졌으며 떡잎의 생육도 월등히 왕성하였으므로 톱풀의 새싹채소는 3일의 녹화처리 후 출하하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

Table 2-31. 톱풀(*A. alpina*)의 녹화처리 기간에 따른 2일 후 새싹채소 생육

Greening (days)	Length of sprouts (cm)	Diam. of hypocotyls (mm)	Length of cotyledons (cm)	Width of cotyledons (cm)	Fresh wt. (mg)	Dry wt. (mg)
0	2.56b ^z	0.16d	0.26b	0.18a	2.81b	0.24b
1	2.88a	0.20c	0.26b	0.18a	3.66a	0.25b
2	2.46b	0.29b	0.28ab	0.17a	3.68a	0.30a
3	2.46b	0.36a	0.34a	0.22a	3.60a	0.26b

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$

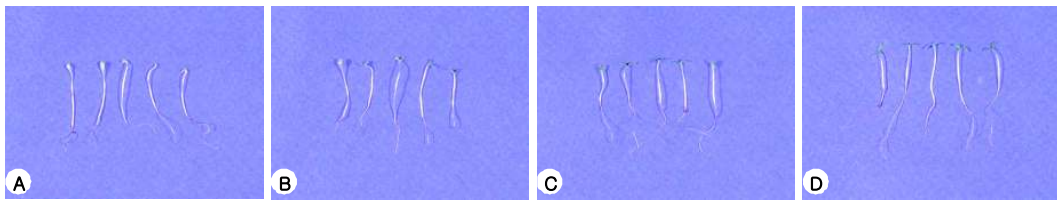


Fig. 2-83. 톱풀(*A. alpina*)의 녹화처리 기간에 따른 2일 후 새싹채소 생육
A: 0, B: 1, C: 2, D: 3 days.

이상 국화과 8속 13종의 새싹채소를 암상태에서 재배하여 녹화처리한 결과, 대부분의 새싹채소는 녹화시킬 경우 길이생장은 다소 억제되지만 하배축의 부피생장이 촉진되는 것으로 나타났다. 또한, 녹화하지 않은 새싹보다 2~3일 동안 녹화한 새싹의 떡잎의 생육이 보다 왕성한 것으로 나타났다.

가새쑥부쟁이, 눈개쑥부쟁이, 쑥부쟁이, 산국, 구절초, 우엉, 각시취 등 대부분의 새싹채소는 암상태에서 배양한 후, 2일 동안 재배하여 출하하는 것이 다소 길이는 짧지만 하배축의 직경이 비대하고 떡잎의 발달이 왕성한 새싹채소를 재배하는 데 좋은 것으로 나타났다. 이는 광처리에 의하여 새싹의 길이는 감소하고 떡잎의 크기가 비대되는 현상이 나타났다는 Choi(2007)와 Zhang 등(2005)의 결과와 유사하였다.

따라서 암상태에서 재배한 새싹을 2일 정도 녹화시키는 것이 하배축의 직경이 비대하고 떡잎에 다량의 chlorophyll을 함유한 상품성 있는 새싹채소를 출하하기 위한 좋은 방법으로 생각되며, 길이가 긴 새싹채소의 재배를 원할 경우 정해진 기간보다 암상태의 길이신장 기간을 늘려 길이생장 시킨 후 녹화하는 것이 좋을 것으로 생각되었다(Table 2-32).

Table 2-32. 국화과 식물을 이용한 새싹채소 생산의 최적 환경조건

Scientific name	Korean name	Optimum condition ^z									
		Seed germination				Growth of sprout			Greening period		
		L	T (°C)	Days	OGR (%)	T (°C)	Days	Days	LS (cm)	DH (mm)	CA (cm×cm)
<i>A. alpina</i>	툭풀	DC	25	4	49.2	20	5	3	2.46	0.36	0.34×0.22
<i>A. lappa</i>	우엉	LC	25	4	82.0	20	8	2	9.80	1.08	1.36×0.86
<i>A. hayatae</i>	눈개쭈부쟁이	DC	15	16	49.3	25	7	2	4.18	0.52	0.32×0.24
<i>A. incisus</i>	가새쭈부쟁이	LC	20	12	65.0	25	7	2	3.56	0.47	0.36×0.36
<i>A. yomena</i>	쭈부쟁이	DC	20	10	68.3	25	7	2	2.76	0.46	0.28×0.22
<i>C. abrotanoides</i>	담배풀	LC	25	6	90.5	20	7	3	1.88	0.27	0.14×0.16
<i>C. drummondii</i>	금계국	LC	20	12	80.8	25	9	3	4.64	0.48	0.36×0.34
<i>C. tinctoria</i>	기생초	DC	15	4	83.0	30	9	3	2.52	0.32	0.24×0.18
<i>D. boreale</i>	산국	DC	25	4	80.8	25	10	2	2.80	0.21	0.14×0.16
<i>D. indicum</i>	감국	LC	15	8	74.7	25	6	1	1.90	0.69	0.16×0.12
<i>D. zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	DC	25	4	98.9	20	8	2	2.50	0.68	0.34×0.24
<i>M. recutica</i>	저먼캐모마일	DC	25	4	90.3	20	7	1	3.76	0.70	0.16×0.12
<i>S. pulchella</i>	각시취	LC	25	20	51.7	25	6	2	6.13	0.99	0.46×0.19

^zL: Light, T: Temperature, OGR: Optimal germination ratio, LS: Length of sprout, DH: Diameter of hypocotyl, CA: Cotyledon area (length x width)

4. 새싹채소의 저장방법 및 기간구명

가. 실험 목적

Choi(2007)에 따르면, 상업화된 새싹채소는 25℃ 내외에서 수확하여 10℃ 정도의 지하수로 세척 후 회전 건조하여 3~4℃에서 24시간 예냉과정을 거친 후, 포장하여 10℃ 이하로 유지되는 냉장차로 옮겨 유통한다고 한다. 또한, 새싹채소 판매장의 저장고 온도는 5~10℃이며 판매장 매대는 10℃ 이하로 유지된다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 18~24시간 예냉한 새싹채소를 통기구가 있거나 없는 용기에 포장하여 각각 4℃와 10℃에서 16시간 명조건, 8시간 암조건을 유지하면서 저장하여 포장용기와 저장온도에 따른 새싹채소의 수분함량 변화와 관능검사(Table 2-34)를 통하여 저장성을 평가하고자 실시하였다.

나. 실험 재료

최적 발아조건에서, 길이생장 조건 및 녹화기간 실험을 통해 새싹채소로 개발 가능성이 높은 식물의 종자 13종을 선별하여 사용하였다(Table 2-33).

Table 2-33. 실험에 사용한 종

Scientific name	Korean name	Duration of cold treatments (months)
<i>Achillea alpina</i> L.	톱풀	0
<i>Arctium lappa</i> L.	우엉	2
<i>Aster hayatae</i> H.Lev. & Vaniot	눈개쑥부쟁이	38
<i>Aster incisus</i> Fisch.	가새쑥부쟁이	39
<i>Aster yomena</i> (Kitam.) Honda	쑥부쟁이	7
<i>Carpesium abrotanoides</i> L.	담배풀	0
<i>Coreopsis drummondii</i> Torr. et Gray	금계국	1
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	기생초	0
<i>Dendranthema boreale</i> (Makino) Ling ex Kitam.	산국	0
<i>Dendranthema indicum</i> (L.) DesMoul.	감국	0
<i>Dendranthema sichotense</i> Tzvelev	바위구절초	0
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam.	구절초	26
<i>Matricaria recutita</i> L.	저먼캐모마일	0
<i>Saussurea pulchella</i> (Fisch.) Fisch.	각시취	0

다. 실험 방법

최적 발아조건에서 발아시킨 종자를 최적 길이생장 조건으로 옮겨 재배한 후, 2일동안 녹화시켜 수확하였다. 수확한 새싹채소는 세척하여 물기를 제거한 후, 암상태의 4℃ 냉장고에서 18~24시간 동안 예냉(豫冷)한 후 포장하였다. 새싹채소의 포장용기는 PET상자(17.5×14×4.5cm)를 이용하였으며, 통기구 없이 밀봉되는 용기와 ϕ 10mm의 통기구가 뚜껑에 2

개, 하단용기 옆면에 2개 형성된 용기로 나눠 포장한 후 16시간 명조건, 8시간 암조건이 유지되는 Cold lab chamber(DS-1180-CC, Daesan Eng., Korea)의 온도를 각 4°C, 10°C로 조절하여 저장하였다. 10일 동안 매일 조사하여 새싹채소의 수분함량변화를 조사하였으며, 육안으로 새싹채소의 상태를 판단하여 등급을 평가하였다(Table 2-34, Fig. 2-84).

Table 2-34. 평가에 활용된 관능평가지수

Grade	Appraisal standard
1	Fresh
2	Wilt
3	Browning of roots
4	Browning of roots and hypocotyls
5	Rot

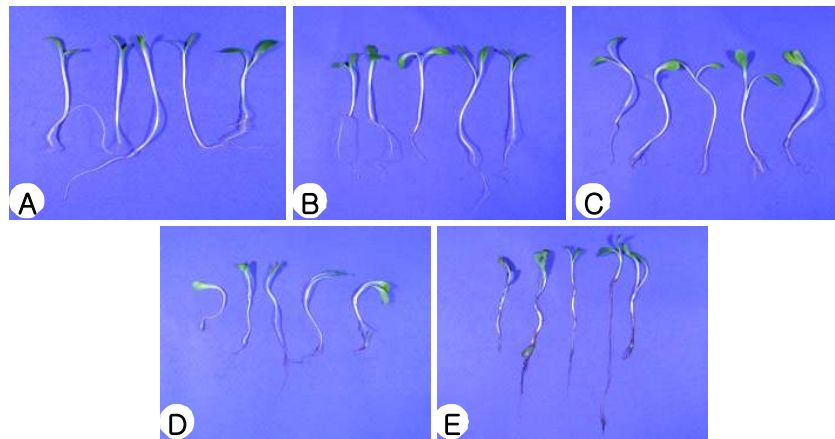


Fig. 2-84. 포장용기와 저장온도를 달리한 새싹채소의 경시적 관능평가
 A: Fresh (10°C in sealing package for 1 day).
 B: Wilt (10°C in ventilating package for 2 days).
 C: Browning of roots (4°C with sealing package for 2 days).
 D: Browning of roots and hypocotyls (10°C in sealing package for 8 days).
 E: Rot (10°C in ventilating package for 10 days).

라. 실험 결과

(1) *Aster*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

*Aster*속의 가새쭈부쟁이(*A. incisus*)의 새싹채소는 4°C에서 저장하는 것이 저장성이 가장 오래 유지되었다. 일반적으로 엽채류는 생체중의 감소가 3~5% 내외로 감소될 때 품질의 변화를 나타낸다고 하였다(Kays, 1991). 가새쭈부쟁이의 경우 밀봉하여 4°C에서 저장할 경우 포장 3일까지는 3.80%의 수분변화를 보였으며, 4일 이후부터 수분함유량이 급감하였다. 통기구가 있

는 경우는 저장 3일차에 7.31%의 높은 수분감소량을 보였다. 육안으로 저장상태를 확인한 결과, 용기의 통기구 유무에 따른 새싹채소의 품질에 큰 차이가 없었으므로 4℃에서 밀봉하여 저장하는 것이 좋을 것으로 생각되었다. 한편, 10℃에서는 용기의 통기구에 관련 없이 모두 포장한지 2일도 안되어서 수분 감소량이 5% 이상으로 급증하여 저장성이 현저히 떨어지는 것을 알 수 있었다. 그러나 통기구가 없는 용기에서 새싹의 뿌리갈변 및 부패가 빨리 진행되어 10℃에서는 통기구가 있는 용기에 저장하는 것이 좋을 것으로 생각되었다(Fig. 2-85).

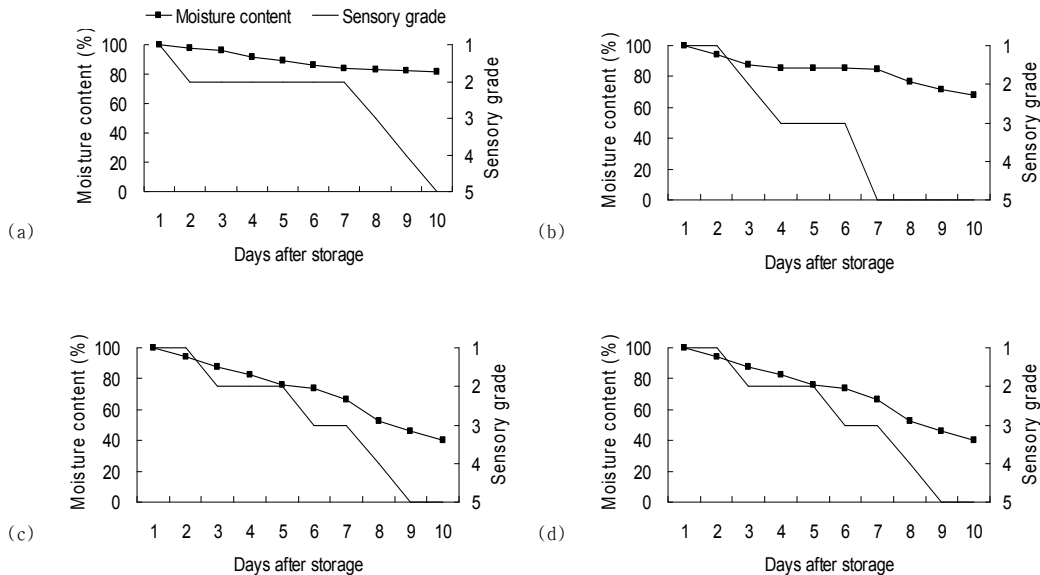


Fig. 2-85. 포장용기와 저장온도를 달리한 가새쭈부쟁이(*A. incisus*) 새싹채소의 경시적 관능평가

- a: 4℃ with sealing package, b: 4℃ with ventilating package,
- c: 10℃ with sealing package, d: 10℃ with ventilating package.

눈개쭈부쟁이(*A. hayatae*)의 새싹채소 또한 4℃에서 저장하는 것이 저장성이 가장 높은 것으로 나타났다. 눈개쭈부쟁이는 가새쭈부쟁이보다 저장성이 높아 4℃에서 밀봉하여 저장할 경우 포장 6일 후 까지도 3.30%의 수분변화량을 유지하였으며, 통기구가 있는 경우에도 3.82%의 수분감소량을 보여 대체로 저장성이 높은 것으로 나타났다. 그러나, 통기구가 없는 경우 보관 4일부터는 뿌리의 갈변이 시작되어 상품성이 현저히 떨어졌으며, 통기구가 있는 경우는 5일까지는 싱싱한 상태를 유지하다가 점점 시들고 갈변하는 현상을 보여 4℃에서 저장할 경우 통기구가 있는 용기가 상품성을 보존하는데 유용할 것으로 생각되었다. 한편, 10℃에서 밀봉한 경우 포장 3일까지는 3.99%의 수분감소량을 유지하였으며, 통기구가 있는 경우는 6.23%의 높은 수분감소량을 보였다. 또한, 통기구가 없는 용기는 5일까지 싱싱한 상태를 유지하였으나, 통기구가 있는 용기에서는 5일부터 뿌리가 갈변하여 10℃에서 저장할 경우는 통기구가 없는 용기에 밀봉하여 보관하는 것이 좋을 것으로 생각되었다(Fig. 2-86).

쭈부쟁이(*A. yomena*)의 새싹채소는 4℃에서 밀봉하여 저장한 경우 4일차에 1.92%의 낮은 수분감소량을 보였으며, 새싹의 상태도 싱싱하게 유지되어 저장성이 매우 높은 것으로 나타났다. 통기구가 있는 경우 새싹의 상태는 4일까지 싱싱하게 유지되었으나, 6.18%의 높은 수분감소량을 보였다. 10℃에서는 통기구와 관계없이 모두 높은 수분감소량을 보였으며 통기구가 있

는 용기에서는 수분감소량이 더 높고, 새싹의 뿌리갈변이 저장 3일 만에 시작되었다. 따라서 쪽부쟁이는 통기구가 없는 용기에 저장하는 것이 좋으며, 4°C에서 저장하는 것이 저장성을 높 이는데 효율적이지만, 10°C에서도 4일까지는 무리 없이 저장할 수 있을 것으로 생각되었다 (Fig. 2-85).

이상 *Aster*속의 가새쪽부쟁이, 눈개쪽부쟁이, 쪽부쟁이 새싹채소의 저장성을 살펴본 결과, 모두 4°C에서 저장성이 높았으며, 새싹채소의 종류와 저장온도에 따라 용기의 통기구를 달리하 여 저장하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

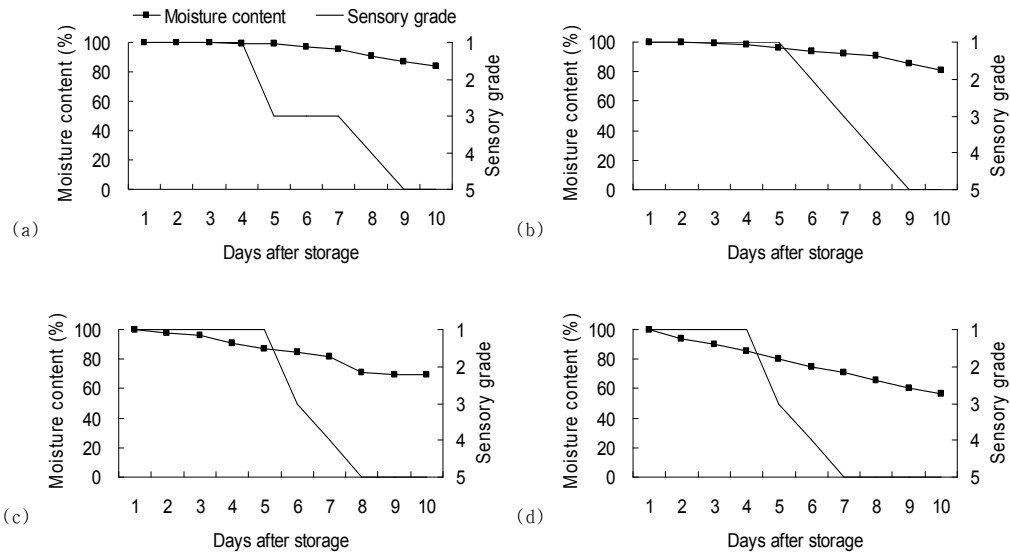


Fig. 2-86. 포장용기와 저장온도를 달리한 눈개쪽부쟁이(*A. hayatae*) 새싹채소의 새싹채소의 경시적 관능평가
a: 4°C with sealing package, b: 4°C with ventilating package,
c: 10°C with sealing package, d: 10°C with ventilating package.

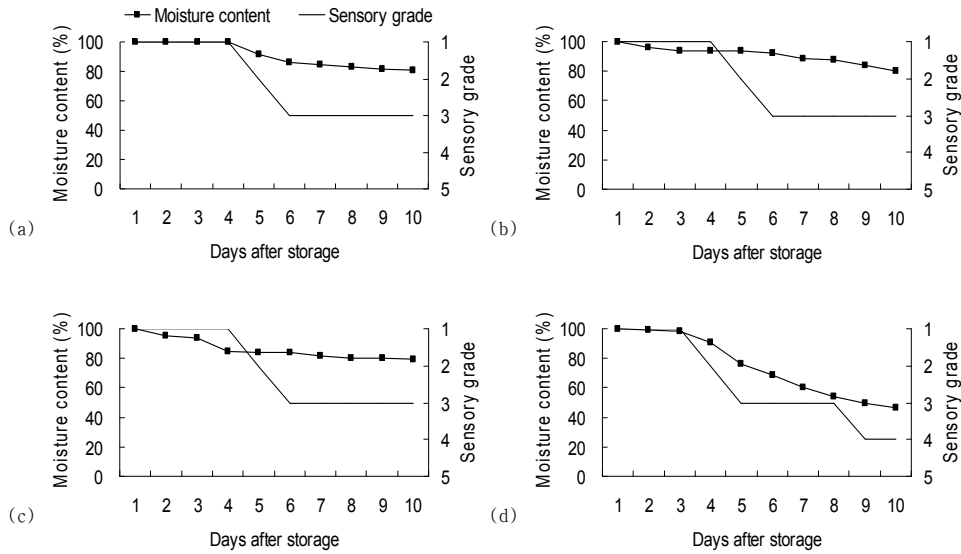


Fig. 2-87. 포장용기와 저장온도를 달리한 쪽부쟁이(*A. yomena*) 새싹채소의 경시적 관능평가
 a: 4°C with sealing package, b: 4°C with ventilating package,
 c: 10°C with sealing package, d: 10°C with ventilating package.

(2) *Dendranthema*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

*Dendranthema*속의 감국(*D. indicum*)의 새싹채소는 4°C에서 밀봉하여 저장한 경우, 높은 수분보유량을 보여 10일의 저장기간 동안 1.12%의 낮은 수분감소량을 보였다. 그러나 저장 2일 만에 뿌리의 갈변이 시작되고 6일 후 부터는 줄기까지 갈변되었다. 통기구가 있는 용기에서는 수분감소량이 더 높았으나, 5일까지는 뿌리가 갈변되지 않고 비교적 싱싱한 상태를 유지할 수 있는 것으로 나타났다. 10°C에서는 4°C에 비하여 수분 감소량이 현저히 증가되었다. 특히 밀봉하여 저장한 경우 4일 만에 새싹이 부패하는 경향을 보여, 10°C에서도 통기구가 있는 용기에 저장하는 것이 좋을 것으로 생각되었다. 따라서 감국은 통기구 있는 용기에 포장하여 4°C에서 저장하는 것이 좋은 것으로 나타났다. 그러나 수확 후 뿌리의 갈변 및 부패가 비교적 빨리 나타나므로 포장하여 유통시키는 것보다 작은 재배용기에서 재배중인 상태로 출하하는 것이 좋을 것으로 생각되었다(Fig. 2-88).

산국(*D. boreale*)의 새싹채소는 4°C와 10°C 모두 밀봉하여 저장하는 것이 좋은 것으로 나타났다. 4°C에서는 통기구에 관계없이 6일 동안 6% 내외의 수분 감소량을 보였으며 통기구가 있는 용기에서는 5일, 밀봉된 용기에서는 6일부터 뿌리의 갈변이 시작되었다. 10°C에서는 통기구에 따른 저장성의 차이가 뚜렷하였는데, 통기구가 있는 용기에서는 수분 감소량이 현저히 증가되었으며, 줄기의 갈변 및 새싹의 부패가 빠르게 진행되었다. 따라서 4°C 또는 10°C에서 밀봉하여 저장하는 것이 좋을 것으로 생각되었다(Fig. 2-89).

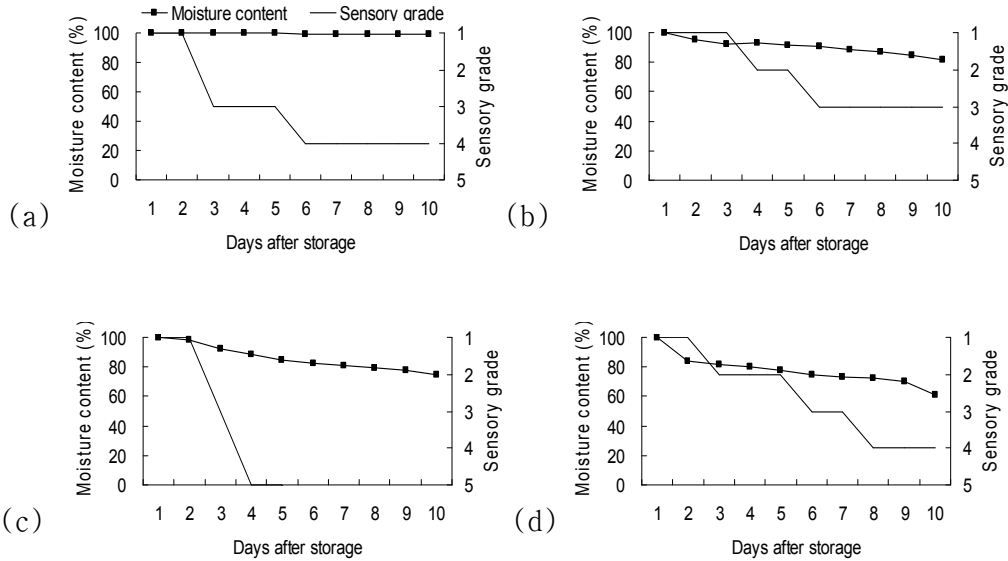


Fig. 2-88. 포장용기와 저장온도를 달리한 감국(*D. indicum*) 새싹채소의 경시적 관능평가
a: 4°C with sealing package, b: 4°C with ventilating package,
c: 10°C with sealing package, d: 10°C with ventilating package.

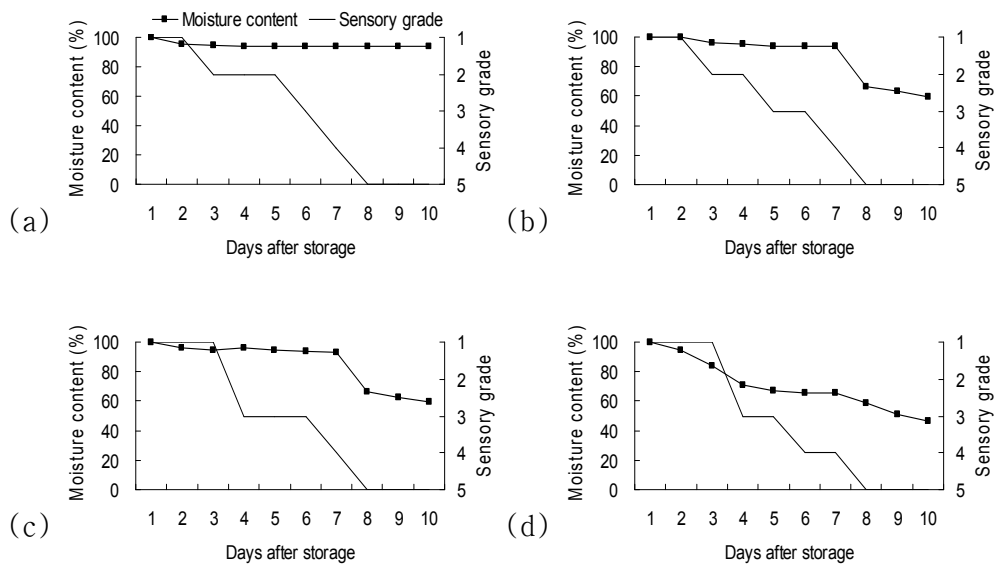


Fig. 2-89. 포장용기와 저장온도를 달리한 산국(*D. boreale*) 새싹채소의 경시적 관능평가
a: 4°C with sealing package, b: 4°C with ventilating package,
c: 10°C with sealing package, d: 10°C with ventilating package.

*Dendranthema*속의 구절초(*D. zawadskii* var. *latilobum*)의 새싹채소는 모든 처리구에서 뿌리 및 줄기의 갈변이 빠르게 진행되어 저장성이 현저히 낮은 것으로 나타났다. 수분감소율도 빠르게 진행되어 모든 처리구에서 포장 3일 후에 10% 이상의 수분감소량을 보였다. 따라서 구절초의 새싹채소는 수확 후 포장하여 출하하는 것 보다는 작은 재배용기에서 재배되고 있는

상태로 출하하는 것이 저장성을 연장시키는데 좋을 것으로 생각되었다.

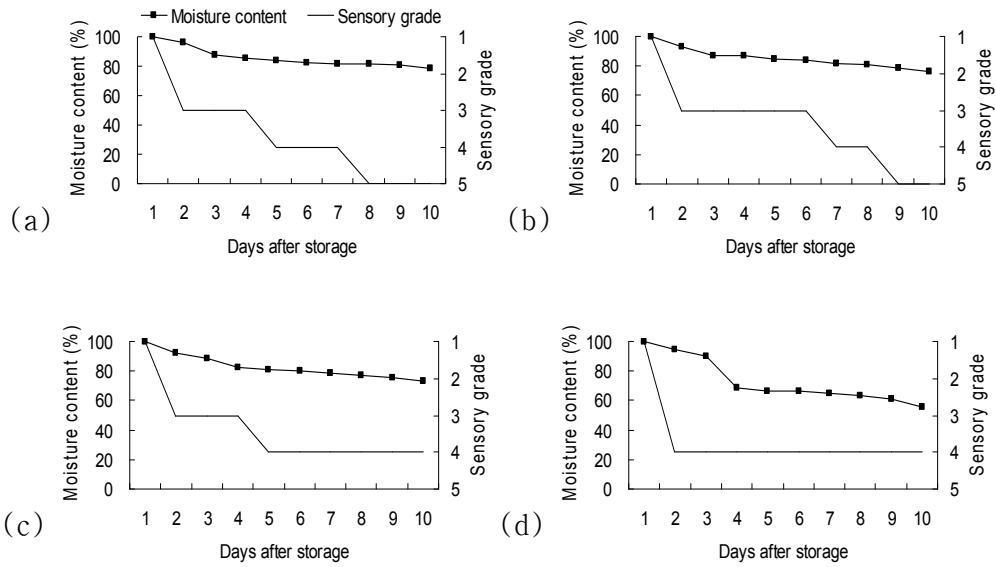


Fig. 2-90. 포장용기와 저장온도를 달리한 구절초(*D. zawadskii*) 새싹채소의 경시적 관능평가
a: 4°C with sealing package, b: 4°C with ventilating package,
c: 10°C with sealing package, d: 10°C with ventilating package.

(3) *Coreopsis*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

*Coreopsis*속의 금계국(*C. drummondii*)의 새싹채소는 4°C와 10°C에서 모두 통기구가 있는 용기에 포장된 새싹채소의 수분 감소량이 높았다. 새싹의 품질은 모든 처리구에서 유사하게 유지되어 3~5일까지는 비교적 신선하게 유지되었다가, 5~6일 사이에 뿌리의 갈변이 진행되고 8~9일 사이에 부패가 시작되는 것으로 나타났다. 따라서 4°C와 10°C 모두 통기구 없이 밀봉된 용기에 포장하여 출하하는 것이 좋으며, 가급적 4°C에서 저장하는 것이 좋을 것으로 판단되었다(Fig. 2-91).

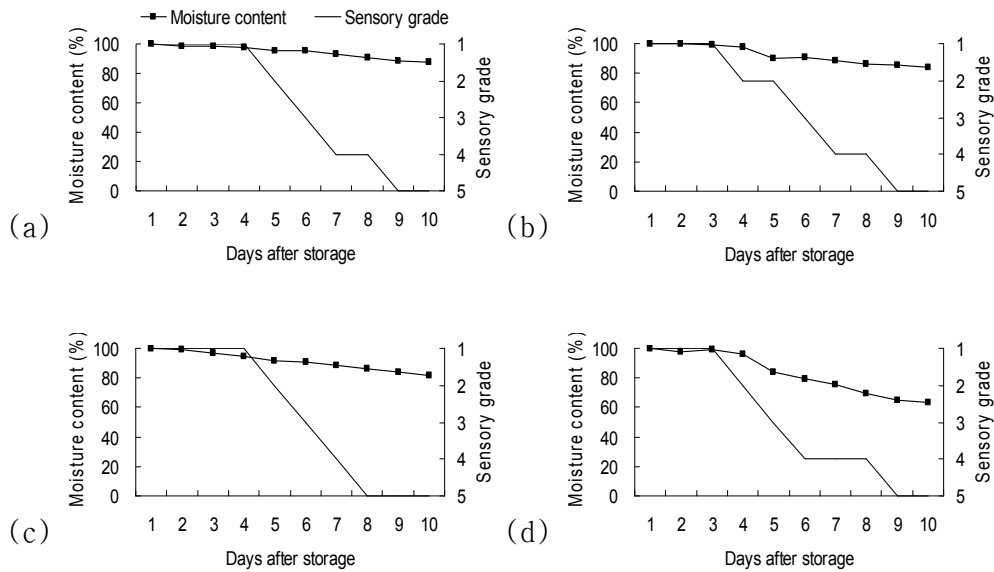


Fig. 2-91. 포장용기와 저장온도를 달리한 금계국(*C. drummondii*) 새싹채소의 경시적 관능평가
 a: 4°C with sealing package, b: 4°C with ventilating package,
 c: 10°C with sealing package, d: 10°C with ventilating package.

기생초(*C. tinctoria*) 새싹채소의 저장 중 수분 함유량을 유지하기 위해서는 4°C 보다 10°C 에서 저장하는 것이 좋은 것으로 나타났다. 그러나 10°C에서 통기구가 있는 용기에 저장할 경우 뿌리 및 줄기의 갈변이 촉진되어 저장성이 떨어졌다. 4°C에서는 6일까지는 3% 내외의 수분 감소량을 유지하다가 뿌리 또는 줄기의 갈변이 시작되는 7일차에 14% 내외로 수분 감소량이 급증하여 상품성이 현저히 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 기생초의 새싹채소는 4°C 와 10°C에서 육안으로 보이는 차이는 크지 않지만 10°C에서 저장하는 것이 수분함유량을 유지 하는데 유용하며, 통기구가 없는 용기를 사용하는 것이 좋을 것으로 나타났다(Fig. 2-92).

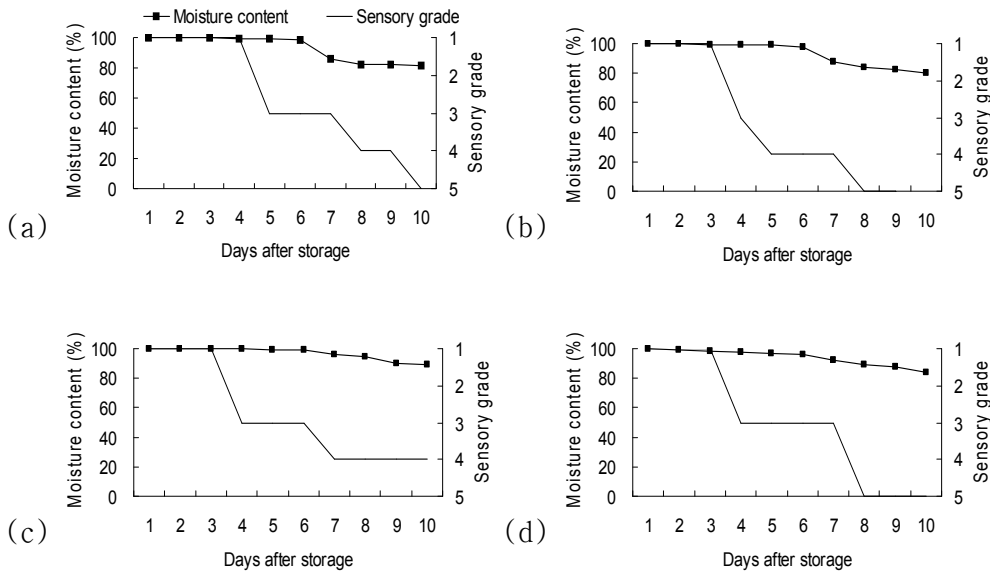


Fig. 2-92. 포장용기와 저장온도를 달리한 기생초(*C. tinctoria*) 새싹채소의 경시적 관능평가

a: 4°C with sealing package, b: 4°C with ventilating package,
c: 10°C with sealing package, d: 10°C with ventilating package.

(4) *Carpesium*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

*Carpesium*속의 담배풀(*C. abrotanoides*)의 새싹채소를 4°C에서 10일 동안 저장한 결과, 밀봉하여 저장한 경우 5.51%, 통기구가 있는 경우 6.37%의 수분감소량을 보여 높은 수분 함유량을 나타내었다. 육안으로 확인된 새싹채소의 품질도 매우 우수하여 4°C에서는 9일 동안 신선한 상태가 유지되었으며, 10일차에도 다소 시들었으나 뿌리 나 줄기의 갈변은 진행되지 않았다. 10°C에서는 통기구의 유무에 따라 수분 함유량에 현저한 차이를 보였는데, 통기구가 있는 용기에서는 줄기가 시들기 시작하는 7일차부터 수분감소율이 높아 5일까지는 4.15%였던 수분감소량이 10일차에는 16.03%로 급증하였다. 또한 10°C에서는 8일부터 육안으로도 품질변화가 확인되었는데, 8일차부터 시들기 시작하여 9일차에는 뿌리의 갈변이 진행되었다. 따라서 담배풀은 통기구가 없는 용기에 저장하는 것이 좋으며, 저장 7일까지는 4°C와 10°C에서 큰 차이없이 저장성이 높은 것으로 확인되었다.

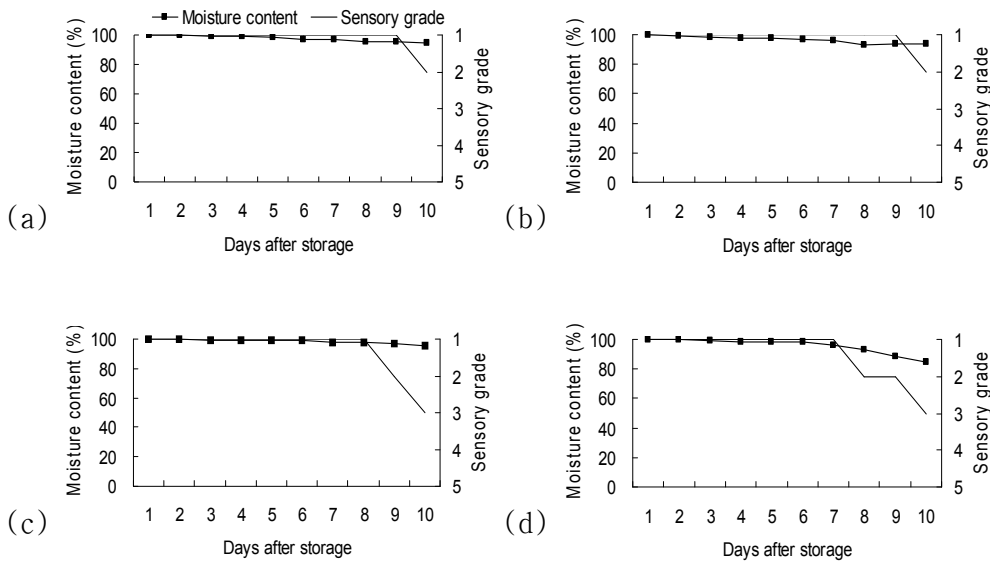


Fig. 2-93. 포장용기와 저장온도를 달리한 담배풀(*C. abrotanoides*) 새싹채소의 경시적 관능평가

a: 4°C with sealing package, b: 4°C with ventilating package,
 c: 10°C with sealing package, d: 10°C with ventilating package.

(5) *Matricaria*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

*Matricaria*속의 도입종 저먼캐모마일(*M. recutita*)의 새싹채소는 저장온도 보다는 용기의 통기구에 의하여 수분 감소량에 차이를 보여 통기구가 있는 용기에서의 수분 감소량이 현저히 높았다. 그러나 육안으로 확인된 새싹채소의 품질은 통기구가 있는 용기에서 다소 우수한 것으로 나타났다. 수분 감소량은 통기구가 있는 용기에 포장하여 10°C에서 저장한 경우 가장 큰 감소량을 보여 저장 6일 후 21.60%의 감소를 보였다. 육안으로 확인한 새싹채소의 품질은 통기구가 있는 용기에 포장하여 4°C에서 저장한 경우 가장 우수하여 포장 9일 후부터 뿌리의 갈변이 진행되었다. 그러나 통기구가 있는 용기에서는 수분 감소율이 높으므로 새싹채소의 수분 함유량을 고려하여 밀봉 후 4°C에서 저장하는 것이 더 좋을 것으로 생각되었다. 그러나 이 경우 저장 5일 후부터 뿌리의 갈변이 시작되므로 포장 후 단기간에 판매하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

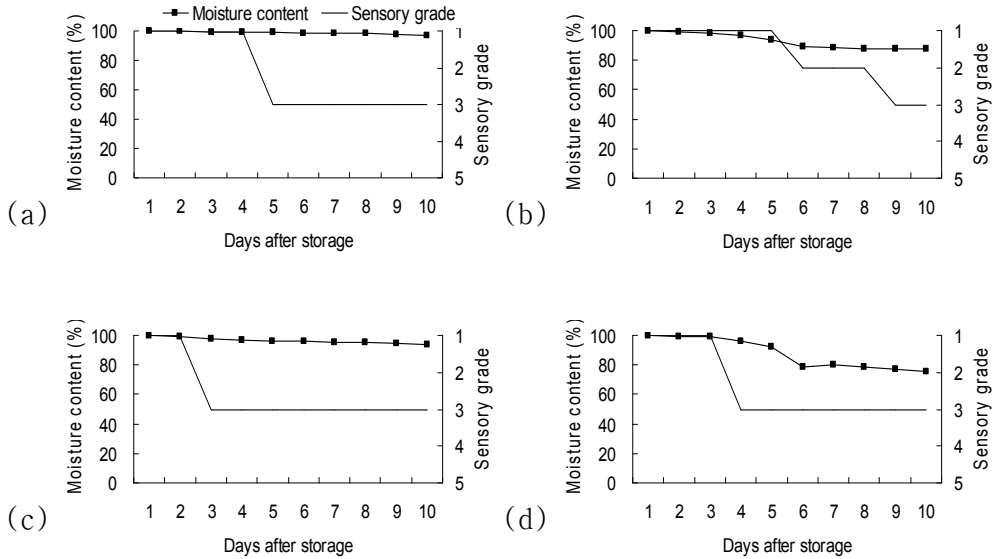


Fig. 2-94. 포장용기와 저장온도를 달리한 저먼캐모마일(*M. recutica*) 새싹채소의 경시적 관능평가
 a: 4°C with sealing package, b: 4°C with ventilating package,
 c: 10°C with sealing package, d: 10°C with ventilating package.

(6) *Arctium*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

*Arctium*속의 우영(*A. lappa*)의 새싹채소는 모든 처리구에서 새싹채소 줄기의 갈변이 매우 빠르게 진행되었다. 새싹채소에 함유된 수분은 저장 초반에는 4°C에서, 후반에는 10°C에서 빠르게 감소되었다. 우영의 새싹은 4°C에서는 7일차부터 부패되기 시작하므로 10°C에서 저장하는 것이 좋을 것으로 생각되었으며, 용기의 통기구는 저장 중 새싹의 품질에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

연구결과, 우영의 새싹은 다른 새싹채소들보다 길이가 길어 콩나물처럼 길게 생육시켜 유통시킬 수 있을 것으로 생각되었다. 또한, 뿌리의 갈변이 매우 빠르게 진행되므로 수확 후 포장하여 저장하는 것 보다는 용기에 재배중인 상태를 포장하여 유통과정 중에도 생육을 지속시켜 길이생장을 촉진시키고 뿌리의 갈변을 방지하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

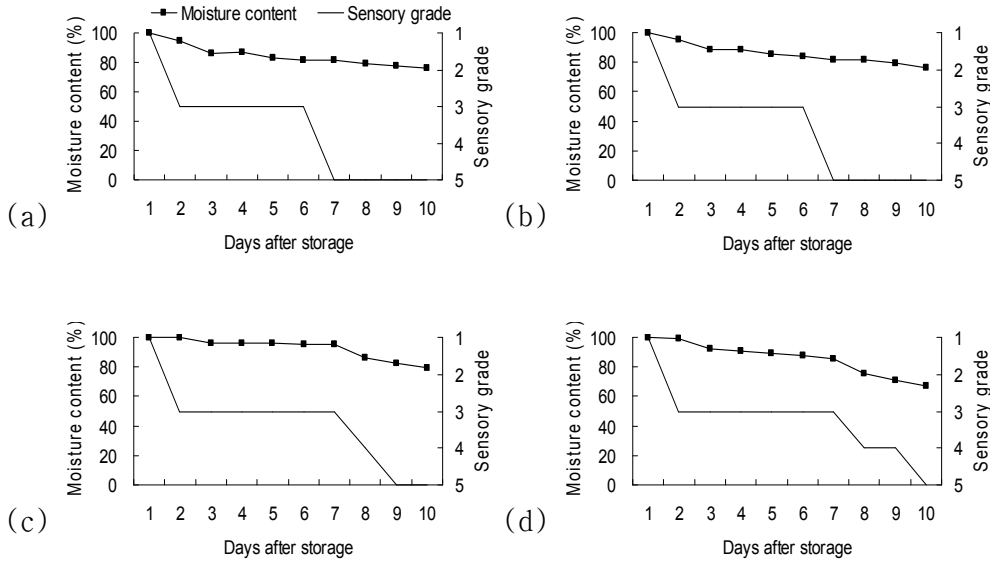


Fig. 2-95. 포장용기와 저장온도를 달리한 우영(*A. lappa*) 새싹채소의 경시적 관능평가

a: 4°C with sealing package, b: 4°C with ventilating package,
c: 10°C with sealing package, d: 10°C with ventilating package.

(7) *Saussurea*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

*Saussurea*속의 각시취(*S. pulchella*)의 새싹채소는 용기의 통기구보다는 저장온도에 의하여 새싹채소의 수분 함유량에 차이를 보였다. 4°C보다는 10°C에서 수분 감소량이 많았으며, 특히 포장 후 4일이 지나면서 수분 감소량이 급증하였다. 육안으로 확인한 새싹의 품질은 모든 처리구에서 비슷하게 3일 이후 뿌리의 갈변이 진행되었으며 재배 8~10일차에 부패가 시작되었다. 그러나 10°C에서 통기구가 없는 용기에 포장하여 저장하면 포장 5일 후 부패가 시작되어 새싹의 부패가 촉진되는 것으로 나타났다. 따라서 각시취의 새싹채소는 4°C에서 저장하는 것이 좋으며, 10°C에서 저장할 경우는 용기에 반드시 통기구를 만들어 주는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

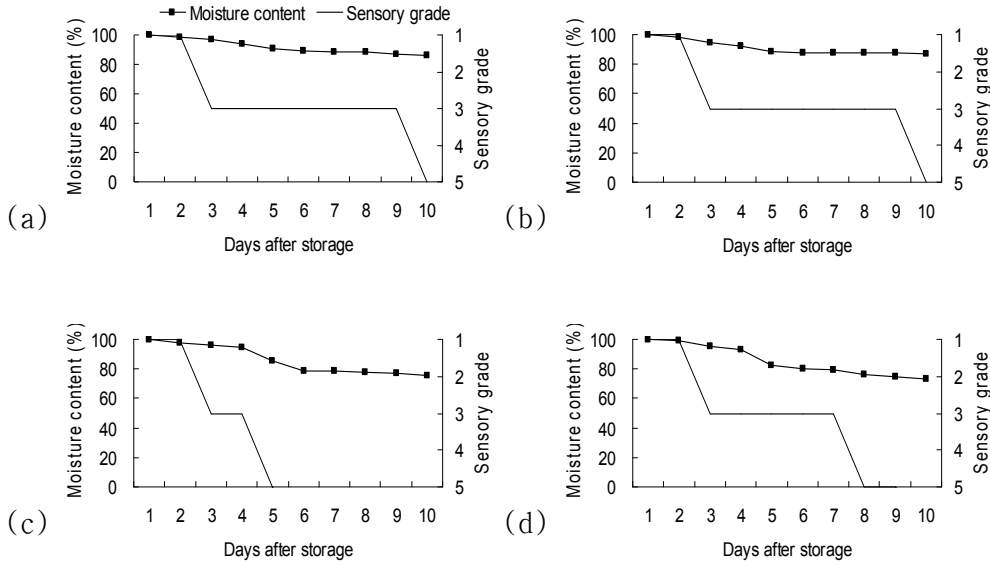


Fig. 2-96. 포장용기와 저장온도를 달리한 각시취(*S. pulchella*) 새싹채소의 경시적 관능평가
 a: 4°C with sealing package, b: 4°C with ventilating package,
 c: 10°C with sealing package, d: 10°C with ventilating package.

(8) *Achillea*속 새싹채소의 최적 녹화처리 기간

*Achillea*속의 톱풀(*A. alpina*)의 새싹채소는 4°C에서 수분감소가 가장 적었으며, 포장 5일 차에 밀봉한 용기에서는 1.68%, 통기구가 있는 용기에서는 4.55%의 수분 감소량을 보였다. 한편, 모든 처리구에서 재배 6일 후 수분 함유량이 급감하였으며 10°C에서 저장한 경우 새싹채소의 품질이 급감하여 용기에 관계없이 모두 포장 4일 만에 부패되기 시작하였다. 따라서 톱풀의 새싹채소는 수확 후 포장하여 밀봉하여 4°C에서 저장하는 것이 좋을 것으로 나타났다. 10°C에서 저장해야 할 경우는 수확하여 포장하는 것 보다는 재배용기에서 재배중인 상태로 통기구가 있는 비닐봉지로 포장하여 출하하여 유통과정 중에도 생육할 수 있도록 하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

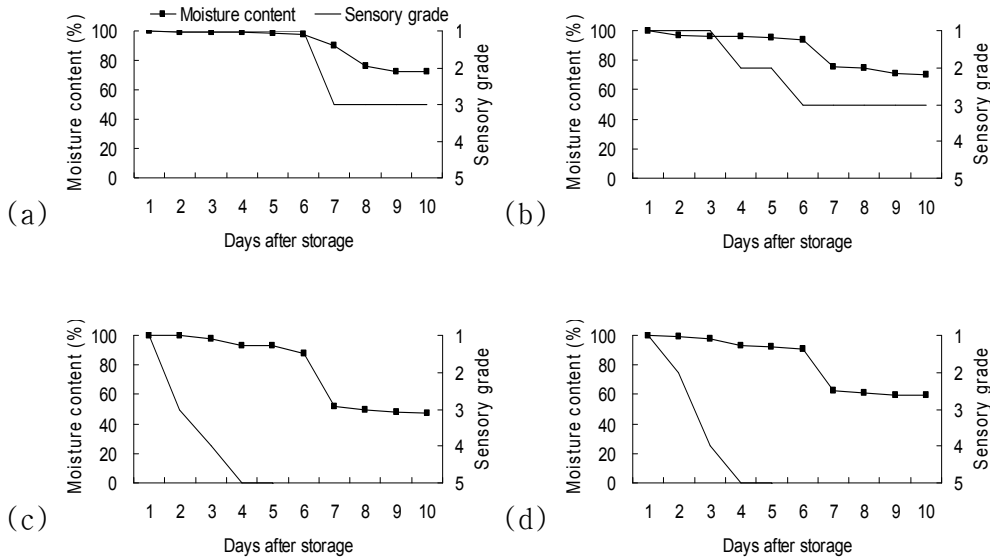


Fig. 2-97. 포장용기와 저장온도를 달리한 톱풀(*A. alpina*) 새싹채소의 경시적 관능평가
 a: 4°C with sealing package, b: 4°C with ventilating package,
 c: 10°C with sealing package, d: 10°C with ventilating package.

이상 국화과 8속 13종의 새싹채소를 선별하여 각기 다른 용기에 포장하여 다른 온도에서 저장성을 판단한 결과 대부분 10°C보다는 4°C에서 상품성이 오래 유지되었으며, 용기에 통기구가 있는 경우는 부패속도를 늦출 수 있지만 수분감소량이 높아지는 경향을 보였다. Bae 등 (2004)이 5~20°C에서 콩나물을 저장하여 60시간 동안 산소농도와 신선도 변화에 관하여 조사한 결과 10°C 이상에서 산소 농도가 급감하며, 7시간 이후에는 산소의 소멸로 인한 혐기성 미생물의 번식이 급증, 식물체의 무기호흡이 야기되며, 발효의 진행으로 인한 이취(acetaldehyde) 및 짓무름 현상이 생긴다고 하였다. 따라서 통기구가 있는 용기에서는 통기구를 통한 산소의 공급으로 인하여 부패현상을 늦출 수 있는 것으로 생각되었다.

또한 본 연구에서 대부분의 새싹채소가 10°C보다 4°C에서 신선도를 유지할 수 있었던 원인은 호흡으로 인한 CO₂ 발생 억제에 의한 것으로 생각되었다. 따라서 식당 등에서 대량으로 새싹채소를 구입하여 사용하는 식당의 경우 4°C의 저장고에서 밀봉하여 사용하는 것이 좋을 것으로 생각되었으며, 보관기간이 길어지거나 보관온도가 높을 경우에는 통기구가 있는 용기에서 보관하되, 수분감소량에 의하여 식감에 차이를 주지 않도록 스프레이 등을 이용하여 보관 중 소량의 수분처리를 해주어야 할 것으로 생각되었다.

마트에서 시판되고 있는 새싹채소의 저장 상태를 파악하여 본 연구결과와 비교하기 위하여 2007년 5월 중반에 청주시에 위치한 3군데 마트에서 조사한 결과, 대형마트에서는 주로 당일 포장한 제품만을 판매하였으며, 일반 마트에서도 포장한 지 3일 이상 된 제품은 판매하지 않았다. 또한, 진열장의 온도는 8~10°C 정도로 다소 높게 나타났다. 따라서 일반적으로 마트에서 새싹채소는 4~5°C의 냉장차로 하루 내에 운반되어 포장 후 10°C의 매대에서 최대 1~3일 동안 전시되며, 소비자가 구입하여 4°C 정도의 냉장고에서 보관하여 사용하는 것으로 나타났다. 따라서 10°C에서 3일 정도 상품성이 유지되는 눈개쭈부쟁이, 쭈부쟁이, 산국, 금계국, 기생초, 담배풀의 새싹채소는 충분히 상품성이 있는 것으로 나타났다(Table 2-35).

한편, 10℃에서 3일 이상 상품성이 유지되지 않는 국화과의 가새쑥부쟁이, 감국, 구절초, 저먼캐모마일, 우엉, 각시취, 톱풀의 새싹채소는 수확 후 포장하여 판매하는 것 보다는 재배중인 상태를 그대로 판매하거나, 관광지에서 새싹채소용 종자를 판매하여 소비자가 직접 키워 먹도록 하는 것이 좋을 것으로 생각되었다. 재배중인 상태로 판매하거나 소비자가 직접 싹을 틔워 새싹채소를 이용하게 되면, 소비자가 원하는 길이를 직접 결정하여 키워먹을 수 있으며, 먹는 재미 뿐 아니라 키우는 재미도 느낄 수 있어 상품성이 더욱 높아질 것으로 기대되었다.

Table 2-35. 국화과 식물의 새싹채소 생산 및 포장에 관한 최적 조건

Scientific name	Korean name	Optimum condition												
		Seed germination				Growth of sprout			Greening period			Storage		
		L ^z	T ^y	Days	GR ^x	T	Days	Days	LS ^w	DS ^v	CL ^u	T	V ^t	Days
(°C)	(°C)	(%)	(°C)	(cm)	(mm)	(cm×cm)	(°C)							
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	D	25	4	49.2	20	5	3	2.46	0.36	0.34×0.22	4	x	7
<i>Arctium lappa</i>	우엉	L	25	4	82.0	20	8	2	9.80	1.08	1.36×0.86	10	x	2
<i>Aster hayatae</i>	눈개쑥부쟁이	D	15	16	49.3	25	7	2	4.18	0.52	0.32×0.24	4	x	6
<i>Aster incisus</i>	가새쑥부쟁이	L	20	12	65.0	25	7	2	3.56	0.47	0.36×0.36	4	x	3
<i>Aster yomena</i>	쑥부쟁이	D	20	10	68.3	25	7	2	2.76	0.46	0.28×0.22	4	x	4
<i>Carpesium abrotanoides</i>	담배풀	L	25	6	90.5	20	7	3	1.88	0.27	0.14×0.16	4,10	x	8
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	D	25	4	80.8	25	10	2	2.80	0.21	0.14×0.16	4,10	x	4
<i>Dendranthema indicum</i>	감국	L	15	8	74.7	25	6	1	1.90	0.69	0.16×0.12	4	x	3
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	D	25	4	98.9	20	8	2	2.50	0.68	0.34×0.24	4	○	3
<i>Coreopsis drummondii</i>	금계국	L	20	12	80.8	25	9	3	4.64	0.48	0.36×0.34	4,10	x	5
<i>Coreopsis tinctoria</i>	기생초	D	15	4	83.0	30	9	3	2.52	0.32	0.24×0.18	10	x	4
<i>Matricaria recutita</i>	저먼캐모마일	D	25	4	90.3	20	7	1	3.76	0.70	0.16×0.12	4	x	5
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	L	25	20	51.7	25	6	2	6.13	0.99	0.46×0.19	4,10	x	3

^zLight condition(Light & Dark), ^ytemperature, ^xgermination rate, ^wlength of sprouts, ^vdiameter of sprouts, ^ucotyledon length, ^tventilation

5. 녹화처리에 따른 국화과 새싹채소의 항산화 효과 변화

가. 실험 목적

본 연구는 국화과 새싹채소의 재배 중 녹화처리 기간에 의하여 달라지는 항산화 물질 함량 및 항산화 활성을 분석하여 기능성 새싹채소 출하를 위한 적정 재배 방법을 구명하고자 시행하였다.

나. 실험 재료

국화과 기생초(*Coreopsis tinctoria* Nutt.), 각시취(*Saussurea pulchella* (Fisch.) Fisch), 우영(*Arctium lappa* L.)의 종자를 사용하여 실험을 시행하였다. 기생초, 각시취, 우영의 종자는 황숙기에 수확하여 음건하였다. 기생초와 각시취 종자는 정선하여 바로 실험에 사용하였으며, 우영의 종자는 정선 후 4℃에서 2달 동안 저온처리 한 후 실험에 사용하였다.

다. 실험 방법

(1) 새싹채소 재배

3종의 새싹채소는 모두 상기의 새싹채소 재배 실험에서 구명된 최적의 생육 조건에서 재배하여 실험에 사용하였다.

(가) 우영

우영 종자는 명조건 25℃에서 4일 동안 발아시킨 후, 20℃ 암조건으로 옮겨 8일 동안 재배하였다. 재배 8일 후, 20℃에서 3일 동안 더 재배하면서 0, 1, 2, 3일 동안 명조건에서 녹화처리하였다.

(나) 기생초

기생초 종자는 암조건 15℃에서 4일 동안 발아시켰다. 4일 후 30℃의 암조건으로 옮겨 9일 동안 길이생장시켰다. 암조건에서 길이생장 시킨 새싹채소를 3일 더 재배하면서 명조건에서 0, 1, 2, 3일 동안 녹화처리 한 다음 수확하였다.

(다) 각시취

각시취 종자는 25℃ 명조건에서 20일 동안 발아시켰으며, 25℃ 암조건에서 6일 동안 길이생장 시켰다. 6일 동안 길이생장 시킨 각시취 새싹채소는 3일 더 재배하면서 명조건에서 0, 1, 2, 3, 일 동안 녹화처리한 후 수확하였다.

3종의 새싹채소는 모두 수확 후 동결건조 하였으며, 건조시료는 분쇄한 후 -70℃ 초저온

냉동고(SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

(2) 시료의 추출

80% 에탄올을 용매로 하여 water bath와 냉각관이 부착된 환류추출장치(Chang Shin Co., Korea)를 사용하여 60°C에서 6시간 추출하였다. 각각의 추출액을 여과지(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장을 사용하여 Vacuum Pump(GAST)로 감압여과 하였다. 추출물은 질소 충전하여 -70°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

(3) 추출물의 수율 비교

추출물의 추출수율은 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Extraction yield (\%)} = (A \times B / C) \times 100$$

A : 가용성 고형분 농도 ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), B : 총 추출량 (mL), C : 동결건조 시료 량 (mg)

(4) 항산화 물질 함량 비교

(가) 총 폴리페놀 함량

시료의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용하여 측정하였다(Velioglu 등, 1998). 추출물 시료 0.1 mL에 2% Na_2CO_3 2 mL을 혼합한 후 정확히 3분 후에 1 N-Folin & Ciocalteu's phenol reagent(F9252, Sigma, USA) 100 μL 를 첨가하고 충분히 혼합하였다. 실온에서 30분간 방치한 후 750nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 tannic acid(T0200, Sigma, China)를 표준물질로 사용하여 계산하였으며 결과 값을 건조시료 g당 tannic acid 함량 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다. 흡광도 측정에는 UV/Visible Spectrophotometer(Ultrospec 4000, Pharmacia Biotech.)를 사용하였다.

(나) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 diethylene glycol 비색법을 사용하였다(NFRI, 1990). 즉, 추출물 시료 0.2 mL에 diethylene glycol(H26456, Sigma, USA) 2 mL와 1 N NaOH 0.2 mL을 첨가하였다. 이를 37°C의 항온수조기(VS-190CS, Vision Sci., Korea)내에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 naringin(N1376, Sigma, USA)을 표준물질로 사용하여 작성하였으며 결과를 건조시료 g당 naringin 함량($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다.

(5) 항산화 활성 비교

(가) DPPH radical 소거능

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 전자공여 정도는 Blois(1958)의 방법을 응용하여 실행하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 0.2 mL와 0.15 mM DPPH(D9132, Sigma, USA) 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 증류수 0.2 mL에 0.15 mM DPPH 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정하는 것으로 하였다. 전자공여능(EDA, %)은 시료 첨가구와 대조구(시료 무첨가구)의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였으며 대조구의 EDA를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$)를 RC_{50} 값으로 나타내었다. 이 때 음성 대조구는 용매인 80% 에탄올을 이용하였다.

양성 대조군으로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, China) 및 충북 청주시의 대형마트에서 구입한 적채, 브로콜리, 완두의 새싹채소 및 콩나물을 시료와 방법으로 라디칼 소거활성을 분석한 후 비교하였다.

(나) ABTS radical 소거능

Re 등(1999)의 ABTS⁺cation decolorization assay 방법을 응용하여 실행하였다. 2.6 mM potassium persulfate(P5592, Sigma, USA)에 녹인 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis[3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid]diammonium salt; A9941, Sigma, USA)를 실온 암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. ABTS 용액의 농도는 사용 직전에 732nm에서 흡광도 값이 0.70 ± 0.03 (mean \pm SE)이 되도록 phosphate-buffered saline(pH 7.4)으로 희석하여 실험에 사용하였다. 농도별로 준비한 추출물 시료 50 μ L에 희석된 ABTS 용액 950 μ L를 각각 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼 소거활성 정도를 RC_{50} 값으로 나타내었다.

양성 대조군으로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, China) 및 충북 청주시의 대형마트에서 구입한 적채, 브로콜리, 완두의 새싹채소 및 콩나물을 시료와 방법으로 라디칼 소거활성을 분석한 후 비교하였다.

(다) Ferrous ion chelating 효과

Yena 등(2002)의 방법을 응용하여 실행하였으며 추출물 내의 항산화 물질에 의해 ferrous ion이 chelate되는 원리를 이용하였다. 80% 에탄올 50배 추출물 1 mL, 용매(80% EtOH) 0.8mL, 2 mM $\text{FeCl}_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 100 μ L, 5 mM ferrozine 100 μ L를 순서대로 첨가하고 실온에서 10분간 반응시킨 후 562nm에서 흡광도를 측정하였고, 그 결과를 RC_{50} 값으로 나타냈다. (+)control로는 Fe 이온과 안정적인 금속이온 복합체를 형성하는 것으로 알려진 합성 아미노산 EDTA를 $0.05\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 의 농도로 조절하여 사용하였다. 또한, 충북 청주시의 대형마트에서 구입한 적채, 브로콜리, 완두의 새싹채소 및 콩나물을 시료와 방법으로 라디칼 소거활성을 분석한 후 비교하였다.

(6) 지질과산화 억제활성 비교

Ferric thiocyanate(FTC) 방법을 사용하였으며 Haraguchi 등(1992)의 방법에 준해 실험하

였다. 반응액은 농도가 $0.125 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 가 되도록 조제한 각각의 추출물 0.5 mL와 99.9% 에탄올에 녹인 2.51% linoleic acid(L1376, Sigma, USA) 0.5 mL, 0.05 M phosphate buffer(pH 7.0) 1 mL, 증류수 0.5 mL로 조성하였다. 조제된 반응액을 40°C 암소에서 incubation하면서 지질 산패를 4일 간격으로 조사하였다. 조사할 때마다 반응액 100 μL , 75% 에탄올 2700 μL , 30% ammonium thiocyanate(221988, Sigma, USA) 100 μL , 20 mM ferrous chloride(iron(II) chloride tetrahydrate; 220299, Sigma, USA) 100 μL 를 순서대로 첨가하고 정확히 3분 후에 500nm에서 흡광도를 조사하여 산화된 정도를 측정하였다. 조사는 4일 간격으로 하였으며 총 32일 동안 실험하였다. (+)control로는 합성 항산화제인 BHT와 충북 청주시의 대형마트에서 구입한 적채, 브로콜리, 완두의 새싹채소 및 콩나물을 시료와 방법으로 라디칼 소거활성을 분석한 후 비교하였다.

Linoleic acid에 의한 과산화 저해율은 아래의 식에 의하여 구하였다.

$$\text{지질 과산화 억제율 (\%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 시료가 첨가된 반응물의 흡광도, B: 대조군의 흡광도

라. 실험 결과

(1) 추출 수율 비교

우엉, 기생초, 각시취의 추출 수율을 비교한 결과, 우엉 > 각시취 > 기생초 순으로 추출 수율이 높은 경향을 보였다. 3종 모두 녹화처리에 따라 추출 수율이 변했는데, 우엉과 각시취 새싹채소는 녹화처리할 수록 추출 수율이 증가되는 경향을 보였으나, 기생초 새싹채소는 녹화처리 할수록 추출 수율이 감소하였다. 따라서 종에 따라 녹화처리가 추출 수율에 미치는 영향을 각기 다른 것으로 나타났다. 또한, 3종의 국화과 새싹채소 모두 시판중인 새싹채소에 비하여 추출 수율이 우수하여 기능성 식물로써 경제성이 우수한 것으로 나타났다.

표 2-35. 녹화일수에 따른 국화과 새싹채소의 추출 수율 변화

Scientific name	Korean name	Greening period (days)	Extract yield (%)
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	브로콜리	—	36.64
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>	적채	—	36.89
<i>Pisum sativum</i>	완두	—	37.24
<i>Glycine max</i>	콩	—	20.24
<i>Arctium lappa</i>	우엉	0	30.08
		1	30.92
		2	39.98
		3	39.05
		<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	기생초
1	19.47		
2	14.87		
3	17.99		
<i>Saussurea pulchella</i> (Fisch.) Fisch.	각시취		
		1	43.40
		2	41.07
		3	37.90

(2) 항산화 물질 함량 비교

녹화처리를 다르게 한 우엉, 기생초, 각시취의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과, 우엉 > 각시취 > 기생초 새싹채소 순으로 총 폴리페놀의 함량이 높았다. 우엉 새싹채소는 녹화일수가 길어질수록 총 폴리페놀의 함량이 증가되었다. 그러나 기생초 새싹채소는 녹화일수가 길어질수록 총 폴리페놀의 함량이 감소되었다. 각시취의 경우에는 녹화 1일 까지는 총 폴리페놀의 함량이 증가되었으나, 1일 이후에는 차츰 감소되었으며, 3일 녹화처리한 새싹채소에서 총 폴리페놀의 함량이 가장 낮았다.

총 플라보노이드의 함량은 우엉 > 기생초 > 각시취의 순으로 높게 나타났다. 우엉과 기생초 새싹채소에는 녹화처리 하지 않은 새싹채소에서 총 플라보노이드의 함량이 가장 높았으며, 각시취 새싹채소에서는 1일 녹화처리한 새싹채소에서 플라보노이드 함량이 가장 우수하였다.

연구의 결과, 식물 종에 따라 항산화 물질의 함량이 증가되는 적정 녹화처리 기간이 각기 다른 것으로 나타났다. 또한, 같은 식물에서도 항산화 물질의 종류에 따라 함량이 증가되는 재배 조건이 다른 것으로 나타났다. 3종의 국화과 새싹채소의 항산화 물질 함량은 시판중인 브로콜리, 적채, 완두의 새싹채소 또는 콩나물 보다 모두 높게 나타났다. 따라서 국화과의 우엉, 기생초, 각시취 새싹채소는 항산화 기능성 새싹채소로 개발 가치가 매우 높은 것으로 나타났으며, 3종 중 우엉의 새싹채소에서 항산화 효과가 가장 우수하였다.

표 2-36. 녹화일수에 따른 국화과 새싹채소의 추출 수율 변화

Scientific name	Korean name	Greening period (days)	Total polyphenols (mg·g ⁻¹ DW)	Total flavonoids (DW)
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	브로콜리	—	23.517±0.151	22.617±0.138
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>	적채	—	32.969±0.068	22.111±0.133
<i>Pisum sativum</i>	완두	—	15.697±0.089	6.722±0.236
<i>Glycine max</i>	콩	—	9.819±0.139	2.778±0.121
<i>Arctium lappa</i>	우엉	0	61.042±0.334	28.513±8.395
		1	62.409±0.574	21.667±0.264
		2	69.739±0.454	25.836±0.640
		3	70.872±0.237	26.912±0.153
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	기생초	0	38.777±0.146	22.923±0.133
		1	28.668±0.618	17.459±0.351
		2	23.931±0.469	12.623±0.095
		3	29.861±0.126	20.562±0.144
<i>Saussurea pulchella</i> (Fisch.) Fisch.	각시취	0	39.362±6.722	8.043±0.263
		1	41.609±5.205	9.619±0.259
		2	40.090±6.050	8.272±1.969
		3	34.245±5.084	8.656±0.643

(3) 항산화 활성 비교

우엉 새싹채소의 DPPH radical의 소거능은 1일 녹화 처리한 새싹채소에서 가장 우수하였다. 우엉 새싹채소의 DPPH radical 소거능은 모든 처리구에서 천연 항산화제인 ascorbic acid(Vit. C)와 합성 항산화제인 BHT보다는 낮았으나, 시판중인 4종의 새싹채소 보다는 우수하였다. 기생초 새싹채소와 각시취 새싹채소는 3일 녹화처리한 새싹채소에서 DPPH radical 소거활성이 우수하였다. 전반적으로 기생초 > 우엉 > 각시취 순으로 DPPH radical 소거활성이 우수하였으며, 3종 모두 ascorbic acid와 BHT 보다는 소거활성이 낮았으나 시판중인 새싹채소 보다는 DPPH 라디칼 소거활성이 우수하였다.

우엉 새싹채소의 ABTS radical 소거활성은 3일 녹화처리 했을 때 가장 우수하였다. 우엉 새싹채소의 ABTS radical 소거능은 매우 우수하였으며, 녹화일수에 관계없이 모두 시판중인 4종의 새싹채소보다 소거활성이 우수할 뿐만 아니라 ascorbic acid 및 BHT와 유사한 소거활성을 보였다. 기생초 새싹채소는 1일 녹화한 새싹채소에서 ABTS radical 소거활성이 가장 우수하였으며, ascorbic acid 보다도 소거활성이 우수하였다. 그러나, 나머지 처리구에서는 ascorbic acid와 BHT보다는 ABTS radical 소거활성이 낮았다. 각시취는 3종의 국화과 새싹채소 중 ABTS radical 소거활성이 가장 낮았다. 그러나 시판중인 브로콜리, 적채의 새싹채소 및 콩나물 보다는 소거활성이 우수하였다.

Fe²⁺ chelating 효과는 기생초 > 우엉 > 각시취 순으로 우수하였다. 기생초와 각시취는 2일, 우엉은 0일 녹화처리한 새싹채소에서 Fe²⁺ chelating 효과가 가장 우수하였다. 따라서 식물 종에 따라 Fe²⁺ chelating 효과에 미치는 녹화처리의 영향이 각기 다른 것으로 나타났다. 3종의

새싹채소 중 2일 동안 녹화 처리한 기생초 새싹채소에서 Fe²⁺ chelating 효과가 가장 우수하였으나, EDTA 보다는 chelating 효과가 현저히 낮았다. 시판중인 새싹채소와 비교했을 때 우영과 기생초 새싹채소는 모든 처리구에서 시판중인 새싹채소보다 우수한 chelating 효과를 보였으나, 각시취 새싹채소는 모든 처리구에서 시판중인 새싹채소보다 chelating 효과가 낮았다.

표 2-37. 녹화일수에 따른 국화과 새싹채소의 추출 수율 변화

Scientific name	Korean name	Greening period (days)	DPPH	ABTS ^{·+}		Fe ²⁺ chelate
				RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)		
Ascorbic acid			0.026±0.000	0.199±0.009		
BHT			0.121±0.003	0.217±0.004		
EDTA						0.030±0.003
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	브로콜리	—	1.353±0.008	0.616±0.039		3.209±0.109
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>	적채	—	0.982±0.010	0.563±0.024		4.731±0.042
<i>Pisum sativum</i>	완두	—	3.451±0.099	0.099±0.057		3.268±0.344
<i>Glycine max</i>	콩	—	6.969±0.041	0.928±0.130		2.385±0.103
<i>Arctium lappa</i>	우영	0	0.463±0.011	0.198±0.002		2.662±0.084
		1	0.418±0.005	0.202±0.003		2.925±0.049
		2	0.489±0.003	0.191±0.028		3.711±0.204
		3	0.469±0.004	0.179±0.040		2.700±0.208
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	기생초	0	0.459±0.009	0.253±0.005		2.553±0.075
		1	0.370±0.014	0.179±0.011		1.905±0.012
		2	0.369±0.002	0.258±0.011		0.840±0.114
		3	0.322±0.008	0.222±0.004		1.130±0.124
<i>Saussurea pulchella</i> (Fisch.) Fisch.	각시취	0	0.562±0.002	0.379±0.041		9.681±0.398
		1	0.588±0.000	0.406±0.024		10.086±0.990
		2	0.576±0.002	0.360±0.038		6.817±0.359
		3	0.522±0.012	0.464±0.014		9.256±0.324

(4) 지질과산화 억제활성 비교

우영 새싹채소는 녹화처리에 의하여 지질과산화 억제활성이 증가된 것으로 나타났다. 2일 녹화한 새싹채소는 16일 이전에는 BHT와 유사한 지질과산화 억제활성을 보였으나, 20일 이후에는 억제활성이 나타나지 않았으며, 3일 녹화한 새싹채소는 반응 초기에는 억제활성이 낮았으나, 억제활성이 점점 증가하여 20일 차에는 BHT보다 억제활성이 우수하였다. 그러나 20일 이후에는 BHT와 유사한 양상을 보이며 억제활성이 감소하여 28일 이후에는 지질과산화 억제활성을 나타내지 않았다.

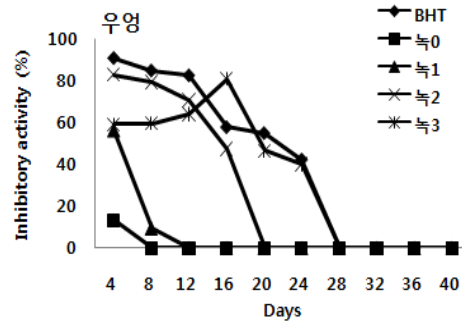


그림 2-98. 녹화처리를 달리한 우영 새싹새초의 지질과산화 억제활성

기생초는 1일 녹화한 새싹채소에서 항산화 활성이 가장 우수하였으며, 우영과 각시취의 새싹채소를 포함하여 전체 시료 중 가장 우수한 지질과산화 억제활성을 보였다. 특히 1일 녹화처리한 기생초 새싹채소의 추출물은 20일 이후에는 합성 항산화제인 BHT보다 지질과산화 억제 활성이 우수하였으며, 반응 후 36일까지도 억제활성이 유지되었다.

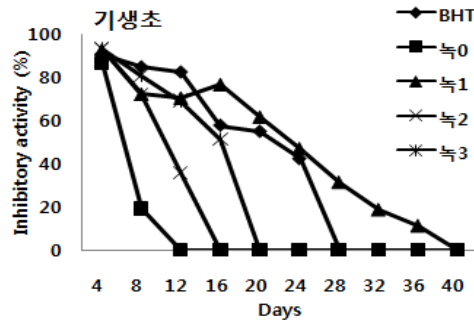


그림 2-99. 녹화처리를 달리한 기생초 새싹새초의 지질과산화 억제활성

각시취의 새싹채소는 초기에는 지질과산화 억제활성이 낮았으나, 반응 시간이 오래될수록 지질과산화 억제활성이 증가하였으며, 24일 이후에는 모든 처리구에서 BHT보다 지질과산화 억제활성이 우수하였다. 반응 초기에는 각시취 새싹채소 중 3일 녹화처리한 처리구에서 지질과산화 억제활성이 가장 우수하였으나, 24일 이후에는 모든 처리구에서 유사한 억제활성을 보였다.

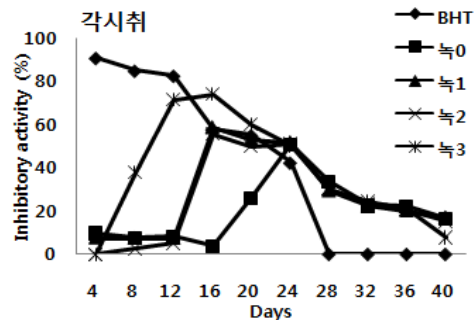


그림 2-100. 녹화처리를 달리한 각시취 새싹새초의 지질과산화 억제활성

이상으로 재배 중 녹화처리를 달리한 우영, 기생초, 각시취 새싹채소의 항산화 물질 함량, 항산화 효과 및 지질과산화 억제활성을 비교한 결과, 녹화처리에 의하여 같은 식물의 항산화 효과가 달라지는 것을 확인할 수 있었다. 그러나, 식물 중에 따라 항산화 효과가 증가되는 녹화처리는 각각 다르게 나타났다. 또한, 같은 식물에서도 목표로 하는 항산화 효과에 따라 적정 녹화처리 기간을 달리 해야 할 것으로 생각되었다. 3종의 항산화 효과를 비교한 결과, 항산화 물질의 함량은 우영 새싹채소에서 가장 우수하였다. DPPH radical 소거능 및 Fe^{2+} chelating 효과는 기생초 새싹채소에서 우수하였으며, ABTS radical 소거능은 우영 새싹채소에서 가장 우수하였다. 시판중인 새싹채소와 비교한 결과, 우영, 기생초, 각시취 새싹채소 모두 시판중인 새싹채소보다 항산화 효과가 우수하여 항산화 기능성 새싹채소로 개발 가치가 매우 우수한 것으로 생각되었다.

6. 국화과 새싹채소의 항산화 효과 탐색

가. 실험 목적

다양한 국화과 새싹채소의 항산화 효과와 시판중인 브로콜리, 적채, 완두의 새싹채소 및 콩나물과 항산화 효과를 비교하여 국화과 새싹채소의 항산화 기능성 새싹채소로서의 가능성을 탐색하고, 항산화 효과가 우수한 국화과 새싹채소를 선별하기 위하여 연구를 시행하였다.

나. 실험 재료

3~5cm 정도 자랐을 때 2일 동안 녹화처리 한 후 수확한 국화과의 금계국, 쑥부쟁이, 청치커리, 상추, 쪽갓, 톱풀, 해바라기, 로메인, 산국, 가새쑥부쟁이, 산비장이, 코스모스, 벌개미취, 눈개쑥부쟁이의 새싹채소를 동결건조 하였다. 건조시료는 분쇄한 후 $-70^{\circ}C$ 초저온 냉동고 (SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

다. 실험 방법

(1) 시료의 추출

건조시료는 80% 에탄올을 용매로 하여 water bath와 냉각관이 부착된 환류추출장치 (Chang Shin Co., Korea)를 사용하여 $60^{\circ}C$ 에서 6시간 추출하였다. 각각의 추출액을 여과지 (Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장을 사용하여 Vacuum Pump(GAST)로 감압여과 하였다. 추출물은 질소 충전하여 $-70^{\circ}C$ 에 보관하면서 실험에 사용하였다.

(2) 추출물의 수율 비교

추출물의 추출수율은 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Extraction yield (\%)} = (A \times B / C) \times 100$$

A : 가용성 고형분 농도 ($mg \cdot mL^{-1}$), B : 총 추출량 (mL), C : 동결건조 시료 량 (mg)

(3) 항산화 물질 함량 비교

(가) 총 폴리페놀 함량

시료의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용하여 측정하였다(Velioglu 등, 1998). 추출물 시료 0.1 mL에 2% Na₂CO₃ 2 mL을 혼합한 후 정확히 3분 후에 1 N-Folin & Ciocalteu's phenol reagent(F9252, Sigma, USA) 100 µL를 첨가하고 충분히 혼합하였다. 실온에서 30분간 방치한 후 750nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 tannic acid(T0200, Sigma, China)를 표준물질로 사용하여 계산하였으며 결과 값을 건조시료 g당 tannic acid 함량 (mg·g⁻¹)으로 나타내었다. 흡광도 측정에는 UV/Visible Spectrophotometer(Ultrospec 4000, Pharmacia Biotech.)를 사용하였다.

(나) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 diethylene glycol 비색법을 사용하였다(NFRI, 1990). 즉, 추출물 시료 0.2 mL에 diethylene glycol(H26456, Sigma, USA) 2 mL와 1 N NaOH 0.2 mL을 첨가하였다. 이를 37°C의 항온수조기(VS-190CS, Vision Sci., Korea)내에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 naringin(N1376, Sigma, USA)을 표준물질로 사용하여 작성하였으며 결과를 건조시료 g당 naringin 함량(mg·g⁻¹)으로 나타내었다.

(4) 항산화 활성 비교

(가) DPPH radical 소거능

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 전자공여 정도는 Blois(1958)의 방법을 응용하여 실행하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 0.2 mL와 0.15 mM DPPH(D9132, Sigma, USA) 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 증류수 0.2 mL에 0.15 mM DPPH 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정하는 것으로 하였다. 전자공여능(EDA, %)은 시료 첨가구와 대조구(시료 무첨가구)의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였으며 대조구의 EDA를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도(mg·mL⁻¹)를 RC₅₀값으로 나타내었다. 이 때 음성 대조구는 용매인 80% 에탄올을 이용하였다.

양성 대조군으로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, China) 및 충북 청주시의 대형마트에서 구입한 적채, 브로콜리, 완두의 새싹채소 및 콩나물을 시료와 방법으로 라디칼 소거활성을 분석한 후 비교하였다.

(나) ABTS radical 소거능

Re 등(1999)의 ABTS⁺ cation decolorization assay 방법을 응용하여 실행하였다. 2.6 mM potassium persulfate(P5592, Sigma, USA)에 녹인 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis[3-ethyl-

benzothiazoline-6-sulfonic acid]diammonium salt; A9941, Sigma, USA)를 실온·암소에서 24 시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. ABTS 용액의 농도는 사용 직전에 732nm에서 흡광도 값이 0.70 ± 0.03 (mean \pm SE)이 되도록 phosphate-buffered saline(pH 7.4)으로 희석하여 실험에 사용하였다. 농도별로 준비한 추출물 시료 50 μ L에 희석된 ABTS 용액 950 μ L를 각각 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼 소거활성 정도를 RC₅₀값으로 나타내었다.

양성 대조군으로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, China) 및 충북 청주시의 대형마트에서 구입한 적채, 브로콜리, 완두의 새싹채소 및 콩나물을 시료와 방법으로 라디칼 소거활성을 분석한 후 비교하였다.

(다) Ferrous ion chelating 효과

Yena 등(2002)의 방법을 응용하여 실행하였으며 추출물 내의 항산화 물질에 의해 ferrous ion이 chelate되는 원리를 이용하였다. 80% 에탄올 50배 추출물 1 mL, 용매(80% EtOH) 0.8mL, 2 mM FeCl₂·4H₂O 100 μ L, 5 mM ferrozine 100 μ L를 순서대로 첨가하고 실온에서 10 분간 반응시킨 후 562nm에서 흡광도를 측정하여 chelate 효과를 아래의 수식으로 계산하여 %로 나타냈다. (+)control로는 Fe 이온과 안정적인 금속이온 복합체를 형성하는 것으로 알려진 합성 아미노산 EDTA를 0.05mg·mL⁻¹의 농도로 조절하여 사용하였다. 또한, 충북 청주시의 대형마트에서 구입한 적채, 브로콜리, 완두의 새싹채소 및 콩나물을 시료와 방법으로 라디칼 소거활성을 분석한 후 비교하였다.

$$\text{Fe}^{2+} \text{ chelating activity (\%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 50배 추출물 첨가군의 흡광도, B: 대조군의 흡광도

(5) 지질과산화 억제활성 비교

Ferric thiocyanate(FTC) 방법을 사용하였으며 Haraguchi 등(1992)의 방법에 준해 실험하였다. 반응액은 농도가 0.125 mg·mL⁻¹가 되도록 조제한 각각의 추출물 0.5 mL와 99.9% 에탄올에 녹인 2.51% linoleic acid(L1376, Sigma, USA) 0.5 mL, 0.05 M phosphate buffer(pH 7.0) 1 mL, 증류수 0.5 mL로 조성하였다. 조제된 반응액을 40℃ 암소에서 incubation하면서 지질 산패를 4일 간격으로 조사하였다. 조사할 때마다 반응액 100 μ L, 75% 에탄올 2700 μ L, 30% ammonium thiocyanate(221988, Sigma, USA) 100 μ L, 20 mM ferrous chloride(iron(II) chloride tetrahydrate; 220299, Sigma, USA) 100 μ L를 순서대로 첨가하고 정확히 3분 후에 500nm에서 흡광도를 조사하여 산화된 정도를 측정하였다. 조사는 4일 간격으로 하였으며 총 32일 동안 실험하였다. (+)control로는 합성 항산화제인 BHT와 충북 청주시의 대형마트에서 구입한 적채, 브로콜리, 완두의 새싹채소 및 콩나물을 시료와 방법으로 라디칼 소거활성을 분석한 후 비교하였다.

Linoleic acid에 의한 과산화 저해율은 아래의 식에 의하여 구하였다.

$$\text{지질 과산화 억제율 (\%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 시료가 첨가된 반응물의 흡광도, B: 대조군의 흡광도

라. 실험 결과

(1) 추출 수율 비교

국화과 새싹채소의 추출 수율은 12.77~36.84%로 다양하게 나타났다. 시판중인 브로콜리, 적채, 완두의 새싹채소 및 콩나물의 수율은 20.24~37.24%로 나타나 국화과 새싹채소 보다 추출 수율이 우수한 것으로 나타났다.

표 2-38. 다양한 국화과 새싹채소의 추출 수율 비료

Scientific name	Korean name	Extract yeild (%)
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	브로콜리	36.64
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>	적채	36.89
<i>Pisum sativum</i>	완두	37.24
<i>Glycine max</i>	콩	20.24
<hr/>		
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	27.64
<i>Arctium lappa</i>	우엉	30.92
<i>Aster hayatae</i>	눈개쑥부쟁이	30.37
<i>Aster incisus</i>	가새쑥부쟁이	17.52
<i>Aster koraiensis</i>	벌개미취	17.87
<i>Aster yomena</i>	쑥부쟁이	14.91
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	쑥갓	14.10
<i>Cichorium intybus</i>	치커리	13.50
<i>Coreopsis drumondii</i>	금계국	18.43
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	기생초	19.47
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	12.77
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	15.32
<i>Helianthus annuus</i>	해바라기	21.98
<i>Lactuca sativa</i>	상추	36.84
<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>longifolia</i>	로메인	29.38
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	43.40
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	33.94

(2) 항산화 물질 함량 비교

국화과 새싹채소의 항산화 물질 함량을 비교한 결과, 총 폴리페놀의 함량과 총 플라보노이드 함량은 우엉 새싹채소에서 가장 우수하였다. 그 밖에도 가새쑥부쟁이, 각시취, 눈개쑥부쟁이의 새싹채소의 건조시료 1 g당 각각 46.760, 40.090, 36.768mg의 총 폴리페놀이 함유되어 폴리페놀 함량이 높은 것으로 나타났다. 총 플라보노이드의 함량은 우엉 새싹채소 이외도 눈개쑥부쟁이, 쑥갓, 금계국, 기생초의 새싹채소에서 우수하였다. 시판중인 새싹채소와 비교한 결과, 대부분의 국화과 새싹채소가 완두 새싹채소와 콩나물 보다는 폴리페놀 함량이 우수하였으며, 브로콜리와 유사한 수준의 폴리페놀이 함유되어 있었다. 우엉, 가새쑥부쟁이, 각시취, 눈개쑥부쟁

이의 새싹채소는 시판중인 새싹채소보다 폴리페놀 함량이 높으므로 항산화 기능성 새싹채소로 개발 가치가 우수한 것으로 생각되었다. 국화과 새싹채소의 총 플라보노이드의 함량은 완두 새싹채소와 콩나물 보다는 높았으나, 우영을 제외한 나머지 새싹채소의 플라보노이드 함량은 브로콜리 또는 적채의 새싹채소 보다 낮게 나타났다.

일반적으로 총 폴리페놀 함량이 우수할 경우, 총 플라보노이드 함량도 우수한 것으로 알려져 있으나, 국화과 새싹채소에서는 일정한 경향을 보이지 않았다. 이는 새싹채소는 생육이 한창 진행중이므로 다양한 항산화물질들이 생성이 완료되지 않았기 때문으로 생각된다.

연구의 결과, 우영 새싹채소는 항산화 물질 함량이 가장 우수하여 항산화 기능성 새싹채소로 개발할 필요가 있는 것으로 판단되었다. 또한, 각시취, 눈개쭉부쟁이, 가새쭉부쟁이, 쑥갓, 코스모스의 새싹채소 또한 항산화 물질 함량이 비교적 우수하여 항산화 기능성 새싹채소로 개발 가치가 높은 것으로 판단되었다.

표 2-39. 다양한 국화과 새싹채소의 항산화 물질 함량 비교

Scientific name	Korean name	Total polyphenol (mg·g ⁻¹)	Total flavonoid (mg·g ⁻¹)
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	브로콜리	23.517±0.151	22.617±0.138
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>	적채	32.969±0.068	22.111±0.133
<i>Pisum sativum</i>	완두	15.697±0.089	6.722±0.236
<i>Glycine max</i>	콩	9.819±0.139	2.778±0.121
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	14.107±0.469	5.645±0.141
<i>Arctium lappa</i>	우영	69.739±0.454	25.836±0.640
<i>Aster hayatae</i>	눈개쭉부쟁이	36.768±0.351	19.860±0.616
<i>Aster incisus</i>	가새쭉부쟁이	46.760±0.735	2.380±0.303
<i>Aster koraiensis</i>	벌개미취	13.722±0.077	3.140±0.207
<i>Aster yomena</i>	쭉부쟁이	13.337±0.121	9.393±0.314
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	쑥갓	22.860±0.760	10.170±0.340
<i>Cichorium intybus</i>	치커리	14.832±0.152	6.307±0.068
<i>Coreopsis drumondii</i>	금계국	25.281±0.283	10.556±0.258
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	기생초	23.931±0.469	12.623±0.095
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	16.249±0.326	4.332±0.130
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	21.381±0.334	7.942±0.125
<i>Helianthus annuus</i>	해바라기	24.919±0.277	9.548±0.069
<i>Lactuca sativa</i>	상추	28.249±0.389	8.875±0.249
<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>longifolia</i>	로메인	12.416±0.356	7.804±0.108
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	40.090±6.050	8.272±1.969
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	19.362±0.470	1.074±0.334

(3) 항산화 활성 비교

DPPH radical 소거활성은 기생초 추출물에서 가장 우수하였으나, 합성항산화제인 BHT 및 천연 항산화제인 ascorbic acid 보다는 억제활성이 낮았다. 국화과 새싹채소는 항산화제에 비해서는 DPPH radical 소거능이 낮았으나, 톱풀과 쭉부쟁이를 제외한 나머지 시료는 시판중인 완두, 적채 새싹채소 및 콩나물 보다 DPPH radical 소거활성이 우수하였다. 따라서 국화과 새싹

채소는 전반적으로 DPPH radical 소거능이 우수하며, 그 중에서도 기생초, 우엉, 쑥갓 및 치커리의 새싹채소는 DPPH radical 소거를 위한 항산화 기능성 새싹채소로 개발 가치가 우수하였다.

ABTS radical 소거활성은 코스모스와 우엉 새싹채소에서 가장 우수하였으며, ascorbic acid 보다 ABTS radical 소거능이 우수한 것으로 나타났다. 또한, 산비장이 새싹채소 추출물도 대조구인 BHT보다 ABTS radical 소거능이 우수하였다. 그러나, 모든 국화과 새싹채소 추출물이 시판중인 브로콜리 보다는 ABTS radical 소거능이 낮은 것으로 나타났다. 따라서 국화과 새싹채소는 대체로 ABTS radical 소거능 보다는 DPPH radical 소거능이 우수한 경향을 보이는 것으로 생각되었다.

Ferrous ion chelating 효과는 기생초 새싹채소에서 가장 우수하였다. 국화과 새싹채소에서 50배 추출물이 60% 이상의 킬레이팅 효과를 나타낸 추출물은 기생초, 우엉, 치커리, 눈개쭉부쟁이, 금계국 등이 있었다. 그러나, 기생초와 우엉 새싹채소를 제외한 국화과 새싹채소는 시판 중인 새싹채소에서 보다 금속이온 킬레이팅 효과가 다소 낮은 것으로 나타났다.

표 2-40. 다양한 국화과 새싹채소의 항산화 물질 함량 비교

Scientific name	Korean name	DPPH [·] RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)	ABTS ^{·+}	Fe ²⁺ chelate (%)
Ascorbic acid		0.026±0.000	0.199±0.009	—
BHT		0.121±0.003	0.217±0.004	—
EDTA		—	—	96.241±0.138
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	브로콜리	1.353±0.008	0.616±0.039	68.320±2.281
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>	적채	0.982±0.010	0.563±0.024	64.783±2.894
<i>Pisum sativum</i>	완두	3.451±0.099	0.099±0.057	75.814±2.307
<i>Glycine max</i>	콩	6.969±0.041	0.928±0.130	84.014±0.639
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	2.293±0.045	0.834±0.007	22.387±1.458
<i>Arctium lappa</i>	우엉	0.489±0.003	0.191±0.028	73.768±0.005
<i>Aster hayatae</i>	눈개쭉부쟁이	0.624±0.006	0.304±0.008	63.795±0.985
<i>Aster incisus</i>	가새쭉부쟁이	1.728±0.013	0.561±0.012	40.958±3.665
<i>Aster koraiensis</i>	별개미취	1.229±0.017	0.558±0.021	54.738±1.977
<i>Aster yomena</i>	쭉부쟁이	2.124±0.017	0.397±0.005	59.142±2.782
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	쑥갓	0.410±0.003	0.325±0.008	17.833±4.273
<i>Cichorium intybus</i>	치커리	0.510±0.003	0.649±0.061	69.939±0.560
<i>Coreopsis drumondii</i>	금계국	0.563±0.001	0.285±0.002	60.036±4.098
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	기생초	0.369±0.002	0.258±0.011	80.397±1.028
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	1.188±0.006	0.192±0.011	7.874±1.066
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	0.500±0.009	0.406±0.008	43.563±0.648
<i>Helianthus annuus</i>	해바라기	0.520±0.003	0.420±0.030	28.064±2.049
<i>Lactuca sativa</i>	상추	1.064±0.034	0.469±0.032	49.896±1.011
<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>longifolia</i>	로메인	0.715±0.008	0.453±0.005	40.362±2.047
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	0.576±0.002	0.360±0.038	43.317±1.055
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	0.901±0.009	0.204±0.007	31.168±1.620

(4) 지질과산화 억제활성 비교

각시취, 쑥부쟁이, 금계국, 우엉, 기생초, 치커리 새싹채소 추출물의 지질과산화 억제활성을 비교한 결과, 치커리와 각시취 새싹채소는 BHT보다 지질과산화 억제활성이 오래 지속되었다. 기생초, 우엉의 새싹채소는 지질과산화가 왕성하게 일어나는 반응 초기의 지질과산화 억제활성이 우수하였으나, 각각 16, 20일 이후에는 억제활성을 보이지 않았다. 반면, 각시취와 치커리의 추출물은 지질과산화 반응초기에는 억제활성이 낮았으나, 억제효과가 장기간 지속되는 것을 알 수 있었다. 연구에 사용한 모든 국화과 새싹채소는 지질과산화 억제활성을 보였으며, 전반적으로 지질과산화 억제활성이 모두 우수한 것으로 나타났다. 따라서 국화과 새싹채소는 체내 지질과산화 반응 억제를 위한 항산화 기능성 소재로 개발 가치가 우수하다고 판단하였다. 단, 식물 종에 따라 지질과산화 반응 초기의 억제활성이 우수하거나, 지질과산화 억제효과가 장기간 지속되는 등 지질과산화 억제양상이 각기 다르므로 서로 다른 특징을 보이는 새싹채소를 섞어서 이용하는 것이 효과적일 것으로 생각된다.

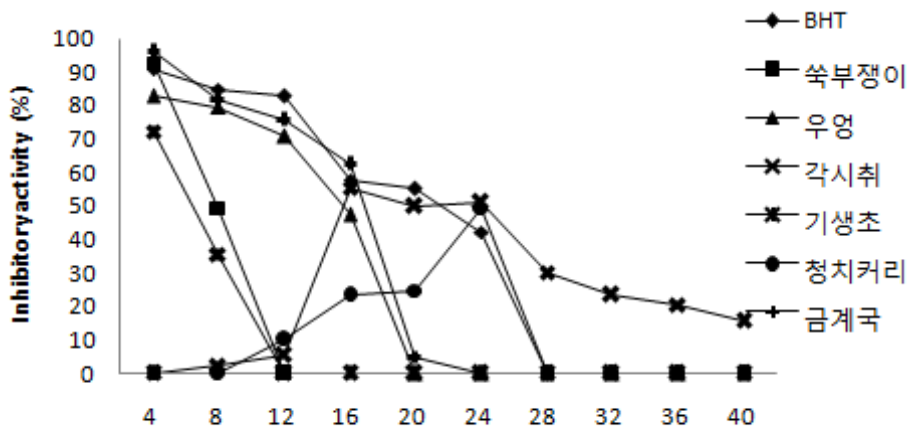


그림 2-101. 국화과 새싹채소의 지질과산화 억제활성

이상으로 17종의 국화과 새싹채소를 대상으로 항산화 효과를 분석한 결과, 전반적으로 우엉 새싹채소의 항산화 효과가 가장 우수한 것으로 나타났다. 우엉 새싹채소는 항산화 효과가 우수할 뿐 아니라, 종자 발아 및 새싹채소 생장이 왕성하기 때문에 항산화 기능성 새싹채소로써 개발 가치가 매우 높은 것으로 생각된다. 또한, 각시취, 눈개쑥부쟁이, 가새쑥부쟁이, 쑥갓, 코스모스, 치커리 및 산비장이의 새싹채소도 항산화 물질 함량 및 항산화 활성이 우수하여 기능성 새싹채소로 개발 가치가 높은 것으로 나타났다. 연구의 결과, 식물 종에 따라 항산화 효과가 다르게 나타났으며, 특정 항산화 효과가 낮은 식물도 다른 항산화 효과가 우수할 수 있는 것을 확인하였다. 따라서 국화과 식물의 새싹채소를 개발하여 판매할 때, 단일 품목을 판매하는 것 보다는 항산화 기능성에 있어서 상호 보완이 가능한 식물을 선택하여 함께 판매하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

7. 국화과 새싹채소와 어린 잎 채소의 항산화 효과 비교

가. 실험 목적

새싹채소와 더불어 어린 잎 채소의 우수한 기능성 활성이 알려지면서, 최근 어린 잎 채소 (베이비 채소)의 수요도 증가하고 있다. 본 연구에서는 동일한 식물의 종자를 이용하여 생산한 새싹채소와 어린 잎 채소의 항산화 활성을 비교하여 항산화 기능성 소재 개발에 적합한 재배 양식을 구명하고자 하였다.

나. 실험 재료

우엉과 치커리의 종자를 이용하여 새싹채소 또는 어린 잎 채소를 재배 후 동결건조 하였다. 동결건조한 건조시료는 분쇄하여 -70°C 의 저온저장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

다. 실험 방법

(1) 시료의 추출

건조시료는 80% 에탄올을 용매로 하여 water bath와 냉각관이 부착된 환류추출장치 (Chang Shin Co., Korea)를 사용하여 60°C 에서 6시간 추출하였다. 각각의 추출액을 여과지 (Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장을 사용하여 Vacuum Pump(GAST)로 감압여과 하였다. 추출물은 질소 충전하여 -70°C 에 보관하면서 실험에 사용하였다.

(2) 추출물의 수율 비교

추출물의 추출수율은 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Extraction yield (\%)} = (A \times B / C) \times 100$$

A : 가용성 고형분 농도 ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), B : 총 추출량 (mL), C : 동결건조 시료 량 (mg)

(3) 항산화 물질 함량 비교

(가) 총 폴리페놀 함량

시료의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용하여 측정하였다(Velioglu 등, 1998). 추출물 시료 0.1 mL에 2% Na_2CO_3 2 mL을 혼합한 후 정확히 3분 후에 1 N-Folin & Ciocalteu's phenol reagent(F9252, Sigma, USA) 100 μL 를 첨가하고 충분히 혼합하였다. 실온에서 30분간 방치한 후 750nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 tannic acid(T0200, Sigma, China)를 표준물질로 사용하여 계산하였으며 결과 값을 건조시료 g당 tannic acid 함량 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다. 흡광도 측정에는 UV/Visible Spectrophotometer(Ultrospec 4000,

Pharmacia Biotech.)를 사용하였다.

(나) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 diethylene glycol 비색법을 사용하였다(NFRI, 1990). 즉, 추출물 시료 0.2 mL에 diethylene glycol(H26456, Sigma, USA) 2 mL와 1 N NaOH 0.2 mL을 첨가하였다. 이를 37°C의 항온수조기(VS-190CS, Vision Sci., Korea)내에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 naringin(N1376, Sigma, USA)을 표준물질로 사용하여 작성하였으며 결과를 건조시료 g당 naringin 함량($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다.

(4) 항산화 활성 비교

(가) DPPH radical 소거능

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 전자공여 정도는 Blois(1958)의 방법을 응용하여 실행하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 0.2 mL와 0.15 mM DPPH(D9132, Sigma, USA) 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 증류수 0.2 mL에 0.15 mM DPPH 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정한 것으로 하였다. 전자공여능(EDA, %)은 시료 첨가구와 대조구(시료 무첨가구)의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였으며 대조구의 EDA를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$)를 RC_{50} 값으로 나타내었다. 이 때 음성 대조구는 용매인 80% 에탄올을 이용하였다.

양성 대조군으로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, China) 및 충북 청주시의 대형마트에서 구입한 적채, 브로콜리, 완두의 새싹채소 및 콩나물을 시료와 방법으로 라디칼 소거활성을 분석한 후 비교하였다.

(나) ABTS radical 소거능

Re 등(1999)의 ABTS^{+} cation decolorization assay 방법을 응용하여 실행하였다. 2.6 mM potassium persulfate(P5592, Sigma, USA)에 녹인 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis[3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid]diammonium salt; A9941, Sigma, USA)를 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. ABTS 용액의 농도는 사용 직전에 732nm에서 흡광도 값이 $0.70\pm 0.03(\text{mean}\pm\text{SE})$ 이 되도록 phosphate-buffered saline(pH 7.4)으로 희석하여 실험에 사용하였다. 농도별로 준비한 추출물 시료 50 μL 에 희석된 ABTS 용액 950 μL 를 각각 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼 소거활성 정도를 RC_{50} 값으로 나타내었다.

양성 대조군으로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, China) 및 충북 청주시의 대형마트에서 구입한 적채, 브로콜리, 완두의 새싹채소 및 콩나물을 시료와 방법으로 라디칼 소거활성을 분석한 후 비교하였다.

(다) Ferrous ion chelating 효과

Yena 등(2002)의 방법을 응용하여 실행하였으며 추출물 내의 항산화 물질에 의해 ferrous ion이 chelate되는 원리를 이용하였다. 80% 에탄올 50배 추출물 1 mL, 용매(80% EtOH) 0.8mL, 2 mM FeCl₂·4H₂O 100 μL, 5 mM ferrozine 100 μL를 순서대로 첨가하고 실온에서 10 분간 반응시킨 후 562nm에서 흡광도를 측정하여 chelate 효과를 아래의 수식으로 계산하여 %로 나타냈다. (+)control로는 Fe 이온과 안정적인 금속이온 복합체를 형성하는 것으로 알려진 합성 아미노산 EDTA를 0.05mg·mL⁻¹의 농도로 조절하여 사용하였다. 또한, 충북 청주시의 대형마트에서 구입한 적채, 브로콜리, 완두의 새싹채소 및 콩나물을 시료와 방법으로 라디칼 소거활성을 분석한 후 비교하였다.

$$\text{Fe}^{2+} \text{ chelating activity (\%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 50배 추출물 첨가군의 흡광도, B: 대조군의 흡광도

라. 실험 결과

(1) 추출 수율 비교

우영의 경우, 새싹채소는 어린 잎 채소에 비하여 수분 함량이 낮고, 추출 수율이 높게 나타났다. 따라서 우영은 새싹채소보다 어린 잎 채소보다 항산화 기능성 소재 개발에 있어 경제성이 더 높은 것으로 판단되었다. 치커리는 새싹채소와 어린 잎 채소의 수분함량이 비슷하였다. 그러나 추출 수율은 어린 잎 채소에서 훨씬 높게 나타났다.

연구의 결과, 식물 중에 따라 생육 단계에 따른 수분 함량 및 추출물의 추출 효율이 각기 다른 것을 알 수 있었다.

표 2-41. 우영과 치커리의 새싹채소와 어린 잎 채소의 수분 함량 및 추출 수율

Scientific name	Korean name	Growth stage	Moisture (%)	Extract yield (%)
<i>Arctium lappa</i>	우영	Sprout	88.11	39.98
		Baby leaf	92.00	32.94
<i>Cichorium intybus</i>	치커리	Sprout	93.91	25.45
		Baby leaf	95.63	36.57

(2) 항산화 물질 함량 비교

우영과 치커리의 생육 단계에 따른 항산화 물질 함량을 비교한 결과, 우영의 새싹채소와 어린 잎 채소에 치커리보다 많은 항산화 물질이 함유되어 있었다. 우영은 새싹채소에서 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 모두 높게 나타났다. 그러나, 치커리의 경우에는 총 폴리페놀의 함

량은 새싹채소에서 높았으나, 총 플라보노이드의 함량은 어린 잎 채소에서 우수하였다.

표 2-42. 우엉과 치커리의 새싹채소와 어린 잎 채소의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

Scientific name	Korean name	Growth stage	Total polyphenol / Total flavonoid (mg·g ⁻¹)	
			Total polyphenol	Total flavonoid
<i>Arctium lappa</i>	우엉	Sprout	69.739±0.454	25.836±0.640
		Baby leaf	38.626±0.427	16.474±0.386
<i>Cichorium intybus</i>	치커리	Sprout	29.237±0.949	11.396±0.258
		Baby leaf	23.831±0.319	20.067±0.523

(3) 항산화 활성 비교

DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능 및 Fe²⁺ chelating 모두 우엉 새싹채소에서 가장 우수하였다. 우엉은 어린 잎 채소보다 새싹채소에서 항산화 활성이 모두 우수하였으나, 치커리의 경우 DPPH radical 소거능과 Fe²⁺ chelating 효과는 어린 잎 채소, ABTS radical 소거능은 새싹채소에서 우수하였다.

표 2-43. 우엉과 치커리의 새싹채소와 어린 잎 채소의 항산화 활성 비교

Scientific name	Korean name	Growth stage	DPPH	ABTS ⁺	Fe ²⁺ chelate
			RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)		(%)
<i>Arctium lappa</i>	우엉	Sprout	0.489±0.003	0.191±0.028	73.768±0.005
		Baby leaf	1.021±0.015	0.732±0.014	32.244±3.437
<i>Cichorium intybus</i>	치커리	Sprout	0.827±0.018	0.325±0.028	28.513±2.253
		Baby leaf	0.560±0.006	0.482±0.005	55.762±1.930

이상으로 항산화 활성이 우수한 것으로 나타났던 우엉과 치커리를 대상으로 새싹채소와 어린 잎 채소의 항산화 효과를 비교한 결과 우엉은 새싹채소에서 추출 수율, 항산화 물질 함량, 항산화 활성이 모두 우수하였다. 그러나, 치커리는 추출 효율은 어린 잎 채소에서 우수하였으며, 폴리페놀은 새싹채소, 플라보노이드는 어린 잎 채소에 많이 함유되어 있었다. 또한, 생육 단계에 따라 항산화 활성도 다르게 나타났는데, DPPH radical 소거능과 Fe²⁺ chelating 효과는 어린 잎 채소, ABTS radical 소거능은 새싹채소에서 우수하였다. 따라서 식물 종에 따라 항산화 활성을 증가시킬 수 있는 재배 방법을 달리해야 하며, 같은 식물도 목표로 하는 항산화 활성에 따라 재배 양상을 달리해야 할 것으로 생각되었다.

8. 국화과 새싹채소와 성체의 항산화 효과 비교

가. 실험 목적

일반적으로 새싹채소가 성체 보다 항산화 효과가 우수한 것으로 알려져 있다. 그러나 국내외에서 새싹채소와 성체의 항산화 활성을 직접적으로 비교한 연구는 드물다. 따라서 본 연구에서는 국화과 새싹채소와 성체의 항산화 활성을 비교하여 항산화 소재 개발에 적합한 생육 단계를 구명하고자 하였다.

나. 실험 재료

튤립의 꽃, 잎, 새싹채소, 가새쭈부쟁이의 꽃, 잎+줄기, 새싹채소, 벌개미취의 꽃, 잎+줄기, 새싹채소, 쭈부쟁이의 꽃과 새싹채소, 코스모스의 꽃, 잎+줄기, 새싹채소, 산국의 꽃, 잎+줄기, 새싹채소, 산국의 꽃, 잎+줄기, 새싹채소, 산비장이의 꽃, 꽃봉오리, 잎+줄기, 새싹채소를 수확 후 동결건조 하였다. 건조 시료는 분쇄기로 곱게 분쇄하여 밀봉한 후, -70°C 의 저온저장고에 보관하여 실험에 사용하였다.

다. 실험 방법

(1) 시료의 추출

건조시료는 80% 에탄올을 용매로 하여 water bath와 냉각관이 부착된 환류추출장치 (Chang Shin Co., Korea)를 사용하여 60°C 에서 6시간 추출하였다. 각각의 추출액을 여과지 (Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장을 사용하여 Vacuum Pump(GAST)로 감압여과 하였다. 추출물은 질소 충전하여 -70°C 에 보관하면서 실험에 사용하였다.

(2) 추출물의 수율 비교

추출물의 추출수율은 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Extraction yield (\%)} = (A \times B / C) \times 100$$

A : 가용성 고형분 농도 ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), B : 총 추출량 (mL), C : 동결건조 시료 량 (mg)

(3) 항산화 물질 함량 비교

(가) 총 폴리페놀 함량

시료의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용하여 측정하였다(Velioglu 등, 1998). 추출물 시료 0.1 mL에 2% Na_2CO_3 2 mL을 혼합한 후 정확히 3분 후에 1 N-Folin & Ciocalteu's phenol reagent(F9252, Sigma, USA) 100 μL 를 첨가하고 충분히 혼합하였다. 실온

에서 30분간 방치한 후 750nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 tannic acid(T0200, Sigma, China)를 표준물질로 사용하여 계산하였으며 결과 값을 건조시료 g당 tannic acid 함량 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다. 흡광도 측정에는 UV/Visible Spectrophotometer(Ultrospec 4000, Pharmacia Biotech.)를 사용하였다.

(나) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 diethylene glycol 비색법을 사용하였다(NFRI, 1990). 즉, 추출물 시료 0.2 mL에 diethylene glycol(H26456, Sigma, USA) 2 mL와 1 N NaOH 0.2 mL을 첨가하였다. 이를 37°C의 항온수조기(VS-190CS, Vision Sci., Korea)내에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 naringin(N1376, Sigma, USA)을 표준물질로 사용하여 작성하였으며 결과를 건조시료 g당 naringin 함량($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다.

(4) 항산화 활성 비교

(가) DPPH radical 소거능

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 전자공여 정도는 Blois(1958)의 방법을 응용하여 실행하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 0.2 mL와 0.15 mM DPPH(D9132, Sigma, USA) 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 증류수 0.2 mL에 0.15 mM DPPH 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정한 것으로 하였다. 전자공여능(EDA, %)은 시료 첨가구와 대조구(시료 무첨가구)의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였으며 대조구의 EDA를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$)를 RC_{50} 값으로 나타내었다. 이 때 음성 대조구는 용매인 80% 에탄올을 이용하였다.

양성 대조군으로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, China) 및 충북 청주시의 대형마트에서 구입한 적채, 브로콜리, 완두의 새싹채소 및 콩나물을 시료와 방법으로 라디칼 소거활성을 분석한 후 비교하였다.

(나) ABTS radical 소거능

Re 등(1999)의 ABTS^+ cation decolorization assay 방법을 응용하여 실행하였다. 2.6 mM potassium persulfate(P5592, Sigma, USA)에 녹인 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis[3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid]diammonium salt; A9941, Sigma, USA)를 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. ABTS 용액의 농도는 사용 직전에 732nm에서 흡광도 값이 0.70 ± 0.03 (mean \pm SE)이 되도록 phosphate-buffered saline(pH 7.4)으로 희석하여 실험에 사용하였다. 농도별로 준비한 추출물 시료 50 μL 에 희석된 ABTS 용액 950 μL 를 각각 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼 소거활성 정도를 RC_{50} 값으로 나타내었다.

양성 대조군으로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와

ascorbic acid(A5960, Sigma, China) 및 충북 청주시의 대형마트에서 구입한 적채, 브로콜리, 완두의 새싹채소 및 콩나물을 시료와 방법으로 라디칼 소거활성을 분석한 후 비교하였다.

라. 실험 결과

(1) 추출 수율 비교

모든 시료에서 수분 함량을 새싹채소에서 가장 높게 나타냈다. 산비장이와 각시취를 제외한 나머지 시료에서는 동일한 식물 내에서 새싹채소의 추출 수율이 가장 낮은 것으로 나타났다. 따라서 새싹채소는 성체에 비하여 추출의 경제성이 비교적 낮은 것으로 생각되었다.

표 2-44. 7종 국화과 식물의 새싹채소와 성체의 수분 함량 및 추출 수율 비교

Sciense name	Korean name	Part	Moioستure contents (%)	Extraction yield (%)
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	꽃	84.3	25.00
		잎	84.0	34.35
		새싹	91.0	27.64
<i>Arctium lappa</i>	우엉	잎+줄기	86.7	31.85
		새싹	88.1	30.92
<i>Aster incisus</i>	가새쭉부쟁이	꽃	79.2	
		잎+줄기	46.7	
		새싹	90.9	17.52
<i>Aster koraiensis</i>	별개미취	꽃	81.0	37.80
		잎+줄기	68.7	17.40
		새싹	94.4	17.87
<i>Aster yomena</i>	쭉부쟁이	꽃	78.2	
		새싹		14.91
<i>Coreopsis tinctoria</i>	기생초	꽃	83.1	39.00
		잎+줄기	76.1	19.10
		새싹		14.87
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	꽃	85.0	24.35
		잎+줄기	81.6	17.05
		새싹	89.4	12.77
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	꽃	81.1	22.35
		잎+줄기	86.1	28.10
		새싹	94.5	15.32
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	꽃	73.6	32.65
		잎+줄기	77.5	15.25
		새싹	93.49	41.01
<i>Serratulacoronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	꽃	53.6	26.20
		잎+줄기	73.0	19.10
		새싹	92.2	33.94

(2) 항산화 물질 함량 비교

툽플, 가새썩부쟁이의 총 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량은 잎에서 가장 높고 새싹채소에서 가장 낮게 나타났다. 별개미취, 썩부쟁이, 코스모스의 경우 꽃에서 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 가장 높았으며, 새싹채소에서 항산화 물질 함량이 가장 낮았다. 그러나, 우영의 경우 잎+줄기보다 새싹채소에서 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 모두 높게 나타났다. 기생초와 산국은 꽃 > 새싹채소 > 잎+줄기 순으로 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량이 높았다. 각시취의 총 폴리페놀 함량은 잎+줄기 > 새싹채소 > 꽃 순서로 높았으며, 플라보노이드의 함량은 잎+줄기 > 꽃 > 새싹채소의 순으로 높았다. 한편, 산비장이는 꽃봉오리 > 잎+줄기 > 꽃 > 새싹채소의 순으로 항산화 물질의 함량이 우수한 경향을 보였다.

새싹채소와 성체의 항산화 물질 함량을 분석한 결과, 식물 종에 따라 항산화 물질 함량이 우수한 시기 및 부위가 다르게 나타났다. 이는 종에 따라 2차 대사산물의 생합성 시기 및 저장 기관이 각기 다르기 때문으로 생각되었다. 대부분의 국화과 식물들이 새싹채소 보다는 성체에서 항산화 물질 함량이 우수하였으나, 우영의 경우 새싹채소의 항산화 물질 함량이 성체보다 우수하였으며, 특히 폴리페놀의 함량이 우수하였다. 따라서 우영은 생육하면서 폴리페놀의 함량이 감소되는 것으로 생각되었다. 이는 호두나무 일년생 신초에서 페놀 그룹들의 함량이 생육 초기인 봄에 가장 높은 함량을 보이다가 늦여름에 가장 낮은 수치를 보이므로, 폴리페놀은 식물의 생육 중 다른 물질로 분해 또는 전환되는 경향을 보인다는 Solar 등(2006)의 연구 결과와 유사하였다.

표 2-45. 7종 국화과 식물의 새싹채소와 성체의 항산화 물질 함량 비교

Sciense name	Korean name	Part	Total polyphenol Total flavonoid (mg·g ⁻¹)	
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	꽃	44.53±0.26	38.27±0.21
		잎	55.52±0.58	43.66±2.94
		새싹	14.11±0.47	5.645±0.14
<i>Arctium lappa</i>	우엉	잎+줄기	35.66±0.21	24.59±1.97
		새싹	69.74±0.45	25.84±0.64
<i>Aster incisus</i>	가새쭈부쟁이	꽃	73.39±0.85	53.61±3.41
		잎+줄기	53.35±0.60	27.74±3.17
		새싹	46.76±0.74	2.38±0.30
<i>Aster koraiensis</i>	별개미취	꽃	39.83±1.04	30.73±0.22
		잎+줄기	23.45±0.01	10.11±0.38
		새싹	13.72±0.08	3.14±0.21
<i>Aster yomena</i>	쭈부쟁이	꽃	79.90±6.28	74.97±1.84
		새싹	13.34±0.12	9.39±0.31
<i>Coreopsis tinctoria</i>	기생초	꽃	97.70±0.21	54.40±2.12
		잎+줄기	22.45±0.01	11.12±0.19
		새싹	23.93±0.47	12.62±0.10
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	꽃	67.96±0.19	65.46±2.85
		잎+줄기	61.45±0.44	26.18±1.00
		새싹	16.25±0.33	4.33±0.13
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	꽃	25.04±0.39	14.75±0.07
		잎+줄기	17.03±0.19	8.38±0.03
		새싹	21.38±0.33	7.94±0.13
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	꽃	33.27±0.32	14.88±1.65
		잎+줄기	42.24±0.31	24.83±0.06
		새싹	40.09±6.05	8.27±1.97
<i>Serratulacoronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	꽃	25.67±1.26	18.18±0.22
		꽃봉오리	66.35±0.21	27.93±0.27
		잎+줄기	39.97±0.24	17.31±1.17
		새싹	19.36±0.47	1.07±0.33

(3) 항산화 활성 비교

각 시료의 성체와 새싹채소의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 비교하였다. 그 결과, 톱풀, 쭈부쟁이, 각시취, 기생초의 라디칼 소거능은 꽃에서 가장 높고 새싹채소에서 낮은 경향을 보였다. 가새쭈부쟁이와 산국은 꽃 > 새싹채소 > 잎+줄기 순으로 라디칼 소거능이 우수한 경향을 보였으며, 별개미취와 코스모스는 잎+줄기 > 꽃 > 새싹채소 순으로 라디칼 소거능이 우수하였다. 한편, 우엉의 DPPH 라디칼 소거능은 잎+줄기 > 새싹채소 순으로 우수하였으나, ABTS 라디칼 소거능은 새싹채소가 잎+줄기보다 우수하였다. 산비장이의 DPPH 라디칼 소거능은 꽃봉오리 > 새싹채소 > 잎+줄기 > 꽃, ABTS 라디칼 소거능은 잎+줄기 > 꽃봉오리 > 새싹채소 > 꽃 순으로 높았다. 따라서 식물 종에 따라 항산화 활성이 우수한 부위가 각기 다

른 것으로 나타났다. 또한, 새싹채소는 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량은 비교적 낮게 나타났지만, 항산화 효과는 우수한 경향을 보였다. 그러므로 새싹채소의 항산화 활성에는 폴리페놀과 플라보노이드 이외의 물질도 많이 작용하는 것으로 생각되었다.

표 2-46. 7종 국화과 식물의 새싹채소와 성체의 항산화 활성 비교

Science name	Korean name	Part	DPPH ⁻	ABTS ⁺
			RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)	
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	꽃	0.269±0.009	0.250±0.005
		잎	0.284±0.002	0.355±0.019
		새싹	2.293±0.045	0.834±0.007
<i>Arctium lappa</i>	우엉	잎+줄기	0.449±0.005	0.433±0.009
		새싹	0.489±0.003	0.191±0.028
<i>Aster incisus</i>	가새쭈부쟁이	꽃	0.596±0.152	0.405±0.289
		잎+줄기	2.179±0.250	1.235±0.253
<i>Aster koraiensis</i>	벌개미취	새싹	1.728±0.013	0.561±0.012
		꽃	0.593±0.001	0.485±0.004
		잎+줄기	0.395±0.028	0.279±0.017
<i>Aster yomena</i>	쭈부쟁이	새싹	1.229±0.017	0.558±0.021
		꽃	0.368±0.019	0.458±0.015
<i>Coreopsis tinctoria</i>	기생초	새싹	2.124±0.017	0.397±0.005
		꽃	0.194±0.004	0.140±0.002
		잎+줄기	0.315±0.020	0.279±0.015
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	새싹	0.369±0.002	0.258±0.011
		꽃	0.201±0.000	0.488±0.054
		잎+줄기	0.135±0.002	0.170±0.000
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	새싹	1.188±0.006	0.192±0.011
		꽃	0.456±0.044	0.343±0.000
		잎+줄기	1.907±0.004	0.727±0.053
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	새싹	0.500±0.009	0.406±0.008
		꽃	0.456±0.017	0.489±0.009
		잎+줄기	0.512±0.025	0.385±0.026
<i>Serratulacoronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	새싹	0.576±0.002	0.360±0.038
		꽃	1.461±0.004	0.365±0.007
		꽃봉오리	0.465±0.045	0.198±0.019
		잎+줄기	1.204±0.040	0.170±0.019
		새싹	0.901±0.009	0.204±0.007

이상으로 국화과 식물의 새싹채소와 성체의 항산화 효과를 비교한 결과, 항산화 물질 중 폴리페놀과 플라보노이드는 새싹채소 보다 성체에 많이 함유되어 있는 것으로 나타났다. 그러나, 새싹채소의 항산화 활성은 성체와 비슷하거나 다소 높으므로 새싹채소에는 폴리페놀과 플라보노이드 이외의 항산화 물질이 성체보다 많이 함유되어 있을 것으로 생각되었다.

연구의 결과, 우엉의 새싹채소는 성체보다 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량 및 항산화 활성이 우수하여 항산화 기능성 새싹채소로 개발 가치가 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 산국, 가새쭈부쟁이, 산비장이 또한 새싹채소의 항산화 활성이 우수할 뿐 아니라 성체의 잎+줄기 보다 항산화 효과 높으므로 항산화 기능성 새싹채소로 개발 가치가 높은 것으로 생각되었다.

9. 새싹채소 상품화에 관한 연구 요약

국화과 식물의 종자활용도를 높이고, 다양한 종류의 새싹채소를 개발하기 위하여 실험을 시행하였다. 18속 38종의 국화과 식물 각 종의 종자발아에 적합한 온도 및 광조건을 구명하였다. 그 결과 대부분의 종자는 광조건에서 발아가 왕성하였으며 발아적온은 20~25℃로 나타났으며, 종자 발아는 보통 5~12일 정도 소요되었다.

50% 이상의 발아율을 보인 종자를 선별하여 길이생장을 촉진하기 위하여 암상태의 각기 다른 온도에서 재배한 결과, 대부분 20~25℃에서 7~9일 정도 길이생장 시키는 것이 좋은 것으로 나타났다. 그러나 몇몇 종은 초반 길이생장이 왕성하여, 5일 이내에 길이생장을 마칠 수 있는 것으로 나타났다.

최적 발아조건에서 발아시킨 후, 최적 길이생장 온도로 옮겨 암상태에서 적정 기간 동안 길이생장을 시킨 새싹을 명조조건에서 0, 1, 2, 3일 동안 녹화시켜 적정 녹화처리 기간을 구명하였다. 그 결과, 녹화기간이 길어질수록 새싹의 길이생장은 억제되었으나, 하배축의 부피생장 및 떡잎의 생육이 왕성해지는 경향을 보였다. 새싹의 길이생장과 하배축의 직경 및 떡잎의 생육을 모두 고려하여 적정 녹화기간을 구명한 결과, 대부분의 새싹채소들이 암상태 길이생장을 마친 후 2일 동안 녹화하여 출하하는 것이 좋을 것으로 나타났다.

연구결과를 통하여 얻어진 최적의 재배환경에서 재배한 새싹채소를 통기구가 없는 용기와 있는 용기에 나누어 포장한 후 각각 4℃와 10℃에서 저장하여 포장방법 및 저장온도가 새싹채소의 저장성에 미치는 영향을 구명한 결과, 대다수의 새싹채소들이 밀봉하여 4℃에서 저장하는 것이 좋은 것으로 나타났다. 통기구가 있는 용기에서는 새싹채소의 부패를 방지할 수 있지만 수분함량이 현저히 낮아지는 것으로 나타났다. 대부분의 새싹채소가 4℃에서는 3~6일 동안 신선한 상태를 유지하는 것으로 나타났으며, 눈개쭉부쟁이, 쭉부쟁이, 산국, 금계국, 기생초, 담배풀은 10℃에서도 3일 이상 신선한 상태를 유지하여 저장성이 매우 높은 것으로 나타났다.

이렇게 생산된 국화과 식물 새싹채소의 항산화 효과를 분석한 결과, 다양한 국화과의 새싹채소는 대체로 시판중인 새싹채소 보다 항산화 효과가 우수한 것으로 나타났다. 새싹채소 재배 중 녹화일수를 달리하여 항산화 효과의 변화를 분석한 결과, 녹화처리는 새싹채소의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성에 영향을 주는 것으로 나타났다. 그러나, 식물 종에 따라 적합한 녹화처리가 다르게 나타났으며, 동일한 식물에서도 목표로 하는 항산화 효과에 따라 녹화처리를 다르게 할 필요가 있는 것으로 나타났다. 새싹채소와 어린 잎 채소의 항산화 활성을 분석한 결과, 식물 종에 따라 다르지만, 어린 잎 채소 보다 새싹채소에서 항산화 효과가 우수한 경향을 보였다. 성체의 항산화 효과를 비교한 결과, 항산화 물질의 함량은 대체로 성체에서 우수하였으나, 항산화 활성은 새싹채소와 성체가 비슷하거나 새싹채소에서 다소 높게 나타났다.

본 연구를 통하여 새싹채소 개발을 위한 단계별 적정 재배 환경 및 저장 방법을 구축한 결과, 다양한 국화과 식물들이 새싹채소로 개발될 수 있는 가능성을 가지고 있는 것으로 나타났다. 따라서 이런 방법을 활용하여 국내의 다양한 국화과 식물을 이용한 새싹채소의 개발이 가능할 것으로 생각되었다.

Seed selection



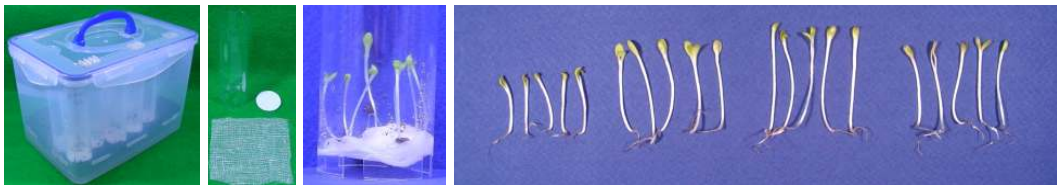
Seed soaking for 24 hours



Seed germination at optimum light and temperature conditions



Sprout growth under dark condition



Greening period under light condition



Package and storage



Marketing

Fig. 2-102. 국화과 식물을 이용한 새싹채소 생산방법

제 3 절 국화과 식물의 성분 분석 및 생리활성 측정

1. 국화과 식물의 당 함량 분석

가. 실험 목적

다양한 국화과 식물의 유리당 및 환원당 함량을 측정하여 식품소재로 개발하기 위한 기초 자료를 구축하기 위하여 시행하였다.

나. 실험 재료

*Achillea*속의 톱풀과 붉은톱풀, *Chrysanthemum*속의 마가렛트, 국화, 낙동구절초, *Aster*속의 까실쑥부쟁이, 단양쑥부쟁이, 눈개쑥부쟁이, 섬쑥부쟁이, 가새쑥부쟁이, 섬쑥부쟁이, 가새쑥부쟁이, 벌개미취, 즈개미취, 왕갯쑥부쟁이, 참취, 해국, 비짜루국화, 꽃개미취, 쑥부쟁이, *Coreopsis*속의 금계국, 큰금계국, 기생초, *Dendranthema*속의 산국, 한라구절초, 감국, 구절초, 울릉국화, *Hieracium*속의 알프스민들레, 조밥나물의 꽃 또는 잎줄기의 유리당과 환원당을 비교하여 같은 속 식물들의 유리당과 환원당 함량 차이를 비교하였다. 또한, 국화과의 우영, 코스모스, 에키나세아, 등골나물, 금불초, 좀씀바귀, 각시취, 산비장이, 울릉미역취, 서흥구절초의 꽃 또는 잎줄기의 유리당과 환원당 함량을 측정하여 국화과 식물의 유리당과 환원당의 함량을 비교하였다.

다. 실험 방법

국화과 식물의 유리당 함량은 Bae의 방법을 변형하여 분석하였다. 추출물을 0.45um syringe filter로 여과하여 분석시료로 사용하였다. 분석기기는 HPLC(TSP Co, USA)를 이용하였고, 컬럼은 carbohydrate analysis(4.6×250 mm, Agilent Technologies, USA), 이동상은 acetonitrile-water (75:25 v/v), 검출기는 RI detector, 유속은 1 mL/min, 주입량은 20 uL로 하였다. 표준물질은 fructose, glucose, sucrose, maltose (Sigma Chemical Co., USA) 사용하였다.

국화과 식물의 환원당 함량은 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)법을 이용하였으며, 환원당에 의해 NO₂기가 NH₂기로 환원되고, sample 중에 환원당이 많을수록 3-amino-5nitrosalicylic acid 가 많이 생성되어 흡광도 값이 상승되는 원리로 분석하였다. DNS 시약 조제는 DNS 0.5 g을 50 mL의 증류수에 녹여 2 N-NaOH 20 mL을 가한 후, Rochell 염(potassium sodium tartrate 4H₂O) 30 g을 조금씩 가하여 녹인 다음, 증류수를 첨가하여 100 mL로 정용하였다. 시료 0.2 mL에 DNS 시약 0.4 mL을 가하여 100°C에서 5 min 가열한 후, 급속히 냉각시켜 증류수 1.8 mL을 첨가한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 glucose를 0.1, 0.2, 0.4, 0.6 및 0.8 mg/mL의 농도로 희석하여 사용하였으며, 검량선 작성 후 환원당의 함량을 g/100 mL로 나타내었다.

라. 실험 결과

*Achillea*속 식물의 유리당 및 환원당을 분석한 결과, 톱풀보다 붉은톱풀에서 유리당 및 환원당 함량이 우수한 경향을 보였다(표 3-1). 톱풀과 붉은톱풀 모두 꽃에서 잎 또는 잎줄기보다 유리당의 함량이 높게 나타났다. 환원당의 경우 톱풀에서는 꽃 보다 잎에서 함량이 높았으며, 붉은톱풀에서는 꽃에서 잎보다 함량이 높게 나타났다.

표 3-1. *Achillea*속 식물의 당 함량

Scientific name	Korean name	Part	Free sugar				Reducing sugar
			Fructose	Glucose	Sucrose	Total	
							(mg·g ⁻¹ DW)
<i>A. alpina</i>	톱풀	꽃	1.53	1.06	3.37	5.97	104.70±0.7
		잎	0.38	-	4.08	4.46	33.25±2.95
<i>A. alpina</i> subsp. <i>rhodoptarmica</i>	붉은톱풀	꽃	3.42	2.61	2.00	8.03	80.95±3.20
		잎+줄기	0.98	1.35	1.66	3.99	46.45±2.00

*Chrysanthemum*속의 마가렛트 잎+줄기, 국화 꽃, 낙동국화와 낙동구절초의 꽃과 잎+줄기 또는 잎의 유리당 함량을 분석한 결과, 낙동구절초 꽃에서 유리당 함량이 가장 우수하였다(표 3-2). Fructose, glucose, sucrose의 함량을 비교한 결과, 동일한 식물에서 fructose > glucose > sucrose 순으로 함량이 우수한 경향을 보였다. 국화와 낙동구절초의 꽃, 잎+줄기 또는 잎의 환원당 함량을 분석한 결과, 국화 꽃에서 환원당 함량이 가장 우수하였으며, 국화의 잎+줄기에서 가장 낮은 함량을 보였다.

표 3-2. *Chrysanthemum*속 식물의 당 함량

Scientific name	Korean name	Part	Free sugar				Reducing sugar
			Fructose	Glucose	Sucrose	Total	
							(mg·g ⁻¹ DW)
<i>C. frutescens</i>	마가렛트	잎+줄기	3.12	0.52		3.64	
<i>C. morifolium</i>	국화	꽃	5.37	3.92	3.53	12.82	145.4±0.9
		잎+줄기					47.7±0.6
<i>C. zawadskii</i> ssp. <i>naktongense</i>	낙동구절초	꽃	3.83	2.70	1.05	7.58	122.3±1.4
		잎	5.92	0.99		6.90	100.1±1.1

*Aster*속 식물 13종의 유리당 및 환원당을 분석한 결과, 유리당은 건조시료 1g당 1.68~19.17mg의 함량을 보였으며, 환원당의 함량은 건조시료 1g당 28.3~152.0mg의 함량을 보였다(표 3-3). 유리당 함량은 가새쑥부쟁이 꽃에서 총 19.17mg으로 가장 우수하였으며, 그 밖에도 쑥부쟁이 잎+줄기와 꽃개미취의 꽃에서 각각 12.60, 10.28mg으로 우수한 유리당 함량을 나타냈다. 환원당의 함량 또한 가새쑥부쟁이 꽃에서 가장 우수하였다. 그 밖에도 해국 꽃, 참취 꽃, 까실쑥부쟁이 꽃, 꽃개미취 꽃, 가새쑥부쟁이 잎+줄기에서 각각 135.5, 132.9, 125.8, 123.3, 106.8mg의 환원당이 함유되어 있어 당함량이 우수한 것으로 나타났다. 전반적으로 유리당의 함량은 꽃에서 우수한 것으로 나타났으며, 환원당의 함량 또한 꽃에서 우수한 경향을 보였다.

표 3-3. *Aster*속 식물의 당 함량

Scientific name	Korean name	Part	Free sugar				Reducing sugar
			Fructose	Glucose	Sucrose	Total	
							(mg·g ⁻¹ DW)
<i>A. ageratoides</i> Turcz. var. <i>ageratoides</i>	까실쭉부쟁이	꽃	5.08	2.30	0.00	7.38	125.8±0.8
		잎+줄기	0.50	0.69	1.49	2.68	28.3±2.1
<i>A. altaicus</i> var. <i>uchiyamae</i>	단양쭉부쟁이	꽃	6.68	1.13	0.00	7.82	98.7±1.5
		잎+줄기					37.9±0.3
<i>A. yomena</i>	쭉부쟁이	잎+줄기	10.80	1.80	0.00	12.60	59.2±0.6
<i>A. hayatae</i>	눈개쭉부쟁이	잎+줄기	1.97	0.33	0.00	2.29	39.8±0.9
<i>A. glehni</i>	섬쭉부쟁이	꽃	2.37	1.42	1.00	4.78	
<i>A. incisus</i>	가새쭉부쟁이	꽃	10.87	4.75	3.55	19.17	152.0±1.1
		잎+줄기	4.58	0.76	0.00	5.35	106.8±1.3
<i>A. magnus</i>	왕갯쭉부쟁이	꽃	4.30	1.68	1.87	7.85	83.2±1.3
<i>A. tataricus</i>	꽃개미취	꽃	5.30	2.40	2.58	10.28	123.3±1.6
<i>A. koraiensis</i>	별개미취	꽃	2.65	0.00	0.00	2.65	69.2±1.2
		잎+줄기	0.00	0.00	1.90	1.90	79.7±0.5
<i>A. maackii</i>	쭉개미취	꽃					76.3±1.2
<i>A. scaber</i>	참취	꽃					132.9±1.4
<i>A. sphathulifolius</i>	해국	꽃	3.37	1.97	0.00	5.33	135.5±0.9
		잎줄기	0.00	0.00	1.68	1.68	48.5±0.7
<i>A. subulatus</i>	비짜루국화	꽃	1.95	0.00	0.00	1.95	43.3±1.1

*Coreopsis*속의 금계국, 큰금계국, 기생초의 유리당 및 환원당의 함량을 비교한 결과, 유리당은 기생초 꽃에서 4.30mg으로 함량이 가장 높았으며, 환원당은 큰금계국의 잎에서 건조시료 1g 당 76.0mg으로 가장 많이 함유되어 있었다(표 3-4). 3종 모두 glucose 보다는 fructose의 함량이 우수하였으며, sucrose는 검출되지 않았다. 일반적으로 국화과 식물들은 유리당 함량이 높을 경우 환원당 함량도 높은 경향을 보였으나, 큰금계국의 잎은 환원당 함량은 3종 중 가장 높았으나, 유리당의 함량은 3종 중 가장 낮은 특징을 보였다.

표 3-4. *Coreopsis*속 식물의 당 함량

Scientific name	Korean name	Part	Free sugar				Reducing sugar
			Fructose	Glucose	Sucrose	Total	
							(mg·g ⁻¹ DW)
<i>C. drumondii</i>	금계국	잎	2.13	0.36	0.00	2.49	58.9±0.7
<i>C. lanceolata</i>	큰금계국	잎	1.02	0.17	0.00	1.19	76.0±0.7
<i>C. tinctoria</i>	기생초	꽃	3.13	1.17	0.00	4.30	52.3±1.2

*Dendranthema*속의 산국, 한라구절초, 감국, 구절초, 울릉국화의 꽃, 잎 또는 잎줄기의 유리당과 환원당을 분석하였다. 연구의 결과 유리당은 감국 꽃(8.73mg·g⁻¹), 환원당은 감국의 잎(144.9mg·g⁻¹)에 가장 많이 함유되어 있었다(표 3-5). 유리당은 감국 꽃 > 구절초 꽃 > 산국 꽃 > 울릉국화 잎줄기 > 감국 잎 > 구절초 잎줄기 순으로 함량이 우수하였으며, 환원당은 감국 잎 > 구절초 꽃 > 감국 꽃 > 산국 꽃 > 구절초 잎+줄기 > 울릉국화 잎+줄기 > 한라구절초 잎+줄기 순으로 함량이 우수하였다. *Dendranthema*속 식물들 또한 다른 국화과 식물들처럼 꽃에서 유리당 및 환원당 함량이 우수한 경향을 보였다.

표 3-5. *Dendranthema*속 식물의 당 함량

Scientific name	Korean name	Part	Free sugar				Reducing sugar
			Fructose	Glucose	Sucrose	Total	
			(mg·g ⁻¹ DW)				
<i>D. boreale</i>	산국	꽃	3.17	2.20	2.00	7.37	84.6±0.8
<i>D. coreanum</i>	한라구절초	잎+줄기					41.7±0.4
<i>D. indicum</i>	감국	꽃	4.05	2.92	1.77	8.73	85.5±1.2
		잎	0.00	0.00	3.78	3.78	144.9±1.1
<i>D. zawadskii</i>	구절초	꽃	4.50	2.58	1.03	8.12	98.9±0.7
var. <i>latilobum</i>		잎+줄기	0.80	0.13	1.53	2.47	48.8±0.5
<i>D. zawadskii</i>	울릉국화	잎+줄기	0.64	1.16	2.03	3.83	48.0±2.0
var. <i>lucidum</i>							

*Hieracium*속의 알프스민들레와 조밥나물의 유리당 함량을 분석한 결과, 유리당과 환원당 모두 조밥나물의 꽃에서 함량이 가장 우수하였다(표 3-6). 알프스민들레와 조밥나물 모두 잎+줄기에서는 유리당의 fructose와 glucose는 검출되지 않고 sucrose만 검출되는 특징을 보였다. 그러나 조밥나물의 꽃은 fructose와 glucose가 모두 함유되어 유리당 함량이 높게 나타났다. 조밥나물의 꽃에서는 유리당 중 fructose > sucrose > glucose 순으로 함량이 우수하게 나타났다.

표 3-6. *Hieracium*속 식물의 당 함량

Scientific name	Korean name	Part	Free sugar				Reducing sugar
			Fructose	Glucose	Sucrose	Total	
			(mg·g ⁻¹ DW)				
<i>H. pilosella</i>	알프스민들레	잎+줄기	0.00	0.00	1.43	1.43	37.5±0.4
<i>H. umbellatum</i>	조밥나물	꽃	4.58	1.88	3.28	9.75	60.2±0.9
		잎+줄기	0.00	0.00	1.87	1.87	36.0±0.4

국화과의 우영, 코스모스, 에키나세아, 등골나물, 금불초, 줌썸바귀, 가시취, 산비장이, 울릉미역취, 서흥구절초의 꽃 또는 잎+줄기의 유리당의 함량을 분석한 결과, 유리당의 함량은 코스모스 꽃에서 가장 높았으며, 환원당의 함량은 등골나물의 잎+줄기에서 가장 높았다(표 3-7). 그러나, 금불초 잎+줄기, 산비장과 수리취의 꽃봉오리는 유리당이 검출되지 않았다. 우영의 잎+줄기와 줌썸바귀 잎은 fructose와 glucose는 검출되지 않고 sucrose만 검출되었으며, 코스모스의 꽃은 sucrose를 제외한 fructose와 glucose만 검출되었다. 따라서 식물에 따라 유리당과 환원당의 함량이 다를 뿐 아니라 함유되어 있는 유리당의 종류도 다른 것으로 나타났다.

표 3-7. 다양한 국화과 식물의 당 함량

Scientific name	Korean name	Part	Free sugar				Reducing sugar
			Fructose	Glucose	Sucrose	Total	
<i>Arctium lappa</i>	우엉	잎+줄기	0.00	0.00	1.80	1.80	51.0±0.7
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	꽃	5.32	1.27	0.00	6.58	92.7±1.3
		잎+줄기	1.50	0.25	2.03	3.78	81.8±0.6
<i>Echinacea angustifolia</i>	에키나세아	꽃					98.7±0.9
<i>Eupatorium japonicum</i>	등골나물	꽃					63.4±1.1
		잎+줄기					135.3±0.3
<i>Inula britannica</i> var. <i>japonica</i>	금불초	꽃	3.00	1.80	1.80	6.60	68.1±1.1
		잎+줄기	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Ixeris stolonifera</i>	좁쌀바귀	잎	0.00	0.00	1.60	1.60	39.0±0.4
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	꽃					62.1±0.7
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	꽃	3.43	1.78	0.00	5.22	84.4±1.1
		꽃봉오리	0.00	0.00	0.00	0.00	
		잎+줄기	0.00	0.00	1.93	1.93	78.5±0.7
<i>Solidago virgaurea</i> ssp. <i>gigantea</i>	울릉미역취	꽃					36.3±0.5
<i>Synurus deltooides</i>	수리취	꽃봉오리	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Taraxacum officinale</i>	서흥구절초	꽃	2.82	1.93	1.10	5.85	86.3±0.7

이상으로 국화과 식물 38종의 유리당 함량을 분석한 결과, 일반적으로 꽃에서는 fructose > glucose > sucrose 순으로 함량이 높았으며, 잎과 줄기에서는 fructose > sucrose > glucose 순의 함량이 높았다. 꽃에서는 가새쑥부쟁이, 고들빼기, 꽃개미취, 서양민들레, 이고들빼기 및 큰금계국에서 유리당 함량이 높았으며, 각각 19.17, 14.39, 10.28, 12.94, 17.02, 11.09 mg·g⁻¹(dry basis)이 함유되어 있었다. 잎, 줄기에서는 곤달비, 머위, 왕쑥부쟁이에서 유리당 함량이 우수하였으며, 각각 16.44, 11.78, 12.60 mg·g⁻¹(dry basis)의 함량을 보였다. 그러나 꽃봉오리에서는 유리당이 검출되지 않았다. 특별로 비교한 결과, 전반적으로 *Aster*속의 식물들이 당함량이 높은 것으로 나타났다.

국화과 식물의 환원당 분석 결과 전체적으로 유리당 함량과 비슷한 경향을 보여 잎, 줄기 보다는 꽃에서 함량이 우수하였다. 꽃에서는 가새쑥부쟁이, 국화, 해국, 참취, 까실쑥부쟁이, 꽃개미취, 낙동구절초, 톱풀에서 환원당 함량이 우수하였으며, 각각 152.0, 145.4, 135.5, 132.9, 125.8, 123.3, 122.3, 104.71mg·g⁻¹(dry basis)가 함유되어 있었다. 잎+줄기 또는 잎에서는 감국, 등골나물, 가새쑥부쟁이, 낙동구절초에서 환원당 함량이 높았으며, 각각 144.9, 135.3, 106.8, 100.1mg·g⁻¹(dry basis)이 함유되어 있었다.

2. 국화과 식물의 항산화 효과 분석을 위한 적정 추출용매 구명

가. 실험 목적

다양한 국화과 식물의 항산화 효과를 스크린하기 이전에 항산화 효과 분석에 적합한 용매를 선정하기 위하여 시행하였다. 항산화 효과가 우수할 것으로 기대되는 4종의 국화과 꽃을 물

과 80% 에탄올을 용매로 하여 추출물의 항산화 효과를 비교하였다.

나. 실험 재료

국화과의 마가렛, 큰금계국, 저면캐모마일, 알프스민들레의 꽃을 수확 후, 동결 건조 (FD8512, IIShin Lab. Co. Ltd., Korea)하였다. 동결건조한 시료를 분쇄기(FM-681C, Hanil Electric., Korea)로 분쇄한 후 -70°C 초저온 냉동고(SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

다. 실험 방법

(1) 추출 방법

80% 에탄올 또는 물(deionized water)을 용매로 하여 water bath와 냉각관이 부착된 환류 추출장치(Chang Shin Co., Korea)를 사용하여 60°C 에서 6시간 추출하였다. 각각의 추출액을 여과지(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장을 사용하여 Vacuum Pump(GAST)로 감압여과 하였으며, 남은 잔사를 사용하여 같은 방법으로 총 3회 반복 추출하였다. 추출물은 질소 충전하여 -70°C 에 보관하면서 실험에 사용하였다.

(2) 추출 수율 측정

추출물의 추출수율은 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Extraction yield (\%)} = (A \times B / C) \times 100$$

A : 가용성 고형분 농도 ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), B : 총 추출량 (mL), C : 동결건조 시료 량 (mg)

(3) 항산화 물질의 함량

(가) 총 폴리페놀 함량

시료의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용하여 측정하였다(Velioglu 등, 1998). 추출물 시료 0.1 mL에 2% Na_2CO_3 2 mL을 혼합한 후 정확히 3분 후에 1 N-Folin & Ciocalteu's phenol reagent(F9252, Sigma, USA) 100 μL 를 첨가하고 충분히 혼합하였다. 실온에서 30분간 방치한 후 750nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 tannic acid(T0200, Sigma, China)를 표준물질로 사용하여 계산하였으며 결과 값을 건조시료 g당 tannic acid 함량 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다. 흡광도 측정에는 UV/Visible Spectrophotometer(Ultrospec 4000, Pharmacia Biotech.)를 사용하였다.

(나) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 diethylene glycol 비색법을 사용하였다(NFRI, 1990). 즉, 추출물 시료 0.2 mL에 diethylene glycol(H26456, Sigma, USA) 2 mL와 1 N NaOH 0.2 mL을 첨가하였다. 이를 37°C의 항온수조기(VS-190CS, Vision Sci., Korea)내에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 naringin(N1376, Sigma, USA)을 표준물질로 사용하여 작성하였으며 결과를 건조시료 g당 naringin 함량(mg·g⁻¹)으로 나타내었다.

(4) 항산화 활성 분석

(가) DPPH radical 소거능

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 전자공여 정도는 Blois(1958)의 방법을 응용하여 실행하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 0.2 mL와 0.15 mM DPPH (D9132, Sigma, USA) 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 증류수 0.2 mL에 0.15 mM DPPH 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정한 것으로 하였다. 전자공여능(EDA, %)은 시료 첨가구와 대조구(시료 무첨가구)의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였으며 대조구의 EDA를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도(mg·mL⁻¹)를 RC₅₀값으로 나타내었다.

양성 대조군으로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, China)를 시료 대신 같은 방법으로 사용하여 라디칼 소거활성을 비교하였으며 아래의 식에 의해 라디칼 소거활성을 계산하였다.

$$\text{Electron donating activity (EDA, \%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 시료 첨가구의 흡광도, B: 대조군의 흡광도

(나) ABTS radical 소거능

Re 등(1999)의 ABTS⁺cation decolorization assay 방법을 응용하여 실행하였다. 2.6 mM potassium persulfate(P5592, Sigma, USA)에 녹인 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis[3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid]diammonium salt; A9941, Sigma, USA)를 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. ABTS 용액의 농도는 사용 직전에 732nm에서 흡광도 값이 0.70±0.03(mean±SE)이 되도록 phosphate-buffered saline(pH 7.4)으로 희석하여 실험에 사용하였다. 농도별로 준비한 추출물 시료 50μL에 희석된 ABTS 용액 950 μL를 각각 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼 소거활성 정도를 RC₅₀값으로 나타내었다. 양성 대조군으로는 BHT와 ascorbic acid를 시료와 같은 방법으로 사용하여 라디칼 소거활성을 비교하였다.

(다) Ferrous ion chelating 효과

Yena 등(2002)의 방법을 응용하여 실행하였으며 추출물 내의 항산화 물질에 의해 ferrous ion이 chelate되는 원리를 이용하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 1 mL에 용매(80% 에탄올) 0.8 mL를 혼합하여 2 mM FeCl₂·4H₂O (iron(II) chloride tetrahydrate; 220299, Sigma, USA) 용액 100 µL와 5 mM ferrozine (3-[2-Pyridyl]-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid; P5338, Sigma, USA) 용액 100 µL를 순서대로 첨가하였다. 실온에서 10분간 반응시킨 후 562nm에서 흡광도를 측정하였고, 결과를 RC₅₀값으로 나타냈다. 양성 대조군으로는 EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid; E5134, Sigma, USA)를 사용하였으며 시료의 chelating 효과와 비교하였다.

다. 실험 결과

(1) 추출 효율 비교

추출물의 추출 효율은 각 용매별 추출물의 가용성 고형분 함량을 기준으로 비교하였다. 그 결과, 마가렛트, 큰금계국, 저먼캐모마일, 알프스민들레의 추출 수율은 24.92~42.84%로 나타났다. 마가렛트 80% 에탄올 추출물에서 수율이 42.84%로 나타나 추출 효율이 가장 우수하였으며, 저먼캐모마일 물 추출물에서 24.92%로 가장 낮은 수율을 보였다. 마가렛트, 큰금계국, 알프스민들레 꽃 추출물은 물 보다는 80% 에탄올 용매에서 추출 수율이 높았으며, 특히 알프스민들레의 꽃은 80% 에탄올 추출물에서 물 추출물보다 1.53배 높은 수율을 보였다. 그러나, 저먼캐모마일의 꽃은 80% 에탄올 보다 물을 용매로 했을 때 추출수율이 다소 높은 특징을 보였다. 따라서 일반적으로 추출 수율을 높이기 위해서는 물 보다는 80% 에탄올을 용매로 하는 것이 효과적인 것으로 생각되었다.

표 3-8. 용매에 따른 마가렛트, 큰금계국, 저먼캐모마일, 알프스민들레의 추출 수율 비교

Scientific name	Korean name	Part	Solvent	Soluble solids (mg·mL ⁻¹)	Extract yield (%)
<i>Chrysanthemum frutescens</i>	마가렛트	Flower	H ₂ O	8.05	40.25
			80% EtOH	8.57	42.84
<i>Coreopsis lanceolata</i>	큰금계국	Flower	H ₂ O	6.58	32.90
			80% EtOH	7.55	37.75
<i>Matricaria recutita</i>	저먼캐모마일	Flower	H ₂ O	5.43	27.15
			80% EtOH	4.98	24.92
<i>Hieracium pilosella</i>	알프스민들레	Flower	H ₂ O	5.57	27.85
			80% EtOH	2.13	42.66

(2) 용매에 따른 항산화 물질 함량 비교

물과 80% 에탄올을 용매로 하여 추출한 마가렛트, 큰금계국, 저먼캐모마일, 알프스민들레의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량을 분석하였다. 그 결과, 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 모두 80% 에탄올 추출물에서 함량이 우수하였다. 총 폴리페놀의 함량은 큰금계국 꽃의 80% 에탄올 추출물에서 건조시료 1g 당 83.14mg이 함유되어 가장 높게 나타났으며, 총 플라보노이드의 함량 또한 큰금계국 꽃 80% 에탄올 추출물에서 건조시료 1g 당 55.96mg으로 가장 우수하였다. 따라서 국화과 식물에서 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드와 같은 항산화 물질을 추출하기 위해서는 80% 에탄올을 용매로 하는 것이 효율적인 것으로 나타났다.

표 3-9. 용매에 따른 국화과 4종 꽃 추출물의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량

Scientific name	Korean name	Part	Solvent	Total	Total
				polyphenols (mg·g ⁻¹ DW)	flavonoids (mg·g ⁻¹ DW)
<i>Chrysanthemum frutescens</i>	마가렛트	Flower	H ₂ O	29.67±0.151	15.23±0.035
			80% EtOH	43.22±0.577	34.83±0.060
<i>Coreopsis lanceolata</i>	큰금계국	Flower	H ₂ O	42.33±0.008	19.69±0.052
			80% EtOH	83.14±0.862	55.96±0.017
<i>Matricaria recutita</i>	저먼캐모마일	Flower	H ₂ O	43.92±0.067	20.80±0.026
			80% EtOH	68.83±0.996	45.58±0.501
<i>Hieracium pilosella</i>	알프스민들레	Flower	H ₂ O	32.33±0.033	16.71±0.078
			80% EtOH	56.83±0.569	36.41±0.466

(3) 용매에 따른 항산화활성 비교

물과 80% 에탄올을 용매로 하여 추출한 마가렛트, 큰금계국, 저먼캐모마일, 알프스민들레의 항산화 활성을 비교하기 위하여 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능 및 Fe²⁺ chelating 효과를 분석하였다.

DPPH radical 소거능은 4종 모두 80% 에탄올 추출물에서 우수한 경향을 보였다. DPPH radical 소거능은 알프스민들레 꽃의 80% 에탄올 추출물에서 가장 우수하였으며 (RC₅₀=0.106mg·mL⁻¹), 마가렛트 꽃의 물 추출물(RC₅₀=0.883mg·mL⁻¹)에서 가장 낮게 나타났다. 마가렛트, 큰금계국, 저먼캐모마일 및 알프스민들레의 모든 추출물이 대조구로 사용한 ascorbic acid 보다는 DPPH radical 소거능이 낮았다. 그러나, 알프스민들레, 저먼캐모마일, 큰금계국 꽃의 80% 에탄올 추출물은 합성 항산화제인 BHT보다 DPPH radical 억제활성이 우수하였다.

ABTS radical 소거능 또한 80% 에탄올 추출물에서 우수하였다. 저먼캐모마일의 80% 에탄올 추출물에서 0.104mg·mL⁻¹의 RC₅₀을 보여 ABTS 라디칼 소거능이 가장 우수한 것으로 나타났다. 대조구인 ascorbic acid 또는 BHT 보다는 억제활성이 우수하였다. 그 밖에도 큰금계국 꽃의 80% 에탄올 추출물이 0.160mg·mL⁻¹의 RC₅₀을 보여 ascorbic acid와 BHT 보다 ABTS radical 소거 활성이 우수하였다. 4종의 꽃 추출물 중 저먼캐모마일 꽃이 ABTS radical

소거능이 가장 우수하였으며, 물 추출물에서도 BHT와 유사한 억제활성을 보였다.

Ferrous ion chelating 효과는 또한 80% 에탄올 추출물에서 가장 우수하였다. 알프스민들레 꽃의 80% 에탄올 추출물에서 chelating 활성이 가장 우수하였으며, 0.9030.160mg·mL⁻¹의 RC₅₀을 보였다. 그러나 8가지의 추출물 모두 대조구인 EDTA 보다는 활성이 낮았다.

표 3-10. 추출 용매에 따른 꽃 추출물의 항산화 활성 비교

Scientific name	Korean name	Part	Solvent	DPPH [·] RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)	ABTS ^{·+} RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)	Fe ²⁺ chelate RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)
Ascorbic acid				0.026±0.000	0.199±0.009	—
BHT				0.217±0.004	0.217±0.004	—
EDTA				—	—	0.030±0.003
<i>Chrysanthemum</i>	마가렛트	Flower	H ₂ O	0.883±0.017	0.600±0.078	16.138±0.591
<i>frutescens</i>			80% EtOH	0.412±0.025	0.410±0.026	3.419±0.151
<i>Coreopsis</i>	큰금계국	Flower	H ₂ O	0.507±0.024	0.390±0.007	6.423±1.442
<i>lanceolata</i>			80% EtOH	0.202±0.002	0.160±0.001	1.620±0.236
<i>Matricaria</i>	저먼캐모마일	Flower	H ₂ O	0.247±0.003	0.250±0.020	4.708±0.612
<i>recutica</i>			80% EtOH	0.136±0.004	0.104±0.003	1.753±0.331
<i>Hieracium</i>	알프스민들레	Flower	H ₂ O	0.558±0.023	0.462±0.060	3.310±0.734
<i>pilosella</i>			80% EtOH	0.106±0.005	0.347±0.034	0.903±0.107

이상으로 마가렛트, 큰금계국, 저먼캐모마일, 알프스민들레 꽃을 물과 80% 에탄올을 용매로 추출하여 추출 수율, 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량, DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능 및 ferrous ion chelating을 분석한 결과, 80% 에탄올은 건조시료의 추출 수율을 증가시킬 뿐 아니라 추출물의 항산화 물질 함량과 항산화 활성을 증가시키는 것으로 나타났다. 따라서 다른 국화과 식물의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성을 분석할 때도 80% 에탄올을 용매로 하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 한편, 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량은 큰금계국 꽃, DPPH radical 소거능 및 ferrous ion chelating 효과는 알프스민들레 꽃 추출물, ABTS radical 소거능은 저먼캐모마일 꽃의 80% 에탄올 추출물에서 가장 우수하였다. 따라서 각 식물 종에 따라 항산화효과가 각기 다르며, 항산화물질인 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량과 항산화활성이 반드시 정비례하는 것은 아니라는 것을 알 수 있었다.

3. 가압열처리가 국화과 식물의 항산화 효과에 미치는 영향

가. 실험 목적

국화과 식물의 울릉미역취와 톱풀 어린잎의 항산화 활성 및 항산화 물질에 미치는 가압열처리의 영향을 알아보기 위하여 시행하였다.

나. 실험 재료

2007년 4월 4일에 수집한 울릉미역취와 톱풀의 어린잎을 실험 재료로 사용하였다.

다. 실험 방법

(1) 수확 후 가압 열처리 방법

2007년 4월 초 충북 청원군 노지에서 채취한 어린잎을 채취 직후 가압열처리(121℃, 1.2기압, 15분) 또는 무처리하여 동결건조 하여 분쇄 후 -70℃에 냉동보관하여 사용하였다.



그림 3-1. 가압열처리한 식물 재료

- 1 : 가압열처리 하기 전의 울릉미역취
- 2: 가압열처리 하기 전의 톱풀
- 3: 가압열처리를 한 울릉미역취와 톱풀의 어린 잎
- 4: 동결건조 후 분쇄한 울릉미역취와 톱풀 시료
(녹색-수확 직후 동결건조, 갈색-가압열처리 후 동결건조)

(2) 시료의 추출

분쇄한 건조시료는 80% 에탄올을 용매로 하여 water bath와 냉각관이 부착된 환류추출장치(Chang Shin Co., Korea)를 사용하여 60℃에서 6시간 추출하였다. 각각의 추출액을 여과지(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장을 사용하여 Vacuum Pump(GAST)로 감압여과 하였으며, 남은 잔사를 사용하여 같은 방법으로 총 3회 반복 추출하였다. 추출물은 질소 충전하여 -70℃에 보관하면서 실험에 사용하였다.

(3) 추출 수율 측정

추출물의 추출수율은 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Extraction yield (\%)} = (A \times B / C) \times 100$$

A : 가용성 고형분 농도 ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), B : 총 추출량 (mL), C : 동결건조 시료 량 (mg)

(4) 항산화 물질의 함량

(가) 총 폴리페놀 함량

시료의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용하여 측정하였다(Velioglu 등, 1998). 추출물 시료 0.1 mL에 2% Na_2CO_3 2 mL을 혼합한 후 정확히 3분 후에 1 N-Folin & Ciocalteu's phenol reagent(F9252, Sigma, USA) 100 μL 를 첨가하고 충분히 혼합하였다. 실온에서 30분간 방치한 후 750nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 tannic acid(T0200, Sigma, China)를 표준물질로 사용하여 계산하였으며 결과 값을 건조시료 g당 tannic acid 함량 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다. 흡광도 측정에는 UV/Visible Spectrophotometer(Ultrospec 4000, Pharmacia Biotech.)를 사용하였다.

(나) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 diethylene glycol 비색법을 사용하였다(NFRI, 1990). 즉, 추출물 시료 0.2 mL에 diethylene glycol(H26456, Sigma, USA) 2 mL와 1 N NaOH 0.2 mL을 첨가하였다. 이를 37°C의 항온수조기(VS-190CS, Vision Sci., Korea)내에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 naringin(N1376, Sigma, USA)을 표준물질로 사용하여 작성하였으며 결과를 건조시료 g당 naringin 함량($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다.

(5) 항산화 활성 분석

(가) DPPH radical 소거능

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 전자공여 정도는 Blois(1958)의 방법을 응용하여 실행하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 0.2 mL와 0.15 mM DPPH(D9132, Sigma, USA) 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 증류수 0.2 mL에 0.15 mM DPPH 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정하는 것으로 하였다. 전자공여능(EDA, %)은 시료 첨가구와 대조구(시료 무첨가구)의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였으며 대조구의 EDA를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$)를 RC_{50} 값으로 나타내었다.

양성 대조군으로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, China)를 시료 대신 같은 방법으로 사용하여 라디칼 소거활성을

비교하였으며 아래의 식에 의해 라디칼 소거활성을 계산하였다.

$$\text{Electron donating activity (EDA, \%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 시료 첨가군의 흡광도, B: 대조군의 흡광도

(나) ABTS radical 소거능

Re 등(1999)의 ABTS⁺ cation decolorization assay 방법을 응용하여 실행하였다. 2.6 mM potassium persulfate(P5592, Sigma, USA)에 녹인 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis[3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid]diammonium salt; A9941, Sigma, USA)를 실온·암소에서 24 시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. ABTS 용액의 농도는 사용 직전에 732nm에서 흡광도 값이 0.70±0.03(mean±SE)이 되도록 phosphate-buffered saline(pH 7.4)으로 희석하여 실험에 사용하였다. 농도별로 준비한 추출물 시료 50µL에 희석된 ABTS 용액 950 µL를 각각 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼 소거활성 정도를 RC₅₀값으로 나타내었다. 양성 대조군으로는 BHT와 ascorbic acid를 시료와 같은 방법으로 사용하여 라디칼 소거활성을 비교하였다.

(다) Ferrous ion chelating 효과

Yena 등(2002)의 방법을 응용하여 실행하였으며 추출물 내의 항산화 물질에 의해 ferrous ion이 chelate되는 원리를 이용하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 1 mL에 용매(80% 에탄올) 0.8 mL를 혼합하여 2 mM FeCl₂·4H₂O (iron(II) chloride tetrahydrate; 220299, Sigma, USA) 용액 100 µL와 5 mM ferrozine (3-[2-Pyridyl]-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid; P5338, Sigma, USA) 용액 100 µL를 순서대로 첨가하였다. 실온에서 10분간 반응시킨 후 562nm에서 흡광도를 측정하였고, 결과를 RC₅₀값으로 나타냈다. 양성 대조군으로는 EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid; E5134, Sigma, USA)를 사용하였으며 시료의 chelating 효과와 비교하였다.

라. 실험 결과

(1) 추출 수율

톱풀과 울릉미역취 어린 잎의 가압 열처리에 따른 추출 수율을 비교하였다. 톱풀과 울릉미역취의 추출수율은 가압 열처리한 울릉미역취에서 가장 높았고(39.55%), 가압 열처리한 톱풀 어린잎에서 가장 낮았다(28.15%). 톱풀의 경우는 가압 열처리에 의하여 추출 수율이 낮아졌으나, 울릉미역취는 가압 열처리에 의하여 추출 수율이 다소 증가하는 특징을 보였다. 따라서 식물 중에 따라 가압 열처리가 수율에 미치는 영향이 달라지는 것을 알 수 있었다.

표 3-11. 가압 열처리에 의한 추출 수율의 변화

Scientific name	Korean name	Treatment	Extraction yield (%)
<i>Achillea alpina</i>	뽕풀	수확 직후 동결건조	34.35
		가압 열처리 후 동결건조	28.15
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>gigantea</i>	울릉미역취	수확 직후 동결건조	39.15
		가압 열처리 후 동결건조	39.55

(2) 가압 열처리에 따른 항산화 물질 함량 비교

가압열처리는 뽕풀과 울릉미역취 어린 잎의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량을 감소시켰으며, 특히 뽕풀 어린잎에서 감소폭이 컸다. 따라서 건조시료로부터 항산화 물질을 추출하기 위해서는 가압열처리 없이 바로 동결건조하여 사용하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

표 3-12. 가압 열처리에 의한 항산화 물질 함량의 변화

Scientific name	Korean name	Treatment	Total polyphenols	Total flavonoids
			(mg·g ⁻¹ DW)	(mg·g ⁻¹ DW)
<i>Achillea alpina</i>	뽕풀	수확 직후 동결건조	55.52	43.68
		가압 열처리 후 동결건조	13.93	13.22
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>gigantea</i>	울릉미역취	수확 직후 동결건조	55.82	36.74
		가압 열처리 후 동결건조	24.25	16.44

(3) 가압 열처리에 따른 항산화 활성 비교

가압 열처리가 항산화 활성에 미치는 영향을 분석한 결과, 뽕풀과 울릉미역취 어린잎은 가압열처리 후 DPPH radical 소거활성이 현저히 감소하여 각각 1.506mg·mL⁻¹, 0.669mg·mL⁻¹의 RC₅₀값이 증가하였다. ABTS radical 소거활성 또한 각각 0.704mg·mL⁻¹, 0.421mg·mL⁻¹의 RC₅₀값이 증가하였다. 반면 Ferrous ion chelate 효과는 가압열처리에 의하여 향상되었으며, 특히 뽕풀의 어린잎에서 큰 폭으로 상승하였다. 연구의 결과, 가압 열처리는 라디칼 소거능은 저하시키지만, 금속이온 chelating 효과는 증가시켰다. 따라서 목표로 하는 항산화 효과에 따라 가압 열처리를 선택적으로 시행하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

표 3-13. 가압 열처리에 의한 항산화 활성 변화

Scientific name	Korean name	Treatment	DPPH [·] ABTS ^{·+} Fe ²⁺ chelate		
			RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)		
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	수확 직후 동결건조	0.284±0.002	0.355±0.019	2.338±0.244
		가압 열처리 후 동결건조	1.790±0.031	1.059±0.102	1.591±0.177
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>gigantea</i>	울릉미역취	수확 직후 동결건조	0.333±0.004	0.407±0.004	3.178±0.280
		가압 열처리 후 동결건조	1.002±0.035	0.828±0.022	2.917±0.149

이상으로 톱풀과 울릉미역취 어린 잎을 수확 직후 동결건조 또는 가압 열처리 후 동결건조하여 추출 수율, 항산화 물질 함량, 항산화 활성을 비교한 결과, 추출 수율은 식물 종에 따라 다르게 나타났다. 그러나 항산화 물질인 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량은 두 종 모두 가압 열처리에 의하여 낮아지는 특징을 보였다. DPPH와 ABTS radical 소거활성은 두 종 모두 가압 열처리에 의하여 낮아졌다. 그러나, ferrous chelating 효과는 두 종 모두 가압 열처리에 의하여 상승되었다. 또한, 톱풀의 어린 잎은 울릉미역취에 비하여 열안정성이 낮아 열처리에 의한 활성의 변화가 크게 나타났다.

4. 다양한 국화과 식물의 항산화 효과 탐색

가. 실험 목적

본 연구는 다양한 국화과 식물의 잎+줄기와 같은 지상부, 꽃 또는 꽃봉오리의 추출수율, 항산화 물질 함량, 항산화 활성을 비교하여 천연 항산화제 개발에 적합한 국화과 식물을 선별하기 위하여 시행하였다.

나. 실험 재료

*Achillea*속의 톱풀, 붉은톱풀, *Aster*속의 까실쑥부쟁이, 단양쑥부쟁이, 가새쑥부쟁이, 벌개미취, 쯤개미취, 왕갯쑥부쟁이, 미국쑥부쟁이, 참취, 해국, 쑥부쟁이 등 10종, *Chrysanthemum*속의 마가렛트, 국화, 낙동구절초 등 3종, *Coreopsis*속의 큰금계국, 기생초 등 2종, *Dendrathera*속의 산국, 감국, 구절초, 울릉국화, 남구절초 등 5종, *Hieracium*속의 알프스민들레와 조밥나물 등 국화과 6속 식물들의 잎+줄기, 잎, 꽃 및 꽃봉오리의 항산화 효과를 분석하여 같은 속의 국화과 식물의 항산화 활성을 비교하였다. 또한, 우엉, 큰엉겅퀴, 코스모스, 이고들빼기, 고들빼기, 에키나세아, 개망초, 등골나물, 금불초, 쯤쑤마귀, 왕고들빼기, 곤달비, 저먼캐모마일, 머위, 각시취, 산비장이, 울릉미역취, 수리취, 토종민들레(흰민들레)의 잎+줄기, 잎, 꽃, 꽃봉오리, 서양민들레의 전초, 잎, 꽃, 화경, 홀씨, 뿌리를 대상으로 항산화 효과를 분석하여 다양한 국화과 식물의 항산화 효과를 비교 분석하였다. 모든 시료는 수확 후 동결건조 하였다. 동결건조한 시료를 분쇄기(FM-681C, Hanil Electric., Korea)로 분쇄한 후 -70℃ 초저온 냉동고(SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

다. 실험 방법

(1) 시료의 추출

80% 에탄올을 용매로 하여 water bath와 냉각관이 부착된 환류추출장치(Chang Shin Co., Korea)를 사용하여 60°C에서 6시간 추출하였다. 각각의 추출액을 여과지(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장을 사용하여 Vacuum Pump(GAST)로 감압여과 하였으며, 남은 잔사를 사용하여 같은 방법으로 총 3회 반복 추출하였다. 추출물은 질소 충전하여 -70°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

(2) 추출 수율 측정

추출물의 추출수율은 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Extraction yield (\%)} = (A \times B / C) \times 100$$

A : 가용성 고형분 농도 ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), B : 총 추출량 (mL), C : 동결건조 시료 량 (mg)

(3) 항산화 물질의 함량

(가) 총 폴리페놀 함량

시료의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용하여 측정하였다(Velioglu 등, 1998). 추출물 시료 0.1 mL에 2% Na_2CO_3 2 mL을 혼합한 후 정확히 3분 후에 1 N-Folin & Ciocalteu's phenol reagent(F9252, Sigma, USA) 100 μL 를 첨가하고 충분히 혼합하였다. 실온에서 30분간 방치한 후 750nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 tannic acid(T0200, Sigma, China)를 표준물질로 사용하여 계산하였으며 결과 값을 건조시료 g당 tannic acid 함량 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다. 흡광도 측정에는 UV/Visible Spectrophotometer(Ultrospec 4000, Pharmacia Biotech.)를 사용하였다.

(나) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 diethylene glycol 비색법을 사용하였다(NFRI, 1990). 즉, 추출물 시료 0.2 mL에 diethylene glycol(H26456, Sigma, USA) 2 mL와 1 N NaOH 0.2 mL을 첨가하였다. 이를 37°C의 항온수조기(VS-190CS, Vision Sci., Korea)내에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 naringin(N1376, Sigma, USA)을 표준물질로 사용하여 작성하였으며 결과를 건조시료 g당 naringin 함량($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다.

(다) 비타민 C 함량 분석

시료 2g과 silica sand를 막자사발에 넣고, 10mL의 5% m-phosphoric acid 증 소량을 첨가하여 파쇄한 후 15mL tube로 옮겼다. 총 용매를 10mL(5배) 첨가하고 원심분리 한 후 상정액을 0.45 μ m 필터로 여과하였다. 비타민C의 함유량에 따라 추출액의 농도를 적당히 희석하여 20 μ l를 HPLC(Young lin, Korea)에 주입하여 분석하였다. HPLC의 분석조건은 표 3-14와 같다.

표 3-14 . Vitamin C 분석을 위한 HPLC 조건

Item	Conditions
Instrument	Young lin
Column	Zorbax Eclipse XDB-C18 column
Eluant	Acetonitrile: 50mM KH ₂ PO ₄ +H ₃ PO ₄ , pH 2.5 (50:50)
Flow rate	1.0 mL/min
Detector	UV 254 nm

(4) 항산화 활성 분석

(가) DPPH radical 소거능

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 전자공여 정도는 Blois(1958)의 방법을 응용하여 실행하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 0.2 mL와 0.15 mM DPPH(D9132, Sigma, USA) 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 증류수 0.2 mL에 0.15 mM DPPH 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정한 것으로 하였다. 전자공여능(EDA, %)은 시료 첨가구와 대조구(시료 무첨가구)의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였으며 대조구의 EDA를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도(mg·mL⁻¹)를 RC₅₀값으로 나타내었다.

양성 대조군으로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, China)를 시료 대신 같은 방법으로 사용하여 라디칼 소거활성을 비교하였으며 아래의 식에 의해 라디칼 소거활성을 계산하였다.

$$\text{Electron donating activity (EDA, \%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 시료 첨가구의 흡광도, B: 대조군의 흡광도

(나) ABTS radical 소거능

Re 등(1999)의 ABTS⁺cation decolorization assay 방법을 응용하여 실행하였다. 2.6 mM potassium persulfate(P5592, Sigma, USA)에 녹인 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis[3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid]diammonium salt; A9941, Sigma, USA)를 실온-암소에서 24 시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. ABTS 용액의 농도는 사용 직전에 732nm에서 흡광

도 값이 0.70 ± 0.03 (mean \pm SE)이 되도록 phosphate-buffered saline (pH 7.4)으로 희석하여 실험에 사용하였다. 농도별로 준비한 추출물 시료 50 μ L에 희석된 ABTS 용액 950 μ L를 각각 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼 소거활성 정도를 RC_{50} 값으로 나타내었다. 양성 대조군으로는 BHT와 ascorbic acid를 시료와 같은 방법으로 사용하여 라디칼 소거활성을 비교하였다.

(다) Ferrous ion chelating 효과

Yena 등(2002)의 방법을 응용하여 실행하였으며 추출물 내의 항산화 물질에 의해 ferrous ion이 chelate되는 원리를 이용하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 1 mL에 용매(80% 에탄올) 0.8 mL를 혼합하여 2 mM $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ (iron(II) chloride tetrahydrate; 220299, Sigma, USA) 용액 100 μ L와 5 mM ferrozine (3-[2-Pyridyl]-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid; P5338, Sigma, USA) 용액 100 μ L를 순서대로 첨가하였다. 실온에서 10분간 반응시킨 후 562nm에서 흡광도를 측정하였고, 결과를 RC_{50} 값으로 나타냈다. 양성 대조군으로는 EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid; E5134, Sigma, USA)를 사용하였으며 시료의 chelating 효과와 비교하였다.

(라) 항산화 효과에 영향을 미치는 요인별 상관관계 분석

항산화 물질과 생리활성의 연관성은 각 항산화 물질 또는 항산화 활성의 결과를 대상으로 단순회귀분석을 실시하여 상관관계를 계산하였다.

라. 실험 결과

(1) 추출 수율

*Achillea*속의 톱풀과 붉은톱풀 모두 꽃에서 수분함량이 다소 높았다. 톱풀의 추출 수율은 잎, 붉은톱풀의 추출 수율은 꽃에서 우수하였다. 따라서 같은 속 식물도 종에 따라 추출 수율이 우수한 부위가 다른 것으로 나타났다.

표 3-15. *Achillea*속 식물들의 수분 함량 및 추출 수율

Scientific name	Korean name	Part	Moisture (%)	Extract yield (%)
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	꽃	84.3	25.00
		잎	84.0	34.35
<i>Achillea alpina</i> subsp. <i>rhodoptarmica</i>	붉은톱풀	꽃	76.7	42.75
		잎+줄기	64.5	25.70

*Aster*속의 식물들 또한 꽃에서 잎+줄기보다 수분함량이 높게 나타나는 경향을 보였다. 그러나 추출 수율이 우수한 부위는 식물 종에 따라 다르게 나타났다. 수분함량은 쯤개미취 꽃에서 83.9, 해국 잎줄기에서 83.1%로 가장 높았으며, 추출 수율은 왕쑥부쟁이 꽃(39.75%), 별개미

취 꽃(37.80%), 해국 꽃(35.50%)에서 높게 나타났다.

표 3-16. *Aster*속 식물들의 수분 함량 및 추출 수율

Scientific name	Korean name	Part	Moisture (%)	Extract yield (%)
<i>Aster ageratoides</i> Turcz. var. <i>ageratoides</i>	까실쑥부쟁이	꽃	79.1	
		잎+줄기	60.0	
<i>Aster altaicus</i> var. <i>uchiyamae</i>	단양쑥부쟁이	잎+줄기	57.8	17.20
<i>Aster incisus</i>	가새쑥부쟁이	꽃	79.2	37.65
		잎+줄기	46.7	17.65
<i>Aster koraiensis</i>	벌개미취	꽃	81.0	37.80
		잎+줄기	68.7	17.40
<i>Aster maackii</i>	좁개미취	꽃	83.9	27.80
		잎+줄기	80.6	23.05
<i>Aster magnus</i>	왕갯쑥부쟁이	꽃	80.2	39.75
		잎+줄기	65.1	14.90
<i>Aster pilosus</i>	미국쑥부쟁이	꽃	72.3	29.75
		잎+줄기	79.0	19.90
<i>Aster scaber</i>	참취	꽃	76.9	34.58
		잎+줄기	80.8	30.15
<i>Aster sphathulifolius</i>	해국	꽃	79.5	35.50
<i>Aster yomena</i>	쑥부쟁이	잎줄기	83.1	22.95
		꽃	78.2	33.45

*Chrysanthemum*속 마가렛트, 국화, 낙동구절초의 수분함량은 83.9~90.4%로 다소 높게 나타났다. 국화는 잎+줄기보다 꽃의 수분함량이 우수하였으나 마가렛트와 낙동구절초는 꽃보다 잎+줄기에서 수분함량이 높았다. 추출 수율은 42.84~16.05%로 나타났으며, 마가렛트 꽃에서 가장 높고 낙동구절초 잎에서 가장 낮게 나타났다. 3종 모두 꽃이 잎+줄기보다 추출효율이 우수한 것으로 나타났다.

표 3-17. *Chrysanthemum*속 식물들의 수분 함량 및 추출 수율

Scientific name	Korean name	Part	Moisture (%)	Extract yield (%)
<i>Chrysanthemum frutescens</i>	마가렛트	꽃	83.9	42.84
		잎+줄기	85.3	26.40
<i>Chrysanthemum morifolium</i>	국화	꽃	83.9	31.45
		잎+줄기	70.6	22.55
<i>Chrysanthemum zawadskii</i> ssp. <i>naktongense</i>	낙동구절초	꽃	84.3	28.35
		잎	90.4	16.05

*Coreopsis*속 큰금계국과 기생초의 수분 함량은 큰금계국은 잎, 기생초는 꽃에서 높았다. 추출 수율은 2종 모두 꽃 추출물에서 우수하였다. 따라서 같은 종의 식물에서도 수분함량이 높은 부위는 각기 다른 것을 알 수 있었다.

표 3-18. *Coreopsis*속 식물들의 수분 함량 및 추출 수율

Scientific name	Korean name	Part	Moisture (%)	Extract yield (%)
<i>Coreopsis lanceolata</i>	큰금계국	꽃	72.3	37.75
		잎	84.6	25.70
<i>Coreopsis tinctoria</i>	기생초	꽃	83.1	39.00
		잎+줄기	76.1	19.10

*Dendranthema*속의 산국, 감국은 잎+줄기, 구절초와 울릉국화는 꽃에서 수분함량이 높게 나타났다. 추출 수율은 산국과 울릉국화는 잎+줄기에서 감국과 구절초는 꽃에서 우수하였다. *Dendranthema*속의 수분함량은 75.5~86.9%로 다소 높게 나타났으며, 추출 수율은 14.45~28.65%로 나타나 추출 수율은 다소 낮은 것으로 생각되었다.

표 3-19. *Dendranthema*속 식물들의 수분 함량 및 추출 수율

Scientific name	Korean name	Part	Moisture (%)	Extract yield (%)
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	꽃	81.1	22.35
		잎+줄기	86.1	28.10
<i>Dendranthema indicum</i>	감국	꽃	79.8	28.65
		잎	86.9	14.45
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	꽃	84.0	28.10
		잎+줄기	80.8	26.60
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	울릉국화	꽃	79.9	21.80
		잎+줄기	77.9	25.47
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>yezoense</i>	남구절초	줄기	75.5	23.42

*Hieracium*속 알프스민들레와 조밥나물의 수분 함량은 잎+줄기 보다는 꽃에서 높게 나타났다. 2종의 수분 함량은 69.9~83.4%로 다소 낮은 것으로 생각되었다. 추출 수율은 10.67~21.40%로 나타나 다른 국화과 식물에 비하여 추출 수율이 낮았다.

표 3-20. *Hieracium*속 식물들의 수분 함량 및 추출 수율

Scientific name	Korean name	Part	Moisture (%)	Extract yield (%)
<i>Hieracium pilosella</i>	알프스민들레	꽃	83.4	10.67
		잎+줄기	80.1	19.70
<i>Hieracium umbellatum</i>	조밥나물	꽃	80.6	20.60
		잎+줄기	69.9	21.40

18종의 국화과 식물들의 수분함량은 53.6~94.1%로 매우 다양하게 나타났다. 산비장이 꽃에서 수분함량이 가장 낮았으며, 머위 줄기에서 수분 함량이 가장 높게 나타났다. 추출 수율은 47.34~14.90%로 다양하게 나타났다. 서양민들레의 화경의 추출 수율이 47.34%로 가장 우수하였으며, 왕갯쪽부쟁이 잎+줄기에서 가장 낮았다.

표 3-21. 다양한 국화과 식물들의 수분 함량 및 추출 수율

Scientific name	Korean name	Part	Moisture (%)	Extract yield (%)
<i>Arctium lappa</i>	우엉	잎+줄기	86.7	31.85
<i>Cirsium pendulum</i>	큰엉겅퀴	꽃	78.5	18.75
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	꽃	85.0	24.35
		잎+줄기	81.6	17.05
<i>Crepidiastrum denticulatum</i>	이고들빼기	꽃	83.2	36.80
<i>Crepidiastrum sonchifolium</i>	고들빼기	꽃	81.9	35.83
<i>Echinacea angustifolia</i>	에키나세아	꽃	83.4	22.30
		잎+줄기	79.5	29.75
<i>Erigeron annuus</i>	개망초	꽃	77.1	35.73
<i>Eupatorium japonicum</i>	등골나물	꽃	78.2	22.60
		잎+줄기	77.0	15.35
<i>Inula britannica</i> var. <i>japonica</i>	금불초	꽃	73.6	29.25
		잎+줄기	59.3	15.65
<i>Ixeris stolonifera</i>	좁쌀바귀	꽃	84.3	19.50
		잎	83.6	27.05
<i>Lactuca indica</i>	왕고들빼기	잎	83.1	28.75
<i>Matricaria recutita</i>	저먼캐모마일	꽃	83.1	24.92
		잎+줄기	81.6	34.05
<i>Petasites japonicus</i>	머위	잎	90.7	26.15
		줄기	94.1	33.75
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	꽃	73.6	32.65
		잎+줄기	77.5	15.25
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	꽃	53.6	26.20
		잎+줄기	73.0	19.10
<i>Solidago virgaurea</i> ssp. <i>gigantea</i>	울릉 미역취	꽃	71.8	20.80
		잎	80.2	39.15
<i>Synurus deltoides</i>	수리취	꽃봉오리	65.6	25.88
		잎+줄기	84.0	19.90
<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레	꽃	85.4	42.50
		뿌리	79.2	19.50
		잎	86.7	32.90
		화경	90.6	47.34

이상으로 다양한 국화과 식물들의 수분 함량 및 추출 수율을 비교한 결과, 식물 종과 식물의 부위에 따라 수분 함량 및 추출 수율이 매우 다양하게 나타났다. 수분 함량과 추출 수율 사이의 상관성은 보이지 않았다. 식물의 향산화 효과가 높더라도 추출 수율이 낮으면 경제성이 없기 때문에 추출 수율이 높아야 한다. 현재 추출 수율의 산업화와 경제성 인정은 추출 수율이 10% 이상이면 산업화와 경제성이 있다고 보고되어져 있으므로(Hah 등, 2005) 본 연구에서 사용한 국화과 식물은 모두 추출수율 면에서 경제성이 있는 소재라고 판단된다.

(2) 항산화 물질 함량 탐색

(가) 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

*Achillea*속의 톱풀과 붉은 톱풀의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 모두 톱풀에서 높게 나타났다. 특히 톱풀의 꽃과 잎은 총 플라보노이드의 함량이 매우 높게 나타났다. 부위별 항산화 물질의 함량을 비교한 결과, 두 종 모두 잎+줄기에서 꽃 보다 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드의 함량이 우수하게 나타났다.

표 3-22. *Achillea*속 식물들의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

Scientific name	Korean name	Part	Total polyphenols	Total flavonoids
			(mg·g ⁻¹ DW)	
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	꽃	44.53±0.26	38.27±0.21
		잎	55.52±0.58	43.66±2.94
<i>Achillea alpina</i> subsp. <i>rhodoptarmica</i>	붉은톱풀	꽃	38.52±2.15	14.20±6.04
		잎+줄기	44.39±2.02	14.70±0.88

*Aster*속의 식물들 중 참취 꽃에서 총 폴리페놀의 함량이 가장 우수하였으며, 건조시료 1g 당 90.46mg의 총 폴리페놀이 함유되어 있었다. 참취 꽃 이외에도 까실쑥부쟁이 잎+줄기, 쑥부쟁이 꽃, 좀개미취 꽃, 왕갯쑥부쟁이 꽃, 가새쑥부쟁이 꽃에서 건조시료 1g 당 70mg 이상의 총 폴리페놀이 함유되어 있었다. 총 플라보노이드의 함량도 참취 꽃에서 가장 우수하였으며, 건조시료 1g당 75.36mg이 함유되어 있었다. 쑥부쟁이 꽃에서 건조시료 1g 당 75.36mg의 총 플라보노이드가 함유되어 있었다. 전체적으로 *Aster*속 식물들의 항산화 물질 함량은 잎+줄기 보다는 꽃에 많이 함유되어 있는 경향을 보였다.

표 3-23. *Aster*속 식물들의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

Scientific name	Korean name	Part	Total	Total
			polyphenols	flavonoids
			(mg·g ⁻¹ DW)	
<i>Aster ageratoides</i> Turcz. var. <i>ageratoides</i>	까실쑥부쟁이	꽃	42.27±5.95	22.65±5.82
		잎+줄기	88.20±6.55	51.98±2.54
<i>Aster altaicus</i> var. <i>uchiyamae</i>	단양쑥부쟁이	잎+줄기	30.76±0.49	16.23±0.24
<i>Aster incisus</i>	가새쑥부쟁이	꽃	73.39±0.85	53.61±3.41
		잎+줄기	53.35±0.60	27.74±3.17
<i>Aster koraiensis</i>	벌개미취	꽃	39.83±1.04	30.73±0.22
		잎+줄기	23.45±0.01	10.11±0.38
<i>Aster maackii</i>	좀개미취	꽃	78.15±1.67	59.33±0.64
<i>Aster magnus</i>	왕갯쑥부쟁이	꽃	77.86±3.60	54.88±2.67
		잎+줄기	37.96±1.49	23.38±2.17
<i>Aster pilosus</i>	미국쑥부쟁이	꽃	63.25±0.08	49.74±3.59
		잎+줄기	30.76±0.51	11.03±0.21
<i>Aster scaber</i>	참취	꽃	90.46±0.50	75.36±0.16
		잎+줄기	55.73±1.11	30.66±0.92
<i>Aster sphathulifolius</i>	해국	꽃	60.78±2.27	41.48±0.16
		잎줄기	49.46±1.44	35.99±0.54
<i>Aster yomena</i>	쑥부쟁이	꽃	79.90±6.28	74.97±1.84

*Chrysanthemum*속에서는 국화 잎+줄기 추출물에서 총 폴리페놀 함량이 가장 높았으며, 건조시료 1g당 77.5mg이 함유되어 있었다. 나머지 시료들은 23.91~43.45mg의 함량을 보였다. 총 플라보노이드의 함량 또한 국화 잎+줄기에서 가장 우수하였으며, 건조시료 1g당 56.49mg이 함유되어 있었다. 다른 시료에서는 총 플라보노이드 함량이 11.84~34.83mg 정도로 나타났다. 국화에서는 잎+줄기 추출물에서 항산화 물질의 함량이 우수하였으나, 마가렛트와 낙동구절초는 꽃에서 항산화 물질 함량이 우수하였다. 따라서 같은 속의 식물이라도 종에 따라 항산화 물질이 많이 생합성 되는 부위가 다른 것을 알 수 있었다.

표 3-24. *Chrysanthemum*속 식물들의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

Scientific name	Korean name	Part	Total	Total
			polyphenols	flavonoids
			(mg·g ⁻¹ DW)	
<i>Chrysanthemum frutescens</i>	마가렛트	꽃	43.22±0.58	34.83±0.06
		잎+줄기	43.45±0.30	20.75±0.02
<i>Chrysanthemum morifolium</i>	국화	꽃	29.24±0.27	16.78±0.30
		잎+줄기	77.50±0.29	56.49±3.20
<i>Chrysanthemum zawadskii</i> ssp. <i>naktongense</i>	낙동구절초	꽃	35.27±0.71	11.84±0.73
		잎	23.91±0.49	14.07±0.17

*Coreopsis*속 큰금계국과 기생초은 꽃에서 항산화 물질 함량이 우수하였다. 특히 기생초의 꽃은 건조시료 1g당 97.7mg의 총 폴리페놀이 함유되어 있어 총 폴리페놀의 함량이 매우 우수하므로 식물 유래 항산화 소재 개발에 적합할 것으로 생각되었다.

표 3-25. *Coreopsis*속 식물들의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

Scientific name	Korean name	Part	Total	Total
			polyphenols	flavonoids
			(mg·g ⁻¹ DW)	
<i>Coreopsis lanceolata</i>	큰금계국	꽃	83.14±0.86	55.96±0.02
		잎	38.05±0.28	14.05±1.36
<i>Coreopsis tinctoria</i>	기생초	꽃	97.70±0.21	54.40±2.12
		잎+줄기	22.45±0.01	11.12±0.19

연구에 사용된 *Dendranthema*속 식물들 중에서는 구절초 잎+줄기에서 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량이 가장 우수하였다. 구절초의 총 폴리페놀 함량은 71.97mg·g⁻¹이었으며, 총 플라보노이드의 함량은 53.5871.97mg·g⁻¹이었다. 구절초는 잎+줄기에서 항산화 물질 함량이 우수하였으나, 구절초를 제외한 식물들은 잎+줄기 보다는 꽃 추출물에서 함량이 우수한 경향을 보였다. 또한, 구절초, 울릉국화, 남구절초는 항산화 물질 함량이 대체로 우수하였으나, 산국과 감국은 항산화 물질 함량이 상대적으로 매우 낮았다. 따라서 같은 속의 식물들도 항산화 물질 함량에 차이가 많은 것으로 알 수 있었다.

표 3-26. *Dendranthema*속 식물들의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

Scientific name	Korean name	Part	Total	Total
			polyphenols	flavonoids
			(mg·g ⁻¹ DW)	
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	꽃	25.04±0.39	14.75±0.07
		잎+줄기	17.03±0.19	8.38±0.03
<i>Dendranthema indicum</i>	감국	꽃	32.55±0.17	16.60±0.25
		잎	23.62±0.43	11.03±0.17
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	꽃	32.16±1.00	20.25±0.39
		잎+줄기	71.97±1.62	53.58±0.12
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	울릉국화	꽃	57.09±0.05	41.60±0.44
		잎+줄기	47.45±0.30	24.75±0.02
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>yezoense</i>	남구절초	줄기	62.84±0.03	38.23±1.01

*Hieracium*속 알프스민들레와 조밥나물 모두 잎+줄기 보다는 꽃 추출물에서 항산화 물질 함량이 우수하였다. 총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드의 함량은 알프스민들레 꽃 추출물에서 가장 우수하였으며 각각 56.83mg·g⁻¹, 36.41mg·g⁻¹의 함량을 나타냈다.

표 3-27. *Hieracium*속 식물들의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

Scientific name	Korean name	Part	Total	Total
			polyphenols	flavonoids
			(mg·g ⁻¹ DW)	
<i>Hieracium pilosella</i>	알프스민들레	꽃	56.83±0.57	36.41±0.47
		잎+줄기	46.78±0.95	24.38±0.65
<i>Hieracium umbellatum</i>	조밥나물	꽃	46.99±0.81	26.73±1.61
		잎+줄기	36.11±1.28	16.22±0.54

20종의 국화과 식물들의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드의 함량을 분석한 결과, 곤달비 꽃에서 총 폴리페놀 함량(92.69mg·g⁻¹) 및 총 플라보노이드 함량(72.39mg·g⁻¹)이 가장 우수하였다. 전체적으로 잎+줄기 또는 잎 보다는 꽃 추출물에서 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량이 우수하였으며, 총 폴리페놀 함량이 우수한 식물은 총 플라보노이드 함량도 우수한 경향을 보였다. 한편, 서양민들레를 전초, 꽃, 잎, 홀씨, 화경, 뿌리로 나누어 분석한 결과, 각 부위별 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량에 차이가 많았다. 서양민들레의 총 폴리페놀 함량은 홀씨 > 잎 > 꽃 > 뿌리 > 화경 순으로 높게 나타났으며, 총 플라보노이드의 함량은 홀씨 > 잎 > 잎 > 화경 > 뿌리 순으로 높게 나타났다. 따라서 서양민들레 전초의 항산화 물질 함량이 다소 낮은 이유는 뿌리와 화경과 같이 항산화 물질 함량이 낮은 부위가 섞여있기 때문으로 생각되었다. 따라서 항산화 활성이 우수한 식물을 대상으로 천연 항산화 소재를 개발할 경우에도 식물의 부위별 항산화 활성을 분석하여 가장 적합한 부위를 선발할 필요가 있다.

표 3-28. 다양한 국화과 식물들의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

Scientific name	Korean name	Part	Total	Total
			polyphenols (mg·g ⁻¹ DW)	flavonoids (mg·g ⁻¹ DW)
<i>Arctium lappa</i>	우엉	잎+줄기	35.66± 0.21	24.59±1.97
<i>Cirsium pendulum</i>	큰엉겅퀴	꽃	41.61± 0.60	22.53±6.45
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	꽃	67.96± 0.19	65.46±2.85
		잎+줄기	61.45± 0.44	26.18±1.00
<i>Crepidiastrum denticulatum</i>	이고들빼기	꽃	43.73± 5.36	25.25±7.87
<i>Crepidiastrum sonchifolium</i>	고들빼기	꽃	62.77± 3.85	52.48±2.47
<i>Echinacea angustifolia</i>	에키나세아	꽃	49.61± 0.29	28.26±0.03
		잎+줄기	59.54± 0.43	38.51±0.26
<i>Erigeron annuus</i>	개망초	꽃	49.00± 4.05	23.69±5.53
<i>Eupatorium japonicum</i>	등골나물	꽃	37.18± 0.31	20.08±0.66
		잎+줄기	25.98± 0.01	12.13±0.67
<i>Inula britannica var. japonica</i>	금불초	꽃	90.17± 4.79	49.66±1.17
		잎+줄기	19.27± 6.70	7.84±2.47
<i>Ixeris stolonifera</i>	좁쌀바귀	꽃	48.49± 0.51	22.71±0.91
		잎	28.62± 0.32	18.18±1.26
<i>Lactuca indica</i>	왕고들빼기	잎	81.31±10.07	69.49±4.87
<i>Ligularia stenocephala</i>	곤달비	꽃	92.69± 7.52	72.39±1.53
		잎+줄기	15.58± 1.02	9.96±3.99
<i>Matricaria recutita</i>	저먼캐모마일	꽃	68.83± 1.00	45.58±0.50
		잎+줄기	74.01± 2.64	50.59±0.29
<i>Petasites japonicus</i>	머위	잎	83.63± 9.61	41.31±2.64
		줄기	39.69± 1.36	21.08±1.87
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	꽃	33.27± 0.32	14.88±1.65
		잎+줄기	42.24± 0.31	24.83±0.06
<i>Serratula coronata var. insularis</i>	산비장이	꽃	25.67± 1.26	18.18±0.22
f. <i>insularis</i>		잎+줄기	66.35± 0.21	27.93±0.27
<i>Solidago virgaurea ssp. gigantea</i>	울릉 미역취	꽃	39.97± 0.24	17.31±1.17
		잎	36.70± 0.99	18.09±0.06
<i>Synurus deltoides</i>	수리취	꽃봉오리	55.82± 0.13	36.74±2.89
		잎+줄기	67.05± 0.20	40.91±2.61
<i>Taraxacum coreanum</i>	토종민들레	전초	32.70± 0.68	15.25±0.07
<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레	전초	37.15± 0.20	25.43±0.51
		꽃	34.62± 0.15	20.79±0.24
		잎	40.66± 0.25	23.11±0.52
		홀씨	55.47± 0.95	34.75±0.19
		화경	70.98±14.11	52.82±0.53
		뿌리	17.02± 0.60	6.39±0.27

(나) 비타민 함량

참취 잎+줄기, 산국 잎+줄기, 감국 잎, 구절초 잎+줄기, 울릉국화 잎+줄기, 좁쌀바귀 잎의 비타민 C 함량을 분석한 결과, 감국 > 참취 > 구절초 > 울릉국화 > 산국 > 좁쌀바귀 순으로 비타민 C 함량이 우수하였다.

표 3-29. HPLC로 분석한 6종의 국화과 식물 지상부의 비타민 C 함량

Scientific name	Korean name	Part	Vit. C (ppm)
<i>Aster scaber</i>	참취	잎+줄기	47.98
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	잎+줄기	10.73
<i>Dendranthema indicum</i>	감국	잎	53.10
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	잎+줄기	46.78
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	울릉국화	잎+줄기	31.52
<i>Ixeris stolonifera</i>	좀씀바귀	잎	6.89

44종 국화과 식물의 다양한 부위를 대상으로 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 비타민 C 등의 항산화 물질 함량을 분석하였다. 총 폴리페놀 함량은 기생초 꽃, 총 플라보노이드 함량은 참취 꽃에서 가장 우수하였다. 44종의 국화과 식물들의 부위별 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드의 함량을 분석한 결과, 전반적으로 잎+줄기 보다는 꽃에 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량이 우수한 경향을 보였다. 또한, 총 폴리페놀이 총 플라보노이드 보다 훨씬 높은 함량을 보였는데, 이는 국화과 식물이 플라보노이드 외에 다른 페놀성 화합물을 다량으로 함유하고 있기 때문으로 생각된다. 6종 국화과 식물 지상부의 비타민 C 함량을 분석한 결과, 비타민 C의 함량은 6.89~53.10 ppm으로 다양하게 나타났으며, 비타민 C의 함량은 다소 낮은 것으로 나타났다.

(3) 항산화 효과 탐색

(가) DPPH 및 ABTS radical 소거능 분석

톱풀과 붉은톱풀의 라디칼소거능을 분석한 결과, 부위에 관계없이 톱풀 추출물이 붉은톱풀 보다 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능이 우수하였다. 두 종 모두 잎 또는 잎+줄기 보다는 꽃 추출물에서 라디칼 소거능이 우수하였다. 그러나 두 종 모두 대조구인 BHT 또는 ascorbic acid보다 라디칼 소거능이 낮게 나타났다.

표 3-30. *Achillea*속 식물들의 radical 소거활성

Scientific name	Korean name	Part	DPPH [·] ABTS ^{·+}	
			RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)	
BHT			0.121±0.003	0.217±0.004
Ascorbic acid			0.026±0.000	0.199±0.009
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	꽃	0.269±0.009	0.250±0.005
		잎	0.284±0.002	0.355±0.019
<i>Achillea alpina</i> subsp. <i>rhodoptarmica</i>	붉은톱풀	꽃	0.623±0.096	0.614±0.058
		잎+줄기	0.555±0.053	0.911±0.134

*Aster*속의 까실쑥부쟁이, 단양쑥부쟁이, 가새쑥부쟁이, 벌개미취, 좀개미취, 왕갯쑥부쟁이, 미국쑥부쟁이, 참취, 해국, 쑥부쟁이의 부위별 라디칼소거능을 분석하였다. 그 결과, DPPH

radical 소거능은 좀개미취 추출물에서 가장 우수하였으며, ABTS radical 소거능은 참취와 좀개미취 꽃 추출물에서 가장 우수하였다. 10종의 Aster속 식물추출물 중 BHT와 ascorbic acid 보다 DPPH radical 소거능이 우수한 것은 없었다. 그러나 참취와 좀개미취 꽃 추출물은 천연 항산화제인 ascorbic acid 보다 ABTS 라디칼 소거능이 우수하였다. 식물 부위별 라디칼 소거능을 분석한 결과, 일정한 경향 없이 식물종에 따라 라디칼 소거능이 우수한 부위가 다르게 나타났다. 대부분 DPPH 라디칼 소거능이 우수한 추출물은 ABTS 라디칼 소거능 또한 우수한 경향을 보였다.

표 3-31. Aster속 식물들의 radical 소거활성

Scientific name	Korean name	Part	DPPH [·] ABTS ^{·+}	
			RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)	
BHT			0.121±0.003	0.217±0.00
Ascorbic acid			0.026±0.000	0.199±0.00
<i>Aster ageratoides</i> Turcz. var. <i>ageratoides</i>	까실쑥부쟁이	꽃	0.773±0.108	0.566±0.203
		잎+줄기	0.192±0.032	0.253±0.051
<i>Aster altaicus</i> var. <i>uchiyamae</i>	단양쑥부쟁이	잎+줄기	0.318±0.006	0.308±0.003
<i>Aster incisus</i>	가새쑥부쟁이	꽃	0.596±0.152	0.405±0.289
		잎+줄기	2.179±0.250	1.235±0.253
<i>Aster koraiensis</i>	별개미취	꽃	0.593±0.001	0.485±0.004
		잎+줄기	0.395±0.028	0.279±0.017
<i>Aster maackii</i>	좀개미취	꽃	0.158±0.002	0.158±0.001
		잎+줄기	0.404±0.009	0.369±0.003
<i>Aster magnus</i>	왕갯쑥부쟁이	꽃	0.617±0.041	0.639±0.040
		잎+줄기	1.913±0.174	1.177±0.100
<i>Aster pilosus</i>	미국쑥부쟁이	꽃	0.189±0.003	0.211±0.003
		잎+줄기	0.284±0.010	0.365±0.021
<i>Aster scaber</i>	참취	꽃	0.181±0.005	0.156±0.006
		잎+줄기	0.248±0.013	0.266±0.003
<i>Aster sphathulifolius</i>	해국	꽃	0.264±0.011	0.246±0.018
		잎줄기	0.215±0.004	0.245±0.015
<i>Aster yomena</i>	쑥부쟁이	꽃	0.368±0.019	0.458±0.015

*Chrysanthemum*속 마가렛트, 국화, 낙동구절초의 라디칼소거능을 분석한 결과, 항산화 물질의 함량이 가장 우수하였던 국화의 잎+줄기에서 DPPH 라디칼 소거능 및 ABTS 라디칼 소거능이 모두 우수하였다. 국화 잎+줄기의 DPPH 라디칼 소거능은 대조구 보다 낮았으나, ABTS 라디칼 소거능은 ascorbic acid 보다도 우수하였다. 같은 식물의 부위에 따른 라디칼 소거능을 비교한 결과, 3종 모두 꽃 보다는 잎 또는 잎+줄기 추출물에서 라디칼소거능이 우수하였다.

표 3-32. *Chrysanthemum*속 식물들의 radical 소거활성

Scientific name	Korean name	Part	DPPH [·]	ABTS ^{·+}
			RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)	
BHT			0.121±0.003	0.217±0.004
Ascorbic acid			0.026±0.000	0.199±0.009
<i>Chrysanthemum frutescens</i>	마가렛트	꽃	0.412±0.025	0.410±0.026
		잎+줄기	0.256±0.007	0.275±0.011
<i>Chrysanthemum morifolium</i>	국화	꽃	0.535±0.005	0.319±0.018
		잎+줄기	0.133±0.002	0.177±0.014
<i>Chrysanthemum zawadskii</i> ssp.	낙동구절초	꽃	0.430±0.002	0.415±0.007
<i>naktongense</i>		잎	0.404±0.009	0.408±0.016

Coreopsis속 큰금계국과 기생초 추출물의 라디칼 소거능을 비교한 결과, Chrysanthemum속 식물들과는 달리 잎 또는 잎+줄기 보다는 꽃에서 라디칼 소거능이 우수하였다. 따라서 식물 분류군에 따라 라디칼 소거능이 우수한 부위가 다르다는 것을 확인하였다. 큰금계국과 기생초 꽃 추출물 중 기생초 꽃 추출물에서 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능이 모두 우수하였다. 대조구와 비교한 결과, 2종 모두 대조구보다 DPPH radical 소거능이 낮았으나, 큰금계국과 기생초의 꽃 추출물의 ABTS 라디칼 소거능은 모두 대조구보다 우수하였다.

표 3-33. *Coreopsis*속 식물들의 radical 소거활성

Scientific name	Korean name	Part	DPPH [·]	ABTS ^{·+}
			RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)	
BHT			0.121±0.003	0.217±0.004
Ascorbic acid			0.026±0.000	0.199±0.009
<i>Coreopsis lanceolata</i>	큰금계국	꽃	0.202±0.002	0.160±0.001
		잎	0.521±0.003	0.353±0.026
<i>Coreopsis tinctoria</i>	기생초	꽃	0.194±0.004	0.140±0.002
		잎+줄기	0.315±0.020	0.279±0.015

*Dendranthema*속 식물들은 종에 따라 라디칼 소거능이 우수한 부위가 각기 다르게 나타났다. DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능 모두 울릉국화 꽃 추출물에서 가장 우수하였다. *Dendranthema*속 식물들의 라디칼 소거능은 다른 국화과 식물들에 비하여 다소 낮은 편이었으며, 5종의 식물 중 대조구 보다 DPPH radical 소거능이 우수한 식물은 없었다. 그러나, 울릉국화 꽃과 구절초의 잎+줄기의 ABTS 라디칼 소거능은 ascorbic acid보다 우수하였으며, 남구절초의 줄기 또한 BHT와 유사한 ABTS 라디칼 소거능을 보였다.

표 3-34. *Dendranthema*속 식물들의 radical 소거활성

Scientific name	Korean name	Part	DPPH [·]	ABTS ^{·+}
			RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)	
BHT			0.121±0.003	0.217±0.004
Ascorbic acid			0.026±0.000	0.199±0.009
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	꽃	0.456±0.044	0.343±0.000
		잎+줄기	1.907±0.004	0.727±0.053
<i>Dendranthema indicum</i>	감국	꽃	0.471±0.009	0.457±0.033
		잎	0.342±0.020	0.473±0.008
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	꽃	0.392±0.007	0.364±0.007
		잎+줄기	0.192±0.013	0.189±0.003
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	울릉국화	꽃	0.162±0.005	0.142±0.009
		잎+줄기	0.246±0.004	0.270±0.011
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>yezoense</i>	남구절초	줄기	0.166±0.011	0.213±0.011

대부분의 국화과 식물 추출물은 DPPH radical 소거능 보다 ABTS radical 소거능이 우수한 경향을 보였으나, *Hieracium*속의 알프스민들레와 조밥나물 추출물은 DPPH 라디칼 소거능이 ABTS 라디칼 소거능 보다 우수한 경향을 보였다. DPPH 라디칼 소거능은 알프스민들레 꽃에서 가장 우수하였으며, BHT보다도 소거활성이 우수하였다. 그러나 모든 추출물의 ABTS 라디칼 소거능이 대조구인 BHT 또는 ascorbic acid 보다 낮은 것으로 나타났다. 부위별 라디칼 소거능을 비교한 결과, 두 종 모두 잎+줄기 보다는 꽃 추출물에서 라디칼 소거능이 우수하였다.

표 3-35. *Hieracium*속 식물들의 radical 소거활성

Scientific name	Korean name	Part	DPPH [·]	ABTS ^{·+}
			RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)	
BHT			0.121±0.003	0.217±0.004
Ascorbic acid			0.026±0.000	0.199±0.009
<i>Hieracium pilosella</i>	알프스민들레	꽃	0.106±0.005	0.347±0.034
		잎+줄기	0.210±0.032	0.200±0.015
<i>Hieracium umbellatum</i>	조밥나물	꽃	0.224±0.003	0.255±0.005
		잎+줄기	0.350±0.013	0.369±0.003

20종의 국화과 식물들의 라디칼 소거능을 분석한 결과, DPPH radical 소거능은 곤달비 꽃에서 가장 우수하였으며, ABTS radical 소거능은 저먼캐모마일 꽃에서 가장 우수하였다. 대조구와 비교한 결과, 곤달비 꽃 추출물의 DPPH 라디칼 소거능은 합성 항산화제인 BHT보다 우수하였다. 그러나, 다른 추출물은 모두 대조구 보다 낮은 DPPH radical 소거능을 보였다. 저먼캐모마일 꽃, 울릉미역취 꽃, 수리취 꽃봉오리, 코스모스 잎+줄기, 산비장이 잎+줄기와 꽃봉오리 추출물의 ABTS 라디칼 소거능은 천연 항산화제인 ascorbic acid 보다 우수하였으며, 저먼캐모마일과 에키나세아의 잎줄기는 ascorbic acid보다는 낮지만 BHT보다 우수한 ABTS 라디칼 소거능을 보였다. 식물의 부위별 라디칼 소거능을 분석한 결과, 식물종에 따라 라디칼 소거능이 우수한 부위가 각기 다르게 나타났다.

표 3-36. 다양한 국화과 식물들의 radical 소거활성

Scientific name	Korean name	Part	DPPH [·]	ABTS ^{·+}
			RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)	
BHT			0.121±0.003	0.217±0.004
Ascorbic acid			0.026±0.000	0.199±0.009
<i>Arctium lappa</i>	우엉	잎+줄기	0.449±0.005	0.433±0.009
<i>Cirsium pendulum</i>	큰엉겅퀴	꽃	0.516±0.059	0.453±0.021
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	꽃	0.201±0.000	0.488±0.054
<i>Crepidiastrum denticulatum</i>	이고들빼기	잎+줄기	0.135±0.002	0.170±0.000
<i>Crepidiastrum sonchifolium</i>	고들빼기	꽃	0.760±0.107	1.158±0.053
<i>Echinacea angustifolia</i>	에키나세아	꽃	0.593±0.080	1.124±0.352
<i>Erigeron annuus</i>	개망초	꽃	0.200±0.005	0.281±0.005
<i>Eupatorium japonicum</i>	등골나물	잎+줄기	0.177±0.001	0.205±0.019
<i>Inula britannica</i> var. <i>japonica</i>	금불초	꽃	0.556±0.097	0.366±0.042
<i>Ixeris stolonifera</i>	좁쌀바귀	꽃	0.309±0.007	0.286±0.004
<i>Lactuca indica</i>	왕고들빼기	잎+줄기	0.309±0.008	0.259±0.017
<i>Ligularia stenocephala</i>	곤달비	꽃	0.225±0.020	0.238±0.084
<i>Matricaria recutita</i>	저먼캐모마일	잎+줄기	1.143±0.030	0.942±0.243
<i>Petasites japonicus</i>	머위	꽃	0.219±0.011	0.245±0.007
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	잎	0.434±0.010	0.596±0.000
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	잎	0.301±0.031	0.799±0.277
<i>Solidago virgaurea</i> ssp. <i>gigantea</i>	울릉 미역취	꽃	0.120±0.013	0.230±0.004
<i>Synurus deltoides</i>	수리취	잎+줄기	0.688±0.026	1.058±0.029
<i>Taraxacum coreanum</i>	토종민들레	꽃	0.136±0.004	0.104±0.003
<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레	잎+줄기	0.190±0.004	0.210±0.003
		꽃	0.240±0.015	0.344±0.017
		줄기	0.333±0.031	0.554±0.026
		꽃	0.456±0.017	0.489±0.009
		잎+줄기	0.512±0.025	0.385±0.026
		꽃	1.461±0.004	0.365±0.007
		꽃봉오리	0.465±0.045	0.198±0.019
		잎+줄기	1.204±0.040	0.170±0.019
		꽃	0.295±0.004	0.317±0.013
		잎	0.333±0.004	0.407±0.004
		꽃봉오리	0.156±0.001	0.170±0.004
		잎+줄기	0.255±0.009	0.317±0.017
		전초	0.524±0.007	0.636±0.005
		전초	0.303±0.009	0.472±0.014
		꽃	0.511±0.000	0.665±0.003
		잎	0.278±0.004	0.419±0.000
		홀씨	0.542±0.179	0.651±0.073
		화경	1.483±0.004	1.965±0.133
		뿌리	0.678±0.014	0.787±0.010

(나) Fe²⁺ chelating 효과

*Aster*속에서는 해국 잎줄기의 Fe²⁺ chelate 효과가 가장 우수하였다. 그러나 모든 시료에서

대조구인 EDTA에 비하여 극히 낮은 킬레이팅 활성을 보였다. 부위별로 분석한 결과, 벌개미취는 꽃 추출물의 킬레이팅 효과가 우수하였으나, 다른 시료들은 모두 꽃 추출물의 킬레이팅 효과가 우수하였다.

표 3-37. *Aster*속 식물들의 radical 소거활성

Scientific name	Korean name	Part	Fe ²⁺ chelate RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)
BHT			0.030±0.003
<i>Aster altaicus</i> var. <i>uchiyamae</i>	단양쑥부쟁이	잎+줄기	1.739±0.060
<i>Aster koraiensis</i>	벌개미취	꽃	2.417±0.053
		잎+줄기	3.260±0.102
<i>Aster maackii</i>	좁개미취	꽃	2.566±0.141
		잎+줄기	1.564±0.267
<i>Aster pilosus</i>	미국쑥부쟁이	꽃	4.626±0.205
		잎+줄기	1.947±0.311
<i>Aster scaber</i>	참취	꽃	2.771±0.219
		잎+줄기	1.526±0.109
<i>Aster sphathulifolius</i>	해국	꽃	3.078±0.225
		잎줄기	1.210±0.014

*Chrysanthemum*속 마가렛트, 국화, 낙동구절초의 Fe²⁺ chelate을 비교한 결과, 국화 꽃에서 가장 효과가 우수하였다. 그러나 국화의 잎+줄기는 꽃 추출물에 비하여 13.67배 정도 낮은 킬레이팅 효과를 보였으며, 전체 추출물 중 가장 낮은 킬레이팅 효과를 보였다. 따라서 같은 식물에서도 부위에 따라 킬레이팅 효과가 현저히 차이나는 것을 확인하였다. 한편, 마가렛트와 낙동구절초에서는 잎이 꽃보다 킬레이팅 효과가 우수하여 같은 속에서도 종에 따라 킬레이팅이 우수한 부위가 각기 다른 것으로 나타났다.

표 3-38. *Chrysanthemum*속 식물들의 radical 소거활성

Scientific name	Korean name	Part	Fe ²⁺ chelate RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)
EDTA			0.030±0.003
<i>Chrysanthemum frutescens</i>	마가렛트	꽃	3.419±0.151
		잎+줄기	1.540±0.008
<i>Chrysanthemum morifolium</i>	국화	꽃	0.938±0.084
		잎+줄기	12.819±0.367
<i>Chrysanthemum zawadskii</i> ssp. <i>naktongense</i>	낙동구절초	꽃	1.178±0.056
		잎	1.000±0.009

*Coreopsis*속 큰금계국과 기생초 부위별 추출물의 Fe²⁺ chelate 효과를 분석한 결과, 큰금계국은 꽃, 기생초는 잎+줄기에서 킬레이팅 효과가 우수하였으며, 큰금계국 꽃 추출물에서 킬레이팅 효과가 가장 우수하였다. 그러나 두 종 모두 대조구인 EDTA에 비하여 극히 낮은 킬레이팅 활성을 보였다.

표 3-39. *Coreopsis*속 식물들의 radical 소거활성

Scientific name	Korean name	Part	Fe ²⁺ chelate RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)
EDTA			0.030±0.003
<i>Coreopsis lanceolata</i>	큰금계국	꽃	1.620±0.236
		잎	2.167±0.076
<i>Coreopsis tinctoria</i>	기생초	꽃	3.490±0.028
		잎+줄기	2.262±0.122

*Dendranthema*속에서는 산국 꽃에서 Fe²⁺ chelate 효과가 가장 우수하였으며, 전체 국화과 시료 중 가장 우수한 킬레이팅 효과를 보였다. 그러나, 산국 꽃 추출물의 킬레이팅 효과 또한 EDTA에 비하여 극히 낮게 나타났다. 부위별로 분석한 결과, 산국과 구절초는 꽃에서 감국과 울릉국화는 잎 또는 잎+줄기 추출물에서 킬레이팅 효과가 우수하게 나타났다.

표 3-40. *Dendranthema*속 식물들의 radical 소거활성

Scientific name	Korean name	Part	Fe ²⁺ chelate RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)
EDTA			0.030±0.003
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	꽃	0.717±0.023
		잎+줄기	1.164±0.009
<i>Dendranthema indicum</i>	감국	꽃	2.022±0.173
		잎	1.947±0.141
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	꽃	1.633±0.009
		잎+줄기	1.890±0.000
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	울릉국화	꽃	3.921±0.103
		잎+줄기	1.340±0.008
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>yezoense</i>	남구절초	줄기	1.207±0.015

*Hieracium*속에서는 알프스민들레 꽃에서 Fe²⁺ chelate 효과가 가장 우수하였다. 그러나 조밥나물에서는 잎+줄기 추출물에서 Fe²⁺ chelate 효과가 가장 우수하였다. 따라서 같은 속에서도 식물 종에 따라 Fe²⁺ chelate 효과가 우수한 부위가 각기 다르다는 것을 다시 확인할 수 있었다.

표 3-41. *Hieracium*속 식물들의 radical 소거활성

Scientific name	Korean name	Part	Fe ²⁺ chelate RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)
EDTA			0.030±0.003
<i>Hieracium pilosella</i>	알프스민들레	꽃	0.903±0.107
		잎+줄기	2.307±0.090
<i>Hieracium umbellatum</i>	조밥나물	꽃	1.970±0.143
		잎+줄기	1.690±0.063

12종의 국화과 식물 추출물의 Fe²⁺ chelate 효과를 분석한 결과, 서양민들레 뿌리에서 가장

효과가 우수하였으며, 산비장이 꽃에서 효과가 가장 낮았다. 서양민들레 뿌리는 서양민들레의 부위 중 라디칼소거능은 가장 낮은 것으로 나타났으나, Fe²⁺ chelate 효과가 우수한 것으로 나타났다. 따라서 한 가지 식물이 모든 항산화 효과가 우수한 것은 아니며, 특정 항산화 효과가 낮게 나타나더라도 다른 항산화 효과가 우수할 수 있다는 것을 확인하였다. 한편, 산비장이의 꽃봉오리는 꽃에 비하여 약 1.82배 정도 우수한 Fe²⁺ chelate 효과를 보였다. 따라서 꽃이 개화할 때 일어나는 생리작용이 식물의 Fe²⁺ chelate 효과에 큰 영향을 주는 것으로 생각되었다.

표 3-42. 다양한 국화과 식물들의 radical 소거활성

Scientific name	Korean name	Part	Fe ²⁺ chelate RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)
EDTA			0.030±0.003
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	꽃 잎	1.363±0.129 2.338±0.244
<i>Arctium lappa</i>	우엉	잎+줄기	2.721±0.108
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	꽃 잎+줄기	2.426±0.319 1.564±0.267
<i>Echinacea angustifolia</i>	에키나세아	꽃 잎+줄기	2.416±0.034 3.264±0.054
<i>Eupatorium japonicum</i>	등골나물	꽃 잎+줄기	1.930±0.088 1.530±0.114
<i>Ixeris stolonifera</i>	좁쌀바귀	꽃 잎	1.920±0.105 2.325±0.182
<i>Matricaria recutita</i>	저먼캐모마일	꽃 잎+줄기	1.753±0.331 1.391±0.070
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	꽃 잎+줄기	1.997±0.095 3.529±0.121
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	꽃 꽃봉오리 잎+줄기	4.430±0.121 2.436±0.107 2.830±0.016
<i>Solidago virgaurea</i> ssp. <i>gigantea</i>	울릉 미역취	꽃 잎	1.712±0.053 3.178±0.280
<i>Synurus deltoides</i>	수리취	꽃봉오리 잎+줄기	1.819±0.019 1.512±0.053
<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레	전초 꽃 잎 화경 뿌리	2.036±0.239 3.504±0.467 3.267±0.340 2.383±0.190 1.232±0.097

이상으로 다양한 국화과 식물을 대상으로 부위별 DPPH radical, ABTS radical 소거능 및 Fe²⁺ chelate 효과를 분석하였다. 그 결과, 국화과 식물은 DPPH radical 보다는 ABTS radical 소거능이 우수한 경향을 보였다. 대부분의 시료에서 꽃 추출물의 항산화 활성이 우수한 경향을 보였으나, 식물 종에 따라 항산화 활성이 우수한 부위가 각기 다르게 나타났다. Fe²⁺ chelate 효과는 모든 시료에서 대조구인 EDTA보다 낮게 나타났다. DPPH radical 소거능은 알프스민들레 꽃과 곤달비 잎 추출물에서 우수하였으며, 합성 항산화제인 BHT보다도 소거활성이 우수

하였다. 또한, 저먼캐모마일, 기생초, 울릉국화, 참취, 좁개미취, 큰금계국의 꽃과 코스보스, 산비장이, 국화, 구절초의 잎+줄기, 산비장이와 수리취의 꽃봉오리는 천연 항산화제인 ascorbic acid보다 ABTS radical 소거능이 우수하였다. 또한, 알프스민들레, 에키나세아, 저먼캐모마일의 잎+줄기 및 미국쑥부쟁이의 꽃은 합성항산화제인 BHT보다 ABTS 라디칼 소거능이 우수하였다. 따라서 상기의 식물들은 천연 항산화제로써 개발 가치가 상당히 높다고 생각된다.

(4) 국화과 식물의 항산화 효과에 영향을 미치는 요인별 상관관계 분석

국화과 식물 추출물의 항산화 활성, 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량의 상관관계를 분석하였다. 그 결과, 총 폴리페놀 함량은 총 플라보노이드 함량과 연관성이 $R^2=0.8342$ 로 높았는데, 이는 대부분의 식물에서 폴리페놀 함량이 높을 경우 플라보노이드 함량이 높았다는 Choi 등(2005)의 연구결과와 일치하였다.

DPPH와 ABTS radical 소거능의 상관관계는 $R^2=0.5545$ 로 나타나 정의 상관관계를 보였으나, ferrous ion chelating 효과와 DPPH 및 ABTS radical 소거능은 각각 R^2 값이 0.003 및 0.0006으로 나타나 상관관계를 보이지 않았다. 따라서 DPPH와 ABTS radical 소거활성 간에는 서로 상관성이 있으나, 시료에 따라 radical 소거 활성의 정도에는 다소 차이가 있는 것으로 보여진다. 한편 ferrous ion chelating 효과는 DPPH와 ABTS radical 소거활성에 영향을 거의 미치지 않는 것으로 나타났다.

총 폴리페놀 함량과 DPPH radical 소거활성의 관계는 $R^2=0.4563$ 으로 나타났는데, 이는 양치식물을 대상으로 연구한 Jeong 등(2007a)의 결과($R^2=0.42$)와 비슷한 경향을 보였으며, 총 폴리페놀 함량이 높을수록 DPPH radical 소거활성이 높아지는 정의 상관관계가 있음을 확인하였다. 그러나 Kim 등(2004)의 약용식물에 대한 항산화 연구에서 상관관계가 $R^2=0.849$ 로 나온 것보다는 낮은 상관관계를 보여 식물의 종류에 따라 총 폴리페놀 함량과 DPPH radical 소거활성 간의 상관관계가 다르다는 것을 알 수 있었다.

총 폴리페놀 함량과 ABTS radical 소거능의 관계는 $R^2=0.4242$ 의 상관관계로 나타나 DPPH radical 소거 활성과의 상관관계($R^2=0.4563$)와 비슷하였는데, 이것은 양치식물을 대상으로 한 Jeong 등(2007a)의 연구 결과($R^2=0.35$)와도 비슷한 경향이였다. 한편 ferrous ion chelating 효과와 총 폴리페놀 함량은 $R^2=0.0452$ 로 상관관계가 거의 없는 것으로 나타났다.

항산화 효과를 분석하는데 사용된 여러 방법들 간에는 이처럼 상관관계가 높을 수도 있고, 낮을 수도 있다. 실험방법이나 사용된 시료에 따라 다소 상이한 결과가 나타날 수도 있으므로, 식물의 생리활성을 분석할 때 한 가지 실험 결과만으로는 생리활성의 정도를 판단할 수 없으며, 여러 가지 요인에 대한 분석을 하여 나온 결과를 종합적으로 해석하고 판단해야할 것으로 생각되었다. 본 결과는 추후 각종 자원식물의 항산화 관련 연구에 기초 정보로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

표3-43. 항산화 물질 함량과 항산화 활성의 상관관계

	Coefficient of determination (R^2)				
	Polyphenol contents	Flavonoid contents	DPPH [•] scavenge(RC_{50})	ABTS ^{•+} scavenge(RC_{50})	Ferrous ion chelate(RC_{50})
Polyphenols	—	—	—	—	—
Flavonoids	0.8342	—	—	—	—
DPPH [•] scavenge	0.4563	0.3711	—	—	—
ABTS ^{•+} scavenge	0.4242	0.3410	0.5545	—	—
Fe ²⁺ chelate	0.0452	0.0784	0.0030	0.0006	—

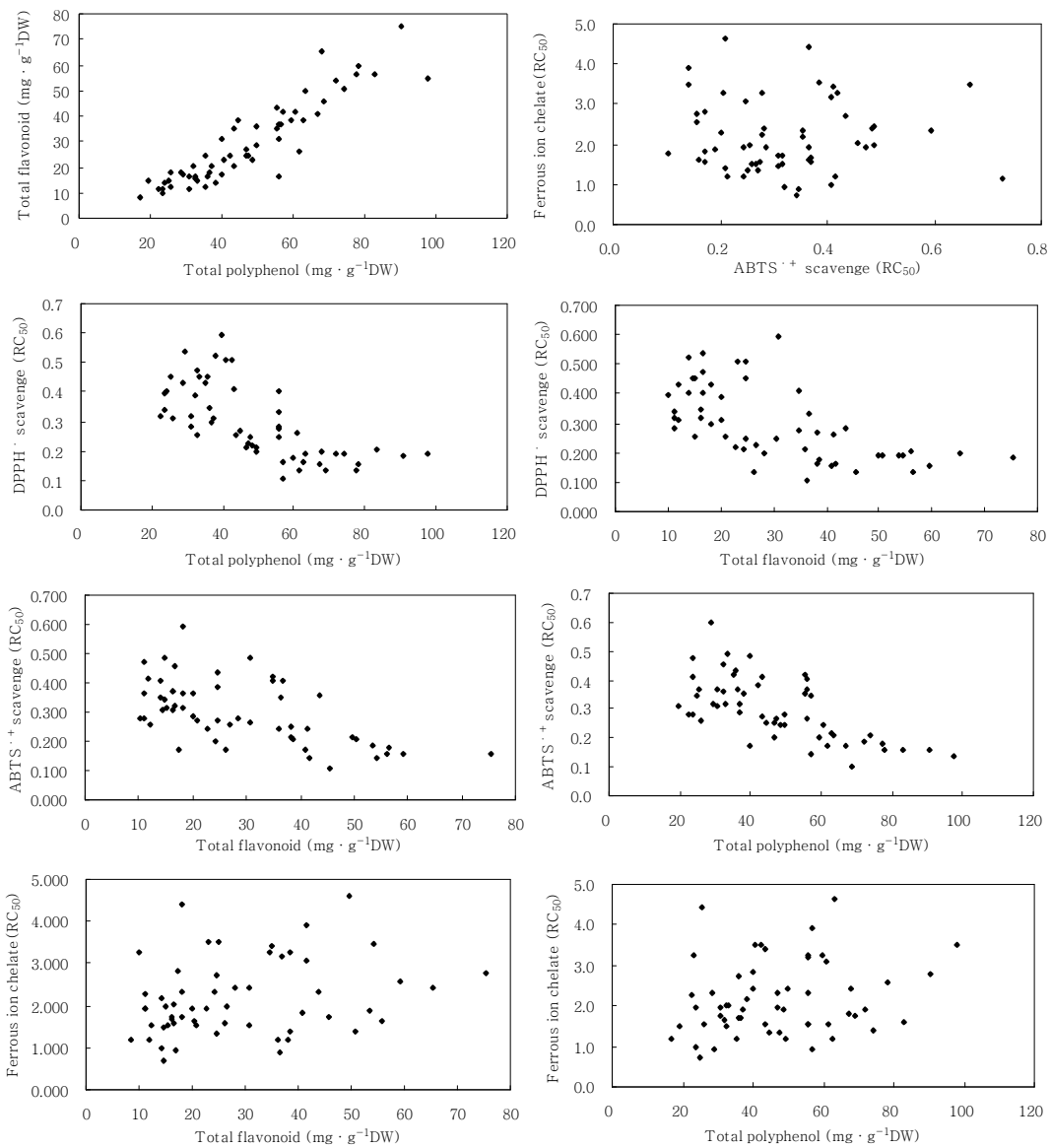


그림 3-2. 각각의 항산화 물질과 항산화 활성의 상관관계

이상의 결과를 종합해 보면, 국화과 식물의 폴리페놀과 플라보노이드 물질은 DPPH 및 ABTS radical 소거 활성에는 상당한 영향을 미치나, ferrous ion chelating 효과에는 영향을 미치지 않는 것으로 평가되었다.

5. 국화과 식물의 지질과산화 억제 활성

가. 실험 목적

지질은 인체 필수 영양물질이며, 세포막 구성 등 생체 내에서 중요한 역할을 한다. 이런 지질 중 이중결합을 많이 갖는 고도불포화지방산은 활성산소에 의하여 과산화지질이나 산화분해물을 생성한다. 이렇게 생성된 과산화지질은 체내 세포 기능저하, 동맥경화, 간질환, 망막증, 발암 등 각종 질병의 원인이 된다. 본 연구에서는 다양한 국화과 식물의 80% 에탄올 추출물을 대상으로 지질과산화 억제활성을 측정하여 천연 지질과산화 억제제를 개발하기 위하여 시행하였다.

나. 실험 재료

*Aster*속의 단양쑥부쟁이, 벌개미취, 좁개미취, 미국쑥부쟁이, 참취, 해국의 꽃과 잎줄기, *Chrysanthemum*속의 마가렛트, 국화, 낙동구절초의 꽃과 잎줄기, *Coreopsis*속의 큰금계국과 기생초의 꽃과 잎줄기, *Dendranthema*속의 산국, 감국, 구절초, 울릉국화의 꽃과 잎줄기 및 남구절초의 잎줄기, *Hieracium*속의 알프스민들레와 조밥나물의 꽃과 잎줄기 및 톱풀, 우엉, 코스모스, 에키나세아, 등골나물, 좁쌀바귀, 저먼케모마일, 각시취, 산비장이, 울릉미역취, 수리취, 서양민들레의 꽃과 잎 또는 잎+줄기 등 총 30종 국화과 식물의 58가지 시료를 수확 후 동결건조하였다. 동결건조한 시료를 분쇄기(FM-681C, Hanil Electric., Korea)로 분쇄한 후 -70°C 초저온 냉동고(SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

다. 실험 방법

(1) 시료의 추출

80% 에탄올을 용매로 하여 water bath와 냉각관이 부착된 환류추출장치(Chang Shin Co., Korea)를 사용하여 60°C 에서 6시간 추출하였다. 각각의 추출액을 여과지(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장을 사용하여 Vacuum Pump(GAST)로 감압여과 하였으며, 남은 잔사를 사용하여 같은 방법으로 총 3회 반복 추출하였다. 추출물은 질소 충전하여 -70°C 에 보관하면서 실험에 사용하였다.

(2) 지질과산화 억제활성 분석

Ferric thiocyanate(FTC) 방법을 사용하였으며 Haraguchi 등(1992)의 방법에 준해 실험하였다. 반응액은 농도가 $0.125\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 가 되도록 조제한 각각의 추출물 0.5 mL와 99.9% 에탄올에 녹인 2.51% linoleic acid(L1376, Sigma, USA) 0.5 mL, 0.05 M phosphate buffer(pH 7.0) 1 mL, 증류수 0.5 mL로 조성하였다. 조제된 반응액을 40°C 암소에서 incubation하면서 지질산패를 4일 간격으로 조사하였다. 조사할 때마다 반응액 100 μL , 75% 에탄올 2700 μL , 30% ammonium thiocyanate(221988, Sigma, USA) 100 μL , 20 mM ferrous chloride(iron(II)

chloride tetrahydrate; 220299, Sigma, USA) 100 μL를 순서대로 첨가하고 정확히 3분 후에 500nm에서 흡광도를 조사하여 산화된 정도를 측정하였다. 조사는 4일 간격으로 하였으며 총 32일 동안 실험하였다. 양성 대조군으로는 BHT를 시료와 같은 방법으로 사용하여 추출물 시료의 과산화억제율과 비교하였다. Linoleic acid에 의한 과산화 저해율을 용매만을 사용한 대조군의 흡광도에서 시료 첨가군의 흡광도 값을 뺀 값을 대조군의 흡광도 값으로 나눈 값의 백분율로 산출하여 경과일수에 따른 시료의 지질과산화 억제율 구하였다.

$$\text{지질 과산화 억제율 (\%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 시료가 첨가된 반응물의 흡광도, B: 대조군의 흡광도

라. 실험 결과

*Aster*속의 단양쭉부쟁이, 벌개미취, 쯤개미취, 미국쭉부쟁이, 참취 및 해국의 지질과산화 억제활성을 분석한 결과, 해국의 잎줄기, 참취 및 벌개미취의 꽃 추출물에서 지질과산화 억제 활성이 가장 우수하였다. 해국의 잎줄기, 참취 및 벌개미취의 꽃 추출물은 합성 항산화제인 BHT보다 지질과산화 억제활성이 우수하였으며, 참취 꽃은 20일, 쯤개미취 꽃과 해국의 잎줄기는 32일 까지 지질과산화 억제활성이 지속되었다. 해국과 단양쭉부쟁이는 꽃 보다는 잎줄기 추출물에서 지질과산화 억제활성이 우수하였으나, 벌개미취, 쯤개미취, 미국쭉부쟁이 및 참취는 잎줄기보다는 꽃의 추출물에서 지질과산화 억제활성이 우수하였다.

표 3-44. *Aster*속 식물들의 부위별 지질과산화 억제활성

Scientific name	Korean name	Part	Inhibitory rate (%)							
			4th day	8th day	12th day	16th day	20th day	24th day	28th day	32nd day
BHT			89.35	86.42	79.93	50.47	21.42	ND	ND	ND ^z
<i>A. altaicus</i> var.	단양쭉부쟁이	Flowers	62.64	ND ^z	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>uchiyamae</i>		Shoot	78.49	61.62	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>A. koraiensis</i>	벌개미취	Flowers	90.82	89.61	79.61	64.95	61.42	ND	ND	ND
		Shoot	81.42	74.67	69.37	63.85	16.74	ND	ND	ND
<i>A. maackii</i>	쯤개미취	Flowers	90.44	90.10	80.63	72.22	70.28	64.20	56.15	37.74
		Shoot	58.20	31.00	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>A. pilosus</i>	미국쭉부쟁이	Flowers	70.03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		Shoot	61.28	41.26	18.20	ND	ND	ND	ND	ND
<i>A. scaber</i>	참취	Flowers	90.98	90.18	81.55	71.93	70.26	58.18	20.60	ND
		Shoot	89.97	88.75	77.92	50.05	50.05	ND	ND	ND
<i>A. sphathulifolius</i>	해국	Flowers	85.46	24.28	7.03	ND	ND	ND	ND	ND
		Shoot	90.55	89.74	80.69	70.27	67.07	62.26	57.51	39.83

^zNot detected.

*Chrysanthemum*속의 마가렛트, 국화, 낙동구절초 부위별 추출물의 지질과산화 억제활성을 분석한 결과, 마가렛트와 국화의 잎줄기 추출물에서 지질과산화 억제효과가 가장 우수하였다. 그러나, 3종의 부위별 추출물 모두 합성항산화제인 BHT보다 지질과산화 억제활성이 낮게 나타났다. 특히 국화와 낙동구절초의 꽃은 4일 이후에는 지질과산화 억제활성이 나타나지 않았

다. 따라서 *Chrysanthemum*속의 식물들은 꽃보다는 잎줄기 추출물에서 지질과산화 억제활성이 우수한 것으로 생각되었다.

표 3-45. *Chrysanthemum*속 식물들의 부위별 지질과산화 억제활성

Scientific name	Korean name	Part	Inhibitory rate (%)							
			4th day	8th day	12th day	16th day	20th day	24th day	28th day	32nd day
BHT			89.35	86.42	79.93	50.47	21.42	ND	ND	ND ^z
<i>C. frutescens</i>	마가렛트	Flowers	90.19	87.40	60.22	ND ^z	ND	ND	ND	ND
		Shoot	68.69	50.33	20.10	5.64	ND	ND	ND	ND
<i>C. morifolium</i>	국화	Flowers	77.40	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		Shoot	73.32	66.01	60.73	3.98	ND	ND	ND	ND
<i>C. zawadskii</i> ssp. <i>naktongense</i>	낙동구절초	Flowers	74.69	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		Shoot	73.07	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

^zNot detected.

*Coreopsis*속의 큰금계국과 기생초 부위별 추출물의 지질과산화 억제활성을 조사한 결과, 큰금계국 꽃 추출물에서 지질과산화 억제활성이 가장 우수하였으며, 합성항산화제인 BHT보다 지질과산화 억제활성이 우수하였다. 큰금계국은 꽃 추출물의 지질과산화 억제활성이 우수하였으나, 기생초는 꽃 보다는 잎줄기 추출물의 지질과산화 억제활성이 우수하였다. 따라서 같은 속의 식물이라도 종에 따라 항산화 활성이 우수한 부위가 다른 것을 확인하였다.

표 3-46. *Coreopsis*속 식물들의 부위별 지질과산화 억제활성

Scientific name	Korean name	Part	Inhibitory rate (%)							
			4th day	8th day	12th day	16th day	20th day	24th day	28th day	32nd day
BHT			89.35	86.42	79.93	50.47	21.42	ND	ND	ND ^z
<i>C. lanceolata</i>	큰금계국	Flowers	89.98	88.97	78.74	74.87	59.95	22.10	ND ^z	ND
		Leaves	80.20	55.67	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>C. tinctoria</i>	기생초	Flowers	77.54	61.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		Shoot	49.50	23.22	16.24	8.24	ND	ND	ND	ND

^zNot detected.

*Dendranthema*속 식물들의 지질과산화 억제활성을 분석한 결과, 구절초, 울릉국화, 남구절초의 잎줄기 추출물에서 BHT보다 우수한 지질과산화 억제활성을 보였으며, 초기 반응 후 32일 까지 억제활성을 유지하였다. 산국, 감국, 구절초, 울릉국화의 꽃과 잎줄기의 지질과산화 억제활성을 비교한 결과, 꽃 보다는 잎줄기 추출물에서 지질과산화 억제활성이 우수하였다. 꽃 추출물의 지질과산화 억제활성은 잎줄기 추출물에 비하여 극히 낮았으며, 감국과 구절초의 꽃은 4일, 산국과 울릉국화의 꽃은 8일 이후에는 지질과산화 억제활성을 보이지 않았다.

표 3-47. *Dendranthema*속 식물들의 부위별 지질과산화 억제활성

Scientific name	Korean name	Part	Inhibitory rate (%)							
			4th day	8th day	12th day	16th day	20th day	24th day	28th day	32nd day
BHT			89.35	86.42	79.93	50.47	21.42	ND	ND	ND ^z
<i>D. boreale</i>	산국	Flowers	80.13	50.48	ND ^z	ND	ND	ND	ND	ND
		Shoot	90.21	87.76	78.22	40.41	ND	ND	ND	ND
<i>D. indicum</i>	감국	Flowers	63.59	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		Shoot	81.43	71.56	54.21	4.06	ND	ND	ND	ND
<i>D. zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	Flowers	74.29	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		Shoot	90.86	90.14	81.51	71.76	70.22	66.49	59.39	44.79
<i>D. zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	울릉국화	Flowers	75.74	24.08	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		Shoot	90.31	89.47	80.53	79.92	76.01	62.71	53.76	41.01
<i>D. zawadskii</i> var. <i>yezoense</i>	남구절초	Shoot	90.51	89.57	80.93	80.37	74.75	64.24	58.29	44.87

^zNot detected.

*Hieracium*속의 알프스민들레와 조밥나물의 부위별 80% 에탄올 추출물의 지질과산화 억제활성을 비교한 결과, 알프스민들레 꽃 추출물에서 지질과산화 억제활성이 가장 우수하였다. 알프스민들레 꽃은 BHT보다 지질과산화 억제활성이 우수하였으며, 24일까지 지질과산화 억제활성을 보였다. 알프스민들레 잎줄기 추출물은 12일, 조밥나물 잎줄기 추출물은 8일, 조밥나물 꽃 추출물은 4일 이후에는 지질과산화 억제활성을 보이지 않았다. 따라서 같은 속 식물도 종에 따라 지질과산화 억제활성이 높게 나타나는 것을 알 수 있었다.

표 3-48. *Hieracium*속 식물들의 부위별 지질과산화 억제활성

Scientific name	Korean name	Part	Inhibitory rate (%)							
			4th day	8th day	12th day	16th day	20th day	24th day	28th day	32nd day
BHT			89.35	86.42	79.93	50.47	21.42	ND	ND	ND ^z
<i>H. pilosella</i>	알프스민들레	Flowers	90.66	89.82	80.33	68.79	65.59	48.43	ND ^z	ND
		Leaves	77.94	60.30	25.78	ND	ND	ND	ND	ND
<i>H. umbellatum</i>	조밥나물	Flowers	72.16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		Shoot	75.17	1.79	ND	ND	ND	ND	ND	ND

^zNot detected.

튐풀, 우엉, 코스모스, 에키나세아, 등골나물, 쯤썸바귀, 저먼캐모마일, 각시취, 산비장이, 울릉미역취, 수리취, 서양민들레 등 12종의 국화과 식물 추출물의 지질과산화 억제활성을 4일 간격으로 조사하였다. 그 결과, 튐풀과 저먼캐모마일은 32일, 각시취의 꽃과 수리취 꽃봉오리는 28일, 등골나물 잎줄기 추출물은 24일까지 지질과산화 억제활성이 지속되었으며, BHT보다 지질과산화 억제활성이 우수하였다. 튐풀, 에키나세아, 저먼캐모마일, 각시취, 울릉미역취, 수리취는 꽃이 잎줄기보다 지질과산화 억제활성이 우수하였다. 그러나 코스모스, 등골나물, 쯤썸바귀는 꽃보다 잎줄기에서 지질과산화 억제활성이 우수하였으며, 산비장과 서양민들레는 꽃과 잎줄기 추출물의 지질과산화 억제활성이 유사하였다. 따라서 종에 따라서 지질과산화 억제활성이 우수한 부위가 다른 것을 확인하였다.

표 3-49. 국화과 식물들의 부위별 지질과산화 억제활성

Scientific name	Korean name	Part	Inhibitory rate (%)								
			4th day	8th day	12th day	16th day	20th day	24th day	28th day	32nd day	
BHT			89.35	86.42	79.93	50.47	21.42	ND	ND	ND ^z	
<i>Achillea alpina</i>	뚝풀	Flowers	90.67	89.43	80.69	69.17	68.60	58.85	43.46	14.37	
		Leaves	82.38	75.53	68.04	63.38	14.50	ND ^z	ND	ND	
<i>Arctium lappa</i>	우엉	Shoot	69.66	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	Flowers	76.97	51.85	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
		Shoot	78.78	63.75	34.12	ND	ND	ND	ND	ND	
<i>Echinacea angustifolia</i>	에키나세아	Flowers	89.96	88.36	75.60	30.11	ND	ND	ND	ND	
		Shoot	53.89	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
<i>Eupatorium japonicum</i>	등골나물	Flowers	90.37	89.08	78.81	47.87	ND	ND	ND	ND	
		Shoot	90.06	89.54	79.96	67.13	66.22	40.52	ND	ND	
<i>Ixeris stolonifera</i>	좁쌀바귀	Flowers	59.26	41.21	14.11	2.05	ND	ND	ND	ND	
		Leaves	79.41	67.59	49.82	ND	ND	ND	ND	ND	
<i>Matricaria recutita</i>	저먼캐모마일	Flowers	90.66	89.71	89.71	73.42	70.91	65.90	61.33	49.83	
		Shoot	55.30	54.93	32.15	ND	ND	ND	ND	ND	
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	Flowers	90.49	89.75	80.46	71.41	70.41	52.65	30.05	ND	
		Shoot	50.27	24.10	10.90	ND	ND	ND	ND	ND	
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	Flowers	77.26	0.38	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
		Shoot	77.56	1.62	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
<i>Solidago virgaurea</i> ssp. <i>gigantea</i>	울릉미역취	Flowers	81.43	73.73	61.45	29.49	ND	ND	ND	ND	
		Leaves	79.84	67.44	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
<i>Synurus deltooides</i>	수리취	Flower bud	90.56	90.17	80.83	72.35	70.75	51.30	7.25	ND	
		Shoot	61.10	24.10	5.66	ND	ND	ND	ND	ND	
<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레	Flowers	69.95	25.91	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
		Leaves	84.18	30.69	ND	ND	ND	ND	ND	ND	

^zNot detected.

이상으로 30종 국화과 식물의 58가지 추출물의 지질과산화 억제활성을 분석한 결과, 뚝풀 꽃, 좁개미취 꽃, 참취 꽃, 해국 지상부, 큰금계국 꽃, 구절초 지상부, 울릉국화 지상부, 남구절초 지상부, 등골나물 지상부, 알프스민들레 꽃, 저먼캐모마일 꽃, 각시취 꽃, 수리취 꽃봉오리 등 13개 시료는 BHT가 지질과산화 억제활성을 나타내지 않은 24일째에도 지질과산화 억제활성을 나타냈다. 특히 뚝풀 꽃, 좁개미취 꽃, 해국 지상부, 구절초 지상부, 울릉국화 지상부, 남구절초 지상부, 저먼캐모마일 꽃 등 7개 시료는 초기 반응이 시작된 지 32일후에도 14.37~49.83%의 지질과산화 억제활성을 보이는 등 지질과산화 억제활성이 매우 우수하므로 천연 항산화제로써의 활용 가치가 매우 높은 것으로 생각된다.

6. 국화과 식물의 항산화 효과 증가를 위한 적정 추출방법 개발

가. 실험 목적

식물의 생리활성을 조사할 때 주로 사용되는 환류냉각추출법은 식물의 가용성 물질을 안정적으로 추출할 수 있는 방법이지만(Cho 등, 2005a; Choi 등, 2005), 열로 인한 유용성분의 파괴, 가용성분 위주의 추출, 추출 시간이 오래 걸리는 등의 단점이 있다. 반면 초음파 추출법은 낮은 온도에서 추출하여 유용성분의 파괴를 줄일 수 있고 짧은 시간에도 높은 추출수율과 생리활성 효과를 기대할 수 있는 추출 방법이다(Kim 등, 2006; Park 등, 2004).

본 연구는 상기의 항산화 효과 실험에서 항산화 효과가 우수한 것으로 알려진 국화과 식물을 대상으로 적정 추출방법을 개발하기 위하여 시행하였다. 환류냉각추출 또는 초음파 수조를 이용한 초음파 추출로 얻어진 추출물의 항산화 물질함량 및 항산화 활성을 비교하여 같은 양의 건조시료로부터 항산화 효과를 증가시킬 수 있는 추출방법을 개발하고자 하였다.

나. 실험 재료

항산화효과가 우수한 것으로 나타난 참취 꽃, 큰금계국 꽃, 기생초 꽃, 좀개미취 꽃, 남구절초 지상부, 코스모스 지상부 등 6종류의 시료를 수확 후 동결건조 하였다. 동결건조한 시료를 분쇄기(FM-681C, Hanil Electric., Korea)로 분쇄한 후 -70°C 초저온 냉동고(SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

다. 실험 방법

(1) 시료의 추출

(가) 환류냉각추출

80% 에탄올을 용매로 하여 60°C 에서 6시간 동안 환류냉각추출하였다. 추출 후 여과지(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장을 깔고 Vacuum Pump(GAST)로 감압 여과 하였다. 여과 후 남은 잔사는 같은 방법으로 2회 더 추출하여 총 3회 반복 추출하였다(그림 3-3).

(나) 초음파 추출

초음파 추출은 80% 에탄올을 용매로 하여 물을 채운 $42\text{kHz}(\pm 6\%)$ 의 초음파 수조에서 15, 30 및 45분씩 초음파 처리하여 추출하였다. 이 때, 삼각플라스크의 바닥면이 초음파 수조의 바닥에 닿지 않도록 stainless rack을 아래에 받친 후 그 위에 삼각플라스크를 얹어 삼각플라스크 내의 추출물과 용매가 물에 완전히 잠기도록 하였다. 추출 후 환류냉각추출법과 같은 방법으로 여과하였으며, 초음파 추출물은 반복 추출하지 않고 1회 추출하였다(그림 3-3).

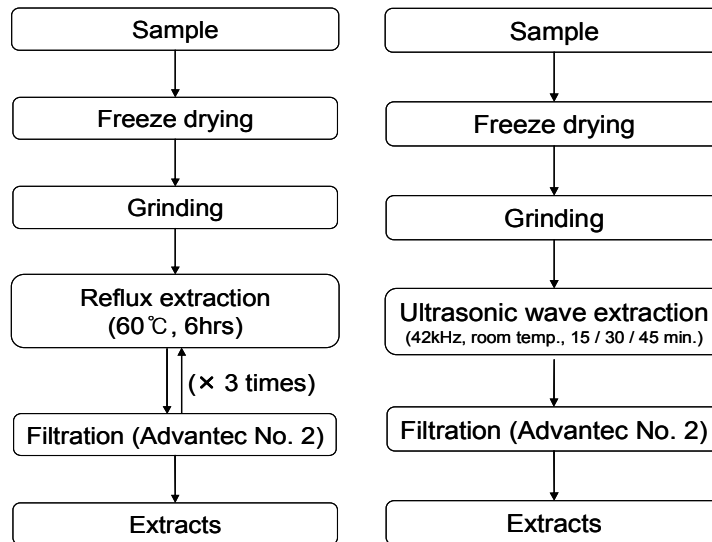


그림 3-3. 식물 시료의 추출방법

A: Reflux extraction, B: ultrasonic wave extraction.

모든 추출물은 여과 후 질소 충전하여 -70°C (SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였으며, 아래의 수식에 의하여 추출수율을 계산하였다.

$$\text{Extraction yield (\%)} = (A \times B / C) \times 100$$

A : 가용성 고형분 농도 ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), B : 총 추출량 (mL), C : 동결건조 시료 량 (mg)

(2) 추출 수율 측정

추출물의 추출수율은 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Extraction yield (\%)} = (A \times B / C) \times 100$$

A : 가용성 고형분 농도 ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), B : 총 추출량 (mL), C : 동결건조 시료 량 (mg)

(3) 항산화 물질의 함량

(가) 총 폴리페놀 함량

시료의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용하여 측정하였다(Velioglu 등, 1998). 추출물 시료 0.1 mL에 2% Na_2CO_3 2 mL을 혼합한 후 정확히 3분 후에 1 N-Folin & Ciocalteu's phenol reagent(F9252, Sigma, USA) 100 μL 를 첨가하고 충분히 혼합하였다. 실온에서 30분간 방치한 후 750nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 tannic acid(T0200, Sigma, China)를 표준물질로 사용하여 계산하였으며 결과 값을 건조시료 g당 tannic acid 함량 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다. 흡광도 측정에는 UV/Visible Spectrophotometer(Ultrospec 4000, Pharmacia Biotech.)를 사용하였다.

(나) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 diethylene glycol 비색법을 사용하였다(NFRI, 1990). 즉, 추출물 시료 0.2 mL에 diethylene glycol(H26456, Sigma, USA) 2 mL와 1 N NaOH 0.2 mL을 첨가하였다. 이를 37°C의 항온수조기(VS-190CS, Vision Sci., Korea)내에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 naringin(N1376, Sigma, USA)을 표준물질로 사용하여 작성하였으며 결과를 건조시료 g당 naringin 함량($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다.

(4) 항산화 활성 분석

(가) DPPH radical 소거능

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 전자공여 정도는 Blois(1958)의 방법을 응용하여 실행하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 0.2 mL와 0.15 mM DPPH(D9132, Sigma, USA) 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 증류수 0.2 mL에 0.15 mM DPPH 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정한 것으로 하였다. 전자공여능(EDA, %)은 시료 첨가구와 대조구(시료 무첨가구)의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였으며 대조구의 EDA를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$)를 RC_{50} 값으로 나타내었다.

양성 대조군으로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, China)를 시료 대신 같은 방법으로 사용하여 라디칼 소거활성을 비교하였으며 아래의 식에 의해 라디칼 소거활성을 계산하였다.

$$\text{Electron donating activity (EDA, \%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 시료 첨가구의 흡광도, B: 대조군의 흡광도

(나) ABTS radical 소거능

Re 등(1999)의 ABTS^+ cation decolorization assay 방법을 응용하여 실행하였다. 2.6 mM potassium persulfate(P5592, Sigma, USA)에 녹인 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis[3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid]diammonium salt; A9941, Sigma, USA)를 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. ABTS 용액의 농도는 사용 직전에 732nm에서 흡광도 값이 0.700 ± 0.030 (mean \pm SE)이 되도록 phosphate-buffered saline(pH 7.4)으로 희석하여 실험에 사용하였다. 농도별로 준비한 추출물 시료 50 μL 에 희석된 ABTS 용액 950 μL 를 각각 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼 소거활성 정도를 RC_{50} 값으로 나타내었다. 양성 대조군으로는 BHT와 ascorbic acid를 시료와 같은 방법으로 사용하여 라디칼 소거활성을 비교하였다.

(다) Ferrous ion chelating 효과

Yena 등(2002)의 방법을 응용하여 실행하였으며 추출물 내의 항산화 물질에 의해 ferrous ion이 chelate되는 원리를 이용하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 1 mL에 용매(80% 에탄올) 0.8 mL를 혼합하여 2 mM FeCl₂·4H₂O (iron(II) chloride tetrahydrate; 220299, Sigma, USA) 용액 100 μL와 5 mM ferrozine (3-[2-Pyridyl]-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid; P5338, Sigma, USA) 용액 100 μL를 순서대로 첨가하였다. 실온에서 10분간 반응시킨 후 562nm에서 흡광도를 측정하였고, 결과를 RC₅₀값으로 나타냈다. 양성 대조군으로는 EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid; E5134, Sigma, USA)를 사용하였으며 시료의 chelating 효과와 비교하였다.

(5) 지질과산화 억제활성 분석

지질과산화 억제활성은 Haraguchi 등(1992)의 방법을 변형하여 수행하였다. 실험에 사용한 반응액은 추출물 0.5mL(0.125mg·mL⁻¹), 2.51% linoleic acid 0.5mL, 0.05 M phosphate buffer(pH 7.0) 1mL와 증류수 0.5mL를 갈색병에 혼합한 후 실험 기간 내내 40°C의 암소에 저장하였다. 4일 간격으로 반응액 0.1mL, 75% 에탄올 2.7mL, 30% ammonium thiocyanate 0.1mL, 20mM ferrous chloride(iron(II) chloride tetrahydrate) 0.1mL를 혼합하여 3분 후 500nm에서 흡광도를 조사하였다. 지질과산화 억제율은 아래의 식으로 구하였다.

$$\text{지질 과산화 억제율 (\%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 시료가 첨가된 반응물의 흡광도, B: 대조군의 흡광도

라. 실험 결과

(1) 추출 수율 비교

참취 꽃과 좁개미취 꽃, 기생초 꽃의 경우 환류냉각추출물과 초음파 45분 추출물의 수율이 비슷하였다. 큰금계국 꽃은 초음파 15분 처리구와 환류냉각추출물의 수율이 서로 비슷하였으며, 코스모스 지상부와 남구절초 지상부는 모든 초음파 추출물이 환류냉각추출물에 비해 높은 추출수율을 나타냈다. 그리고 초음파 처리시간이 길어질수록 시료의 추출수율 또한 높아지는 경향을 보였다. 추출하는 데 소요되는 시간이 환류냉각추출물은 18시간(6시간 ×3회), 초음파추출물은 15분~45분 이었던 것을 고려할 때, 초음파 추출물이 환류냉각추출물보다 추출 수율 면에서 훨씬 경제적이고 효율적이었다. 이는 환류냉각추출 시에 미처 용출되지 않았던 여러 활성물질이 초음파 에너지로 인한 액체 간의 상호 탈기 작용으로 인해 추출 수율을 상승시킨 것으로 해석된다(Park 등, 2004). 따라서 추출하는데 소요되는 시간과 추출 수율을 고려할 때 초음파 추출법이 훨씬 효과적인 것으로 판단되었다.

표 3-50. 추출방법에 따른 각 시료별 추출 수율 비교

Scientific name	Korean name	Part	Extraction method	Extraction yield (dry basis, %)
<i>Aster scaber</i>	참취	Flowers	UL-15 min. ^z	27.05
			UL-30 min.	30.00
			UL-45 min.	34.65
			RE-6 h. ×3	34.58
<i>Aster maackii</i>	좁개미취	Flowers	UL-15 min.	22.75
			UL-30 min.	25.42
			UL-45 min.	27.72
			RE-6 h. ×3	27.80
<i>Coreopsis lanceolata</i>	큰금계국	Flowers	UL-15 min.	37.35
			UL-30 min.	41.25
			UL-45 min.	42.10
			RE-6 h. ×3	37.75
<i>Coreopsis tinctoria</i>	기생초	Flowers	UL-15 min.	33.85
			UL-30 min.	35.42
			UL-45 min.	39.35
			RE-6 h. ×3	39.00
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	Shoot	UL-15 min.	31.00
			UL-30 min.	32.75
			UL-45 min.	31.15
			RE-6 h. ×3	17.05
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>yezoense</i>	남구절초	Shoot	UL-15 min.	27.35
			UL-30 min.	26.30
			UL-45 min.	26.00
			RE-6 h. ×3	23.42

^zUL: ultrasonic wave extraction, RE: reflux extraction (3 times).

(2) 추출방법에 따른 항산화 물질의 함량 비교

(가) 총 폴리페놀의 함량

대부분의 시료에서 초음파 추출물의 총 폴리페놀은 초음파 처리 시간이 증가함에 따라 함량 또한 증가하는 경향을 보였다. 참취 꽃을 초음파 45분 처리한 추출물($93.24 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)의 총 폴리페놀 함량을 조사한 결과, 건조시료 g 당 함량이 환류냉각 추출물($90.46 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)의 함량과 비슷하였다. 큰금계국 꽃을 초음파 15, 30 및 45분 처리한 것이 각각 100.22, 120.39 및 $128.27 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 의 함량을 나타내 초음파 추출물은 환류냉각추출물($83.14 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)보다 높은 총 폴리페놀 함량을 가지는 것으로 조사되었다. 남구절초의 지상부 초음파 15분 처리구의 함량은 $67.36 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 으로 나타났는데 이는 남구절초 지상부 환류냉각추출물($62.84 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)의 함량보다 높았으며, 초음파 처리 시간이 길어질수록 총 폴리페놀의 함량 역시 증가하는 경향을 보였다. 코스모스 지상부의 초음파 처리 시간에 따른 총 폴리페놀 함량의 유의차는 나타나지 않았으며, 초음파 처리구는 환류냉각 추출물($61.45 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) 보다 높은 총 폴리페놀 함량을 가지는 것으로 나타났다. 기생초 꽃 또한 환류냉각 추출물($97.70 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)에 비해 초음파 처리한 추출물의 총

폴리페놀 함량이 더 높았으며, 그 중 초음파 30분 처리구($120.73 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)의 함량이 가장 높았고, 초음파 45분 처리구($118.99 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)와 15분 처리구($115.56 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) 에서도 높은 함량을 나타냈다. 좁개미취의 꽃을 초음파 15분 처리한 추출물은 $69.17 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 의 함량을 보여 환류냉각 추출물($78.15 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)에 비해 낮았으나, 초음파 30분 및 45분 처리한 추출물은 각각 83.66 및 $91.72 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 로 나타나 환류냉각 추출물보다 높은 폴리페놀 함량이 나타내었다. 연구의 결과, 환류냉각 추출물보다 초음파 추출물에서 더 높은 총 폴리페놀 함량이 조사되었으므로 초음파 추출 방법은 높은 폴리페놀성 물질을 얻을 수 있는 유용한 추출방법인 것으로 생각되었다.

(나) 총 플라보노이드의 함량

플라보노이드는 폴리페놀의 일종으로서 $C_3-C_3-C_6$ 의 일반적인 구조를 가지며 식물의 색소 성분 중 특히 황색 색소에 많이 들어있는 대표적인 항산화 물질이다. Naringin을 표준물질로 하여 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과, 참취 꽃의 경우 초음파 추출물보다 환류냉각 추출물의 함량이 높은 것으로 조사되었고 초음파 처리 시간이 증가할수록 총 플라보노이드 함량 또한 증가하는 경향을 보였다. 큰금계국 꽃의 초음파 추출물은 환류냉각 추출물보다 높은 플라보노이드 함량을 나타냈으며, 그 중 초음파 30분 처리구($73.85 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)에서 가장 높은 함량이 조사되었다. 남구절초 지상부 역시 환류냉각 추출물에 비해 초음파 추출물의 함량이 높았으며 초음파 처리 시간에 따른 함량의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 코스모스 지상부의 경우 초음파 30분 처리구의 함량이 가장 높았고, 모든 초음파 처리구의 총 플라보노이드 함량은 환류냉각추출물($26.18 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)의 함량보다 높았다. 좁개미취 꽃에서도 초음파 처리시간이 증가함에 따라 총 플라보노이드 함량 역시 증가하였고, 초음파 30분 처리구($60.67 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)의 함량은 환류냉각추출물($59.33 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)과 비슷하였다. 기생초 꽃 또한 초음파 처리 시간이 증가함에 따라 총 플라보노이드 함량이 증가하였으며, 그 중 초음파 30분과 45분 처리구는 환류냉각 추출물($54.40 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)의 함량과 비슷한 것으로 조사되었다. 특히 기생초 꽃의 경우에는 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량 간의 차이가 매우 컸는데, 이는 기생초 꽃이 플라보노이드 화합물 외에 다른 폴리페놀성 화합물을 많이 함유하기 때문으로 생각되었다. 연구의 결과, 초음파 추출 방법은 환류냉각추출법에 비해 높은 플라보노이드 화합물 얻을 수 있는 추출방법인 것으로 생각되었다.

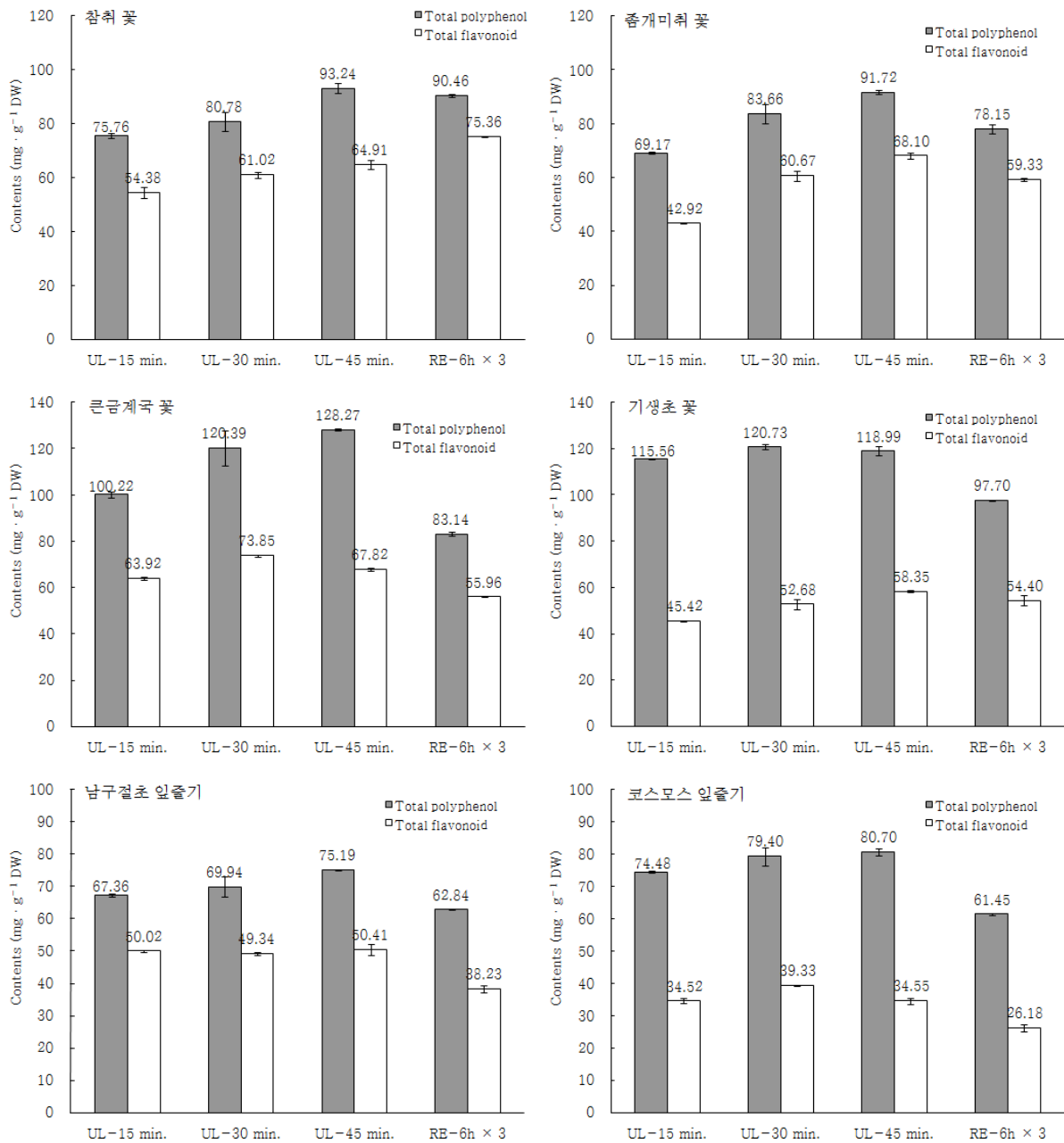


그림 3-4. 추출방법에 따른 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량

(3) 추출방법에 따른 항산화 활성 비교

(가) DPPH radical 소거능 비교

초음파 처리에 사용된 6개 시료 중 참취 꽃, 쯤개미취 꽃, 큰금계국 꽃 및 기생초 꽃의 DPPH radical 소거활성은 환류냉각 추출물에 비해 초음파 추출물이 더 높은 활성을 나타냈다. 한편, 시료 중 코스모스 지상부와 남구절초 지상부는 초음파 추출물에 비해 환류냉각 추출물의 DPPH radical 소거활성이 더 높거나 서로 간의 유의차가 나타나지 않았다.

참취 꽃, 쯤개미취 꽃 및 기생초 꽃 초음파 추출물의 DPPH radical 소거활성을 조사한 결과, 환류냉각 추출물에 비해 초음파 추출물이 더 높은 활성을 보였다. 초음파 30분 처리한 추

출물의 참취 꽃, 쯤개미취 꽃 및 기생초 꽃의 RC_{50} 값이 각각 0.141, 0.116 및 0.119 $mg \cdot mL^{-1}$ 로 나타나 초음파 30분 처리한 추출물의 활성이 가장 높았다. 큰금계국 꽃은 초음파 처리 시간에 따른 유의차가 나타나지 않았다. 코스모스 지상부의 경우, 초음파 추출물에 비해 환류냉각 추출물이 더 높은 활성을 보였고, 초음파 추출물 중에서는 초음파 45분 처리한 추출물이 0.148 $mg \cdot mL^{-1}$ 의 RC_{50} 값으로 가장 높은 활성을 나타냈다. 한편 남구절초 지상부는 모든 처리구 간에 따른 유의차가 나타나지 않았다.

(나) ABTS radical 소거능 비교

초음파 추출물과 환류냉각 추출물의 ABTS radical 소거활성을 비교한 결과, 시료에 따라 다소 상이한 결과를 보였다. 참취 꽃은 환류냉각 추출물의 소거활성이 더 높았으며 초음파 30분 처리구($RC_{50}=0.177 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)에 비해 초음파 45분 처리구($0.255 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)는 더 낮은 ABTS radical 소거활성을 보였다. 쯤개미취 꽃은 초음파 30분 처리구($0.160 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)와 환류냉각 추출물($0.158 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)의 활성이 서로 비슷하였으며 초음파 45분 처리한 추출물의 radical 소거활성이 가장 높았다. 큰금계국 꽃 역시 초음파 30분 처리구($0.160 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)와 환류냉각 추출물($0.160 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)의 활성이 서로 비슷하였다. 큰금계국 꽃의 추출물 중 초음파 15분 처리구가 $0.109 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 의 RC_{50} 값으로 가장 높은 ABTS radical 소거활성을 보였으며, 초음파 처리 시간이 길어질수록 소거활성이 낮아지는 경향을 보였다. 기생초 꽃은 초음파 30분 처리구($0.103 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)가 환류냉각추출물($0.140 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)보다 높은 소거활성을 나타냈다. 코스모스 지상부의 경우에는 초음파 15분 처리구($0.139 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)가 가장 높은 활성을 보였고, 다음으로는 환류냉각추출물($0.170 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)의 활성이 높았다. 남구절초 지상부는 환류냉각추출물에 비해 초음파 추출물의 활성이 더 높았으며, 그 중 초음파 15분 처리구($0.159 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)가 가장 높은 활성을 보였다.

(다) Ferrous chelating 효과 비교

초음파 처리한 추출물 및 환류냉각 추출물의 ferrous ion chelating 효과를 비교한 결과, 추출물에 따라 다소 상이한 결과를 나타냈다. 참취 꽃, 쯤개미취 꽃 및 기생초 꽃은 초음파 추출물보다 환류냉각 추출물이 비교적 높은 효과를 나타냈다.

참취 꽃과 쯤개미취 꽃은 초음파 처리시간이 길어질수록 chelating 효과가 낮아졌고, 기생초 꽃은 초음파 15분, 45분 처리구의 효과가 가장 높게 나타났다. 큰금계국 꽃의 경우에는 환류냉각 추출물($RC_{50}=1.620 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)이 초음파 15분 처리구($2.217 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)보다 높고, 초음파 30 및 45분 처리구 보다는 효과가 낮았다. 코스모스 지상부의 경우 환류냉각추출물($1.564 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)과 초음파 15분($1.640 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) 및 30분($1.624 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) 처리구의 효과는 비슷하였고 초음파 45분($3.025 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) 처리 시에는 효과가 더 낮아졌다. 남구절초 지상부는 추출물 시료 간에 유의차가 나타나지 않았다.

표 3-51. 6종의 국화과 식물의 추출방법에 따른 항산화 활성 비교

Scientific name	Korean name	Part	Extraction method	DPPH [·]	ABTS ^{·+} RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹)	Fe ²⁺ chelate
<i>Aster scaber</i>	참취	Flower	UL-15 min. ^z	0.154 b ^y	0.160 a	1.376 a
			UL-30 min.	0.141 a	0.177 a	1.405 a
			UL-45 min.	0.167 c	0.255 b	1.753 b
			RE-6 h. ×3	0.181 d	0.156 a	2.771 c
<i>Aster maackii</i>	좁개미취	Flower	UL-15 min.	0.130 b	0.143 b	0.853 a
			UL-30 min.	0.116 a	0.160 c	1.031 a
			UL-45 min.	0.119 ab	0.108 a	1.601 b
			RE-6 h. ×3	0.158 c	0.158 c	2.566 c
<i>Coreopsis lanceolata</i>	큰금계국	Flower	UL-15 min.	0.145 a	0.109 a	2.217 c
			UL-30 min.	0.134 a	0.160 b	1.026 a
			UL-45 min.	0.142 a	0.196 c	1.079 a
			RE-6 h. ×3	0.202 b	0.160 b	1.620 b
<i>Coreopsis tinctoria</i>	기생초	Flower	UL-15 min.	0.141 b	0.174 c	1.108 a
			UL-30 min.	0.119 a	0.103 a	1.601 b
			UL-45 min.	0.130 ab	0.171 c	1.264 a
			RE-6 h. ×3	0.194 c	0.140 b	3.490 c
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	Shoot	UL-15 min.	0.167 b	0.139 a	1.640 a
			UL-30 min.	0.155 b	0.231 d	1.624 a
			UL-45 min.	0.148 ab	0.210 c	3.025 b
			RE-6 h. ×3	0.135 a	0.170 b	1.564 a
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>yezoense</i>	남구절초	Shoot	UL-15 min.	0.175 a	0.159 a	0.895 a
			UL-30 min.	0.157 a	0.184 ab	0.803 a
			UL-45 min.	0.157 a	0.195 ab	1.036 a
			RE-6 h. ×3	0.166 a	0.213 b	1.207 a

^zUL: ultrasonic wave extraction, RE: reflux extraction (3 times).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p < 0.05$.

Duncan's test should be compared within each species.

(4) 추출방법에 따른 지질과산화 활성 비교

참취 꽃, 큰금계국 꽃, 남구절초 지상부, 코스모스 지상부를 초음파 추출하여 얻은 추출물의 경과 일수에 따른 지질 과산화 억제활성을 조사하였으며 환류냉각추출물의 결과와 비교하였다. 참취 꽃의 초음파 추출물은 환류냉각 추출물보다 과산화 억제 활성이 낮았으며 초음파 추출물 중 15분 처리구는 조사 16일째에 억제활성을 나타내지 않았으나 30분(15.83%), 45분(20.21%) 처리구는 16일째에도 지질과산화 억제활성을 나타내었다.

큰금계국 꽃의 경우 경과 8일째에 초음파 15분(83.26%) 처리구의 억제활성이 환류냉각추출물(55.67%) 보다 높았으나 그 이후 지질과산화 억제활성이 급격히 감소하여 16일째에는 초음파 15분 처리구에서 억제활성을 나타내지 않았다. 초음파 30분과 45분 처리구의 경우에는 항산화 효과가 낮지만 초음파 15분 처리구와 환류냉각추출물보다 효과가 더 오래 지속되었다.

남구절초 지상부의 초음파 추출물은 15분 처리구의 경우 조사 16일까지 억제능을 보였고 30분, 45분 처리구는 20일까지 억제활성을 나타냈다. 하지만 초음파 추출물은 조사 28일까지도

지질과산화 억제활성을 나타낸 환류냉각추출물보다 효과가 낮은 것으로 조사되었다.

코스모스 지상부의 초음파 30분 및 45분 처리구는 환류냉각추출물과 비슷하거나 약간 더 높은 지질과산화 억제활성을 보였다. 특히 45분 처리구는 경과 16일째에서도 24.12%의 지질과산화 억제능을 나타내 추출물 중 과산화 억제능이 가장 오래 지속되었다. 반면 초음파 15분 처리구는 조사 4일째 이후에 지질산패가 급격히 이루어져 8일째에는 지질과산화 억제활성을 나타내지 않았다.

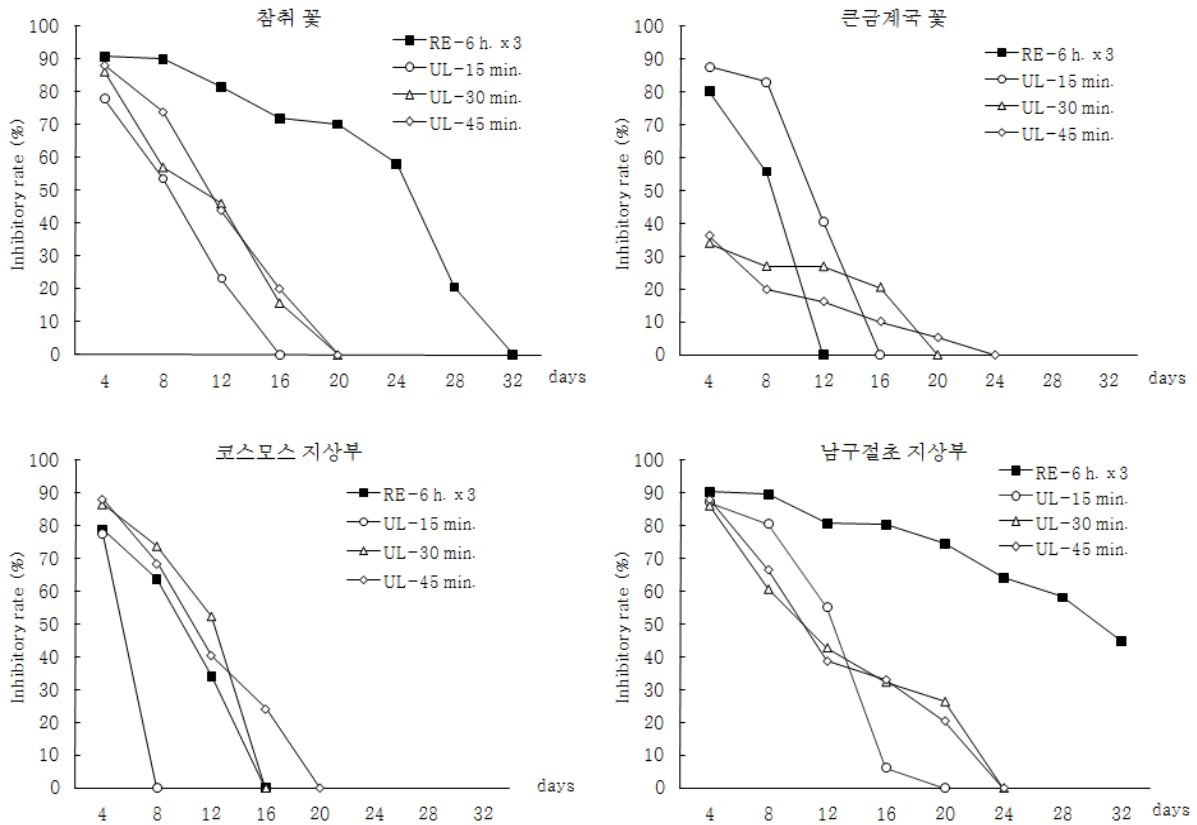


그림 3-5. 추출방법에 따른 참취 꽃, 큰금계국 꽃, 코스모스 지상부, 남구절초 지상부 추출물의 지질과산화 억제활성

이상으로 동결건조한 참취, 쯤개미취, 큰금계국, 기생초의 꽃과 남구절초, 코스모스의 지상부 건조시료를 60°C에서 6시간 환류냉각추출을 3회 반복하여 얻은 추출물과 42kHz의 초음파 수조에서 15, 30, 45분 동안 1회 추출한 추출물을 비교한 결과, 추출 수율은 두 종 모두 초음파 추출물에서 우수하였으며, 추출시간이 길어질수록 추출수율도 높아지는 경향을 보였다. 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량 또한 초음파 추출물에서 우수하였으며, 추출시간이 길어질수록 항산화 물질 함량도 증가하는 경향을 보였다. 참취, 쯤개미취, 큰금계국, 기생초 꽃 추출물은 종에 따라 적정 추출시간은 달랐으나, 초음파 추출물이 환류냉각추출물에 비하여 DPPH radical 소거능이 우수하였다. 그러나 남구절초와 코스모스의 지상부의 DHHP radical 소거능은 추출방법에 따른 차이가 없거나 환류냉각추출물이 다소 우수한 경향을 보였다. ABTS radical 소거능은 모든 시료에서 초음파 추출물에서 활성이 우수하였다. 참취, 쯤개미취, 큰금계국, 기생초 꽃의 Fe²⁺ chelating 효과는 초음파 추출물에서 우수하였으나, 남구절초와 코스모스 지상

부의 Fe²⁺ chelating 효과는 환류냉각추출물에서 우수하였다. 남구절초 지상부 추출물의 지질과산화 억제활성은 환류냉각추출물에서 가장 우수하였다. 지질과산화 억제활성은 식물에 따라 활성을 증가시킬 수 있는 추출방법이 다른 것으로 나타났다. 참취 꽃과 남구절초 지상부는 환류냉각추출물에서 지질과산화 억제활성이 우수하였으며, 큰금계국 꽃과 코스모스 지상부는 초음파 15분 처리구에서 지질과산화 억제활성이 가장 우수하였다.

따라서, 초음파 추출은 환류냉각추출보다 추출시간이 짧고, 항산화 물질의 추출 효율을 증가시킬 수 있는 경제적인 추출방법으로 생각되었다. 그러나 식물 종과 목표로 하는 항산화 효과에 따라 적합한 추출방법이 각기 다르게 나타났다. 그러므로 차후 국화과 식물로 천연 항산화제를 개발할 때는 식물 종과 목표로 하는 항산화 효과에 적합한 추출방법을 연구하여 적용해야 할 것으로 생각되었다.

7. 국화과 식물의 항산화 효과 증가를 위한 적정 수확 시기 구명

가. 실험 목적

기후 또는 토양적 차이로 인해 식물은 같은 종의 동일 부위라도 수확 시기, 자생지 또는 재배지에 따라 함유 성분에 큰 차이가 나타날 수 있다(Kim 등, 2003; Kang 등, 2002; Song 등, 1997). 따라서 본 연구는 수확시기를 달리한 구절초와 남구절초의 항산화 효과를 비교하여 보다 높은 항산화 효과를 기대할 수 있는 적정 수확시기를 구명하기 위하여 실시하였다.

나. 실험재료

충북 청원군 소재의 실험포장에서 재배 중인 구절초와 남구절초를 2006년 5월 9일(생육 초기), 7월 17일(생육 중기) 및 9월 3일(생육 후기)에 각각 수확하여 뿌리를 제거하고 지상부만 실험재료로 사용하였다(표 3-52). 각각의 시료는 수확 후 수세하여 동결건조하였다. 동결건조한 시료는 분쇄기(FM-681C, Hanil Electric., Korea)로 분쇄한 후 -70°C 초저온 냉동고(SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

표 3-52. 연구에 사용된 식물 재료

Scientific name	Korean name	Harvest date
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	May 09, 2006
		July 17, 2006
		Sept. 03, 2006
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>yezoense</i>	남구절초	May 09, 2006
		July 17, 2006
		Sept. 03, 2006

다. 실험 방법

(1) 시료의 추출

80% 에탄올을 용매로 하여 water bath와 냉각관이 부착된 환류추출장치(Chang Shin Co., Korea)를 사용하여 60℃에서 6시간 추출하였다. 각각의 추출액을 여과지(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장을 사용하여 Vacuum Pump(GAST)로 감압여과 하였으며, 남은 잔사를 사용하여 같은 방법으로 총 3회 반복 추출하였다. 추출물은 질소 충전하여 -70℃에 보관하면서 실험에 사용하였다.

(2) 추출 수율 측정

추출물의 추출수율은 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Extraction yield (\%)} = (A \times B / C) \times 100$$

A : 가용성 고형분 농도 ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), B : 총 추출량 (mL), C : 동결건조 시료 량 (mg)

(3) 항산화 물질의 함량

(가) 총 폴리페놀 함량

시료의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용하여 측정하였다(Velioglu 등, 1998). 추출물 시료 0.1 mL에 2% Na_2CO_3 2 mL을 혼합한 후 정확히 3분 후에 1 N-Folin & Ciocalteu's phenol reagent(F9252, Sigma, USA) 100 μL 를 첨가하고 충분히 혼합하였다. 실온에서 30분간 방치한 후 750nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 tannic acid(T0200, Sigma, China)를 표준물질로 사용하여 계산하였으며 결과 값을 건조시료 g당 tannic acid 함량 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다. 흡광도 측정에는 UV/Visible Spectrophotometer(Ultrospec 4000, Pharmacia Biotech.)를 사용하였다.

(나) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 diethylene glycol 비색법을 사용하였다(NFRI, 1990). 즉, 추출물 시료 0.2 mL에 diethylene glycol(H26456, Sigma, USA) 2 mL와 1 N NaOH 0.2 mL을 첨가하였다. 이를 37℃의 항온수조기(VS-190CS, Vision Sci., Korea)내에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 naringin(N1376, Sigma, USA)을 표준물질로 사용하여 작성하였으며 결과를 건조시료 g당 naringin 함량($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다.

(4) 항산화 활성 분석

(가) DPPH radical 소거능

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 전자공여 정도는 Blois(1958)의 방법을 응용하여 실행하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 0.2 mL와 0.15 mM DPPH(D9132, Sigma, USA) 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 증류수 0.2 mL에 0.15 mM DPPH 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정한 것으로 하였다. 전자공여능(EDA, %)은 시료 첨가구와 대조구(시료 무첨가구)의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였으며 대조구의 EDA를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$)를 RC_{50} 값으로 나타내었다.

양성 대조군으로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, China)를 시료 대신 같은 방법으로 사용하여 라디칼 소거활성을 비교하였으며 아래의 식에 의해 라디칼 소거활성을 계산하였다.

$$\text{Electron donating activity (EDA, \%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 시료 첨가구의 흡광도, B: 대조군의 흡광도

(나) ABTS radical 소거능

Re 등(1999)의 ABTS⁺ cation decolorization assay 방법을 응용하여 실행하였다. 2.6 mM potassium persulfate(P5592, Sigma, USA)에 녹인 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis[3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid]diammonium salt; A9941, Sigma, USA)를 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. ABTS 용액의 농도는 사용 직전에 732nm에서 흡광도 값이 0.700 ± 0.030 (mean \pm SE)이 되도록 phosphate-buffered saline(pH 7.4)으로 희석하여 실험에 사용하였다. 농도별로 준비한 추출물 시료 50 μ L에 희석된 ABTS 용액 950 μ L를 각각 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼 소거활성 정도를 RC_{50} 값으로 나타내었다. 양성 대조군으로는 BHT와 ascorbic acid를 시료와 같은 방법으로 사용하여 라디칼 소거활성을 비교하였다.

(다) Ferrous ion chelating 효과

Yena 등(2002)의 방법을 응용하여 실행하였으며 추출물 내의 항산화 물질에 의해 ferrous ion이 chelate되는 원리를 이용하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 1 mL에 용매(80% 에탄올) 0.8 mL를 혼합하여 2 mM $\text{FeCl}_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (iron(II) chloride tetrahydrate; 220299, Sigma, USA) 용액 100 μ L와 5 mM ferrozine (3-[2-Pyridyl]-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid; P5338, Sigma, USA) 용액 100 μ L를 순서대로 첨가하였다. 실온에서 10분간 반응시킨 후 562nm에서 흡광도를 측정하였고, 결과를 RC_{50} 값으로 나타냈다. 양성 대조군으로는 EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid; E5134, Sigma, USA)를 사용하였으며 시료의 chelating 효과와 비교하였다.

라. 실험 결과

(1) 시료의 수분함량 및 추출수율

수확한 시료의 수분함량은 68.9~83.1%로 나왔다. 생육초기에 수확한 남구절초와 구절초의 추출 수율은 각각 32.10 및 31.30%으로 가장 높았으며 수확 시기가 늦어질수록 식물체의 수분 함량과 추출수율이 낮아지는 경향을 보였다.

표 3-53. 구절초와 남구절초 지상부의 수확시기에 따른 수분 함량 및 추출수율의 차이

Scientific name	Korean name	Harvest date	Moisture (%)	Extraction yield (%)
<i>D. zawadskii</i> var. <i>yezoense</i>	구절초	May 09, 2006	81.2	32.10
		July 17, 2006	80.9	30.19
		Sept. 03, 2006	75.5	23.42
<i>D. zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	남구절초	May 09, 2006	83.1	31.30
		July 17, 2006	80.8	26.60
		Sept. 03, 2006	68.9	23.35

(2) 수확시기에 따른 항산화 물질 함량 비교

시기를 달리하여 수확한 남구절초와 구절초 지상부의 총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량을 비교한 결과, 두 식물 모두 생육 초기에 수확한 시료에서 항산화 물질 함량이 가장 높았으며, 수확 시기가 늦어질수록 항산화 물질의 함량이 낮아지는 경향을 보였다. 생육 초기인 5월에 채취한 구절초의 총 폴리페놀 함량은 $79.93 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 이었고, 생육 중기(7월)와 생육 후기(9월)에 수확할 경우는 각각 71.97 및 $65.28 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 로 함량이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 남구절초의 지상부도 생육 초기에 수확했을 때 $75.10 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 의 함량을 나타내어 생육 중기와 생육 후기에 수확한 것보다 높은 총 폴리페놀 함량을 나타냈다. 총 플라보노이드 함량 역시 생육초기에 수확한 구절초($57.84 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)와 남구절초($54.91 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)에서 가장 높게 나타났으며, 특히 생육 초기에 수확한 남구절초의 지상부는 생육 후기($38.23 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$)에 수확할 때보다 1.4 배 이상 높은 총 플라보노이드 함량을 나타내었다.

따라서 본 연구를 통하여 식물체의 생육시기에 따라 항산화 물질의 함량이 달라지는 것을 확인할 수 있었으며, 항산화 물질을 많이 함유한 구절초와 남구절초를 얻기 위해서는 생육 초기에 수확하는 것이 보다 유리할 것으로 생각되었다.

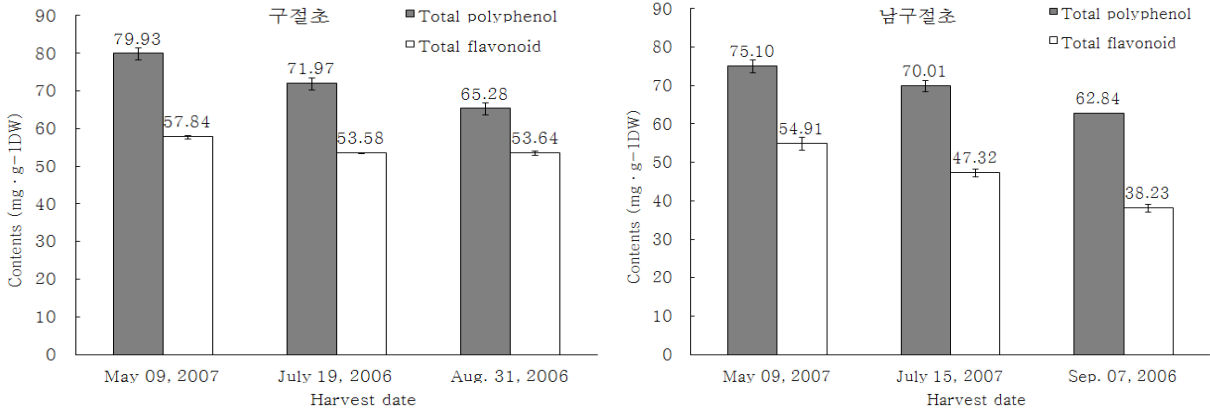


그림 3-6. 수확시기에 따른 구절초와 남구절초 지상부의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

(3) 수확시기에 따른 항산화 활성 비교

(가) DPPH assay에 의한 radical 소거효과 측정

합성 항산화제인 BHT와 천연 항산화제인 ascorbic acid를 대조군으로 하여 시료의 각 추출물에 대하여 free radical 소거활성을 측정한 결과, 구절초는 생육 초기에 수확한 시료의 추출물이 0.128 mg·mL⁻¹의 RC₅₀값을 나타내 BHT (RC₅₀=0.121 mg·mL⁻¹)와 비슷한 radical 소거활성을 보였고, 생육 중기와 생육 후기에 수확한 시료 간에 유의차는 나타나지 않았다. 그리고 남구절초의 모든 시료는 대조군보다 소거활성이 낮았고 수확 시기에 따른 시료 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

(나) ABTS assay에 의한 radical 소거효과 측정

남구절초와 구절초 모두 시료를 수확한 시기가 이룰수록 ABTS radical 소거활성이 높았으며, 생육 후기인 9월에 수확한 시료의 소거능은 현저히 떨어졌다. 남구절초는 생육 초기와 중기에 수확한 시료의 RC₅₀값이 각각 0.170 및 0.192 mg·mL⁻¹으로 나타나 대조구인 BHT (RC₅₀=0.217 mg·mL⁻¹)와 ascorbic acid (RC₅₀=0.199 mg·mL⁻¹)보다 활성이 높았고, 생육 후기 (RC₅₀=0.213 mg·mL⁻¹)에 수확한 시료도 BHT와 비슷한 ABTS radical 소거활성을 보여 전반적으로 우수한 ABTS radical 소거능을 보였다. 구절초는 생육 초기에 수확한 시료의 ABTS radical 소거활성이 0.133 mg·mL⁻¹의 RC₅₀값을 나타내 가장 모든 처리구 중 가장 높은 소거능을 보였으며, 대조구인 BHT와 ascorbic acid보다도 우수한 소거능을 보였다.

(다) Fe²⁺ chelate 효과

Fe²⁺ chelating 효과에 대한 결과는 표 3-54에 나타내었다. 구절초의 Fe²⁺ chelating 효과는 DPPH 및 ABTS radical 소거활성과는 달리 생육 후기에서 가장 우수하였으며, RC₅₀값이 1.112 mg·mL⁻¹로 나타났다. 그러나 대조구인 EDTA보다는 활성이 낮았다. 한편, 남구절초 지상부의 Fe²⁺ chelating 효과는 수확시기에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다.

표 3-54. 수확시기를 달리한 구절초와 남구절초의 DPPH와 ABTS radical 소거활성 및 ferrous ion chelating 효과 비교

Scientific name	Korean name	Harvest date	DPPH [·]	ABTS ^{·+}	Fe ²⁺ chelate
			RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹) ^z	RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹) ^y	RC ₅₀ (mg·mL ⁻¹) ^x
BHT			0.121±0.003 b ^w	0.217±0.004 d	—
EDTA			—	—	0.030±0.003 a
Ascorbic acid			0.026±0.000 a	0.199±0.009 cd	—
<i>D. zawadskii</i> var. <i>yezoense</i>	구절초	May 09, 2006	0.179±0.002 c	0.170±0.009 b	1.235±0.004 bc
		July 17, 2006	0.171±0.002 c	0.192±0.002 c	1.483±0.146 c
		Sept. 03, 2006	0.166±0.011 c	0.213±0.011 d	1.207±0.015 b
<i>D. zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	남구절초	May 09, 2006	0.128±0.001 b	0.133±0.009 a	1.421±0.007 cd
		July 17, 2006	0.192±0.013 d	0.189±0.003 bc	1.890±0.000 e
		Sept. 03, 2006	0.199±0.003 d	0.418±0.004 e	1.112±0.056 b

^zConcentration of the material which is required to scavenge 50% of 0.15mM DPPH radicals at 30 min. after the reaction.

^yConcentration of the material which is required to scavenge 50% of 7.4mM ABTS radicals at 10 min. after the reaction.

^xConcentration of the material which is required to reduction 50% of ferrous ion at 10 min. after starting the reaction.

^wMean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p < 0.05$.

Values are mean±SE.

이상으로 구절초와 남구절초의 수확 시기에 따른 항산화 효과를 비교한 결과, 구절초와 남구절초 모두 수확 시기가 늦어질수록 식물체의 수분 함량과 추출 수율이 낮아졌다. 두 종 모두 수확 시기가 빠를수록 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량이 높은 경향을 보였으며, 생육 초기에 수확한 구절초와 남구절초의 총 폴리페놀 함량은 각각 79.93 및 75.10 mg·g⁻¹로 총 플라보노이드 함량(57.84, 54.91 mg·g⁻¹)에 비해 높았다. DPPH 및 ABTS radical 소거능은 두 종 모두 이른 시기에 수확한 시료일수록 활성이 높은 경향을 보였다. 그러나 Fe²⁺ chelating 효과는 두 종 모두 생육 후기에 수확할 때 효과가 우수하였다. 따라서 식물의 생육 시기에 따라 시료의 수분함량, 건조시료의 추출 수율, 항산화 물질의 함량 및 항산화활성이 모두 달라지는 것을 확인하였다. 또한, 목표로 하는 항산화 효과에 따라 적정 수확시기가 다른 것으로 나타났다. 따라서 국화과 식물을 이용하여 천연 항산화제를 개발할 경우에는 목표로 하는 항산화 효과에 맞춰 수확시기를 정할 필요가 있다.

8. 기생초 꽃 분획물의 항산화 효과

가. 실험 목적

상기의 실험에서 가장 우수한 항산화 효과를 보인 것으로 나타난 기생초 꽃 80% 에탄올 추출물을 n-hexane, chloroform, ethyl acetate, n-butanol, water로 순차 분획하였다. 순차 분획으로 얻어진 각 분획물의 항산화 활성을 비교하여 기생초의 항산화 활성에 영향을 주는 생리활성 물질의 분리를 위한 기초 연구를 수행하였다.

나. 실험 재료

충북 괴산군 소재의 실험포장에서 채배중인 기생초의 꽃을 2006년 9월 21일에 채취하여 동결건조 하였다. 동결건조한 시료는 분쇄기(FM-681C, Hanil Electric., Korea)로 분쇄한 후 -70°C 초저온 냉동고(SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

다. 실험 방법

(1) 건조시료의 추출 및 추출물의 분획

용매 분획별 생리활성을 조사하기 위하여 동결건조한 시료를 분쇄한 후 2g을 취하여 80% 에탄올을 용매로 60°C 에서 3시간 환류냉각추출을 3회 반복 실시하여 조추출물을 제조하였다. 조추출물을 Rotary vacuum evaporator(N-1000, EYELA, Japan)으로 감압농축과 동결건조(FD8512, IIShin Lab. Co. Ltd., Korea)를 순서대로 실시하여 고형분 시료를 얻었다. 얻어진 가용성 고형분 시료, 증류수, n-hexane을 1:9:10의 비율로 혼합하여 분획한 후 n-hexane층을 농축하여 n-hexane 분획물을 얻었다. n-hexane 분획 후 수층은 다시 chloroform, ethyl acetate, n-butanol 순으로 순차적으로 용매 분획하였으며(그림 3-7), 각각의 분획층을 감압농축한 후 동결건조하여 가용성 분획물을 얻었다. 각 분획물은 증류수에 녹여 실험에 사용하였다.

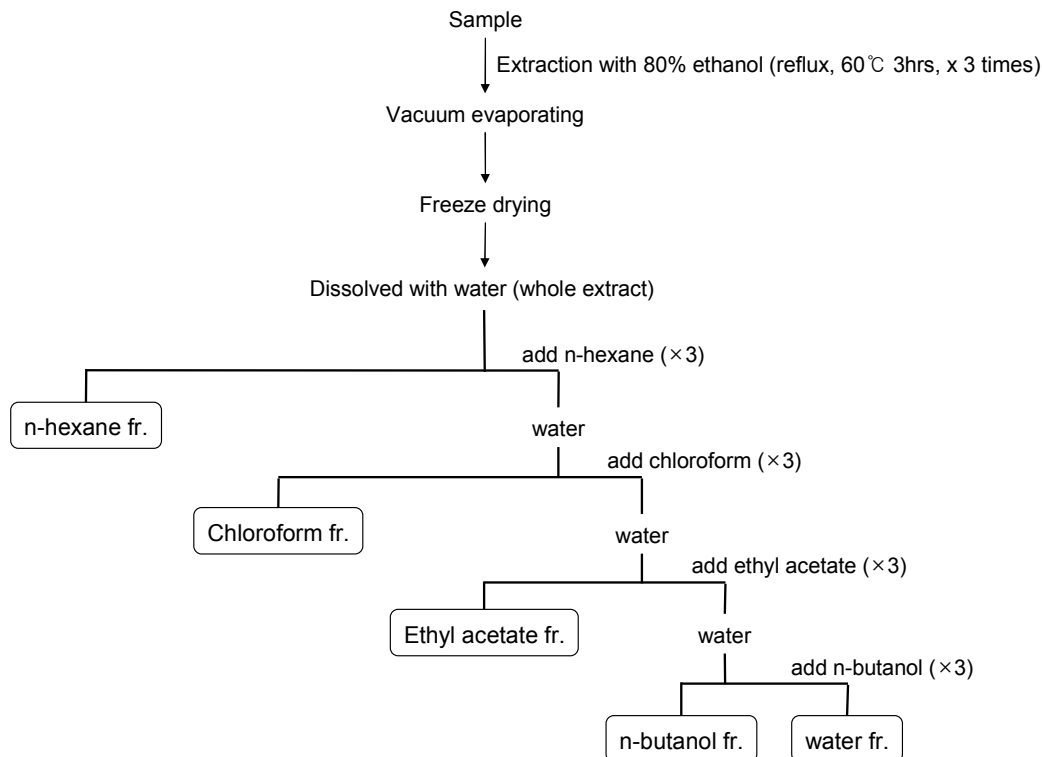


그림 3-7. N-hexane, chloroform, ethyl acetate 및 n-butanol을 이용한 조추출물의 분획

(2) 추출물 및 분획물의 수율 측정

추출물의 추출수율은 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Extraction yield (\%)} = (A \times B / C) \times 100$$

A : 가용성 고형분 농도 ($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), B : 총 추출량 (mL), C : 동결건조 시료 량 (mg)

(3) 항산화 물질의 함량

(가) 총 폴리페놀 함량

시료의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용하여 측정하였다(Velioglu 등, 1998). 추출물 시료 0.1 mL에 2% Na_2CO_3 2 mL을 혼합한 후 정확히 3분 후에 1 N-Folin & Ciocalteu's phenol reagent(F9252, Sigma, USA) 100 μL 를 첨가하고 충분히 혼합하였다. 실온에서 30분간 방치한 후 750nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 tannic acid(T0200, Sigma, China)를 표준물질로 사용하여 계산하였으며 결과 값을 건조시료 g당 tannic acid 함량 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다. 흡광도 측정에는 UV/Visible Spectrophotometer(Ultrospec 4000, Pharmacia Biotech.)를 사용하였다.

(나) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 diethylene glycol 비색법을 사용하였다(NFRI, 1990). 즉, 추출물 시료 0.2 mL에 diethylene glycol(H26456, Sigma, USA) 2 mL와 1 N NaOH 0.2 mL을 첨가하였다. 이를 37°C의 항온수조기(VS-190CS, Vision Sci., Korea)내에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 검량 곡선은 naringin(N1376, Sigma, USA)을 표준물질로 사용하여 작성하였으며 결과를 건조시료 g당 naringin 함량($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)으로 나타내었다.

(4) 항산화 활성 분석

(가) DPPH radical 소거능

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 전자공여 정도는 Blois(1958)의 방법을 응용하여 실행하였다. 용매 추출물의 농도별 희석 용액 0.2 mL와 0.15 mM DPPH(D9132, Sigma, USA) 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 증류수 0.2 mL에 0.15 mM DPPH 용액 0.8 mL을 가한 후 실온 암상태에서 30분간 방치한 후 517nm에서 흡광도를 측정한 것으로 하였다. 전자공여능(EDA, %)은 시료 첨가구와 대조구(시료 무첨가구)의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였으며 대조구의 EDA를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도($\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$)를 RC_{50} 값으로 나타내었다.

양성 대조군으로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, China)를 시료 대신 같은 방법으로 사용하여 라디칼 소거활성을

비교하였으며 아래의 식에 의해 라디칼 소거활성을 계산하였다.

$$\text{Electron donating activity (EDA, \%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 시료 첨가군의 흡광도, B: 대조군의 흡광도

(나) ABTS radical 소거능

Re 등(1999)의 ABTS⁺ cation decolorization assay 방법을 응용하여 실행하였다. 2.6 mM potassium persulfate(P5592, Sigma, USA)에 녹인 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis[3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid]diammonium salt; A9941, Sigma, USA)를 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. ABTS 용액의 농도는 사용 직전에 732nm에서 흡광도 값이 0.700 ± 0.030 (mean \pm SE)이 되도록 phosphate-buffered saline(pH 7.4)으로 희석하여 실험에 사용하였다. 농도별로 준비한 추출물 시료 50 μ L에 희석된 ABTS 용액 950 μ L를 각각 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼 소거활성 정도를 RC₅₀값으로 나타내었다. 양성 대조군으로는 BHT와 ascorbic acid를 시료와 같은 방법으로 사용하여 라디칼 소거활성을 비교하였다.

다. 실험 결과

(1) 조추출물 및 분획물의 수율

기생초 꽃의 수분함량은 83.1%였으며, 조추출물의 수율은 39.0%였다. 조추출물 및 용매 분획물의 가용성 고형분의 함량은 표 3-55와 같다. 기생초 꽃 조추출물의 가용성 고형분 함량은 360mg 이었다. 조추출물을 용매별로 순차분획 했을 때는 n-butanol 분획물에서 수율이 가장 높았으며, 1g의 건조시료에서 130mg의 가용성 고형분을 얻을 수 있었다. N-butanol 분획물 다음으로는 물 분획물에서 105mg의 높은 수율을 보였다. 반면 chloroform 분획물에서는 10mg으로 가장 수율이 낮았다.

표 3-55. 기생초 꽃의 조추출물 및 순차적 분획물의 수율

Whole extract	N-hexane	Chloroform	Ethyl acetate	N-butanol	Water
360 ^z	25	10	45	130	105

^zmg of each extract obtained as 1 g of dried basis.

(2) 순차적 용매 분획물의 항산화 물질 함량

기생초 꽃 조추출물의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 각각 $97.7\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ DW, $54.4\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ DW으로 나타났다. 이는 각각 건조 시료 1g 당 9.77%, 5.44%를 차지하는 것으로, 기생초 꽃에 항산화 물질이 다량 함유된 것을 알 수 있었다.

폴리페놀 및 플라보노이드와 같은 페놀성 화합물은 항산화 활성이 우수한 것으로 알려져

있으며, 그 외에도 항암, 항알레르기, 항균, 항당뇨 등의 효과도 우수한 것으로 알려져 있다 (Azuma 등, 1999; Ham 등, 1997). 따라서 페놀성 화합물의 함량이 높은 기생초 꽃은 천연 항산화제 이외에도 천연 약물 및 건강 기능성 식품 등 다양한 기능성 식물 소재로 활용 가능할 것으로 생각되었다.

기생초 꽃 조추출물을 순차적 용매 분획하여 얻어진 분획물의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량은 그림 3-8과 같다. Ethyl acetate 분획물에서 항산화 물질의 함량이 가장 우수하였으며, 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량이 각각 643.67 및 318.47 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 으로 나타났다. 다음으로는 n-butanol 분획에서 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드가 각각 458.56 및 174.07 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 으로 나타나 높은 함량을 나타냈다. 반면 chloroform 분획에서는 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량이 각각 26.34 및 10.16 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 으로 조사되어 분획물 중 가장 낮은 항산화 물질 함량을 보였다.

표 3-56. 기생초 꽃 조추출물의 항산화 물질 함량

Samples	Total polyphenol ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ DW)	Total flavonoid ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ DW)
Crude extract	97.70 \pm 0.209	54.40 \pm 2.124

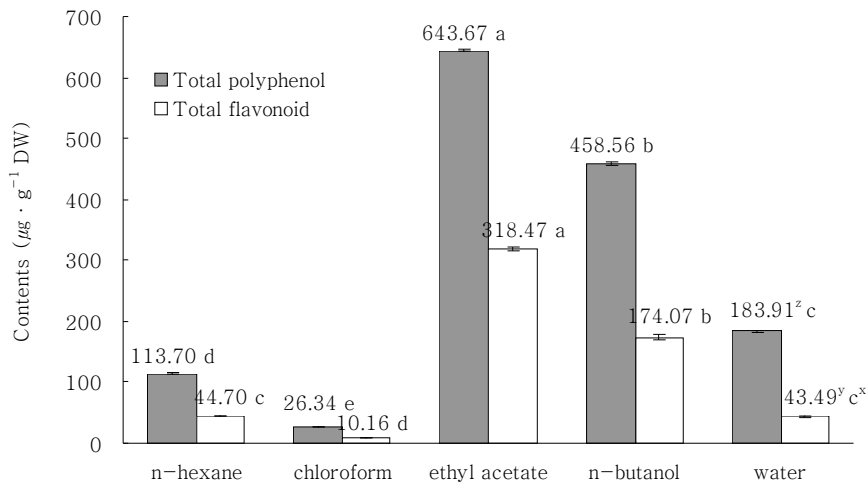


그림 3-8. 기생초 꽃 조추출물을 이용한 순차적 분획물의 항산화 물질 함량

^zmg of total polyphenol content per gram each dried extract as equivalent of tannic acid.

^ymg of total flavonoid content per gram each dried extract as equivalent of naringin.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p < 0.05$.

(3) 순차적 용매 분획물의 항산화 활성 비교

기생초 꽃의 조추출물은 합성 항산화제인 BHT와 유사할 정도로 우수한 라디칼 소거능을 보였다. 기생초 꽃 조추출물의 각 분획물의 항산화 활성은 표 3-57과 같다. Ethyl acetate 분획에서 DPPH 및 ABTS radical 소거활성이 각각 0.063 및 0.072 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 의 RC_{50} 값으로 나타나 기생초 꽃 조추출물 및 분획물 중 가장 높은 활성을 보였다. Ethyl acetate 분획물은 천연 항산화제인 ascorbic acid과 통계적으로 유사한 라디칼 소거능을 보였으며, 합성 항산화제인

BHT보다는 2배 정도 높은 활성을 보였다. N-butanol 분획에서도 라디칼 소거능이 높은 것으로 나타났는데, N-butanol 분획의 DPPH radical 소거활성은 RC_{50} 값이 $0.101\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 로 나타나 BHT ($RC_{50}=0.121\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$)보다 우수한 DPPH radical 소거활성을 보였다. N-butanol 분획의 ABTS radical 소거활성은 RC_{50} 값이 $0.109\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 로 나타나 천연 항산화제인 ascorbic acid ($RC_{50}=0.199\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$) 보다 통계적으로 유의하게 우수한 소거활성을 보였다. 한편 Chloroform 분획물에서는 항산화 활성이 가장 낮게 나타났다.

페놀성 화합물은 연쇄반응 중 alkyl radical 또는 alkylperoxy radical에 수소를 공여하여 radical을 제거하여 산화를 억제하는 효과가 있다(Labuza, 1971). 본 연구에서도 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량이 우수한 순으로 DPPH 및 ABTS 라디칼 활성이 우수하였다. 따라서 기생초 꽃의 라디칼 소거능은 ethyl acetate 및 n-butanol 분획물에서 우수하며, 이는 페놀성 화합물의 함량에 기인한 것으로 생각되었다.

표 3-57. 기생초 꽃 조추출물 및 순차적 분획물의 radical 소거 활성

Samples	DPPH [·] scavenge $RC_{50}(\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1})^z$	ABTS ^{·+} scavenge $RC_{50}(\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1})^y$
BHT	0.121 ab ^x	0.217 c
Ascorbic acid	0.026 a	0.199 bc
Crude extract	0.194 bc	0.140 ab
N-hexane	0.392 d	0.480 e
Chloroform	2.487 e	1.587 f
Ethyl acetate	0.063 a	0.072 a
N-butanol	0.101 ab	0.109 a
Water	0.254 c	0.357 d

^zConcentration of the material which is required to scavenge 50% of 0.15mM DPPH radicals.

^yConcentration of the material which is required to scavenge 50% of 7.4mM ABTS radicals.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p < 0.05$.

기생초 꽃의 조추출물을 n-hexane, chloroform, ethyl acetate, n-butanol 및 물으로 용매별 순차분획하여 각각의 수율, 항산화 물질 함량 및 항산화 활성을 비교한 결과, 순차별 분획물의 가용성 고형분 함량은 n-butanol 분획물에서 가장 우수하였다. 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량은 ethyl acetate 분획물에서 가장 우수하였으며, 건조시료 1g당 $643.67\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, $318.47\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 의 함량을 나타냈다. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 ethyl acetate 분획물에서 가장 우수하였으며, 각각의 RC_{50} 은 $0.063\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ and $0.072\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 으로 나타나 BHT보다 효과적이며 ascorbic acid와 유사한 소거능을 보였다. 그 다음으로는 n-butanol 분획물의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능이 우수하였으며, RC_{50} 은 각각 $0.101\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$, $0.109\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 이었다. 따라서 기생초 꽃은 매우 우수한 항산화 활성을 가지고 있으며 천연 항산화제로써 개발 가능성이 높은 것으로 판단되었다.

9. 국화과 식물의 향기 성분

가. 실험 목적

본 연구에서는 다양한 국화과 식물의 여러 가지 부위를 대상으로 기존에 국화과 식물에 함유된 것으로 알려진 monoterpene계 화합물인 camphene, β -pinene, 1,8-cineole 등과 sesquiterpene계 화합물인 germacrene D, caryophyllene 등을 분석하였다. 분석결과를 토대로 향기성분이 다량 함유된 국화과 식물을 선별하고, 향기성분이 다량 함유된 부위를 구명하고자 하였다.

나. 실험 재료

국화과의 톱풀, 우영, 벌개미취, 참취, 해국, 꽃개미취, 썩부쟁이, 국화, 낙동구절초, 금계국, 코스모스, 산국, 한라구절초, 감국, 구절초, 울릉국화, 남구절초, 등골나물, 알프스민들레, 조밥나물, 금불초, 쯤썸바귀, 각시취, 산비장이, 울릉미역취, 수리취의 잎, 잎+줄기, 꽃, 줄기, 꽃봉오리 등을 수집하여 향기성분을 분석하였다.

다. 실험 방법

(1) 시료의 추출

시료의 휘발성향기성분의 추출은 연속증류추출장치(Likens & Nickerson type simultaneous steam distillation and extraction apparatus, SDE)를 사용하여 상압하에서 추출하였다. 즉, 시료 10 g에 증류수 1 L를 첨가한 후 50 mL diethyl ether(Wako Pure Chemical, Osaka, Japan)를 포집용매로 2시간동안 추출하여 무수황산나트륨(Wako Pure Chemical, Osaka, Japan)을 흐름이 나타날 정도로 첨가하여 24시간 냉동실에서 탈수시킨 후 질소가스(99.99%)하에서 1 mL까지 농축하여 실험에 사용하였다. 이 추출물을 추출시료의 양을 계산한 후 diethyl ether로 희석하여 향산화활성 측정용 시료로 사용하였다.

(2) GC/MS를 이용한 향기성분의 검출

추출된 향기성분은 gas chromatography/mass spectroscopy(HP 6890N/5973N MSD, Agilent Technologies, Wilmington, DE, USA)로 분석하였으며, 컬럼은 HP-FFAP(30m \times 0.32 mm \times 0.25 μ m, Agilent Technologies, Wilmington, DE, USA)를 사용하였고, 오븐온도는 50 $^{\circ}$ C에서 5분간 유지한 후 분당 3 $^{\circ}$ C로 220 $^{\circ}$ C까지 상승시켰으며, 220 $^{\circ}$ C에서 20분간 유지하였다. 주입구와 검출기온도는 각각 250 $^{\circ}$ C, carrier gas는 헬륨을 사용하였고 유속은 1 mL/min으로 하였다. 향기성분의 동정은 GC/MS를 이용하여 얻은 mass spectrum을 Wiley 275L database로 검색하여 동정하였으며, 내부표준물질로 4-methyl-2-pentanol(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)을 이용하여 정량하였다.

라. 실험 결과

국화과 식물 26종의 부위별 향기성분을 분석하였다. 그 결과, 피부를 따뜻하게 하고 방부, 살균, 거담 해소, 항바이러스 등에 효과가 있는 monoterpenoid계 화합물 중에는 camphene, β -pinene, 1,8-cineole 등이 검출되었다. 감기, 간염 등의 바이러스성 질환과 신진대사 촉진, 혈액순환에 효과가 있는 camphene는 참취 꽃과 튼풀 잎, 줄기에서 다량 검출되었다. 항바이러스 작용, 살균, 방부에 효과가 있는 β -pinene는 등불나물 줄기, 동강 구절초 줄기 및 국화 줄기에서 다량 함유되었다. 항바이러스 작용, 거담 작용, 호흡기 질환에 효과가 있는 1,8-cineole는 동강 구절초 줄기와 국화 줄기에서 다량 검출되었다. 반면, 벌개미취 잎+줄기, 각시취 꼭, 산비장이 꽃봉오리와 잎+줄기, 수리취 꽃봉오리에서는 monoterpenoid계 화합물이 검출되지 않았다.

부위별로 monoterpenoid계 화합물의 함량을 비교해 본 결과, 벌개미취 꽃에서는 camphene, β -pinene가 검출되었으나, 잎+줄기에서는 monoterpenoid계 화합물이 아예 검출되지 않았다. 참취 꽃은 3가지 화합물 모두가 검출되었으나, 잎+줄기에서는 camphene만 검출되었다. 해국 꽃에서는 β -pinene만 검출되었고, 잎+줄기에서는 camphene만 검출되었다. 감국의 꽃과 잎에서 β -pinene는 모두 검출되었으나, camphene은 꽃에서만, 1,8-cineole은 잎에서만 검출되었다. 구절초는 꽃에서는 β -pinene과 1,8-cineole만 검출되었고 잎에서는 camphene만 검출되었다. 조팝나물 꽃과 잎+줄기에서 camphene은 모두 검출되었으나, β -pinene은 꽃에서만 검출되었고 1,8-cineole은 잎+줄기에서만 검출되었다. 대부분의 시료들이 꽃에서 검출되는 향기성분의 종류가 많고 함유량도 높았으나, 국화의 경우는 잎에서는 3가지 화합물이 모두 검출되었으나, 꽃에는 camphene만 검출되었으며, 함유량도 잎에 비하여 적었다. 한편, 산비장이의 꽃에서는 3가지 monoterpenoid계 화합물이 모두 검출되었으나, 꽃봉오리에서는 monoterpenoid계 화합물이 검출되지 않았다. 또한 수리취의 꽃 봉오리에서도 monoterpenoid계 화합물은 검출되지 않았다. 따라서 꽃이 개화하는 과정에서 다량의 monoterpenoid계 화합물이 생성되는 것으로 생각되었다.

표 3-58. 다양한 국화과 식물의 부위별 monoterpenoid계 화합물 함량

Scientific name	Korean name	Part	Flavonoid Components (unit: $\mu\text{L}/10\text{g}(\text{dry basis})$)		
			Camphene	Beta-pinene	1,8-Cineole
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	잎	0.6227	ND	ND
<i>Arctium lappa</i>	우엉	잎+줄기	0.0979	ND	ND
<i>Aster koraiensis</i>	벌개미취	꽃	0.2689	0.0709	ND
		잎+줄기	ND	ND	ND
<i>Aster scaber</i>	참취	꽃	1.3815	0.1403	1.5829
		잎+줄기	0.2822	ND	ND
<i>Aster spathulifolius</i>	해국	꽃	ND	0.2544	ND
		잎+줄기	0.0047	ND	ND
<i>Aster tataricus</i>	꽃개미취	꽃	ND	0.3847	0.2341
<i>Aster yomena</i>	쑥부쟁이	잎+줄기	0.2653	ND	0.0101
<i>Chrysanthemum morifolium</i>	국화	꽃	0.2401	ND	ND
		잎+줄기	0.2822	1.0234	3.3581
<i>Chrysanthemum zawadskii</i> ssp. <i>naktongense</i>	낙동구절초	잎	0.0071	0.3847	0.0085
<i>Coreopsis drumondii</i>	금계국	잎	0.0666	0.022	ND
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	잎+줄기	0.0422	0.1051	ND
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	잎+줄기	0.0089	0.1782	ND
<i>Dendranthema coreanum</i>	한라구절초	잎+줄기	ND	0.1090	ND
<i>Dendranthema indicum</i>	감국	꽃	0.0247	0.0209	ND
		잎	ND	0.0979	0.0120
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	꽃	ND	0.0078	0.1580
		잎+줄기	0.0422	ND	ND
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	울릉국화	잎+줄기	ND	0.1741	0.0478
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>yezoense</i>	남구절초	줄기	ND	0.1013	0.2401
<i>Eupatorium japonicum</i>	등골나물	잎+줄기	0.5263	2.6997	ND
<i>Hieracium pilosella</i>	알프스민들레	잎+줄기	0.2544	0.1403	0.006
		꽃	0.1051	0.0539	ND
<i>Hieracium umbellatum</i>	조밥나물	잎+줄기	0.0014	ND	0.0059
<i>Inula britannica</i> var. <i>japonica</i>	금불초	꽃	0.0539	ND	0.0094
<i>Ixeris stolonifera</i>	좁쌀바귀	잎	ND	0.0478	ND
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	꽃	ND	ND	ND
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	꽃	0.0054	ND	0.1090
		꽃봉오리	ND	ND	ND
		잎+줄기	ND	ND	ND
<i>Solidagovir gaurea</i> ssp. <i>gigantea</i>	울릉 미역취	꽃	0.2625	0.2316	0.2316
<i>Synurus deltooides</i>	수리취	꽃봉오리	ND	ND	ND

항알레르기, 항염증, 진정, 이환, 여드름, 안정등에 효과가 있는 sesquiterpenoid계 화합물은 germacrene D, caryophyllene 등이 검출되었다. 신경통, 두통, 지혈에 효과가 있다고 알려진 germacrene D 는 참취 줄기와 산비장이 꽃에 다량 함유되어 있었다. 염증완화 작용과 알레르기에 대한 효과가 있는 caryophyllene는 구절초 꽃과 동강 구절초 꽃에서 다량 검출되었다.

부위별 sesquiterpenoid계 화합물의 함량을 분석하였다. 참취의 germacrene D 함량은 꽃보다 잎+줄기에서 우수하였으나, 잎+줄기에서는 caryophyllene은 검출되지 않았다. 해국의 꽃에서는 sesquiterpenoid계 화합물이 검출되지 않았으나, 잎+줄기에서는 2종의 sesquiterpenoid계 화합물이 모두 검출되었다. 국화의 꽃과 잎에서는 sesquiterpenoid계 화합물이 모두 검출되었으며, 꽃보다는 잎에 많이 함유되어 있었다. 반면, 감국과 구절초는 잎보다는 꽃에서 sesquiterpenoid계 화합물 함량이 높았으며, 두 종 모두 잎에서는 germacrene D이 검출되지 않았다. 조밥나물의 꽃과 잎에서는 germacrene D만 검출되었으며, 꽃에서 함량이 더 높았다. 한편, 산비장의 꽃과 꽃봉오리에 함유된 sesquiterpenoid계 화합물을 비교한 결과, 꽃에서는 germacrene D만 검출되었으며, 꽃봉오리에서는 sesquiterpenoid계 화합물이 검출되지 않았다. 따라서 sesquiterpenoid계 화합물 또한 monoterpene계 화합물과 마찬가지로 개화하면서 합성되는 것으로 생각되었다.

표 3-59. 다양한 국화과 식물의 부위별 sesquiterpenoid계 화합물 함량

Scientific name	Korean name	Part	Flavar Components (unit: $\mu\text{L}/10\text{g}(\text{dry basis})$)	
			Germacrene D	Caryophyllene
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	잎	0.1078	ND
<i>Arctium lappa</i>	우엉	잎+줄기	ND	0.0096
<i>Aster koraiensis</i>	별개미취	꽃	ND	ND
		잎+줄기	ND	ND
<i>Aster scaber</i>	참취	꽃	3.0631	0.1551
		잎+줄기	12.704	ND
<i>Aster sphathulifolius</i>	해국	꽃	ND	ND
		잎줄기	0.1234	0.0243
<i>Aster tataricus</i>	꽃개미취	꽃	ND	ND
<i>Aster yomena</i>	쑥부쟁이	잎+줄기	ND	ND
<i>Chrysanthemum morifolium</i>	국화	꽃	ND	0.0532
<i>Chrysanthemum zawadskii</i> ssp. <i>naktongense</i>	낙동구절초	잎+줄기	4.5948	0.1923
		잎	ND	ND
<i>Coreopsis drumondii</i>	금계국	잎	ND	ND
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	잎+줄기	0.0050	0.0339
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	잎+줄기	0.0012	ND
<i>Dendranthema coreanum</i>	한라구절초	잎+줄기	ND	0.0089
<i>Dendranthema indicum</i>	감국	꽃	0.0406	ND
		잎	ND	ND
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	꽃	0.0224	0.2753
		잎+줄기	ND	0.0512
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	울릉국화	잎+줄기	ND	ND
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>yezoense</i>	남구절초	줄기	ND	ND
<i>Eupatorium japonicum</i>	등골나물	잎+줄기	4.2904	0.0961
<i>Hieracium pilosella</i>	알프스민들레	잎+줄기	0.2689	0.0067
<i>Hieracium umbellatum</i>	조밥나물	꽃	0.1940	ND
		잎+줄기	0.0491	ND
<i>Inula britannica</i> var. <i>japonica</i>	금불초	꽃	ND	0.1078
<i>Ixeris stolonifera</i>	쑥섬바귀	잎	0.0070	ND
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	꽃	ND	0.0191
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	꽃	7.2220	ND
		꽃봉오리	ND	ND
<i>Solidagovir gaurea</i> ssp. <i>gigantea</i>	울릉 미역취	잎+줄기	ND	ND
		꽃	0.1328	0.0047
<i>Synurus deltoides</i>	수리취	꽃봉오리	0.0960	ND

이상으로 국화과 식물의 향기성분인 monoterpenoid계 화합물과 sesquiterpenoid계 화합물의 함량을 분석한 결과, 잎+줄기 보다는 꽃에 많이 함유되어 있었다. 그러나 반드시 꽃에 향기성분이 많은 것은 아니며, 국화와 같이 잎에 더 많이 함유된 경우도 있었다. 식물 종에 따라 함유되어 있는 향기성분의 종류 및 함량은 각각 달랐으나, 대체로 monoterpenoid계 화합물이 sesquiterpenoid계 화합물 보다 많이 함유되어 있었다. Monoterpenoid계 화합물 중에서는 canphene의 함량 높은 경향을 보였으며, sesquiterpenoid계 화합물에서는 germacrene D의 함량이 높은 경향을 보였다.

10. 국화과 식물 향기 추출물의 항산화 활성

가. 실험 목적

국화과 식물의 부위별 향기 추출물의 항산화 활성을 분석하여 국화과 식물을 이용한 식품 및 다양한 가공품 제조에 있어서 휘발성 향기성분의 역할에 대한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

나. 실험 재료

국화과의 톱풀, 우엉, 벌개미취, 참취, 해국, 꽃개미취, 쑥부쟁이, 국화, 낙동구절초, 금계국, 코스모스, 산국, 한라구절초, 감국, 구절초, 울릉국화, 남구절초, 등골나물, 알프스민들레, 조밥나물, 금불초, 쯤썸바귀, 각시취, 산비장이, 울릉미역취, 수리취의 잎, 잎+줄기, 꽃, 줄기, 꽃봉오리 등의 향기 성분을 추출한 후, 항산화 활성을 분석하였다.

다. 실험 방법

(1) 시료의 추출

시료의 휘발성 향기성분의 추출은 연속증류추출장치(Likens & Nickerson type simultaneous steam distillation and extraction apparatus, SDE)를 사용하여 상압하에서 추출하였다. 즉, 시료 10 g에 증류수 1 L를 첨가한 후 50 mL diethyl ether(Wako Pure Chemical, Osaka, Japan)를 포집용매로 2시간동안 추출하여 무수황산나트륨(Wako Pure Chemical, Osaka, Japan)을 흐름이 나타날 정도로 첨가하여 24시간 냉동실에서 탈수시킨 후 질소가스(99.99%)하에서 1 mL까지 농축하였다. 농축한 추출물과 추출시료의 양을 계산한 후 diethyl ether로 희석하여 항산화활성 측정용 시료로 사용하였다.

(2) DPPH 자유라디칼 소거능 측정

국화의 향기추출물에 대한 DPPH 자유라디칼 소거능은 Choi (2003)의 방법을 변형하여 측정하였다. 1×10^{-4} M DPPH용액 0.8 mL에 추출물을 추출시료의 양으로 계산하여 diethyl ether로 희석한 후 시료 0.2 mL를 첨가한 후, 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하였다. 흡광도를 측정할 때 셀에 분주되는 각 시료에 의한 흡광도의 차이는 ethanol만의 흡광도를 측정하여 보정해 주었고, 이때 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

(3) ABTS 자유라디칼 소거능 측정

국화의 향기추출물의 총 항산화력은 ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 $ABTS^{\cdot+}$ 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값

이 1.4~1.5가 되도록 몰 흡광계수($\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS⁺용액 1 mL에 추출액 50 μL 를 가하여 90분 후에 흡광도의 변화를 측정하였으며, 표준물질로서 L-ascorbic acid를 동량 첨가하여 ascorbic acid당량으로 표현하였다.

라. 실험 결과

국화과 식물 향기 성분의 항산화 활성을 분석한 결과, 대부분의 추출물에서 항산화 활성을 보였다. 특히 톱풀, 구절초 꽃, 국화 꽃(칠보산) 및 감국 꽃은 각각 81.87, 51.72, 32.77 및 30.56%/g(dry basis)로 다른 식물에 비해 높은 전자공여능을 보였다. 총 항산화력은 톱풀, 국화 줄기, 국화 꽃(칠보산) 및 구절초 꽃이 각각 75.07, 66.91, 41.97 및 38.48 mg AA eq/g(dry basis)로 높은 활성을 보였다. 그러나, 꽃봉우리의 향기 추출물에서는 항산화 활성이 낮았다. 이는 꽃에서는 향기 추출물이 검출되었으나, 꽃봉오리에서는 향기 성분이 검출되지 않았기 때문으로 생각된다.

부위별로 항산화 활성을 분석한 결과, 전자공여능은 조밥나물을 제외한 모든 식물에서 꽃 추출물에서 우수하였다. 특히, 국화의 경우 잎에서 향기 성분의 함량이 더 우수하였으나, 전자공여능은 꽃에서 더 우수하였다. 따라서 향기 성분이 함량과 전자공여능이 반드시 정비례하는 것은 아닌 것으로 생각되었다. 총 항산화력은 참취, 감국, 산비장이에서는 꽃 추출물에서 우수하였고, 벌개미취, 해국, 구절초, 조밥나물은 잎 또는 잎+줄기 추출물에서 우수하였다. 따라서 식물 종에 따라 항산화 활성이 우수한 부위가 각기 다른 것으로 나타났다. 또한, 전자공여능이 우수한 식물에서 반드시 총 항산화력이 우수한 것은 아니라는 것도 알 수 있었다.

표. 3-60. 다양한 국화과 식물의 부위별 향기 추출물의 항산화 활성

Scientific name	Korean name	Part	Antioxidant activities	
			EDA (%)	AEAC (mg AA eq/g)
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	잎	ND	1.07 ± 0.15
<i>Arctium lappa</i>	우엉	잎+줄기	8.97 ± 1.40	1.09 ± 0.05
<i>Aster koraiensis</i>	별개미취	꽃	11.69 ± 0.12	1.17 ± 0.03
		잎+줄기	7.37 ± 0.34	32.68 ± 1.22
<i>Aster scaber</i>	참취	꽃	17.34 ± 0.26	20.15 ± 0.17
		잎+줄기	6.50 ± 0.03	2.39 ± 0.02
<i>Aster sphathulifolius</i>	해국	꽃	18.86 ± 0.58	2.88 ± 0.02
		잎줄기	7.35 ± 0.11	3.41 ± 0.03
<i>Aster tataricus</i>	꽃개미취	꽃	19.80 ± 0.20	1.73 ± 0.05
<i>Aster yomena</i>	쑥부쟁이	잎+줄기	18.47 ± 2.11	25.97 ± 0.91
<i>Chrysanthemum morifolium</i>	국화	꽃	46.35 ± 0.95	41.97 ± 0.19
		잎+줄기	22.87 ± 0.55	66.91 ± 0.06
<i>Chrysanthemum zawadskii</i> ssp. <i>naktongense</i>	낙동구절초	잎	23.61 ± 1.13	23.85 ± 0.19
<i>Coreopsis drumondii</i>	금계국	잎	30.14 ± 1.98	30.83 ± 0.26
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	잎+줄기	28.15 ± 1.27	29.95 ± 0.56
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	잎+줄기	9.50 ± 0.17	20.79 ± 0.13
<i>Dendranthema coreanum</i>	한라구절초	잎+줄기	35.42 ± 1.09	18.45 ± 0.14
<i>Dendranthema indicum</i>	감국	꽃	32.77 ± 0.99	30.88 ± 0.31
		잎	12.74 ± 0.79	18.65 ± 0.10
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	꽃	51.72 ± 2.48	38.48 ± 0.34
		잎+줄기	24.76 ± 0.63	26.31 ± 0.34
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	울릉국화	잎+줄기	8.70 ± 0.19	14.76 ± 0.32
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>yezoense</i>	남구절초	줄기	9.37 ± 0.10	15.09 ± 0.28
<i>Eupatorium japonicum</i>	등골나물	잎+줄기	6.47 ± 0.02	10.87 ± 0.62
<i>Hieracium pilosella</i>	알프스민들레	잎+줄기	5.30 ± 1.44	1.02 ± 0.09
<i>Hieracium umbellatum</i>	조밥나물	꽃	11.10 ± 0.54	0.88 ± 0.05
		잎+줄기	17.23 ± 1.01	21.26 ± 0.42
<i>Inula britannica</i> var. <i>japonica</i>	금불초	꽃	18.05 ± 0.63	2.27 ± 0.04
<i>Ixeris stolonifera</i>	쑥섬바귀	잎	7.98 ± 0.87	11.76 ± 0.23
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	꽃	11.93 ± 0.14	1.05 ± 0.04
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	꽃	3.87 ± 0.05	11.81 ± 0.29
		꽃봉오리	ND	2.00 ± 0.07
		잎+줄기	9.53 ± 1.27	9.63 ± 1.28
<i>Solidagovir gaurea</i> ssp. <i>gigantea</i>	울릉미역취	꽃	8.19 ± 0.02	11.52 ± 0.43
<i>Synurus deltoides</i>	수리취	꽃봉오리	ND	1.17 ± 0.02

이상으로 다양한 국화과 식물의 향기 추출물을 대상으로 항산화 활성을 분석한 결과, 식물 종에 따라 항산화활성에 차이가 있었으나, 대부분의 추출물에서 항산화 활성이 나타났다. 전자 공여능(EDA)은 톱풀 꽃의 향기 추출물에서 가장 우수하였으며, 총 항산화력(AEAC)은 톱풀 줄기에서 가장 우수하였다. 따라서 톱풀의 모든 부위는 천연 항산화제 개발 소재로 활용 가치가 높은 것으로 나타났다. 한편, 국화의 경우 향기 성분은 꽃 보다 잎에서 다량 검출되었으나, 향기 추출물의 항산화 활성은 꽃 추출물에서 우수하였다. 그러나, 향기 성분이 검출되지 않거나 함량이 낮았던 산비장이와 수리취 꽃 봉오리에서는 항산화 활성도 낮았으며, 향기 성분이 다량 검출된 시료에서는 대체로 항산화 활성도 우수한 경향을 보였다.

11. Tyrosinase 억제활성 분석을 통한 국화과 식물의 미백활성

가. 실험 목적

피부에 생성된 멜라닌은 각질형성 세포로 이동되어 자외선 등에 의한 피부의 노화나 일광 각화증을 억제하여 피부를 보호하는 긍정적인 기능을 가지고 있는 반면에, 과잉생산에 의한 피부의 색소침착 및 멜라닌 전구물질들에 의한 독성으로 세포사멸을 촉진하는 기능을 동시에 가진다(Weixiong 등, 1997; Kaufman, 1991; Kameyama 등, 1993). 멜라닌 생성억제 물질의 탐색 방법으로는 tyrosinase 활성저해실험, 배양색소세포를 이용한 실험, 실험동물에서의 생체시험, 사람피부를 대상으로 한 실험 등이 실시되고 있으며, 그 중 멜라닌 합성의 주 효소인 tyrosinase 활성저해실험이 멜라닌 중합체 억제제 개발의 초기 단계에서 주로 채택되고 있다(Laskin 과 Piccinini, 1986). 본 연구는 국화과 식물의 tyrosinase 억제활성을 탐색하여 미백 소재로써의 가능성을 구명하고자 시행하였다.

나. 실험 재료

톱풀, 별개미취, 좀개미취, 미국쑥부쟁이, 참취, 쑥부쟁이, 큰금계국, 기생초, 산국, 알프스민 들레, 에키나세아, 개망초, 등골나물, 금불초, 저먼캐모마일, 마가렛트, 구절초 등 17종의 꽃, 산 비장이와 수리취의 꽃봉오리, 참취, 산국, 구절초, 등골나물 등 4종의 잎+줄기, 남구절초의 줄기 등 총 24가지의 시료를 각각 수확 후 동결건조하였다. 동결건조한 시료는 분쇄기(FM-681C, Hanil Electric., Korea)로 분쇄한 후 -70°C 초저온 냉동고(SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

다. 실험 방법

(1) 시료의 추출

80% 에탄올을 용매로 하여 water bath와 냉각관이 부착된 환류추출장치(Chang Shin Co., Korea)를 사용하여 60°C 에서 6시간 추출하였다. 각각의 추출액을 여과지(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장을 사용하여 Vacuum Pump(GAST)로 감압여과 하였으며, 남은 잔사를 사용하여 같은 방법으로 총 3회 반복 추출하였다. 추출물은 질소 충전하여 -70°C 에 보관하면서 실험에 사용하였다.

(2) Tyrosinase 억제 활성 측정

Tyrosinase 억제활성 정도는 Yagi 등(1986)의 방법을 응용하여 실시하였다. L-dopa(3,4-Dihydroxy-L-phenylalanine; D9628, Sigma, China)와 tyrosinase(T3824, Sigma, USA) 효소를 사용하였다. 5 mM L-dopa 용액 200 μL , tyrosinase($100 \text{ unit}\cdot\text{mL}^{-1}$) 200 μL , 농도 4 $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 의 추출물 시료 200 μL , 1/15 M sodium phosphate buffer(pH 6.8) 400 μL 를 혼합한 후 37°C 의 항온수조에서 30분간 반응시키고 1 N HCl을 한 방울 씩 떨어뜨려 반응을 정

지시킨 후 475nm에서 흡광도를 측정하였다. Tyrosinase의 억제정도는 시료를 첨가하지 않은 반응물의 흡광도 값에서 시료를 첨가한 반응물의 흡광도 값과 효소 대신 buffer를 첨가한 대조군의 흡광도 값을 제하고 이를 시료를 첨가하지 않은 반응물의 흡광도 값으로 나눈 값의 백분율로 산출하였다.

$$\text{Tyrosinase 억제활성(\%)} = (1 - (S_{abs} - C1_{abs}) / C2_{abs}) \times 100$$

S_{abs} ; 효소, 기질, 시료가 모두 첨가된 반응물의 흡광도

$C1_{abs}$; 효소 대신 phosphate buffer(pH 6.8)가 첨가된 반응물의 흡광도

$C2_{abs}$; 시료 대신 용매(80% 에탄올)가 첨가된 반응물의 흡광도

라. 실험 결과

피부의 색에 관여하는 여러 가지 요인 중에서 피부의 멜라닌 생성에 관여하는 효소인 tyrosinase의 활성에 미치는 효과를 측정된 결과, 본 연구에 사용된 국화과 식물 24종의 추출물에 대해서 tyrosinase에 억제 활성을 나타내는 시료는 없는 것으로 조사되었다(data not shown).

지금까지의 미백 관련 연구에 의하면 자외선 흡수제나 tyrosinase 활성 저해제, 활성 산소종을 소거하는 ascorbic acid 및 유도체 등이 미백 효과가 있는 것으로 알려져 있고(Cho 등, 2005b), 다수의 페놀성 성분은 항산화 효과 뿐만 아니라 미백효과도 가지는 것으로 보고되어 있다(Hwang 등, 2006; Masamoto 등, 2004; Chun 등, 2002). 하지만 이처럼 우수한 항산화 효과를 가지는 식물이라도 tyrosinase 억제활성을 보이는 종은 제한되어 있다. Hwang 등(2006)에 의하면 백삼과 홍삼의 페놀성 물질 종류에 따라 미백활성을 나타내는 정도가 다르며 ethyl acetate 분획물은 tyrosinase 저해활성을 보였으나 물 분획물에서는 나타나지 않았다고 하였다. Jeong 등(2007b)에 의하면 식용 및 약용식물의 종자 추출물 13개 시료 중에서 6개 시료만이 tyrosinase 억제 활성을 보였으며 나머지 종자추출물은 오히려 tyrosinase 활성을 촉진한다고 하였으며, Seo(2001)는 한약재 174종 중 14개에서 tyrosinase 억제 활성을 보였다고 하였다. 또한 고등식물 130종에 대한 tyrosinase 활성억제를 연구한 Lee 등(1997)에 의하면 작살나무의 EtOAc 및 물 분획은 tyrosinase의 활성을 증가, 억제시키는 상반된 활성을 가지는 성분이 2개 이상 존재한다고 하였으며 피부 내의 melanin polymer의 생성은 생합성 과정에서 key enzyme인 tyrosinase의 활성에 의해 많이 좌우되기도 하지만, tyrosinase의 활성에 관계없이 melanocyte 내에서 복합적인 요인에 의하여 melano polymer가 생성되는 경우가 있으므로 실제 활성물질을 분리하고자 할 때 시료식물의 선정에 이 점을 고려하여야 한다고 한 바 있다. 이처럼 melanin 생성 mechanism이 복잡하고 다원적이기 때문에 *in vitro*에서 tyrosinase 활성 억제실험의 결과만으로 melanin 생성 억제를 판단하기에는 불충분하다.

따라서 본 연구에서 사용된 tyrosinase의 억제 활성을 조사하는 방법으로는 국화과 식물의 미백 효과를 측정할 수 없었으므로 피부의 색에 관여하는 다른 요인에 대한 추가 실험이 이루어져야 할 것으로 보인다.

12. 국화과 식물의 항균활성

가. 연구 목적

본 연구에서는 사람이나 동물의 식중독을 유발하는 대장균(*Escherichia coli*), 식품 특히 곡류 부패의 원인균인 *Bacillus subtilis*, 김치의 숙성과 산패에 관여하는 *Leuconostoc mesenteroide*, *Lactobacillus plantarum*의 억제활성에 미치는 국화과 추출물의 영향을 구명하였다. 또한, 미생물 생육억제활성을 증가시킬 수 있는 추출용매를 구명하기 위하여 물과 메탄올을 용매로 추출한 후, 같은 방법으로 항균활성을 측정하여 비교하였다. 본 연구를 통하여 항균활성이 우수하고 항균 스펙트럼이 넓은 국화과 식물 소재를 선별하고자 시행하였다.

나. 실험 재료

붉은톱풀, 곤달비, 구절초, 금계국, 머위, 왕고들빼기, 큰엉경귀, 한대리곰취(넙취), 해국 등의 9종의 잎, 가새쭉부쟁이, 까실쭉부쟁이, 쭉부쟁이 등 3종의 잎줄기, 까실쭉부쟁이의 꽃, 돼지감자의 덩기줄기 등 총 13종의 14가지 시료를 수확 후 동결건조하였다. 동결건조한 시료는 분쇄기(FM-681C, Hanil Electric., Korea)로 분쇄한 후 -70°C 초저온 냉동고(SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

다. 실험 방법

(1) 시료의 추출

메탄올 또는 물(deionized water)80% 에탄올을 용매로 하여 water bath와 냉각관이 부착된 환류추출장치(Chang Shin Co., Korea)를 사용하여 60°C 에서 6시간 추출하였다. 각각의 추출액을 여과지(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장을 사용하여 vacuum Pump(GAST)로 감압 여과 하였다. 감압 여과한 메탄올 추출물은 rotary vacuum evaporator(N-1000, EYELA, Japan)으로 감압 농축하여 물로 가용성 고형분을 녹인 후, 동결건조하였다. 물 추출물은 감압 여과 후 바로 동결건조 동결건조하였다. 추출물을 동결건조하여 얻은 가용성 고형분은 질소 충전하여 -70°C 에 보관하면서 실험에 사용하였다.

(2) 미생물 배양

연구에 사용된 균주는 표 3-61과 같다. *Leu. mesenteroide*, *Lac. plantarum*, *E. coli*는 한국생물자원센터에서 분양받았으며, *B. subtilis*는 충북대학교에서 자체적으로 분리한 균주를 사용하였다.

표 3-61. 연구에 사용된 미생물

	Strain	Media	Temp.
Gram +	<i>Leuconostoc mesenteroide</i> KCTC 3719	Lactobacilli MRS agar	27
Gram +	<i>Lactobacillus plantarum</i> KCTC 3104	Lactobacilli MRS agar	27
Gram -	<i>Escherichia coli</i> KCTC 1467	Brain Heart Infusion agar	37
Gram +	<i>Bacillus subtilis</i>	Brain Heart Infusion agar	37

(3) 항균활성 측정

각 균주는 10mL의 broth에서 24시간 정도 배양하여 배양액을 620nm에서 Optical Density(O.D) 값 1.0 ± 0.05 이 되도록 조절하였다. O.D값을 조절한 *Leu. mesenteroide*와 *Lac. plantarum* 배양액은 MRS agar에, *E. coli*와 *B. subtilis* 배양액은 BHI agar에 각각 0.1%씩 첨가하여 고르게 혼합한 후, 지름 11cm의 plate에 두께가 3mm가 되도록 분주하였다.

동결건조로 얻어진 가용성 고형분은 DMSO를 이용하여 희석한 후, pore size 0.45 μ m의 syringe용 멸균 필터를 사용하여 멸균처리하였다. 멸균된 각각의 추출물 40 μ l(4mg/disc)를 멸균된 8mm paper disc(ADVANTEC, Japan)에 주입하여 흡수 건조시켰다.

추출물을 주입한 disc는 균주 주입한 평판배지 위에 밀착시켰다. 초기 미생물을 증식을 억제하고 추출물을 평판배지로 흡수시키기 위하여 4 $^{\circ}$ C 냉장고에서 1시간 저장한 후, 각각의 생육 적온으로 옮겨 19시간 동안 배양하였다.

총 20시간 배양 후, disc 주변에 생성된 생육저해환 (clear zone, mm)을 측정하여 물 추출물과 메탄올 추출물의 항균활성을 비교 분석하였다. 이 때, 생육저해환은 disc의 크기를 포함하여 측정하였다. 대조구로는 20% Lactic acid를 이용하였으며, 식물 추출물과 같은 방법으로 disc에 주입 후, 평판배지에서 배양하였다.

라. 실험 결과

(1) 용매에 따른 국화과 추출물의 *Leuconostoc mesenteroide* 생육 억제 활성

붉은톱풀, 까실쭈부쟁이, 가새쭈부쟁이, 해국, 쭈부쟁이, 큰엉경퀴, 금계국, 구절초, 돼지감자, 왕고들빼기, 한 대리곰취, 곤달비, 머위 및 서양민들레의 물과 메탄올 추출물이 *Leuconostoc mesenteroide*의 생육 억제에 미치는 영향을 paper disc method로 연구하였다. 그 결과, 모든 식물의 물 추출물은 억제활성을 보이지 않았다. 그러나 해국과 금계국 잎의 메탄올 추출물은 각각 10.3, 11.5mm의 억제환을 형성하여 생육억제활성을 보였다. 그러나, 두 종 모두 대조구로 사용한 젖산에 비해서는 생육억제활성이 낮은 것으로 나타났다.

표 3-62. 물과 메탄올 용매로 추출한 국화과 식물 추출물의 *Leuconostoc mesenteroide* 생육 억제 활성

Scientific name	Korean name	Part	Clear zone (mm)	
			H ₂ O Extract	MeOH Extract
Lactic acid	젖산		20.3±0.3	
<i>Achillea alpina</i> subsp. <i>rhodoptarmica</i>	붉은톱풀	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Aster ageratoides</i> Turcz. var. <i>ageratoides</i>	까실쭈부쟁이	꽃	0.0±0.0	0.0±0.0
		잎+줄기	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Aster sphathulifolius</i>	가새쭈부쟁이	잎+줄기	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Aster yomena</i>	해국	잎	0.0±0.0	10.3±0.3
<i>Cirsium pendulum</i>	쭈부쟁이	잎+줄기	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Coreopsis drumondii</i>	큰엉경퀴	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	금계국	잎	0.0±0.0	11.5±0.3
<i>Helianthus tuberosus</i>	구절초	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Lactuca indica</i>	돼지감자	덩이줄기	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Ligularia fischeri</i> var. <i>spiciformis</i>	왕고들빼기	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Ligularia stenocephala</i>	한대리곰취	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Petasites japonicus</i>	곤달비	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Taraxacum officinale</i>	머위	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레	꽃	0.0±0.0	0.0±0.0

(2) 용매에 따른 국화과 추출물의 *Lactobacillus plantarum* 생육 억제 활성

다양한 국화과 식물의 물과 메탄올 추출물이 *Lactobacillus plantarum*의 생육에 미치는 영향을 구명하였다. 연구의 결과, 물 추출물에서는 항균효과가 나타나지 않았다. 까실썩부쟁이 꽃과 잎+줄기, 가새썩부쟁이 잎+줄기, 해국 잎, 썩부쟁이 잎+줄기, 구절초 잎, 서양민들레 꽃의 메탄올 추출물에서는 8.5~11.7 mm의 억제환을 보였다. 따라서 물 보다는 메탄올 추출물이 *Lactobacillus plantarum* 생육 억제에 효과적인 것으로 나타났다. 그러나, 모든 국화과 식물 추출물에서 대조구인 젖산 보다 낮은 억제활성을 보였다.

표 3-63. 물과 메탄올 용매로 추출한 국화과 식물 추출물의 *Lactobacillus plantarum* 생육 억제 활성

Scientific name	Korean name	Part	Clear zone (mm)	
			H ₂ O Extract	MeOH Extract
Lactic acid	젖산		21.3±0.3	
<i>Achillea alpina</i> subsp. <i>rhodoptarmica</i>	붉은톱풀	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Aster ageratoides</i> Turcz. var. <i>ageratoides</i>	까실썩부쟁이	꽃	0.0±0.0	10.0±0.0
		잎+줄기	0.0±0.0	11.7±0.3
<i>Aster sphathulifolius</i>	가새썩부쟁이	잎+줄기	0.0±0.0	9.3±0.3
<i>Aster yomena</i>	해국	잎	0.0±0.0	11.7±0.3
<i>Cirsium pendulum</i>	썩부쟁이	잎+줄기	0.0±0.0	11.7±0.3
<i>Coreopsis drumondii</i>	큰영경귀	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	금계국	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Helianthus tuberosus</i>	구절초	잎	0.0±0.0	11.3±0.0
<i>Lactuca indica</i>	돼지감자	덩이줄기	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Ligularia fischeri</i> var. <i>spiciformis</i>	왕고들빼기	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Ligularia stenocephala</i>	한대리곰취	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Petasites japonicus</i>	곤달비	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Taraxacum officinale</i>	머위	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레	꽃	0.0±0.0	8.5±0.0

(3) 용매에 따른 국화과 추출물의 *Escherichia coli* 생육 억제 활성

국화과 식물의 추출물이 *E. coli*의 생육 억제에 미치는 효과를 분석하였다. 그 결과, 왕고들빼기 잎과 서양민들레 꽃의 물 추출물에서는 8.5mm의 억제환이 생성되어 항균활성이 나타났다. 그러나, 대조구인 젓산 보다는 억제활성이 낮게 나타났다. 또한, 왕고들빼기와 서양민들레를 제외한 다른 식물들에서는 물 추출물에서 항균효과가 나타나지 않았다. 한편, 실험에 사용한 모든 식물의 메탄올 추출물은 항균활성을 보이지 않았다. 따라서 실험에 사용한 국화과 식물은 메탄올 보다는 물 추출물이 *E. coli*의 생육억제에 효과적이었으며, 전반적으로 *E. coli*의 억제활성이 낮은 것으로 생각되었다.

표 3-64. 물과 메탄올 용매로 추출한 국화과 식물 추출물의 *Escherichia coli* 생육 억제 활성

Scientific name	Korean name	Part	Clear zone (mm)	
			H ₂ O Extract	MeOH Extract
Lactic acid	젓산		17.3±0.3	
<i>Achillea alpina</i> subsp. <i>rhodoptarmica</i>	붉은톱풀	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Aster ageratoides</i> Turcz. var. <i>ageratoides</i>	까실쑥부쟁이	꽃	0.0±0.0	0.0±0.0
		잎+줄기	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Aster sphathulifolius</i>	가새쑥부쟁이	잎+줄기	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Aster yomena</i>	해국	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Cirsium pendulum</i>	쑥부쟁이	잎+줄기	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Coreopsis drumondii</i>	큰영경귀	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	금계국	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Helianthus tuberosus</i>	구절초	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Lactuca indica</i>	돼지감자	덩이줄기	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Ligularia fischeri</i> var. <i>spiciformis</i>	왕고들빼기	잎	8.5±0.0	0.0±0.0
<i>Ligularia stenocephala</i>	한대리곰취	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Petasites japonicus</i>	곤달비	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Taraxacum officinale</i>	머위	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레	꽃	8.5±0.0	0.0±0.0

(4) 용매에 따른 국화과 추출물의 *Bacillus subtilis* 생육 억제 활성

국화과 식물의 용매에 따른 *B. subtilis* 생육 억제에 미치는 영향을 구명한 결과, 모든 식물의 물과 메탄올 추출물에서 *B. subtilis*의 생육 억제 효과가 나타나지 않았다. 연구에 사용된 식물들은 *B. subtilis* 억제활성이 낮았으나, 국화과에는 항균활성이 가장 식물이 많은 것으로 알려져 있으므로, 차후 다양한 국화과 식물을 대상으로 *B. subtilis* 억제활성에 관한 연구를 추가적으로 진행할 필요가 있을 것으로 생각되었다.

표 3-65. 물과 메탄올 용매로 추출한 국화과 식물 추출물의 *Bacillus subtilis* 생육 억제 활성

Scientific name	Korean name	Part	Clear zone (mm)	
			H ₂ O Extract	MeOH Extract
Lactic acid	젖산		18.7±0.3	
<i>Achillea alpina</i> subsp. <i>rhodoptarmica</i>	붉은톱풀	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Aster ageratoides</i> Turcz. var. <i>ageratoides</i>	까실쑥부쟁이	꽃	0.0±0.0	0.0±0.0
		잎+줄기	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Aster incisus</i>	가새쑥부쟁이	잎+줄기	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Aster sphathulifolius</i>	해국	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Aster yomena</i>	쑥부쟁이	잎+줄기	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Cirsium pendulum</i>	큰영경귀	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Coreopsis drumondii</i>	금계국	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Helianthus tuberosus</i>	돼지감자	덩이줄기	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Lactuca indica</i>	왕고들빼기	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Ligularia fischeri</i> var. <i>spiciformis</i>	한대리곰취	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Ligularia stenocephala</i>	곤달비	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Petasites japonicus</i>	머위	잎	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레	꽃	0.0±0.0	0.0±0.0

이상으로 국화과 식물의 항균활성을 구명한 결과, *Leuconostoc mesenteroide*와 *Lactobacillus plantarum*는 물 보다는 메탄올 추출물에서 항균효과가 우수하였다. 그러나 *E. coli* 억제활성은 메탄올 추출물 보다는 물 추출물에서 항균효과가 우수하였다. 따라서 미생물의 종류에 따라 적정 추출 용매가 다르므로, 항균소재를 개발할 때는 다양한 추출용매로 항균활성을 검정해 볼 필요가 있는 것으로 생각되었다. 또한 식물 중에 따라 항균활성을 보이는 미생물의 종류가 다른 것으로 나타났다. 따라서 차후 더욱 다양한 국화과 식물을 대상으로 항균활성을 검정할 필요가 있을 것으로 생각되었다.

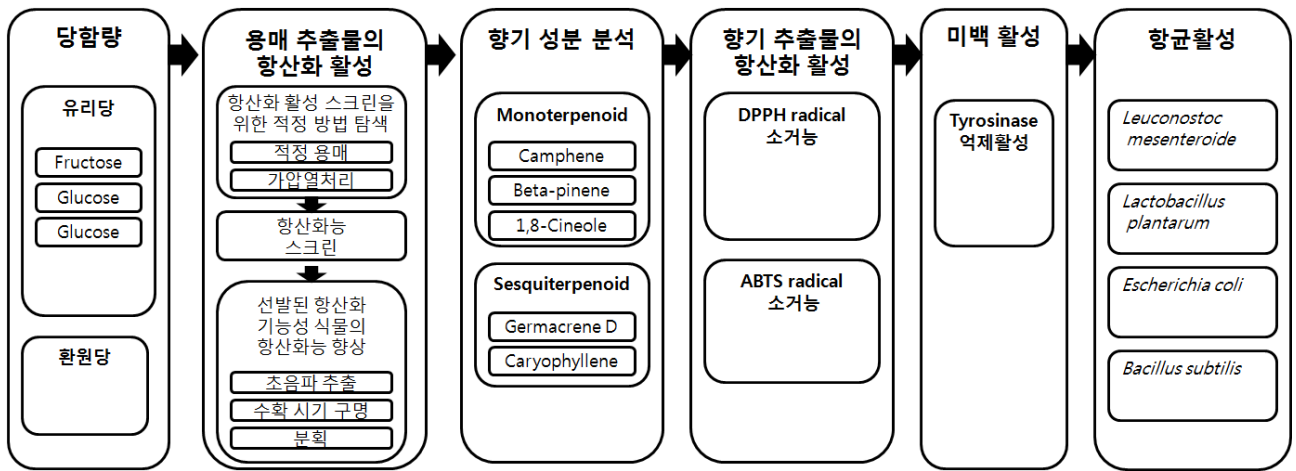


그림 3-9. 본 연구에서 수행한 국화과 식물의 성분분석 및 생리활성 측정의 모식도

제 4 절 국화과 식물을 이용한 건강 상품 개발

1. 재료 및 방법

가. 실험재료

충북 청원군 소재의 실험포장에서 2007, 2008년에 채취한 감국(*Chrysanthemum indicum* L.), 산국(*Chrysanthemum boreale* Makino), 구절초(*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam), 튕풀(*Achillea alpina* L.), 산비장이(*Serratula coronata* var. *insularis* (Iljin) Kitam. for. *insularis*) 및 벌개미취(*Aster koraiensis* Nakai)의 꽃과 줄기를 부위별로 구분하여 수세한 후 동결건조하였다. 건조시료는 -20°C 냉동고에 보관하면서 건강 상품 개발시료로 사용하였다.

나. 튀음 국화차 제품 개발

(1) 튀음 처리 장치 및 방법

실험에 사용된 튀음 처리장치는 그림 4-1과 같다. 300°C 까지 온도를 올릴 수 있고 온도조절장치가 부착된 oil bath(Chang Shin Scientific, Seoul, Korea)에 무쇠솥($\Psi 12\text{cm} \times 8\text{cm}$)을 넣고 온도와 시간을 조절한 다음 국화 꽃 20 g을 무쇠솥에 넣고 튀음 처리하였으며, 튀음이 완료되면 즉시 꺼내어 폴리에틸렌 필름(두께 0.06mm)으로 밀봉 포장하여 냉동보관하면서 분석에 사용하였다. 튀음 방법은 전 공정이 수작업에 의해 이루어지는 수공예에 의한 제다법(Park 등, 2006)으로 튀음 처리를 하였다.



그림 4-1. 튀음처리 장치

(2) 볶음 시간에 따른 품질 특성

볶음차의 품질을 크게 좌우하는 첫 볶음 시간(Park 등, 2006)의 영향을 살펴보기 위하여 볶음 시간을 5, 7.5, 10, 12.5 및 15분으로 설정하고, 그림 4-1과 같은 볶음 처리장치로 230℃에서 20 g의 시료를 볶음 처리하였으며, 볶음 시료 0.2 g을 100℃ 증류수 50 mL에 5분간 침출시킨 다음 여과(Whatman No. 2)하여 품질특성 분석용 시료로 사용하였다.

(3) 볶음 횟수별 온도 조건

볶음 횟수에 따른 품질 특성 변화를 살펴보기 위하여 볶음 최적시간으로 10분을 선정하였고, 볶음 횟수 및 온도 조건은 표 4-1과 같이 정해진 온도에 따라 각각 3, 5 및 7회 볶음 처리하였다.

표 4-1. 볶음 처리 조건

Pan-firing times	Pan-firing temperature(℃)
3	230-150-80
5	230-150-110-100-80
7	230-150-140-130-110-100-80

(4) 볶음 횟수에 따른 품질 특성

볶음 횟수에 따른 성분 분석은 표 4-1의 조건에 따라 볶음 처리된 각각의 시료 0.2 g을 100℃ 증류수 50 mL에 5분간 침출한 다음 여과하여 침출액을 제조하여 품질특성 분석용 시료로 사용하였다.

(5) 침출 횟수 및 시간에 따른 품질특성

(가) 침출 조건

볶음 횟수별 시료에 대한 침출 횟수 및 침출 시간에 따른 총 폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 항산화 활성의 차이를 살펴보기 위해 볶음 처리한 시료 0.2 g을 면포 재질의 수용포대를 이용하여 티백포장 후 1, 3 및 5분간 침출시켜 침출액을 제조 하였으며, 각각의 침출 시료는 다시 동일 시간동안 새로운 증류수에 재탕 및 삼탕을 하여 침출액을 제조 후 분석에 사용하였다.

(나) 침출 속도

볶음 횟수에 따른 유용 성분의 추출 속도의 변화를 살펴보았다. 추출 속도는 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량을 대상으로 측정하였으며, 침출 시간에 따른 성분 함량을 1차 함수로 표현하고 기울기를 추출속도의 지표로 나타내었다.

(6) 품질특성분석

(가) 색도 측정

뒤음 처리 시료 침출액의 색도 측정은 색차계(Color and color difference meter, Model No. CR-300, Minolta Co., Japan)를 이용하여 명암도를 나타내는 L값 (lightness), 적색도의 정도를 나타내는 a값 (redness), 황색도의 정도를 나타내는 b값 (yellowness)으로 나타내어 변화된 값을 비교하였다.

(나) 총 질소 함량

뒤음 시료 침출액의 질소화합물을 질산성 질소로 산화 시킨 후 직접 질산성 질소를 측정하는 자외선 흡광도법을 이용하여 측정하였다(AOAC, 1990). 즉, 추출물 50 mL에 알칼리성 과산화칼륨 용액 10 mL를 가한 후 고압증기멸균기에서 120°C 30분간 가열 후 꺼내어 GF/C(Whatman) 여과지를 이용하여 여과 후 여액 25 mL에 염산 5 mL를 가한 후 이 용액의 일부를 10 mm 흡수셀에 옮겨 검액으로 사용하여 220 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 KNO₃(Wako Pure Chemical, Osaka, Japan)을 사용하여 검량선을 작성하였다.

(다) 구성 아미노산 분석

뒤음 시료의 구성 아미노산조성(Bektas 등, 2005)은 시료 1 g을 18 mL test tube에 칭량하여 6 N HCl 3 mL를 가한 다음 진공펌프를 이용하여 test tube에 진공 sealing하였다. Sealing한 test tube는 121°C로 setting된 heating block에 24시간 동안 가수분해 시킨 다음, 50°C, 40 psi의 rotary evaporator로 산을 제거한 후 sodium loading buffer를 이용하여 10 mL로 정용한 다음, 여기서 1 mL를 취하여 membrane filter로 여과하여 아미노산 분석기로 정량 분석하였다.

표 4-2. 구성아미노산 분석 조건

Instrument	Biochrom 20 (Pharmacia biotech)
Analytic time	1 hr/1 sample
Injection volume	100 μ L
Buffer	Sodium loading buffer (4 kinds, Pharmacia)
Reagent	Ninhydrine (Pharmacia)

(라) Caffeine 함량

뒤음 시료의 caffeine 함량 변화(Jo 등, 2006)는 시료 0.2 g을 50 mL 용량플라스크에 취하고 이동상 (메탄올:물=2:8, v/v)으로 정확히 눈금을 맞추고 60°C 항온 초음파에서 20분간 추출한 뒤 휘발된 용매는 용매를 보충하여 정확히 눈금을 맞추었다. 위의 용액을 원심분리(10,000 rpm, 10분) 한 후 상등액을 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC(TSP Co., USA)로 분석하였다(표4-3). 표준물질은 caffeine(Fluka chemika, Switzerland)를 사용하여 검량선을 작성하였다.

표 4-3. Caffeine HPLC 분석조건

Instrument	HPLC (TSP Co., USA)
Column	Novapack C ₁₈
Detector	UV-detector, 280 nm
Mobile phase	Methanol : Water = 2 : 8 (v/v)
Flow rate	1.2 mL/min
Injection volume	10 µL

(마) Chlorophyll 함량

뒤음 시료의 엽록소 함량(Seo 등, 2005)은 시료 20 mg을 정량하여 100% DMSO 5 mL에 침지 후 65°C 항온욕조에 6시간 중탕한 뒤 665 nm와 648 nm의 파장에서 흡광도를 측정하고, 측정값을 다음 식에 대입하여 엽록소 a와 b 그리고 총 엽록소 함량을 구하였다.

$$\text{Chlorophyll a} = 12.7 A_{665} - 2.69 A_{648}$$

$$\text{Chlorophyll b} = 22.9 A_{648} - 4.68 A_{665}$$

$$\text{Total chlorophyll(a+b)} = 20.29 A_{648} + 8.02 A_{665}$$

(바) Tannin 함량

뒤음 시료 침출액의 탄닌 함량(Duval 등, 2001)은 시료 용액 1 mL에 95% ethanol 1 mL과 증류수 1 mL를 가하여 잘 흔들어 주고 5% Na₂CO₃ 용액 1 mL과 1 N Folin ciocalteu reagent 0.5 mL를 가한 후 실온에서 60분간 발색시킨 다음 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 검량선을 작성하였다.

(사) 총 폴리페놀 함량

뒤음 시료 침출액의 총 폴리페놀 함량(Dewanto 등, 2002; Choi 등, 2003)은 추출물 100 μL 에 2% Na_2CO_3 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치하고 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 μL 를 첨가하고 vortexing하였으며 실온에서 30분간 방치한 후 UV/Vis spectrophotometer를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 tannic acid(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 검량선을 작성하였다.

(아) 총 플라보노이드 함량

뒤음 시료 침출액의 총 플라보노이드 함량(Dewanto 등, 2002; Choi 등, 2003)은 추출물 250 μL 에 증류수 1 mL과 5% NaNO_2 75 μL 를 가한 다음, 5분 후 10% $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 150 μL 를 가하여 6분 방치하고 1N NaOH 500 μL 를 가하였다. 11분 후, 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다. 표준물질로 (+)-catechin hydrate(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 검량선을 작성하였다.

(7) 항산화활성 측정

(가) DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 의한 전자공여능

뒤음 시료 침출액의 항산화 활성(Choi 등, 2003)을 측정은 1×10^{-4} M DPPH(Sigma Chemical Co., USA)용액 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가한 후, 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하였다. 흡광도를 측정할 때 셀에 분주되는 각 시료에 의한 흡광도의 차이는 ethanol만의 흡광도를 측정하여 보정해 주었고, 이때 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$ED A (\%) = \frac{A - B}{B} \times 100$$

A : 추출물을 넣었을 때의 흡광도 값

B : 추출물 대신 동량의 에탄올을 첨가했을 때의 흡광도 값이다.

(나) ABTS cation decolorization assay에 의한 총 항산화력

뒤음 시료 침출액의 총 항산화력(Bektas 등, 2005)은 ABTS(Sigma Chemical Co., USA) 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 $\text{ABTS}^{\cdot+}$ 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4-1.5가 되도록 물 흡광계수($\epsilon = 3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 $\text{ABTS}^{\cdot+}$ 용액 1 mL에 추출액 50 μL 를 가하여 90분 후에 흡광도의 변화를 측정하였으며, 표준물질로서 L-ascorbic acid를 동량 첨가하여 ascorbic acid당량으로 표현하였다.

$$A_{EA C} = \frac{\Delta A}{\Delta A_{aa}} \times C_{aa} \times V \times \frac{100}{W}$$

ΔA : 추출물을 넣었을 때의 O.D.의 변화

ΔA_{aa} : AA std. soln.이 추출물 대신 동량 들어갔을 때의 O.D. 변화

C_{aa} : AA std. soln.의 농도 (mg/mL)

V : 추출물의 정용부피 (mL)

W : sample homogenate의 weight (g)

(8) 관능 평가

뒤음 조건에 따른 침출액의 관능적 품질을 평가하기 위하여 10명을 관능검사 요원으로 선정하여 이들에게 국화차의 종합적 기호도를 평가하는 요령을 훈련시킨 뒤 관능검사를 실시하였다. 평가시료의 조제는 뒤음 처리한 시료 0.2 g을 티백에 넣어 100 mL 열수를 가하고 5분간 침출한 다음, 티백을 제거한 후 5점 또는 7점 기호척도법 (1; dislike extremely, 7; like extremely)으로 관능검사를 실시하였다.

(9) 최적조건에서의 뒤음 국화차 제조

(가) 뒤음 국화차 제조

선행 연구에서 뒤음 국화차의 이화학적 성분 변화와 관능적 특성을 고려하여 선정된 뒤음 국화차 제조 최적조건에 준하여 감국, 산국 및 구절초 뒤음차와 비교분석하였다. 그 상세한 방법은 다음과 같다. 300℃까지 온도를 올릴 수 있고 온도조절장치가 부착된 oil bath에 무쇠솥 (Φ12cm × 8cm)을 넣고 온도와 시간을 조절한 다음 국화 꽃 20 g을 무쇠솥에 넣고 뒤음 시간은 10분, 뒤음 횟수는 5회, 뒤음 온도는 230℃-150℃-110℃-100℃-80℃ 조건에서 뒤음 처리하였으며, 뒤음이 완료되면 즉시 꺼내어 폴리에틸렌 필름 (두께 0.06mm)으로 밀봉 포장하여 냉동보관하면서 분석에 사용하였다. 뒤음 방법은 제다의 전 공정이 수작업에 의해 이루어지는 수공에 의한 제다법으로 뒤음 처리를 하였다.

(나) 뒤음 국화차의 품질특성 분석

① 시료 제조

뒤음 국화 시료 0.2 g을 티백 용지(T-sac size 1, Tea Goetz GmbH, Germany)에 담고 100℃의 증류수 100 mL에 5분간 침출시킨 다음 여과하여 품질특성 분석시료로 사용하였다.

② 색도 측정

뒤음 처리 시료 침출액의 색도 측정은 색차계(Color and color difference meter, Model No. CR-300, Minolta Co., japan)를 이용하여 명암도를 나타내는 L값 (lightness), 적색도의 정

도를 나타내는 a값 (redness), 황색도의 정도를 나타내는 b값 (yellowness)으로 나타내어 변화된 값을 비교하였다.

③ 갈변도 및 탁도 측정

갈변도(browning index)와 탁도(turbidity)는 spectrophotometer(Shimadzu, UV-1650 PC, Tokyo, Japan)를 이용하여 각각 420 nm와 590 nm에서 흡광도를 측정하였다.

④ pH 측정

뒤음 국화차의 pH는 pH-meter(Model 320, Thermo orion, USA)를 이용하여 측정하였다.

⑤ 환원당 함량

뒤음 국화차의 환원당 함량(Miller 등, 1959)은 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)법을 이용하였으며, 환원당에 의해 NO₂기가 NH₂기로 환원되고, sample 중에 환원당이 많을수록 3-amino-5-nitrosalicylic acid 가 많이 생성되어 흡광도 값이 상승되는 원리로 분석하였다. DNS 시약 조제는 DNS 0.5 g을 50 mL의 증류수에 녹여 2 N-NaOH 20 mL을 가한 후, Rochell 염(potassium sodium tartrate 4H₂O) 30 g을 조금씩 가하여 녹인 다음, 증류수를 첨가하여 100 mL로 정용하였다. 시료 0.2 mL에 DNS 시약 0.4 mL을 가하여 100°C에서 5 min 가열한 후, 급속히 냉각시켜 증류수 1.8 mL을 첨가한 다음, 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 glucose를 0.1, 0.2, 0.4, 0.6 및 0.8 mg/mL의 농도로 희석하여 사용하였으며. 검량선 작성 후 환원당의 함량을 g/100 mL로 나타내었다.

(다) 뒤음 국화차의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성

① 총 폴리페놀 함량

뒤음 시료 침출액의 총 폴리페놀 함량(Dewanto 등, 2002; Choi 등, 2003)은 추출물 100 µL에 2% Na₂CO₃ 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치하고 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 µL를 첨가하고 vortexing하였으며 실온에서 30분간 방치한 후 UV/Vis spectrophotometer를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 tannic acid(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 검량선을 작성하였다.

② 총 플라보노이드 함량

뒤음 시료 침출액의 총 플라보노이드 함량(Dewanto 등, 2002; Choi 등, 2003)은 추출물 250 µL에 증류수 1 mL과 5% NaNO₂ 75 µL를 가한 다음, 5분 후 10% AlCl₃·6H₂O 150 µL를 가하여 6분 방치하고 1N NaOH 500 µL를 가하였다. 11분 후, 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다. 표준물질로 (+)-catechin hydrate(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 검량

선을 작성하였다.

③ DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 의한 전자공여능

뒤음 시료 침출액의 항산화 활성(Choi 등, 2003)을 측정은 1×10^{-4} M DPPH(Sigma Chemical Co., USA)용액 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가한 후, 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하였다. 흡광도를 측정할 때 셀에 분주되는 각 시료에 의한 흡광도의 차이는 ethanol만의 흡광도를 측정하여 보정해 주었고, 이때 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$ED A (\%) = \frac{A - B}{B} \times 100$$

A : 추출물을 넣었을 때의 흡광도 값

B : 추출물 대신 동량의 에탄올을 첨가했을 때의 흡광도 값이다.

④ ABTS cation decolorization assay에 의한 총 항산화력

뒤음 시료 침출액의 총 항산화력(Bektas 등, 2005)은 ABTS(Sigma Chemical Co., USA) 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 $ABTS^+$ 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 몰 흡광계수($\epsilon = 3.6 \times 10^4 M^{-1}cm^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 $ABTS^+$ 용액 1 mL에 추출액 50 μ L를 가하여 90분 후에 흡광도의 변화를 측정하였으며, 표준물질로서 L-ascorbic acid를 동량 첨가하여 ascorbic acid당량으로 표현하였다.

$$A E A C = \frac{\Delta A}{\Delta A_{aa}} \times C_{aa} \times V \times \frac{100}{W}$$

ΔA : 추출물을 넣었을 때의 O.D.의 변화

ΔA_{aa} : AA std. soln.이 추출물 대신 동량 들어갔을 때의 O.D. 변화

C_{aa} : AA std. soln.의 농도 (mg/mL)

V : 추출물의 정용부피 (mL)

W : sample homogenate의 weight (g)

다. 국화 환 제품 개발

품질특성 및 항산화 효과가 높은 환을 제조하기 위한 선행연구에서 추출액 25, 추출박 0.2, 텍스트린 0.8, 밀가루 3.5, 꿀 0.5비율로 혼합하여 제조한 처리구에서 tannin 함량이 낮고, 총 폴리페놀 화합물과 전자공여능이 높은 결과를 얻었으나, 환 형성 어려움 및 건조 후 갈라짐 현상이 나타났으며, 이를 개선하기 위하여 부형제 혼합비율 결정 연구를 진행하였다.

(1) 국화 환 제조의 최적조건 결정

(가) 시료 제조

냉동보관중인 감국(*Chrysanthemum indicum* L.) 꽃부위를 분쇄기(Micro hammer cutter mill type-3, Culatti AG, Swiss)를 이용하여 60 mesh의 크기로 분쇄하였다. 분쇄시료 50 g에 증류수 1,000 mL을 첨가하여 90°C의 수욕상에서 2시간, 2회 교반 추출하였다. 추출물을 감압여과 한 후 회전진공농축기(EYELA N-1000, Tokyo, Japan)를 이용하여 가용성 고형분 함량이 10 brix가 되도록 농축하여 각각의 추출물을 제조하였다. 또한 추출박은 60°C에서 6시간 열풍 건조한 후 100 mesh 크기로 분쇄하였다. 환 형성을 위하여 부형제로 밀가루, 감자전분, 텍스트린, 꿀을 사용하여 표 4-4와 같이 혼합하였다. 이를 지름 0.5 cm 정도의 환으로 성형한 후 60°C에서 3시간 열풍건조하여 감국 꽃 환을 제조하였다.

표 4-4. 환 제조 최적조건 결정을 위한 부형제 혼합비율 (단위; g)

시료번호	추출액	추출박	밀가루	전분	텍스트린	꿀
P01	30	10	5	15	5	10
P02	30	10	10	10	5	10
P03	30	10	15	5	5	10
P04	30	10	5	15	10	5
P05	30	10	10	10	10	5
P06	30	10	15	5	10	5
P07	30	10	5	15	15	0
P08	30	10	10	10	15	0
P09	30	10	15	5	15	0

(나) 국화 환 제조의 최적조건 결정을 위한 품질특성 분석

부형제의 종류 및 농도를 달리하여 제조한 감국 꽃 환의 품질특성을 분석하기 위하여 환 시료 1 g에 증류수 100 mL을 가한 후 1시간동안 초음파 추출하였다. 추출물을 원심분리관에 담아 3,500 rpm에서 30분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 전자공여능의 분석시료로 사용하였다. 관능검사는 차이식별능력이 있는 평가요원 10명을 대상으로 환 5개와 소량의 물을 제공 후 외관, 풍미, 조직감 및 종합적인 기호도를 평가하였다.

(2) 최적조건에서의 국화 환 제조

(가) 실험 재료

본 연구에서 사용한 감국(*Chrysanthemum indicum* L.), 산국(*Chrysanthemum boreale* Makino), 구절초(*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam), 톱풀(*Achillea alpina* L.), 산비장이(*Serratula coronata* var. *insularis* (Iljin) Kitam. for. *insularis*) 및 별개미취(*Aster koraiensis* Nakai)는 충북 청원군 소재의 실험포장에서 2008년 9월에 꽃 부위만을 채취한 후 세척 및 동결건조 하여 -20°C 이하로 보관하면서 뒤음 국화차 제조용 시료로 사용하였다.

(나) 국화 환 제조

감국(*Chrysanthemum indicum* L.), 산국(*Chrysanthemum boreale* Makino), 구절초(*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam), 톱풀(*Achillea alpina* L.), 산비장이(*Serratula coronata* var. *insularis* (Iljin) Kitam. for. *insularis*) 및 별개미취(*Aster koraiensis* Nakai) 환은 앞서 선정된 최적조건에 준하여 제조하였다. 즉, 60 mesh의 크기로 분쇄한 각 품종별 꽃 부위 분쇄시료 50 g에 증류수 1,000 mL을 첨가하여 90°C 의 수욕상에서 2시간, 2회 교반 추출하였다. 추출물을 감압여과 한 후 회전진공농축기(EYELA N-1000, Tokyo, Japan)를 이용하여 가용성 고형분 함량이 10 brix가 되도록 농축하여 각각의 추출물을 제조하였다. 추출물, 추출박, 밀가루, 전분, 텍스트린 및 꿀을 혼합한 후 지름 0.5 cm 정도의 환으로 성형하고 60°C 에서 3시간 열풍건조하여 감국 꽃 환을 제조하였다.

(다) 국화 환의 품질특성 분석

① 분석시료 제조

국화 환의 품질특성을 분석하기 위하여 품종별 환 시료 1 g을 막자사발로 분쇄하고 증류수 100 mL을 가한 후 1시간동안 초음파 추출하였다. 추출물을 원심분리관에 담아 3,500 rpm에서 30분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 품질특성 분석시료로 사용하였다.

② 색도 측정

국화 환의 색도 측정은 부형제를 혼합하여 반죽한 시료를 직육면체($3.0 \times 3.0 \times 0.5$ cm)로 성형하고 열풍건조 후 색차계(Color and color difference meter, Model No. CR-300, Minolta Co., Japan)를 이용하여 명암도를 나타내는 L값(lightness), 적색도의 정도를 나타내는 a값(redness), 황색도의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내어 변화된 값을 비교하였다.

③ 환원당 함량

국화 환의 환원당 함량(Miller 등, 1959)은 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)법을 이용하였으며, 환원당에 의해 NO₂기가 NH₂기로 환원되고, sample 중에 환원당이 많을수록 3-amino-5nitrosalicylic acid 가 많이 생성되어 흡광도 값이 상승되는 원리로 분석하였다. DNS 시약 조제는 DNS 0.5 g을 50 mL의 증류수에 녹여 2 N-NaOH 20 mL을 가한 후, Rochell 염(potassium sodium tartrate 4H₂O) 30 g을 조금씩 가하여 녹인 다음, 증류수를 첨가하여 100 mL로 정용하였다. 시료 0.2 mL에 DNS 시약 0.4 mL을 가하여 100°C에서 5 min 가열한 후, 급속히 냉각시켜 증류수 1.8 mL을 첨가한 가음. 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 glucose를 0.1, 0.2, 0.4, 0.6 및 0.8 mg/mL의 농도로 희석하여 사용하였으며. 검량선 작성 후 환원당의 함량을 g/100 mL로 나타내었다.

(라) 국화 환의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성

① 총 폴리페놀 함량

국화 환의 총 폴리페놀 함량(Dewanto 등, 2002; Choi 등, 2003)은 추출물 100 µL에 2% Na₂CO₃ 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치하고 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 µL를 첨가하고 vortexing하였으며 실온에서 30분간 방치한 후 UV/Vis spectrophotometer를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 tannic acid(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 검량선을 작성하였다.

② 총 플라보노이드 함량

국화 환의 총 플라보노이드 함량(Dewanto 등, 2002; Choi 등, 2003)은 추출물 250 µL에 증류수 1 mL과 5% NaNO₂ 75 µL를 가한 다음, 5분 후 10% AlCl₃·6H₂O 150 µL를 가하여 6분 방치하고 1N NaOH 500 µL를 가하였다. 11분 후, 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다. 표준물질로 (+)-catechin hydrate(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 검량선을 작성하였다.

③ DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 의한 전자공여능

국화 환의 항산화 활성(Choi 등, 2003)을 측정은 1×10⁻⁴ M DPPH(Sigma Chemical Co., USA)용액 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가한 후, 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하였다. 흡광도를 측정할 때 셀에 분주되는 각 시료에 의한 흡광도의 차이는 ethanol만의 흡광도를 측정하여 보정해 주었고, 이때 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$ED A (\%) = \frac{A - B}{B} \times 100$$

A : 추출물을 넣었을 때의 흡광도 값

B : 추출물 대신 동량의 에탄올을 첨가했을 때의 흡광도 값이다.

④ ABTS cation decolorization assay에 의한 총 항산화력

국화 환의 침출액의 총 항산화력(Bektas 등, 2005)은 ABTS(Sigma Chemical Co., USA) 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS^{·+} 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 물 흡광계수($\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS^{·+}용액 1 mL에 추출액 50 μL 를 가하여 90분 후에 흡광도의 변화를 측정하였으며, 표준물질로서 L-ascorbic acid를 동량 첨가하여 ascorbic acid당량으로 표현하였다.

$$A_{EA C} = \frac{\Delta A}{\Delta A_{aa}} \times C_{aa} \times V \times \frac{100}{W}$$

ΔA : 추출물을 넣었을 때의 O.D.의 변화

ΔA_{aa} : AA std. soln.이 추출물 대신 동량 들어갔을 때의 O.D. 변화

C_{aa} : AA std. soln.의 농도 (mg/mL)

V : 추출물의 정용부피 (mL)

W : sample homogenate의 weight (g)

(마) 국화 환의 관능특성 분석

감국(*Chrysanthemum indicum* L.), 산국(*Chrysanthemum boreale* Makino), 구절초(*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam), 톱풀(*Achillea alpina* L.), 산비장이(*Serratula coronata* var. *insularis* (Iljin) Kitam. for. *insularis*) 및 별개미취(*Aster koraiensis* Nakai) 환의 관능검사는 본 실험에 흥미가 있고 차이식별능력이 있는 관능검사요원 10명을 선정하여 사전교육을 실시한 후 관능검사를 실시하였다. 평가방법은 품종별 국화 환 4~5개를 소량의 물과 함께 섭취하도록 한 후 외관, 풍미, 조직감 및 종합적 기호도에 대하여 7점 기호척도법(1; dislike extremely, 7; like extremely)으로 관능평가를 실시하였다.

라. 국화 캔디 제품 개발

(1) 국화 캔디 제조를 위한 최적조건 결정

냉동보관중인 감국(*Chrysanthemum indicum* L.) 꽃부위를 분쇄기(Micro hammer cutter mill type-3, Culatti AG, Swiss)를 이용하여 60 mesh의 크기로 분쇄하였다. 분쇄시료 50 g에 증류수 1,000 mL을 첨가하여 90°C의 수욕상에서 2시간, 2회 교반 추출하였다. 추출물을 감압여과 한 후 회전진공농축기(EYELA N-1000, Tokyo, Japan)를 이용하여 가용성 고형분 함량이 10 brix가 되도록 농축하여 각각의 추출물을 제조하였다. 캔디 제조를 위한 부재료로 설탕, 물엿, 구연산을 다양한 조건으로 혼합하여 캔디를 제조하였다. 캔디 제조를 위하여 전자레인지와 가스레인을 이용하였으며, 각각 캔디를 제조한 후 물리적 및 관능적 특성을 분석하여 최적조건을 선정하고자 하였다.

(2) 최적조건에서의 국화 캔디 제조

(가) 실험 재료

본 연구에서 사용한 감국(*Chrysanthemum indicum* L.), 산국(*Chrysanthemum boreale* Makino), 구절초(*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam), 튼풀(*Achillea alpina* L.) 및 산비장이(*Serratula coronata* var. *insularis* (Iljin) Kitam. for. *insularis*)는 충북 청원군 소재의 실험포장에서 2008년 9월에 꽃 부위만을 채취한 후 세척 및 동결건조 하여 -20°C 이하로 보관하면서 뒤음 국화차 제조용 시료로 사용하였다.

(나) 국화 캔디 제조

감국(*Chrysanthemum indicum* L.), 산국(*Chrysanthemum boreale* Makino), 구절초(*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam), 튼풀(*Achillea alpina* L.) 및 산비장이(*Serratula coronata* var. *insularis* (Iljin) Kitam. for. *insularis*)는 앞서 선정한 최적조건에 준하여 제조하였다. 즉, 60 mesh의 크기로 분쇄한 각 품종별 꽃 부위 분쇄시료 50 g에 증류수 1,000 mL을 첨가하여 90°C 의 수욕상에서 2시간, 2회 교반 추출하였다. 추출물을 감압여과한 후 회전진공농축기(EYELA N-1000, Tokyo, Japan)를 이용하여 가용성 고형분 함량이 10 brix가 되도록 농축하여 각각의 추출물을 제조하였다. 설탕 60, 물엿 40, 물 10, 농축액 10 및 구연산 0.1을 혼합하여 양은냄비에 넣고 교반하면서 가열하였고, 온도가 120°C 에 도달하였을 때 가스레인지의 불을 끄고 잔열로 최종가열온도 140°C 가 되면 캔디용 몰당(Cube molding, Size $2.5 \times 2.5 \times 1.5$ cm, BB Co., Italy)에 부어 실온에서 1시간 냉각하여 캔디를 제조하였다

표 4-5 국화 캔디 제조를 위한 부재료의 혼합비율 (단위; g)

	설탕	물엿	물	농축액	구연산
대 조 구	60	40	20	0	0.1
감국 (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)					
산국 (<i>Chrysanthemum boreale</i> Makino)					
구절초 [<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam]	60	40	10	10	0.1
튼풀 (<i>Achillea alpina</i> L.)					
산비장이 [<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> (Iljin) Kitam. for. <i>insularis</i>]					

(다) 국화 캔디의 품질특성 분석

① 색도 측정

국화 캔디의 색도 측정은 캔디의 상단부를 색차계(Color and color difference meter, Model No. CR-300, Minolta Co., Japan)를 이용하여 명암도를 나타내는 L값(lightness), 적색도의 정도를 나타내는 a값(redness), 황색도의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내어 변화된 값을 비교하였다.

② 경도 측정

제조된 캔디의 경도는 매우 단단하여 송곳형 탐침(직경 3 mm, 첨단의 각도 9°)을 사용하였으며, 캔디가 파괴될 때의 힘을 경도(hardness; G-Force)로 정의하였다.(Lee NJ, 2006) Texture analyzer(RT 30, Fudoh Rheo Meter, Japan)를 변형속도(table speed) 20 mm/min, 변형하중 20 kg의 조건에서 사용하였으며, 경도는 10번 반복 측정한 값의 평균값과 표준편차로 나타내었다.

③ 용해도 측정

무게가 유사한 캔디 1조각을 증류수 100 mL에 넣고 상온(21°C)에서 200 rpm의 속도로 교반하면서 1분마다 pH를 측정하였으며, 0.2 mL을 취하여 당도를 측정하여 pH와 당도의 변화로 국화 캔디의 용해도를 나타내었다. 당도는 디지털 당도계(PAL-1, ATAGO, Japan)를 이용하였으며, pH는 pH meter(Model 320, Thermo orion, USA)를 사용하여 측정하였다(Lee 등, 2006).

(라) 국화 캔디의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성

① 시료 제조

국화 캔디의 품질특성을 분석하기 위하여 품종별로 무게가 유사한 캔디 1조각을 증류수 100 mL에 용해시켜 추출하였다. 추출물을 원심분리관에 담아 3,500 rpm에서 30분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 불용성 물질을 제거한 후 품질특성 분석시료로 사용하였다.

② 총 폴리페놀 함량

국화 캔디의 총 폴리페놀 함량(Dewanto 등, 2002; Choi 등, 2003)은 추출물 100 μ L에 2% Na_2CO_3 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치하고 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 μ L를 첨가하고 vortexing하였으며 실온에서 30분간 방치한 후 UV/Vis spectrophotometer를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 tannic acid(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 검량선을 작성하였다.

③ 총 플라보노이드 함량

국화 캔디의 총 플라보노이드 함량(Dewanto 등, 2002; Choi 등, 2003)은 추출물 250 μL 에 증류수 1 mL과 5% NaNO_2 75 μL 를 가한 다음, 5분 후 10% $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 150 μL 를 가하여 6분 방치하고 1N NaOH 500 μL 를 가하였다. 11분 후, 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다. 표준물질로 (+)-catechin hydrate(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 검량선을 작성하였다.

④ DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 의한 전자공여능

국화 캔디의 항산화 활성(Choi 등, 2003)을 측정은 1×10^{-4} M DPPH(Sigma Chemical Co., USA)용액 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가한 후, 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하였다. 흡광도를 측정할 때 셀에 분주되는 각 시료에 의한 흡광도의 차이는 ethanol만의 흡광도를 측정하여 보정해 주었고, 이때 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$ED A (\%) = \frac{A - B}{B} \times 100$$

A : 추출물을 넣었을 때의 흡광도 값

B : 추출물 대신 동량의 에탄올을 첨가했을 때의 흡광도 값이다.

⑤ ABTS cation decolorization assay에 의한 총 항산화력

국화 캔디의 침출액의 총 항산화력(Bektas 등, 2005)은 ABTS(Sigma Chemical Co., USA) 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 $\text{ABTS}^{\cdot+}$ 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 몰 흡광계수($\epsilon = 3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 $\text{ABTS}^{\cdot+}$ 용액 1 mL에 추출액 50 μL 를 가하여 90분 후에 흡광도의 변화를 측정하였으며, 표준물질로서 L-ascorbic acid를 동량 첨가하여 ascorbic acid당량으로 표현하였다.

$$A EA C = \frac{\Delta A}{\Delta A aa} \times Caa \times V \times \frac{100}{W}$$

ΔA : 추출물을 넣었을 때의 O.D.의 변화

ΔAaa : AA std. soln.이 추출물 대신 동량 들어갔을 때의 O.D. 변화

Caa : AA std. soln.의 농도 (mg/mL)

V : 추출물의 정용부피 (mL)

W : sample homogenate의 weight (g)

(마) 국화 캔디의 관능특성 분석

감국(*Chrysanthemum indicum* L.), 산국(*Chrysanthemum boreale* Makino), 구절초(*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam), 톱풀(*Achillea alpina* L.) 및 산비장이(*Serratula coronata* var. *insularis* (Iljin) Kitam. for. *insularis*)이 캔디의 관능검사는 본 실험에 흥미가 있고 차이식별능력이 있는 관능검사요원 12명을 선정하여 사전교육을 실시한 후 관능검사를 실시하였다. 평가방법은 품종별 국화 캔디를 소량 제공한 후 색, 향, 맛 및 종합적 기호도에 대하여 7점 기호척도법(1; dislike extremely, 7; like extremely)으로 관능평가를 실시하였다.

마. 국화 분말차 제품 개발

선행연구를 통하여 국화 분말차 제조 가능성을 확인하였으며, 그 관능적 특성도 우수하게 나타났으나, 분말화를 위하여 첨가된 부형제(forming agent)인 무수결정포도당으로 인하여 국화 특유의 향과 맛보다는 단맛이 지나치게 강조된 문제점이 발생하였으며, 이를 개선하기 위하여 맛과 향에 영향을 주지 않는 다양한 부형제의 선정 및 부형제의 종류 및 첨가 농도에 따른 국화 분말차의 품질특성을 조사하였다.

(1) 국화 분말차 제조의 최적조건 결정

(가) 시료 제조

냉동보관중인 감국(*Chrysanthemum indicum* L.) 꽃 부위를 분쇄기(Micro hammer cutter mill type-3, Culatti AG, Swiss)를 이용하여 60 mesh의 크기로 분쇄하였다. 분쇄시료 50 g에 증류수 1,000 mL을 첨가하여 90°C의 수욕상에서 2시간, 2회 교반 추출하였다. 추출물을 감압여과 한 후 회전진공농축기(EYELA N-1000, Tokyo, Japan)를 이용하여 가용성 고형분 함량이 10 brix가 되도록 농축하여 추출물을 제조하였다. 국화 추출물에 분말 형성을 위하여 부형제로 무수결정포도당(anhydrous crystall glucose; G), 덱스트린(dextrin; D), 말토덱스트린(maltodextrin; MD), 시클로덱스트린(beta-cyclodextrin; CD)을 사용하여 표 4-6과 같이 혼합하였다. 이를 동결건조한 후 100 mesh로 사별하여 국화 분말차를 제조하였다. 각각의 분말차의 품질특성을 실시하여 최적조건을 선정하였다.

표 4-6. 부형제의 종류 및 첨가 농도

No.	추출액 (10 brix)	부형제	
		종류 ¹⁾	함량 비율
1	20	G	80
2	60	G	40
3	20	D	80
4	60	D	40
5	20	MD	80
6	60	MD	40
7	20	CD	80
8	60	CD	40
9	60	D+CD	40 (D:CD=90:10)
10	60	D+MD	40 (D:MD=90:10)
11	60	D+CD	40 (D:CD=10:90)
12	60	D+MD	40 (D:MD=10:90)
13	40	G	60
14	40	D	60
15	40	MD	60
16	40	CD	60
17	60	D+MD	40 (D:MD=80:20)
18	60	D+CD	40 (D:CD=80:20)

¹⁾ G; 무수결정포도당, D; 덱스트린, MD; 말토덱스트린, CD; 시클로덱스트린

(2) 국화 분말차 제조의 최적조건에 따른 국화 분말차 제조

(가) 실험 재료

본 연구에서 사용한 감국(*Chrysanthemum indicum* L.), 산국(*Chrysanthemum boreale* Makino) 및 구절초(*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam)는 충북 청원군 소재의 실험포장에서 2008년 9월에 꽃 부위만을 채취한 후 세척 및 동결건조 하여 -20°C 이하로 보관하면서 국화 분말차 제조용 시료로 사용하였다.

(나) 국화 분말차 제조

감국, 산국 및 구절초 분말차는 앞서 선정한 최적조건에 준하여 제조하였다. 즉, 60 mesh의 크기로 분쇄한 각 품종별 꽃 부위 분쇄시료 50 g에 증류수 1,000 mL을 첨가하여 90°C 의 수욕상에서 2시간, 2회 교반 추출하였다. 추출물을 감압여과 한 후 회전진공농축기(EYELA N-1000, Tokyo, Japan)를 이용하여 가용성 고형분 함량이 10 brix가 되도록 농축하여 각각의 추출물을 제조하였다. 분말 형성을 위하여 부형제로 덱스트린(dextrin; D)과 말토덱스트린

(maltodextrin; MD)을 사용하여 표 4-7과 같이 혼합하였다. 이를 동결건조한 후 100 mesh로 사별하여 국화 분말차를 제조하였다.

표 4-7. 국화 분말차 제조를 위한 혼합비율

Sample	Compositae	Extract (%)	Forming agent (%)	
			Dextrin (D)	Maltodextrin (MD)
CID			40	0
CIMD	<i>Chrysanthemum</i>	60	0	40
CIDMD91	<i>indicum</i>		36	4
CIDMD82			32	8
CBD			40	0
CBMD	<i>Chrysanthemum</i>	60	0	40
CBMD91	<i>boreale</i>		36	4
CBMD82			32	8
CZD			40	0
CZMD	<i>Chrysanthemum</i>	60	0	40
CZDMD91	<i>zawadskii</i>		36	4
CZDMD82			32	8

CI : *Chrysanthemum indicum*, CB : *Chrysanthemum boreale*, CZ : *Chrysanthemum zawadskii*,
D : dextrin, MD : maltodextrin, DMD91 : dextrin 36%, maltodextrin 4%, DMD82 : dextrin 32%, maltodextrin 8%

(다) 국화 분말의 품질특성 분석

① 수분함량 측정

수분 함량은 적외선 수분 측정기(XM 60, Precisa, Swiss)를 이용하여 측정하였다.

② 흡습성(Hwang 등, 2002)

흡습성은 분말 시료 0.5 g을 취하여 포화상태로 조절된 desicator 내에 1시간 방치한 뒤 흡습된 수분 함량을 측정하여 흡습정도를 알아보았다.

③ 용해도(Nam 등, 2003)

용해도를 측정하기 위해 분말 시료 0.5 g에 증류수 10 mL을 가한 후 각 시간별(1, 3, 6, 9, 12 및 15분)로 실온에 방치한 뒤 0.2 mL씩 취한 후 디지털 당도계를 이용하여 당도의 변화로 용해도를 표시하였다.

(라) 국화 분말차의 품질특성 분석

① 시료제조

분말차의 품질특성 분석을 위하여 감국, 산국 및 구절초 분말 2 g을 100 mL의 열수에 용해시킨 후 원심분리기를 이용하여 3,500 rpm의 속도로 20분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 분석시료로 사용하였다.

② 색도 측정

국화 환의 색도 측정은 부형제를 혼합하여 반죽한 시료를 직육면체(3.0×3.0×0.5 cm)로 성형하고 열풍건조 후 색차계(Color and color difference meter, Model No. CR-300, Minolta Co., Japan)를 이용하여 명암도를 나타내는 L값(lightness), 적색도의 정도를 나타내는 a값(red), 황색도의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내어 변화된 값을 비교하였다.

③ 갈변도 및 탁도 측정

갈변도(browning index)와 탁도(turbidity)는 spectrophotometer(Shimadzu, UV-1650 PC, Tokyo, Japan)를 이용하여 각각 420 nm와 590 nm에서 흡광도를 측정하였다.

④ pH 측정

뒤음 국화차의 pH는 pH-meter(Model 320, Thermo orion, USA)를 이용하여 측정하였다.

⑤ 환원당 함량

국화 분말차의 환원당 함량(Miller 등, 1959)은 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)법을 이용하였으며, 환원당에 의해 NO₂기가 NH₂기로 환원되고, sample 중에 환원당이 많을수록 3-amino-5-nitrosalicylic acid 가 많이 생성되어 흡광도 값이 상승되는 원리로 분석하였다. DNS 시약 조제는 DNS 0.5 g을 50 mL의 증류수에 녹여 2 N-NaOH 20 mL을 가한 후, Rochell 염(potassium sodium tartrate 4H₂O) 30 g을 조금씩 가하여 녹인 다음, 증류수를 첨가하여 100 mL로 정용하였다. 시료 0.2 mL에 DNS 시약 0.4 mL을 가하여 100°C에서 5 min 가열한 후, 급속히 냉각시켜 증류수 1.8 mL을 첨가한 다음, 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 glucose를 0.1, 0.2, 0.4, 0.6 및 0.8 mg/mL의 농도로 희석하여 사용하였으며, 검량선 작성 후 환원당의 함량을 g/100 mL로 나타내었다.

(마) 국화 분말차의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성

① 총 폴리페놀 함량

국화 캔디의 총 폴리페놀 함량(Dewanto 등, 2002; Choi 등, 2003)은 추출물 100 μL 에 2% Na_2CO_3 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치하고 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 μL 를 첨가하고 vortexing하였으며 실온에서 30분간 방치한 후 UV/Vis spectrophotometer를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 tannic acid(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 검량선을 작성하였다.

② 총 플라보노이드 함량

국화 캔디의 총 플라보노이드 함량(Dewanto 등, 2002; Choi 등, 2003)은 추출물 250 μL 에 증류수 1 mL과 5% NaNO_2 75 μL 를 가한 다음, 5분 후 10% $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 150 μL 를 가하여 6분 방치하고 1N NaOH 500 μL 를 가하였다. 11분 후, 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다. 표준물질로 (+)-catechin hydrate(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 검량선을 작성하였다.

③ DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 의한 전자공여능

국화 캔디의 항산화 활성(Choi 등, 2003)을 측정은 1×10^{-4} M DPPH(Sigma Chemical Co., USA)용액 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가한 후, 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하였다. 흡광도를 측정할 때 셀에 분주되는 각 시료에 의한 흡광도의 차이는 ethanol만의 흡광도를 측정하여 보정해 주었고, 이때 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$ED A (\%) = \frac{A - B}{B} \times 100$$

A : 추출물을 넣었을 때의 흡광도 값

B : 추출물 대신 동량의 에탄올을 첨가했을 때의 흡광도 값이다.

④ ABTS cation decolorization assay에 의한 총 항산화력

국화 캔디의 침출액의 총 항산화력(Bektas 등, 2005)은 ABTS(Sigma Chemical Co., USA) 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS^+ 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 물 흡광계수($\epsilon = 3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS^+ 용액 1 mL에 추출액 50 μL 를 가하여 90분 후에 흡광도의 변화를 측정하였으며, 표준물질로서 L-ascorbic acid를 동량 첨가하여 ascorbic acid당량으로 표현하였다.

$$A_{EA C} = \frac{\Delta A}{\Delta A_{aa}} \times C_{aa} \times V \times \frac{100}{W}$$

ΔA : 추출물을 넣었을 때의 O.D.의 변화

ΔA_{aa} : AA std. soln.이 추출물 대신 동량 들어갔을 때의 O.D. 변화

C_{aa} : AA std. soln.의 농도 (mg/mL)

V : 추출물의 정용부피 (mL)

W : sample homogenate의 weight (g)

(바) 국화 분말차의 관능특성 분석

감국(*Chrysanthemum indicum* L.), 산국(*Chrysanthemum boreale* Makino) 및 구절초(*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam) 분말차의 관능검사는 본 실험에 흥미가 있고 차이식별능력이 있는 관능검사요원 8명을 선정하여 사전교육을 실시한 후 관능검사를 실시하였다. 분말시료 2 g을 열수 100 mL에 완전히 용해시킨 후 색, 향, 단맛, 신맛, 쓴맛 및 종합적 기호도에 대하여 7점 기호척도법(1; dislike extremely, 7; like extremely)으로 관능평가를 실시하였다.

2. 실험결과

가. 튀음 국화차 제품 개발

(1) 튀음 시간에 따른 품질특성

(가) 색도

튀음 시간에 따른 감국 침출액의 색도 변화는 표 4-8과 같다. 명도를 나타내는 L값은 무처리에서 52.03을 나타내었으나 튀음 시간이 길어질수록 점차 감소하여 10분 튀음시 50.76으로 가장 낮았으며, 10분 이후에는 증가하는 경향을 보였다. 적색도를 나타내는 a값은 0.98에서 -0.08의 범위로 튀음 시간이 길어짐에 따라 감소하였으며, 황색도를 나타내는 b값은 5분 튀음 처리 시 -1.52였으나, 점차 증가하여 15분 튀음 처리시 3.78로 황색이 증가함을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 증열시간이 길어질수록 차잎색은 녹색계에서 황색계로 변한다는 Ohmori 등의 보고와 유사한 결과를 나타내었다.

표 4-8. 덩음 시간에 따른 감국 침출액의 색도

Pan-firing time (min)	Color value of Hunter		
	L	a	b
Control	52.03±0.48 ^{a1)}	0.98±0.03 ^a	-1.52±0.02 ^f
5.0	51.50±0.54 ^a	0.85±0.02 ^b	-1.10±0.01 ^e
7.5	50.76±0.36 ^a	0.46±0.04 ^c	0.39±0.02 ^d
10.0	51.49±0.47 ^a	0.44±0.03 ^c	0.68±0.04 ^c
12.5	51.49±0.52 ^a	0.15±0.01 ^d	1.91±0.03 ^b
15.0	51.22±0.43 ^a	-0.08±0.02 ^e	3.78±0.08 ^a

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

(나) 총 질소 함량 및 구성 아미노산

덩음 시간에 따른 감국 꽃의 총 질소 함량은 표 4-9와 같다. 총 질소 함량은 차의 맛에 깊이 관여하고 차의 품질 및 차엽의 속도와 높은 정의 상관관계를 가지는 것으로 알려져 있으며 (Formell 등, 1980), 덩음 시간이 따라 3.15-3.33%의 함량을 나타내어 덩음 시간이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 15분간 덩음 처리시 3.33%로 다른 처리구에 비해 높은 함량을 나타내었으나 10분 이후에는 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 적당한 비빔이 세포내에 존재하는 총 질소 성분을 세포 밖으로 용출시킨다는 Formell 등의 보고처럼 비빔이 가장 많았던 15분간의 덩음이 다른 처리구보다 용출량이 많았으나, 10분 덩음 시 대부분이 용출되어 10분 이상 덩음 처리할 경우 시간에 따른 유의적 함량 차이는 나타나지 않은 것이라 생각된다.

표 4-9. 볶음 시간에 따른 감국 침출액의 총 질소 함량 및 구성 아미노산

Amino acids (mg%)	Pan-firing time (min)					
	control	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0
Aspartic acid	698	708	711	712	704	651
Threonine	313	285	293	316	274	264
Serine	281	222	239	273	212	183
Glutamic acid	996	1,029	1,025	996	895	865
Proline	206	283	238	236	238	175
Glycine	357	377	368	372	367	363
Alanine	358	379	378	371	373	364
Cysteine	4	2	1	6	2	1
Valine	563	609	577	580	568	569
Methionine	61	36	63	70	75	74
Isoleucine	342	365	351	372	348	341
Leucine	579	612	593	603	573	565
Tyrosine	107	105	102	122	94	94
Phenylalanine	335	347	337	318	315	322
Histidine	234	237	231	251	223	212
Lysine	489	440	436	418	452	436
Ammonia	641	592	586	680	670	602
Arginine	243	252	364	371	319	318
Essential amino acid	2,682	2,693	2,651	2,676	2,606	2,571
Total amino acid	6,807	6,879	6,893	7,068	6,676	6,399
Total nitrogen contents (%)	2.79±0.04 ^{d1)}	3.15±0.03 ^c	3.18±0.07 ^c	3.28±0.01 ^b	3.21±0.06 ^c	3.33±0.01 ^a

1) Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

아미노산은 차의 감칠맛을 나타내는 성분으로 카페인의 쓴맛 및 카테킨의 떫은맛과 더불어 차의 맛을 형성하여 차 음용시 부드러운 맛과 정의 상관관계를 갖는 것으로 알려져 있다 (Park 등, 2006). 볶음 시간에 따른 구성 아미노산을 분석한 결과는 표 4-9와 같이 총 아미노산 함량은 6,399-7,068 mg%로 나타났으며, 총 아미노산 중 필수 아미노산이 38-40%로 높은 비율을 차지하여 영양적 효과가 높을 것으로 생각된다. 감칠맛의 기본이 되는 성분인 glutamic acid는 5, 7.5 및 10분 볶음 처리 시 각각 1,029, 1,025 및 996 mg%로 무처리(996 mg%)보다 높은 함량을 나타냈고, 감칠맛에 영향을 미치는 aspartic acid 역시 5, 7.5 및 10분 볶음 처리 시 각각 708, 711 및 712 mg%의 함량을 나타내어 무처리(698 mg%)보다 높은 함량을 나타내었으나, 10분 이상 볶음 처리 할 경우 이들 성분의 함량은 감소하는 경향을 나타내었다. 총 아미노산 함량 역시 10분 이상 볶음 처리를 할 경우 감소하여 따라서 장시간 볶음 처리는 경우 볶음차의 맛을 형성하는 아미노산의 감소로 인하여 품질 저하가 발생한 것으로 생각되며, 가열 처리에 의해 암모니아 등과 같은 휘발성염기물질로 고온 가열 분해되었기 때문이라 판단된다 (Shim 등, 1994).

(다) Caffeine 및 Chlorophyll 함량

볶음 시간에 따른 caffeine 함량변화를 살펴본 결과는 그림 4-2에 나타내었다. Caffeine 함량은 볶음 시간에 따라 1.18-1.24% 범위로 볶음 시간이 길어질수록 다소 증가하였으나 큰 함량차는 보이지 않았다. Jong 등은 생엽을 가공해 전차나 후차 제조시 각 공정별로 차잎에 함유된 caffeine 함량의 변화가 없이 일정하였고 증열, 비빔, 건조 등의 가공조작에서도 caffeine은 변화가 없이 안정적이었다고 보고한 바 있으며, 본 실험에서도 볶음 시간에 따른 유의적 차이는 보이지 않았다.

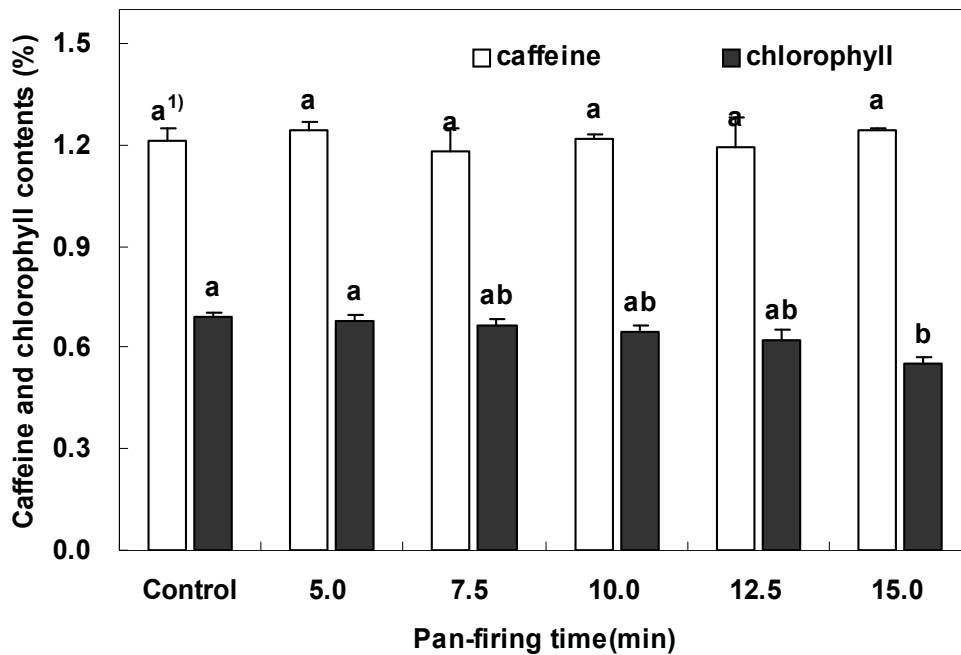


그림 4-2. 볶음 시간에 따른 감국 침출액의 caffeine and chlorophyll 함량

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

Chlorophyll은 차의 외관 및 차엽 선택에 가장 중요한 요소로써(Kim 등, 1996) 볶음 처리시 0.67-0.55% 범위로 무처리(0.69%)에 비해 낮은 함량을 나타내었다(그림 4-4). 5분간 볶음 처리구의 chlorophyll 함량은 0.67%로 다른 처리에 비해 높은 함량을 나타내었으나, 볶음 시간이 길어질수록 함량은 감소하는 경향을 보였다. 이는 볶음차 제조 시 초기에 차 잎을 볶은 다음 비비게 되는데, 이때 차잎 조직의 부분적인 파괴로 말미암아 세포내에 존재하는 휘발성 및 비휘발성 유기산들이 유리되어 이 유기산들이 chlorophyll을 pheophytin으로 전환시켜 색깔을 황색으로 변하게 함으로써 chlorophyll 함량을 감소시키는 것으로 알려져 있으며(Ohmori 등 1986), 볶음 시간이 길어질수록 가열처리에 의해 조직이 파괴되어 chlorophyll 함량은 감소하여 색이 점차 갈색으로 변하는 것을 확인할 수 있었다.

(라) Tannin, 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

Tannin은 차의 가장 중요한 성분의 하나로 차의 맛, 향기 및 색에 깊이 관여하며, 여러 가지 생리작용을 가지는 성분으로 알려져 있다(Nakagawa 등 1974). 그림 4-3에서 보는 바와 같이 생 감국꽃의 tannin 함량은 0.28%이었으며, 5 및 7.5분간 볶음 처리할 경우 0.29 및 0.30%로 무처리에 비해 다소 증가하였으나, 큰 차이는 보이지 않았다. 10분간 볶음 처리할 경우 0.40%로 비교적 큰 폭으로 증가하였고, 12.5 및 15분간 볶음 처리 시 0.55 및 0.63%로 무처리에 비해 2배 이상 증가하였다. 볶음 시간이 길어질수록 tannin 함량은 증가하였는데 이는 차 제조 중에 시간의 경과에 따라 열에 의해 보다 많은 양이 고정되기 때문에 함량이 증가한다는 연구 보고(Kim 등, 1980)와 유사한 결과를 나타내었다.

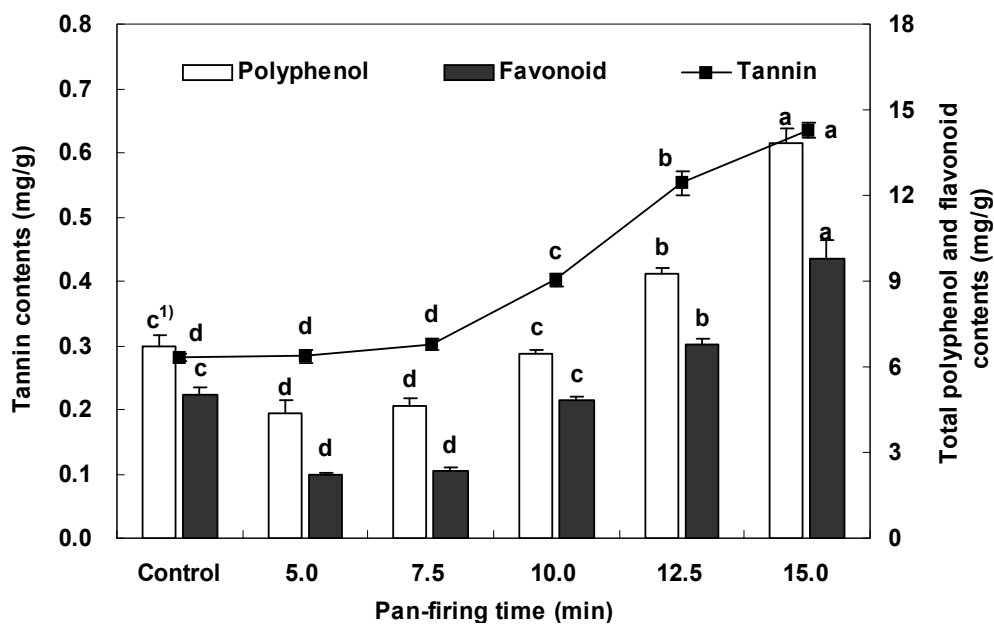


그림 4-3. 볶음 시간에 따른 감국 침출액의 Tannin, 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 물질로 다양한 구조와 분자량을 가지며 페놀성 화합물의 phenolic hydroxyl기가 단백질과 같은 거대분자와의 결합을 통해 항산화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있다(Choi 등, 2003). 볶음 시간에 따른 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 그림 4-5와 같이 생 감국꽃이 6.75 및 5.00 mg/g이었으며, 총 폴리페놀 함량은 볶음 시간에 따라 4.36-13.85 mg/g범위를 나타내었다. 15분 볶음 시 총 폴리페놀 함량은 13.85 mg/g으로 무처리에 비해 2배 정도 증가하였으며, 볶음 시간이 길어짐에 따라 대체적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 12.5 및 15분 볶음 처리 시 6.76 및 9.77 mg/g으로 나타나 대체적으로 볶음 시간이 길어질수록 플라보노이드 함량은 증가하는 경향을 보였다. 치커리를 볶음 처리 할 경우 볶음 온도와 볶음 시간이 증가할수록 총 페놀성 성분 함량은 증가하고(Hong 등, 1998), 울무를 210°C 이상에서 볶음 처리 시 총 페놀성 성분 함량은 증가한다고 보고한 연구(Chung 등, 2006)와 마찬가지로 본 연구에서도 볶음 시간이 길어짐에 따라 총 폴

리페놀 및 총 플라보노이드 함량이 증가하는 것은 볶음 공정에 따른 가열처리에 의해 감국 꽃의 내부 조직의 파괴로 인하여 페놀성 화합물이 쉽게 추출되어 함량이 증가하는 것으로 판단된다.

(마) 항산화활성

볶음 처리에 의한 전자공여능(EDA, %) 변화를 볶음 시간별로 살펴본 결과는 그림 4-4에서 보는 바와 같이 생 감국꽃의 전자공여능은 2 mg/mL의 농도에서 5.51%이었다. 전자공여능은 볶음 시간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였으며, 12.5분 이상 볶음 처리(7.61%) 시 무처리보다 높은 전자공여능을 나타내었고 15분 볶음 처리 시 9.93%로 가장 높은 항산화 활성을 나타내었다. 볶음 시간에 따른 총 항산화력을 AEAC (L-ascorbic acid equivalent antioxidant capacity) 값으로 나타낸 결과는 그림 4-4에서 보는 바와 같다. 볶음 시간에 따른 총 항산화력은 5.31-19.33 mg AA eq/100 g 범위로 나타났으며, 볶음 시간에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 5, 7.5 및 10분 볶음 처리 시 각각 10.91, 15.49 및 19.33 mg AA eq/100 g로 무처리(5.31 mg AA eq/100 g)에 비해 큰 폭으로 증가하는 경향을 보였으며, 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 이렇게 전자공여능 및 총 항산화력 등의 항산화활성이 증가하는 것은 대표적인 항산화성분인 폴리페놀 및 플라보노이드 등의 페놀성 화합물이 볶음 처리에 의해 증가하여 항산화효과가 증가되었을 것으로 생각된다(Choi 등, 2003; Turkmen 등, 2005).

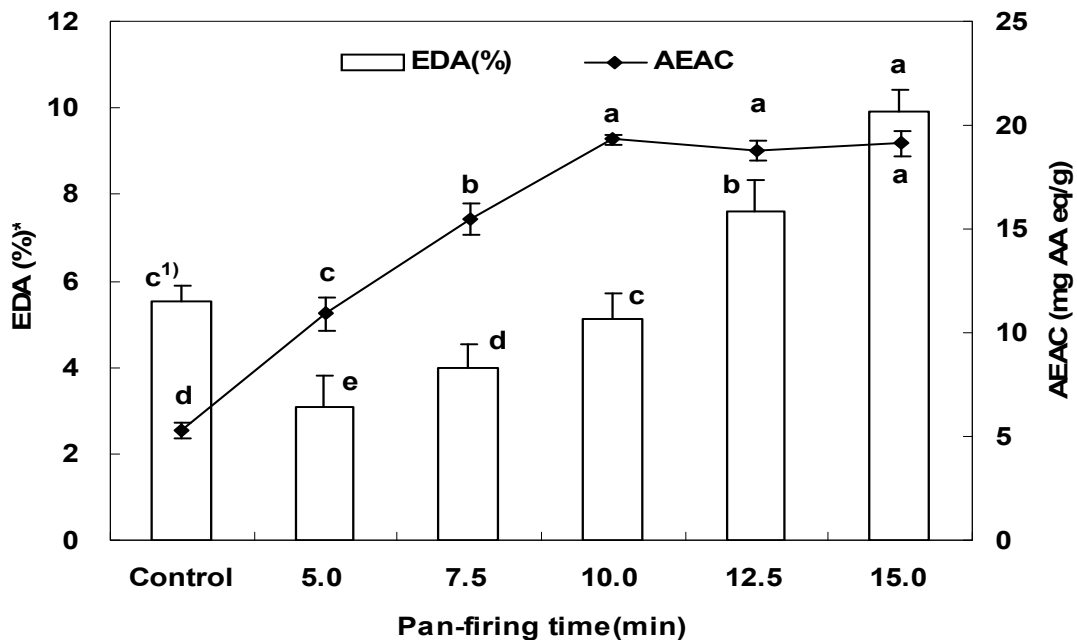


그림 4-4. 볶음 시간에 따른 감국 침출액의 항산화활성

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

(바) 관능 평가

볶음 시간에 따른 감국 꽃잎 침출액의 향, 색, 맛 그리고 종합적 기호도에 대한 관능검사를 실시한 결과를 표 4-10과 같이 나타냈다. 전반적으로 볶음 처리는 감국 꽃 침출액의 관능적

기호성을 증가시키는 것으로 나타나났으며, 향, 색, 맛 모두 10분 이상 볶음 처리 시 높은 점수를 얻었으며, 향은 10분과 15분, 색은 12.5분, 맛은 10분 볶음 시 가장 우수한 평가를 나타내었다. 이와 같은 경향은 종합적 기호도에도 영향을 주어 10분 이상 볶음 시 비교적 우수한 평가를 받았으며 이들 중 10분 처리구가 가장 좋은 것으로 평가되었다.

표 4-10. 볶음 시간에 따른 감국 침출액의 관능 평가

Pan-firing time (min)	Quality of extract			Overall
	Aroma	Color	Taste	
Control	2.7±0.7 ^{c1)}	2.9±0.7 ^c	3.1±0.7 ^a	2.9±0.7 ^{abc}
5.0	2.8±0.8 ^{bc}	2.8±0.8 ^{bc}	3.2±0.6 ^a	3.0±0.8 ^b
7.5	3.2±0.9 ^{abc}	3.1±1.0 ^{abc}	3.3±0.5 ^a	3.2±0.9 ^{ab}
10.0	3.6±0.5 ^{ab}	3.6±0.8 ^{abc}	3.7±0.7 ^a	3.9±0.7 ^{ab}
12.5	3.4±0.7 ^a	3.7±0.8 ^{ad}	3.6±0.8 ^a	3.7±0.7 ^a
15.0	3.6±0.5 ^a	3.4±0.7 ^a	3.2±0.6 ^a	3.4±0.8 ^{ab}

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

(2) 볶음 횟수에 따른 품질특성

(가) 색도

볶음 횟수에 따른 침출액의 색도는 그림 4-5에서 보는 바와 같이 명도를 나타내는 L값은 무처리에서 52.03을 나타내었으나 볶음 횟수가 증가함에 따라 감소하여 7회 볶음 처리 시 50.16으로 낮아졌으나 유의성은 없는 것으로 나타났다. 적색도를 나타내는 a값은 3회 볶음이 0.28로 가장 높았으나 볶음 횟수가 늘어날수록 감소하여 7회 볶음 시 -0.17로 가장 낮은 값을 보였으며, 황색도를 나타내는 b값은 볶음 횟수에 따라 1.81에서 3.57의 범위로 무처리에 비해 볶음 처리 시 증가하여 황색을 나타내는 것을 알 수 있었다. b값의 증가는 볶음 처리 시 가열 처리에 의한 엽록소의 파괴로 차의 색택은 점차 갈색으로 변하여 b값이 증가된 것으로 판단된다. 이와 같은 결과는 Ohmori 등이 증열시간과 비빔시간이 길어질수록 차의 색택은 녹색계보다 황색계가 더 증가한다는 보고와 유사한 경향이였다.

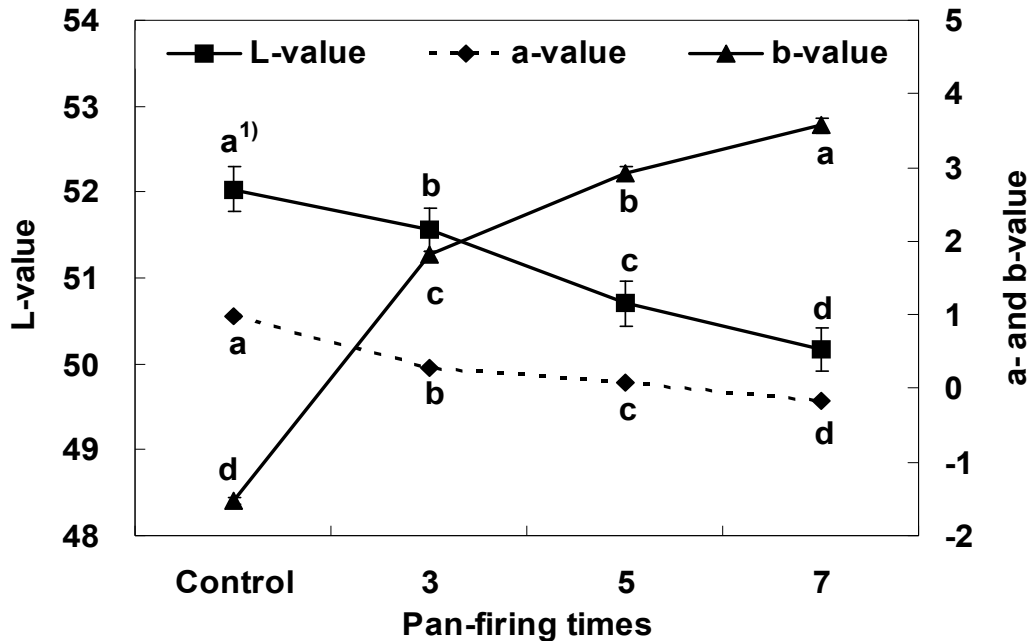


그림 4-5. 튀음 횟수에 따른 감국 침출액의 색도

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

(나) 총 질소 함량 및 구성 아미노산

튀음 횟수에 따라 차의 감칠맛에 영향을 미치는 아미노산을 분석한 결과는 표 4-11에 나타내었다. 튀음 처리된 감국 꽃은 glutamic acid를 비롯한 18종의 아미노산을 분리 정량할 수 있었고, 튀음 횟수에 따른 총 아미노산 함량은 6,561-5,226 mg% 범위로 나타났다. 튀음 횟수 별 아미노산 조성을 살펴보면 3회 튀음 시 glutamic acid(870 mg%), aspartic acid(678 mg%) 및 ammonia(630 mg%)의 순으로 함량이 높았으며, cysteine과 tyrosine은 1 및 100 mg%로 적은 함량을 나타냈다. 5회 튀음 역시 glutamic acid, aspartic acid 및 ammonia의 함량이 772, 614 및 580 mg%로 높은 함량을 차지하고 있었으며, 7회 튀음 처리한 감국 꽃 역시 glutamic acid, aspartic acid 및 ammonia가 705, 534 및 487 mg%로 총 아미노산의 약 33%를 차지하고 있었다. Glutamic acid와 aspartic acid는 차의 감칠맛에 관여하는 중요한 성분으로 튀음 횟수가 늘어남에 따라 함량은 감소하였다. 이들의 감소정도를 살펴보면 glutamic acid는 대조구에 비해 3, 5 및 7회 튀음 처리 시 각각 126, 224 및 295 mg%의 소실율을 나타냈고, aspartic acid는 3, 5 및 7회 튀음 처리 시 20, 84 및 164 mg%의 소실율을 보였다. 구성 아미노산의 감소와 더불어 총 아미노산 함량 역시 튀음 횟수가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었는데 3, 5 및 7회 튀음 시 대조구에 비해 각각 96.3, 87.3 및 76.8%의 잔존율을 보여 과도한 튀음 처리는 감국 꽃의 영양적 조성을 저하시킬 것으로 생각된다.

표 4-11. 덤음 횟수에 따른 감국 침출액의 총 질소 함량 및 구성 아미노산

Amino acids (mg%)	Pan-firing times			
	control	3	5	7
Aspartic acid	698	678	614	534
Threonine	313	272	246	224
Serine	281	195	177	196
Glutamic acid	996	870	772	705
Proline	206	173	181	176
Glycine	357	375	339	292
Alanine	358	373	331	284
Cysteine	4	1	2	3
Valine	563	581	528	454
Methionine	61	32	61	53
Isoleucine	342	343	312	271
Leucine	579	584	523	447
Tyrosine	107	100	96	89
Phenylalanine	335	333	299	252
Histidine	234	213	199	192
Lysine	489	459	387	287
Ammonia	641	630	580	487
Arginine	243	349	299	279
Total	6,807	6,561	5,947	5,226
Total nitrogen contents (%)	2.79±0.04 ^{d1)}	3.42±0.03 ^c	3.53±0.02 ^b	3.63±0.05 ^a

1) Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

(다) Caffeine 및 Chlorophyll 함량

덤음 횟수에 따른 caffeine 함량변화를 살펴본 결과는 그림 4-6에 나타내었다. Caffeine 함량은 덤음 시간에 따라 1.24-1.29% 범위로 3, 5 및 7회 덤음 시 각각 1.24, 1.28 및 1.29%로 덤음 시간이 길어질수록 caffeine 함량은 다소 증가하였으며 7회 덤음 시 1.29%로 가장 높은 함량을 나타내었다. 이와 같은 결과는 Jong 등의 연구 보고처럼 caffeine은 덤음 처리에 비교적 적은 영향을 받는 것으로 생각되어 진다. 덤음차는 좋은 맛을 내기 위해서 떫은맛을 내는 tannin과 감칠맛을 내는 아미노산과 쓴맛의 caffeine 등이 맛의 구성 범위 내에서의 알맞은 조화와 적절한 농도가 필요하나 caffeine 함량은 덤음 시간과 횟수에 큰 함량차를 보이지 않는 것으로 미루어 다른 성분에 비해 덤음차의 맛에 크게 관여하지 않을 것으로 생각한다.

덤음 처리 횟수에 따라 차의 외관 및 색택에 중요한 요소로 알려진 엽록소 함량을 측정된 결과는 그림 4-6과 같다. 덤음 처리를 하지 않은 대조구의 엽록소 함량은 0.67%였으며, 덤음 처리 시 3회 덤음은 0.65%, 5회 덤음은 0.63%, 7회 덤음은 0.56%로 덤음 처리 시 엽록소 함량

은 대조구에 비해 감소하였고, 뒤음 횟수가 늘어날수록 엽록소 함량은 점차 감소함을 알 수 있었다. 뒤음 과정에서 장시간 뒤음 시 감국 꽃은 점차 갈색빛을 띄어 엽록소 함량의 감소를 확인 할 수 있었고, 뒤음 처리 후 감국 꽃을 침출하여 우려낼 시 차의 색택에 영향을 주어 엽록소 함량은 차의 색택에 대한 품질 평가시 영향을 끼칠 것으로 생각된다.

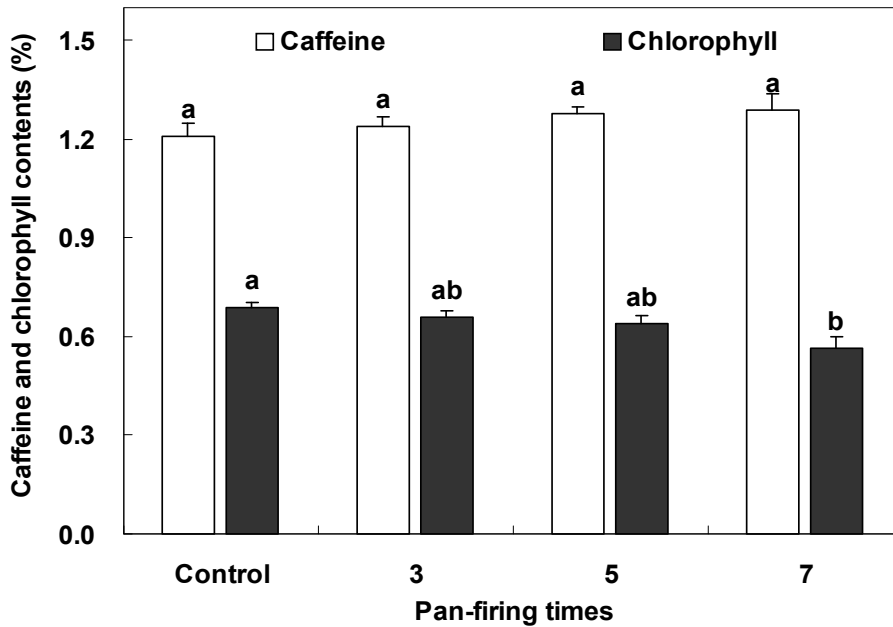


그림 4-6. 뒤음 횟수에 따른 감국 침출액의 caffeine 및 Chlorophyll 함량

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

(라) Tannin, 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

Tannin은 차의 가장 중요한 성분의 하나로 차의 맛, 향기 및 색에 깊이 관여하며, 여러 가지 생리작용을 가지는 성분으로 알려져 있다(Nakagawa 등, 1974). 뒤음 횟수에 따른 tannin의 변화는 그림 4-7에서 보는 바와 같이 생 감국 꽃은 2.81 mg/g이었지만, 뒤음 처리를 3, 5 및 7회로 증가시킬수록 각각 7.88, 9.05 및 9.79 mg/g으로 무처리에 비해 증가하였다. 뒤음 횟수가 증가할수록 tannin 함량이 증가하는 것은 차 제조 중에 시간의 경과에 따라 열에 의해 함량이 증가한다는 연구 보고(Kim 등, 1980)와 유사한 결과를 나타내었다.

뒤음 횟수에 따른 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량차이를 살펴보고자 뒤음 횟수를 3, 5 및 7회로 하여 뒤음 처리 후 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 분석한 결과는 그림 4-9에 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 3, 5 및 7회 뒤음 하였을 경우 각각 12.80 ± 0.69 , 16.01 ± 0.69 및 17.44 ± 1.01 mg/g으로 뒤음 횟수가 증가할수록 함량은 증가하였으며, 7회 뒤음 시 대조구 (6.75 ± 0.39 mg/g)에 비해 총 폴리페놀 함량은 2.5배 이상 증가함을 알 수 있었다. 3회 뒤음 시 폴리페놀 함량은 대조구의 폴리페놀 함량에 비해 약 90% 정도의 큰 증가율을 나타내었으며, 5 및 7회 뒤음 시 약 138 및 158%의 증가율을 보여 뒤음 횟수가 증가할수록 폴리페놀 함량의 증가율은 점차 낮아짐을 알 수 있었다.

총 플라보노이드 함량 역시 폴리페놀 함량과 유사한 경향으로 3, 5 및 7회 뒤음 하였을 경

우 총 플라보노이드 함량은 각각 9.98 ± 0.23 , 10.51 ± 0.27 및 11.09 ± 0.20 mg/g으로 볶음 횟수가 증가할수록 플라보노이드 함량은 증가하였고, 볶음 처리 시 대조구(5.00 ± 0.26 mg/g)에 비해 플라보노이드 함량은 큰 폭으로 증가함을 알 수 있었다. 대조구와 비교하여 볶음 횟수에 따른 플라보노이드 함량의 증가율을 살펴보면 3, 5 및 7회 볶음 처리 할 경우 각각 101, 110 및 120%의 증가율을 나타내었으며, 3회 이상 볶음 처리 시 증가율은 현저히 감소함을 알 수 있었다. 이는 3회 이상 볶음 처리 시 대부분의 내부 조직이 파괴가 이루어져 유효 성분의 용출이 비슷하여 큰 함량차이를 보이지 않은 것이라 생각된다.

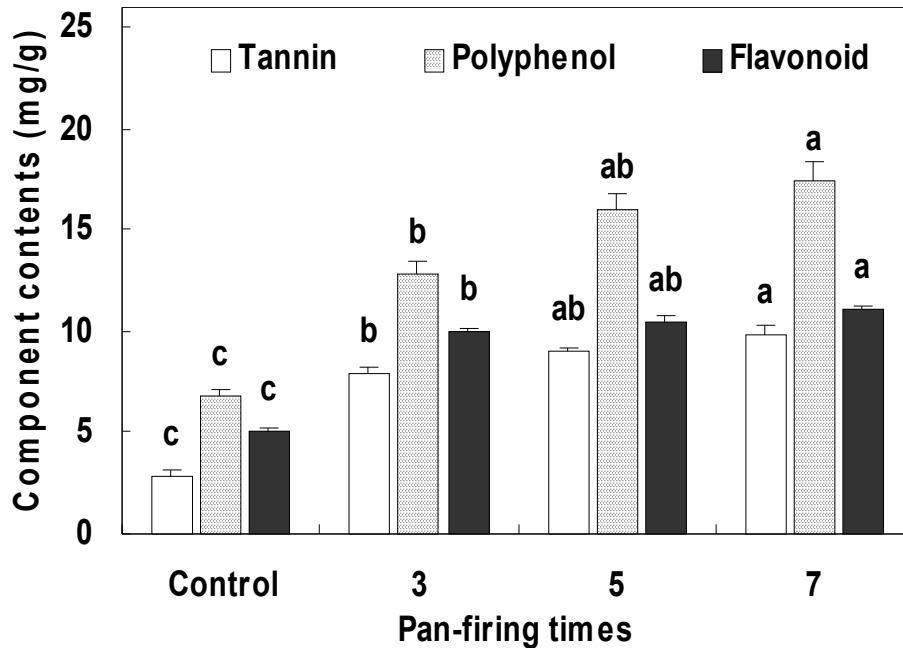


그림 4-7. 볶음 횟수에 따른 감국 침출액의 tannin, 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

1) Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

(마) 항산화활성

DPPH free radical을 이용하여 볶음 횟수별 감국 꽃 침출액의 전자공여능(EDA, %)을 측정한 결과는 그림 4-8과 같다. 볶음 횟수가 증가할수록 즉, 볶음 처리 온도와 시간이 증가함에 따라 전자공여능은 증가하는 경향을 나타내었는데 이는 Park 등의 인삼박에 대한 연구결과와 일치하였다. DPPH에 의한 전자공여능은 3회 볶음 시 $29.16 \pm 1.65\%$, 5회 볶음 시 $32.12 \pm 0.94\%$, 7회 볶음 시 $27.05 \pm 1.57\%$ 의 활성을 나타내었으며, 볶음 처리 시 항산화 활성은 대조구 비해 약 2.4~2.9배 정도 증가하였다.

볶음 횟수에 따른 감국 꽃 침출액의 ABTS에 의한 총 항산화력의 변화는 그림 4-10에 나타내었다. 볶음 처리 시 총 항산화력은 DPPH에 의한 전자공여능과 마찬가지로 볶음 처리 시 대조구에 비해 총 항산화력은 증가하였으며, 볶음 횟수가 증가할수록 총 항산화력은 증가하는 경향을 나타내었다. 볶음 횟수별 총 항산화력을 살펴보면 3회 볶음 시에는 78.35 ± 4.03 mg AA eq/g의 총 항산화력을 나타내었고, 5 및 7회 볶음 시 각각 112.38 ± 6.37 및 113.55 ± 6.80 mg AA

eq/g의 항산화력을 나타내어 대조구에 비해 약 1.5~2배 정도 증가하였다. 이러한 결과는 뒤음 횟수별 폴리페놀 함량을 분석한 결과와 유사한 경향으로 뒤음 처리 시 플라보노이드 화합물인 leuteolin, apigenin 등 감국의 주성분으로 알려진 다양한 페놀성 화합물이 증가함에 따라 이 성분들이 항산화 활성을 나타내는 주된 요인으로 생각되며, Han 등은 인삼에 관한 연구에서 페놀성 성분이 항산화 활성의 주성분임을 밝힌 바 있다.

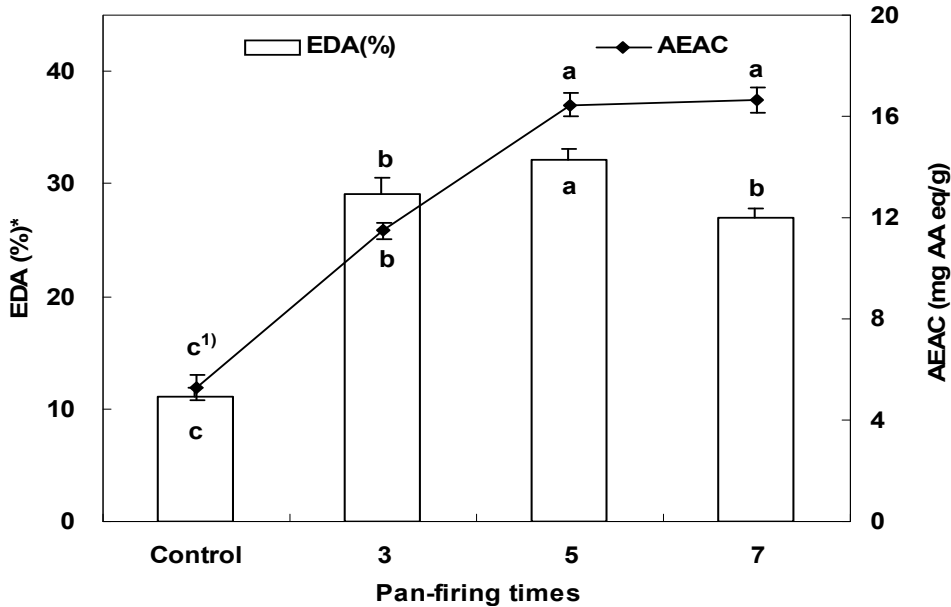


그림 4-8. 뒤음 횟수에 따른 감국 침출액의 항산화활성

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

(바) 관능 평가

뒤음 횟수에 따른 감국 꽃잎 침출액의 향, 색, 맛 그리고 종합적 기호도에 대한 관능검사를 실시한 결과를 표 4-12와 같이 나타냈다. 전반적으로 뒤음 처리는 감국 꽃 침출액의 관능적 기호성을 증가시키는 것으로 나타나났으며, 향, 색 및 맛 모두 5회 뒤음 처리 시 높은 점수를 얻었으며, 전체적인 기호도 또한 5회 뒤음 처리에서 가장 우수한 기호성을 나타내었으며, 5회 뒤음 처리가 가장 좋은 것으로 평가되었다.

표 4-12. 뒤음 횟수에 따른 감국 침출액의 관능 평가

Pan-firing times	Quality of extract			Overall
	Aroma	Color	Taste	
Control	2.3 ^{a1)}	2.7 ^b	3.0 ^a	2.6 ^b
3	3.1 ^b	3.3 ^{ab}	2.8 ^a	3.3 ^b
5	3.8 ^a	3.7 ^a	3.4 ^a	3.6 ^a
7	3.1 ^b	3.4 ^{ab}	3.0 ^a	3.3 ^{ab}

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

(3) 침출 횟수 및 시간에 따른 품질특성

(가) 총 폴리페놀 함량

침출 횟수 및 시간에 따른 폴리페놀 함량을 살펴보기 위해 볶음 처리된 감국 꽃 0.2 g을 1, 3 및 5분간 침출하고 다시 동일 시료로 동일 시간동안 재탕 및 삼탕하여 우려낸 침출액의 폴리페놀 함량을 비교한 결과 그림 4-9와 같이 나타났다. 3회 볶음 처리구는 첫 침출하여 1, 3 및 5분간 우려낸 침출액의 폴리페놀 함량은 1.74 ± 0.12 , 4.72 ± 0.28 및 9.02 ± 0.61 mg/g으로 우려내는 시간이 길어질수록 폴리페놀 함량은 높게 나타났다. 1, 3 및 5분간 우려낸 시료를 다시 동일 시간 동안 재탕을 할 경우 폴리페놀 함량은 2.73 ± 0.21 , 2.57 ± 0.38 및 3.06 ± 0.31 mg/g으로 초탕에 비해 상당히 낮은 함량은 나타내었으며, 삼탕을 하여 1, 3 및 5분간 우려낼 경우 각각 2.57 ± 0.12 , 3.06 ± 0.19 및 1.90 ± 0.24 mg/g으로 재탕시 폴리페놀 함량과 비슷하였으나 초탕에 비해 상당히 적은 용출량을 나타내어 대부분의 폴리페놀 성분은 첫 침출시 용출됨을 알 수 있었다. 5 및 7회 볶음 처리구 역시 3회 볶음 처리구와 유사한 경향으로 첫 침출하여 5분간 우려낼 경우 12.50 ± 0.54 및 13.66 ± 1.21 mg/g로 가장 높은 함량을 나타내었고, 초탕에서는 우려내는 시간이 길어질수록 함량은 증가하였으나, 초탕에서 대부분의 폴리페놀 성분이 용출되어 재탕과 삼탕을 할 경우 우려내는 시간에 따른 유의적 관계는 보이지 않았다.

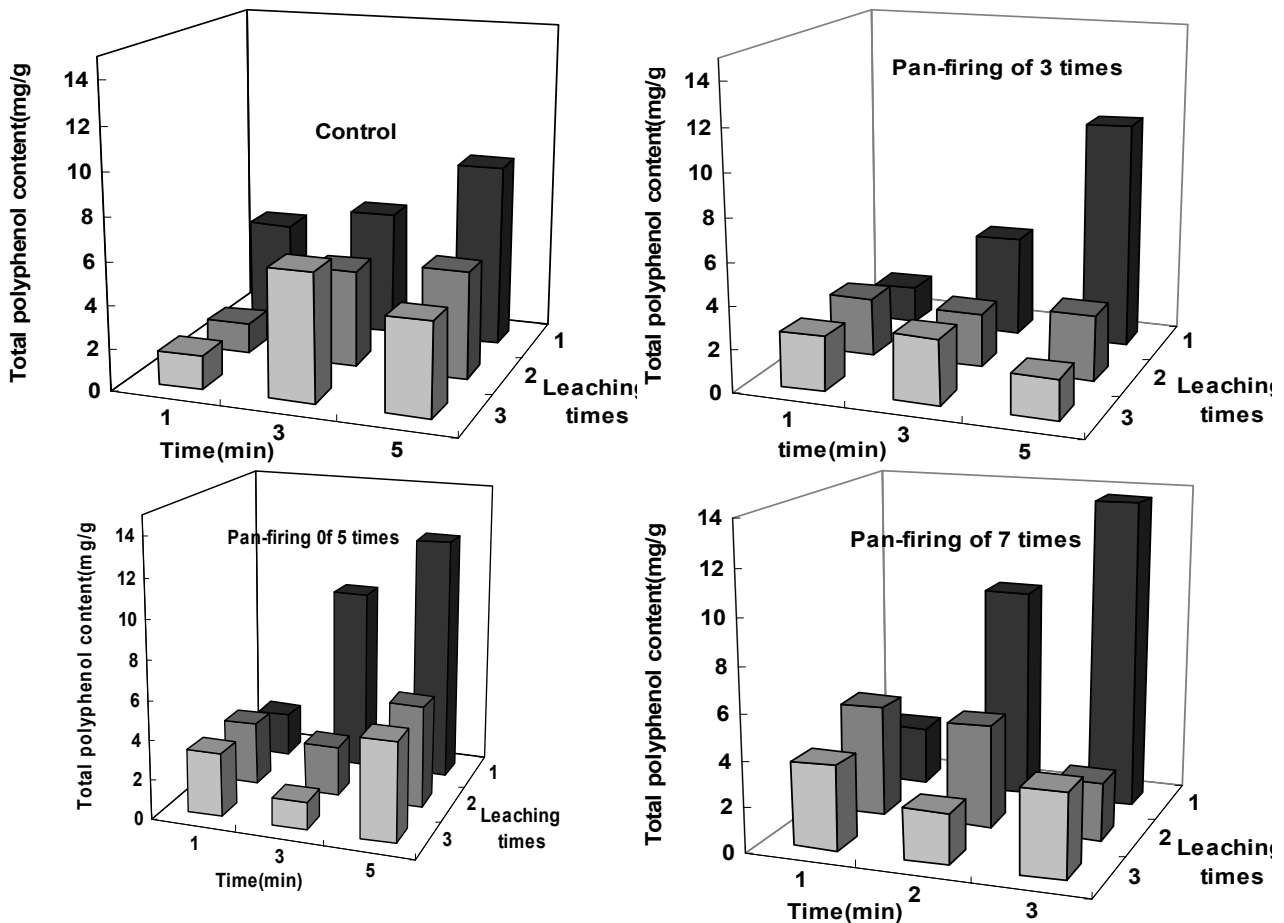


그림 4-9. 침출 횟수 및 시간에 따른 감국 침출액의 총 폴리페놀 함량

(나) 총 플라보노이드 함량

침출 횟수 및 시간 등 침출 조건에 따라 우려낸 침출액의 플라보노이드 함량은 그림 4-10과 같다. 3회 뒤음 처리구의 총 플라보노이드 함량은 초탕에서 1, 3 및 5분간 침출시 각각 1.95 ± 0.11 , 5.96 ± 0.24 및 7.83 ± 0.29 mg/g으로 3분 이상 우려낼 경우 비교적 많은 함량이 용출되었다. 재탕에서 1, 3 및 5분간 침출시 플라보노이드 함량은 2.75 ± 0.19 , 1.68 ± 0.14 및 2.22 ± 0.39 mg/g의 함량을 나타내었으며, 1분간 우려낸 시료를 재탕할 경우 플라보노이드 함량은 다소 증가하였으나, 3 및 5분간 침출시킨 시료를 재탕할 경우 초탕에서의 플라보노이드 함량에 비해 상당히 적은 함량이 용출되었다. 삼탕한 침출액의 플라보노이드 함량은 재탕한 침출액에 비해 낮은 함량을 보였다. 따라서 3분 이상 우려낼 경우 플라보노이드는 대부분 초탕에서 용출되므로, 침출 횟수가 늘어날수록 함량이 감소함을 알 수 있었다. 5 및 7회 뒤음 처리구 역시 첫 침출시 5분간 우려낼 경우 각각 8.10 ± 0.31 및 8.36 ± 0.64 mg/g으로 다른 침출 조건에 비해 가장 높은 함량을 나타내었으나, 재탕 및 삼탕을 할 경우 초탕에 비해 용출량은 현저히 감소함을 알 수 있었다. 5회 뒤음 처리구는 3분간 초탕, 재탕 및 삼탕으로 3회 침출하였을 경우 우려나온 총 플라보노이드 함량은 10.92 mg/g이었으며, 5분간 3회 침출하였을 경우 총 플라보노이드 함량은 11.74 mg/g로 3분간 3회 침출시 함량과 큰 차이는 보이지 않았다. 7회 뒤음 처리구 역시 3분간 3회 침출하여 용출되어진 총 플라보노이드 함량(10.40 mg/g)과 5분간 3회 침출하여 용출되어진 총 플라보노이드 함량(11.19 mg/g)과는 큰 차이는 보이지 않았으며, 이와 같은 결과는 3분간 3회 즉 9분 이상 우려낼시 플라보노이드 성분은 대부분 용출되어 침출 시간이 증가하여도 총 플라보노이드 함량은 큰 차이를 보이지 않은 것이라 생각된다.

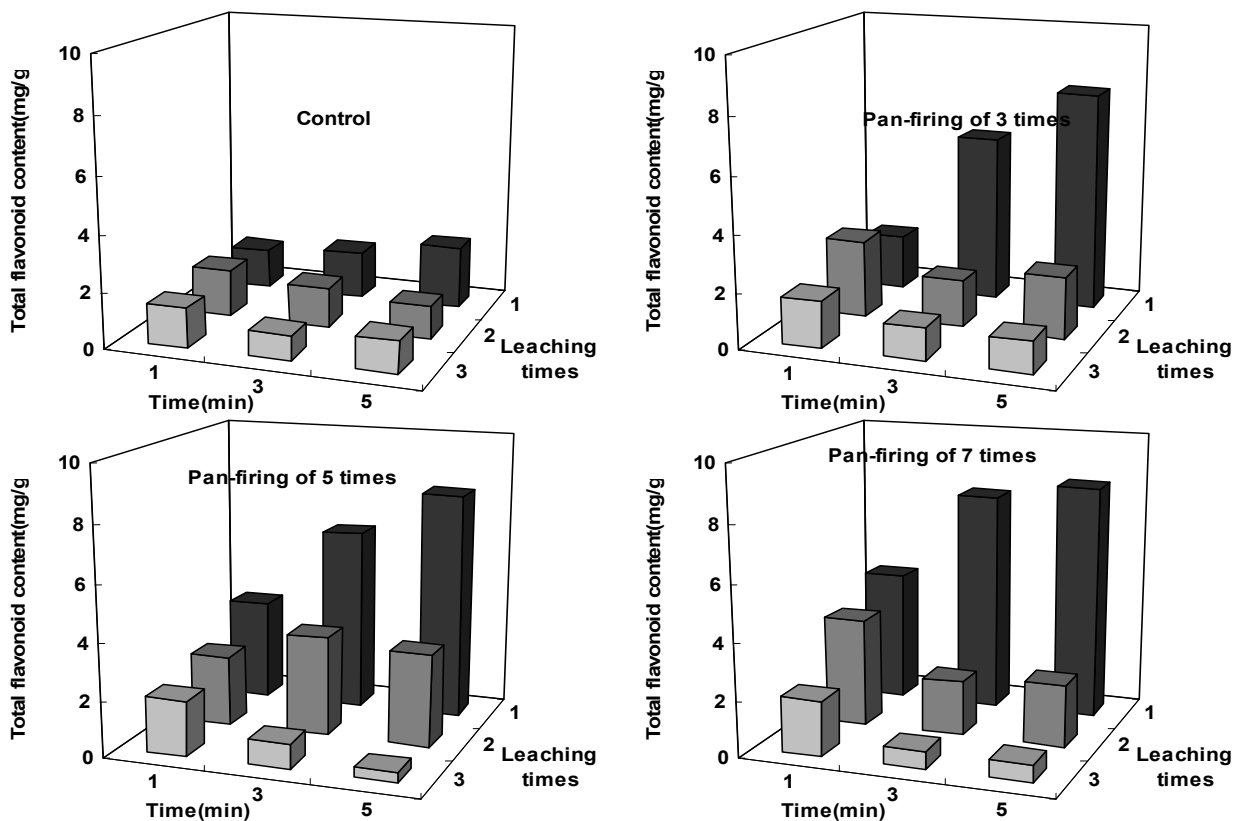


그림 4-10. 침출 횟수 및 시간에 따른 감국 침출액의 총 플라보노이드 함량

(다) DPPH assay에 의한 전자공여능

침출 횟수와 시간을 달리한 뒤음 횟수별 침출액의 DPPH 라디칼 소거능을 비교한 결과는 그림 4-11과 같다. 3회 뒤음 처리구는 첫 침출하여 1, 3 및 5분간 우려낼 경우 4.35 ± 0.24 , 11.80 ± 0.31 및 $26.70 \pm 1.47\%$ 의 라디칼 소거능을 나타내었고, 재탕시에는 각각의 침출 시간에 따라 6.83 ± 0.47 , 6.42 ± 0.26 및 $7.66 \pm 0.89\%$, 삼탕시에는 6.42 ± 0.42 , 7.66 ± 0.36 및 $4.76 \pm 0.27\%$ 의 라디칼 소거능을 나타내었으며, 침출 횟수가 늘어날수록 라디칼 소거능은 감소하였다. 5회 뒤음 처리구에서는 일회 침출하여 5분간 우려낼 경우 $31.25 \pm 1.87\%$ 로 가장 높은 활성을 나타냈고, 다시 5분간 재탕을 하여 우려냈을 경우 $13.04 \pm 1.12\%$ 로 초탕의 약 42%정도의 활성을 나타내어 다른 처리구의 재탕시 라디칼 소거능에 비해 비교적 적은 감소치를 나타내었다. 7회 뒤음 처리구는 일회 침출시 각 침출 시간에 따라 6.42 ± 0.24 , 23.39 ± 1.47 및 $34.15 \pm 2.11\%$ 의 활성을 나타내어 우려내는 시간이 길어질수록 활성은 증가하였으며, 5분간 우려낼 경우 $34.15 \pm 2.11\%$ 로 가장 높은 라디칼 소거능을 나타내었다. 7회 뒤음 처리구는 1분간 재탕시 초탕과 비슷한 활성을 나타내었으나 3분간 재탕시 초탕의 약 48%, 5분간 재탕시 초탕의 약 27%에 해당하는 활성을 나타내었으며, 삼탕시에는 3 및 5분 모두 초탕에서의 라디칼 소거능에 비해 15%미만의 활성을 나타내었다. 이러한 결과는 침출 횟수와 시간에 따른 폴리페놀 함량과 유사한 경향으로 초탕에서는 침출 시간이 길어질수록 라디칼 소거능은 증가하였고, 각각의 침출 시간에 따라 침출 횟수가 증가할수록 라디칼 소거능은 감소하였다.

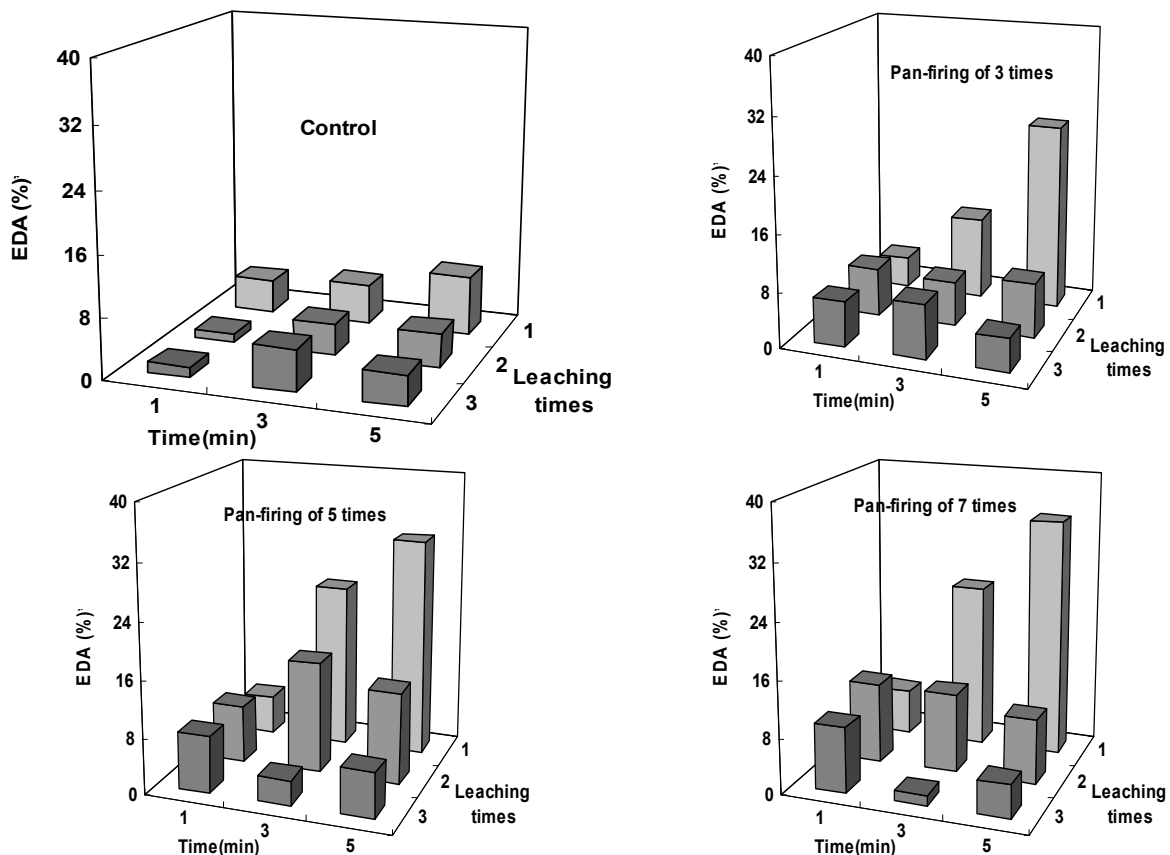


그림 4-11. 침출 횟수 및 시간에 따른 감국 침출액의 전자공여능

(라) ABTS assay에 의한 총 항산화력

침출 횟수와 시간을 달리한 볶음 횟수별 침출액의 ABTS assay에 의한 총 항산화력을 분석한 결과는 그림 4-12에 나타내었다. 3회 볶음 처리구는 1, 3 및 5분간 초탕시 23.25±6.23, 64.69±4.22 및 112.57±3.01 mg AA eq/g의 총 항산화력을 나타내었고, 5회 볶음 처리구는 1, 3 및 5분간 초탕시 42.13±4.31, 120.17±5.21 및 133.98±4.14 mg AA eq/g이었으며, 7회 볶음 처리구는 1, 3 및 5분간 초탕시 57.09±5.95, 125.79±3.48 및 134.44±11.05 mg AA eq/g의 총 항산화력을 나타내어 첫 침출시에는 침출 시간이 길어짐에 따라 총 항산화력은 증가함을 알 수 있었고, 이는 항산화 활성을 가지는 물질로 알려진 폴리페놀 함량과도 유사한 경향이었다. 볶음 처리된 감국 꽃을 일회 침출하여 우려낸 후 재탕을 하였을 시 총 항산화력을 살펴보면 3회 볶음은 1분간 재탕할 경우 초탕과 비슷한 항산화력을 나타내었으나, 3 및 5분간 재탕할 경우 초탕의 약 52-65%에 해당하는 총 항산화력을 나타내었다. 5 및 7회 볶음 처리구 역시 3회 볶음 처리구와 유사한 경향으로 1분간 재탕시 초탕에 비해 총 항산화력은 비슷하거나 다소 감소하였으나, 3 및 5분간 재탕할 경우 초탕의 약 35-52%에 해당하는 총 항산화력을 나타내어 재탕시 비교적 낮은 감소율을 나타내었다.

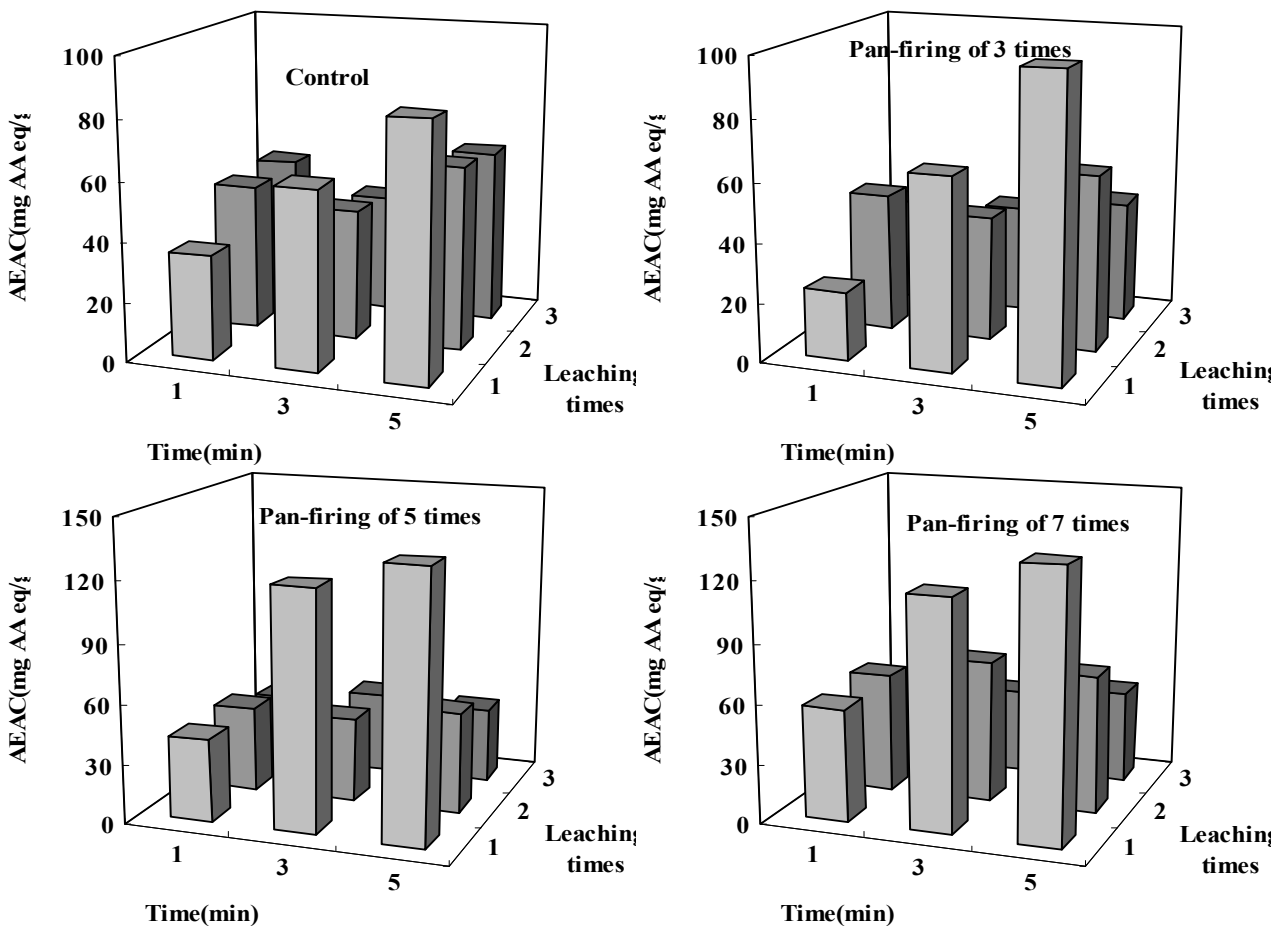


그림 4-12. 침출 횟수 및 시간에 따른 감국 침출액의 총 항산화력

(마) 추출 속도

총 폴리페놀 및 플라보노이드 성분의 더움 횟수 및 침출 시간에 따른 추출 속도를 살펴보고자 더움 처리된 감국 꽃을 1, 3 및 5분간 침출시킨 후 침출액들의 침출 시간에 따라 용출되어진 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 1차 함수로 나타내어 기울기를 추출 속도의 지표로 나타내었으며 각 성분들의 추출 속도는 그림 4-13에 나타내었다.

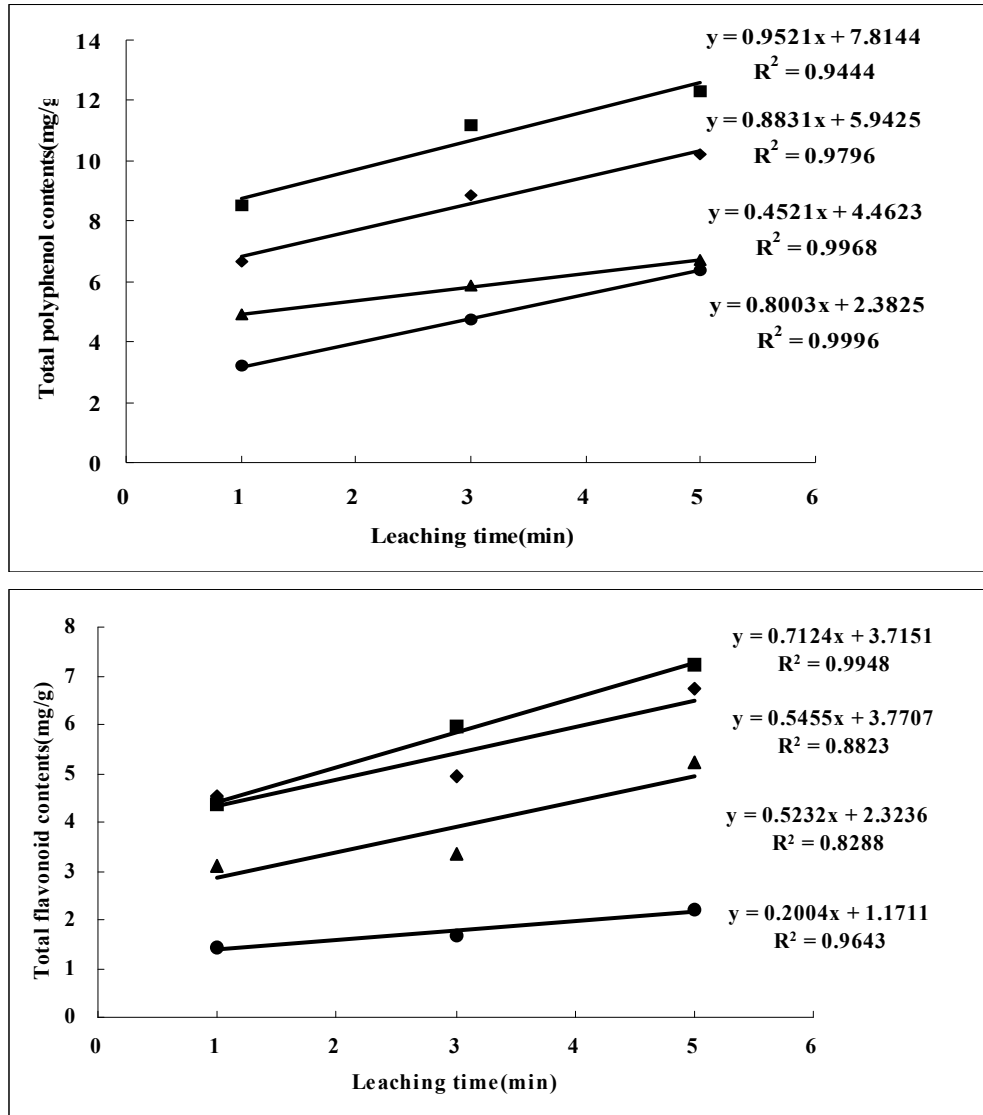


그림 4-13. 침출 횟수 및 시간에 따른 감국 침출액의 추출 속도

폴리페놀의 추출 속도를 살펴보면 대조구의 경우 추출 속도는 0.8003 mg/min였으며, 3회 더움은 0.4521 mg/min, 5회 더움은 0.8831 mg/min, 7회 더움은 0.9521 mg/min로 더움 처리 시 3회 더움을 제외하고 대조구에 비해 폴리페놀의 추출 속도는 증가하였다. 플라보노이드의 추출 속도는 대조구는 0.2004 mg/min였으며, 3회 더움은 0.5232 mg/min, 5회 더움은 0.5455 mg/min, 7회 더움은 0.7124 mg/min로 더움 처리 시 대조구보다 높은 추출 속도를 나타내었고,

뒤음 횟수가 늘어날수록 추출 속도 역시 증가함을 알 수 있었다. 뒤음 처리 시 뒤음 공정에서의 가열처리와 비비기 등의 마찰에 의한 분쇄가 내부 세포벽의 파괴와 함께 감국 꽃 내부의 유효성분 추출율의 향상에 기여한 것으로 판단된다.

(4) 최적 뒤음차 제조조건 및 공정도

이상의 결과로부터 이화학적 성분의 변화와 기호적 측면을 고려하여 뒤음 시간은 10분, 뒤음 횟수는 5회, 온도는 230℃-150℃-110℃-100℃-80℃조건에서 제조시 가장 우수한 뒤음 감국차로 판단되며, 일회 침출하여 5분간 우려내 음용하는 것이 효과적이라 판단된다. 최적의 뒤음차 제조공정은 그림 4-14와 같이 나타내었다.

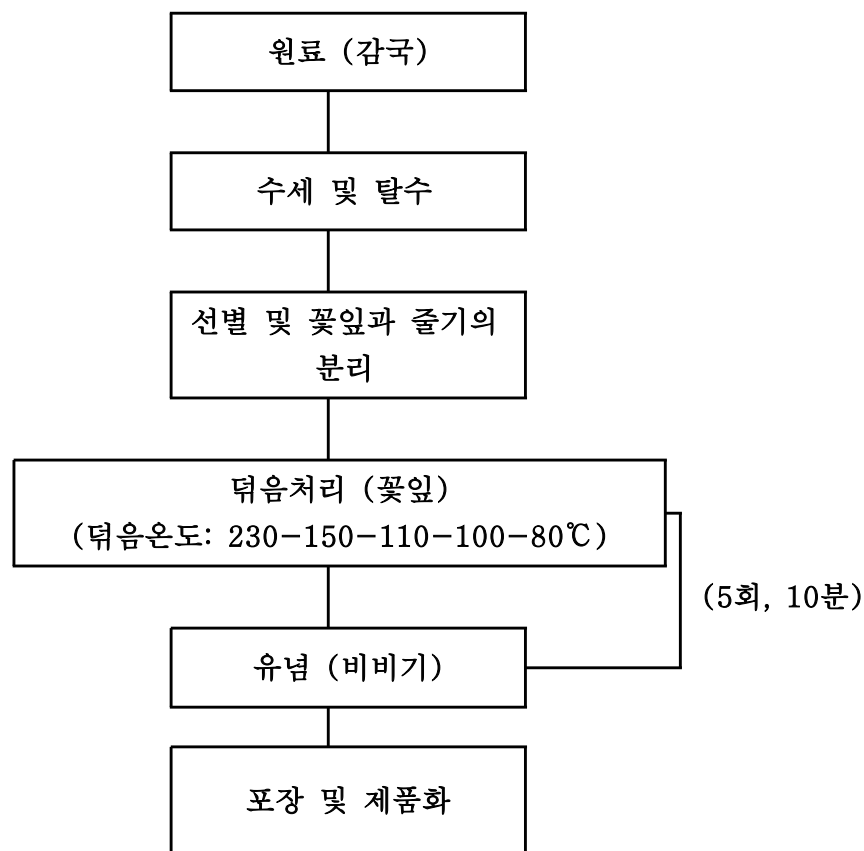


그림 4-14. 뒤음차 제조공정

(5) 최적조건에서의 뒤음 국화차의 품질특성

(가) 색도

그림 4-15는 뒤음 국화차 제조용 시료의 뒤음 전후 비교 사진이다. 여러 품종의 국화과 식물을 이용하여 제조한 뒤음 국화차의 색도를 측정된 결과는 표 4-13과 같다. 명도를 나타내는 L값은 톱풀과 벌개미취 뒤음차가 각각 49.34와 48.73으로 높게 나타났으며, 다른 품종들도 48.25-48.68 범위를 보였다. 적색도를 나타내는 a값은 각 품종별 뒤음차에서 -0.03-0.41 범위로 나타났으며, 벌개미취 뒤음차가 0.41로 가장 높게 나타났다. 황색도를 나타내는 b값은

-0.45-1.24 범위로 나타났으며, 각 품종에 따라 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보였다. 또한 L, a 및 b값의 상관관계 분석 결과(표 4-15) a값과 b값은 높은 음의 상관관계($p < 0.01$)를 나타내었다.



그림 4-15. 닭음 국화차 제조용 시료의 닭음 전후 비교 사진

표 4-13. 덩음 국화차 침출액의 색도

품종	Color value of Hunter		
	L	a	b
감국 (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)	48.62±0.03 ^{b1)}	0.19±0.01 ^c	-0.07±0.01 ^c
산국 (<i>Chrysanthemum boreale</i> Makino)	48.25±0.02 ^a	0.35±0.01 ^d	-0.36±0.01 ^b
구절초 [<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam]	48.29±0.02 ^a	-0.08±0.01 ^a	1.24±0.02 ^e
톱풀 (<i>Achillea alpina</i> L.)	49.34±0.06 ^c	0.19±0.01 ^c	0.02±0.01 ^d
산비장이 [<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> (Iljin) Kitam. for. <i>insularis</i>]	48.68±0.04 ^b	-0.03±0.01 ^b	1.54±0.02 ^f
별개미취 (<i>Aster koraiensis</i> Nakai)	48.73±0.14 ^c	0.41±0.02 ^e	-0.45±0.04 ^a

¹⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

(나) 갈변도 및 탁도

국화 덩음차 추출액의 갈변도 및 탁도를 각각 420 nm와 590 nm에서의 흡광도 측정 결과는 표 4-14와 같다. 갈변도의 경우 0.139-0.410 범위로 차이가 크게 나타났으며, 산비장이 덩음차가 0.410으로 가장 높게 나타났다. 상관관계 분석 결과(표 4-14) 갈변도는 L값과 b값 사이에 양의 상관관계(p<0.01)를 보였으며, a값과는 음의 상관관계를 보였다(p<0.01). 탁도의 경우 0.038-0.085 범위로 나타났으며, 산비장이 덩음차가 0.085로 가장 높게 나타났다. 상관관계 분석 결과(표 4-15) 탁도는 L값, b값 및 갈변도 사이에 높은 양의 상관관계를 보였으며, a값과는 음의 상관관계(p<0.05)를 나타내었다.

(다) pH 및 환원당 함량

국화 덩음차 침출액에 대한 pH와 환원당 함량을 분석한 결과는 표 4-15에 나타내었다. pH의 경우 감국 덩음차 침출액이 5.96으로 다소 낮은 값을 보였으나, 나머지 국화 덩음차 침출액은 6.07-6.22 범위로 나타났다. 환원당 함량은 감국 덩음차 침출액이 130.34 mg/g으로 높게 나타났으며, 품종별 국화 덩음차 침출액의 환원당 함량은 45.71-130.34 mg/g 범위로 나타나 품종에 따라 환원당 함량의 차이가 큰 것을 알 수 있었다. 상관관계 분석 결과(표 4-15) 환원당 함량은 L, a 및 b값과 양 또는 음의 상관관계(p<0.05)를 보였으며, 탁도와는 높은 양의 상관관계를 나타내었다(p<0.01).

표 4-14. 덩음 국화차의 갈변도, 탁도, pH 및 환원당 함량

품종	Browning index (at 420 nm)	Turbidity (at 590 nm)	pH	Reducing sugar (mg/g)
감국 (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)	0.290±0.003 ^{d1)}	0.056±0.003 ^c	5.96	130.34±1.83 ^e
산국 (<i>Chrysanthemum boreale</i> Makino)	0.139±0.003 ^a	0.038±0.003 ^a	6.17	103.59±1.58 ^d
구절초 [<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam]	0.267±0.004 ^b	0.048±0.003 ^b	6.07	100.40±0.91 ^d
톱풀 (<i>Achillea alpina</i> L.)	0.326±0.003 ^e	0.063±0.003 ^d	6.22	45.71±1.25 ^a
산비장이 [<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> (Iljin) Kitam. for. <i>insularis</i>]	0.410±0.005 ^f	0.085±0.002 ^e	6.11	68.06±1.83 ^b
벌개미취 (<i>Aster koraiensis</i> Nakai)	0.278±0.002 ^c	0.082±0.004 ^e	6.20	82.24±3.99 ^c

¹⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly(p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

표 4-15. 국화 덩음차의 색도, 갈변도, 탁도, 환원당의 상관관계

	L	a	b	BI	Turbidity	RS
L	1.000	-0.248	0.201	0.674**	0.739**	0.495*
a		1.000	-0.961**	-0.658**	-0.433*	-0.474*
b			1.000	0.694**	0.513*	0.436*
BI				1.000	0.785**	0.360
Turbidity					1.000	0.718**
RS						1.000

* p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001, BI; browning index, RS; reducing sugar

(6) 최적조건에서의 덩음 국화차의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성

(가) 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

국화 덩음차 침출액에 대한 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정한 결과는 표 4-16 와 같다. 총 폴리페놀 함량의 경우 36.193-47.982 mg/g 범위로 나타났으며, 감국 및 구절초 덩음차 침출액에서 각각 47.982 mg/g 및 47.181 mg/g으로 그 함량이 높았다. 총 플라보노이드

함량의 경우 11.769–20.619 mg/g 범위로 나타났으며, 감국 및 구절초 덩음차 침출액에서 각각 20.619 mg/g 및 19.322 mg/g으로 그 함량이 높았다. 총 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량 간의 상관관계 분석 결과(표 4-17) 높은 양의 상관관계를 나타내었다($p < 0.01$).

(나) 전자공여능 및 총 항산화력

국화 덩음차 침출액에 대한 전자공여능 및 총 항산화력을 측정한 결과를 표 4-16에 나타내었다. 전자공여능의 경우 시료농도 1 mg/mL에서 측정하였을 때 17.203–45.889% 범위로 나타났으며, 시료에 따라 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 감국 덩음차 침출액의 전자공여능이 45.889%로 가장 높게 나타났으며, 산국 및 구절초 덩음차 침출액도 각각 37.466% 및 38.516%로 높게 나타났다. 총 항산화력의 경우 13.795–30.220 mg AA eq/g 범위로 나타났으며, 전자공여능과 마찬가지로 시료에 따라 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 감국 덩음차 침출액이 30.220 mg AA eq/g으로 가장 높게 나타났으며, 구절초, 산국, 벌개미취, 톱풀 및 산비장이 순으로 높게 나타났다. 국화 덩음차의 전자공여능 및 총 항산화력간에 상관관계를 분석한 결과(표 4-17) 높은 양의 상관관계를 보였다($p < 0.01$). 또한 항산화 물질(총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량)과 항산화 활성(전자공여능 및 총 항산화력)간에도 높은 양의 상관관계를 나타내었다(표 4-17).

표 4-16. 국화 덩음차의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량, 전자공여능 및 총 항산화력

품종	Polyphenol (mg/g)	Flavonoid (mg/g)	EDA ²⁾ (%)	AEAC ³⁾ (mg AA eq/g)
감국 (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)	47.982±0.901 ^{dl)}	20.619±0.713 ^d	45.889±0.178 ^f	30.220±1.292 ^e
산국 (<i>Chrysanthemum boreale</i> Makino)	41.714±0.266 ^c	17.329±0.838 ^c	37.466±0.116 ^d	24.638±1.742 ^c
구절초 [<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam]	47.181±0.504 ^d	19.322±0.368 ^d	38.516±0.239 ^e	27.644±1.880 ^d
톱풀 (<i>Achillea alpina</i> L.)	36.193±0.267 ^a	11.769±1.867 ^a	28.285±0.492 ^b	20.505±0.984 ^b
산비장이 [<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> (Iljin) Kitam. for. <i>insularis</i>]	40.796±0.365 ^b	13.576±0.401 ^b	17.203±0.131 ^a	13.795±0.761 ^a
벌개미취 (<i>Aster koraiensis</i> Nakai)	41.828±0.502 ^c	12.001±0.212 ^c	32.552±0.402 ^c	22.383±1.288 ^b

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

²⁾ 전자공여능(Electron donating ability, EDA) 측정에 사용된 시료농도 : 1 mg/mL

³⁾ AEAC; L-ascorbic acid equivalent antioxidant capacity

표 4-17. 덩음차의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량, 전자공여능 및 총 항산화력의 상관관계

	Polyphenol	Flavonoid	EDA	AEAC
Polyphenol	1.000	0.660**	0.866**	0.947**
Flavonoid		1.000	0.306	0.459*
EDA			1.000	0.975**
AEAC				1.000

* p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001

(다) 국화 덩음차의 관능특성

각 품종별 국화 덩음차를 제조한 후 색(color), 향(flavor), 맛(taste) 및 종합적 기호도(acceptability)를 측정한 결과는 표 4-18과 같다. 색의 경우 색도 측정시 L값과 a값이 낮고 b값이 비교적 높게 나타났던 구절초와 감국 덩음차에서 각각 6.77과 6.00점을 받아 높게 나타났으며, 톱풀, 산비장이 및 벌개미취 덩음차의 색에 대한 평가는 유사하게 나타났다. 향과 맛에서도 구절초 덩음차와 감국 덩음차가 높은 점수를 받았으며, 산국 덩음차는 쓴맛, 산비장이 덩음차는 떫은맛, 벌개미취는 느끼하다는 평가로 보통 이하의 점수를 받았다. 색, 향 및 맛에 대한 종합적인 평가에서도 구절초와 감국 덩음차가 우수하게 나타났으며, 특히 구절초 덩음차는 7점에 가까운 평가를 받았다.

표 4-18. 국화 덩음차의 관능적 특성

품종	Color	Flavor	Taste	Acceptability
감국 (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)	6.00 ²⁾ ±1.29 ^{c1)}	6.46±1.85 ^b	6.23±1.09 ^c	6.00±2.12 ^b
산국 (<i>Chrysanthemum boreale</i> Makino)	5.38±1.12 ^b	4.46±0.78 ^a	4.31±1.32 ^b	4.46±1.30 ^a
구절초 [<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam]	6.77±1.01 ^d	6.38±1.61 ^b	6.54±1.56 ^c	6.85±1.52 ^c
톱풀 (<i>Achillea alpina</i> L.)	4.85±1.41 ^{ab}	3.85±1.68 ^a	4.23±1.36 ^b	3.54±1.51 ^a
산비장이 [<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> (Iljin) Kitam. for. <i>insularis</i>]	4.69±1.32 ^{ab}	4.15±1.28 ^a	4.77±1.36 ^b	4.38±1.45 ^a
벌개미취 (<i>Aster koraiensis</i> Nakai)	4.46±1.39 ^a	3.77±1.69 ^a	3.08±1.85 ^a	4.15±1.72 ^a

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

²⁾ 1-대단히 싫다. 2-보통으로 싫다. 3-약간 싫다. 4-좋지도 싫지도 않다. 5-약간 좋다. 6-보통으로 좋다. 7-대단히 좋다

표 4-19. 국화 덩이차 관능적 특성의 상관관계

	Flavor	Color	Taste	Acceptability
Flavor	1.000	0.144	0.470**	0.255*
Color		1.000	0.306**	0.164
Taste			1.000	0.293**
Acceptability				1.000

* p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001

나. 국화 환 제품 개발

(1) 국화 환 제조의 최적조건 결정을 위한 품질특성 분석

전자공여능의 경우 추출액과 추출박의 첨가량을 동일하게 고정하였음에도 각 처리구마다 차이를 보이고 있으며, 밀가루가 15 g 혼합된 P03, P06 및 P09 처리구에서 다소 낮은 활성을 보이고 있으며, 꿀이 첨가된 처리구에서 다소 활성이 높게 나타났다(표 4-20). 관능평가 결과 밀가루, 전분, 텍스트린 10 g과 꿀 5 g을 혼합한 처리구(P05)에서 외관, 조직감 및 종합적인 기호도에 대해 높은 평가를 받았다. 또한 환 성형시 밀가루와 전분이 10 g 혼합된 처리구에서 높은 성형능력을 보였다. 위의 결과들을 종합하여 볼 때, 품질특성 및 항산화 효과가 높은 환을 제조하기 위한 부형제의 혼합비율은 추출액 30, 추출박 10, 밀가루 10, 전분 10, 텍스트린 10, 꿀 5 처리구로 선정하였다.

표 4-20. 부형제의 혼합비율에 따른 전자공여능과 관능검사 결과

	EDA ¹⁾ (%)	Appreance	Flavor	Texture	Acceptability
P01	19.76±0.25	4.34±1.24 ²⁾	4.52±1.12	3.72±1.12	4.19±1.25
P02	22.37±0.14	4.21±0.98	4.42±1.31	3.74±1.24	4.12±0.47
P03	18.61±0.09	4.36±1.11	3.88±1.40	4.28±1.21	4.17±1.24
P04	18.88±0.17	4.12±1.08	4.42±1.38	5.28±1.03	4.61±1.31
P05	19.25±0.08	4.24±1.21	4.38±1.11	5.53±0.99	4.72±1.29
P06	18.47±0.02	4.09±1.34	3.97±1.08	4.21±1.08	4.09±0.99
P07	14.44±0.03	3.84±0.87	3.25±1.34	3.98±1.41	3.69±1.11
P08	17.45±0.11	2.98±0.43	3.75±1.67	5.42±1.15	4.05±1.22
P09	12.72±0.07	3.15±1.13	3.38±1.01	4.01±0.72	3.51±1.31

¹⁾전자공여능(electron donating ability, EDA)을 측정하기 위한 시료농도 : 10 mg/mL

²⁾1-대단히 싫다. 2-보통으로 싫다. 3-약간 싫다. 4-좋지도 싫지도 않다. 5-약간 좋다. 6-보통으로 좋다. 7-대단히 좋다

(2) 색도 및 환원당 함량

그림 4-16은 각 시료의 최적조건에서 제조된 국화 환이다. 여러 품종의 국화과 식물을 이용하여 제조한 국화 환에 색도 측정과 환원당 함량을 분석한 결과는 표 4-21과 같다. 색도의 경우 명도를 나타내는 L값은 32.79-45.22 범위, 적색도를 나타내는 a값은 -0.38-1.57 범위, 황색도를 나타내는 b값은 11.10-16.52 범위로 나타나 L, a 및 b값에 대하여 품종간에 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 또한 이들의 상관관계 분석결과(표 4-22) L값과 a값, a값과 b값 사이에는 높은 양의 상관관계($p < 0.01$)를 보였으며, L값과 b값도 양의 상관관계를 보였다($p < 0.05$). 국화 환의 환원당 함량은 131.94-299.60 mg/g 범위로 나타났으며, 감국 환과 톱풀 환이 각각 299.60 mg/g과 299.40 mg/g으로 높게 나타났으며, 나머지 품종들은 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$).



그림 4-16. 최적조건에 의해 제조된 국화 환

표 4-21. 국화 환의 색도 측정 및 환원당 함량

품종	Color			Reducing sugar (mg/g)
	L	a	b	
감국 (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)	42.03±0.09 ^{dl}	1.07±0.02 ^c	16.52±0.03 ^e	299.60±1.92 ^e
산국 (<i>Chrysanthemum boreale</i> Makino)	41.59±0.05 ^c	1.15±0.02 ^d	14.46±0.02 ^c	155.29±1.92 ^b
구절초 [<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam]	45.22±0.02 ^e	1.57±0.01 ^f	14.89±0.03 ^d	192.22±1.58 ^c
톱풀 (<i>Achillea alpina</i> L.)	32.79±0.01 ^a	-0.38±0.01 ^b	11.10±0.01 ^a	299.40±2.74 ^e
산비장이 [<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> (Iljin) Kitam. for. <i>insularis</i>]	60.62±0.10 ^f	1.19±0.02 ^e	14.51±0.09 ^c	131.94±2.49 ^a
별개미취 (<i>Aster koraiensis</i> Nakai)	37.93±0.03 ^b	-0.99±0.01 ^a	12.77±0.01 ^b	280.24±1.58 ^d

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

표 4-22. 국화 환의 색도와 환원당의 상관관계

	L	a	b	RS
L	1.000	0.602**	0.492*	-0.761**
a		1.000	0.768**	-0.640**
b			1.000	-0.288
RS				1.000

* p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001, RS; reducing sugar

(3) 국화 환의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성

(가) 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

국화 환에 대한 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정한 결과는 표 4-23와 같다. 총 폴리페놀 함량의 경우 3.015-4.395 mg/g 범위로 나타났으며, 구절초 환이 4.395 mg/g으로 가장 높게 나타났다. 산국과 산비장이 환이 각각 3.141 mg/g과 3.072 mg/g으로 나타나 유의적인 차이를 보이지 않았지만, 전체적으로 품종에 따른 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05). 총 플라보노이드 함량의 경우 0.185-0.825 mg/g 범위로 나타났으며, 구절초와 톱풀로 제조한 환이 각각 0.825 mg/g과 0.649 mg/g으로 그 함량이 높게 나타났지만, 감국, 산국, 산비장이 및 벌개미취로 제조한 환의 총 플라보노이드 함량은 0.185-0.324 mg/g 범위로 유의적인 차이를 보이지 않았다(p<0.05). 총 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량간의 상관관계 분석 결과(표 4-24) 높은 양의 상관관계를 나타내었다(p<0.01).

(나) 전자공여능 및 총 항산화력

국화 환에 대한 전자공여능 및 총 항산화력을 측정한 결과를 표 4-23에 나타내었다. 전자공여능의 경우 시료농도 10 mg/mL의 동일 농도에서 측정하였을 때 13.280-43.771% 범위로 나타났으며, 구절초 환이 43.771%로 가장 높게 나타났다. 감국, 톱풀 및 벌개미취로 제조한 환이 각각 19.210%, 19.631% 및 20.231%로 유사한 활성을 보였다(p<0.05). 총 항산화력의 경우 4.659-5.966 mg AA eq/g 범위로 나타났으며, 구절초와 산국으로 제조한 환의 총 항산화력이 각각 5.966 mg AA eq/g과 5.179 mg AA eq/g으로 높게 나타났다. 그러나 감국, 톱풀, 산비장이 및 벌개미취 환이 4.659-4.803 mg AA eq/g으로 유사하게 나타났다(p<0.05). 전자공여능과 총 항산화력 간의 상관관계를 분석한 결과(표 4-24) 높은 양의 상관관계를 보였다(p<0.01). 또한 항산화 물질(총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량)과 항산화 활성(전자공여능 및 총 항산화력)간에도 높은 양의 상관관계를 나타내었다(표 4-24).

표 4-23. 국화 환의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량, 전자공여능 및 총 항산화력

품종	Polyphenol (mg/g)	Flavonoid (mg/g)	EDA ²⁾ (%)	AEAC ³⁾ (mg AA eq/g)
감국 (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)	3.015±0.105 ^{a1)}	0.306±0.056 ^a	19.210±0.848 ^b	4.803±0.267 ^a
산국 (<i>Chrysanthemum boreale</i> Makino)	3.141±0.060 ^{ab}	0.204±0.042 ^a	26.072±0.817 ^c	5.179±0.682 ^{ab}
구절초 [<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam]	4.395±0.087 ^d	0.825±0.179 ^c	43.771±0.116 ^d	5.966±0.207 ^b
톱풀 (<i>Achillea alpina</i> L.)	3.371±0.053 ^c	0.649±0.042 ^b	19.631±0.859 ^b	4.659±0.174 ^a
산비장이 [<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> (Iljin) Kitam. for. <i>insularis</i>]	3.072±0.091 ^{ab}	0.324±0.032 ^a	13.280±0.383 ^a	4.751±0.995 ^a
별개미취 (<i>Aster koraiensis</i> Nakai)	3.187±0.087 ^b	0.185±0.058 ^a	20.231±0.925 ^b	4.803±0.345 ^a

¹⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly(p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

²⁾전자공여능(Electron donating ability, EDA) 측정에 사용된 시료농도 : 10 mg/mL

³⁾AEAC; L-ascorbic acid equivalent antioxidant capacity

표 4-24. 국화 환의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량, 전자공여능 및 총 항산화력의 상관관계

	Polyphenol	Flavonoid	EDA	AEAC
Polyphenol	1.000	0.818**	0.905**	0.610**
Flavonoid		1.000	0.624**	0.411
EDA			1.000	0.689**
AEAC				1.000

* p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001

(4) 국화 환의 관능특성

감국, 산국, 구절초, 톱풀, 산비장이 및 별개미취 꽃 추출물과 각종 부형제를 이용하여 환을 제조한 후 외관(appearance), 풍미(flavor), 쓴맛(bitterness), 조직감(texture) 및 종합적 기호도(acceptability)에 대한 평가를 실시하였으며, 관능평가 결과는 표 4-25에 나타내었다. 국화 환의 외관은 4.61-5.44 범위로 보통 이상의 점수를 받았으나, 품종에 따라서는 유의적인 차이를 보이지 않았다(p<0.05). 풍미의 경우에는 산국과 톱풀을 제외하고는 보통 이상의 점수를 받았다. 쓴맛은 산국, 톱풀 및 산비장이 환에서 3.41-3.68 범위로 나타나 쓴맛이 많이 남을 알 수 있었다. 조직감의 경우 톱풀과 산비장이 환을 제외한 감국, 산국, 구절초 및 별개미취 환에서 보통 이상의 점수를 받았으나, 품종에 따라 유의적인 차이는 없었다(p<0.05). 종합적인 기호도의 경우 쓴맛으로 인하여 산국 환의 기호도가 떨어지는 것을 제외하곤 다른 품종들의 기호도

는 보통 이상이였으며, 특히 구절초 환의 종합적 기호도가 높게 나타났다. 국화 환의 관능적 특성을 이루는 요인들 간의 상관관계를 분석한 결과(표 4-26) 쓴맛이 없고 물성이 좋을수록 종합적인 기호도가 높게 나타났으며, 높은 양의 상관관계를 보였다($p < 0.01$).

표 4-25. 국화 환의 관능검사 결과

	Appearance	Flavor	Bitterness	Texture	Acceptability
감국 (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)	5.00 ²⁾ ±0.71 ^{a1)}	4.60±0.55 ^{ab}	5.20±0.84 ^b	4.22±0.72 ^a	4.84±0.41 ^b
산국 (<i>Chrysanthemum boreale</i> Makino)	5.24±1.16 ^a	2.86±0.35 ^a	3.41±0.52 ^a	4.47±1.07 ^a	3.47±0.55 ^a
구절초 [<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam]	5.44±0.77 ^a	4.28±0.83 ^{ab}	4.84±0.47 ^b	4.27±0.42 ^a	5.28±0.36 ^b
툽풀 (<i>Achillea alpina</i> L.)	4.88±0.36 ^a	3.81±1.10 ^{ab}	3.68±1.42 ^a	3.81±0.95 ^a	4.23±0.66 ^{ab}
산비장이 [<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> (Iljin) Kitam. for. <i>insularis</i>]	4.61±1.65 ^a	4.29±0.54 ^{ab}	3.48±0.44 ^a	3.68±0.98 ^a	4.00±1.05 ^{ab}
벌개미취 (<i>Aster koraiensis</i> Nakai)	4.83±1.30 ^a	4.65±0.75 ^b	4.29±0.95 ^{ab}	4.48±0.94 ^a	4.41±1.34 ^{ab}

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

²⁾ 1-대단히 싫다. 2-보통으로 싫다. 3-약간 싫다. 4-좋지도 싫지도 않다. 5-약간 좋다. 6-보통으로 좋다. 7-대단히 좋다

표 4-26. 국화 환 관능특성의 상관관계

	Appearance	Flavor	Bitterness	Texture	Acceptability
Appearance	1.000	0.259	0.192	-0.157	0.304
Flavor		1.000	0.620 ^{**}	0.262	0.543 ^{**}
Bitterness			1.000	0.488 ^{**}	0.640 ^{**}
Texture				1.000	0.259
Acceptability					1.000

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

다. 국화 캔디 제조를 위한 최적조건 결정

(1) 국화 캔디 제조를 위한 전자레인지 처리조건

최적조건 결정을 위한 전자레인지 처리조건을 조사하기 위하여 표 4-27과 같이 설탕, 물

및 농축액을 혼합한 후 250 mL 비이커에 넣어 시간별로 전자레인지 처리를 하였을 때, 경질형 캔디를 제조하기 위한 최종가열온도인 200℃까지 4분 만에 도달하였으며, 캔디의 물리적 성질이 우수하게 나타났다. 하지만 MC-01의 경우 열은 갈색을 나타내어 설택 측면에서는 양호하였으나, 내부에 기포 및 설탕 결정 형성되었고, 깨짐 현상이 심하게 나타났으며, MC-02는 진한 갈색과 심한 거품 및 탄내가 발생하였다. MC-03는 설택 및 물리적 특성이 우수하게 나타났으나, 농축액을 첨가한 MC-04에서는 거품과 내부의 기포가 다량 발생하였으며, 젤리와 유사한 물성을 가졌다.

표 4-27. 국화 캔디 제조를 위한 전자레인지 처리조건 결정

	설탕 (g)	물 (g)	농축액 (g)	물엿 (g)	처리시간 (min)	내부온도 (℃)
MC-01					3	149
MC-02	60	20	0	40	4	200
MC-03					3.5	176
MC-04		15	5			152

(2) 국화 캔디 제조를 위한 가스레인지 처리조건

최적조건 결정을 위한 가스레인지 처리조건을 조사하기 위하여 표 4-28과 같이 설탕, 물 및 농축액을 혼합한 후 열전도율이 좋은 양은냄비에 넣어 140℃ 및 170℃의 최종가열온도까지 교반하면서 가열한 후 냉각하여 품질특성을 분석하였다. 가스레인지를 이용하여 캔디를 제조하였을 때 최종가열온도까지 걸리는 시간이 전자레인지를 이용하였을 때 보다 증가하였다. 최종가열온도가 170℃인 처리구(GC-03, 04)는 갈변반응이 심하게 일어났으며, 농축액을 10 g 첨가한 처리구(GC-04)에서는 탄내가 심하게 발생하였고, 깨짐 현상이 나타났다. 최종가열온도가 140℃인 처리구는 모두 캔디의 설택과 물리적 특성이 우수하게 나타났다.

표 4-28. 국화 캔디 제조를 위한 가스레인지 처리조건 결정

	설탕 (g)	물 (g)	농축액 (g)	물엿 (g)	처리시간 (min)	최종가열 온도 (℃)
GC-01		15	5		5.5	140
GC-02	60	10	10	40	5.5	140
GC-03		15	5		7.2	170
GC-04		10	10		7.2	170

(3) 국화 캔디 제조를 위한 최적조건 결정

전자레인지를 이용하여 캔디를 제조시 시간을 단축하고 경질형의 캔디를 제조할 수 있었으나, 온도 조절 및 교반에 어려움이 있었으며, 거품 및 기포의 생성이 많았다. 가스레인지를

이용하여 제조한 캔디는 제조시간은 길어졌으나, 캔디의 설택과 물리적 특성이 우수하게 나타났다. 따라서 국화 캔디를 제조하기 위한 최적조건으로 설탕 60, 물엿 40, 물 10, 농축액 10을 혼합하여 가스레인지로 제조하는 것을 최적조건으로 선정하였다.

(4) 국화 캔디의 품질특성

(가) 색도

그림 4-18은 각 시료의 최적조건에서 제조된 국화 캔디이다. 여러 품종의 국화과 식물을 이용하여 제조한 국화 캔디의 색도를 측정된 결과는 표 4-29과 같다. 명도를 나타내는 L값은 대조구가 60.23으로 나타났으며, 추출물을 첨가함에 따라 26.72-39.44 범위로 감소하여 명도가 낮아지는 것으로 나타났다. 적색도를 나타내는 a값은 대조구가 0.49로 나타났으며, 추출물을 첨가함에 따라 1.04-3.72 범위로 높아졌고, 황색도를 나타내는 b값은 대조구의 1.34에서 추출물 첨가에 따라 18.08-21.74 범위로 증가하였다. 각 품종에 따라 색도는 유의적인 차이를 보였다 ($p < 0.05$).



그림 4-18. 최적제조조건에 의해 제조된 국화 캔디

(나) 경도

국화 캔디의 경도를 측정된 결과는 그림 4-19와 같다. 대조구의 경도는 9069.14로 나타났

으나, 추출물의 첨가에 따라 14849.61-17122.40 범위로 나타났으며, 감국 캔디가 17122.40으로 가장 경도가 강하게 나타났다. 톱풀 캔디가 16644.88으로 나타나 두 번째로 경도가 강하게 나타났다으며, 산국, 구절초 및 산비장이 캔디는 각각 15363.63, 14849.61 및 15055.34로 나타나 유의적인 차이를 보이지 않았다($p < 0.05$).

표 4-29. 국화 캔디의 색도

품종	Color		
	L	a	b
대 조 구	60.23±0.08 ^{e1)}	0.49±0.01 ^a	1.34±0.30 ^a
감국 (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)	33.83±0.13 ^c	1.04±0.01 ^b	18.78±0.04 ^d
산국 (<i>Chrysanthemum boreale</i> Makino)	35.13±0.09 ^c	1.97±0.15 ^e	18.08±0.78 ^b
구절초 [<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam]	39.44±0.29 ^d	1.47±0.02 ^c	21.74±0.59 ^f
톱풀 (<i>Achillea alpina</i> L.)	26.72±0.01 ^a	1.75±0.03 ^d	18.51±0.02 ^c
산비장이 [<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> (Iljin) Kitam. for. <i>insularis</i>]	29.75±0.11 ^b	3.72±0.05 ^f	19.30±0.13 ^e

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

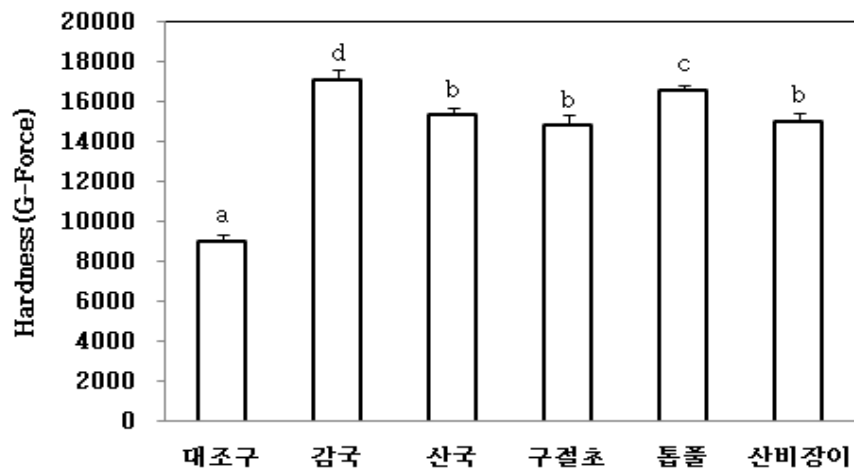


그림 4-19. 국화 캔디의 경도

(다) 용해도

무게가 유사한 캔디 1조각을 증류수에 넣고 교반하면서 각 품종별 국화 캔디의 용해도를 당도(brix)와 pH 변화로 조사한 결과는 그림 4-20과 같다. 당도의 경우 측정 후 7분까지 급격하게 증가하였으며, 각 품종별로 8-10분 이후에는 일정하게 유지되는 것으로 나타났다. 무처리

의 경우 최종 당도가 5.3 brix로 나타났으며, 추출물을 첨가한 국화 캔디는 5.9-7.0 brix 범위로 나타났으며, 이는 추출물 첨가로 인한 당도의 증가로 판단된다. pH의 경우 측정 후 3분까지 급격하게 감소하였으며, 이후에는 일정하게 유지되는 것으로 나타났다. 무처리의 경우 최종 pH가 4.81로 나타났으며, 추출물을 첨가한 국화 캔디는 pH 3.6-4.1범위로 나타났다.

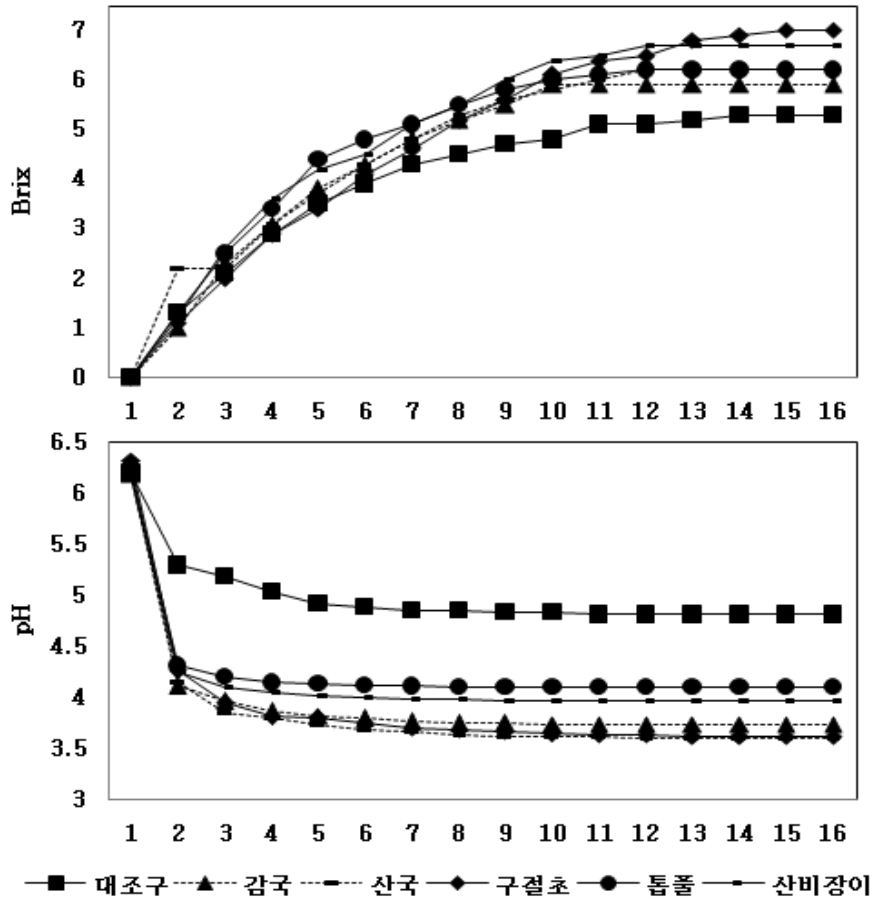


그림 4-20. 국화 캔디의 용해도

(5) 국화 캔디의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성

(가) 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

국화 캔디의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정한 결과는 표 4-30과 같다. 총 폴리페놀 함량의 경우 0.279-0.451 mg/g 범위로 나타났으며, 톱풀 꽃을 이용하여 제조한 캔디가 0.451 mg/g으로 가장 높은 함량을 보였다. 감국, 산국, 구절초 및 산비장이 꽃을 이용하여 제조한 캔디의 함량은 0.279-0.307 mg/g 범위로 나타나 품종에 따라 유의적인 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 총 플라보노이드의 경우 0.009-0.024 mg/g 범위로 나타났으며, 톱풀 캔디에서 0.024 mg/g으로 가장 높게 나타나 총 폴리페놀 함량과 유사한 경향을 보였다. 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량 간의 상관관계 분석 결과(표 4-31) 높은 양의 상관관계를 보였다 ($p < 0.01$).

(나) 전자공여능 및 총 항산화력

국화 캔디의 전자공여능과 총 항산화력을 측정한 결과는 표 4-30과 같다. 전자공여능의 경우 시료농도 100 mg/mL의 동일조건에서 측정하였을 때 20.720-45.645%의 활성을 보였으며, 톱풀 캔디가 45.645%로 가장 높은 활성을 보였다. 총 항산화력의 경우 0.145-0.470 mg AA eq/g의 범위로 나타났으며, 톱풀 캔디가 0.470 mg AA eq/g으로 가장 높게 나타났다. 전자공여능과 총 항산화력 간의 상관관계 분석 결과(표 4-31) 높은 양의 상관관계($p < 0.01$)를 보였으며, 또한 국화 캔디의 항산화 물질 함량(총 폴리페놀 및 플라보노이드)과 항산화 활성(전자공여능 및 총 항산화력) 사이에도 높은 양의 상관관계($p < 0.01$)를 나타냈다.

표 4-30. 국화 캔디의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 전자공여능 및 총 항산화력

품종	Polyphenol (mg/g)	Flavonoid (mg/g)	EDA ²⁾ (%)	AEAC ³⁾ (mg AA eq/g)
감국(<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)	0.279±0.010 ^{a1)}	0.009±0.001 ^a	20.720±0.159 ^a	0.145±0.049 ^a
산국(<i>Chrysanthemum boreale</i> Makino)	0.298±0.006 ^c	0.015±0.002 ^c	25.467±0.618 ^b	0.181±0.010 ^b
구절초(<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam)	0.284±0.007 ^b	0.011±0.001 ^b	21.147±0.401 ^a	0.149±0.012 ^a
톱풀(<i>Achillea alpina</i> L.)	0.451±0.029 ^e	0.024±0.002 ^e	45.645±0.243 ^d	0.470±0.031 ^d
산비장이(<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> (Iljin) Kitam. for. <i>insularis</i>)	0.307±0.019 ^d	0.018±0.001 ^d	29.443±0.182 ^c	0.221±0.015 ^c

¹⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

²⁾전자공여능(Electron donating ability, EDA) 측정에 사용된 시료농도 : 100 mg/mL

³⁾AEAC; L-ascorbic acid equivalent antioxidant capacity

표 4-31. 국화 캔디의 항산화 물질 및 항산화 활성의 상관관계

	Polyphenol	Flavonoid	EDA	AEAC
Polyphenol	1.000	0.938**	0.925**	0.819**
Flavonoid		1.000	0.909**	0.847**
EDA			1.000	0.979**
AEAC				1.000

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

(6) 국화 캔디의 관능특성

국화 캔디에 대한 관능적 특성을 조사하고자 각 품종별로 색, 향, 맛 및 종합적 기호도에 대하여 관능평가를 실시한 결과는 표 4-32와 같다. 색에 경우 4.50-5.33 범위로 점수를 받았으며, 구절초 캔디에서 다소 높게 나타났으나 통계처리 결과 유의적인 차이는 없었다($p < 0.05$). 향에 경우에도 4.25-5.42 범위로 점수를 받았으며, 톱풀 캔디에서 다소 높게 나타났으나 역시 통계처리 결과 유의적인 차이는 없었다($p < 0.05$). 맛에 경우에는 톱풀 캔디가 5.83으로 가장 높은 점수를 받았으며, 산국 캔디의 경우에는 쓴맛으로 인하여 맛에 대한 평가가 떨어졌다. 색, 향, 맛 및 조직감에 대한 종합적인 기호도는 톱풀, 산비장이 및 구절초 캔디의 5.67, 5.58 및 5.42 순으로 높게 나타났으나, 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p < 0.05$). 또한 국화 캔디의 관능적 특성에 대한 상관관계 분석 결과(표 4-33) 높은 양의 상관관계를 나타냈다($p < 0.01$).

표 4-32. 국화 캔디의 관능평가 결과

품종	Color	Flavor	Taste	Acceptability
감국(<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)	4.50 ²⁾ ±1.45 ^{al)}	4.33±0.98 ^a	4.00±1.13 ^a	4.25±1.22 ^a
산국(<i>Chrysanthemum boreale</i> Makino)	4.92±1.38 ^a	4.25±1.60 ^a	3.42±1.16 ^a	3.67±1.44 ^a
구절초(<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam)	5.33±1.07 ^a	4.67±1.37 ^a	5.17±1.27 ^b	5.42±1.16 ^b
톱풀(<i>Achillea alpina</i> L.)	4.83±1.64 ^a	5.42±1.24 ^a	5.83±1.11 ^b	5.67±1.30 ^b
산비장이(<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> (Iljin) Kitam. for. <i>insularis</i>)	5.17±1.03 ^a	4.92±1.16 ^a	5.58±1.00 ^b	5.58±0.90 ^b

¹⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

²⁾ 1-대단히 싫다. 2-보통으로 싫다. 3-약간 싫다. 4-좋지도 싫지도 않다. 5-약간 좋다. 6-보통으로 좋다. 7-대단히 좋다

표 4-33. 국화 캔디 관능특성의 상관관계

	Color	Flavor	Taste	Acceptability
Color	1.000	0.382**	0.385**	0.554**
Flavor		1.000	0.548**	0.672**
Taste			1.000	0.844**
Overall				1.000

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

라. 국화 분말차 제품 개발

(가) 국화 분말차 제조의 최적조건 결정을 위한 품질특성 분석

부형제의 종류와 첨가 농도에 따라 다양하게 제조된 분말차에 대하여 분말화, 용해도 및 관능적 특성을 분석하였다. 분말화의 경우 부형제로 CD를 사용하였을 때 가장 우수하게 나타났으며, D와 MD 단독 사용시 caking 현상이 나타났다. 용해도의 경우 부형제로 G를 사용하였을 때 가장 우수하였으며, D는 양호, MD는 보통이었으나, CD 사용시 거품이 형성되었다. 관능평가 결과 부형제로 CD를 사용하였을 때 강한 향기성분 포집능력으로 인하여 불쾌취가 발생하였으며, G와 D는 양호하였고, MD는 보통이었다. 분말화, 용해도, 관능평가, 부형제의 가격 등을 고려하였을 때 추출액과 부형제의 첨가비율을 60:40으로 결정하고, 용해도와 관능적 특성이 우수했던 D와 MD를 단독 또는 혼합하여 사용하는 것을 국화 분말차 제조의 최적 조건으로 선정하였다.

표 4-34. 부형제의 종류 및 첨가 농도에 따른 분말화, 용해도 및 관능평가 결과

No.	추출액 (10 brix)	부형제		평가항목			
		종류 ¹⁾	함량	비율	분말화	용해도	관능평가
1	20	G	80		△ ²⁾	O	O
2	60	G	40		△	O	O
3	20	D	80		O	O	O
4	60	D	40		△	O	O
5	20	MD	80		△	△	△
6	60	MD	40		△	△	△
7	20	CD	80		O	X	X
8	60	CD	40		O	X	X
9	60	D+CD	40	(D:CD=90:10)	O	O	X
10	60	D+MD	40	(D:MD=90:10)	O	△	O
11	60	D+CD	40	(D:CD=10:90)	O	X	X
12	60	D+MD	40	(D:MD=10:90)	△	△	△
13	40	G	60		△	O	△
14	40	D	60		X	X	X
15	40	MD	60		X	X	X
16	40	CD	60		O	△	X
17	60	D+MD	40	(D:MD=80:20)	△	△	O
18	60	D+CD	40	(D:CD=80:20)	△	X	X

¹⁾G; 무수결정포도당, D; 텍스트린, MD; 말토텍스트린, CD; 시클로텍스트린

²⁾O; 양호, △; 보통, X; 불량

(나) 국화분말의 품질 특성

(1) 수분 함량과 흡습성

감국, 산국 및 구절초 꽃을 열수 추출하여 얻은 추출물과 부형제인 dextrin(DE=4-6)과 maltodextrin(DE=10-20)의 혼합비율을 달리하여 제조한 국화 분말의 품질특성으로 수분 함량과 흡습성을 분석한 결과는 표 3-35에 나타내었다. 각 품종별 분말의 수분 함량에 있어서 감국 분말은 4.137-5.193% 범위로 나타나 산국의 3.467-3.907%와 구절초의 3.303-4.493%보다 다소 높은 수분 함량을 보였으며, dextrin 단독 처리(D)구와 dextrin과 maltodextrin을 9:1로 혼합한 처리구(DMD91)에서 높게 나타났으며, 이는 dextrin의 DE 값이 적을수록 고분자량의 polysaccharide이어서 보다 강한 수분 보유능을 가지기 때문인 것으로 생각된다(Chung 등, 2005; Kim 등, 1994).

감국, 산국 및 구절초 분말의 흡습특성을 조사하고자, 분말을 포화상태로 조절된 desicator에 1시간 방치한 뒤 무게의 변화로서 흡습성(water uptake)을 측정하였다(표 4-35). 각 품종별 분말의 흡습성에 있어서 감국 분말은 5.373-9.075%, 산국 분말은 8.230-9.395%, 구절초 분말은 7.711-8.187%로 나타나 품종, 부형제의 종류 및 농도에 따라 차이를 보였으며, 흡습의 크기는 D 첨가구, DMD91 첨가구, DMD82 첨가구, maltodextrin 단독 첨가구 순으로 나타났으며, 이는 국화 분말의 수분 함량 측정결과와 유사한 경향을 보였다.

표 4-35. 국화 분말의 수분 함량과 흡습성

Sample	Moisture content (%)	Water uptake (%)
CID ¹⁾	4.620±0.030 ⁱ	6.062±0.002 ^b
CIMD	4.137±0.025 ^f	5.373±0.002 ^a
CIDMD91	5.107±0.031 ^j	7.668±0.004 ^c
CIDMD82	5.193±0.050 ^k	9.075±0.002 ^j
CBD	3.693±0.025 ^d	8.409±0.001 ^g
CBMD	3.467±0.015 ^c	8.230±0.003 ^f
CBDMD91	3.373±0.031 ^b	8.660±0.002 ⁱ
CBDMD82	3.907±0.031 ^e	9.395±0.003 ^l
CZD	4.233±0.021 ^g	8.187±0.002 ^e
CZMD	3.303±0.025 ^a	7.711±0.002 ^d
CZDMD91	3.470±0.044 ^c	8.536±0.004 ^h
CZDMD82	4.493±0.021 ^h	9.211±0.002 ^k

¹⁾CI : *Chrysanthemum indicum*, CB : *Chrysanthemum boreale*, CZ : *Chrysanthemum zawadskii*,

D : dextrin, MD : maltodextrin, DMD91 : dextrin 36%, maltodextrin 4%, DMD82 : dextrin 32%, maltodextrin 8%

²⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

(2) 용해도

각 품종별 분말의 용해도에 부형제가 미치는 영향을 알아보기 위하여 분말시료를 물에 용해시키면서 일정 시간동안 당도를 측정하여 용해도로 표현하였으며, 그 결과는 그림 4-20과 같다. 감국과 구절초 분말의 경우 측정 시작부터 9분까지 당도가 급격히 증가하였으며, 이후 15분까지는 일정하게 유지되는 경향을 보였다. 산국 분말의 경우 측정 시작부터 12분까지 당도가 증가하였으며, 이후에 감국 및 구절초 분말의 당도와 유사하게 나타났다(5.9-6.2 brix). 부형제의 종류에 따라서는 maltodextrin과 dextrin을 8:2로 혼합한 첨가제(DMD82)에서 가장 큰 당도의 변화를 보였으며, maltodextrin의 단독 첨가제에서 높은 점성으로 인하여 낮은 용해도를 나타냈으나 부형제의 종류 및 농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 일반적으로 분말의 흡습성은 저장안정성과 밀접한 관계가 있어 흡습성이 크면 caking 현상의 발생이 용이하여 저장안정성이 낮은 것으로 간주된다. 따라서 분말의 용해도 향상 목적으로 dextrin이나 maltodextrin을 부형제로 사용할 경우는 저장안정성의 확보를 위해 방습 및 수분흡수제 봉입 포장에 더욱 필요할 것으로 판단된다.

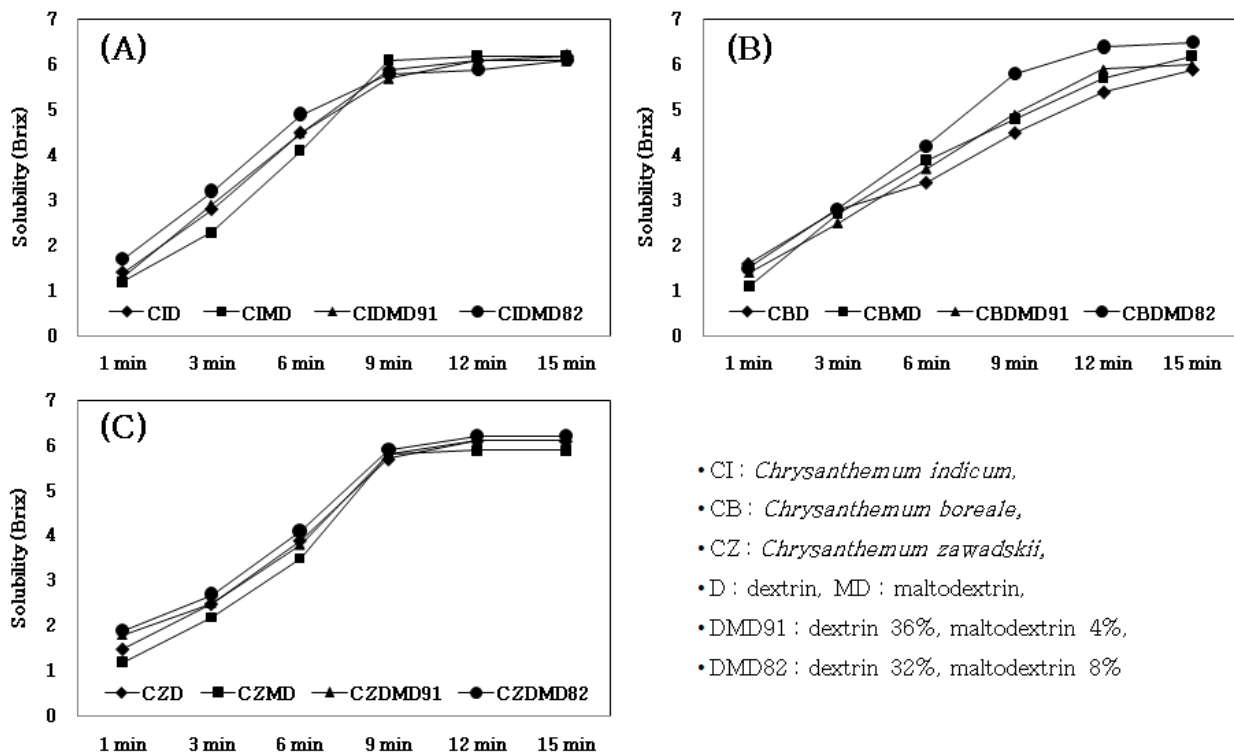


그림 4-20. 국화 분말의 용해도 측정 결과

(3) 국화 분말차의 품질특성

(가) 색도 및 pH

각 품종별 분말차의 색도를 측정한 결과 명도를 나타내는 L 값은 48.24-49.45 범위로 나타

났으며, 각 추출물의 L값이 23.76-24.99 범위로 나타났으나 부형제의 첨가로 인하여 L값이 크게 증가하였다. 또한 부형제의 종류 및 농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았으나 DE가 낮은 dextrin을 사용시 다소 높은 L 값을 보였다. Chung 등(2005)은 부형제 종류에 따른 아가리쿠스버섯 과립의 색도를 측정한 결과 DE=9 첨가구가 DE=23 첨가구보다 높은 L값을 나타냈다고 보고하였다. 적색도의 경우 추출물의 a값이 1.56-3.80 범위로 나타났으나 부형제의 첨가로 인하여 -0.11-0.41 범위로 감소하였으며, 황색도의 경우 추출물의 b값이 15.35-18.45 범위이었으나 a값과 유사한 경향으로 감소하여 -0.45-1.54 범위로 나타났다. 이들의 상관관계 분석 결과(표 4-37) 적색도와 황색도는 음의 상관관계($r=-0.962$, $p<0.01$)를 보였으며, 부형제의 첨가 종류 및 농도에 따라 큰 차이가 나지 않아 부형제의 영향은 미미한 것으로 생각된다.

감국, 산국 및 구절초 추출물의 pH를 측정한 결과 감국은 5.54 ± 0.02 , 산국은 5.56 ± 0.01 , 구절초는 0.53 ± 0.02 로 유사하게 나타났으며, 각 품종별 분말차의 pH를 측정한 결과(표 4-36) 구절초 분말차의 pH가 5.33-5.45 범위로 나타나 감국 분말차의 5.50-5.62와 산국 분말차의 5.52-5.63 보다 다소 낮게 나타나 품종들 간에 약간의 차이는 보였으나, 부형제의 종류 및 농도에 따라서는 큰 차이나 특정 경향을 보이지는 않았다. 이는 유자즙의 분말화에 관한 연구(Nam 등, 2003)와 아가리쿠스버섯의 과립화에 관한 연구(Chung 등, 2005)에서 부형제의 종류 및 농도에 따른 pH 변화가 미미하게 나타난 결과와 일치하였다.

표 4-36. 국화 분말차의 색도 및 pH 측정 결과

Sample	Color			pH
	L	a	b	
CID ¹⁾	$48.88\pm 0.02^{f2)}$	0.15 ± 0.03^d	-0.07 ± 0.01^d	5.63 ± 0.01^g
CIMD	48.42 ± 0.03^b	0.25 ± 0.02^g	0.04 ± 0.01^{ef}	5.57 ± 0.02^f
CIDMD91	49.34 ± 0.06^g	0.19 ± 0.01^e	0.02 ± 0.01^f	5.52 ± 0.01^d
CIDMD82	48.62 ± 0.03^{cd}	0.22 ± 0.01^f	0.01 ± 0.01^e	5.53 ± 0.01^d
CBD	48.73 ± 0.14^e	0.41 ± 0.02^j	-0.45 ± 0.04^a	5.55 ± 0.01^e
CBMD	48.25 ± 0.02^a	0.31 ± 0.01^h	-0.36 ± 0.01^c	5.62 ± 0.02^g
CBDMD91	49.34 ± 0.01^g	0.35 ± 0.01^i	-0.39 ± 0.01^b	5.55 ± 0.01^e
CBDMD82	48.56 ± 0.04^c	0.33 ± 0.01^h	-0.34 ± 0.02^c	5.50 ± 0.01^c
CZD	48.68 ± 0.04^{de}	-0.03 ± 0.01^c	1.54 ± 0.02^j	5.33 ± 0.01^a
CZMD	48.29 ± 0.02^a	-0.08 ± 0.01^b	1.24 ± 0.02^g	5.45 ± 0.02^b
CZDMD91	49.45 ± 0.09^h	-0.11 ± 0.01^a	1.47 ± 0.01^i	5.34 ± 0.01^a
CZDMD82	48.43 ± 0.01^b	-0.04 ± 0.01^c	1.34 ± 0.02^h	5.33 ± 0.03^a

¹⁾ CI : *Chrysanthemum indicum*, CB : *Chrysanthemum boreale*, CZ : *Chrysanthemum zawadskii*,

D : dextrin, MD : maltodextrin, DMD91 : dextrin 36%, maltodextrin 4%, DMD82 : dextrin 32%, maltodextrin 8%

²⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

(나) 갈변도 및 탁도

각 품종별 분말차의 갈변도와 탁도를 각각 420 nm와 590 nm에서 측정하여 나타내었다 (표 4-37) 갈변도의 경우 0.604-0.694 범위로 dextrin과 maltodextrin을 9:1로 혼합한 첨가구 (DMD91)에서 감국, 산국 및 구절초 분말차가 각각 0.693, 0.667 및 0.620으로 비교적 높게 나타났다. 탁도의 경우 구절초 분말이 0.237-0.251 범위로 나타나 감국 및 산국 분말의 0.309-0.377과 0.293-0.333 보다 다소 낮게 나타났으며, 이들의 상관관계 분석 결과(표 4-38) 양의 상관관계($r=0.745$, $p<0.01$)를 보였다.

(다) 환원당 함량

각 품종별 추출물의 환원당 함량을 측정한 결과 각각 269.50 ± 4.79 mg/g, 282.63 ± 4.32 mg/g 및 273.52 ± 2.77 mg/g으로 나타났으며, 이 추출물들을 이용하여 제조한 감국, 산국 및 구절초 분말차의 환원당 함량은 감국 365.47-409.98 mg/g, 산국 370.86-395.01 mg/g 및 구절초 354.49-393.21 mg/g 범위로 나타났다. 감국 추출물에 dextrin과 maltodextrin을 9:1로 혼합하여 분말화한 시료(CIDMD91)에서 409.82 mg/g으로 가장 높게 나타났다. 부형제가 분말차의 환원당 함량 증가에 영향을 주는지 알아보기 위하여 분말차 제조와 동일한 조건으로 시료 제조 후 환원당 함량을 분석한 결과 D는 423.367 mg/g, MD는 371.441 mg/g, DMD91은 398.241 mg/g, DMD82는 375.628 mg/g으로 나타나 분말차의 환원당 함량에 상당한 영향을 주는 것으로 나타났다.

표 4-37. 국화 분말차의 갈변도, 탁도 및 환원당 함량

Sample	Browning index (at 420 nm)	Turbidity (at 590 nm)	Reducing sugar (mg/g)
CID ¹⁾	$0.694\pm 0.004^{12)}$	0.377 ± 0.003^f	389.82 ± 4.32^{eig}
CIMD	0.625 ± 0.002^{bc}	0.309 ± 0.001^d	365.47 ± 0.69^b
CIDMD91	0.693 ± 0.008^e	0.376 ± 0.008^f	409.98 ± 1.83^j
CIDMD82	0.643 ± 0.003^d	0.332 ± 0.003^e	401.99 ± 1.83^i
CBD	0.623 ± 0.012^b	0.309 ± 0.006^d	395.21 ± 2.07^{gh}
CBMD	0.604 ± 0.009^a	0.293 ± 0.005^c	370.86 ± 1.83^c
CBDMD91	0.667 ± 0.007^e	0.333 ± 0.005^e	396.01 ± 2.49^h
CBDMD82	0.636 ± 0.012^{cd}	0.314 ± 0.008^d	385.03 ± 0.60^{de}
CZD	0.624 ± 0.004^{bc}	0.243 ± 0.004^{ab}	389.22 ± 4.15^{def}
CZMD	0.641 ± 0.006^d	0.251 ± 0.005^b	354.49 ± 2.74^a
CZDMD91	0.620 ± 0.005^b	0.237 ± 0.004^a	393.21 ± 2.42^{fgh}
CZDMD82	0.633 ± 0.002^{bcd}	0.247 ± 0.001^b	383.83 ± 7.19^d

¹⁾CI : *Chrysanthemum indicum*, CB : *Chrysanthemum boreale*, CZ : *Chrysanthemum zawadskii*,

D : dextrin, MD : maltodextrin, DMD91 : dextrin 36%, maltodextrin 4%, DMD82 : dextrin 32%, maltodextrin 8%

²⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

표 4-38. 국화 분말 및 분말차 품질특성의 상관관계

	L	a	b	pH	BI	Turbidity	RS
L	1.000	-0.027	-0.016	-0.103	0.498**	0.295	0.702**
a		1.000	-0.962**	0.781**	0.073	0.647**	0.215
b			1.000	-0.890**	-0.239	-0.782**	-0.213
pH				1.000	0.306	0.781**	-0.031
BI					1.000	0.745**	0.430**
Turbidity						1.000	0.452**
RS							1.000

* p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001, BI; browning index, RS; reducing sugar

(4) 국화 분말차의 항산화 물질 함량과 항산화 활성

(가) 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

감국, 산국 및 구절초 꽃을 열수 추출하여 얻은 추출물과 부형제인 dextrin(DE=4-6)과 maltodextrin(DE=10-20)의 혼합비율을 달리하여 제조한 국화 분말차의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 전자공여능과 총 항산화력을 측정한 결과는 표 4-39에 나타내었다.

감국, 산국 및 구절초 추출물의 총 폴리페놀 함량을 측정한 결과 각각 24.842±0.524 mg/g, 42.435±0.415 mg/g 및 34.944±0.819 mg/g으로 나타났으며, 각 품종별 추출물을 이용하여 제조한 분말차의 총 폴리페놀 함량은 산국 분말차가 6.472-6.754 mg/g 범위로 나타나 감국 분말차의 4.315-4.505 mg/g과 구절초 분말차의 5.166-5.903 mg/g 보다 높게 나타났으며, 추출물과 분말차의 총 폴리페놀 함량의 차이는 유사한 경향으로 나타났다. 부형제의 종류 및 농도에 따라서는 DMD91(dextrin 36% +maltodextrin 4%) 처리구, dextrin 단독 처리구, DMD82(dextrin 32% +maltodextrin 8%) 처리구, maltodextrin 단독 처리구의 순으로 총 폴리페놀 함량이 높게 나타났다. 감국, 산국 및 구절초 추출물의 총 플라보노이드 함량을 측정한 결과 각각 11.157±0.140 mg/g, 29.525±0.200 mg/g 및 34.944±0.819 mg/g으로 나타났으며, 각 품종별 추출물을 이용하여 제조한 분말차의 총 플라보노이드 함량은 산국 분말차가 3.179-3.285 mg/g 범위로 나타나 감국 분말차의 1.024-1.052 mg/g과 구절초 분말차의 1.946-1.988 mg/g 보다 높게 나타났으며, 추출물과 분말차의 총 폴리페놀 함량의 차이는 유사한 경향으로 나타났다. 또한 부형제의 종류 및 농도에 따른 총 플라보노이드 함량은 총 폴리페놀 함량과 유사한 경향을 보였으며, 상관관계 분석 결과(r=0.970, p<0.01) 높은 양의 상관관계를 보였다. Yu(2008) 등의 연구에서는 덩음을 실시하지 않은 생 감국꽃의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 6.75 및 5.00 mg/g으로 보고하였으며, 본 연구 결과 값보다 높은 함량을 보였다.

(나) 전자공여능 및 총 항산화력

감국, 산국 및 구절초 추출물의 전자공여능(EDA, %)을 1 mg/mL의 농도에 측정된 결과 각각 $59.008 \pm 1.573\%$, $61.940 \pm 1.046\%$ 및 $78.983 \pm 1.679\%$ 로 나타나 구절초의 EDA 활성이 가장 높게 나타났다. 각 품종별 추출물을 이용하여 제조한 분말차의 EDA를 10 mg/mL의 농도에서 측정된 결과 감국은 24.847–27.933%, 산국은 29.887–40.397%, 구절초는 38.692–43.848%로 추출물의 EDA 결과와 마찬가지로 구절초 분말차의 EDA 활성이 높게 나타나는 유사한 경향을 보였다. Sung 등(2007)의 연구에서는 1 mg/mL 농도의 감국 열수 추출물에 EDA 활성을 69%로 보고하여 본 연구 결과보다 높은 활성을 보였다. 감국, 산국 및 구절초 추출물의 ABTS cation decolorization assay 방법을 이용한 총 항산화력을 측정된 결과 각각 8.802 ± 0.938 mg AA eq/g, 31.743 ± 1.256 mg AA eq/g 및 18.739 ± 0.743 mg AA eq/g으로 나타났다. 각 품종별 추출물을 이용하여 제조한 분말차의 총 항산화력을 측정된 결과 감국은 2.509–2.633 mg AA eq/g, 산국은 4.366–4.546 mg AA eq/g 및 구절초는 3.440–3.516 mg AA eq/g으로 나타났으며, 추출물과 분말차의 총 항산화력의 차이는 유사한 경향으로 나타났다. Yu 등(2008)의 연구에서는 덩이를 실시하지 않은 생 감국꽃의 총 항산화력을 5.31 mg AA eq/g으로 보고하였으며, 본 연구 결과보다 높은 함량을 보였다. 부형제의 종류 및 농도에 따른 EDA 활성과 총 항산화력간의 상관관계 분석 결과($r=0.610$, $p<0.01$) 양의 상관관계를 보였다.

감국, 산국 및 구절초 추출물과 부형제의 종류 및 농도를 다르게 하여 제조한 분말차의 항산화 물질의 함량과 항산화 활성간의 상관관계를 분석한 결과 모두 양의 상관관계($p<0.01$)를 보였으며, 이는 대표적인 항산화 물질인 폴리페놀 및 플라보노이드 등의 페놀성 화합물의 함량이 높을수록 항산화 효과도 높게 나타난 여러 연구결과들과 일치한다.

표 4-39. 국화 분말차의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성 측정 결과

Sample	Total polyphenol (mg/g)	Total flavonoid (mg/g)	EDA ³⁾ (%)	AEAC ⁴⁾ (mg AA eq/g)
CID ¹⁾	4.459±0.053 ^{b2)}	1.038±0.029 ^a	27.260±0.694 ^{ab}	2.558±0.018 ^a
CIMD	4.315±0.052 ^a	1.047±0.021 ^a	24.874±1.687 ^a	2.633±0.018 ^a
CIDMD91	4.505±0.075 ^b	1.052±0.021 ^a	27.933±0.974 ^{ab}	2.593±0.138 ^a
CIDMD82	4.436±0.017 ^b	1.024±0.064 ^a	25.868±2.546 ^a	2.509±0.113 ^a
CBD	6.535±0.070 ^g	3.179±0.058 ^c	38.515±4.203 ^c	4.366±0.158 ^c
CBMD	6.472±0.079 ^g	3.183±0.061 ^c	29.887±1.940 ^b	4.407±0.120 ^c
CBDMD91	6.754±0.053 ^h	3.239±0.037 ^{cd}	40.397±2.254 ^{cd}	4.497±0.156 ^c
CBDMD82	6.507±0.079 ^g	3.285±0.029 ^d	39.755±1.884 ^{cd}	4.546±0.171 ^c
CZD	5.684±0.072 ^e	1.946±0.124 ^b	43.848±0.978 ^d	3.440±0.098 ^b
CZMD	5.166±0.040 ^c	1.974±0.072 ^b	38.692±1.640 ^c	3.516±0.145 ^b
CZDMD91	5.903±0.017 ^f	1.974±0.050 ^b	43.443±2.945 ^d	3.498±0.091 ^b
CZDMD82	5.511±0.104 ^d	1.988±0.024 ^b	41.954±2.172 ^{cd}	3.550±0.156 ^b

¹⁾ CI : *Chrysanthemum indicum*, CB : *Chrysanthemum boreale*, CZ : *Chrysanthemum zawadskii*,

D : dextrin, MD : maltodextrin, DMD91 : dextrin 36%, maltodextrin 4%, DMD82 : dextrin 32%, maltodextrin 8%

²⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

³⁾ 전자공여능 (electron donating ability, EDA) 측정시 시료농도 : 10 mg/mL.

⁴⁾ AEAC; L-ascorbic acid equivalent antioxidant capacity

표 4-40. 국화 분말차의 항산화 물질 및 활성의 상관관계

	Polyphenol	Flavonoid	EDA	AEAC
Polyphenol	1.000	0.970 ^{**}	0.651 ^{**}	0.967 ^{**}
Flavonoid		1.000	0.546 ^{**}	0.988 ^{**}
EDA			1.000	0.610 ^{**}
AEAC				1.000

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

(5) 국화 분말차의 관능특성

감국, 산국 및 구절초 꽃을 이용하여 분말차를 제조한 후 색(color), 향(flavor), 단맛(sweetness), 신맛(sourness), 쓴맛(bitterness) 및 종합적 기호도(acceptability)에 대한 평가를 실시하였으며, 관능평가 결과는 표 4-41에 나타내었다. 색의 경우 4.50-5.75 범위의 점수를 받

았지만 품종별 또는 부형제의 종류 및 농도에 따라서는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

표 4-41. 국화 분말차의 관능평가 결과

Sample	Color	Flavor	Sweetness	Sourness	Bitterness	Acceptability
CID1)	4.883)±1.36a	4.88±0.99b	4.13±1.55bc	3.50±1.31bcd	3.75±1.39d	4.63±1.19d
CIMD	4.63±1.69a2)	3.75±1.75ab	3.25±1.04abc	3.25±1.28abcd	3.38±1.19cd	3.75±1.49cd
CIDMD91	5.00±0.93a	4.25±0.46ab	3.63±1.06abc	4.13±0.99d	4.13±0.99d	4.25±0.89d
CIDMD82	5.75±1.16a	4.63±1.51ab	4.13±1.46bc	3.75±1.28bcd	3.63±1.41d	4.75±1.49d
CBD	4.88±1.73a	3.75±1.98ab	2.50±1.41a	2.63±1.19abc	1.50±0.53a	2.25±1.04ab
CBMD	4.88±2.03a	3.25±1.67a	2.75±1.49ab	2.00±1.07a	1.75±0.71ab	2.13±0.83a
CBDMD91	4.50±1.51a	3.75±1.49ab	2.38±1.60a	2.38±1.60ab	2.25±1.49abc	2.63±1.51abc
CBDMD82	5.75±1.16a	4.75±1.16ab	3.63±1.41abc	2.88±1.55abcd	3.00±1.41bcd	3.50±1.51bcd
CZD	4.88±0.35a	4.50±1.20ab	4.13±0.99bc	3.88±0.83cd	4.13±1.46d	4.63±0.92d
CZMD	4.88±0.83a	3.75±1.28ab	4.00±0.76bc	3.63±1.06bcd	3.50±0.76cd	4.25±0.71d
CZDMD91	5.00±0.53a	4.38±0.52ab	4.25±0.89bc	3.75±1.16bcd	4.13±0.99d	4.25±0.89d
CZDMD82	5.38±0.52a	4.63±0.92ab	4.50±1.51c	4.13±1.55d	4.38±1.51d	4.63±1.51d

1) CI : Chrysanthemum indicum, CB : Chrysanthemum boreale, CZ : Chrysanthemum zawadskii,

D : dextrin, MD : maltodextrin, DMD91 : dextrin 36%, maltodextrin 4%, DMD82 : dextrin 32%, maltodextrin 8%

2) Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

3) 1-대단히 싫다. 2-보통으로 싫다. 3-약간 싫다. 4-좋지도 싫지도 않다. 5-약간 좋다. 6-보통으로 좋다. 7-대단히 좋다

국화 분말차의 향은 전체적으로 3.75-4.88 범위의 점수를 받았으며, CID와 CBMD를 제외한 처리구에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다($p < 0.05$). 맛에 있어서 산국 분말차는 특유에 쓴맛으로 인하여 단맛은 2.38-2.75, 신맛은 2.00-2.88, 쓴맛은 1.50-3.00 범위의 점수를 받았으며, 종합적인 기호도 역시 2.13-2.25의 낮은 평가를 받았다. 단맛에 있어서 구절초 분말차는 4.00-4.50 범위의 점수를 받았으며, 감국 분말차는 그보다 다소 낮은 3.25-4.13을 받았다. 신맛과 쓴맛에 경우에도 구절초 분말차가 감국 분말차보다 다소 높게 나타났다. 국화 분말차의 관능적 특성에 관한 인자들에 대하여 상관관계를 분석한 결과(표 4-42) 종합적인 기호도에 영향을 미치는 요인으로 쓴맛, 단맛, 신맛, 향 및 색의 순서로 상관관계가 높게 나타났다($p < 0.01$).

표 4-42. 국화 분말차 관능특성의 상관관계

	Color	Flavor	Sweetness	Sourness	Bitterness	Acceptability
Color	1.000	0.331**	0.236*	-0.025	0.076	0.241*
Flavor		1.000	0.505**	0.502**	0.353**	0.604**
Sweetness			1.000	0.716**	0.579**	0.762**
Sourness				1.000	0.732**	0.697**
Bitterness					1.000	0.789**
Acceptability						1.000

* p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001

마. 상표디자인

(1) 뒤음 국화차 (티백형태)

(가) 티백의 전개도와 앞/뒷면 디자인

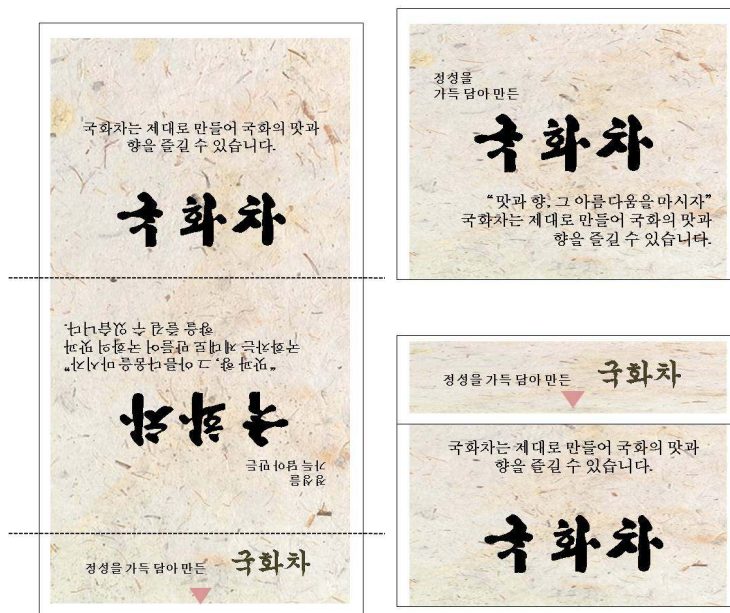


그림 4-21. 국화 뒤음차의 티백 디자인

(나) 케이스 디자인



그림 4-22. 국화 덪음차의 케이스 디자인

(2) 국화 환 및 국화 분말차

(가) 국화 환 디자인



그림 4-23. 국화 환의 상표디자인

(나) 국화 분말차 디자인



그림 4-24. 국화 분말차의 상표디자인

(3) 국화 캔디 디자인

(가) 케이스 디자인

(나) 속틀 디자인



그림 4-25. 국화 캔디제품의 표지와 속틀 디자인

좌: 표지, 우: 속틀

제 5 절. 경관조성 및 건강상품 소재 생산을 위한 재배작형 개발

1. 육묘기술 개발

가. 과종량 및 과종시기에 따른 맺장형성

(1) 시험목적

경관조성을 위해 넓은 면적에 심기 위해서는 보다 간편한 식재방법이 요구된다. 따라서 본 연구는 국화과 식물의 맺장형성을 위한 적정 과종량 및 과종시기를 구명하고자 실시하였다.

(2) 재료 및 방법

실험재료로 사용한 식물은 감국, 구절초, 참취, 톱풀, 벌개미취, 섬쑥부쟁이, 울릉국화 등 7종이다. 먼저 감국과 구절초를 과종량을 4수준으로 하여 20일 간격으로 4시기(2006년 5월 18일, 6월 8일, 6월 23일, 7월 21일)에 육묘판을 이용하여 과종하였다. 감국은 0.05, 0.1, 0.2, 0.4 g씩 과종하였으며, 구절초는 0.13, 0.25, 0.5, 1.0 g씩 과종하였다.

참취, 톱풀, 벌개미취 또한 과종량을 4수준으로 조절하였으며, 20일 간격으로 3-4시기(2007년 5월 25일, 6월 15일, 7월 5일, 7월 25일) 동안 육묘판을 이용하여 과종하였다. 참취는 0.7(250립기준), 1.4(500립), 2.8 g(1000립)씩 과종량을 달리하였고, 톱풀은 0.07, 0.15, 0.30, 0.60 g, 벌개미취는 1.0, 2.0, 4.0, 8.0 g씩 과종하였다.

섬쑥부쟁이와 울릉국화도 과종량을 3~4수준으로 하여 20일 간격으로 3-4시기(2008년 5월 20일, 6월 10일, 6월 30, 7월 20일)에 과종하였다. 섬쑥부쟁이는 0.15(250립기준), 0.30(500립), 0.60g(1000립), 1.2(2000)g씩 과종량을 달리하였고, 울릉국화는 0.17, 0.34, 0.68g씩 과종하였다.

모든 과종용토는 용적비(v/v)로 원예용상토와 모래를 7:3으로 혼합하여 사용하였다. 또한 시험구 배치는 세세구 4반복을 실시하였다. 주요조사항목은 발아율, 초장, 초폭, 엽수, 피복율, 정상생장묘수, 개화기, 개화율 등을 조사하였다.

* 피복율 계산방법: 45(가로)* 21(세로) = 945의 셀을 갖고 있는 철망 이용
셀당 피복율 100%, 0% 인 것의 각각의 개수를 세었음
나머지는 모두 50%로 간주하여 피복율 계산

$$\text{즉 피복율} = \frac{100\% \text{의 셀개수} + 50\% \text{의 셀개수} * 1/2}{945} \times 100$$

(3) 실험결과

(가) 감국과 구절초

실험에 들어가기 전 감국과 구절초의 종자 특성과 발아율을 조사하였다(표 5-1). 천립중은 각각 0.163 g과 0.480 g 이었다. 이들의 발아율을 각가 80.7, 90.3 %로 나타나 발아율이 양호한 편이었다.

표 5-1. 감국과 구절초의 천립중과 10ml 당 종자립수 및 발아율

식물명	천립중(g)	1g당 종자립수	종자 10mL의 무게(g)	10ml당 종자립수	발아율 (%)
감국	0.163	6100	6.21	38,000	80.7
구절초	0.480	2100	5.62	11,800	90.3

육묘판에 각 파종량별로 파종한 후 45일까지는 육묘판에서 관리하면서 초장, 초폭, 엽수, 피복율 등에 대해 조사하였다. 그 이후에는 노지에 정식하여 개화직전시의 초장, 초폭, 개화기, 개화율 등을 조사하였다. 발아 개체수는 파종 15일 후에 조사하였으며, 정상생장묘수는 파종 30일 후에 조사하였다. 엽수 및 피복율은 파종 45일 후 육묘판에서 조사하였다.

뗏장형성을 위해서 감국은 0.1~0.2g, 구절초는 0.25~0.5g이 최적파종량으로 생각되었다(표 5-2, 표 5-3). 감국의 경우 파종량이 많아질수록 발아 개체수가 많아졌다. 그러나 파종 30일 후에 조사한 정상 생장묘는 0.1 g 이상의 파종에서 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 감국의 경우 0.4g 처리구에서 뗏장형성은 0.1 혹은 0.2g과 큰 차이가 없었으나 종자의 낭비가 심하였다.

표 5-2. 파종량에 따른 감국의 생장 및 개화반응

파종량 (g)	발아 개체수	정상 생장묘 수	초장		초폭		엽수/ 주	피복율 (%)	개화율 (%)	개화기 (월/일)
			육묘상 (파종 45일후)	노지 (개화 직전)	육묘상 (파종 45일후)	노지 (개화 직전)				
0.05	146.0	68.3	11.7	33.8	7.3	9.5	8.8	38.9	100	10/14
0.10	274.7	103.0	8.6	33.8	6.9	9.2	8.6	55.1	100	10/13
0.20	622.7	135.3	7.7	23.8	6.2	8.3	7.1	59.6	100	10/22
0.40	1020.7	112.3	7.8	22.4	6.4	8.4	7.5	56.6	100	10/21

* 파종일 : 2006. 6. 8.

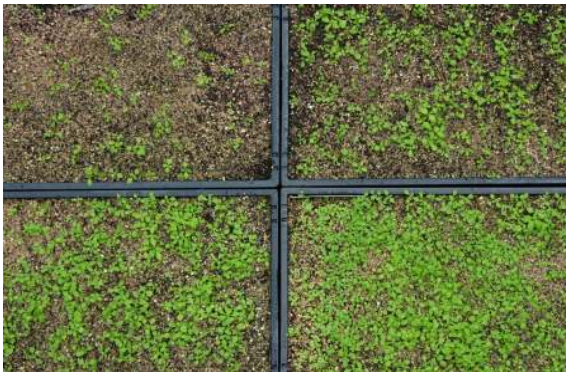
구절초 또한 과종량이 많아질수록 발아 개체수는 많아졌으나 과종 45일 후에 조사한 초장 및 초폭은 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 또한 0.5g이상 과종한 처리구에서는 개화가 되지 않았다.

표 5-3. 과종량에 따른 구절초의 생장 및 개화반응

과종량 (g)	발아 개체 수	정상 생장묘 수	초장		초폭		엽수/ 주	피복율 (%)	개화율 (%)	개화기 (월/일)
			육묘상 (과종 45일후)	노지 (개화 직전)	육묘상 (과종 45일후)	노지 (개화 직전)				
			0.13	130.0	37.3	7.0				
0.25	233.3	-	4.4	8.9	6.0	12.0	7.7	39.7	3.3	10/19
0.50	443.7	-	5.3	8.3	5.7	10.7	8.5	45.6	0	-
1.00	970.0	-	3.5	7.1	4.8	12.4	7.1	28.1	0	-

* 과종일 : 2006. 6. 8.

감국



과종 15일후



과종 30일후

구절초



과종 15일후



과종 30일후

그림 5-1. 과종량에 따른 생장과 뗏장형성

* 과종일시: 2006년 6월 8일

** 과종량: 감국: 0.05g(좌상), 0.1g(우상), 0.2g(좌하), 0.4g(우하)

구절초: 0.13g(좌상), 0.25g(우상), 0.5g(좌하), 1.0g(우하)

뗏장형성을 위한 최적 파종시기는 감국, 구절초 모두 6월 중하순으로 생각되었다(표 5-4, 표 5-5). 5월 파종구에서는 초기생장이 불량하였으며, 7월 이후 파종기에서는 육묘기간 중 모잘록병의 발생이 심하고, 노지 정식후의 생장이 나빠졌다.

표 5-4. 파종시기에 따른 감국의 성장 및 개화반응

파종 시기 (월/일)	발아 개체 수	정상 생장묘 수	초장		초폭		엽수/ 주	피복율 (%)	개화율 (%)	개화기 (월/일)
			육묘상 (파종 45일후)	노지 (개화 직전)	육묘상 (파종 45일후)	노지 (개화 직전)				
5/18	247.3		4.2	18.6	4.3	6.9	6.5	-	80	10/23
6/8	274.7	103.0	8.6	33.8	6.9	9.2	8.6	55.1	100	10/13
6/28	492.7	145.0	5.0	9.0	3.9	7.2	5.7	55.9	26.7	11/5
7/18	268.0	54	3.7	5.6	3.4	5.9	4.7	20.9	6.7	10/24

* 감국 파종량 : 0.10 g

표 5-5. 파종시기에 따른 구절초의 성장 및 개화반응

파종량 (g)	발아 개체 수	정상 생장묘 수	초장		초폭		엽수/ 주	피복율 (%)	개화율 (%)	개화기 (월/일)
			육묘상 (파종 45일후)	노지 (개화 직전)	육묘상 (파종 45일후)	노지 (개화 직전)				
5/18	192.0	-	4.7	7.6	4.2	8.5	8.3	-	0	-
6/8	233.3	-	4.4	8.9	6.0	12.0	7.7	39.7	3.3	10/19
6/28	385.3	106.0	3.1	8.4	4.0	6.2	6.7	40.4	0	-
7/18	252.0	65.7	2.0	3.0	3.6	4.6	7.6	30.5	0	-

* 구절초 파종량 : 0.25 g

이상의 결과를 바탕으로 뗏장형성을 위해서는 감국은 0.1~0.2g, 구절초는 0.25~0.5g이 최적 파종량으로 생각되었다. 또한 뗏장형성을 위한 최적 파종 시기는 2종 공히 6월 중하순인 것으로 판단되었다. 5월 파종구에서는 초기생장이 나빴으며, 7월 이후 파종기에서는 육묘기간중 모잘록병의 발생이 심하고, 노지 정식후의 생장이 나빠 6월이 가장 좋은 것으로 나타났다.

(나) 참취, 톱풀, 벌개미취

참취, 톱풀, 벌개미취의 종자 특성 및 종자 발아율을 조사하였다(표 5-6, 5-7). 종자의 천립 중은 참취가 가장 무거웠으며, 벌개미취, 톱풀 순으로 무거웠다. 참취와 벌개미취는 종자 1g이 천립이 안 되었으나 톱풀은 4000여립이 되어 상대적으로 톱풀의 종자가 작은 것으로 나타났다. 이 3종을 먼저 파종하여 발아율을 살펴본 결과 톱풀의 발아율은 85%로 매우 높게 나타났다. 그러나 벌개미취와 참취의 발아율은 50% 미만이었다. 벌개미취와 참취의 발아율을 증가시키기 위하여 GA침지와 저온처리를 실시하여 파종한 결과, 벌개미취는 2주간의 저온처리로 65%까지, 참취는 GA침지와 저온을 병행하여 77%까지 발아율이 증가되었다.

표 5-6. 참취, 톱풀, 벌개미취의 종자특성

식물명	천립중(g)	1g당 종자립수	종자 10mL의 무게(g)	10ml당 종자립수
참취	1.73±0.404	578±13	5.38±0.104	3111±50
톱풀	0.25±0.006	4056±96	2.51±0.075	10183±523
벌개미취	1.13±0.015	883±12	3.37±0.087	2970±112

표 5-7. GA 및 저온처리가 참취, 톱풀, 벌개미취의 발아에 미치는 영향

식물명	무처리	GA 100 mg ⁻¹ 24 hr.	저온14일	저온 + GA
참취	44.3±4.9	65.3±4.0	54.7±5.5	77.0±3.0
톱풀	85.0±2.6	89.0±5.2	-	-
벌개미취	28.3±3.6	28.7±5.5	65.3±9.8	47.0±9.8

참취의 과종시기 및 과종량에 따른 성장반응은 표 5-8에 나타내었다. 과종량이 많아질수록 발아 개체수가 증가하였으며 피복율도 같은 경향을 보였다. 발아수는 과종시기와 과종량 그리고 상호작용에 영향을 받은 것으로 나타났다. 그러나, 피복율은 과종량에 의해 유의성이 나타났다. 그러므로 뗏장 개발을 위하여 참취를 과종할 때는 과종량을 고려하여 할 것으로 생각되었다.

표 5-8. 참취의 과종시기 및 과종량에 따른 성장 반응

과종기 (월/일)	과종량 (g)	발아 개체 수	초장(cm)			초폭(cm)			피복율 (%)		엽수		
			15일	30일	45일	15일	30일	45일	30일	45일	15일	30일	45일
5/25	0.7	98.0	0.3	2.4	4.6	1.4	5.6	7.2	37.2	53.6	2.5	2.3	2.5
	1.4	155	0.3	2.4	4.6	1.5	4.6	6.1	47.3	65.5	2.5	2.1	2.8
	2.8	391.3	0.4	3.1	4.3	1.6	5.2	6.0	70.4	80.1	2.6	2.2	2.1
6/25	0.7	62.7	0.7	2.2	5.9	1.7	5.2	10.3	26.7	53.3	0.9	2.2	3.9
	1.4	119.3	1.0	2.9	7.1	2.0	5.7	10.2	45.6	70.1	1.1	2.4	3.5
	2.8	210.7	0.8	3.6	7.6	2.1	5.8	9.8	75.3	81.3	1.0	2.7	3.4
7/25	0.7	60.0	0.4	1.8	3.8	1.6	4.2	8.7	28.5	53.8	0.8	2.2	3.2
	1.4	119.0	0.5	2.3	5.0	1.7	5.1	9.0	46.1	66.5	1.0	2.5	3.3
	2.8	287.0	0.7	3.0	6.6	1.9	5.0	9.7	72.0	77.3	0.9	2.4	2.7
A		**			**		**		ns				**
B		**			ns		ns		**				**
A*B		**			ns		ns		ns				*

* 과종후 45일까지는 육묘판에서 관리하면서 초장, 초폭, 엽수, 피복율 등에 대해 조사, 그 이후 노지에 정식하여 개화직전시의 초장, 초폭, 개화기, 개화율 등을 조사

** 발아개체수: 과종 15일후에 조사



5월 25일 파종

7월 25일 파종

그림 5-2. 파종시기 및 파종량에 따른 참취의 성장과 뗏장형성

* 파종 45일후에 촬영

툽풀의 파종시기 및 파종량에 따른 성장 반응은 표 5-9와 같다. 툽풀도 참취와 동일하게 파종량이 많아질수록 발아개체수가 많아졌다. 그러나 피복율의 차이는 크지 않았으며, 오히려 시간이 경과할수록 일찍 파종한 5월 25일구에서는 피복율이 줄어들었다. 통계분석을 한 결과 툽풀의 발아, 초장, 초폭, 피복율, 엽수 모두 파종시기, 파종량 및 상호작용에 영향을 크게 받는 것으로 분석되었다.

표 5-9. 툽풀의 파종시기 및 파종량에 따른 성장 반응

파종기 (월/일)	파종량 (g)	발아 개체 수	초장(cm)			초폭(cm)			피복율(%)		엽수		
			15일	30일	45일	15일	30일	45일	30일	45일	15일	30일	45일
5/25	0.08	201.1	0.7	7.1	11.7	2.3	8.2	7.4	67.8	84.7	5.0	10.2	12.6
	0.15	372.7	0.9	6.8	8.6	2.4	7.5	6.4	72.2	65.6	5.0	8.0	9.0
	0.3	727.3	0.8	3.8	5.3	2.2	4.9	5.7	65.4	59.8	5.0	6.4	8.1
	0.6	1532.0	0.8	3.3	4.4	2.1	4.0	4.6	62.9	56.7	5.0	5.5	7.2
6/15	0.08	138.7	1.2	4.7	9.8	2.6	7.0	8.1	61.6	69.6	3.0	9.3	12.5
	0.15	264.3	1.4	5.5	11.0	2.9	7.5	8.3	85.2	81.6	4.0	9.2	11.8
	0.3	674.7	1.5	6.6	9.2	3.0	7.4	6.8	97.4	91.1	3.9	8.3	9.5
	0.6	1120.0	1.5	5.9	9.2	3.0	7.4	7.8	89.3	60.9	3.9	7.4	9.6
7/5	0.08	24.0	0.7	2.1	6.9	1.2	5.2	10.6	8.4	31.6	1.8	5.3	13.7
	0.15	4.3	0.8	1.3	6.2	1.2	3.5	11.3	0.8	7.3	1.8	4.5	13.3
	0.3	111.3	1.0	1.7	5.8	1.2	4.1	7.4	15.5	57.8	1.4	5.1	9.8
	0.6	406.3	1.3	2.6	6.3	1.3	4.6	6.3	46.8	78.5	1.3	6.2	9.5
7/25	0.08	95.7	1.0	3.8	7.5	2.3	6.0	10.3	44.8	62.5	3.2	7.2	11.8
	0.15	89.3	1.2	4.2	8.3	2.4	7.1	10.8	56.4	60.4	3.2	7.5	12.4
	0.3	140.0	0.9	5.0	10.4	2.6	8.6	12.8	64.5	80.7	3.4	8.4	14.1
	0.6	169.3	1.3	4.9	9.8	2.5	7.7	11.4	67.4	81.4	3.4	8.2	13.9
A		**		**		**		**		**		**	
B		**		*		**		**		**		**	
A*B		**		**		**		**		**		**	



5월 25일 파종

6월 15일 파종



7월 5일 파종

7월 25일 파종

그림 5-3. 파종시기 및 파종량에 따른 톱풀의 성장과 뗏장형성

*파종 45일후 촬영

별개미취의 파종시기 및 파종량에 따라 실험한 결과는 표 5-10에 나타나 있다. 별개미취는 파종량이 많아질수록 발아개체수가 많아졌지만, 생육은 시간이 경과할수록 나빠져 적게 파종한 처리구에서 오히려 초장, 초폭, 엽수의 생육이 좋은 것을 볼 수 있었다. 통계분석을 한 결과 별개미취의 발아 개체수는 파종시기, 파종량 및 상호작용의 영향을 많이 받지만, 생육은 파종량에 더 큰 영향을 받는 것으로 분석되었다.

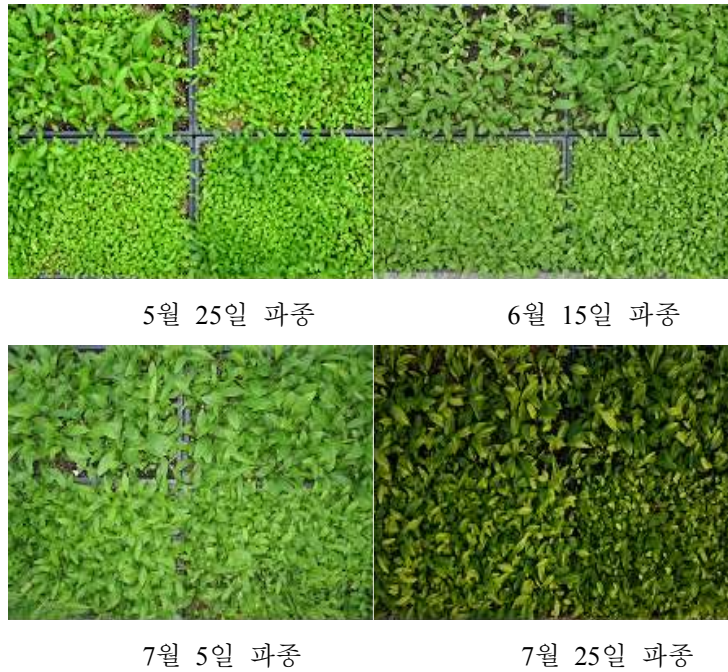


그림 5-4. 파종시기 및 파종량에 따른 톱풀의 성장과 뗏장형성(파종 45일후 촬영)

표 5-10. 벌개미취의 파종시기 및 파종량에 따른 성장 반응

파종기 (월/일)	파종량 (g)	발아 개체 수	초장(cm)			초폭(cm)			피복율 (%)		엽수		
			15일	30일	45일	15일	30일	45일	30일	45일	15일	30일	45일
5/25	1.0	320	0.8	3.9	4.9	1.6	5.6	7.0	57.5	71.7	2.4	2.4	3.1
	2.0	680	0.8	3.1	3.9	1.7	3.7	4.9	75.0	83.4	2.3	1.9	2.4
	4.0	1168	1.0	3.0	4.0	1.5	3.1	4.5	90.9	88.4	2.2	1.7	2.7
	8.0	2200	0.9	3.5	4.1	1.7	3.5	4.7	95.1	87.5	2.3	2.1	2.4
6/15	1.0	258.3	1.6	3.4	6.7	2.0	5.4	7.1	45.9	73.0	1.0	2.8	3.7
	2.0	424.0	2.3	4.1	6.6	2.0	6.2	6.7	82.2	82.4	1.0	2.9	3.8
	4.0	921.0	1.9	3.7	5.3	2.0	5.2	5.0	98.2	90.7	0.9	2.1	2.7
	8.0	1697.7	1.8	3.6	4.6	2.1	4.8	5.9	99.2	89.7	1.0	2.0	3.0
7/5	1.0	221.0	1.5	3.2	6.4	1.3	5.5	9.1	44.6	77.2	1.3	2.9	4.1
	2.0	565.7	1.6	3.9	7.5	1.7	5.7	9.6	75.5	97.3	0.4	2.8	3.8
	4.0	930.3	1.4	4.0	6.3	1.6	5.3	7.0	87.6	96.9	0.7	2.4	3.7
	8.0	1525.3	1.3	4.4	5.7	1.5	5.0	6.6	96.6	89.2	0.7	2.4	3.5
7/25	1.0	230.0	1.4	3.5	5.4	1.8	5.8	8.1	64.5	77.8	0.8	3.0	4.2
	2.0	433.0	1.5	3.9	5.5	1.9	5.3	8.1	80.4	57.7	0.9	3.3	3.9
	4.0	932.0	1.6	3.2	5.5	2.0	4.6	6.6	87.3	91.5	1.0	3.0	2.3
	8.0	1323.0	1.6	3.0	5.1	2.4	4.2	6.1	96.9	90.4	0.9	2.4	3.4
A		**		**		**		ns		*			
B		**		**		**		**		**			
A*B		**		ns		**		ns		**			

이상 참취, 톱풀, 벌개미취의 뗏장 개발을 위한 파종 시기 및 파종량에 따른 성장 반응을 조사한 결과, 뗏장형성을 위한 최적 파종시기는 대체적으로 6월 중순이 좋은 것으로 나타났다.

6월에 파종한 모종들은 대체적으로 초장, 초폭 등 성장상태가 우수하였다. 파종 후의 발아 개체수는 파종시기가 늦어질수록 감소하는 경향을 보였으나 파종시기에 따른 피복율의 차이는 크지 않았다. 따라서 파종 시기는 목적으로 하는 경관조성 시기, 파종 후의 관리 등을 고려하여 결정되어야 할 것으로 판단되었다. 파종량이 많은 경우 대체적으로 피복율이 좋지만 종자의 낭비가 크게 우려되었다. 따라서 참취는 묘판당 2.8g 정도, 튼풀은 0.15-0.3g 정도, 벌개미취는 2-4g 정도를 파종하는 것이 적절할 것으로 추정되었다.

(다) 섬쑥부쟁이, 울릉국화

섬쑥부쟁이와 울릉국화는 천립중이 1g이 안 되는 미립종자이며, 1g의 종자량으로 섬쑥부쟁이는 2,000여립, 울릉국화는 1,600여립이 되었다. 미리 파종 해 본 결과 섬쑥부쟁이는 73%, 울릉국화는 90% 이상의 발아율을 보여 전처리없이 바로 실험에 사용하였다.

표 5-11. 시험재료(섬쑥부쟁이, 울릉국화)의 종자특성

식물명	천립중(g)	1g당 종자립수	종자 10mL의 무게(g)	10ml당 종자립수	발아율(%)
섬쑥부쟁이	045±0.01	2,222±50	4.41±0.06	9,809	76.0±6.00
울릉국화	0.61±0.01	1,631±31	5.13±0.08	8,370	93.3±2.08

섬쑥부쟁이 종자를 파종시기 및 파종량을 다르게 하여 재배한 결과는 표 5-12와 같다. 섬쑥부쟁이는 파종기에 따라 발아율이 크게 차이가 났으며, 6월 30일 이후에 파종하면 발아율이 극히 저조하였다. 6월 10일에 파종한 경우에는 발아율이 5월20일 파종구에 비해 떨어지는 것은 아니지만 생육 기간 중 입고병 등의 발생이 많아 상대적으로 생장이 저조하였다.

표 5-12. 섬쭉부쟁이의 과중시기 및 과중량에 따른 생장 및 개화반응

과중기 (월/일) (A)	과중량 (g) (B)	발아 개체수	초장(cm)			초폭(cm)			피복율 (%)		엽수			잎크기	
			15 일	30 일	45 일	15 일	30 일	45 일	30일	45 일	15 일	30 일	45 일	엽장	엽폭
5/20	0.15	196	0.7	2.3	4.3	1.0	5.1	6.7	42.7	61.4	0.7	3.0	4.3	3.1	2.7
	0.30	440	0.7	2.8	5.2	1.1	5.0	6.6	56.8	82.1	0.7	2.8	4.2	3.4	2.8
	0.60	724	0.8	2.6	4.3	1.0	4.4	5.3	82.3	81.6	0.6	2.6	3.6	2.6	2.1
	1.20	1299	0.8	2.6	4.0	1.1	3.6	5.1	91.3	85.3	0.6	2.7	3.6	2.4	2.0
6/10	0.15	65	0.4	1.8	2.5	1.0	3.0	4.0	10.7	18.1	0.8	2.7	3.6	3.2	2.7
	0.30	192	0.4	2.0	2.5	1.0	3.3	4.1	29.3	38.4	0.8	2.6	3.7	3.3	2.8
	0.60	299	0.5	2.2	2.9	1.1	3.5	4.2	41.0	47.6	1.0	2.6	3.5	2.6	2.2
	1.20	996	0.6	2.5	3.7	1.1	4.1	4.4	86.1	88.5	0.8	2.8	3.4	2.5	2.1
6/30	0.15	11	0.6	1.6	2.5	1.0	3.2	3.9	2.7	4.2	0.6	2.6	3.9	1.9	1.6
	0.30	25	0.5	1.8	2.5	1.0	3.4	3.8	5.9	10.0	0.9	2.7	3.6	1.9	1.6
	0.60	181	0.7	1.9	2.5	1.1	3.1	3.5	21.9	22.9	0.8	2.7	3.3	1.8	1.6
	1.20	192	0.6	1.7	2.3	0.9	3.1	3.5	17.4	18.3	0.7	2.5	3.5	1.8	1.5
7/20	0.15	3	0.5	1.4	2.5	0.8	2.6	7.0	0.7	2.4	0.4	2.4	4.5	2.7	2.3
	0.30	6	0.5	1.2	2.6	0.6	2.0	5.0	1.4	5.3	0.6	1.7	3.7	2.4	1.9
	0.60	30	0.7	1.9	3.0	1.0	3.1	5.8	7.1	12.4	0.7	2.4	4.1	2.6	3.2
	1.20	67	0.8	2.4	4.0	0.9	3.5	7.0	8.7	29.5	0.8	2.9	4.6	3.1	2.5
A		**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**	
B		**	**	*	ns	*	**	**	**	ns	**	**	**	**	
A*B		**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**	

* 과중 후 45일까지는 육묘관에서 관리하면서 초장, 초폭, 엽수, 피복율 등에 대해 조사,

** 발아 개체수: 과중 15일후에 조사

*** 잎의 크기는 과중 45일후에 조사



5월 20일 파종

6월 10일 파종



6월 30일 파종

7월 20일 파종

그림 5-5. 파종시기 및 파종량에 따른 씬썩부쟁이의 성장과 뗏장형성(파종 45일후에 촬영)

울릉국화의 파종기 및 파종량에 대한 결과는 표 5-13과 같다. 울릉국화는 파종기가 발아율이나 뗏장형성에 크게 영향을 미치지 않았다. 그러나 7월 20일 파종의 경우 육묘기간중 고온다습기간을 거쳐야 함으로 병해 관리상의 문제가 다소 있었다.

표 5-13. 울릉국화의 파종시기 및 파종량에 따른 성장 및 개화반응

파종기 (월/일) (A)	파종량 (g) (B)	발아 개체수	초장(cm)			초폭(cm)			피복율 (%)		엽수			잎크기	
			15 일	30 일	45 일	15 일	30 일	45 일	30일	45 일	15 일	30 일	45 일	엽장	엽폭
5/20	0.17	144	0.8	3.2	4.4	1.3	5.9	7.9	38.7	55.4	1.8	6.9	11.2	2.8	2.5
	0.34	306	0.8	3.4	4.7	1.1	5.4	6.6	48.2	53.9	1.9	6.6	9.3	2.4	2.0
	0.68	837	1.1	3.3	3.8	1.4	4.5	4.9	71.8	76.3	1.8	6.4	7.5	2.2	1.9
6/20	0.17	217	1.1	4.0	6.4	1.9	7.0	7.5	58.1	73.5	2.5	9.2	11.1	2.6	2.3
	0.34	395	1.0	4.3	6.1	1.9	7.3	6.5	74.5	79.3	2.8	10.2	11.6	2.4	2.1
	0.68	713	1.0	4.6	5.2	2.0	6.8	5.5	74.1	87.5	2.8	9.4	10.6	2.0	2.2
7/20	0.17	122	1.7	5.1	6.8	2.4	6.4	8.8	45.0	80.3	4.0	9.6	13.4	3.0	2.6
	0.34	250	1.8	5.5	6.4	2.5	6.8	8.0	55.80	87.8	4.1	10.0	12.8	2.9	2.6
	0.68	581	1.7	5.0	6.8	2.4	5.6	7.5	64.1	91.1	4.1	9.1	11.7	2.8	2.3
A		*	**	**	**	**	*	**	**	**	**	**	**	ns	
B		**	ns	ns	**	**	**	*	ns	**	*	ns	**	*	ns
A*B		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns



5월 20일 파종

6월 20일 파종

7월 20일 파종

그림 5-6. 파종시기 및 파종량에 따른 울릉국화의 성장과 뗏장형성(파종 45일후 촬영)

이상 2종의 실험을 요약하면 섬썩부쟁이는 파종기에 따라 발아율이 크게 차이나며, 6월 30일 이후에 파종할 경우 발아율이 극히 저조하였다. 6월 10일에 파종한 경우에는 5월 20일 파종구에 비해 발아율이 낮지는 않지만 생육기간 중 입고병 등의 발생이 많아 상대적으로 생장이 저조하였다. 따라서 섬썩부쟁이는 5월 20일에 파종하는 것이 좋으며, 육묘판당 0.3g 정도 파종하는 것이 적당하였다. 울릉국화는 파종기가 발아율이나 뗏장형성에 크게 영향을 미치지 않았다. 그러나 7월 20일 파종의 경우 육묘 기간중 고온 다습한 기간을 거쳐야 함으로 병해 관리상의 문제가 다소 있었다.

도 종 모두 같은 파종기에서는 파종량이 많을수록 피복율이 우수하지만, 종자의 낭비가 심하고 생육 중 생장이 억제되는 경향을 보였다. 따라서 섬썩부쟁이는 묘판당 0.3g 정도, 울릉국화는 0.34 정도를 파종하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

나. 육묘기간 및 플러그 셀크기에 따른 생장반응

(1) 시험목적

국화과 식물을 경관농업에 적용하기 위하여 생육이 우수한 모종을 양성하고자 하였다. 본 연구에서는 국화과 유묘를 재배하기 위한 효과적인 플러스의 cell 크기와 적정 육묘기간을 구명하고자 한다.

(2) 재료 및 방법

(가) 감국, 구절초

감국, 구절초를 이용하여 플러그 묘판의 셀 크기를 5처리별로 즉 288, 200, 162, 128, 72, 50공으로 하여 파종하여 생육을 검토하였다. 30, 60, 90일이 경과한 후 포트에 정식하여 cell 크기와 육묘기간에 따른 후기생장반응을 검토하였으며, 90일까지 15일 간격으로 생장을 조사하였다.

(나) 까실쑥부쟁이, 톱풀, 참취, 벌개미취

까실쑥부쟁이, 톱풀, 참취, 벌개미취 4종을 이용하여 플러그 묘판의 셀 크기를 200, 162, 128, 72, 50공 등 4가지로 달리하여 파종한 후 각각의 생육을 검토하였다. 플러그에 파종한 후, 30, 60, 90일이 경과하면 포트에 정식하여 cell 크기와 육묘기간에 따른 후기생장반응을 검토하였으며, 90일까지 15일 간격으로 생장을 조사하였다. 육묘 용토는 용적비로 원예용 상토와 모래를 7:3으로 하였다.

(다) 섬쑥부쟁이, 울릉국화

섬쑥부쟁이, 울릉국화 2종을 플러그 묘판의 셀 크기를 200, 162, 128, 72, 50공 등 4가지로 달리하여 파종한 후 생육을 검토하였다. 30, 60, 90일이 경과한 후 포트에 정식하여 cell 크기와 육묘기간에 따른 후기생장반응을 검토하였으며, 90일까지 15일 간격으로 생장을 조사하였다. 파종은 5월 20일 실시하고 6월 10일 이식하였다. 육묘용토는 용적비로 원예용 상토와 모래를 7:3으로 하였다. 초장, 초폭, 엽수, 지하부 및 지상부 생체중, 근권형성정도, 엽록소 함량을 조사하였다.

(3) 시험결과

(가) 감국, 구절초

감국은 대체로 Cell의 크기 및 육묘 일수가 묘 소질에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나

타났다. 그러나 이식 후 60일 이후에는 생체중이 오히려 감소하여 묘 소질이 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서 플러그 묘판에서의 육묘기간은 60일을 초과하지 않는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

일반적으로 cell의 크기가 작으면 초기의 근권 형성이 우수하므로 육묘 기간을 짧게 할 경우에는 cell의 크기가 작은 묘판에서 육묘하는 것이 묘의 소질 면에서나 생산비 측면에서 유리할 것으로 생각되었다. 한편, 정식 전의 육묘기간은 정식이후의 성장에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

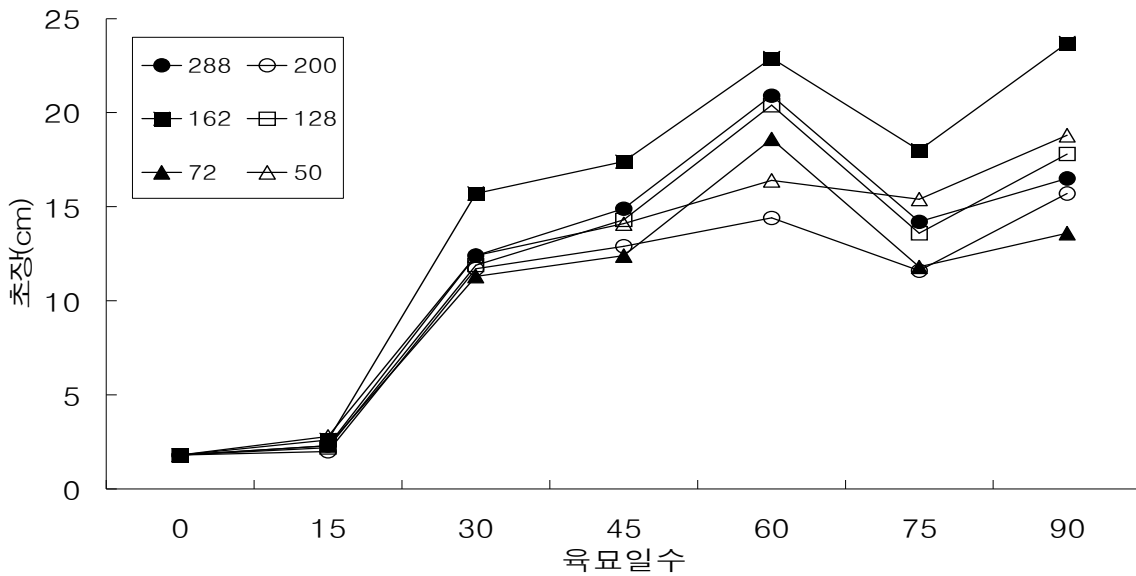


그림 5-7. 플러그 셀의 크기 및 육묘일수에 따른 감국의 초장 변화

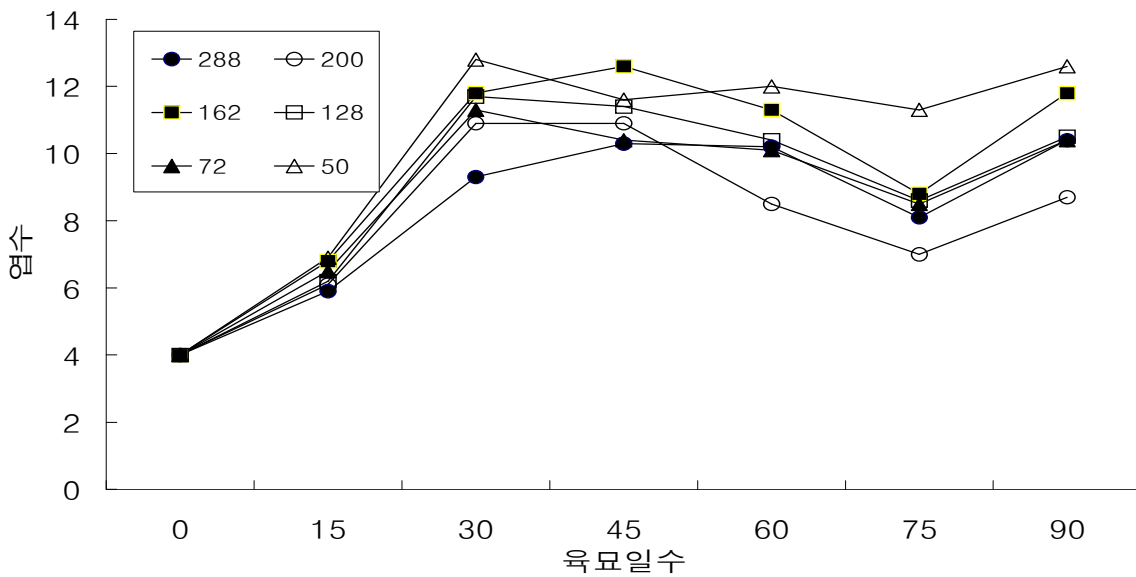


그림 5-8. 플러그 셀의 크기 및 육묘일수에 따른 감국의 엽수 변화

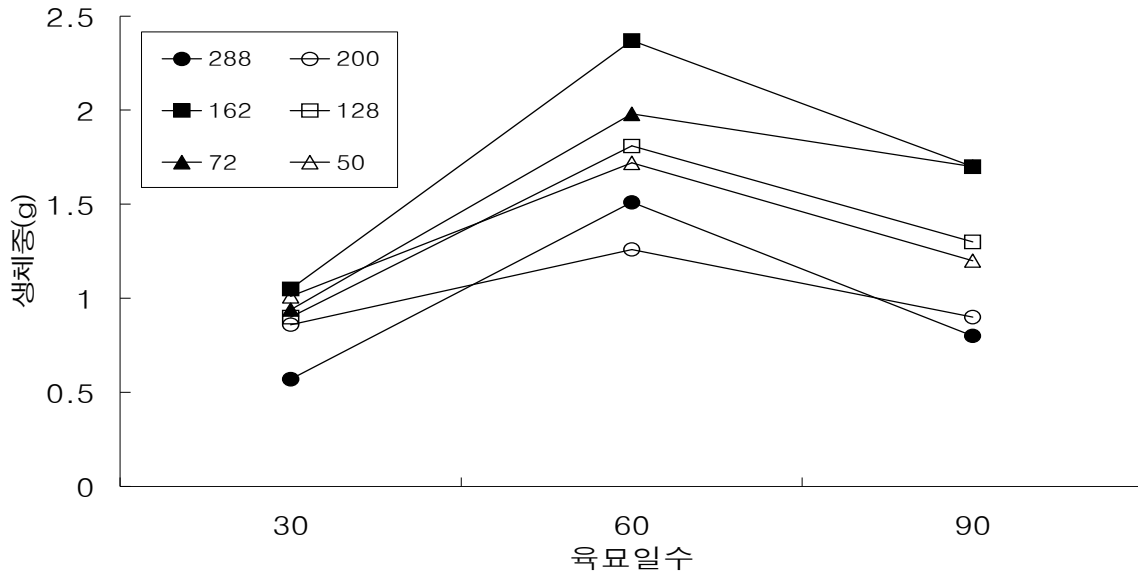


그림 5-9. 플러그 셀의 크기 및 육묘일수에 따른 감국의 생체중 변화

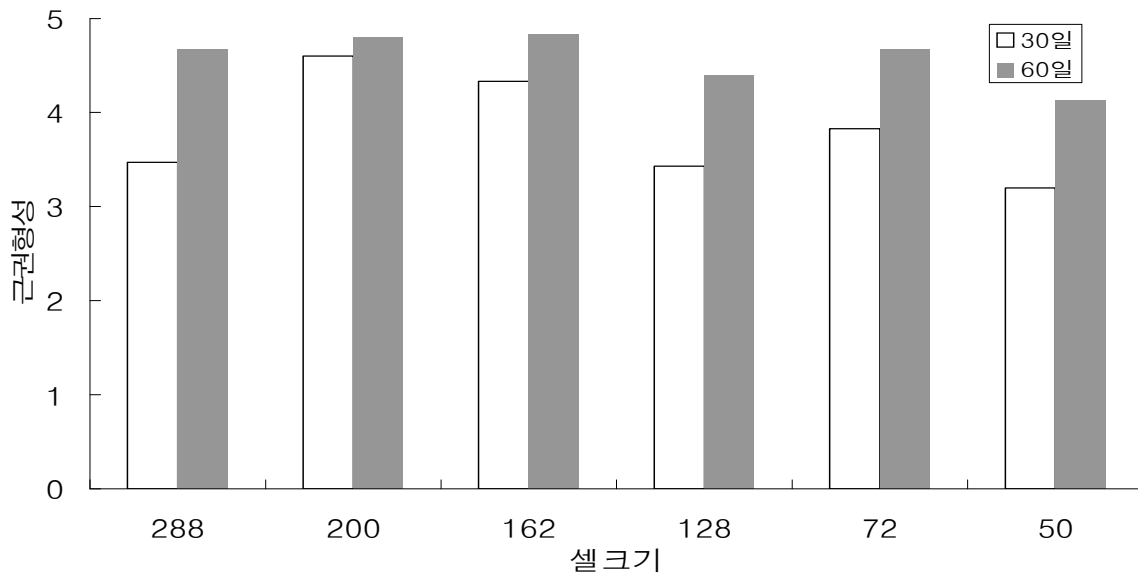


그림 5-10. 셀크기 및 육묘기간에 따른 감국의 근권부 발달

표 5-14. 플러그셀의 크기 및 정식전의 육묘기간이 감국의 생장에 미치는 영향

	셀의 크기(셀수)					
	288	200	162	128	72	50
30일						
초장	22.5	25.6	25.5	25.9	25.6	28.3
초폭	14.5	15.4	15.0	15.8	16.3	15.5
엽수	18.7	21.8	12.4	22.1	32.5	28.6
60일						
초장	27.1	17.9	32.3	29.5	25.0	27.7
초폭	13.8	13.2	12.2	11.6	12.6	13.1
엽수	21.3	19.3	18.7	19.7	21.7	28.5
90일						
초장	27.1	18.1	32.3	29.5	28.3	25.2
초폭	13.1	13.2	14.9	11.6	12.6	13.1
엽수	21.3	19.3	18.7	19.9	21.7	28.5

구절초도 대체로 cell의 크기 및 육묘 일수가 묘 소질에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나 이식하고 60일이 이후에는 생체중이 오히려 감소하여 묘 소질이 떨어지는 것으로 보였다. 따라서 구절초의 플러그 묘판에서의 육묘 또한 60일을 초과하지 않는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

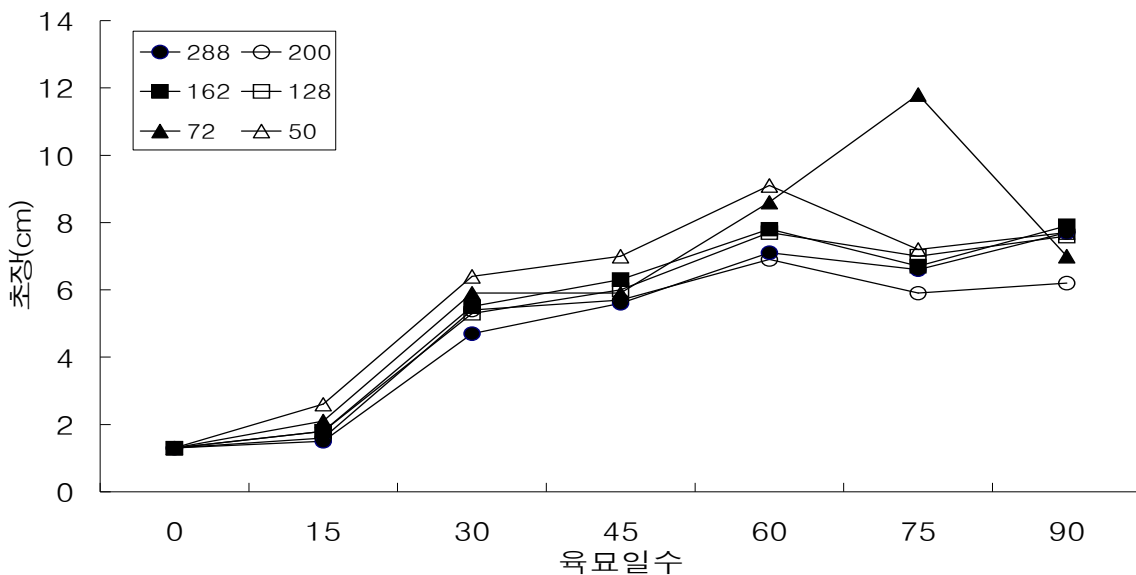


그림 5-11. 플러그 셀의 크기 및 육묘일수에 따른 구절초 초장의 변화

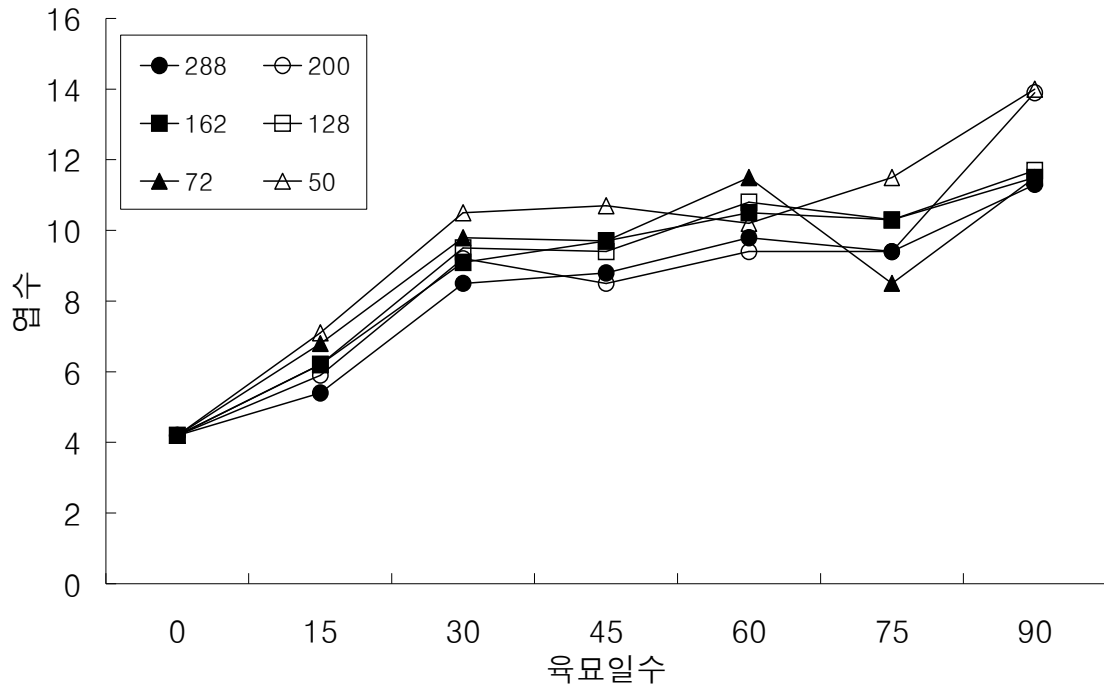


그림 5-12. 플러그 셀의 크기 및 육묘일수에 따른 구절초 엽수의 변화

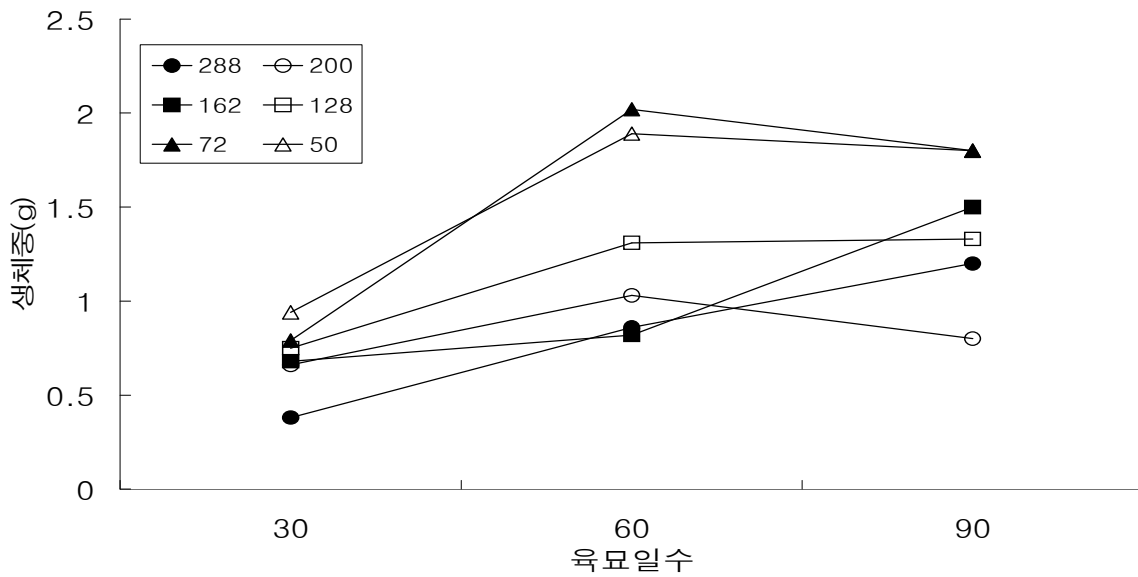


그림 5-13. 플러그 셀의 크기 및 육묘일수에 따른 구절초 생체중의 변화

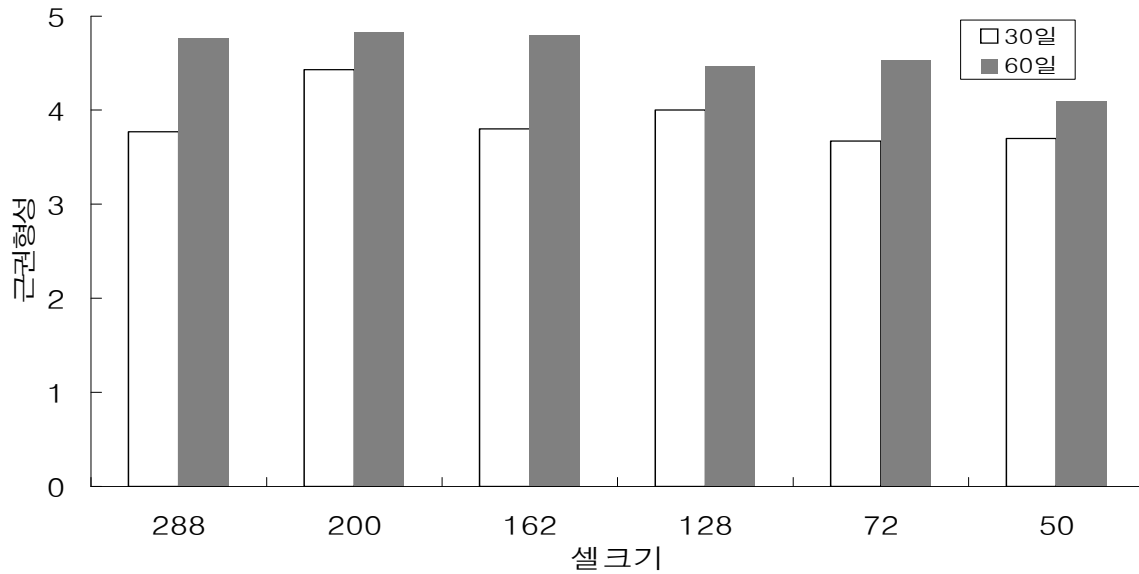


그림 5-14. 셀크기 및 육묘기간에 따른 구절초 근권부의 발달

표 5-15. 플러그셀의 크기 및 정식전의 육묘기간이 구절초의 생장에 미치는 영향

	셀의 크기(셀수)					
	288	200	162	128	72	50
	30일					
초장	9.4	10.7	8.9	9.9	7.9	11.9
초폭	15.1	14.8	12.6	14.3	11.7	18.2
엽수	14.9	18.7	15.0	16.1	13.1	20.9
	60일					
초장	9.7	10.1	10.8	10.6	10.7	13.5
초폭	12.7	12.2	13.5	13.7	12.4	14.0
엽수	15.3	16.9	18.2	17.5	19.0	19.3
	90일					
초장	9.7	9.5	10.8	10.6	10.7	13.5
초폭	12.7	11.6	13.5	13.7	12.4	14.0
엽수	15.3	17.0	18.2	17.4	17.6	19.3

이상의 결과를 요약하면 감국과 구절초는 대체로 cell의 크기 및 육묘일수가 묘 소질에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그렇지만 이식 후 60일이 경과하면 그 이후에는 생체 중이 오히려 감소하므로 육묘기간을 60일이 초과되지 않도록 하는 것이 좋을 것으로 판단되었

다.

일반적으로 cell의 크기가 작으면 초기의 근권 형성이 우수하므로, 육묘 기간을 짧게 하여 집약적인 관리를 해주는 것이 묘의 소질 면에서나 생산비 측면에서 유리할 것으로 생각되었다.

(나) 까실쑥부쟁이, 톱풀, 참취, 벌개미취

까실쑥부쟁이를 비롯한 4종의 국화과 식물도 감국, 구절초와 마찬가지로 육묘 초기(30일 이전)에는 cell의 크기가 묘 소질에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 또한 cell의 크기가 작으면 초기의 근권 형성이 좋으므로 육묘기간을 짧게 하는 경우에는 cell의 크기가 작은 묘판에서 육묘하는 것이 묘의 소질 면에서나 생산비 측면에서 유리할 것으로 생각되었다.

그러나 이식 후 60일 이상 경과하면 cell의 크기에 따라 특히 생체중의 차이가 심하게 나타나는 것으로 나타났다. 그러므로 프리그 묘판에서 60일 이상 육묘할 필요가 있을 경우에는 가급적이면 cell의 크기가 큰 묘판을 활용하여야 충실한 묘를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

표 5-16. 셀크기 및 육묘기간에 따른 까실쑥부쟁이의 성장반응

셀크기	초장(cm)			초폭(cm)			엽수			생체중(g)			근권형성		
	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일
200	3.0	2.6	5.1	5.6	7.7	7.7	3.9	5.1	5.8	0.40	0.87	1.07	4.9	4.0	3.9
162	2.7	2.5	5.7	5.5	7.3	8.6	4.4	5.4	6.6	0.47	0.82	1.08	4.3	4.1	3.9
128	3.6	3.7	4.9	6.9	8.9	8.7	4.2	6.0	6.7	0.6	0.90	1.56	4.9	3.5	4.5
72	4.0	3.1	5.1	7.4	9.5	10.1	4.7	6.0	6.7	0.7	1.26	2.22	5.0	3.7	4.4



그림 5-15. 셀크기에 따른 까실쑥부쟁이의 성장반응(정식후 90일 경과)

표 5-17. 플러그셀의 크기 및 정식전의 육묘일수가 까실쑥부쟁이의 생장에 미치는 영향

육묘일수	셀의 크기(셀수)			
	200	162	128	72
초장(cm)				
30일	7.3	7.4	6.8	6.9
60일	5.3	6.6	6.1	6.8
90일	7.5	6.1	5.1	6.1
초폭(cm)				
30일	15.9	19.4	18.5	20.9
60일	16.0	14.7	14.1	16.2
90일	19.6	19.0	17.5	17.7
엽수				
30일	6.8	7.5	7.9	9.5
60일	6.8	7.7	8.9	9.2
90일	9.3	9.6	8.9	9.5
엽록소 함량(Spad value)				
30일	17.6	16.6	17.9	19.0
60일	15.9	16.7	16.3	15.6
90일	15.7	18.3	21.3	19.8

표 5-18. 셀크기 및 육묘기간에 따른 참취의 성장반응

셀크기	초장(cm)			초폭(cm)			엽수			생체중(g)			근권형성		
	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일
200	7.7	8.1	9.2	8.8	8.5	7.1	2.8	2.3	1.7	0.75	1.28	1.46	2.9	3.5	3.0
162	9.0	10.8	13.3	11.6	12.9	12.3	3.0	2.8	2.4	1.24	2.11	2.11	2.6	3.8	3.7
128	8.4	13.5	16.2	12.7	14.9	13.5	3.2	3.1	3.0	1.29	3.67	3.15	1.5	4.3	4.2
72	11.7	14.3	17.1	13.0	14.5	15.4	3.3	3.0	3.0	1.44	3.31	3.84	1.7	3.0	3.5

표 5-19. 플러그셀의 크기 및 정식전의 육묘일수가 참취의 생장에 미치는 영향

육묘일수	셀의 크기(셀수)			
	200	162	128	72
	초장(cm)			
30일	13.8	14.8	15.9	14.0
60일	7.6	11.5	14.7	11.5
90일	7.4	15.9	10.0	12.0
	초폭(cm)			
30일	22.0	17.2	18.3	23.3
60일	15.1	16.5	26.0	23.0
90일	10.5	15.9	15.5	15.5
	엽수			
30일	4.9	5.0	4.6	4.6
60일	4.2	4.7	5.9	6.4
90일	3.4	3.1	5.5	4.5
	엽록소 함량(Spad value)			
30일	21.4	21.8	26.2	25.4
60일	19.2	21.4	25.2	23.1
90일	17.7	19.2	21.8	21.1

표 5-20. 셀크기 및 육묘기간에 따른 톱풀의 성장반응

셀크기	초장(cm)			초폭(cm)			엽수			생체중(g)			근권형성		
	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일
200	8.7	13.2	6.2	7.6	5.0	3.0	13.3	10.1	6.2	0.79	0.63	0.25	3.3	2.8	1.3
162	13.2	19.7	18.4	10.0	6.6	4.8	16.1	13.8	11.8	0.96	0.93	0.48	2.5	3.0	2.2
128	14.9	26.8	23.0	12.0	8.9	6.0	17.1	17.0	14.4	1.44	1.53	0.94	3.1	3.6	3.1
72	16.0	27.1	27.1	11.5	8.3	7.3	17.7	19.5	14.8	1.92	1.68	1.36	2.6	2.8	3.4

표 5-21. 플러그셀의 크기 및 정식전의 육묘일수가 톱풀의 생장에 미치는 영향

육묘일수	셀의 크기(셀수)			
	200	162	128	72
	초 장(cm)			
30일	20.8	26.7	26.1	20.8
60일	13.2	22.2	35.5	32.4
90일	4.7	14.5	26.7	22.3
	초 폭(cm)			
30일	13.2	14.0	15.5	13.1
60일	17.7	16.4	15.0	17.5
90일	5.7	11.0	8.2	12.1
	엽 수			
30일	31.0	40.9	48.5	50.5
60일	18.6	35.4	46.2	48.0
90일	12.2	17.2	19.8	19.0
	엽록소 함량(Spad value)			
30일	20.4	19.7	22.4	20.7
60일	9.0	11.4	14.3	10.9
90일	12.0	7.4	9.5	8.7

표 5-22. 셀크기 및 육묘기간에 따른 벌개미취의 성장반응

셀크기	초장(cm)			초폭(cm)			엽수			생체중(g)			근권형성		
	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일
200	5.6	7.3	5.7	9.3	10.1	9.0	4.0	2.7	2.7	0.65	1.06	0.77	1.3	2.7	2.5
162	7.8	8.7	10.0	11.6	13.1	12.3	4.3	3.0	2.9	1.13	1.58	1.74	2.1	3.0	2.5
128	8.1	9.3	10.0	13.0	13.8	15.1	4.6	4.0	3.8	1.43	2.49	2.82	1.5	3.9	3.9
72	6.4	8.6	7.9	11.0	14.2	13.2	4.6	4.5	4.3	1.49	3.21	2.09	2.0	3.1	3.1

표 5-23. 플러그셀의 크기 및 정식전의 육묘일수가 벌개미취의 생장에 미치는 영향

육묘일수	셀의 크기(셀수)			
	200	162	128	72
	초 장(cm)			
30일	11.3	13.5	12.7	13.1
60일	5.7	6.3	6.8	6.4
90일	3.1	3.5	2.8	3.6
	초 폭(cm)			
30일	22.0	22.6	24.8	24.9
60일	23.6	24.1	21.8	43.8
90일	16.0	19.5	20.3	19.8
	엽 수			
30일	6.2	7.0	7.3	7.3
60일	8.8	8.9	8.7	8.8
90일	8.2	7.5	10.7	10.8
	엽록소 함량(Spad value)			
30일	21.6	20.8	22.3	24.3
60일	19.1	19.9	23.3	22.5
90일	15.7	18.3	21.3	20.8

이상 4종의 국화과 식물을 플러그 육묘한 결과를 요약하면, 육묘기간 초기에는 cell의 크기가 묘 소질에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러므로 묘의 소질이나 생산비를 고려하여 작은 크기의 cell에서 초기 집약적인 관리를 하는 것이 유리할 것으로 판단되었다. 그러나 이식 후 60일 이상이 경과하면 cell의 크기에 따라 특히 생체중의 차이가 심하게 나타났다. 그러므로 플러그 묘판에서 60일 이상 육묘할 경우에는 가급적이면 cell의 크기가 큰 묘판을 활용하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 한편, 정식 전의 육묘 일수는 정식 이후의 생장에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

(다) 섬쑥부쟁이, 울릉국화

섬쑥부쟁이와 울릉국화를 플러그 육묘한 결과는 다음과 같다. 육묘기간 초기(30일이전)에는 다른 국화과 식물과 마찬가지로 cell의 크기가 묘 소질에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 정식 이후의 생장은 대체로 셀의 크기가 큰 72구, 128구에서 자란 모종에서 우수하였으나, 그 차이가 크지는 않았다.

표 5-24. 셀크기 및 육묘기간에 따른 섬썩부쟁이의 성장반응

셀크기	초장(cm)			초폭(cm)			엽수			생체중(g)			근권형성			엽록소함량 (spad value)		
	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일
200	8.4a	9.3a	8.9b	8.9a	10.3a	10.3b	4.9a	5.3b	5.7a	1.0a	1.1c	0.9b	4.5a	4.5a	4.2a	24.2a	18.9a	15.6a
162	8.7a	9.6a	9.8b	10.4a	11.8ab	11.8b	5.3a	6.1ab	6.5a	1.0a	1.4c	1.3b	4.7a	4.5a	4.4a	23.8a	20.7a	17.7a
128	8.9a	10.6a	9.8b	10.4a	12.1ab	12.4b	5.5a	6.3a	7.3a	1.0a	2.8b	2.3ab	3.8a	4.7a	4.9a	24.2a	20.7a	19.0a
72	9.9a	11.8a	12.5a	12.8b	14.6a	15.7a	5.6a	6.9a	8.0a	1.4a	5.0a	3.5a	3.8a	4.9a	4.7a	26.3a	22.3a	20.8a

표 5-25. 플러그셀의 크기가 정식후 섬썩부쟁이의 성장에 미치는 영향

셀크기(구수)	초장(cm)	초폭(cm)	엽수
200	13.5	23.2	15.8
162	14.3	22.3	15.5
128	15.0	23.9	17.1
72	15.0	24.2	17.5

* 육묘 60일후 정식, 정식 30일 후 조사

표 5-26. 셀크기 및 육묘기간에 따른 울릉국화의 성장반응

셀크기	초장(cm)			초폭(cm)			엽수			생체중(g)			근권형성			엽록소함량 (spad value)		
	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일	30일	60일	90일
200	7.7a	9.3b	9.6b	9.5a	9.8a	9.0	13.5a	15.4a	17.4a	1.2a	1.8b	2.1b	4.5a	4.4a	4.4b	25.2a	26.5a	22.5a
162	9.6a	9.4b	10.1ab	11.2a	11.4a	10.4	14.3a	15.3a	18.9a	1.6a	2.3ab	2.5b	2.9b	4.1a	4.9a	26.9a	29.8a	24.8a
128	9.3a	10.4b	10.8ab	10.6a	11.6a	10.8	14.7a	17.1a	20.7a	1.5a	2.6ab	4.3a	2.4b	4.2a	5.0a	28.8a	25.9a	27.1a
72	10.1a	12.2a	13.1a	11.2a	13.2a	11.2	17.6a	19.2a	22.6a	1.6a	3.4a	4.5a	2.1b	3.9a	5.0a	23.9a	29.3a	27.9a

표 5-27. 플러그셀의 크기가 정식후 울릉국화의 성장에 미치는 영향

셀크기(구수)	초장(cm)	초폭(cm)	엽수
200	12.2	17.9	46.9
162	13.4	19.8	59.9
128	14.7	20.7	60.8
72	14.1	21.3	64.7

* 육묘 60일후 정식, 정식 30일 후 조사

이상 2종에 대한 결과를 요약하면 육묘기간 초기에는 cell의 크기가 묘 소질에 크게 영향을 미치지 않으나 이식 후기로 경과될수록 cell의 크기가 특히 생체중에 영향을 크게 미치는 것을 확인하였다. 따라서 육묘 조건이 좋다면 cell의 크기를 작게 하여 초기 근권 형성과 묘 소질을 좋게 하여 재배하는 것이 좋으나 60일 이상 재배해야 한다면 좀 더 큰 묘판을 활용하여야 충실한 묘를 얻을 수가 있을 것이다. 한편, 정식 이후의 생장은 대체로 셀의 크기가 큰 72구, 128구에서 자란 모종에서 좋았으나 그 차이가 크지는 않았다.

다. 삼목시기에 따른 발근율과 묘소질

(1) 시험목적

경관조성용 모종확보를 위하여 실험을 시행하였다. 기존의 모주로부터 삼목을 통한 모종을 생산할 때 최적 삼목시기를 구명하고자 하였다.

(2) 재료 및 방법

(가) 감국, 구절초

감국과 구절초의 삼목시기를 2006년 5월21일, 6월 21일, 7월 21일로 달리하였으며, 각각의 발근율, 발근장, 발근중, 초장, 초폭, 근권형성 등을 조사하였다. 삼목용토: 원예상토 7 + 모래 3 (용적비)로 하였다.

(나) 까실쑥부쟁이, 톱풀, 벌개미취

벌개미취, 톱풀, 까실쑥부쟁이의 삼목시기를 5월 20(5.18)일, 6월 10일, 6월 30일, 7월 10일 등 4 시기로 달리하여 삼목상자에 원예상토를 이용하여 삼목하였다. 각 시기별로 3반복 하였으며 1반복 당 50개체를 삼목하였다. 발근율, 발근장, 발근중, 초장, 초폭, 근권형성 등을 조사하였다.

(다) 섬쑥부쟁이, 울릉국화

섬쑥부쟁이, 울릉국화의 삼목시기를 4처리(5/20, 6/10, 6/30, 7/10)로 하여 실시하였다. 삼목 조건은 원예상토를 이용하여 삼목상자에 50개체씩 3반복 실시하였다. 실험 후 발근율, 발근장, 발근중, 초장, 초폭, 근권형성 등을 조사하였다.

(3) 시험결과

(가) 감국, 구절초

5월 하순에 삼목한 감국은 발근율 등의 발근력이 6월 하순에 삼목한 것과는 큰 차이가 없으

나 초장이나 초폭, 생체중이 크게 나타났다. 그러나 7월 21일에 삼목하면 발근율이 다소 떨어졌다. 따라서 5월 하순에 삼목할 때 상대적으로 튼튼하고 큰 묘를 육성할 수 있는 것으로 나타났다(표 5-28).

구절초의 발근율은 7월21일에 삼목하였을 때 95.6%로 가장 높았다. 그러나 삼목 기간중 발근묘의 성장상태는 5월 23일에 삼목 하였을 때 가장 좋았다.

표 5-28. 삼목시기에 따른 발근력 및 묘의 소질 변화

삼목시기	발근율(%)	발근장(cm)	발근중(g)	근권형성	초장(cm)	초폭(cm)	생체중(g)
감국							
5월 23일	97.8	14.9	0.3	3.5	13.6	10.0	1.8
6월 21일	97.8	15.1	0.3	4.2	7.8	7.3	0.9
7월 21일	88.9	14.4	0.2	3.9	9.5	6.8	1.0
구절초							
5월 23일	86.7	5.2	0.1	2.1	10.9	9.1	1.9
6월 21일	70.0	8.6	0.1	3.2	6.6	6.9	1.2
7월 21일	95.6	9.7	0.1	4.0	8.8	5.9	1.1

* 삼목 30일 후 조사

(나) 까실쭉부쟁이, 톱풀, 벌개미취

까실쭉부쟁이와 톱풀은 비교적 발근이 잘되며 삼목시기에 따라 발근력의 차이가 크게 나지 않았다. 그러나 벌개미취의 경우에는 6월 하순 이후에 삼목 하였을 때 상대적으로 발근력이 가장 우수하였다.

표 5-29. 삼목시기에 따른 발근력 및 묘의 소질 변화

삼목시기	발근율(%)	발근장(cm)	발근중(g)	근권형성	초장(cm)	초폭(cm)
까실쭉부쟁이						
5/18	95.6 a	8.5 b	0.20 a	5.0 a	5.7 a	5.8 a
6/8	98.9 a	10.7 ab	0.20 a	4.6 a	6.1 a	6.4 a
6/27	91.1 a	11.7 ab	0.22 a	5.0 a	6.0 a	6.1 a
7/17	100.0 a	14.7 a	0.40 a	5.0 a	5.8 a	7.9 a
톱 풀						
5/18	93.3 b	12.2 a	0.17 a	5.0 a	8.7 ab	5.0 a
6/8	98.9 a	15.3 a	0.21 a	5.0 a	10.1 a	5.6 a
6/27	100.0 a	13.0 a	0.08 a	4.9 a	7.0 b	4.6 a
7/17	100.0 a	14.1 a	0.10 a	5.0 a	9.9 a	5.7 a
벌개미취						
5/18	14.4 c	9.5 a	0.12 a	2.9 a	2.4 d	5.8 a
6/8	5.8 c	10.6 a	0.07 a	2.0 a	9.8 a	5.6 a
6/27	87.8 a	6.5 ab	0.10 a	4.4 a	7.8 b	5.1 a
7/17	51.1 b	3.7 b	0.0 a	1.7 a	4.5 c	4.5 a

* 삼목 30일 후 조사



그림 5-16. 삼목시기에 따른 국화과식물의 성장 및 발근상태
(삼목시기: 2007년 6월 8일, 좌로부터 까실쭉부쟁이, 벌개미취, 톱풀)

(다) 썸쭉부쟁이, 울릉국화

썸쭉부쟁이는 5월 20일 삼목한 처리구에서 발근율이 다소 낮았지만, 근장이나 근중은 가장 좋았다. 그러나 7월 20일에 삼목할 경우 발근율이 크게 떨어졌다. 울릉국화는 삼목시기에 따라 발근율에 차이가 거의 없었다. 그러나 발근장과 발근중 등 발근상태는 5월 18일과 6월 8일 삼목구에서 우수하였다.

표 5-30. 삼목시기에 따른 발근력 및 묘의 소질 변화

삼목시기	발근율(%)	발근장(cm)	발근중(g)	근권형성
썸쭉부쟁이				
5/20	80.0 ab	13.8 a	0.35 a	4.9 a
6/10	100 a	4.0 c	0.08 b	4.9 a
6/30	100 a	6.8 b	0.14 b	5.0 a
7/20	65.6 b	4.6 c	0.07 b	3.6 b
울릉국화				
5/18	91.1 a	14.8 a	0.32 a	5.0 a
6/8	95.6 a	17.1 a	0.19 b	5.0 a
6/27	93.3 a	9.3 b	0.06 c	5.0 a
7/17	97.9 a	7.4 b	0.08 c	4.9 a

* 삼목 30일 후 조사

라. 삼목용토에 따른 발근율과 묘소질

(1) 시험목적

국화과 식물의 삼목번식에 효율적인 토양 종류를 구명하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

(2) 재료 및 방법

(가) 감국, 구절초

감국, 구절초를 삼목용토를 8가지로 하여 삼목을 실시하였다. 삼목용토는 모래, 원예상토, 피크모스, 펠라이트, 버미큐라이트 각 단용구 및 피크모스 7+ 펠라이트 3, 버미큐라이트 7+ 펠라이트 3, 원예상토 7 + 모래 3이었다. 플러그 묘판에 삼목용토를 충전하고 정아를 2006년 6월 21일 직삽하였다.

(나) 까실쑥부쟁이, 톱풀, 벌개미취

벌개미취, 톱풀, 까실쑥부쟁이의 정아를 삼목용토를 8가지로 하여 삼목하였다. 삼목용토는 모래, 원예상토, 피크모스, 펠라이트, 버미큐라이트 각 단용구 및 피크모스 7+ 펠라이트 3, 버미큐라이트 7+ 펠라이트 3, 원예상토 7 + 모래 3이었다. 플러그 묘판에 삼목 용토를 충전하고 각각의 정아를 2007년 6월 20일 직삽하였다. 플러그 묘판에 50개체씩 3반복으로 실시하고 발근율, 발근장, 발근중, 초장, 초폭, 근권형성 등을 조사하였다.

(다) 섬쑥부쟁이, 울릉국화

섬쑥부쟁이, 울릉국화의 정아를 8가지 삼목용토에 삼목하였다. 삼목용토는 모래, 원예상토, 피크모스, 펠라이트, 버미큐라이트 각 단용구 및 피크모스 7+ 펠라이트 3, 버미큐라이트 7+ 펠라이트 3, 원예상토 7 + 모래 3이었다. 플러그 묘판에 삼목 용토를 충전한 후, 섬쑥부쟁이의 정아는 2008년 6월 20일에, 울릉국화의 정아는 8월 1일에 직삽하였다. 플러그 묘판에 50개체씩 3반복으로 실시하고 발근율, 발근장, 발근중, 초장, 초폭, 근권형성 등을 조사하였다.

(3) 시험결과

(가) 감국, 구절초

감국의 경우, 원예용토 단용구에서 발근력, 근권 형성 정도가 가장 우수하였으며, 삼목 중에 초장, 초폭 등도 크게 자라 원예용토 단용이 정아의 삼목에 가장 유리한 것으로 나타났다. 원예용토 다음으로는 상토 7+ 모래 3, 버미큐라이트, 모래 등이 좋았으나, 모래는 근권의 형성이 나빠 발근묘를 이식 혹은 정식할 때 상대적으로 불리할 것으로 생각되었다.

표 5-31. 감국에 있어서 삽목용토에 따른 삽수의 발근력 및 성장.

삽목용토	발근율(%)	근장(cm)	근중(g)	루트볼	초장(cm)	초폭(cm)	생체중(g)
모래	100.0	11.8	0.12	0.5	7.0	6.2	0.60
상토100	100.0	13.7	0.2	4.8	11.2	9.3	1.00
피트모스	87.8	0.4	0.00	0.4	5.2	4.0	0.45
펄라이트	91.1	7.5	0.07	0.6	6.4	5.6	0.52
버미큘라이트	100.0	10.6	0.15	2.8	8.0	3.7	0.67
피트모스7+펄라이트3	95.6	3.1	0.02	3.4	7.0	5.3	0.49
버미큘라이트7+펄라이트3	100.0	11.9	0.16	2.7	7.3	6.0	0.62
원예상토7+모래3	100.0	12.2	0.11	3.3	8.0	6.9	0.85



그림 5-17. 삽목용토에 따른 감국의 발근 및 성장상태

구절초의 발근율은 버미큘라이트와 피트모스에 펄라이트를 혼용하였을 때 높게 나타났다. 상토 100%구에서는 발근율이 다소 낮았으나 근장이나 근중이 크며 근권 형성 정도도 좋았다. 또한 초장이나 초폭이 커서 상대적으로 이식 혹은 정식에 유리한 큰 묘를 얻을 수 있는 장점이 있었다.

표 5-32. 구절초에 있어서 삽목용토에 따른 삽수의 발근력 및 성장.

삽목용토	발근율(%)	근장(cm)	근중(g)	루트볼	초장(cm)	초폭(cm)	생체중(g)
모래	31.1	4.4	0.12	0.3	5.4	5.8	0.86
상토100	66.7	8.2	0.10	4.7	6.7	7.1	1.56
피트모스	57.8	0.6	0.00	0.0	5.1	4.9	0.91
펄라이트	40.0	7.4	0.41	0.7	5.9	6.2	0.88
버미큘라이트	78.9	7.6	0.05	1.3	5.4	5.7	1.18
피트모스7+펄라이트3	80.1	2.5	0.07	2.0	4.6	5.4	1.06
버미큘라이트7+펄라이트3	83.3	8.9	0.10	3.7	5.0	6.0	1.18
원예상토7+모래3	72.2	7.5	0.10	2.5	5.5	6.5	1.13



그림 5-18. 삼목용토에 따른 구절초의 발근 및 성장상태

(나) 까실쭉부쟁이, 톱풀, 벌개미취

까실쭉부쟁이는 피트모스구를 제외한 모든 토양에서 발근율이 우수하였다. 따라서 토양에 관계없이 발근력이 우수한 것으로 나타났다. 그러나, 피트모스 단용 처리구에서는 발근되지 않았다. 이는 토양의 통기력과 관련있는 것으로 생각되었다.

표 5-33. 까실쭉부쟁이에 있어서 삼목용토에 따른 삼수의 발근력 및 성장.

삼목용토	발근율(%)	근장(cm)	근중(g)	루트볼	초장(cm)	초폭(cm)
모래	100.0 a	6.0 b	0.21 ab	2.3 cd	6.7 abc	5.1 ab
상토100	100.0 a	7.3 ab	0.20 ab	5.0 a	7.3 ab	5.4 ab
피트모스	0.0 b	-	-	-	-	-
펄라이트	100.0 a	6.4 b	0.16 bc	1.2 d	5.2 c	5.3 ab
버미큐라이트	100.0 a	8.8 a	0.25 a	4.1 ab	6.6 abc	5.7 ab
피트모스7+펄라이트3	96.7 a	3.3 c	0.09 c	2.2 cd	5.5 c	4.7 b
버미큐라이트7+펄라이트3	100.0 a	7.4 ab	0.20 ab	3.2 bc	6.1 bc	5.4 ab
원예상토7+모래3	100.0 a	6.9 b	0.24 a	4.8 a	8.2 a	6.3 a



그림 5-19. 삽목용토에 따른 까실쭉부쟁이의 생장 및 발근
(좌상으로부터 우하로 모래, 상토, 버미큐라이트, 피이트, 펄라이트, 상토+모래, 버미큐라이트+펄라이트, 피이트+펄라이트)

표 5-34. 톱풀에 있어서 삽목용토에 따른 삽수의 발근력 및 생장.

삽목용토	발근율(%)	근장(cm)	근중(g)	루트볼	초장(cm)	초폭(cm)
모래	100.0 a	6.4 a	0.06 a	0.6 c	7.9 a	4.1 ab
상토100	100.0 a	7.7 a	0.06 a	4.1 a	8.5 a	4.2 ab
피트모스	36.6 b	0.1 b	0.01 b	0.0 c	7.3 a	3.2 b
펄라이트	80.0 a	5.7 a	0.05 ab	0.8 c	7.6 a	3.9 ab
버미큐라이트	97.8 a	7.6 a	0.06 a	1.7 bc	7.9 a	4.4 ab
피트모스7+펄라이트3	100.0 a	5.1 a	0.05 ab	1.9 bc	7.8 a	4.2 ab
버미큐라이트7+펄라이트3	98.9 a	8.6 a	0.05 a	1.0 c	8.2 a	4.1 ab
원예상토7+모래3	100.0 a	8.1 a	0.05 ab	3.0 ab	7.7 a	4.7 a



그림 5-20. 삽목용토에 따른 톱풀의 생장 및 발근
(좌상으로부터 우하로 모래, 상토, 버미큐라이트, 피이트, 펄라이트, 상토+모래, 버미큐라이트+펄라이트, 피이트+펄라이트)

표 5-35. 벌개미취에 있어서 삼목용토에 따른 삼수의 발근력 및 성장.

삼목용토	발근율(%)	근장(cm)	근중(g)	루트볼	초장(cm)	초폭(cm)
모래	7.8 bc	2.7 ab	0.01 b	0.0 a	6.0 b	2.1 b
상토100	40.0 abc	1.5 ab	0.01 b	0.7 a	5.6 b	3.2 a
피트모스	0.0 c	-	-	-	-	-
펄라이트	43.3 ab	2.5 ab	0.02 ab	0.0 a	5.6 b	2.6 ab
버미큐라이트	63.3 a	3.2 ab	0.02 ab	0.0 a	6.3 b	2.3 ab
피트모스7+펄라이트3	12.2 bc	1.0 b	0.01 ab	0.0 a	5.9 b	3.2 a
버미큐라이트7+펄라이트3	38.9 abc	3.0 ab	0.02 ab	0.0 a	6.3 b	2.9 ab
원예상토7+모래3	43.4 ab	4.6 a	0.04 a	0.9 a	8.0 a	3.0 ab



그림 5-21. 삼목용토에 따른 벌개미취의 성장 및 발근

(좌상으로부터 우하로 모래, 상토, 버미큐라이트, 피이트, 퍼라이트, 상토+모래, 버미큐라이트 + 퍼라이트, 피이트+퍼라이트)

연구의 결과, 까실쑥부쟁이는 피트모스구를 제외한 모든 토양 처리구에서 발근력이 우수하였다. 톱풀은 원예상토 100%구, 원예상토와 모래와의 혼합토, 피트모스 및 버미큐라이트 혼합토 등에서 발근력이 우수하였다. 특히 원예상토 100%구에서는 루트볼의 형성이 좋았고 발근묘의 초장도 다소 큰 것으로 나타났다. 한편 벌개미취는 버미큐라이트 단용구에서 발근력이 좋았다. 한편 3종 모두 피트모스구에서는 발근력이 극히 낮았으며, 이는 토양의 통기력 및 pH와 관련 있는 것으로 생각되었다.

(다) 썩쑥부쟁이, 울릉국화

썩쑥부쟁이는 피트모스가 포함된 상토에서는 발근이 극히 저조하였다. 발근율은 버미큐라이트 7 + 펄라이트 3, 펄라이트 100%, 원예상토 7+ 모래 3, 원예상토 100%의 순으로 좋았으나 발근상태, 근권형성, 발근묘의 성장 등은 원예상토 100%구에서 가장 좋았다.

표 5-36. 섬쭉부쟁이에 있어서 삽목용토에 따른 삽수의 발근력 및 성장.

삽목용토	발근율 (%)	근장 (cm)	근중(g)	근권 형성	초장(cm)	엽수	지상부 (g)	생체중
모래	78.9 a	3.5 c	0.07 bc	0.0 c	7.3 cd	5.4 ab	0.57ab	0.73 cd
상토100	81.1 a	11.1 a	0.16 a	4.9 a	10.9 a	6.1 a	1.10 a	1.26 a
피트모스	0.0 b	-	-	-	-	-	-	-
펄라이트	86.7 a	3.3 c	0.04 c	0.0 c	9.0 abc	5.4 ab	0.79 ab	0.82 bcd
버미큐라이트	77.8 a	6.8 b	0.14 ab	1.3 bc	9.6 ab	6.0 a	1.07 a	1.21 ab
피트모스7+펄라이트3	4.4 b	0.7 d	0.01 c	0.0 c	6.2 d	4.3 b	0.48 b	0.49 d
버미큐라이트7+펄라이트3	88.9 a	7.7 b	0.14 ab	2.6 b	8.7 c	6.0 a	0.86 ab	1.00 abc
원예상토7+모래3	85.6 a	8.8 b	0.07 bc	4.7 a	9.6ab	4.9 ab	0.81 ab	0.88 a-d



그림 5-22. 삽목용토에 따른 섬쭉부쟁이의 성장 및 발근(좌상으로부터 우하로 모래, 상토, 버미큐라이트, 피이트, 펄라이트, 상토+모래, 버미큐라이트+펄라이트, 피이트+펄라이트)

울릉국화는 피트모스 단용구를 제외한 모든 토양 처리구에서 발근력이 우수하였다. 발근율은 버미큐라이트 전용구 및 버미큐라이트 7 + 펄라이트 3의 혼합용토구에서 가장 좋았고, 발근묘의 초장, 초폭, 생체중 등 생육 정도는 원예상토 전용구 및 원예상토 7+ 모래 3의 상토구에서 가장 좋았다.

표 5-37. 울릉국화에 있어서 삽목용토에 따른 삽수의 발근력 및 생장.

삽목용토	발근율 (%)	근장(cm)	근중(g)	근권 형성	초장(cm)	엽수	지상부 (g)	생체중
모래	88.9 a	8.2 bc	0.18 ab	2.7 b	9.4 ab	23.1 ab	1.12 abc	1.31 abc
상토100	85.5 a	11.1 abc	0.16 ab	5.0 a	13.6 a	34.1 a	1.95 a	2.15 a
피트모스	8.9 b	0.2 d	0.01 c	0.0 d	6.9 c	11.9 c	0.50 c	0.51 c
펄라이트	91.1 a	9.3 abc	0.11 abc	1.2 c	9.8 ab	17.5 bc	0.77 bc	0.88 bc
버미큐라이트	94.5 a	12.4 ab	0.18 ab	4.6 a	10.8 ab	21.9 abc	1.31 ab	1.49 ab
피트모스7+펄라이트3	76.7 a	6.5 c	0.05 bc	4.4 a	8.6 bc	19.5 bc	0.72 bc	0.76 bc
버미큐라이트7+펄라이트3	94.4 a	14.4 a	0.16 ab	4.5 a	9.1 abc	19.7 abc	0.86 bc	1.03 bc
원예상토7+모래3	82.2 a	8.6 bc	0.20 a	5.0 a	13.3 a	28.4 ab	1.41 ab	1.61 ab

마. 삽목부위 및 발근촉진제 처리에 따른 묘소질

(1) 시험목적

국화과 식물의 삽목 부위별 발근율을 알아보고, 발근촉진제를 처리하여 발근율을 향상 시킬 수 있는 방법을 구명하고자 본 연구를 수행하였다.

(2) 재료 및 방법

(가) 감국, 구절초

감국, 구절초의 삽목 부위를 정아삽(줄기 상단부)과 관삽(줄기 하단부)으로 달리하였다. 또한 각각의 삽목 부위에 발근 촉진제를 무처리, 루톤 분의제 처리로 달리하여 처리하였다. 삽목시기는 감국은 2006년 6월 19일, 7월 24일 2차례 하였고, 구절초는 6월 19일에 실시하였다.

(나) 까실쑥부쟁이, 톱풀, 벌개미취

벌개미취, 톱풀, 까실쑥부쟁이를 이용하여 삽목부위를 정아삽(줄기 상단부)과 관삽(줄기 하단부)으로 달리하였다. 각각의 삽목부위에 발근촉진제를 무처리, 루톤 분의제 처리로 달리하여 처리하였다. 삽목시기는 3종 모두 2007년 6월 20일에 실시하였다. 삽목 용토는 원예상토를 사용하였고, 플러그 72공 묘판을 이용하여 한 처리당 50개체씩 3반복 하였다. 실험 후 각 개체의 발근율, 발근장, 발근중, 초장, 초폭, 근권형성 등을 조사하였다.

(다) 섬쑥부쟁이, 울릉국화

섬쑥부쟁이, 울릉국화의 삽목부위를 정아삽(줄기 상단부)과 관삽(줄기 하단부)으로 달리하였다. 각각의 삽목부위에 발근촉진제를 무처리, 루톤 분의제 처리로 달리하여 처리하였다. 삽목

시기는 섬쭉부쟁이는 2008년 6월 20일, 울릉국화는 7월 10일에 실시하였다. 삼목용토는 원예상토를 사용하였고, 플러그 72공 묘판을 이용하여 한 처리당 50개체씩 3반복하였다. 실험 후 발근율, 발근장, 발근중, 초장, 초폭, 근권형성 등을 조사하였다.

(3) 시험결과

(가) 감국, 구절초

감국은 정아삽 보다 줄기하단부를 관삽 하였을 때 발근율이 다소 높게 나타났다. 관삽의 경우에는 발근촉진제 처리에 따른 발근율의 차이는 적었으나, 근권 형성이 우수해졌다. 줄기상단을 정아삽의 했을 경우에는 발근촉진제에 의하여 근권 형성이 향상되었으며, 발근율도 다소 높아졌다.

표 5-38. 삼목부위 및 발근촉진제 처리에 따른 감국(2006년 7월 24일 삼목)의 발근력 및 생장

삼목부위	발근촉진제	발근율	근장	근중	루트볼	초장	초폭	생체중
줄기상단 (정아삽)	무처리	80.0	16.2	0.28	4.0	10.0	6.8	1.02
	루톤	87.7	13.6	0.27	4.9	10.3	6.6	0.99
줄기하단 (관삽)	무처리	97.8	14.8	0.16	2.4	11.2	5.9	1.02
	루톤	96.7	14.8	0.14	4.7	11.8	6.0	1.11

구절초 또한 정아삽 보다는 관삽할 때 발근율이 다소 높았다. 발근촉진제의 효과는 감국에 비해 다소 큰 것으로 나타났으며, 발근촉진제를 처리하면 삼목 부위에 관계없이 근장, 근수 등이 좋아졌으며 삼목기간 중의 초장이나 초폭 등도 현저하게 커지는 효과가 있었다.

표 5-2. 삼목부위 및 발근촉진제 처리에 따른 구절초(2006년 6월 21일 삼목)의 발근력 및 생장

삼목부위	발근촉진제	발근율	근장	근중	루트볼	초장	초폭	생체중
줄기상단 (정아삽)	무처리	61.1	7.1	0.05	2.2	4.1	6.6	1.18
	루톤	72.2	8.2	0.15	3.6	8.3	7.4	1.45
줄기하단 (관삽)	무처리	64.4	5.9	0.04	0.9	5.8	7.5	1.26
	루톤	85.6	7.8	0.09	1.9	9.9	7.9	1.06



그림 5-23. 삼목부위 발근촉진제 처리에 따른 구절초 삼수의 발근력과 성장

(나) 까실쑥부쟁이, 톱풀, 벌개미취

까실쑥부쟁이는 정아삽 보다 줄기 하단부를 관삽 하였을 때 발근율이 높았으며, 발근촉진제인 루톤의 처리효과는 크게 관찰되지 않았다.

표 5-39. 삼목부위 및 발근촉진제 처리에 따른 까실쑥부쟁이의 발근력 및 성장

삼목부위 (A)	발근촉진제 (B)	발근율	근장	근중	루트볼	초장	초폭
줄기상단 (정아삽)	무처리	70	10.2	0.27	3.6	7.7	6.9
	루톤	67.7	12.5	0.32	3.3	7.9	6.5
줄기하단 (관삽)	무처리	96.7	9.4	0.21	3.3	6.0	8.4
	루톤	100.0	13.7	0.31	3.7	5.0	8.1
A	**	ns	ns	ns	ns	**	**
B	ns	**	**	**	ns	ns	ns
A*B	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns

톱풀은 정아삽을 하였을 때 발근력이 우수하였으며, 발근촉진제의 효과는 나타나지 않았다. 그러나 벌개미취는 발근촉진제인 루톤의 효과가 크게 나타났으며, 무처리구의 발근율은 51.1%였으나 루톤 처리구는 발근율이 94.4%까지 증가되었다.

표 5-40. 삼목부위 및 발근촉진제 처리에 따른 톱풀의 발근력 및 생장

삼목부위 (A)	발근촉진제 (B)	발근율	근장	근중	루트볼	초장	초폭
줄기상단 (정아삽)	무처리	98.9	9.3	0.09	4.3	5.5	3.7
	루톤	100	9.8	0.05	3.9	5.1	3.4
줄기하단 (관삽)	무처리	70.0	7.3	0.02	1.7	4.9	3.3
	루톤	50.0	7.8	0.03	1.6	4.6	3.3
A	**	*	*	*	*	ns	ns
B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A*B	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns

표 5-41. 삼목부위 및 발근촉진제 처리에 따른 벌개미취의 발근력 및 생장

삼목부위	발근촉진제	발근율	근장	근중	루트볼	초장	초폭
줄기상단 (정아삽)	무처리	51.1	8.7	0.1	2.0	7.5	3.9
	루톤	94.4	5.7	0.1	4.7	8.2	3.7

(다) 섬쭈부쟁이, 울릉국화

섬쭈부쟁이는 정아삽보다는 줄기 하단부를 관삽하였을 때 발근율이 높았으며 발근촉진제인 루톤의 처리효과도 나타났다. 그러나 울릉국화는 정아삽 하였을 때 발근력이 우수하였으며, 발근촉진제의 효과는 나타나지 않았다.

표 5-42. 삼목부위 및 발근촉진제 처리에 따른 섬쭈부쟁이의 발근력 및 생장

삼목부위(A)	발근촉진제 (B)	발근율	근장	근중	루트볼	측지발생수
줄기상단 (정아삽)	무처리	73.3	9.1	0.08	5.0	0
	루톤	90.0	9.8	0.19	5.0	0
줄기하단 (관삽)	무처리	94.4	12.2	0.19	5.0	2.1
	루톤	100	11.4	0.23	5.0	1.7
A		*	*	*	ns	*
B		ns	ns	*	ns	ns
A*B		ns	ns	ns	ns	ns

표 5-43. 삼목부위 및 발근촉진제 처리에 따른 울릉국화의 발근력 및 성장

삼목부위(A)	발근촉진제(B)	발근율	근장	근중	루트볼	측지발생수
줄기상단 (정아삽)	무처리	86.7	9.1	0.09	5.0	0
	루톤	86.7	7.6	0.06	5.0	0
줄기하단 (관삽)	무처리	66.7	9.1	0.04	4.1	2.2
	루톤	67.8	3.8	0.01	5.0	2.1
A		**	ns	**	ns	*
B		ns	*	*	ns	ns
A*B		ns	ns	ns	ns	ns



그림 5-24. 삼목부위 및 루톤 처리에 의한 섬쭈부쟁이(좌) 울릉국화(우)의 발근력 (좌로부터 정아 무처리, 정아 루톤처리, 관삽 무처리, 관삽 루톤처리)

바. 성장조절제 처리에 의한 동지아 발생 유도

(1) 시험목적

국화과 식물은 동지아 또는 새순을 통해 삽수를 확보할 수 있지만, 일시에 대량번식할 경우 묘종이 부족할 때가 많다. 따라서 이에 대비하여 국화의 부정아 발생을 통한 대량 번식체를 확보하기 위하여 본 연구를 시행하였다.

(2) 재료 및 방법

(가) 감국, 구절초

감국, 구절초의 삼목묘를 에테폰 39% 액을 처리하였다. 처리농도와 횟수는 500mg/L 1회, 500 mg/L 2회, 1000 mg/L 1회, 1000mg/L 2회, 2000 mg/L 1회, 2000 mg/L 2회로 하였다. 1회 처리는 2006년 8월 25일(삼목묘 정식 1개월 후)에 하였으며 2회 처리는 9월 1일(1회처리 1주일

후)에 실시하였다. 에테폰 처리 전 식물체의 정단부위를 제거해 주었다.

(나) 까실쑥부쟁이, 톱풀, 벌개미취

벌개미취, 까실쑥부쟁이, 톱풀(삼목시험 발근묘 이용), 감국, 구절초의 삼목묘를 12 cm 플라스틱 화분에 심고 에테폰 39% 액을 처리하였다. 처리농도와 횟수는 500mg/L 1회, 500 mg/L 2회, 1000 mg/L 1회, 1000mg/L 2회, 2000 mg/L 1회, 2000 mg/L 2회로 하였다. 1회 처리는 2007년 7월 18일(삼목묘 정식 1개월 후)에 하였으며 2회 처리는 8월 2일(1회처리 1주일 후)에 실시하였다. 정식 후 1회 적심해 주었으며, 8월 2일 정아로부터 5cm 정아 절단 처리하였다. 각 처리별로 10반복 실시하였으며 초장, 초폭, 부정아 발생수, 개화시, 개화개체수를 조사하였다.

(다) 섬쑥부쟁이, 울릉국화

섬쑥부쟁이, 울릉국화 삼목묘를 12 cm 플라스틱 화분에 심고 에테폰 39% 액을 처리하였다. 처리농도와 횟수는 500mg/L 1회, 500 mg/L 2회, 1000 mg/L 1회, 1000mg/L 2회, 2000 mg/L 1회, 2000 mg/L 2회로 하였다. 섬쑥부쟁이는 1회 처리를 2008년 7월 28일(삼목묘 정식 1개월 후), 2회 처리를 8월 11일(1회처리 2주일후)에 하였으며, 울릉국화는 1회 처리는 2008년 8월 4일(삼목묘 정식 1개월 후), 2회 처리는 8월 18일(1회처리 2주일후)에 시행하였다. 2종 모두 정식 후 1회 적심해 주었다. 각 처리별로 10반복 실시하였으며 초장, 초폭, 부정아 발생수, 개화시, 개화개체수 등을 조사하였다.

(3) 시험결과

(가) 감국, 구절초

감국의 경우 에테폰 처리에 의해 초장의 생장이 심하게 억제되었으며, 그 효과는 농도가 높을수록 크게 나타났다. 그러나 에테폰을 처리에 의하여 감국의 동지아 발생이 촉진되었는데, 다소의 예외는 있었지만 일반적으로 농도가 높을수록 동지아가 많이 발생하였다. 한편, 에테폰 처리에 의해 감국의 개화기는 늦어지고 개화 개체수도 줄어들어 개화 상태가 나빠지는 경향을 보였다.

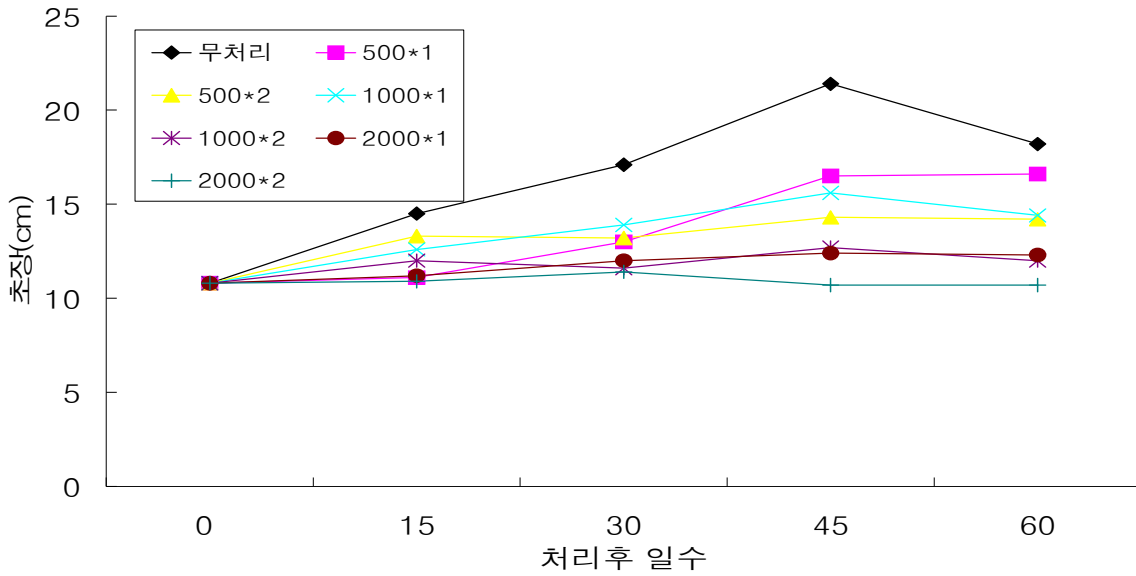


그림 5-25. 에테폰의 처리농도 및 회수에 따른 감국의 초장변화

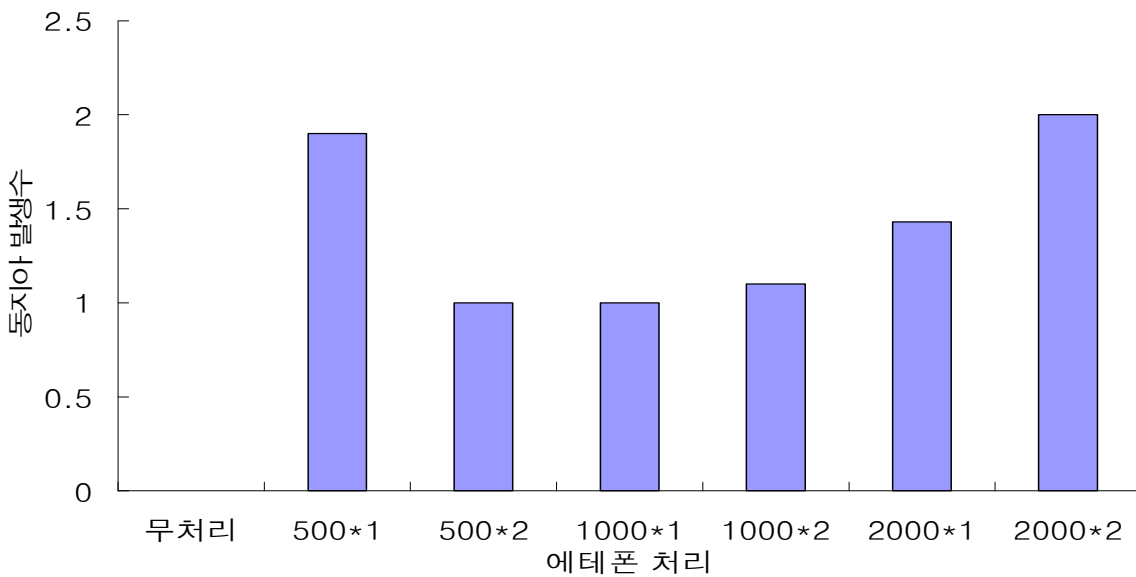


그림 5-26. 에테폰의 처리농도 및 회수에 따른 감국의 동지아 발생수

표 5-44. 에테폰 처리농도 및 회수에 따른 감국의 개화상태

	무처리	500*1	500*2	1000*1	1000*2	2000*1	2000*2
평균개화시	10월 14일	10월 20일	10월 22일	10월 21일	10월 25일	10월 23일	-
개화개체수	7	7	4	3	1	1	0



그림 5-27. 에테폰의 처리농도 및 회수에 따른 감국의 생육

표 5-45. 에세폰 및 정아절단 처리에 따른 감국의 성장 및 개화.

감국	초장	초폭	엽수	개화시	착화수	개화 주수	부정아/ 주	부정아발생 개체수
무처리	46.6	23.8	33.3	10/19	5.7	7	0	0
무처리+cut	28.3	20.2	26.3	10/24	1.5	2	0.43	2
500 1회	41.4	21.2	48.0	10/22	3.6	5	0.29	1
500 2회	35.3	22.5	40.1	10/24	3.3	3	0	0
500+cut	24.4	18.9	22.7	10/26	1.0	1	0.14	1
1000 1회	35.3	20.9	39.3	10/26	1.0	2	0.71	5
1000 2회	38.6	23.1	28.4	10/22	3.3	3	0	0
1000+ cut	30.6	13.7	21.9	10/22	4.3	3	0	0
2000 1회	37.5	20.7	35.3	10/22	5.3	3	0.71	5
2000 2회	40.6	22.7	32.0	10/25	4.5	2	1.3	4
2000+cut	27.9	14.5	16.9	10/22	3.3	3	0.29	2

구절초는 감국과 달리 초장, 동지아의 발생수, 개화 상태 등이 에테폰 처리에 따라 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

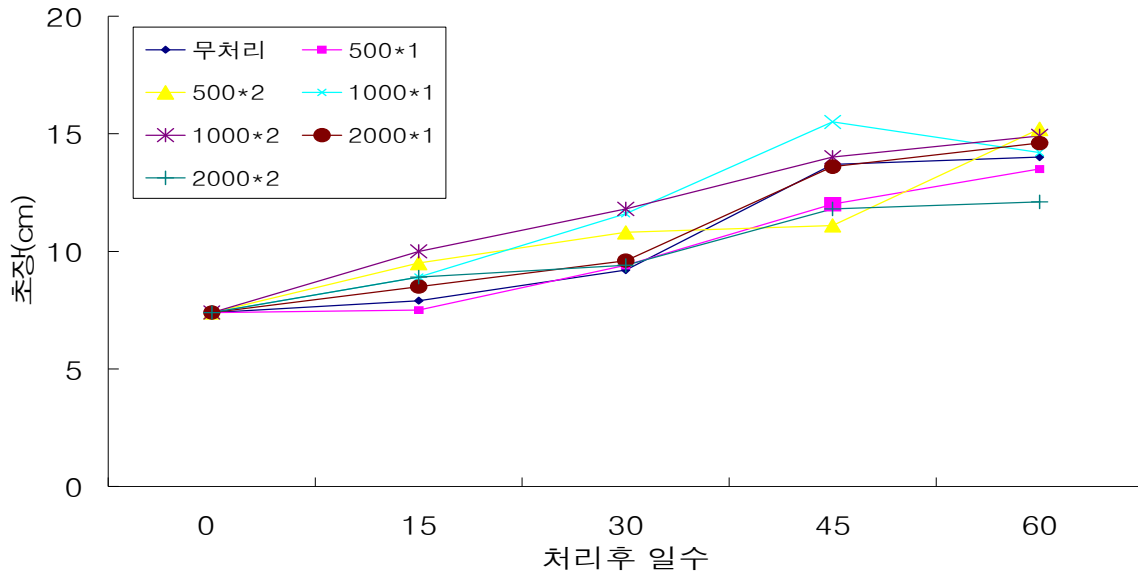


그림 5-28. 에테폰의 처리농도 및 회수에 따른 구절초의 초장변화

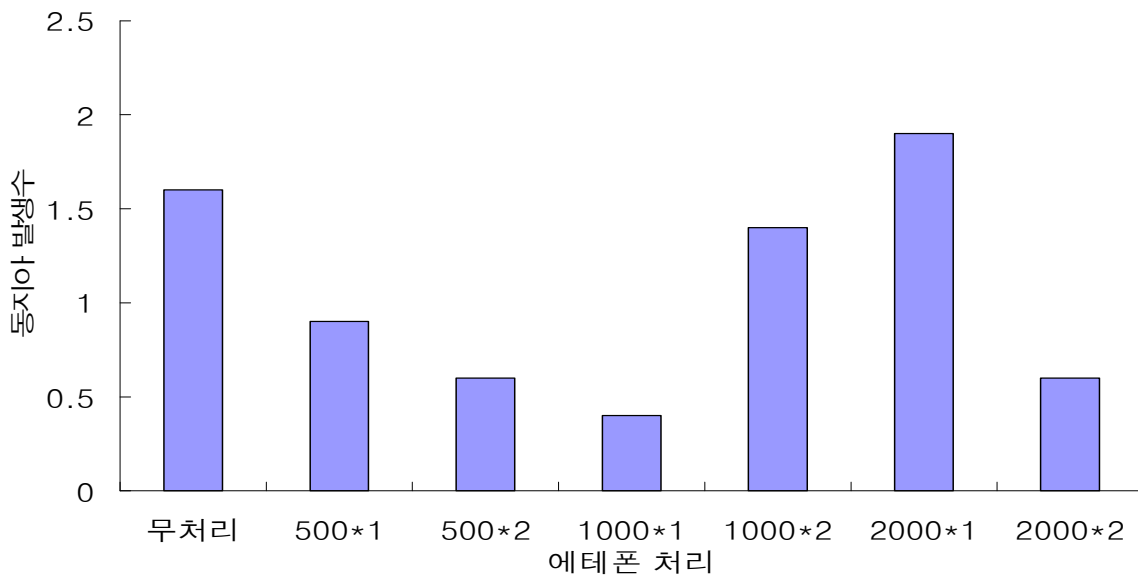


그림 5-29. 에테폰의 처리농도 및 회수에 따른 구절초의 동지아 발생수

표 5-46. 에테폰 처리농도 및 회수에 따른 구절초의 개화상태

	무처리	500*1	500*2	1000*1	1000*2	2000*1	2000*2
평균개화시	10월 16일	10월 17일	10월 17일	10월 13일	10월 14일	10월 17일	10월 15일
개화개체수	7	7	7	7	6	7	6



그림 5-30. 에테폰의 처리농도 및 회수에 따른 구절초의 생육

표 5-47. 에세폰 및 정아절단 처리에 따른 구절초의 성장 및 개화.

구절초	초장	초폭	엽수	개화시	착화수	개화 주수	부정아/주	부정아발생 개체수
무처리	52.9	10.6	50.2		3.4	5	0.8	2
무처리+cut	35.5	12.6	42.6		3.0	5	3.2	4
500 1회	44.1	10.1	61.0		5.8	5	1.2	2
500 2회	43.9	10.4	61.0		4.0	5	1.0	3
500+cut	35.7	10.3	47.0		3.4	5	0.2	1
1000 1회	43.1	10.9	52.0		3.4	5	2.0	4
1000 2회	30.8	7.8	42.6		2.8	5	1.2	2
1000+ cut	33.3	8.6	35.4		3.0	5	0.6	1
2000 1회	32.1	8.8	47.6		3.4	5	1.8	2
2000 2회	41.7	8.3	44.0		3.2	5	0.8	2
2000+cut	30.4	8.7	27.4		2.8	5	2.2	3



구절초(에세폰 500mgL⁻¹ 2회)



감국(에세폰 1000mgL⁻¹ 1회)

그림 5-31. 에세폰 처리에 의한 국화과 식물의 부정아 발생상태

(나) 까실쭉부쟁이, 톱풀, 벌개미취

까실쭉부쟁이, 톱풀 및 벌개미취는 에테폰 처리에 의해 초장이 억제되는 경향을 보였으며, 에테폰의 처리 농도가 높을 수록 초장의 생육이 크게 억제되었다.

3종 모두 에테폰 처리와 정아 절단처리에 의하여 동지아의 발생수가 증가하였으나, 그 효과는 크지 않았다.

표 5-48. 에세폰 및 정아절단 처리에 따른 까실쭉부쟁이의 생장 및 개화.

까실쭉부쟁이	초장	초폭	엽수	개화시	착화수	개화 주수	부정아/ 주	부정아발생 개체수
무처리	24.7	18.6	21.0	10/1	4.5	4	0	0
무처리+cut	16.0	16.0	11.6	10/1	1.3	3	0.6	2
500 1회	16.6	13.7	15.0	9/27	3.0	1	0.8	4
500 2회	16.1	13.2	20.0	10/17	2.8	4	1.0	2
500+cut	25.3	23.1	29.2	10/1	1.0	1	0.6	3
1000 1회	26.2	15.7	22.8	10/1	5.5	4	0.4	2
1000 2회	19.7	15.4	17.2	10/1	1.0	5	0.4	2
1000+ cut	15.7	14.6	12.2	10/17	1.3	3	0.2	1
2000 1회	16.7	10.5	8.8	9/27	2.4	5	0.2	1
2000 2회	12.0	11.1	10.8	10/1	1.0	1	0.2	1
2000+cut	18.3	16.8	14.4	10/9	1.0	1	0.4	2

표 5-49. 에세폰 및 정아절단 처리에 따른 톱풀의 생장 및 개화.

톱풀	초장	초폭	엽수	개화시	착화수	개화 주수	부정아/주	부정아발생 개체수
무처리	14.3	2.9	13.8	1/10	3.0	2	0.2	1
500 1회	7.1	2.9	10.6	-			1.2	2
500 2회	4.7	2.2	10.2	-			0.6	2
1000 1회	3.2	1.3	1.0	1/10	2.5	2	0.4	1
1000 2회	5.9	3.9	6.2	-			0.4	1
1000+ cut	6.1	3.8	11.2	-			1.4	2
2000 1회	4.6	3.0	8.6	-			0.2	1
2000 2회	12.1	3.9	17.8	1/10	1.0	1	0.2	1
2000+cut	7.4	5.8	17.4	-			0.2	1



까실쑥부쟁이(에세폰 1000mgL⁻¹ 2회) 툽풀(에세폰 500mgL⁻¹ 1회)

그림 5-32. 에세폰 처리에 의한 국화과 식물의 부정아 발생상태

(다) 섬쑥부쟁이, 울릉국화

섬쑥부쟁이와 울릉국화는 대체로 에테폰 처리에 의해 초장이 억제되었으며, 그 효과는 농도가 높을수록 크게 나타났다.

섬쑥부쟁이는 동지아의 발생이 극히 미미하였으며, 에테폰과 정아절단처리에 의한 동지아 발생 효과가 없었다. 울릉국화의 경우 에세폰 처리에 의하여 동지아의 발생이 다소 촉진되었으나, 개체간 차이가 커서 그 효과를 인정하기 어려웠다.

표 5-50. 에세폰 및 정아절단 처리에 따른 섬쑥부쟁이 성장 및 개화.

섬쑥부쟁이	초장	초폭	엽수	개화시	착화수	개화 주수	부정아/ 주	부정아발생 개체수
무처리	28.7	24.5	30.5	10/13± 7.5	16.6±4.61	5/5	0	0/5
무처리+Cut	22.5	22.2	30.4	10/24	5	2/5	0	0/5
500 1회	25.1	22.7	29.4	10/09± 6.9	15.2±3.77	5/5	0.6	1/5
500 2회	21.9	24.3	25.9	10/13± 7.0	11.0±5.52	5/5	0	0/5
1000 1회	23.6	23.0	39.6	10/06±11.5	17.0±5.10	5/5	0.4	1/5
1000 2회	21.3	22.9	21.0	10/06± 7.7	9.6±5.41	5/5	0.6	1/5
2000 1회	22.2	22.0	33.0	10/07± 7.5	16.2±8.4	5/5	0.4	1/5
2000 2회	20.7	21.3	18.6	10/25± 5.7	3.5±0.71	2/5	0.6	2/5

표 5-51. 에세폰 및 정아절단 처리에 따른 울릉국화의 성장 및 개화.

울릉국화	초장	초폭	엽수	개화시	착화수	개화 주수	부정아/ 주	부정아발생 개체수
무처리	45.4	21.7	71.0	9/21±4.7	4.4±1.14	5	1.2	2
무처리+Cu t	25.5	11.6	58.4	10/5±2.3	5±0.82	5	0.75	1
500 1회	27.8	16.7	125.6	10/7±17.1	0	0	4.0±4.63	3
500 2회	27.0	15.4	85.6	10/11±23.7	3.4±1.51	5	3.4±2.97	4
1000 1회	35.9	15.6	110.8	9/29±6.0	6.8±4.96	5	3.4±2.51	4
1000 2회	20.1	17.3	94.2	10/19±10.7	5.5±2.38	4	5.8±5.93	4
2000 1회	27.8	12.7	70.3	10/7±3.5	3.5±1.00	4	2.8±5.71	2
2000 2회	15.0	14.9	68.6	10/29±7.1	2.5±0.71	2	7.0±10.22	4



그림 5-33. 에세폰 처리에 의한 섬썩부쟁이(좌)와 울릉국화(우)식물의 부정아 발생상태

2. 품질 및 생산성 향상을 위한 재배작형 및 기술 개발

가. 재식거리에 따른 생장과 생산성

(1) 시험목적

국화과 식물을 식재거리를 달리한 재배를 통하여 식재 간격이 생장반응 및 식물체의 수량에 미치는 영향을 알아보기로 본 연구를 수행하였다.

(2) 재료 및 방법

감국, 구절초, 튼풀의 삼목 발근묘를 재식거리를 각각 10*10, 20*20, 30*30cm 등 3 수준으로 조절하여 식재하였다. 재식주수는 처리당 30주씩 3반복하였으며, 생장 및 개화반응, 꽃 및 식물체의 수량을 조사하였다.

(3) 연구 결과

감국을 재식거리를 달리하여 재배한 결과는 표 5-52와 같다. 넓게 심겨진 처리구에서 초장 및 초폭이 많이 자라고 줄기의 직경도 굵어지는 것을 볼 수 있었다. 이와 같은 결과는 망재배를 하지 않고 재배하여 초기에는 식물이 도복되어 자라면서 측지도 많이 형성되었기 때문에 초폭도 넓어진 것으로 여겨진다. 그렇지만, 30×30cm로 식재할 때는 소화수가 월등히 많아져 20×20cm 식재구에 비해서는 2.2배 이상, 10×10cm구에 비해서는 약 6.5배 정도 많이 달리는 것을 볼 수 있었다(표 5-53). 그리하여 생체중으로 수확되는 꽃, 잎줄기의 무게가 타 식재구에 비해 월등히 무거워졌다.

표 5-52. 감국의 재식거리에 따른 생육반응

재식거리(cm)	초장(cm)	초폭(cm)	경경(mm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽수(매)
10×10	81.4	26.9	4.9	6.4	4.3	44.7
20×20	89.0	43.0	9.3	7.0	4.3	52.5
30×30	94.0	61.9	13.5	7.2	4.5	52.7

표 5-53. 감국의 재식거리에 따른 개화반응

재식거리(cm)	분지수(개)	소화경수(개)	소화경장(cm)	소화수(개)	생체중(g)	
					꽃	잎줄기
10×10	5.1	35.4	13.0	54.0	15.5	42.0
20×20	14.5	113.5	21.8	157.4	48.0	125.9
30×30	17.9	85.4	33.9	350.	111.3	262.7

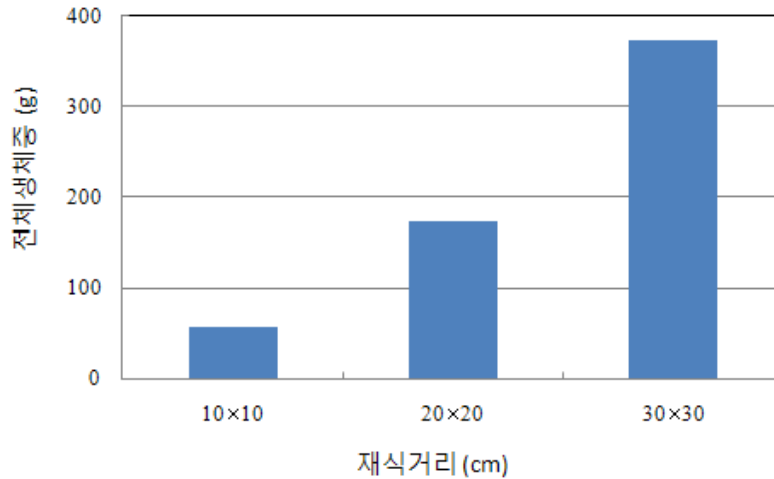


그림 5-34. 감국의 재식거리에 따른 생체중 차이

구절초도 감국과 마찬가지로 30×30cm의 거리로 식재하였을 때 초장 및 초폭이 많이 자라고 줄기의 직경도 굵어지는 것을 볼 수 있었다. 또한 분지수가 많아지고 분지장이 길어지며 또 소화수가 많이 달려 수확하여 가공에 이용할 수 있는 생체중이 증가하였다.

표 5-54. 구절초의 재식거리에 따른 생육반응

재식거리(cm)	초장(cm)	초폭(cm)	경경(mm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽수(매)
10×10	70.2	20.5	5.2	5.3	2.0	49.9
20×20	75.0	33.2	6.2	5.3	2.1	51.5
30×30	84.8	44.1	6.8	5.6	2.2	54.5

표 5-55. 구절초의 재식거리에 따른 개화반응

재식거리(cm)	분지수(개)	분지장(cm)	소화수(개)	생체중(g)	
				꽃	잎줄기
10×10	16.6	44.1	19.7	12.4	26.2
20×20	18.1	58.8	57.6	32.1	64.7
30×30	21.9	70.4	106.2	62.1	133.9

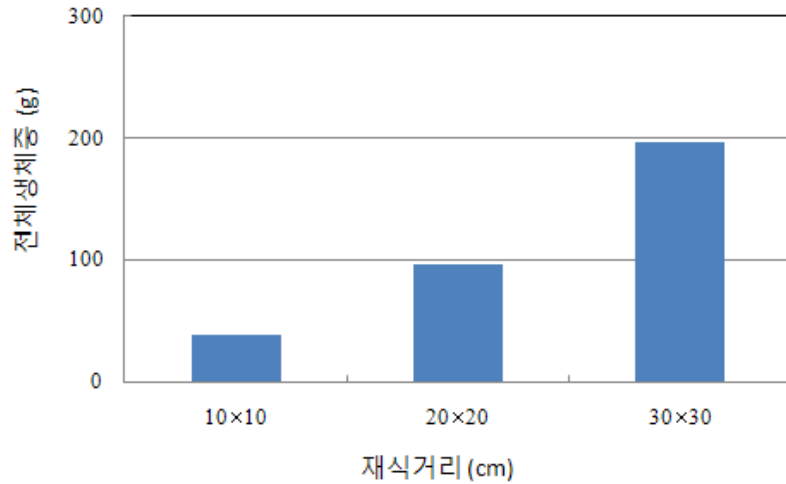


그림 5-35. 구절초의 재식거리에 따른 생체중 차이

튐풀도 감국, 구절초와 마찬가지로 30×30 cm의 거리로 식재하였을 때 가장 생육이 좋았으며, 소화수가 증가하고 생체중이 늘어나는 것을 볼 수 있었다.

표 5-56. 튐풀의 재식거리에 따른 생육반응

재식거리(cm)	초장(cm)	초폭(cm)	경경(mm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽수(매)
10×10	83.1	30.6	6.1	5.3	0.8	43.5
20×20	78.3	31.5	5.6	5.5	0.9	39.9
30×30	89.3	43.6	6.7	6.4	1.1	49.2

표 5-57. 튐풀의 재식거리에 따른 개화반응

재식거리(cm)	분지수(개)	소화경수(개)	소화경장(cm)	소화수(개)	잎줄기 생체중(g)
10×10	19.7	22.9	26.9	218.5	48.8
20×20	17.3	34.5	32.2	415.1	73.2
30×30	35.0	78.4	32.6	596.6	169.4

이상의 결과를 종합해보면, 감국, 구절초, 튐풀은 재식거리를 30×30cm로 식재할 때 초장, 초폭이 커서 관상성이 증가하고 소화수 및 생체중이 증가하여 가공 소재용으로 이용하기 좋을 것으로 생각되었다. 일반적으로 조경용으로 국화과 식물을 식재할 때에는 20×20cm로 심는 것으로 알려져 있는데, 본 연구의 결과 3종 모두 30×30cm로 식재하였을 때 생장이 우량하고 꽃도 많이 피는 것을 볼 수 있었다.

나. 삼목시기 및 적심에 의한 생장과 생산성

(1) 시험목적

감국, 구절초, 톱풀의 삼목시기와 적심시기에 따른 생육반응을 조사하여 생육 및 생산성을 증가시킬 수 있는 재배방법을 구명하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

(2) 재료 및 방법

감국, 구절초의 삼목 발근묘의 삼목시기를 각각 5월(5/27), 6월(6/26), 7월(7/21)로 달리하였으며, 각각의 적심횟수를 0, 1회(정식 1주), 2회(잎이 3매 발생시)로 달리하였다. 재식주수는 처리당 20주씩 3반복으로 하였으며, 각각의 생장 및 개화반응, 꽃 및 식물체의 수량을 조사하였다. 또한 감국, 구절초, 톱풀의 삼목시기를 4월 20일, 5월, 20일, 6월 20일, 7월 20일로 달리하여 생육 및 개화반응을 조사하였다.

(3) 연구 결과

감국을 이용하여 삼목시기 및 적심 횟수에 따른 생육반응을 조사한 결과 삼목을 빨리 할수록 초장이 다소 길어지는 경향을 보였다. 그러나 초폭은 동일시기 내에서 적심을 자주 할수록 늘어나는 것으로 나타났다.

표 5-58. 삼목시기 및 적심에 따른 감국의 생육반응

삼목시기	적심횟수	초고(cm)	초장(cm)	초폭(cm)	분지수(개)
5월	0	18.3	25.4	13.8	6.2
	1	18.8	26.2	15.4	8.4
	2	16.0	24.3	15.2	7.2
6월	0	17.5	23.7	15.8	6.0
	1	16.5	20.5	13.5	7.4
	2	14.4	21.2	14.7	7.7
7월	0	14.8	20.8	13.5	3.4
	1	13.3	18.3	10.3	5.0
	2	10.2	15.5	9.2	4.7

구절초도 감국과 동일한 반응을 보였다. 삼목을 빨리 할수록 초장이 길어졌다. 적심 횟수에 따른 초폭은 큰 차이가 없었으나, 동일 시기 내에서 1번 정도 적심하면 초폭이 증가하는 경향을 보였다. 2종 모두 7월 이후 적심을 실시할 경우 초폭이 감소하는 것을 볼 수 있었다.

표 5-59. 삼목시기 및 적심에 따른 구절초의 생육반응

삼목시기	적심횟수	초고(cm)	초장(cm)	초폭(cm)	분지수(개)
5월	0	17.5	25.8	13.5	3.5
	1	17.4	23.2	15.2	4.7
	2	15.8	21.2	13.9	6.2
6월	0	17.4	23.8	12.2	3.0
	1	17.7	25.3	14.5	3.7
	2	12.2	15.5	10.8	4.5
7월	0	12.9	18.7	8.9	3.4
	1	12.4	17.2	8.2	4.0
	2	10.5	12.8	7.5	3.2

2006년도에 실시한 실험에서 노지 포장의 가뭄으로 인하여 생육이 불량하였으므로 재실험을 실시하였다. 감국은 삼목시기가 빠를수록 초장이 크게 자라고 초폭이 넓으며, 줄기직경이 굵어지고 엽수가 충분히 전개되는 것으로 나타났다.

표 5-60. 감국의 삼목시기에 따른 생육반응

삼목시기 ^z	초장(cm)	초폭(cm)	경경(mm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽수(매)
4	81.5	39.8	8.0	6.8	4.1	42.4
5	51.7	18.2	4.7	8.5	5.9	24.7
6	42.0	13.3	4.0	7.4	4.8	21.2
7	24.8	12.4	3.8	6.5	4.0	14.0

^z삼목시기 : 매월 20일

감국의 개화반응은 생육반응과 유사하였으며, 삼목시기가 빠를수록 분지수가 많아지고 소화경수 및 소화수가 증가하는 것으로 나타났다. 그러므로 감국의 꽃을 가공용으로 사용하기 위해서는 일찍 삼목하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

표 5-61. 감국의 재식거리에 따른 개화반응

삼목시기 ^z	분지수(개)	소화경수 (개)	소화경장 (cm)	소화수(개)	생체중(g)	
					꽃	잎줄기
4	11.4	62.5	27.4	195.3	91.1	116.9
5	12.9	22.9	5.1	52.3	17.8	25.4
6	11.1	25.9	9.6	52.0	14.5	20.0
7	9.0	14.6	7.9	22.0	5.7	12.5

^z삼목시기 : 매월 20일

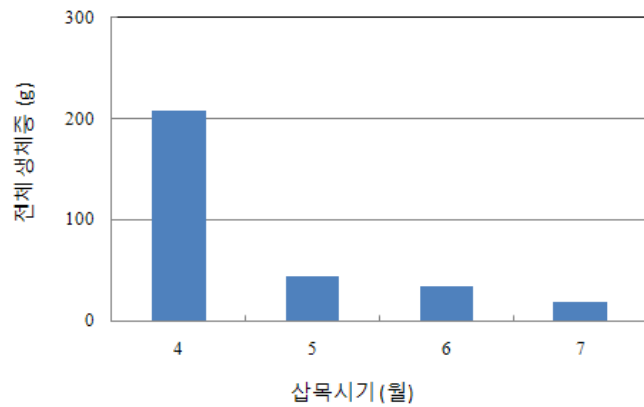


그림 5-36. 감국의 삼목시기에 따른 생체중 차이

구절초 또한 감국과 동일한 생육 및 개화반응을 보였다. 삼목시기가 빠를수록 초장이 크게 자라고 초폭이 넓으며, 줄기직경이 굵어지고 엽수가 충분히 전개되었다. 개화반응 또한 생육반응과 유사하였으며, 삼목시기가 빠를수록 분지수가 많아지고 소화경수와 소화수가 증가되었다. 따라서 구절초 또한 꽃을 이용하기 위해서는 이른 시기에 삼목하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

표 5-62. 구절초의 삼목시기에 따른 생육반응

삼목시기 ^z	초장(cm)	초폭(cm)	경경(mm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽수(매)
4	79.1	42.7	5.3	5.9	2.4	54.9
5	52.3	18.6	4.2	7.5	3.5	28.6
6	41.0	14.6	3.2	6.4	2.9	23.7
7	29.0	11.0	2.7	4.0	1.6	23.8

^z삼목시기 : 매월 20일

표 5-63. 구절초의 삼목시기에 따른 개화반응

삼목시기 ^z	분지수(개)	분지장 (cm)	소화수(개)	생체중(g)	
				꽃	잎줄기
4	14.3	73.6	83.6	46.1	95.7
5	9.0	42.6	28.8	20.7	32.1
6	7.3	34.0	19.0	12.0	15.1
7	5.3	21.4	10.9	4.8	5.3

^z삼목시기 : 매월 20일

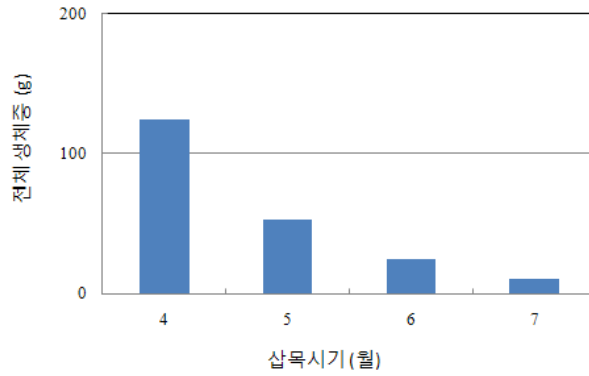


그림 5-37. 구절초의 삼목시기에 따른 생체중 차이

톱풀은 삼목시기가 빠를수록 초장이 길게 자랐으나, 초폭과 줄기직경, 엽수는 5월에 삼목했을 때 우수하였다. 한편, 분지수, 소화경수, 소화경장, 소화수, 꽃의 생체중 등의 개화 반응은 4월에 삼목한 처리구에서 가장 좋았다. 따라서 4월 경에 삼목하는 것이 톱풀의 생육 및 개화에 유용할 것으로 생각되었다. 한편, 7월에 삼목한 톱풀은 모든 식물체에서 개화가 되지 않는 특징을 보였다.

표 5-60. 톱풀의 삼목시기에 따른 생육반응

삼목시기 ^z	초장(cm)	초폭(cm)	경경(mm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽수(매)
4	78.3	31.5	5.6	5.8	0.9	39.9
5	57.1	39.8	6.3	6.2	0.9	47.3
6	37.0	23.6	4.9	10.0	1.4	34.3
7	13.3	25.0	4.2	13.7	2.7	41.4

^z삼목시기 : 매월 20일

표 5-61. 톱풀의 삼목시기에 따른 개화반응

삼목시기 ^z	분지수(개)	소화경수(개)	소화경장(cm)	소화수(개)	잎줄기 생체중(g)
4	17.3	34.5	32.2	415.1	73.2
5	10.9	50.3	7.6	269.5	59.1
6	5.3	7.2	11.4	105.0	44.8
7	3.2	—	—	—	—

^z삼목시기 : 매월 20일

다. 예초시기 및 부위에 따른 생장 및 생산성

(1) 시험목적

국화과 식물의 관상성 및 생산성 증대를 위한 재배 방법을 구축하기 위하여 예초를 실시하고 이에 따른 생육반응을 살펴보고자 연구를 수행하였다.

(2) 재료 및 방법

감국, 구절초의 삼목 발근묘를 이용하여 예초시기를 4시기 즉 6월 하순, 7월 중순, 7월 하순, 8월 중순으로 달리하였다. 각 처리구의 예초를 무예초, 지상부로부터 10cm, 20cm, 30cm 높이 예초로 각각 달리하였다. 반복당 개체수 10주씩 단구제로 하였으며 재식거리는 20×20cm로 식재하였다. 실험 후 생장 및 개화반응, 꽃 및 식물체의 수량 등을 조사하였다.

연구 결과, 감국과 구절초는 정식 및 예초시기가 늦어지면 생육이 불량해지는 경향을 보였으므로 4월에 정식하여 5월 중순에 무예초, 지상부로부터 10cm, 20cm, 30cm 높이에서 각각 달리하여 다시 실험을 실시하였다.

(3) 연구 결과

감국과 구절초의 생육이 불량하여 초장이 30cm에 도달하지 못했으며, 따라서 지상부로부터 30cm 높이에서 예초는 실시하지 못하였다. 연구의 결과, 예초시기가 늦어질수록 초고 및 초장이 현저히 단축되는 것을 볼 수 있었다. 또한 6월 예초구는 분지수가 일부 증가하였으나 7월 하순 실시구에서는 오히려 분지수가 감소하여 생육이 불량해지는 것으로 나타났다.

표 5-62. 예초시기 및 부위에 따른 감국의 생육반응

예초시기	예초부위(cm)	초고(cm)	초장(cm)	초폭(cm)	분지수(개)
6월 하	무예초	19.0	25.5	12.4	6.3
	10	18.7	26.3	14.4	7.7
	20	-	-	-	-
	30	-	-	-	-
7월 중	무예초	19.0	25.5	12.4	6.3
	10	13.2	19.8	13.4	7.4
	20	14.0	21.4	14.7	7.2
	30	-	-	-	-
7월 하	무예초	19.0	25.5	12.4	6.3
	10	12.8	18.9	11.3	4.3
	20	13.8	20.4	11.5	3.4
	30	-	-	-	-
8월 중	무예초	19.0	25.5	12.4	6.3
	10	9.9	15.5	9.3	4.3
	20	11.8	20.5	10.3	3.8
	30	-	-	-	-

표 5-63. 예초시기 및 부위에 따른 구절초의 생육반응

예초시기	예초부위(cm)	초고(cm)	초장(cm)	초폭(cm)	분지수(개)
6월 하	무예초	17.6	26.4	15.5	4.0
	10	17.6	25.2	13.2	4.5
	20	-	-	-	-
	30	-	-	-	-
7월 중	무예초	17.6	26.4	15.5	4.0
	10	16.7	23.5	14.2	4.2
	20	15.6	20.4	13.7	3.9
	30	-	-	-	-
7월 하	무예초	17.6	26.4	15.5	4.0
	10	16.3	19.4	12.9	3.2
	20	17.3	21.2	13.1	3.8
	30	-	-	-	-
8월 중	무예초	17.6	26.4	15.5	4.0
	10	12.5	18.7	14.4	3.5
	20	10.6	20.5	12.4	3.6
	30	-	-	-	-

감국의 경우, 5월에 예초를 실시하면 전반적으로 초장이 작아졌다. 그러나 지상부 30cm 부위에서 예초를 실시한 처리구에서는 오히려 초장이 길어졌다. 또한 무예초구와 30cm 예초구는 엽수가 거의 차이가 나지 않았으며, 따라서 예초를 통한 초장 조절효과는 없는 것으로 나타났다.

표 5-64. 감국의 예초부위에 따른 생육반응

예초부위(cm)	초장(cm)	초폭(cm)	경경(mm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽수(매)
무예초	84.1	31.7	7.0	6.6	3.9	41.2
10	60.7	20.8	6.6	7.1	4.0	29.5
20	77.0	27.8	7.6	6.5	4.2	33.0
30	94.1	31.6	10.3	7.8	4.7	38.1

*삼목시기 : 5월 10일

30cm 높이에서 예초를 실시한 결과, 분지수 및 소화경수가 타 처리구에 비해 월등히 많아지는 것을 볼 수 있었다. 한편 10cm 예초 처리구는 초장 및 엽수 등 생육량이 적었고, 소화수, 생체중도 줄어든 것으로 나타났다.

표 5-65. 감국의 예초부위에 따른 개화반응

예초부위 (cm)	분지수(개)	소화경수 (개)	소화경장 (cm)	소화수(개)	생체중(g)	
					꽃	잎줄기
무예초	8.8	44.2	9.8	81.3	27.9	51.6
10	4.0	23.6	7.9	40.5	16.4	28.4
20	9.6	55.9	12.8	95.3	35.0	58.6
30	13.3	94.6	10.4	198.7	66.7	121.6

*예초시기 : 5월 10일

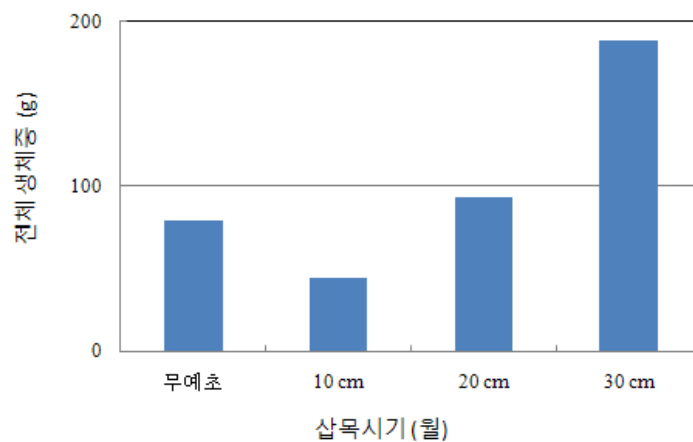


그림 5-38. 감국의 예초부위에 따른 생체중 차이

구절초도 감국과 거의 유사한 생육반응을 보였는데, 5월에 예초를 실시하면 전반적으로 초장이 작아졌으나 지상부 30cm 부위에서 예초를 실시한 처리구에서는 오히려 초장이 길어졌다. 또한 무예초구와 30cm 예초구는 엽수가 거의 차이가 나지 않아 예초를 통한 초장 조절효과는 없는 것으로 나타났다. 30cm 높이에서 예초를 실시하면 분지수가 많아지고 소화수도 증가하였으며, 잎줄기 생체중도 증가하였으므로, 수확량이 많아지는 것으로 나타났다.

표 5-66. 구절초의 예초부위에 따른 생육반응

예초부위 (cm)	초장(cm)	초폭(cm)	경경(mm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽수(매)
무예초	75.5	51.0	6.7	4.5	1.7	68.7
10	56.7	14.3	6.1	6.3	2.7	38.2
20	71.7	27.9	7.7	4.9	2.0	45.9
30	81.5	29.5	8.2	5.3	2.0	75.0

*예초시기 : 5월 10일

표 5-63. 구절초의 예초부위에 따른 개화반응

예초부위 (cm)	분지수(개)	분지장 (cm)	소화수(개)	잎줄기 생체중(g)
무예초	15.6	61.5	84.7	54.1
10	8.2	46.7	22.2	16.7
20	13.9	63.3	49.9	45.3
30	18.6	67.0	72.4	96.0

*예초시기 : 5월 10일

라. 차광정도가 생산성 및 품질에 미치는 영향

(1) 시험목적

국화과 식물을 재배하다 보면 시설 내 재배 또는 큰 나무나 건물 아래에서 의도하지 않게 차광을 한 상태에서 재배를 할 수 있다. 그러므로 차광율에 따른 생육 정도를 조사하여 광조건이 생육 및 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 본 연구를 수행하였다.

(2) 재료 및 방법

감국, 구절초의 삼목 발근묘를 6월 26일 노지에 정식하였다. 정식 2일째 차광막을 이용하여 차광율을 각각 0, 50, 70 % 수준이 되게 씌운 후 생육을 조사하였다. 반복당 30주씩 단구제로 식재하였으며, 이 때 재식거리는 20×20cm 였다.

(3) 연구 결과

감국의 경우 차광을 실시하면 초고, 초장, 초폭이 일부 증가하나 분지수는 다소 감소하는 경향을 보였다. 구절초 또한 차광율이 높아지면 초고, 초폭이 커지고 분지수가 적어지는 경향이 나타났다.

표 5-67. 차광에 따른 감국의 생육반응

차광율(%)	초고(cm)	초장(cm)	초폭(cm)	분지수(개)
0	21.0	25.4	13.5	3.8
50	24.2	28.9	15.5	2.6
70	24.6	35.4	16.2	2.8

표 5-68. 차광에 따른 구절초의 생육반응

차광율(%)	초고(cm)	초장(cm)	초폭(cm)	분지수(개)
0	12.2	15.5	8.4	2.4
50	13.5	18.4	7.9	1.8
70	13.8	17.9	8.2	1.6

따라서 감국과 구절초를 차광조건에서 재배할 때는 적심 등을 통하여 분지수를 늘리고 초고 및 초장을 줄이기 위한 처리가 필요한 것으로 생각되었다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1절 연도별 연구 목표 및 평가착안점

구분	연도	세부연구개발 목표	가중치	평가의 착안점 및 기준
1차년도	2006-2007	1) 경관조성용 우수 국화과 자원식물의 선발 및 새싹채소 상품화 기술 개발	35 %	○ 국화과 자원식물의 수집 및 특성 평가 ○ 새싹채소 상품화 기술 개발
		2) 국화과 식물의 상품화 가능성 연구	35 %	○ 국화과 식물의 꽃과 잎의 활용 ○ 기능성 등 각종 평가 ○ 상품화 가능성 국화과 식물 선발
		3) 경관조성 및 건강상품 소재 생산을 위한 재배작형 개발	30 %	○ 경관조성용 국화과 식물의 육묘 기술 개발 ○ 품질 및 생산성 향상을 위한 재배 작형 및 기술 개발
2차년도	2007-2008	1) 경관조성용 우수 국화과 자원식물의 선발 및 새싹채소 상품화 기술 개발	35 %	○ 국화과 자원식물의 수집 및 특성 평가 ○ 새싹채소 상품화 기술 개발
		2) 국화과 식물을 이용한 건강상품 개발(I)	35 %	○ 침출차, 분말차, 환, 캔디 제조 및 기능성 평가 ○ 최적 제조조건 확립
		3) 경관조성 및 건강상품 소재 생산을 위한 재배작형 개발	30 %	○ 경관조성용 국화과 식물의 육묘 기술 개발 ○ 품질 및 생산성 향상을 위한 재배작형 및 기술 개발
3차년도	2008-2009	1) 경관조성용 우수 국화과 자원식물의 선발 및 새싹채소 상품화 기술 개발	35 %	○ 국화과 자원식물의 수집 및 특성 평가 ○ 새싹채소 상품화 기술 개발
		2) 국화과 식물을 이용한 건강상품 개발(II)	35 %	○ 침출차, 분말차, 환, 캔디 제조 및 기능성 평가 ○ 최적 제조조건 확립
		3) 경관조성 및 건강상품 소재 생산을 위한 재배작형 개발	30 %	○ 경관조성용 국화과 식물의 육묘 기술 개발 ○ 품질 및 생산성 향상을 위한 재배 작형 및 기술 개발
최종평가		1) 경관조성용 우수 국화과 자원식물의 선발 및 새싹채소 상품화 기술 개발	35 %	○ 국화과 자원식물의 수집 및 특성 평가 ○ 새싹채소 상품화 기술 개발
		2) 국화과 식물을 이용한 건강상품개발	35 %	○ 침출차, 분말차, 환, 캔디 제조 및 기능성 평가 ○ 최적 제조조건 확립
		3) 경관조성 및 건강상품 소재 생산을 위한 재배작형 개발	30 %	○ 경관조성용 국화과 식물의 육묘 기술 개발 ○ 품질 및 생산성 향상을 위한 재배 작형 및 기술 개발

제 2절 관련분야에의 기여도

- 국내외 유망한 국화과 식물들을 수집 보존함으로써 국화과 식물의 유전자원을 확보하였다.
- 경관농업에 적용하였을 때 단순한 관광산업으로서의 농업이 아니라, 경관농업에 사용된 식물 소재 일부 혹은 전부를 상품화 할 수 있는 기술을 개발하였다.
- 다양한 국화과 식물 종자로 새싹채소로 생산할 수 있는 기술을 개발하였다. 따라서 경관농업을 위하여 식재한 식물에서 수확한 종자 또는 종자로 재배한 새싹채소를 관광객 및 일반인들에게 판매하여 농가 소득을 증가시킬 수 있을 것으로 생각된다. 또한 새싹채소는 재배 방법이 간편하므로, 농촌의 인구의 고령화에 대비할 수 있는 새로운 소득작물이 될 것으로 기대된다.
- 생산된 다양한 새싹채소의 항산화성 등 기능성을 분석하여 건강 기능성 식품소재로써 가치를 과학적으로 구명하였다. 또한, 시판중인 새싹채소와 항산화효과를 비교하여 국화과 새싹채소의 우수한 건강 기능성 효과를 증명하였다. 따라서 차별화된 판매 전략으로 농가소득에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.
- 새싹채소의 재배 중 녹화처리와 같은 재배방법에 따른 항산화 효과 변화를 구명하였다. 따라서 과학적으로 건강 기능성 효과를 증가시킬 수 있는 재배 방법을 개발하였다.
- 다양한 국화과 식물의 꽃, 잎, 줄기 등 부위별 항산화 효과를 분석하여 항산화 효과가 우수한 식물을 선발하였다. 또한, 항산화 효과가 우수한 국화과 식물의 항산화 효과를 더욱 증가시킬 수 있는 추출방법 및 수확시기를 구명하였다. 따라서 본 연구에서 선발된 기능성 국화과 식물을 소재로 하여 다양한 건강 기능성 상품이 개발될 수 있을 것으로 생각된다.
- 일반적으로 자주 사용되는 환류냉각추출법 보다 초음파 수조를 이용한 초음파 추출이 45분 이내의 짧은 추출 시간 동안 항산화 효과가 더욱 우수한 추출물을 생산할 수 있다는 것을 확인하였다. 따라서 다양한 국화과 식물을 보다 효율적으로 추출하여 상품화 할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 본 연구를 통해 밝혀진 추출 용매와 추출 방법의 영향은 다른 식물의 항산화 연구에도 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.
- 국화과 식물을 이용하여 덩음 티백차, 분말차, 환 및 캔디 등을 가공하기 위한 제조 공정을 개발하였다. 또한, 제조 공정을 개발할 때 기존의 품질특성 뿐 아니라, 항산화 물질의 함량 및 항산화 활성을 구명하여 건강 기능성 식품 소재 개발을 위한 제조 공정을 개발하였다. 이를 통하여 국화과 식물의 식품학적 가치를 높이고 국화과 식물을 이용한 다양한 상품개발을 통한 새로운 수요 창출, 부가가치 향상 및 원예농가의 소득증대에 기여 할 것으로 사료된다.
- 또한, 국화과 식물의 건강 상품, 음료, 식·의약품 원료로의 개발에 의한 새로운 상품 생산 및 이용 확대를 통하여 국내 차 산업계의 시장 보호 및 국내에서 생산된 식물 원료 및 제조품의 해외수출이 기대된다.
- 자생 국화과 식물들의 모종 생산 및 유묘의 재배 방법을 체계적으로 구출하였다. 따라서 기존에 국화에 치중되어 있던 국화과 식물의 재배 방법을 보다 구체화하였으며, 이를 통하여 다양한 국화과 식물의 효율적인 생산이 가능할 것으로 생각된다. 또한, 본 연구에서 개발된 모종 생산 및 유묘 재배방법을 통하여 다수의 국화과 식물을 재배하는 농가 및 식물 생산기업체의 체계적인 육묘관리 및 경영에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

1. 특허출원

출원명: 기능성 감국, 산국, 구절초 분말차 및 이의 제조방법
(출원번호 : 10-2009-0035601)

2. 논문발표

게재 연도	논문명	저자			학술지명	Vol. (No.)	국내외 구분	SCI구분
		주저자	교신 저자	공동 저자				
2006	한국의 농업발전을 위한 자생식물 이용 방안	이철희			한국야생식물연구회지	4	국내	비SCI
2008	자생 쪽부쟁이속 식물 4종 추출물의 항산화 효과	우정향	이철희	정현상, 유정식, 장영득	한국자원식물학회지	21(1)	국내	학진등재 후보
2008	구절초와 남구절초의 항산화 효과에 미치는 수확시기의 영향	우정향	이철희		한국자원식물학회지	21(2)	국내	학진등재 후보
2008	덧음 시간에 따른 감국 (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.) 차의 이화학적 특성	유정식	정현상	우관식, 황인국, 장영득, 정정학, 이철희	한국식품과학회지	40(3)	국내	학진등재
2008	덧음 횟수에 따른 감국 (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.) 꽃차의 품질 특성	유정식	정현상	우관식, 황인국, 정정학, 이철희	한국식품영양과학회지	37(5)	국내	학진등재
2008	감국, 국화 및 구절초 꽃 휘발성 성분의 항산화 활성	우관식	정현상	유정식, 황인국, 이연리, 이철희, 윤향식, 이준수	한국식품영양과학회지	37(6)	국내	학진등재
2009	국화과 기생초, 각시취 및 저먼캐모마일 새싹채소의 발아, 재배 및 저장에 미치는 환경요인	이무열	이철희	신소림, 장영득	한국자원식물학회지	22(2) 게재 예정	국내	학진등재 후보
2009	인류의 생활 및 건강을 위한 기능성 소재로서의 자원식물의 가치 및 활용방안	신소림	이철희		한국자원식물학회지	22(4) 게재 예정	국내	학진등재 후보

계재 연도	논문명	저자			학술지명	Vol. (No.)	국내외 구분	SCI구분
		주저자	교신 저자	공동 저자				
2009	감국, 산국 및 구절초꽃 분말차의 항산화활성과 품질특성	이상훈	정현상	황인국 장영득 정정학 이철희	J. KOREAN SOC. FOOD SCI. NUTR.	심사 중	국제	SCOPUS
2009	감국, 산국, 및 구절초꽃으 로 제조한 캔디의 품질 특성	이상훈	정현상	황인국 장영득 정정학 이철희	J. KOREAN SOC. FOOD SCI. NUTR.	심사 중	국제	SCOPUS
2009	기생초와 각시취 새싹채소 의 항산화 효과에 미치 는 녹화처리 기간의 영 향	신소림	이철희	장영득 전아름	원예과학기 술지	심사 중	국내	SCI-e
2009	참취, 쯤개미취, 큰금계국 및 기생초 꽃의 추출방 법에 따른 항산화 활성 비교	우정향	이철희	신소림 장영득	한국자원 식물학회지	심사 중	국내	학진등재 후보
2009	우엉 새싹채소의 재배환경 구축 및 항산화 활성 탐 색	이무열	이철희	신소림 박선희 김나래 장영득	한국자원 식물학회지	심사 중	국내	학진등재 후보
2009	기생초 꽃의 조추출물 및 용매별 분획물의 생리활 성	우정향	이철희	정현상 장영득 신소림	원예과학기 술지	심사 중	국내	SCI-e
2009	남구절초와 코스모스 추출 물의 항산화 활성 증가 를 위한 적정 추출방법 개발	우정향	이철희	신소림 장영득	원예과학기 술지	심사 중	국내	SCI-e

3. 학술발표

- 우정향, 권수현, 김영중, 이철희. 2007. 몇 가지 국화과식물 꽃의 추출용매에 따른 항산화능 비교. 한국자원식물학회 2007 학술 심포지엄 자원식물의 산업과 연구성과 및 발전전략 p. 97.
- 우정향, 김영중, 이철희. 2007. 지질과산화에 대한 국화과 식물의 항산화 효과. 한국자원식물학회 2007 학술심포지엄 자원식물의 산업화 연구성과 및 발전전략 p. 98.
- 우정향, 이철희. 2007. 서양민들레 부위별 추출물의 항산화 효과. 한국원예학회 추계 학술발표대회 25(별2):115.
- 우정향, 이철희. 2007. 참취 지상부의 추출방법에 따른 항산화 효과. 한국원예학회 추계 학술발표대회 25(별2):39.
- 우정향, 이철희. 2007. Antioxidative effects of extracts obtained from ten compositae species. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 345.
- 우정향, 이철희. 2007. Correlation analysis of factors affecting antioxidative effect in 30

- Composita species. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 366.
- 우정향, 이철희. 2007. Effect of extraction materials and methods on antioxidative activity of *Aster maackii*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 346.
- 우정향, 이철희. 2007. Effect of extraction materials and methods on antioxidative activity of *Coreopsis lanceolata*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 348.
- 우정향, 이철희. 2007. Effect of extraction materials and methods on antioxidative activity of *Coreopsis tinctoria*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 345.
- 우정향, 이철희. 2007. Effect of extraction materials and methods on antioxidative activity of *Cosmos bipinnatus*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 348.
- 우정향, 이철희. 2007. Effect of extraction materials and methods on antioxidative activity of *Dendranthema zawadskii* var. *yezoense*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 346.
- 우정향, 이철희. 2007. Inhibitory activities on lipid peroxidation of flowers in fourteen Compositae species. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 347.
- 우정향, 장영득, 정현상, 정정학, 이철희. 2007. 국화과 식물 17종의 80% 에탄올 추출물의 항산화 효과 및 폴리페놀과 플라보노이드 함량. 한국원예학회 춘계학술발표대회 25(별1):153.
- 우정향, 장영득, 정현상, 정정학, 이철희. 2007. 국화과 식물 8종의 부위별 항산화 활성 및 생리활성물질 함량. 한국원예학회 춘계 학술발표 대회 25(별1):154.
- 우정향, 정현상, 유정식, 이철희. 2007. 국화과 식물 7종의 부위별 항산화활성 및 생리활성물질 함량. 한국자원식물학회 2007 학술심포지엄 자원식물의 산업화 연구성과 및 발전전략 p. 101.
- 우정향, 정현상, 유정식, 이철희. 2007. 기생초 꽃의 조추출물 및 용매별 분획물의 생리활성. 한국자원식물학회 2007 학술심포지엄 자원식물의 산업화 연구성과 및 발전전략 p. 100.
- 우정향, 정현상, 유정식, 이철희. 2007. Inhibitory activities on lipid peroxidation of leaves and aerial parts in sixteen Compositae species. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 347.
- 우정향, 정현상, 이철희. 2007. 열처리가 울릉미역취와 톱풀 어린잎의 항산화활성에 미치는 영향. 한국자원식물학회 2007 학술심포지엄 자원식물의 산업화 연구성과 및 발전전략 p. 99.
- 우정향, 정현상, 이철희. 2007. 항산화 효과에 미치는 구절초와 남구절초 지상부 수확시기의 영향. 한국원예학회 추계 학술발표대회 25(별2):115.
- 이무열, 신소림, 이철희. 2007. Several factors affecting sprout vegetables production of *Achillea alpina*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 365.
- 이무열, 신소림, 이철희. 2007. Several factors affecting sprout vegetables production of *Aster hayatae*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 356.
- 이무열, 신소림, 이철희. 2007. Several factors affecting sprout vegetables production of *Aster incisus*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 351.
- 이무열, 신소림, 이철희. 2007. Several factors affecting sprout vegetables production of *Aster yomena*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 363.
- 이무열, 신소림, 이철희. 2007. Several factors affecting sprout vegetables production of *Carpesium abrotanoides*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 357.
- 이무열, 신소림, 이철희. 2007. Several factors affecting sprout vegetables production of *Dendranthema boreale*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 361.

- 이무열, 신소림, 이철희. 2007. Several factors affecting sprout vegetables production of *Dendranthema indicum*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 352.
- 이무열, 신소림, 이철희. 2007. Several factors affecting sprout vegetables production of *Dendranthema izqwadskii* var. *latilobum*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 354.
- 이무열, 신소림, 이철희. Several factors affecting sprout vegetables production of *Coreopsis drummondii*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 354.
- 이무열, 신소림, 장현진, 이철희. 2007. Several factors affecting production of sprout vegetables using *Coreopsis tinctoria*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 355.
- 이무열, 신소림, 장현진, 이철희. 2007. Several factors affecting sprout vegetables production of *Arctium lappa*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 363.
- 이무열, 신소림, 장현진, 이철희. 2007. Several factors affecting sprout vegetables production of *Saussurea pulchella*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 352.
- 이무열, 신소림, 장현진, 이철희. Several factors affecting sprout vegetables production of *Mantricularia recutica*. 한국자원식물학회 공동국제심포지엄 p. 365.
- 이무열, 장영득, 정정학, 정현상, 이철희. 2007. 4종의 국화과 식물 새싹채소의 길이생장에 미치는 온도의 영향. 한국자원식물학회 2007 학술심포지엄 자원식물 산업화 연구성과 및 발전전략 p. 148.
- 이무열, 장영득, 정정학, 정현상, 이철희. 2007. 9종 국화과 식물 새싹채소의 종자발아와 길이생장에 미치는 온도 및 광의 영향. 한국원예학회 춘계 학술발표대회 25(별1):62.
- 장현진, 이무열, 장영득, 정정학, 정현상, 이철희. 2007. 7종의 국화과 식물 새싹채소의 종자발아와 길이생장에 미치는 온도 및 광의 영향. 한국원예학회 춘계 학술발표대회 25(별1):62.
- 유정식, 황인국, 우관식, 우정향, 이철희, 정현상. 2007. 뒤음 횡수에 따른 국화차의 이화학적 특성. 2007 International Symposium and Annual Meeting, Metabolic Syndrome and Functional Foods, 한국식품영양과학회 p. 212-213.
- 유정식, 우관식, 윤향식, 정현상. 2007. Aroma profile and Antioxidative Activity of Volatile Compounds for Compositae Plants. 한국식품과학회 74차 학술발표회 p. 260.
- 이철희, 박선희, 김나래, 장영득. 2008. 우영 새싹채소의 녹화처리 기간에 따른 항산화 활성의 변화. 한국자원식물학회. 2008 심포지엄 및 추계학술발표대회 p. 133.
- 이철희, 김나래, 박선희, 조주성, 장영득. 2008. 국화과 식물 3종 새싹채소의 항산화 활성 탐색. 한국자원식물학회. 2008 심포지엄 및 추계학술발표대회 p. 134.
- 이철희, 신소림, 장영득, 전아름, 이남욱. 2008. 녹화 처리기간에 따른 기생초와 각시취 새싹채소의 항산화 효과 변화. 2008 원예과학기술지 26(별):117.
- So Lim Shin, Seol Hee Baek, Na Rae Kim, Young Deug Chang 2008 Difference of Antioxidant Activity, Total Polyphenol and Flavonoid Contents of *Taraxacum coreanum* and *T. officinale*. 한국자원식물학회. 2008 심포지엄 및 추계학술발표대회 p. 124.
- 김나래, 신소림, 이철희. 2009. 국화과 기생초, 각시취, 우영 새싹채소의 녹화처리에 따른 지질 과산화 억제 활성. 한국 원예학회 춘계 학술발표회 27(별1).
- 신소림, 장영득, 이철희. 2009. 몇 가지 국화과 새싹채소의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성 분석. 한국 자원식물학회 춘계 학술발표회 발표초록 제출.

- 신소림, 장영득, 이철희. 2009. 우영과 치커리 새싹채소와 어린 잎 채소의 항산화 효과 비교. 한국 자원식물학회 춘계 학술발표회 발표초록 제출.
- 주영규, 조주성, 장영득, 이철희. 2009. 경관농업에 활용가능한 감국 78계통의 생육 및 개화특성 평가. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 주영규, 조주성, 장영득, 이철희. 2009. 경관농업에 활용가능한 구절초 35계통의 생육 및 개화특성 평가. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 주영규, 조주성, 장영득, 이철희. 2009. 경관농업에 활용가능한 국화과 식물 10종의 생육 및 개화특성 평가. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 전아름, 장영득, 이철희. 2009. 해바라기와 코스모스 새싹채소시 종자발아와 길이생장에 미치는 온도 및 광의 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 경관농업에 적용가능한 감국의 파종량 및 파종시기가 뗏장형성에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 경관농업에 적용가능한 구절초의 파종량 및 파종시기가 뗏장형성에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 경관농업에 적용가능한 톱풀의 파종량 및 파종시기가 뗏장형성에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 경관농업에 적용가능한 참취의 파종량 및 파종시기가 뗏장형성에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 경관농업에 적용가능한 벌개미취의 파종량 및 파종시기가 뗏장형성에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 경관농업에 적용가능한 섬쑥부쟁이의 파종량 및 파종시기가 뗏장형성에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 경관농업에 적용가능한 울릉국화의 파종량 및 파종시기가 뗏장형성에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 감국의 플러그셀 크기 및 육묘기간이 묘소질에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 구절초의 플러그셀 크기 및 육묘기간이 묘소질에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. Aster속 식물 3종의 플러그셀 크기 및 육묘기간이 묘소질에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 섬쑥부쟁이와 울릉국화의 플러그셀 크기 및 육묘기간이 묘소질에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 국화과 식물 7종의 삼목시기가 발근에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 감국과 구절초의 삼목용토가 발근에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 까실쑥부쟁이, 벌개미취, 톱풀의 삼목용토가 발근에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 섬쑥부쟁이와 울릉국화의 삼목용토가 발근에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.

- 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 국화과 식물 7종의 ethephon 처리가 동지아 발생에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 조주성, 주영규, 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 경관농업 적용을 위한 감국, 구절초, 톱풀의 재식거리가 생육 및 생산성에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 조주성, 주영규, 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 경관농업 적용을 위한 감국, 구절초, 톱풀의 정식시기가 생육 및 생산성에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 조주성, 주영규, 장영득, 정정학, 이철희. 2009. 경관농업 적용을 위한 감국, 구절초의 예초처리가 생육 및 생산성에 미치는 영향. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 이슬기, 신소림, 이철희. 2009. 물과 메탄올을 용매로 한 56종 자원식물 추출물의 *Escherichia coli* 억제활성. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 이슬기, 신소림, 이철희. 2009. 물과 메탄올을 용매로 한 56종 자원식물 추출물의 *Bacillus subtilis* 억제활성. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 이슬기, 박경희, 이철희. 2009. 물과 메탄올을 용매로 한 56종 자원식물 추출물의 *Lactobacillus plantarum* 억제활성. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.
- 이슬기, 장영득, 이철희. 2009. 물과 메탄올을 용매로 한 56종 자원식물 추출물의 *Leuconostoc mesenteroides* 억제활성. 한국자원식물학회 춘계학술발표회 발표초록 제출.

4. 교육 및 지도활용 내역

- 이철희. 2006.06.30. 자원식물의 중요성 및 보존원의 필요성. 한국자원식물보존원 창립기념 심포지엄 ‘자원식물의 보존과 관리’[주최 : 한국자원식물보존원, 한국자원식물학회, (사)한국환경복원녹화기술학회, (사)한국식물원·수목원협회, (사)한국야생식물연구회]. 충북대학교.
- 이철희. 2007.12.28. 자원식물을 이용한 농촌 관광산업의 계획 및 발전방안. 자원식물을 이용한 새로운 소득원 개발 심포지엄 [주최 : 충청남도산림환경연구소]. 산림박물관
- 이철희. 2008.04.04. 새로운 농촌 패러다임 구축을 위한 경관농업 개발. 2008 바이오 농업 심포지엄 - 새로운 농촌 패러다임 구축을 위한 경관농업 [주최 : 바이오농업전문인력양성사업단, 농업명품도 충북포럼, 한국자원식물학회]. 충북대학교
- 이철희. 2008.06.26. 식물자원을 이용한 지역소득화 방안. 매포읍 환경개선 및 지역소득향상을 위한 심포지엄[주관 : 단양군 매포읍 G2G연구회]. 매포읍 여성발전센터
- 이철희. 2008.07.16. 농업의 경쟁력 강화를 위한 경관농업 활용. 경관농업 활성화 방안 세미나 [주최 : 전북농업기술원 농산식품연구과]. 전북농업기술원.

5. 기타 활용실적(단행본 발간)

- 임상철, 권순태, 이철희. 2008. 생활 속의 식물 이야기. 우리인쇄기획.
- 이철희 외 9명. 녹색성장을 위한 농촌진흥공무원 전문교육 교재 ‘야생화 재배’. 농촌진흥청
- 이철희 외 18명. 2008. 식용화훼 생산 및 가공. 도서출판 청룡.

6. 인력지원 성과

	지원 총인 원	지원 대상 (학위별, 취득자)				성별		지역별		
		박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	대전	기타지역
계	15	1	9	5		8	7			15

7. 산업화 계획

충남 서천 소재의 천방농산과 국화과 식물을 이용한 경관농업 적용에 대해 기술 지도를 실시하였고 기술이전을 적극적으로 검토하고 있음

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

최근 도심의 복잡한 생활과 인공 조형물로 둘러 쌓인 생활에 지친 도시민들이 자연의 중요성을 크게 느끼면서 전 세계에서 자연주의 운동이 불고 있다. 특히 건강과 환경에 관한 관심이 증가되면서 잘 사는 방법인 웰빙(well-being)을 넘어서 건강과 환경이 결합된 로하스(Lohas: Lifestyle Of Health And Sustainability)를 추구하는 사람들이 늘어났다. 따라서 유럽, 일본 등 다양한 나라에서는 자연을 체험하기 위한 관광 형태가 증가되고 있으며, 이에 부응하여 경관농업이 활성화 되고 있다.

가까운 일본의 경우 돗토리현에 하나카이로는 나리와 식물들을 중심으로 경관농업을 조성하였는데, 차별화된 관광요건으로 인하여 매년 50만명 이상이 방문하는 것으로 알려져 있으며, 2002년에는 104,548천엔의 흑자를 남길 정도로 높은 관광 수입이 높다. 또한 우리나라에도 잘 알려진 샤프르 후라노시에 위치한 팜 도미타(Farm tomita)는 라벤더 등 다양한 허브를 중심으로 경관을 조성한 관광지로 매년 100만명 이상이 방문하는 것으로 알려져 있다. 팜 도미타는 아름답게 식재된 허브도 유명하지만 팜 도미타에 식재된 허브를 이용한 식품, 차, 미용용품 등 다양한 생활용품 등의 가공품 또한 판매량이 높다. 또한 인근 유바리의 메론 또한 팜 도미타의 관광객에 의하여 많이 판매되고 있다. 따라서 팜 도미타는 1차 산업인 농업을 활용하여 2, 3차 산업까지 개발한 성공적인 경관농업으로 많은 경관농업의 롤모델이 되고 있다.

프랑스, 영국 등 유럽에서는 휴가철이나 주말에는 농어촌에서 자연을 느끼고 체험하는 green amenities가 활성화 되어 있다. 특히 유럽에서는 직접 농촌 생활을 체험하는 farm stay가 활성화되어 있으며, 농가 소득의 30% 정도가 farm stay에서 이루어질 정도라고 한다. 특히 사람들이 좋아하는 관광요소를 마구잡이로 결합시키기 보다는 원래 농촌마을의 풍경, 문화, 전통 식품을 잘 살려 각 지역의 고유 특색을 살린 농촌 체험이 매우 활성화되어 있으며 자국의 도시민은 물론 해외 관광객까지 왕성하게 유치하고 있다.

프랑스와 일본에서는 허브, 나리, 꽃창포 등 원예 작물을 이용한 경관 농업지를 조성하면서, 농민이 중심이 되어 경관 농업지의 식물을 관리하고 수확물의 가공 산업을 활성화 시켜 성공적인 경관 농업을 유지하는 성공적인 사례가 많다. 그러나, 우리나라의 경우 고양꽃박람회나 안면도꽃박람회처럼 일회성 관광으로 그치는 경우가 많고 식물과 산업이 연계하여 소득을 올리는 경우는 거의 없다. 특히 경관농업을 도입하더라도 산업체 또는 지자체의 수익만 증가하고 농민에게는 별 다른 이익이 없는 경우가 많다. 또한 농가 소득 증대를 위한 경관농업의 개발에 관한 연구도 활성화 되지 않았다. 경관 농업에 대한 국내의 연구는 한국농촌공사에서 실시하는 농촌경관평가, 한국환경정책·평가연구원에서 실시하는 자연환경 경관평가분야 정도이다. 인근 중국에서는 넓은 국토에 많은 문화 환경보존지역이 존재하므로 이들에 대해 경관농업 및 관광 산업을 연계시키려는 노력이 많이 되고 있다(Liu and Pu. 2004; Li et al., 2005). 그러나 최근 우리나라에서도 농촌 어메니티에 관한 관심이 급증하면서 각 시·도·군의 농촌기술센터 등에서 농촌 자원을 이용한 경관산업에 관한 연구가 점차 활성화 되고 있으므로, 풍부한 연구결과를 기반으로 한 다양한 농촌 경관산업이 개발될 것으로 기대된다.

경관농업은 일차적으로 자연적 환경과 인공적 요소가 결합하여 관광 가치가 높아야 한다. 그러나, 주변 환경을 아름답게 꾸민 단순한 눈요기에 그치지 않고 방문객들이 직접 체험 관광지의 독특한 문화 활동을 체험할 수 있거나, 그 곳에서만 즐길 수 있는 레저·휴양시설이 갖춰

져 있어야 한다. 이때 가장 중요한 것은 각 관광지의 고유한 특색을 살려야 한다는 것이다. 또한, 경관농업으로 얻어진 농산물을 지역 내에서 산업화 시키거나, 지역산업과 연계하여 지역이 발전할 수 있는 형태가 되어야 한다. 지금까지 우리나라의 경관산업은 농민 보다는 지자체 또는 산업체가 중심이 되었으며, 각 지역의 특색을 살리기 보다는 성공적인 경관농업 사례를 그대로 도입한 경우가 많았다. 그러나, 해외의 성공적인 경관농업의 형태를 분석한 결과, 경관농업이 성공하기 위해서는 식물을 직접 생산하는 농민이 주체가 되어야 하며, 식물을 이용한 가공품 생산에도 농민이 직접 참여하는 것이 농민 소득 증가 및 동기 부여에도 좋은 것으로 생각되었다. 또한, 경관농업이 효과적으로 운영되려면 모범 사례를 따르는 것도 좋지만 각 지역의 향토문화를 살려 시행해야 하며, 특유의 향토문화와 식물자원을 적절히 조화하여 경관농업을 시행할 때는 내국인은 물론 외국인의 유치에도 효과적인 것으로 판단되었다. 또한, 성공적인 경관농업이 시행되면, 경관농업지 내에서 생산한 식물 및 가공품의 판매율이 높아질 뿐 아니라, 관광객의 입소문을 통하여 지역의 이미지가 향상되어 인근 지역의 특산물 판매도 증가할 수 있다. 따라서 경관 농업은 인근 지역의 소득까지 증가시켜 지역 경제 활성화로 이어질 수 있다.

경관농업을 통해 생산된 식물은 다양한 생활용품으로 가공될 수 있지만, 그 중에서 생산하기 쉽고 수요가 높은 가공품 중 하나가 차(茶)이다. 현재 중국 및 일본에서 유통되고 있는 차 음료로는 한약재 부류 보건차로 은행차(银杏茶), 영지차(灵芝茶), 구기자차(枸杞茶), 국화차(菊花茶), 동릉초차(冬凌草速溶茶), 동충하초차(冬虫夏草速溶茶), 알로에차(芦荟茶) 등이 주종을 이루고 있다. 특히 경제 수준이 향상되어 기호식품의 소비가 늘어나면서 전 세계적으로 다류 시장이 커지고 있으며, 특히 경제 성장이 빠른 속도로 이루어지고 있는 중국에서는 차음료의 연가 소비 증가량이 100%에 도달할 정도이며, 앞으로도 증가세가 지속될 것으로 예상된다. 특히, 건강에 관한 관심이 높아지면서 맛과 향이 좋으면서 건강에도 도움이 되는 기능성 차(茶)의 판매량이 급증하고 있다.

유럽에서 많이 음용되고 있는 카모마일(chamomile)차는 국화과 식물인 카모마일 꽃을 이용한 대표적인 국화차이다. 카모마일 차는 숙면, 감기 예방, 스트레스 해소 등의 기능이 있는 것으로 알려져 예로부터 건강 보조용 차로써 애용되었다. 또한, 최근에는 카모마일의 항당뇨, 항산화 등 다양한 기능성이 과학적으로 밝혀지고 있다.

최근 기능성 천연 식품의 수요 확산과 더불어 일부 재배 및 야생 국화 등을 소재로 국화차를 만들어 시판 음용하는 사례가 늘어나고 있다. 국화차를 기능성 건강식품으로 이용하기 위해서는 품질평가를 위한 단백질, 지방 등의 영양소 함량, 유용 기능성 물질의 함량, 항산화능 등 유용 기능성 활성 등이 분석되어야 하지만 사실 이에 대한 연구는 미비한 실정이다.

건강 기능성 차류의 기능성 성분에 대한 국외 연구로서 Dunja Horz'ic 등 (2009)이 중국, 일본, 인도네시아, 크로아티아 등의 나라에서 시판되고 있는 대표적인 차를 우려내 polyphenol 함량 및 methylxanthines 함량에 관하여 비교 분석하였고, Nanci P. Povh 등 (2001)은 국화과 식물로부터 기능성 oil 및 함유 수지를 초임계유체 추출을 이용하여 추출한 사례가 있다. 또한, 차 소비량이 많은 태국과 중국에서는 다양한 차 제품의 기능성을 연구하였는데, Tzung-Hsun Tsai 등 (2008)이 녹차와 허브차의 항균활성(Anti-streptococcal activity) 및 항산화 성분을 비교한 결과, 허브차의 종류 별로 항균활성 및 항산화 활성 다양한 것으로 나타났다.

그 외에도 해외에서 국화과 식물의 다양한 기능성 연구가 왕성하게 이루어졌다. Zhu

Shunying 등 (2005)은 국화과 식물의 정유 성분을 GC/MS를 이용하여 분석한 결과 항균활성이 우수한 1,8-cineole, camphor, borneol and bornyl acetate 등이 함유되어 있다는 것을 보고하였다. 또한 국화과 식물의 다양한 항산화 효과도 많이 연구 되었는데, Ng 등(2003)은 국화과 *Aster tataricus*가 항산화 활성이 매우 높다는 것을 발표하였으며, Pukalskas 등(2002)은 쑥국화 추출물이 항산화 활성이 높다고 발표하였다. 국화과 식물의 기능성연구에 관한 해외 연구 동향을 분석한 결과, 국외에서도 국화과 식물들의 기능성 분석이 활발하게 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 그러나, 국화과 기능성 연구는 국외 보다는 국내에서 왕성하였다. 이는 국내에도 다양한 국화과 식물이 자생하며, 우리나라에서는 오랫동안 국화과 다수의 식물이 민간 및 한방에서 약재로 사용되었기 때문에 그에 대한 연구가 활발한 것으로 생각되었다.

국화과 식물 종자의 발아율을 개선하기 위한 연구는 *Callistephus chinensis*와 *Chrysanthemum cinerifolium*(Kalappa와 Kempegowda, 1994), *Aster pilosus*,(Barnhill 등, 1983), *Aster* Cv. Kamini(Doddagoudar, 2004) 등에서 시행되었으나, 국화과의 종자를 발아시켜 새싹채소로 이용하기 위한 연구는 국외에서는 찾아볼 수 없었다. 따라서 국화과 새싹채소의 기능성 식품으로써의 이용 가치 및 재배 방법에 관한 연구는 독창적이며, 국내의 연구결과를 해외도 알릴 필요가 있다고 생각되었다.

한편, 국화과 식물의 재배에 관한 연구는 국내는 물론 국외에서도 왕성하지 않았다. 이는 대부분의 국화과 식물이 야생에서 자라고 있으며, 주로 재배되는 절화용 소재는 이미 오랫동안 경험적으로 재배 작형이 알려져 있기 때문으로 생각되었다. 그러나 본 연구 결과, 종에 따라 적합한 재배 작형이 각기 다르므로 다양한 국화과 식물의 종에 따른 재배 작형에 관한 연구가 수행될 필요가 있는 것으로 생각되었다.

제 7 장 참고문헌

- Association of official analytical chemists. 1990. Arlington 868, 931, 932.
- Azuma, K., M. Nakayama, M. Koshioka, K. Ippoushi, Y. Yamaguchi, K. Kohata, Y. Yamauchi, H. Ito, and H. Higashio. 1999. Phenolic antioxidants from the leaves of *Corchorus olitorius* L.. J. Agric. Food Chem. 47:3963–3966.
- Baik, J.A., S.W. Kang, A.R. Roh, M.Y. Yoon, and C.H. Pak. 2000. Effect of light, temperature, GA₃ and KNO₃ treatments on the seed germination of *Chrysanthemum boreale*. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 18(2):218.
- Bang, M.H., D.H. Kim, J.S. Yoo, D.Y. Lee, M.C. Song, H.J. Yang, T.S. Jeong, K.T. Lee, M.S. Choi, H.G. Chung and N.I. Baek. 2005. Development of biologically active compounds from edible plant sources XIV. Isolation and identification of flavonoids from the aerial parts of Sajabalssuk (*Artemisia herba*). J. Kor. Soc. Appl. Biol. Chem. 48: 418–420.
- Barnhill, M.A, M. Cunningham. R.E. Jr. Farmer Jr. 1983. Germination strategies in *Aster pilosus*, *Eupatorium serotinum* and *Solidago altissima* and their relation to revegetation systems. Reclamation & revegetation RE. 2:25–30.
- Bektas, T., D. Dimitra, S. Atalay, S. Munevver, and P. Moschos. 2005. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and various extracts of *Salvia tomentosa* Miller (Lamiaceae). Food Chem. 90: 333–340.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 26:1198–1204.
- Cha, B.C., E.H. Lee, and M.A. Noh. 2005. Antioxidative active of *Spatholobus suberectus* Dunn. Kor. J. Pharmacogn. 36:50–55.
- Chang, H.K. 1995. Soybean sprout. Natl. Nutr. 9:30–32.
- Chen, L.H., C.E. Well, and J.R. Fordham. 1975. Carbohydrate analysis, A practical approach. IRL press, Oxford p. 23.
- Chi, H.Y., K.H. Kim, W.S. Kong, S.L. Kim, J.A. Kim. I.M. Chung, and J.T. Kim. 2005. Antioxidant activity and total phenolic compounds of *P. eryngii* spp. extracts. Kor. J. Crop Sci. 50:216–219.
- Cho, Y.H., B.C. Lee, J.H. Kim, J.H. Kim, H.B. Pyo, Y.H. Zhang, and H.D. Park. 2005b. Effect of *Artemisia anomala* S. Moore on antioxidant activity and melanogenesis. Kor. J. Pharmacogn. 36:273–277.
- Choi, B.H., B.H. Hong, K.H. Kang, J.K. Kim, and S.H. Kin. 1996. Sinje seed learning. Hyangmunsa, Seoul.
- Choi, S.D., Y.H. Kim, S.H. Nam, M.Y. Son, and J.H. Choi. 2003. Changes in major taste components of soybean sprout germinated with extract of Korean panax ginseng. Kor. J. Life Sci. 13:273–279.
- Choi, S.Y., S.H. Lim, J.S. Kim, T.Y. Ha, S.R. Kim, K.S. Kang, and I.K. Hwang. 2005a.

- Evaluation of the estrogenic and antioxidant activity of some edible and medicinal plants. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 37:549–556.
- Choi, U., D.H. Shin, Y.S. Chang, and J.I. Shin. 1992. Screening of natural antioxidant from plant and their antioxidative effect. *Kor. J. Food Sci. Tech.* 24:142–148.
- Choi, Y., M.H. Kim, J.J. Shin, J.M. Park, and J. Lee. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32:723–727.
- Choi, Y.M., B.H. Chung, J.S. Lee, and Y.G. Cho. 2006. The antioxidant activities of *Artemisia* spp. collections. *Kor. J. Crop Sci.* 51:209–214.
- Chun, H.J., W.H. Choi, S.H. Baek, and W.H. Woo. 2002. Effect of quercetin on melanogenesis in melan-a melanocyte cells. *Kor. J. Pharmacogn.* 33:245–251.
- Chung, H.S., J.H. Hong, and K.S. Youn. 2005. Quality characteristics of granule prepared by protein-bound polysaccharide isolated from *Agaricus blazei* and selected forming agent. *Korean J. Food Preserv.* 12(3):247–251.
- Chung, H.S., K.J. Kim, and S.Y. Kwang. 2006. Effects of roasting temperature on phytochemical properties of Job's tears (*Coix lachrymajobi* L. var *mayeun*) powder and extracts. *Korean J. Food Preserv.* 13:477–482.
- Decker, E.A. 1995. The role of phenolics, conjugated linoleic acid, camosine and pyrrolquinone as nonessential dietary antioxidants. *Nutri. Rev.* 53:49–58.
- Dewnto, V., W. Xianzhong, and R.H. Liu. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 50:4959–4964.
- Duval, B. and K. Shetty. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J Food. Biochem.* 25:361–377.
- Editorial department of Dusan Dong-a. 2002. *Dusan Encyclopedia*. Dusan dong-a Publishing Co., Ltd., Seoul.
- Eom, J.N. and J.D. Kim. 2004. An empirical study on the oriental herbal cosmetic purchase behavior in women in the Metropolitan area. *J. Soc. Cosmet. Sci. Kor.* 30:93–102.
- Formell, A., J. Bimbenet, and Y. Almin. 1980. Experimental study and modellization for air drying of vegetable products. *Lebensm Wiss. U. Technol.* 14:96–100.
- Hah, D.S., C.H. Kim, G.S. Kim, E.G. Kim, and J.S. Kim. 2005. Antioxidative effects of traditional medicinal plants in lipid peroxidation. *Kor. J. Vet. Res.* 45:341–350.
- Ham S.S., D.H. Oh, J.K. Hong, and J.H. Lee. 1997. Antimutagenic effects of juices from edible Korean wild herbs. *J. Food Sci. Nutr.* 2:155–161.
- Han, J.H., H.K. Moon, J.K. Kim, G.Y. Kim, and W.W. Kang. 2003a. Changes in chemical composition of radish bud (*Raphanus sativus* L.) during growth stage. *Kor. J. Soc. Food Cookery Sci.* 19:596–602.
- Han, J.H., H.K. Moon, J.K. Kim, G.Y. Kim, and W.W. Kang. 2003b. Effect of physiological activity in extract of radish sprout. *Kor. J. Food Preserv.* 11:98.
- Han, S.H., N.R.Y. Woo, S.D. Lee, and M.H. Kang. 2006. Antioxidative and antibacterial activities of endemic plants extracts in Korea. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 14:49–55.

- Han, S.M. 2005. Studies on the functional components and cooking aptitude for medicinal tea of *Chrysanthemum indicum* L. PhD thesis, Sejong University, Seoul, Korea.
- Han, W.S. 2003. Isolation and structure elucidation of radical scavengers from *Chrysanthemum boreale* Makino. Kor. J. Med. Crop Sci. 11:1–4.
- Haraguchi H., K. Hashimoto, and A. Yagi. 1992. Antioxidative substances in leaves of *Polygonum hydropiper*. J. Agric. Food Chem. 40:1349–1351.
- Heo, C., N.Y. Kim, H.P. Kim, and M.Y. Heo. 2005. Antioxidant activity of vegetables or fruits extract in Mice. J. Pharm. Soc. Kor. 49:249–254.
- Hofsten, B. 1979. Legume sprout as a protein and other nutrients. J. Am. Oil Chem. Soc. 56:382–392.
- Hong Y.P. and I.S. Han. 1987. Effect of seeding date and growth regulator treatments on the growth and flowering of *Callistephus chinensis*, *Aster yomena*, *Chrysanthemum indicum*, and *C. boreale*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 5(supple. 1):150~151.
- Hong, M.J., G.D. Lee, H.K. Kim, and J.H. Kwon. 1998. Change in functional and sensory properties of Chicory roots induced by roasting processes. Korean J. Food Sci. Technol. 30:413–418.
- Hwang, E.Y. Y.H. Kong, Y.C. Lee, Y.C. Kim, K.M. Yoo, Y.O. Jo, and S.Y. Choi. 2006. Comparison of phenolic compounds contents between white and red ginseng and their inhibitory effect on melanin biosynthesis. J. Ginseng Res. 30:82–87.
- Hwang, S.H., J.H. Hong, Y.J. Jeong, and K.S. Youn. 2002. Effects of the proportions of wall materials on the characteristics of spray dried vinegar. Korean Journal of Food Preservation. 9(2):189–193.
- Jeong, C.H. 2007. Study of growth character and storage for functional sprout vegetables. MS. Thesis, Gangwon Natl. Univ. Chuncheon.
- Jeong, J.A., S.H. Kwon, and C.H. Lee. 2007a. Screening for antioxidative activities of extracts from aerial and underground part of some edible and medicinal ferns. Kor. J. Plant Res. 20:185–192.
- Jeong, J.A., S.H. Kwon, Y.J. Kim, C.S. Shin, and C.H. Lee. 2007b. Investigation of antioxidative and tyrosinase inhibitory activities of the seed extracts. Kor. J. Plant. Res. 20:177–184.
- Jo, K.H., Pae Y.R., E.J. Yang, E.J. Park, and S.J. Ma. 2006. Major constituents and bioactivities of tea products by various manufacturing. Korean J. Food Preserv. 13:596–602.
- Joung, H.S., 1995. A study on the sensory Quality of Ssooksulgis added with different ratio of glutinous rice and mugworts. J. east Asi. Soc. Diet. Life. 5(2):73–78.
- Kalappa, V., H. Kempegowda. 1994. Effect of Seed Priming on Germination and Seedling Vigour in Aster (*Callistephus chinensis*) and Chrysanthemum (*chrysanthemum cinnererifolium*). Floriculture: technol., trades, and trends: 195–197.
- Kameyama, K., T. Takemura, Y. Hamada, C. Sakai, S. Kondoh, S. Nishiyama, K. Urabe,

- and V.J. Hearing. 1993. Pigment production in murine melanoma cells is regulated by tyrosinase, tyrosinase-related protein 1 (TRP1), DOPAchrome tautomerase (TRP2), and amelanogenic inhibitor. *J. Invest. Dermatol.* 100:126–131.
- Kang, C.H. and D.H. Kim. 2000. Effect of prechilling and alternating temperature on seed germination of native plants. *Kor. J. Plant Res.* 13: 202–207.
- Kang, J.H., Y.J. Cho, B.S. Jeon, S.Y. Yoon, S.H. Jeon, and H.K. Kim. 2004. Effect of benzyladenopurine concentration on growth and morphology of soybean sprouts and comparison with selling products. *Kor. J. Plant Res.* 17:94–101.
- Kang, M.H., M.K. Oh, J.K. Bang, D.H. Kim, C.H. Kang, and B.H. Lee. 2002. Varietal difference of lignan contents and fatty acids composition in Korean sesame cultivars. *Kor. J. Crop Sci.* 45:203–206.
- Kaufman, R.J. 1991. Vectors used for expression in mammalian cell. *Meth. Enzymol.* 205:87–92.
- Kays, S.J. 1991. Postharvest physiology of perishable plant product. AVI. New York, USA p. 532.
- Kim H.K., Y.J. Kwon, Y.E. Kim, and B. Nahmgung. 2004. Changes of total polyphenol content and antioxidant activity of *Aster scaber* Thunb extracts with different microwave-assisted extraction conditions. *Kor. J. Food Preserv.* 11:88–93.
- Kim, C.M., J.C. Choi, and S.K. Oh. 1980. Chemical change of onajor tea c constituents during tea manufacture. *Korean J. Food Nutr.* 12:99–104.
- Kim, C.S. 1980. Study on the seed germination and salt tolerance of plants in reclaimed salt area. *J. Plant Biol.* 23:27–33.
- Kim, E.J., K.I. Lee, and K.Y. Park. 2002. Quantity analysis of nutrients in soybean sprouts cultured with germanium. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 31:1150–1154.
- Kim, E.Y., I.H. Baek, J.H. Kim, S.R. Kim, and M.R. Rhyu. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 36:333–338.
- Kim, H.J, J.Y. Cha, M.L. Choi, and Y.S. Cho. 2000. Antioxidative activities by water-soluble extracts of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata*. *J. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 43:148–152.
- Kim, I.S., S.H. Han, and K.W. Han. 1997. Study in the chemical change of amino acid and vitamin of rapeseed during germination. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 26:1058–1062.
- Kim, J.K., W.S. Cha, J.H. Park, S.L. Oh, Y.J. Cho, S.S. Chun, and C. Choi. 1997. Inhibition effect against tyrosinase of condensed tannins from Korean green tea. *Kor. J. Food Sci. Tech.* 29:173–177.
- Kim, J.T. 1996. The Scientific and alture of tea plant. Bolim printing Co., Seoul, Korea. 12–25.
- Kim, K.S., C.G. Park, and J.K. Bang. 2003. Varietal and yearly differences of lignan contents in fruits of collected lines of *Schizandra chinensis* Baillon. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 11:71–75.

- Kim, K.S., S.Y. Jung, J.G. Chung, and M.K. Shin. 2006. Antioxidative and amylase activity of soybean sprouts by treatment of green tea water extract. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 8:447–452.
- Kim, S.H., H.G. Chung, Y.S. Jang, Y.K. Park, H.S. Park, and S.C. Kim. 2005. Characteristics and screening of antioxidative activity for the fruit by *Rubus coreanus* Miq. clones. *J. Kor. For. Soc.* 94:11–15.
- Kim, W.J. and K.H. Ku. 1994. Optimization of heating and addition of water, oil and dextrin for uncompressed SPI tofu preparation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26:37–43.
- Kim, W.J., N.M. Kim, and H.S. Sung. 1984. Effects of germination on phytic acid and soluble minerals in soymilk. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 16: 358–362.
- Kim, Y.S., J.H. Lee, M.N. Kim, W.G. Lee, J.O. Kim. 1994. Volatile flavor composition from raw mugwort leaves and parched mugwort tea. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23(2):261–267.
- Koh, W.S. and Y.B. Lee. 1999. The effects of ultrasonic irradiation on germination of mung bean. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* 18:153–159.
- Kwak, Y.J., H.J. Chun, and J.S. Kim. 1998. Chlorophyll, mineral contents and SOD-like activities of leeks harvested at different times. *Kor. J. Soc. Food Sci.* 14:141–146.
- Labuza, T.P. 1971. Kinetic of lipid oxidation in foods. *CRC Crit. Rev. Food Technol.* 2: 335–405.
- Laskin, J.D. and L.A. Piccinini. 1986. Tyrosinase isozyme heterogeneity in differentiating B16/C3 melanoma. *J. Biol. Chem.* 261:16626–16635.
- Lee T.B. 2003. *Coloured Flora of Korea*. Hwangmunsa. Seoul.
- Lee, G.Y., E.M. Kim, and S.J. Woo. 1996. Changes in the contents and composition of dietary fiber during the growth of soybean sprout. *Kor. J. Nutr.* 29:1142–1149.
- Lee, J.M., K.S. Shin, and H.J. Lee. 1999. Determination of antioxidant vitamins in horticultural foods. *Kor. J. Dietary Cult.* 14:167–173.
- Lee, J.H., J.D. Cheung, D.H. Suh, and K.B. Choi. 2000. Seed morphology of Yeong-Nam native burdock (*Arctium edule*) and effect of some treatments on seed germination. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18(2):169.
- Lee, J.S., J.A. Kim, S.H. Cho, A.R. Son, T.S. Jang, M.S. So, S.R. Chung, and S.H. Lee. 2003. Tyrosinase inhibitors isolated from the roots of *Glycyrrhiza glabra* L. *Kor. J. Pharmacogn.* 34:33–39.
- Lee, N.J., S.J. Lee, and Y.M. Shin. 2006. Effect of heating conditions on physical properties of model hard candy. *Food Engineering Progress*, 10(2):125–130.
- Lee, S.H., J.S. Park, S.Y. Kim, J.J. Kim, and S.R. Chung. 1997. The screening of the inhibitory compounds on tyrosinase activity from the natural product. *Yakhak Hoeji* 41:456–461.
- Lee, S.O., H.J. Kim, M.H. Lee, and H.G. Yu, and L.S. Lee. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Kor. J. Food Sci. Tech.* 37:233–240.

- Lee, Y.G. 1999. A study on the composition of sunflower seed sprout. *J. East Asian Diet. life* 9:74–80.
- Li Min, Xinchang Liu and Jiequn Zhang. 2005. A case study and mode of plant landscape on famous mountain scenic area. *Bulletin of soil and water conservation* 25(1):37–40.
- Liu Jun and Weiran Pu. 2004. Scenic resource, tourism resource and tourism product – on the development mode of scenic resource. *Journal of Chongqing Jianzhu University* 26(1):20–24.
- Masamoto, Y., Y. Murata, Y. K. Baba, Y. Shimoishi, M. Taba, and K. Takahata. 2004. Inhibitory effects of esculetin on melanin biosynthesis. *Biol. Pharm. Bull.* 27:422–425.
- Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31:426–428.
- Mladenova, K., E. Tsankova, and B. Stoianova–Ivanova. 1985. Sesquiterpene lactones from *Chrysanthemum indicum* L. *Planta Med.* 51:248–285.
- Mohd, Z.Z., A. Abdul–Hamid, and A. Osman. 2002. Antioxidative activity of extracts from Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) root, fruit and leaf. *Food Chem.* 78:227–231.
- Moon, H.I., S.H. Lyu, J.H. Roh, and O.P. Zee. 2000. Antioxidative compounds of *Achillea sibirica* Ledeb. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 8:1–8.
- Nakagawa, M. and I. Amano. 1974. Evaluation method of green tea grade by nitrogen analysis. *J. Japanese Food Sci. Technol.* 21:57–63.
- Nam, C.W., D.L. Yoo, E.J. Huh, S.Y. Ryu, and I.C. Yu. 1999. Effects of dates of seed harvesting, low temperature and GA₃ treatment on germination and early growth of *Saussurea pulchella*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 17(5):673.
- Nam, H.W. and Y.H. Hyun. 2003. Drying of citron juice from by–product of citron tea manufacturing. *Korean J. Food & Nutr.* 16(4):334–339.
- Negishi, T., S. Arimoto, C. Nishizaki, and H. Hayatsu. 1989. Inhibitory effect of chlorophyll on the genotoxicity of 3–amino–1–methyl–5H–pyrido[4,3–b] indole (Trp–P–2). *Carcinogenesis* 10:145–149.
- NFRI. 1990. Manuals of quality characteristic analysis for food quality evaluation (2). National Food Research Institute, Skuba, Japan, p.61.
- Ohmori, K, S. Nakamura, and T. Watanabe. 1986. Change in color of a tea leaf steamed under different steaming condition. *J. Tea Res.* 63:24–49.
- Park, J.H., H.S. Lee, H.C. Mun, D.H. Kim, N.S. Seong, H.G. Jung, J.K. Bang, and H.Y. Lee. 2004. Improvement of anticancer activation of ultrasonificated extracts from *Acanthopanax senticosus* Harms, *Ephedra sinica* Stapf, *Rubus coreanus* Miq. and *Artemisia capillaris* Thunb. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 12:273–278.
- Park, J.H., Y.O. Kim, J.M. Jung, and J.B. Seo. 2006 Effect on quality of pan–fired green tea at different pan–firing conditions. *Journal of Bio–Environment Control.* 15:90–95.
- Park, M.H. 1994. Studies on the change in chemical components and safety of ginseng extract reduce by roasting process. Chung–buk national Univ., Cheongju, Korea
- Park, S.G. 1989. Studies and Technique: Food utility value and culture methods of

- sprout-vegetables. Kor. J. Facility Hort. Res. 2(2):34.
- Randhir, R., Y.T. Lin, and K. Shetty. 2004. Stimulation of phenolics, antioxidant and antimicrobial activities in dark germinated mung bean sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. *Biochemistry* 39:637-646.
- Re R., N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang, and C. Rice-Evans. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol. Med.* 26:1231-1237.
- Rural Resources Development Institute. 2007. Food composition. Rural Res. Dev. Inst.. Suwon.
- Ryu, S.N. and S.S. Kang. 2004. Analysis of available component in *Artemisiae Herba*. Analysis and evaluation useful ingredient of crop. *Kor. J. Crop. Sci.* 169-175.
- Seo, S.Y. 2001. Screening of tyrosinase inhibitors from oriental herbs. *Kor. J. Plant Res.* 14:32-37.
- Seo, T.C. 2004. Growth method on sprout vegetables. Kor. Natl. Hort. Res. Inst. Suwon.
- Shim, K.H., J.H. Lee, Y.L. Ha, K.I. Seo, and O.S. Joo. 1994. Change in amino composition of some fish meat by heating condition. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23:933-938.
- Shin, D.H. 1997. Separation of antioxidant compounds from persimmon leaves. *J. Kor. Oil Chem. Soc.* 14:103-107.
- Shin, G.C., and Y.C. Shin. 1992. New our talk large a dictionary. Samsung Publishing Co., Seoul, Korea. 68.
- Shin, Y.S. 1998. Changes in total lipid contents and the composition of fatty acids and tocopherol during soybean sprouting. MS Thesis. Donga Univ., Busan.
- Solar, A., M. Colaric, V. Usenik, and F. Stampar. 2006. Seasonal variations of selected flavonoids, phenolic acids and quinones in annual shoots of common walnut (*Juglans regia* L.). *Plant Sci.* 170:453-461.
- Song, E.Y., Y.H. Choi, K.H. Kang, and J.S. Koh. 1997. Quality characteristics of citrus fruits according to harvest date and variety. *Agric. Chem. Biotechnol.* 40:416-421.
- Song, J., S.L. Kim, J.J. Hwang, Y.K. Son, J.C. Song, and H.S. Hur. 2000. Physicochemical properties of soybean sprouts according to culture period. *Kor. Soybean Dig.* 17:84-89.
- Song, T.H., U. Choi, H.S. Choi, J.H. Keum, and D.H. Shin. 2003. Food Chemistry. Hyoil. Seoul. p.171.
- Turkmen, N, F. Sari, Y.S. Velioglu. 2005. The effect of cooking methods total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chem.* 93:713-718.
- Velioglu, Y.S., G. Mazza, L. Cao, and B.D. Oomah. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J. Agric. Food Chem.* 46:4113-4117.
- Weixiong, L. and Z.H. Helene. 1997. Induced melanin reduces mutations and killing in mouse melanoma. *Phytochem. Phytobiol.* 65:480-484.
- Yena, G.C., P.D. Duhb, and H.L. Tsaia. 2002. Antioxidant and pro-oxidant properties of

- ascorbic acid and gallic acid. *Food Chem.* 79:307–313.
- Yoon, O.H. and J.S. Cho. 2007. Optimization of extraction conditions for hot water extracts from *Chrysanthemum indicum* L. by response surface methodology. *Korean J. Food Cookery. Sci.* 23:1–8.
- Yoon, Y.H., J.G. Lee, J.C. Jeong, H.C. Ok, and C.G. Kim. 2006. Effect of temperature and light on the antioxidative polyphenils contents in tatary buckwheat sprout. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 14:378–379.
- Yoon. D.J., J.D. Lee, D.J. Kang, S.K. Park, and Y.H. Hwang. 2004. Effect of electrolyzed acidic water on the growth of soybean sprout. *J. Life Sci.* 14:809–814.
- Yoshikawa, M., T. Morikawa, I. Toguchida, and S. Harima. 2000. Inhibitors of nitric oxide production and absolute stereostructures of five new germacrane-type sesquiterpenes, kikkanols D, D monoacetate, E, F and F monoacetate from the flowers of *Chrysanthemum indicum* L. *Chem. Pharm. Bull.* 48:651–656 .
- Yu, M.H., S. Lee, H.G. Im, H.J. Kim, and I.S. Lee. 2004. Antioxidant activites of *Prunus salicina* Lindl. cv. *Soldam* (Plum) at different growth stages. *Kor. J. Food Pres.* 11:358–363.
- 김홍은, 김태중, 박광우, 성진근, 이영주, 이택주. 1999. 우리꽃 살리고 키워서 돈벌기. 농민신문사. 서울.
- 농림부. 2006. 화훼재배현황. In 통계청 국가통계포털 (<http://www.kosis.kr/>).
- 농촌진흥청 고령지농업시험장. 2001. 고랭지화훼재배기술. 농경과원예.
- 농촌진흥청. 2003. 우리꽃기르기. 삼미기획.
- 원예연구소. 2006. 원예분야 영농활용 자료 모음. 상록사.