

전략체계	지속 - 5 - 1		수행시기	전반기	
기술분야코드	V1	기술유형코드	H03	작목구분코드	VC-06-1499
과제종류	지역특화		과제번호	RD012106	
과제명	강원 주요산채 안정생산 및 K-나물 가공기술 개발				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	허수정		농업연구사	강원특별자치도원 산채연구소	
연구기간	2021 ~ 2023		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 더덕, 산마늘 현장애로기술 재배관리 매뉴얼 개발			산채연구소	허수정	'21~'23
2) 강원 주요산채 우량종구 생산을 위한 토양 관리 및 시비기술 개발			연구협력과	김경대	'21~'23
3) 강원 주요산채 종근 장기저장 및 식물 공장 연중 생산기술 개발			산채연구소	이남길	'21~'23
4) 강원 주요산채 원재료 표준화 및 반조리 가공기술 개발			산채연구소	이효영	'21~'23
5) 강원 주요산채 발효가공기술 및 밀키트형 제품 개발			농식품연구소	권혜정	'21~'23
키워드	더덕, 산마늘, 연중생산, 가공, 발효				

ABSTRACT

This study was conducted to resolve field difficulties faced by farmers, such as improving the seed harvesting and sowing methods of deodeok and wild garlic (*Allium victorialis*), representative wild vegetables in Gangwon-do, identifying the causes of problematic pests and establishing control technologies, technologies to reduce weeding.

It was efficient to harvest Deodeok seeds at the late browning stage when they were 2 to 3 years old. By using pelleted seeds, we were able to increase the percentage of establishment and save labor. It is recommended to use 2% hexaconazole wettable powder at a rust control concentration as shoot-top of cutting agent. Treatment with 3 ppm chlorine dioxide water was effective as an eco-friendly control agent to control Deer defolia rust.

The sowing method for producing standard wild garlic seed bulbs is to sow 1,000 seeds in a box W30×L60×H8cm size. When compost tea was used when growing box seedlings, the weight of bulbs increased. As a result of investigating the delaying effect of wither in high temperature periods, the delaying effect was shown in the

order of shading net > buckwheat mixed sown > rice straw mulch > chemical treatment, and the factors were dropped temperature(-3~6°C), occurrence of blight and reduced amount of direct sunlight (80%↓), soil moisture. It appears to be suppressed growing, and in the case of buckwheat strip-sowing, growth was reduced due to competition for nutrient and moisture.

As a result of the investigation of problem pests, it was found that rust (from the end of June), aphids (from the end of June), and spot disease (from the beginning of July) occur frequently in Deodeok. The major pests of wild garlic were sclerotium disease (mid-April to lower May), acrolepiidae (mid-May to mid-May), and sclerotium rolfsii (lower May to upper July).

In order to expand the demand for deodeok(*Codonopsis lanceolata*(S. et Z) TRAUTV), year-round production and indoor cultivation are necessary, and accordingly, a test was conducted to set fertilization standards for the production of deodeok(*C. lanceolata*), for seedlings. The test was conducted from 2021 to 2023 at test fields in Daegwallyeong-myeon, Pyeongchang, and Sinbuk-eup, Chuncheon. To set the fertilization standard, nitrogen level 5, potassium level 4, and phosphate level 4 were treated. As a result of the treatment, for the production of deodeok(*C. lanceolata*) for seedlings, the fertilization rate for producing one-year-old deodeok(*C. lanceolata*) seedlings at typical soil fertility was 1.2 to 1.5 times the standard fertilization amount of nitrogen, which increased the number and yield of seedlings.

For various uses of wild garlic(*Allium victorialis* var. *platphyllum* MAKINO), year-round production and indoor cultivation are necessary, and it is necessary to set fertilization standards for the production of wild garlic(*A. victorialis*) for seedlings. For this purpose, tests were conducted at test fields in Daegwallyeong-myeon, Pyeongchang and Sinbuk-eup, Chuncheon from 2021 to 2023. To set the fertilization standard, nitrogen level 5, potassium level 4, and phosphate level 4 were set. As a result of the treatment, the fertilization rate for producing wild garlic(*A. victorialis*) seed bulbs was 1.2 to 1.5 times the standard fertilization rate when the soil fertility was normal. In poor soil, fertilizing 1.2 to 1.5 times the recommended fertilizer amount of nitrogen was recommended to improve the number and quantity of seed bulbs. This has increased.

Allium ochotense Prokh is a perennial crop that mainly uses only leaves, so production increases as the area increases every year, and the market price plummets due to intensive shipment in early spring, so it is urgent to control production and disperse the harvest season. Accordingly, through hydroponic cultivation, the use of

only leaves is changed to the use of stems and bulbs, and production is controlled throughout the year to help stabilize prices. We aim to contribute to farm income by producing *C. lanceolata* year-round through indoor cultivation of one-year-old *C. lanceolata* grown in the open field. In the development of *Allium ochotense* Prokh indoor cultivation beds and systems, they were manufactured in a structure that can be stacked in a multi-tiered manner to increase space utilization for indoor cultivation, making them suitable for space utilization such as 3 or 4 tiers depending on the height of the building, and made of stainless steel suitable for food manufacturing. Produced. Growth characteristics according to the annual growth of *Allium ochotense* Prokh seed bulbs showed that the fresh weight of 3-year-olds was 6.9g/share, an increase of 46% compared to the average standard, that of 4-year-olds (small) increased by 56%, 4-years-old (large) by 69%, and 5-year-olds increased by 46%. In a test of *Allium ochotense* Prokh seed bulb breaking dormancy conditions, it was found that the longer the storage period for each storage temperature, the shorter the harvest time. In terms of growth characteristics, live weight tended to increase as the storage period increased, but there was no significant difference. In a test on the appropriate temperature and production period for indoor DFT, 5-year-old *Allium ochotense* Prokh bulbs were examined using the indoor DFT method. The fresh weight was found to be 19.2g per plant at 17°C and 18.1g at 20°C. In *C. lanceolata*, there was no significant difference in fresh weight at 2.4g per plant at 17°C and 2.7g at 20°C, but the survival rate was higher at 71.8% at 20°C compared to 60.0% at 17°C. In a test on the appropriate temperature for indoor aeroponics cultivation of *Allium ochotense* Prokh, growth characteristics were found to increase more at 20°C compared to 25°C in terms of fresh weight increase before and after storage. In *C. lanceolata*, the fresh weight increase rate during aeroponics cultivation increased by 70% from 2.0g to 3.4g per plant at 20°C, and by 88% from 2.7g to 5.1g at 25°C. In determining the appropriate irrigation interval for indoor cultivation, the fresh weight of *Allium ochotense* Prokh was higher at 20.2g per plant in the 1h/1h treatment, but the difference in the remaining treatments was minimal. In *C. lanceolata*, fresh weight was determined by irrigation circulation intervals in the following order: 12h/12h, 24h/24h, 6h/6h, and 1h/1h. A test was conducted to select the optimal growth bed for 1-year-old *C. lanceolata* using indoor aeroponics and DFT cultivation methods. As a result of the test, the survival rate in aeroponics culture was 72% and 82% at 20°C and 25°C, respectively, showing that the survival rate was higher than that in DFT, so it was judged that it was appropriate to cultivate *C. lanceolata* using the aeroponics method. Productivity tests were conducted on *Allium ochotense* Prokh and *C. lanceolata* at different spraying time intervals. The

growth characteristics of *Allium ochotense* Prokh before and after storage decreased slightly depending on the aeroponics interval for 4- and 5-year-olds, but tended to increase for 3-year-olds. In *C. lanceolata*, live weight before and after storage increased by 43-55%. As a result of a test on the productivity of *Allium ochotense* Prokh by storage period, it was found that fresh weight after storage increased at 4 and 6 months of storage, slightly decreased at 8 months for 4 and 5-year-old, and increased for 3-year-old. In the construction of regional-specific big data, the growth environment was surveyed within the research institute and at farms in 2022 and 2023.

The goal was to promote year-round distribution and consumption through the development of processing and storage technology for wild vegetables with limited production periods. For processing using deodeok and wild garlic, tests were conducted to standardize the raw materials, and general and aroma components were investigated, as well as quality and preference according to pretreatment.

In order to commercialize semi-processed deodeok, a technology was developed to extend the taste and shelf life of deodeok using an oil immersion method. Preprocessing conditions and seasoning mixing ratios for the production of stem pickles and soy sauce pickles as processed products using wild garlic were selected, and dried garlic soaking and blanching conditions for yukgaejang were set, retort processing conditions, recipe selection, and mass cooking processes were established, and wild garlic yukgaejang was developed as a prototype.

We developed various processed products using wild vegetables (*Allium victorialis* var. *platyphyllum*, deodeok). Deodeok vinegar and sanmanul vinegar were concentrated products diluted to 14 brix, inoculated with 0.3% yeast fermvin, subjected to alcohol fermentation, and vinegar was produced with acetic acid bacteria A22 and A50. *Allium victorialis* var. *platyphyllum* maintained its green color when dried after being blanched at 100°C for 30 seconds. The selected strains VL130 and VL181 were inoculated into Deodeokcheong to prepare sauce. Wild vegetable products include pizza, pasta, gambas, steak, and rose tteokbokki. In order to manufacture Cheonggukjang products, we launched the 'Wild Vegetable Cheonggukjang' product using *Bacillus subtilis* AFY-16, *Allium victorialis* var. *platyphyllum* powder, and gondre, which were finally selected. Deodeok bibimjang and wild garlic pesto were manufactured, and the expiration dates were calculated to be 96 days and 127 days, respectively. As wild vegetable products, we commercialized 'Wild Vegetable Cheonggukjang' and 'Bomdam-eun Wild Vegetable Grain', and

manufactured meal kit products using ‘Deodeok Bibimbap’ and ‘Sanmanul Pasta’.

1 연구목표

더덕과 산마늘은 강원도 생산량이 전국 1위 품목으로 지역특화 품목으로 브랜드가치가 뛰어나다. 강원산 더덕은 일반적으로 3~4년근을 수확하며 2년근을 단기 수확하는 다른 지역의 더덕보다 향기와 품질이 우수하지만, 현재 등록된 품종이 없으며, 안정생산을 위한 관행 재배기술의 전반적인 재검토가 필요하다.

산마늘(명이나물)은 내륙종 산마늘(*Allium microdictyon*)과 울릉도 특산자원인 울릉산마늘(*Allium ochotense*)로 구분되며, 대부분 울릉산마늘이 재배되고 있으나 수량이 적어 내륙종 산마늘의 재배수요가 증가하고 있다. 최근 소비 증가로 중국산 염장 산마늘이 연평균 60톤 내외로 수입되고 있으며, 계속 증가추세를 보여 국내산 산마늘의 가격하락이 우려되므로 품질 차별화를 위한 생산기술 개선이 요구되고 있다.

더덕, 산마늘에 대한 채종 및 파종방법 개선, 문제병해충의 발생원인 구명과 방제기술 확립, 제초생력화 기술개발 등 농가 현장애로 해결이 시급하며, 기후변화에 따른 새로운 병해충 증가로 더덕, 산마늘에서 피해가 심각한 문제병해충의 탐색과 방제제 선발이 절실하며, GAP 및 친환경 농산물 인증에 다양한 신소득작물의 인증 신청이 증가하고 있어 이에 대한 토양관리 방법과 적정 비료 시용량에 대한 기준 마련이 요구되고 있다.

대부분의 산채류는 자생종으로 속효성 화학비료보다 완효성인 유기질 비료를 통한 양분공급을 선호하며, 속효성 화학비료의 오남용으로 인한 생리장해, 병해충 다발생, 품질 저하 등이 흔히 초래되므로 적정 시비기준 마련이 필요하다.

산채류는 다년생이 많아 생육기간이 길고, 수확시기가 봄철(4~5월)로 제한적이어서 산채 소비 확대에 걸림돌이 되고 있어 연중 생산기술 개발을 위한 연구가 필요하다. 최근 개별농가에서 비상품 더덕뿌리를 이용한 새싹을 생산하여 출하를 시도하였지만, 안정적인 뿌리 수급 및 시장형성에 실패하여 어려움을 겪고 있다. 산마늘은 이른 봄(4~5월) 집중 출하로 시장가격이 급락하므로 수확기 분산을 위한 기술 개발이 시급하며, 일부 농가에서 상자재배를 통한 축적작형으로 1~3월 조기출하를 시도하였지만, 생산기술이 체계적으로 확립되지 않아 재배와 상품화가 미흡한 실정이다.

이에 산마늘과 더덕의 연중생산에 필요한 우량 종근(구) 대량 확보를 위한 토양환경 조성과 예정지 관리에 대한 검토, 종근 장기저장 및 휴면타파 기술, 실내재배 시스템 개발 및 수경재배기술 등 체계적인 연구 개발과 더불어 생산물의 차별화를 위한 상품화 연구가 동반되어야 한다.

또한 생산 시기가 한정된 산채의 가공·저장 기술 개발을 통해 연중 유통·소비 될 수 있는 상품 개발이 절실한데 요리에 다양하게 활용이 가능한 반가공제품(pre-cooked product) 개발과 지역 농업인의 안정적인 농산물 소비처 창출을 위해 맞춤형, 글로벌 상품 등 다양한 가공품 개발, 현장 실용화와 밀키트 가공형태 기술수단 마련 필요성이 시급하다.

포스트 코로나 시대가 이르면서 소비자들은 가정에서 안전하고 면역력을 높이는 건강한 집밥을 선호하게 되었고 온라인몰을 이용한 즉석섭취식품이나 즉석조리식품, 신선편의식품 등의 간편

식을 주문하여 먹는 수요가 증가하고 있고, 이에 따른 가정간편식(HMR) 시장 규모는 빠르게 증가하여 식품기업마다 경쟁적으로 간편식 개발에 뛰어들고 있다. 이에 본 연구에서는 강원지역 산채를 이용한 발효 가공식품으로 기능적인면을 강화한 프리미엄 제품 개발하고 품질관리 지표 설정을 통한 제품의 안전성을 확보한 차별화된 기술 개발과 고품질 산채 반조리 가공품과 발효제품을 포함하는 밀키트 개발로 K-나물 브랜드가치 창출에 기여할 수 있는 체계적인 지역전략작목 심화 연구를 추진하여 수입산 대응 강원 산채 식재료 생산과 공급 체계 구축을 위한 품질규격 설정 및 시장진출, 홍보 강화로 농가소득 및 부가가치 향상에 기여하고자 한다.

2 재료 및 방법

<제1세부과제 : 더덕, 산마늘 현장애로기술 재배관리 매뉴얼 개발>

(시험 1) 더덕 종자 채종시기 및 정선방법 구명

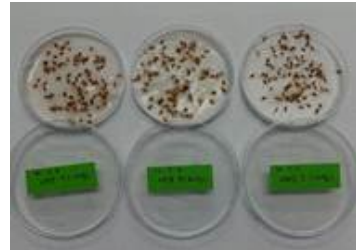
유통 더덕 종자의 품질비교를 위해 종자를 판매하는 4개 농가에서 종자를 수집(그림 1)하여 수작업과 종자선별기를 이용한 방법으로 정선하고 감모율을 조사하였다. 채종시기 설정을 위해 재배기간 중 녹체유지기, 갈변중기, 후기, 낙엽기로 나누어 시기별 채종량을 조사하였다. 연생별 채종특성을 알아보기 위해 횡성군 청일면 더덕 재배농가 포장에서 1, 2, 3년생 더덕으로부터 2021년 10월 10일에 채종하고 채종량 조사와 발아특성을 검정하였다. 발아시험은 실내시험으로 100립 치상후 20℃항온에서 15일 경과후 발아율과 발아지수(GI)를 조사하고, 2022년 5월 4일 대관령면 횡계 시험포장에 파종 후 입모율과 더덕 수량을 조사하였다.



농가관행 채종 건조(노지)



종자 유통판매 전문농가



종자 발아력 검정

그림 1. 유통 종자 및 발아력 검정

(시험 2) 더덕 파종방법에 따른 품질비교 및 펠렛팅 종자 사용 효과

더덕 파종 방법에 따른 입모율과 더덕의 품질을 알아보기 위해 멀칭 후 점파하는 관행 방법과 조파 후 멀칭, 씨비닐 피복방법, 펠렛팅 종자 파종방법으로 구분하여 시험구를 조성(그림 2)하고 입모율, 생육, 수량, 노동력, 경제성을 조사하였다.

더덕 재배 생력화를 위한 펠렛팅 종자 사용효과를 알아보기 위하여 시중에서 2종류로 제작하고 파종립수를 2, 3, 4립으로 구분하여 재배한 후 입모율, 생육, 수량, 노동력, 경제성을 조사하였다.



씨비닐 처리



조파후 멀칭



관행 점파

그림 2. 더덕 파종방법별 시험구 조성

(시험 3) 더덕 순지르기용 생육억제제 선발

더덕은 재배 시 관행적으로 순지르기를 하는데 과번무한 지상부를 잘라줌으로써 통기성을 개선하여 지하부 생육에 도움이 되기 때문이다. 노동력 절감을 위해 관행적으로 약제처리를 통해 순의 생육을 억제시키는 방법을 이용하고 있으나 적용약제가 아닌 경우가 많아 문제가 될 수 있다. 이에 적절한 생육억제제를 선발하기 위해 평창 황계 3년생 더덕 시험포장에 헥사코나졸, 칼슘제, 과산화수소수, 유황제 등 단용, 혼용으로 7월 중순부터 3회 처리하고 생육 및 수량, 병해 방제율, 약해 조사를 실시하였다. 그리고 생육억제제 처리농도에 따른 약해를 알아보기 위해 1년생 포장에 헥사코나졸 유제를 농도별 4수준(기준량, 배량, 3배량, 4배량)으로 처리하고 병해 방제율, 지상부생육, 약해를 조사하였다.

(시험 4) 더덕 순지르기용 생육억제제 처리시기 및 방법

농가에서는 주로 헥사코나졸 10% 유제를 순지르기용으로 사용하고 있는데, 액상수화제(2%)가 더덕 녹병에 적용약제로 등록되어 있는데 반해 10% 유제는 등록되어 있지 않아 기준이 필요하다. 이에 더덕 순지르기용 억제제의 적정 처리시기와 방법을 알아보하고자 2년생 더덕 포장에 헥사코나졸 유제(10%)와 액상수화제(2%) 배량을 녹병 발생전, 발생초기, 발병후기에 처리하고 생육 및 수량, 병해 방제율, 약해 등을 조사하였다.

배추 등에 생육억제제로 등록되어 있는 디니코나졸 액상수화제의 적용을 검토하기 위해 기준량, 반량, 배량 3수준으로 처리하고 생육 및 수량, 병해 방제율, 약해 등을 조사하였다.

(시험 5) 더덕 녹병 친환경 방제제 선발

녹병은 더덕 재배에서 매우 큰 타격을 입히는 병으로 친환경재배 농가에서 사용할 수 있는 친환경 방제제를 선발하고자 헥사코나졸 수화제를 대조약제로 사용하여 *Bacillus* 제제, 석회보르도액, 이산화염소수(ClO_2) 등을 발병초기 10일 간격으로 3회 처리하고 약효, 약해, 방제가 등을 조사하였다.

(시험 6) 산마늘 규격종구 생산을 위한 파종방법 개선

값비싼 산마늘 종구 생산을 위해 관행적으로 노지에 조파하였으나 최근 인건비 절감을 위해 산파가 일반적이다. 그러나 산파 육묘 시 포장관리와 채굴, 규격종구 생산이 어려워 상자육묘를 통한 종구생산 시험을 수행하였다. 상자규격은 W30×L60×H8cm이었고 처리내용은 파종량별(500립, 1000립, 1500립/파종상자), 상토재료별(원예상토, 커피박퇴비, 지렁이분 혼합), 종자수 집처별(영월, 홍천, 정선, 평창 등 4개소)로 구분하여 파종하고 입모율, 생육 및 묘수량, 상토화학적 성 등을 조사하였다.

(시험 7) 산마늘 상자육묘를 위한 양분관리

산마늘은 종구 생산기간이 길어 상자 재배 시 양분 결핍이 우려된다. 이에 따라 상자육묘 2년 차인 모종을 시험재료로 완효비료, 미량요소복합비료, 액상비료, 퇴비차를 처리하고 생육 및 수량, 종구 소질 등을 조사하였다.

(시험 8) 고온기 산마늘 하고현상 지연 요인 구명

산마늘은 고온기에 하고현상이 심한 작물로 하고를 지연시키는 것은 생육기간을 늘려 수량 확보에 유리하다. 이에 평창 봉평에 분주묘를 정식하고 차광(30%), 벚짚멀칭, 생장억제제 혼합처리를 하여 처리구별 발병율, 고온기 생육을 조사하였다.

(시험 9) 문제병해충 발생소장 및 실태조사

재배농가와 지도기관 등에 자료로 제공하고자 재배농가 방문 현지조사를 통해 더덕과 산마늘에 발생하는 주요 문제병해충에 대해 병해충 종류, 발생시기, 피해양상, 방제력 등을 조사하여 기술보급서를 제작, 배포하였다.

(시험 10) 더덕 원산지 판별 분자마커 개발

국내산 및 수입 더덕의 조직을 채취하여 DNA를 추출하고 PCR 분석 및 염기서열 비교분석을 통해 상호 구분이 가능한 분자마커를 선별하고자 국내 주요 더덕 재배 지역 6곳과 중국 4개 지역에서 생산된 전체 12점의 더덕을 시료로 사용하였다(그림 3). 이들 중, 중국 길림성 지안 지역에서 생산 수입된 더덕은 홍더덕과 청더덕이 다수 섞여 있는 것이 발견되어 세 개의 서브 그룹으로 분리하여 분석에 사용하였다.

활용마커는 SSR, EST-SSR 및 barcode 유전자 부위의 SNP였으며 핵산추출은 자동화장비를 사용하였다.



그림 3. 원산지 판별 마커 개발에 사용된 국내산 및 중국 수입 더덕 12종

<제2세부과제 : 주요산채 우량종구 생산을 위한 토양관리 및 시비기술 개발>

(시험 1) 더덕 종근 생산 시비기준 설정

주요 산채에 속하는 더덕의 실내재배에 사용할 우량 종근을 생산하기 위해 2021년부터 2023년까지 3년간 더덕 종근 생산을 위한 시비시험을 수행하였다. 시험장소는 2021년에는 평창군 대관령면 횡계리 시험포장에서, 2022년과 2023년에는 춘천시 신북읍 강원특별자치도농업기술원 시험포장에서 수행하였다. 시비량은 작물별 비료사용처방(국립농업과학원, 2019)의 더덕 표준시비량인 질소-인산-칼리(6.0-6.0-6.0 kg, 10a)를 기준(표 1)으로 배량으로 처리하였다.

표 1. 더덕의 삼요소 및 토양개량제 표준사용량(국립농업과학원, 2019)

(성분량, kg/10a)

비종	밀거름(기비)	웃거름(추비)	합계	비고
질소	4.2	1.8	6.0	○ 웃거름 주는 횟수 - 질소 : 1회 ○ 육묘이식재배
인산	6.0	0.0	6.0	
칼리	6.0	0.0	6.0	
석회	200	0.0	200	

표 2. 3요소 비료 처리량에 따른 더덕의 시험구 처리 번호

처리	N 배량	P ₂ O ₅ 배량	K ₂ O 배량	바이오차(kg/10a)	가축분퇴비(kg/10a)
1	0	1	1	-	400
2	0.5	1	1	-	400
3	1	1	1	-	400
4	1.5	1	1	-	400
5	2	1	1	-	400

6	3	1	1	-	400
7	1	0	1	-	400
8	1	0.5	1	-	400
9	1	1.5	1	-	400
10	1	2	1	-	400
11	1	1	0	-	400
12	1	1	0.5	-	400
13	1	1	1.5	-	400
14	1	1	2	-	400
15	0	0	0	-	400
16	0	0	0	300	400
17	0	0	0	-	800

질소 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0 배량, 인산 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 배량, 칼륨 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 배량을 처리하였으며, 전처리구에 퇴비로 가축분 400kg/10a를 처리하였다. 질소, 인산, 칼륨 모두 시비하지 않은 무처리구와 바이오차(biochar) 300kg/10a 단독 처리구, 가축분퇴비 400kg/10a 단독 처리 시험구를 두어 무처리, 바이오차, 퇴비 단일 처리에 대한 효과도 함께 검토하였다(표 2).

시비 처리는 전체구에 400kg/10a 수준의 가축분퇴비를 살포, 경운 후, 구획하였다. 각 시험구에 계산된 시비량의 비료를 살포하고 고르게 혼합한 후, 멀칭 후 파종하였다. 무처리, 바이오차 및 가축분 퇴비 단일 처리구에도 기본 가축분퇴비는 시비하였다.

시험연차별 파종일과 수확일은 표 3과 같으며, 더덕의 기본적인 재배기술은 산채류 재배(농촌진흥청, 2018)을 참고하였으며, 주요 조사항목은 토양화학성, 발아율, 생육특성 및 종근 수량 등으로 농업과학기술 연구조사분석기준(농촌진흥청, 2012)에 따라 조사하였다.

표 3. 시험년도별 더덕의 시험장소, 파종, 수확일

년도	시험장소	파종일	수확일
2021	평창군 대관령면	4월 23일	10월 22일
2022	춘천시 신북읍	3월 23일	10월 17일
2023	춘천시 신북읍	3월 28일	10월 17일

(시험 2) 산마늘 종구 생산 시비기준 설정

강원도의 주요 산채인 산마늘의 실내재배 및 연중 생산에 필요한 우량 종구 생산을 위해 2021년 하반기부터 2023년까지 3년간 산마늘 종구 생산을 위한 시비시험을 수행하였다. 시험장소는 2021년부터 2022년까지 평창군 대관령면 황계리 시험포장에서, 2022년과 2023년에는 춘천시 신북읍 강원특별자치도농업기술원 시험포장에서 수행하였다. 시비량은 작물별 비료사용처

방(국립농업과학원, 2019)의 산마늘 표준시비량(2021, 2022년)(표 4)과 시비추천식(표 5)에 의한 검정시비량(2023년)을 기준으로 하였다.

표 4. 산마늘의 삼요소 및 토양개량제 표준사용량(국립농업과학원, 2019) (성분량, kg/10a)

비종	밀거름(기비)	웃거름(추비)	합계	비고
질소	4.0	6.0	10.0	
인산	4.5	0.0	4.5	
칼리	4.4	4.4	8.8	○ 석회는 석회석 기준
석회	200	0.0	200	

표 5. 산마늘의 삼요소 시비추천식(국립농업과학원, 2019) (성분량, kg/10a)

비종	시비추천식
질소	토양 EC 기준 $y = 19.526 - 4.890 x$ (y: 질소비료 사용량, x: 토양 EC)
	토양 NO ₃ -N 기준 $y = 19.526 - 0.097 x$ (y: 질소비료 사용량, x: 토양 NO ₃ -N 함량) ○ 질소비료 추천량의 40%는 밀거름, 60%는 웃거름으로 사용
인산	$y = 24.457 - 0.040 x$ (y: 인산비료 사용량, x: 토양 유효인산) ○ 인산비료 추천량은 전량 밀거름으로 사용
칼리	$y = 46.541 - 97.215 x$ (y: 칼리비료 사용량, x: $K/\sqrt{Ca + Mg}$) ○ 칼리비료 추천량의 50%는 밀거름, 50%는 웃거름으로 사용

표 6. 산마늘의 3요소 비료 처리량에 따른 시험구 처리 번호

처리	N 배량	P ₂ O ₅ 배량	K ₂ O 배량	바이오차(kg/10a)	가축분퇴비(kg/10a)
1	0	1	1	-	400
2	0.5	1	1	-	400
3	1	1	1	-	400
4	1.5	1	1	-	400
5	2	1	1	-	400
6	3	1	1	-	400
7	1	0	1	-	400
8	1	0.5	1	-	400
9	1	1.5	1	-	400
10	1	2	1	-	400
11	1	1	0	-	400
12	1	1	0.5	-	400
13	1	1	1.5	-	400

14	1	1	2	-	400
15	0	0	0	-	400
16	0	0	0	300	400
17	0	0	0	-	800

질소 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0 배량, 인산 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 배량, 칼륨 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 배량을 처리하였으며, 전처리구에 가축분퇴비 400kg/10a를 처리하였다. 질소, 인산, 칼륨 모두 시비하지 않은 무처리구와 바이오차 300kg/10a 단독 처리, 가축분퇴비 400kg/10a 단독 처리한 시험구를 두어 무처리, 바이오차, 가축분퇴비 단일 처리에 대한 효과도 함께 검토하였다(표 6).

시비 처리는 전체구에 400kg/10a 수준의 가축분퇴비를 살포, 경운 후 시험구획을 나누었다. 각 시험구에 계산된 시비량의 비료를 살포한 후 고르게 혼합하고, 2년생과 3년생 산마늘을 정식하였다. 무처리, 바이오차 및 가축분 퇴비 단일 처리구에도 기본 가축분퇴비는 시비하였다.

시험연차별 정식일과 수확일은 표 7과 같으며, 산마늘의 기본적인 재배기술은 산채류 재배(농촌진흥청, 2018)을 참고하였으며, 주요 조사항목은 토양화학성, 발아율, 생육특성 및 종구 수량 등으로 농업과학기술 연구조사분석기준(농촌진흥청, 2012)에 따라 조사하였다.

표 7. 시험년도별 산마늘의 시험장소, 파종, 수확일

년도	시험장소	정식일	수확일
2021	평창군 대관령면	9월 14일	-
2022	평창군 대관령면	-	9월 23일
2022	춘천시 신북읍	3월 21일	10월 12일
2023	춘천시 신북읍	3월 28일	10월 17일

<제3세부과제 : 주요산채 종근 장기저장 및 식물공장 연중생산기술 개발>

(시험 1) 산마늘 실내재배 베드 및 시스템 개발

2021년 산마늘 실내재배용 다단식 수직형 베드 시제품을 제작하여 편리하고 공간 활용도가 높은 베드를 만들고자 하였으며, 담액형 실내재배시스템을 개발하여 양액의 정밀제어와 농가가 사용하기 편한 시스템을 만들고자 하였으며, 제작단가와 생산성을 조사하였다.

(시험 2) 산마늘, 더덕 종구(근) 소질별 생산성 검정

산마늘과 더덕 종구(근) 소질이 수량 등에 미치는 영향을 구명하기 위해 2022년에 강원특별자치도 농업기술원 산채연구소 내 실내재배 시설에서 시험을 수행하였다. 시험재료는 2021년 11월에 굴취한 3, 4, 5년생 산마늘과 1년생 더덕을 구입하여 사용하였으며, 생육온도는 20℃, 광량은 1,100W/m² LED로 6시간/일 조사하여 담액수경으로 재배하고, 수확소요기간, 수량 등 생육 특성을 조사하였다.

(시험 3) 산마늘 종근 휴면타파 조건 구명

산마늘 종근 휴면타파 조건을 구명하기 위해 2022년 강원특별자치도 농업기술원 산채연구소의 실내재배 시설에서 시험을 수행하였으며, 시험재료는 노지 재배 5년생 산마늘을 구입하여 사용하였다. 휴면타파 처리는 5년생 종근을 굴취하여 -2℃에서 3, 4, 7, 8주간, 2℃에서 3, 4, 6주간, 5℃에서 3, 4, 6주간 저장 후, 생육온도 17℃, 광량 1,100W/m² LED로 6시간/일 조사하여 담액수경으로 재배하고, 수확소요기간, 수량 등 생육 특성을 조사하였다.

(시험 4) 실내 담액수경재배 적정 기온 및 생산기간 구명

산마늘과 더덕 실내 담액수경 재배 시 적정 기온과 생산기간을 구명하기 위해 2022년 노지재배 산마늘과 더덕을 구입하여 시험하였다. 5년생 산마늘과 1년생 더덕을 -2℃에 저장한 후, 17℃와 20℃ 온도에서, 1,100W/m² LED로 6시간/일 조사하여 비교 시험을 수행하였고, 수확소요기간, 수량 등을 조사하였다.

(시험 5) 산마늘, 더덕 실내 분무경재배 적정온도 구명

산마늘과 더덕 실내 분무경 재배 시 적정온도를 구명하기 위해 2023년 노지재배 산마늘과 더덕을 구입하여 시험재료로 사용하였다. 3, 4, 5년생 산마늘과 1년생 더덕을 -2℃에 저장한 후, 생육온도를 각각 20℃, 25℃로 하고, 광량은 1,100W/m² LED로 6시간/일 조건하에서 재배시험을 수행하였으며 수확소요기간과 수량 등을 조사하였다.

(시험 6) 실내재배 적정 관수간격 구명

산마늘과 더덕 실내재배 시 적정 관수간격을 구명하기 위해 2022년 5년생 산마늘과 1년생 더덕을 -2℃에 저장한 후, 생육환경 20℃, 1,100W/m² LED 6시간/일 광량 조건하에서 담액 수경재배로 시험하였다. 관수 순환간격은 순환/정지를 1h/1h, 6h/6h, 12h/12h, 24h/24h 등 4처리로 하고, 수확소요기간과 수량 등을 조사하였다.

(시험 7) 더덕 최적 생육베드 선발

더덕 실내재배 시 적정 생육베드를 선발하고자 2023년 1년생 노지재배 더덕을 시험재료로 하여 분무경과 담액수경(트레이, 바구니) 방법으로 생육환경 20℃, 1,100W/m² LED 6시간/일 조건하에서 재배시험을 수행하였고, 베드의 편리성과 더덕의 상품성, 수확소요기간, 수량 등을 조사하였다.

(시험 8) 산마늘, 더덕 분무 시간간격별 생산성 구명

산마늘과 더덕 분무경 재배 시 적정 분무 시간 간격을 구명하기 위해 2023년 산채연구소 실내재배 시설에서 시험하였다. 산마늘 3, 4, 5년생과 더덕 1년생을 -2℃에 저장하고, 생육환경은

1,100W/m² LED 광량으로 6시간/일 조사하고 산마늘은 20℃, 더덕은 25℃ 온도 조건에서 산마늘 분무 간격은 순환과 정지 1분/30분, 1분/90분, 1분/180분, 더덕은 1분/3분, 1분/9분, 1분/18분으로 하여 재배시험을 수행하고 수확소요기간, 수량 등을 조사하였다.

(시험 9) 산마늘 저장기간별 생산성 구명

산마늘 연중생산을 위해 저장기간에 따른 생산성을 구명하기 위해 2023년 3, 4, 5년생 산마늘을 -2℃에서 4개월, 6개월, 8개월을 저장하고 생육온도 20℃, 광량 1,100W/m² LED 6시간/일 조사하여 산채연구소 실내재배 시설에서 분무경재배와 담액수경재배하고 수확소요기간, 수량 등성을 조사하였다.

(시험 10) 지역특화 빅데이터 구축

산마늘의 재배 빅데이터를 구축하기 위해 2022년과 2023년 2년간 산채연구소 실내재배 시설과 흥천 영귀미면에서 하우스 내 축성 상자재배 농가에 데이터로거를 설치하고 기온과 상대습도 등 생육환경과 특성을 조사하였다.

<제4세부과제 : 강원 주요산채 원재료 표준화 및 반조리 가공기술 개발>

(시험 1) 산채 가공용 원재료 표준화

더덕은 강원 흥천, 횡성, 정선에서 3~5년생을 수집하였으며 수집지역과 고도는 표 8과 같다. 처리내용은 더덕 지역별 외피와 속의 색도와 경도를 조사하였으며, 수분, 단백질, 지질, 조섬유, 회분, 탄수화물, 식이섬유, 향기성분은 강원특별자치도농업기술원 농식품연구소에 의뢰하여 분석하였다. 지역별 더덕의 더덕향, 아린쓴맛, 단맛의 강도를 조사하였고, 색, 향, 단맛, 아린쓴맛, 식감, 전체적인 기호도 조사를 진행하였다. 더덕의 포장재별 적정포장 길이와 양을 선발하기 위해 더덕 형태별(더덕실채, 더덕채, 눌린더덕, 깎더덕), 포장재별(유리병, 캔, 파우치)로 조사하였다. 농가 활용가능한 최적 더덕 탈피방법 선발을 위해 전처리 조건 및 손탈피, 기계탈피를 비교하였다. 탈피시간, 손실율, 수분함량, 경도 등과 선호도를 조사하였다.

표 1. 지역별 더덕 시료 수집

수집 지역	고 도(m)	연 생
흥천군 화촌면 군업리	200~300	3년생
횡성군 안흥면 상안리	400~600	3년생
정선군 사북읍 직전리	700~900	5년생

산마늘은 평창군에서 재배하는 내륙종 산마늘(오대)과 울릉산마늘을 사용하였으며 그림 4와 같이 수확 시기별로 두 번 수확한 산마늘을 이용하였다. 울릉산마늘 인경을 비교하기 위해 1, 2,

3년생 산마늘을 사용하였다. 실내 재배시설에서 수경재배로 생산한 산마늘의 품질 및 연생별 항산화 활성 분석을 비교하기 위해 각각 3, 4, 5년생 중구를 사용하였다.

산마늘 종별(산마늘, 울릉산마늘), 수확시기별(4, 5월) 일반성분(수분, 단백질, 지방, 회분, 탄수화물, 조섬유), 무기질, 식이섬유 함량을 분석하였다. 산마늘 향기성분 분석은 GC-TOFMS를 사용하여 종별(산마늘, 울릉산마늘), 부위별(잎, 줄기)로 나누어 수행하였다. 울릉산마늘의 인경 부위도 연생별(1, 2, 3년생) 향기성분을 분석하였다. 울릉산마늘 인경의 연생별 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 측정하였고 총 폴리페놀, 총 플라보노이드를 시험하였다.

산마늘 데침, 건조, 냉동 조건 설정을 위해 데침은 온도, 시간별 색도, 경도 등을 조사하였고, 건조는 건조시간별 수분함량, 재수화 후 무게변화 등을 조사하였다. 건산마늘 제조를 위해 반건조 처리 최적 시간을 설정하고 유념(비비는 작업)처리 조건을 비교하였다. 냉동산마늘 제조를 위한 전처리 조건 설정에서는 첨가액 비율별, 포장방법(파우치, 트레이)별 냉동-해동 후 drip loss, 경도, 색도, 수분함량과 선호도를 조사하였다.



* 수확시기 : 울릉 1(4/22), 울릉 2(5/7), 오대 1(5/7), 오대 2(5/14)

그림 4. 수확시기별 울릉, 오대 산마늘 사진

(시험 2) 더덕 반조리 가공용 상품화 연구

시험재료로 사용된 더덕은 흥천지역 전업농가에서 구입하였다. 더덕 반조리 가공품 제조를 위해 적정 침지액을 선정하고자 정제수, 구연산, Vit-C, 젖산칼슘, 자몽종자추출물 등을 첨가하여 침지액을 제조하였고 더덕 침지 후 품질을 비교하고, pH, 염도, 수분활성도, 탁도, 일반세균수를 측정하였다. 침지액 조건별로 향, 색, 식감, 맛, 외형을 비교 분석하였으며 저장 기간별 품질변화를 조사하였다. 오일침지 방법도 적용하였으며 올리브유, 포도씨유, 콩기름, 옥수수유, 카놀라유에 침지하여 품질을 비교하였다. 침지전 전처리 최적조건을 설정하기 위해 염처리, 당처리, 건조처리를 적용하였고, 조건별 수분함량, 경도, 색도, 관능 등을 조사하였다. 처리별 DPPH, ABTS 라디칼 소거능 분석과 총 폴리페놀, 플라보노이드, 조사포닌 성분을 분석하였다. 침지 후 저장 온도 및 기간별 경도, 미생물 조사와 산가, 과산화물가 측정, 선호도를 조사하였다.

(시험 3) 산마늘 가공 상품화 연구

평창에서 재배한 울릉산마늘과 내륙종 산마늘(오대종)을 시험재료로 사용하여 다양한 산마늘 절임 레시피 설정을 위해 간장장아찌, 줄기피클, 김치, 고추장장아찌를 제조하였으며 생체를 이

용한 것, 데침 처리, 식염수 절임 처리의 전처리를 통해 품질을 비교하였다. 냉동산마늘 이용을 위한 종별(산마늘, 울릉), 전처리 조건별(생체, 해동-탈수후), 당 처리별(일주일후, 식은후, 같이)로 간장장아찌를 제조하여 저장기간별 염도, 당도, pH, 선포도 등을 조사하였다. 출기 피클, 간장피클의 전처리 조건(생체, 식염수, 데침), 조미액 배합비를 선정하고, 육개장용 건산마늘 불림·데침 조건 설정 및 레토르트 처리 조건, 레시피 선정, 대량조리 공정 확립 및 시제품 개발을 하고자 하였다.

<제5세부과제 : 강원 주요산채 발효 가공기술 및 밀키트형 제품 개발>

(시험 1) 산채 발효 소스 베이스 제조

산채 발효 소스 베이스 제조를 위하여 더덕과 산마늘을 이용하였다. 더덕, 산마늘 식초를 제조하기 위하여 더덕과 산마늘을 세척, 세절한 후 당을 첨가(v/v=1:1)하여 더덕청과 산마늘청을 제조하였다. 더덕청과 산마늘청을 각각 14 °Brix로 희석하여 효모 Fermivin 0.3%를 접종한 후 알콜발효를 진행시켰다. 1차 알콜발효액에 더덕과 산마늘 식초에 적합한 초산균을 선발하고자 KACC17058균을 대조균으로 하여 종균 9종을 접종하고, 산도, 유기산, 향기성분, 관능평가를 실시하였다.

(시험 2) 산채 소스 소재화 및 개발

산마늘과 더덕을 이용하여 산채소스를 개발하고자 하였다. 산마늘 데침 조건을 설정하기 위해 온도(60~100℃), 시간(30초, 60초)을 설정하였다. 산마늘 생물과 건물을 이용하여 소스, 산마늘 장아찌 활용 페스토 소스, 간장소스를 제조하였다. 더덕분말 제조를 위한 건조 조건을 구명하고자 열풍건조(60℃), 냉풍건조(40℃), 동결건조 후 일반성분과 조사포닌 함량을 측정하였다. 장류, 김치, 장아찌 등에서 분리한 유산균 192종을 대상으로 하여 산채(더덕, 산마늘)발효에 적합한 유산균을 선발하기 위한 시험을 수행하였다.

(시험 3) 산채 밀키트 제품 개발

시험 2에서 개발한 산마늘 소스를 이용한 산마늘 피자, 파스타, 감바스, 스테이크 등 5종의 밀키트 제품을 구성하고 전체적인 기호도를 조사하였다.

(시험 4) 주요산채 이용 가능한 종균 선발

산채에 이용 가능한 조균을 선발하고자 산채추출물 10%에 기 구축 고초균 480주를 접종하여 환경내성(내당성, 내산성), 효소활성(아밀라아제, 글루코시다아제 등) 등 특성평가를 실시하였다. 1차 스크린결과 고초균 4종을 선발하고 동정하였다.

(시험 5) 종균 활용 발효 적합성 평가

시험 4에서 선별한 고초균 4종과 시판 청국장균을 이용하여 청국장을 제조하였다. 청국장 제조 방법은 대원공을 세척 후 침지 증숙하여 선별균주와 시판균주를 포함하여 5종의 균주를 1% 접종하여 청국장을 제조하고, 점질물함량, 아미노태질소, 총산도를 조사하였다.

(시험 6) 주요산채 가공 소재화 및 상품화 연구

더덕 고추장을 제조하기 위해 데침한 더덕(깐더덕, 껍질더덕)에 유산균을 접종하여 발효시킨 후 분말로 만들었다. 23 brix 당화액에 고춧가루, 더덕분말 0~5%를 넣어 제조하였다. 유산균 처리 더덕고추장의 품질분석을 위하여 염도, 산도, 환원당, 아미노태 질소 함량을 분석하였다.

시험 7) 산채 밀키트 제품 개발

산채 밀키트 제품으로는 산채청국장 즉석국을 제조하였다. 청국장 제조를 위하여 산마늘 분말(0~5%), 곤드레 등(10~30%) 배합비율에 따라 총 27장의 청국장을 제조한 후 품질분석을 실시하였다. 더덕비빔장을 이용한 더덕비빔밥, 산마늘 장아찌를 이용한 산마늘 파스타를 제조하였다.

(시험 8) 주요 산채류 발효소스 베이스 개발

주요 산채류 발효소스 베이스로 더덕비빔장과 산마늘 페스토를 제조하였다. 더덕비빔장은 반건조 더덕(60℃, 1~2시간 건조) 30%, 더덕고추장(업체 고추장 키트활용, 더덕분말 5%+유산균처리) 49%를 포함하였다. 더덕고추장은 평창된장영농조합의 고추장 레시피에 더덕분말 5%를 첨가하여 제조한 후 품질분석을 하였다. 산마늘페스토는 산마늘 25%에 부재료를 혼합하여 시제품화 하였다.

담은 산채한알(조미분) 제조를 위하여 수확한 산마늘을 데침(95℃, 30초~3분) 처리한 후 세척 탈수하였다. 열풍건조(60℃, 17~20시간) 후에 분쇄기를 이용하여 조분쇄와 미분쇄 2회 실시하여 180메쉬 분말을 제조하였다. 산채분말, 잎새버섯 분말 및 부재료를 혼합하여 조미분을 제조하였다.

(시험 9) 소스 소비기한 설정

시험 8에서 제조한 더덕비빔장과 산마늘페스토의 소스 소비기한 설정을 위하여 온도(10, 25, 35℃)별로 나누어 7일 간격으로 미생물(일반세균, 대장균 등) 밀도, 관능검사, 이화학적 특성을 조사하였다.

(시험 10) 산채 밀키트 제품 실증 연구

22년 시제품인 산채청국장을 제품화하고 기술이전 후 품목제조신고를 하여 평창된장영농조합 법인에서 판매하였다. 밀키트제품으로 더덕비빔밥(더덕비빔장 포함), 산채파스타(산마늘 페스토

포함)를 제조하여 시제품으로 만들었다. 산채청국장에 대한 온라인 소비자평가와 산나물어울림 한마당(23.4.28)에서 오프라인 소비자평가를 실시하였다.

3 결과 및 고찰

<제1세부과제 : 더덕, 산마늘 현장애로기술 재배관리 매뉴얼 개발>

(시험 1) 더덕 종자 채종시기 및 정선방법 구명

더덕 종자의 품질규격 설정을 위해 시중에 유통되고 있는 종자를 수집하여 품질을 비교한 결과 표 9에서 보는 바와 같이 모래, 미숙립, 먼지 등의 불순물이 혼입되어 정선 후 감량 비율이 높았다. 일반적으로 농가에서는 그림 5에서와 같이 밭에서 건조하여 종자를 수확하고 있으며 큰 불순물 정도만 선별하여 유통하고 있다. 평균적으로 수작업을 통해 종자를 정선하는 경우 10.3%의 감모율을 보였으며, 첨단 정선장비를 이용할 경우 19.4%의 감모가 발생했다. 대부분의 산채 종자가 미세종자임을 감안할 때 첨단 정선장비를 활용하면 깨끗한 선별이 가능하였다.

표 9. 시중 유통종자의 품질특성 비교

수집종자	판매종자	수작업 정선	정밀기계 정선	감량비율	감량요인
시료 A	1000g	920g	824g	17.6%	모래, 미숙립, 먼지불순물 등 혼입
시료 B	1000g	886g	765g	23.5%	
시료 C	1000g	936g	846g	15.4%	
시료 D	1000g	845g	790g	21.0%	
평균	1,000g	897g	806g	19.4%	



종자 정밀정선



유통종자 비교



농가 관행건조

그림 5. 종자 정밀정선, 종자비교, 농가 관행건조

더덕 재배 연수와 채종시기별(그림 6) 종자수량을 조사한 결과 연생에 관계없이 갈변후기에 채종량이 가장 많았다(표 10). 개화 후 시간이 지날수록 종자의 천립중이 증가하였으며 종자가

성숙되며 중량이 증가하는 것으로 생각되나, 갈숙낙엽기에 채종된 종자의 채종량이 적어지는 이유는 개화 후 60일 이후 채종 시 일부 낙과와 개협 등 종자 손실 발생이 추정된다(그림 7).



녹체유지기

갈변후기

갈숙 낙엽기

그림 6. 더덕 채종시기별 지상부 형상

표 10. 더덕 년생 및 채종시기별 종자 수량

년생별	채종시기	채종일 (월.일)	열매수 (개/2㎡)	채종량 (g/2㎡)	천립중 (g)
2년생	녹체유지기 (개화후 35일)	9.10.	288	27.1	1.69
	갈변중기 (개화후 45일)	9.20.	323	27.8	1.73
	갈변후기 (개화후 55일)	9.30.	485	44.9	1.74
	낙엽기 (개화후 65일)	10.10.	384	36.2	1.93
3년생	녹체유지기 (개화후 40일)	9. 5.	145	11.0	1.52
	갈변중기 (개화후 50일)	9.15.	192	15.3	1.60
	갈변후기 (개화후 60일)	9.25.	348	28.0	1.61
	갈숙낙엽기 (개화후70일)	10. 5.	227	19.2	1.69

※ 시험장소(횡계 포장, 무지주재배), 개화시 2년생 8.5일~, 3년생 7. 25일~



녹체유지기



더덕 열매



녹체기/낙엽기 채종

그림 7. 더덕 열매와 채종종자간 비교

더덕 재배기간(3년) 중 연생별로 채종된 종자의 발아특성을 비교한 결과 1년생에서 채종한 종자는 천립중이 적고 발아율이 현저히 떨어졌으며 발아지수도 31.4로 좋지 않았다. 반면 2년생과 3년생에서 채종한 종자는 발아율과 발아지수에 차이가 없었다(표 11).

표 11. 더덕 연생별 채종 종자 실내 발아율 검정

채종연생	천립중(g)	발아율(%)	발아지수(GI)
1년생	1.35	17.3	31.4
2년생	2.02	74.7	237
3년생	2.00	74.7	215

연생별로 채종된 종자를 파종하여 재배한 결과 발아율과 마찬가지로 1년생 더덕에서 채종한 종자의 입모율이 61.7%로 2년생이나 3년생 더덕에서 채종한 종자에 비해 낮았다(표 12, 그림 8). 재배 후 1년생 더덕의 지하부 수량을 비교해 본 결과 연생이 높은 더덕에서 채종한 종자를 파종하였을 때 상품수량이 높아지는 경향을 보였다.

표 12. 더덕 연생별 채종 종자 1년차 수량성 비교

채종연생	입모율 (%)	총수량		상품수량		상품율 (%)
		주/㎡	g/㎡	주/㎡	g/㎡	
1년생	61.7	163	747	48	440	29.4
2년생	89.7	267	1,190	89	620	28.6
3년생	90.0	299	997	109	740	36.2



1, 2, 3년생 채종종자 입모양상

지하부 수량비교

그림 8. 연생별 채종종자 입모양상, 지하부 수량

(시험 2) 더덕 파종방법에 따른 품질비교 및 펠렛팅 종자 사용 효과

더덕 파종방법에 따른 입모율은 관행(멀칭후점파) 58%, 세조파(파종후 멀칭) 64%, 씨비닐 69%, 펠렛종자(점파, 3립) 37%로 나타났다. 파종노동력은 손파종 대비 씨비닐 처리시 20%,

펠렛종자 65%로서 생력화 효과가 우수하였고(표 13), 선도농가에서 펠렛종자 제작 활용 사례로도 속음 노력 절감이 가능하였다.

표 13. 파종방법에 따른 생력화 효과와 입모율

처리구	멀칭노력(분) (2명,100m)	파종노력(분) (2명,100m)	종자가격 (원/100m)	필름가격 (원/100m)	입모율 (7.6일, %)
멀칭후 점파(관행)	90	180	6,000	28,000	58.3
조파후 멀칭	90	100	18,000	28,000	64.3
씨비닐	35	-	-	68,000	69.3
펠렛팅종자	90	130	24,000	28,000	37.3

* 씨비닐 비용 250m/1롤 17만원, 펠렛팅 비용 1kg(10만립) 8만원

더덕 파종방법에 따른 1년차 수량은 펠렛팅종자 파종이 단위면적당 상품율과 상품무게가 가장 높았고 씨비닐과 조파 후 멀칭 처리구의 상품 수량은 관행에 비하여 낮게 나타났다(표 14). 2년차 수량도 1년차 수량과 같은 양상을 보여 펠렛팅 종자를 이용하는 것이 생력화와 상품수량 증대에 효과적임을 알 수 있다(표 15). 씨비닐은 생력화는 가능하지만 월동 후 입모율 크게 저하되는 것으로 나타났으며 이는 동해 등의 이유로 농가에서 사용을 기피하는 사유인 것으로 판단된다.

표 14. 더덕 파종방법에 따른 1년차 수량

처리구	수확주수 (주/3㎡)	총무게 (kg/3㎡)	상품 (주/3㎡)	상품무게 (kg/3㎡)	상품율 (%)
멀칭후 점파(관행)	386	1,546	122	880	31.6
조파후 멀칭	274	1,011	111	651	40.4
씨비닐	362	1,408	67	679	18.5
펠렛팅종자	182	1,471	115	1,265	63.5

표 15. 더덕 파종방법에 따른 2년차 수량

파종방법	입모율(%)			수확량		상품량		상품율 (%)
	1년차 (a)	2년차 (b)	감모율 (a-b)/a	주/㎡	g/㎡	주/㎡	g/㎡	
관행(멀칭후점파)	58.3	51.3	12.0	73.3	740	45.3	630	62.2
세조파(파종후 멀칭)	64.3	55.3	14.0	64.7	523	41.3	400	64.2
씨비닐	69.3	46.2	33.4	57.3	497	27.3	367	48.9
펠렛팅종자	37.3	32.7	12.5	48.0	840	33.3	680	69.5

시험에 사용한 더덕 펠렛팅종자의 특성은 표 16과 같으며 펠렛종자의 항온기 발아시험 결과 매우 저조(20℃ 정온, 10% 이하)하였으며 포장 입모율은 관행보다 현저히 낮았다(표 17, 그림 9). 이는 펠렛팅종자 사용농가에서 80%이상의 입모율이라고 주장하는 것과 상이한 결과로 파종기 지연, 수분공급문제 등으로 추정된다. 파종립수별 1년생 수량은 4립 파종시 수확량은 많았으나 상품수량은 2, 3립 파종구에 비해 낮았고 지근의 발생이 많아 상품율이 떨어졌다(표 18).

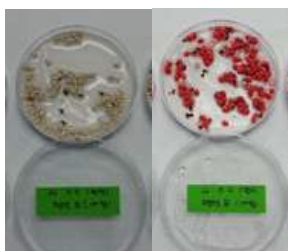
표 16. 시제품 더덕 펠렛종자 2종의 형상

펠렛처리	천립중(g)		펠렛크기(mm)		비고
	원종자*	펠렛	길이	직경	
A(화이트)	2.09	35.4	3.9	1.8	더덕 전문농가 사용종자
B(핑크)	2.43	33.0	3.5	2.2	대조종자로 자체주문제작
대조종자	2.44	-	-	-	연구소 보유종자(기계정선)

*원종자 : 펠렛팅종자의 코팅부분을 제거한 종자

표 17. 펠렛종자 실내 발아율 검정 및 파종립수별 포장입모율

펠렛처리	발아율(%)		발아지수(GI)		포장입모율(%)		
	원종자	펠렛	원종자	펠렛	2립	3립	4립
A(화이트)	78.3	7.7	245	4.6	27.7	39.3	46.3
B(핑크)	41.0	5.7	91	1.9	22.0	28.3	39.3
관행대조	48.0	-	-	-	관행(5~6립) 84.3		



펠렛팅 종자 2종



펠렛종자 파종



관행, 펠렛종자 입모 양상

그림 9. 더덕 펠렛팅 종자, 종자파종, 입모양상

표 18. 더덕 펠릿종자 파종립수별 1년생 수량

펠릿처리	파종립수	수확주수 (주/㎡)	수확무게 (g/㎡)	상품율 (%)	지근발생 정도
A(화이트)	2립	53.3	501	76.2	++
	3립	66.0	567	75.5	++
	4립	78.7	841	73.5	+++
B(핑크)	2립	51.3	401	61.2	++
	3립	66.0	554	62.6	++
	4립	74.7	623	54.2	+++
관행대조	5~6립	237.3	974	32.7	+++++

※ 관행대조구 속음작업 안함

(시험 3) 더덕 순지르기용 생육억제제 선발

생육억제제 처리방법에 따른 효과는 표 19에서와 같이 헥사코나졸 유제의 단용, 혼용처리에서 지상부 약해가 많았으나 수확량이 많았다(그림 10). 무처리구에서는 지상부가 과번무하였고, 헥사코나졸 처리구에서는 녹병이 방제되어 녹체기가 유지되었다(그림 11).

표 19. 더덕 무지주 재배시 생육억제제 혼합처리 효과

처리구	약해 (0~5)	녹병 발생율 (%)	수확주수 (주/1.2㎡)	상품율 (%)	총무게 (g/㎡)	상품무게 (g/㎡)
무처리	0	95	30.3	79.1	432	386
칼슘제 단용	2	77	36.7	88.2	760	696
농약 단용	4	54	38.0	93.9	1,411	1,353
농약+칼슘제 혼합	4	59	41.0	87.8	1,672	1,480
농약+칼슘제+과산화수소	5	45	37.3	86.6	1,312	1,245
농약+칼슘제+유황제	4	42	36.7	92.7	1,682	1,577

※ 농약(헥사코나졸 유제 10%, 1000배액), 칼슘제(15%, 500배액)

과산화수소수(35%, 100배액), 액상유황(25%, 250배액)

※ 재배포장 : 평창(횡계), 3년근 식재, 처리시기 : 7일간격 3회 처리(7.14, 7.21, 7.29)



무처리



헥사코나졸+갈슘제

그림 10. 무처리구와 생육억제제 처리구 수확량 비교



무처리



헥사코나졸+갈슘제



헥사코나졸+갈슘제+유황제

그림 11. 더덕 생육억제제 처리에 의한 녹병억제 및 후기녹체성(9월중순)

(시험 4) 더덕 순지르기용 생육억제제 처리시기 및 방법

헥사코나졸 처리농도별 약해 검정에서는 그림 12에서와 같이 3배량 이상에서 약해가 매우 심하게 나타나 기준 농도를 지키는 것이 중요하다.



무처리



기준량



배량



3배량



4배량

그림 12. 헥사코나졸 처리농도에 따른 약해

헥사코나졸 제형별 생육억제 효과는 표 20에서 보는 바와 더덕 순지르기용 생육억제제 처리 효과는 농도가 높을수록 약해가 심했으나 수량은 증가하였다(그림 13).

표 20. 더덕 무지주 재배 시 헥사코나졸 처리 효과

헥사코나졸 제형별 처리구	약해 (0~5)	녹병발생율 (%)	수확주수 (주/㎡)	총무게 (g/㎡)	상품무게 (g/㎡)	상품율 (%)
무처리	0	91.7	49.3	448	370	54.3
액상수화제 기준량(2%)	0	46.7	65.3	1,038	960	73.4
액상수화제 배량(4%)	2	45.0	72.0	1,618	1,510	73.5
유제 반량(5%)	2	41.7	88.7	1,648	1,530	75.2
유제 기준량(10%)	4	28.3	90.7	2,020	1,893	76.0

* 칼슘제(15%, 500배액) 혼합 처리



그림 13. 더덕 생육억제제 처리시 2년생 근권양상

더덕 생육억제제로 디니코나졸 처리효과는 농도가 높아질수록 지상부 잎 등의 위축 현상과 엽색이 짙게 나타나고 줄기가 단단하고 짧아졌으며(그림 14), 엽록소 함량이 높았고(그림 15) 무처리구의 지하부 근중은 주당 41g, 0.5배량, 1배량, 2배량 처리 시 46g, 55g, 55g으로 1배량 까지 농도에 따라 수량이 증가하였다(그림 16). 결과를 종합해 볼 때 디니코나졸 1.0배액 처리가 순지르기를 대체할 수 있는 생육억제 효과가 좋은 것으로 나타났다.



처리구 (좌; 8. 1., 우; 8. 23.)

무처리구 (좌; 8. 1., 우; 8. 23.)

그림 14. 디니코나졸 처리 후 포장

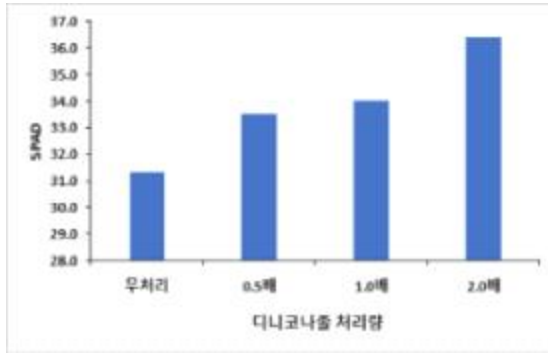


그림 15. 처리 농도에 따른 엽록소 함량

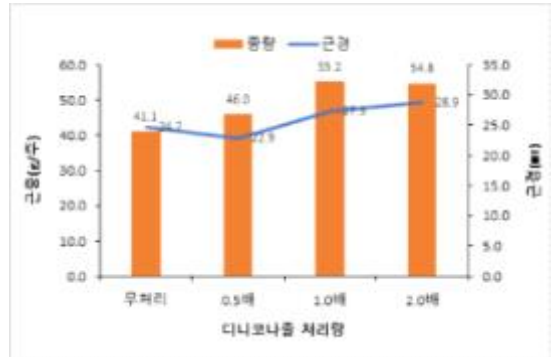


그림 16. 처리농도에 따른 지하부 생육

(시험 5) 더덕 녹병 친환경 방제제 선발

더덕 녹병에 대한 친환경방제제 선발을 위해 포장시험을 수행하였으나 잦은 비로 점무늬병이 다발생하여 정확한 조사가 어려워 포트 시험 동시 수행한 결과 표 21에서와 같이 이산화염소수 3ppm과 바실러스제제 500배액 처리 시 방제가가 각각 75.7%와 65.7%를 나타내었고, 이산화염소수 6ppm은 방제가가 82.9%로 높았으나 약해가 발생하였다.

표 21. 친환경자재 별 더덕 녹병 방제효과

시험자재	이병엽율(%)	약해	방제가(%)	근중(g/주)
미생물제제 (<i>Bacillus</i>) 1,000배액	42.2	0	45.7	44.7
미생물제제 (<i>Bacillus</i>) 500배액	26.7	0	65.7	48.3
석회보르도액 50배액	34.4	0	55.7	45.1
이산화염소수 6ppm	13.3	1	82.9	46.6
이산화염소수 3ppm	18.9	0	75.7	59.3
헥사코나졸 액상수화제	5.6	0	92.9	60.1
무처리	77.8	-	-	44.9

(시험 6) 산마늘 규격종구 생산을 위한 파종방법 개선

상자육묘 기술 개발을 위해 2021년 8월 28일에 커피박과 미강, 퇴비를 배합하여 육묘상토를 만들고 파종하였으며 상토별 성분은 표 22와 같다. 2022년 발아율 조사 결과 모든 처리구에서 5% 미만이었으며 가스피해가 나타나 상토로 적합하지 않았다(그림 17).

표 22. 커피박 활용 조제상토(커피박+미강+퇴비) 성분분석 결과

시료명	pH 1:10	EC 1:10	유기물 %	질소 %	부숙도 솔비타	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	C/N율
9-0-1	7.1	7.8	36	1.9	4	1.3	1.8	11.4
9-1-0	7.2	15.8	26	1.6	4	2.7	2.8	9.3
8-0-2	8.1	8.7	25	1.6	4	2.0	2.3	9.1
8-1-1	7.9	12.6	21	1.4	3	3.0	2.8	8.7
7-0-3	8.7	11.9	29	1.9	4	2.3	2.5	8.6
7-1-2	8.0	13.7	26	1.8	4	3.7	2.8	8.6
6-0-4	8.8	13.3	27	1.9	4	2.7	2.5	8.2
6-1-3	8.9	20.7	23	1.8	3	4.4	3.1	7.4
5-0-5	9.0	18.9	29	2.2	4	3.6	2.6	7.7
5-1-4	9.1	19.9	32	2.5	4	4.5	3.0	7.4



그림 17. 커피박, 퇴비 등 혼합상토 처리 시 가스장애 피해양상

파종밀도 및 상토별 묘 생육특성은 관행인 노지 산파재배와 비교했을 때 원예상토 단용으로 상자당 1,000립 파종이 가장 좋은 것으로 나타났다(표 23). 1500립 파종시 밀도가 높아 초장이 상대적으로 길지만 세근발육은 저하, 득모율을 고려하면 1000립 적정한 것으로 생각된다(그림 18). 노지육묘시 지렁이분 복토효과를 확인한 바 있으나(15. 산채), 상자육묘 시에는 입모율이 현저히 낮았는데 표면이 경화되는 현상이 발생한 원인이다. 1년차 종구 수량도 표 24에서와 같이 원예용 상토 단용 1,000립 파종처리구에서 가장 높았다.

표 23. 산마늘 상자육묘시 파종립수 및 상토별 생육과 묘소질 양상

상토종류	파종립 (립/상자)	입모율 (%)	초장 (cm)	인편직경 (mm)	인편길이 (cm)	세근수 (개/주)	근장 (cm)
원예상토	500	86.5	15.0	3.6	2.6	7.5	11.5
	1000	89.7	15.5	3.4	2.6	7.5	11.1
	1500	83.7	17.2	3.1	2.8	6.8	10.6
원예상토 +지렁이분	500	46.4	13.1	3.6	2.6	6.6	10.4
	1000	38.8	13.4	3.5	2.3	6.4	9.9
	1500	40.6	14.9	3.3	2.7	6.5	9.8
대조(관행 노지산파)		-	11.5	3.4	2.4	5.1	5.6

* 상자규격 : W30×L60×H8cm, 파종기 : 2021. 8. 28일
 조사시기 : 입모율·초장(2022. 6. 10.), 지하부인편(2022.10.15.)

표 24. 산마늘 상자육묘시 파종립수 및 상토별 1년차 수량

상토종류	파종립 (립/상자)	총수량		상품수량		득모율 (%)
		주/상자	g/상자	주/상자	g/상자	
원예상토	500	435	189.7	420	187.5	84.0
	1000	840	360.4	814	355.6	81.4
	1500	1,221	460.4	956	393.3	63.7
원예상토 +지렁이분	500	234	97.9	195	84.5	39.0
	1000	303	125.7	250	104.6	25.0
	1500	540	203.9	399	150.5	26.6
대조(관행 노지산파)		432	102.3	357	93.3	35.7

※ 상품(달관) : 직경 2.5mm이상, 무병구, 체형 등 → 2년차 이후 규격묘 활용



그림 18. 1년생 노지산파와 상자육묘 득묘량 비교

(시험 7) 산마늘 상자육묘를 위한 양분관리

양분관리자재 별 종구의 생육은 액상비료처리 시 가장 좋았으나 득모율이 낮아 퇴비차 처리구가 효율적인 적으로 판단된다(표 25). 상자육묘 시 파종량에 따른 종구 생존율과 품질의 유의성

이 없었으나, 재배 밀도가 종구 품질에 미치는 영향은 연관성이 높았다(그림 19). 육묘상자 내 서식밀도가 다양하게 나타나 절대값으로 나타내는 것은 부적합하여 밀도와 종구무게의 관계식을 이용해 처리자재별 종구 생장에 미치는 영향을 분석한 결과 퇴비차를 처리할 경우 종구의 무게가 현저히 증가하였으며 다른 자재들은 영향을 미치지 못하였다(그림 20).

표 25. 양분관리자재에 따른 종구 생육

처리구	종구생존율 (%)	종구		
		무게/주(g)	인경경(mm)	인경장(cm)
완효비료	98.4	1.25	4.98	3.39
미량요소복합비료	72.2	1.51	5.62	3.62
액상비료	73.4	1.98	6.75	3.55
퇴비차	90.0	1.89	6.34	3.41
무처리	85.0	1.63	6.26	3.37

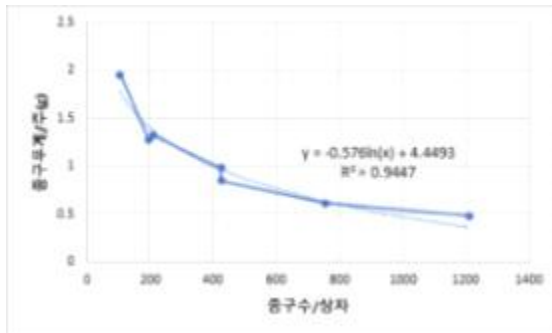


그림 19. 상자 내 종구 밀도에 따른 종구무게

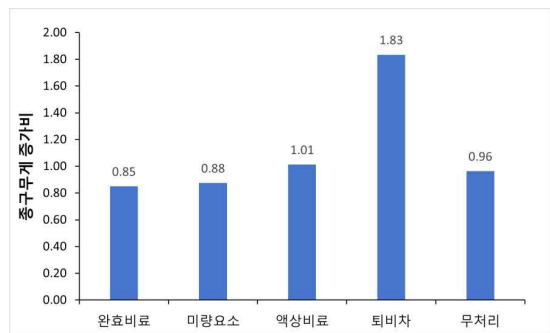


그림 20. 처리자재별 종구무게 증가비

(시험 8) 고온기 산마늘 하고현상 지연 요인 구명

재배관리별 처리를 그림 21과 같이 하고 하고지연 효과를 조사한 결과, 표 26에서 보는 바와 같이 차광망 > 메밀혼파 > 볏짚피복 > 약제처리 순으로 지연효과를 나타냈으며, 요인으로는 온도강하(-3~6℃), 직사광량(80%↓), 토양보습, 잎마름병 억제인 것으로 보이며 조건 메밀파종의 경우 양수분 경합으로 생육저하가 나타났다.



그림 21. 산마늘 하고지연을 위한 처리별 비교 사진

표 26. 산마늘 하고지연을 위한 재배관리 처리효과

처리내용	하고시기	생존율 (%)	초장 (cm)	엽색도 (cm)	지표면 온도(°C)	직사광량 (KLux)	잎마름 (달관)
차광망 50%	9월상	88.5	21.8	42.5	25.0	38.3	*
벗짚피복	8월중	65.4	16.4	41.2	23.6	77.8	**
메밀훈파	9월상	75.5	12.4	17.2	22.4	32.1	**
생육억제제	8월상	55.8	15.5	39.5	28.4	89.7	**
무처리	7월중	26.4	13.6	38.7	28.4	90.0	****

- * 정식기 : 2021. 10. 15., 3년생 (산채연구소 포장내)
- * 처리시기 : 벗짚피복(2022.5.25.), 메밀파종(6.1.), 차광망(6.3.), 테부코나졸(액수) 2배량 + 유허제 500배액(6.1일부터 7일간격 3회)
- * 조사시기 : 생존율(2022.8.20), 입모울초장, 엽색도(7.10.), 지표면온도, 광량 등(7.18., 외기온도 32.5°C)

(시험 9) 문제병해충 발생소장 및 실태조사

산마늘의 주요 병해충 발생 조사 결과는 표 27과 그림 22에 보이는 것과 같고 더덕의 조사 결과는 표 28과 그림 23과 같다.

표 27. 산마늘 주요 병해충 발생 조사 결과('16~'21)

병해충명(학명)	지역	발생 시기	피해부위	피해주율 (%)
균핵병(<i>Sclerotinia minor</i>)	평창, 홍천 등	3~5월	줄기, 뿌리	10~20
잎마름병(<i>Cladosporium alliicola</i>)	춘천, 평창, 태백 등	6~9월	잎	20~30
흰비단병(<i>Sclerotium rolfsii</i>)	평창, 태백 등	6~8월	줄기, 뿌리	20~30
검정풍뎅이(<i>Holotrichia kiotoensis</i>)	평창 등	7~8월	뿌리	10~20
작은뿌리파리(<i>Bradysia impatiens</i>)	홍천, 태백 등	7~8월	줄기, 뿌리	20~30
총채벌레류(Thrips)	평창, 태백 등	7~8월	잎	20~30
클로버응애(<i>Bryobia praetiosa</i>)	홍천 등	7~8월	잎	40~50
파잎벌레(<i>Galeruca extensa</i>)	횡성, 평창 등	3~6월	잎, 줄기, 꽃	10~20



그림 22. 산마늘 주요 병해충 종류

표 28. 더덕 주요 병해충 발생 조사 결과('20~'21)

병해충명(학명)	지역	발생시기	피해부위	피해주율
균핵병(<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	평창 등	4월, 11월	뿌리	10~20%
녹병(<i>Codonopsis lanceolata</i>)	평창, 태백	7월~10월	잎	30~40%
자주날개무늬병(<i>Helicobasidium mompa</i>)	횡성 등	7월~9월	뿌리	20~30%
점무늬병(<i>Septoria codonopsidis</i>)	평창 등	6월~9월	잎	20~30%
사삼수염진딧물(<i>Codonopsimyzus sasammi</i>)	홍천, 태백	7월~8월	잎	10%이하
점박이응애(<i>Tetranychus urticae</i>)	평창, 태백	7월~8월	잎	10~20%



그림 23. 더덕 주요 병해충 종류

문제병해충 발생소장 조사 결과 더덕에서는 녹병(6월하~), 진딧물(6월하), 점무늬병(7월상~) 등이 다발생하는 것으로 조사되었고, 산마늘은 균핵병(4월중~5월하), 파좀나방(5월중~), 흰비단병(5월하~7월상)이 주요한 것으로 조사되었다.

(시험 10) 더덕 원산지 판별 분자마커 개발

원산지 판별용 분자마커 개발을 위해 12점의 샘플로부터 고순도의 DNA와 RNA를 동시에 추출 완료하고(그림 24), SSR 분자마커 set을 효과적으로 개발하기 위하여 두 개의 차별적 SSR primer group을 적용하였다. SSR primer는 전체 32개 pair로 구성되어 있으며, 13개는 중국 재배종을 기반(표 29)으로, 나머지 19개는 국내 재배종을 기반(표 30)으로 제작하였다.

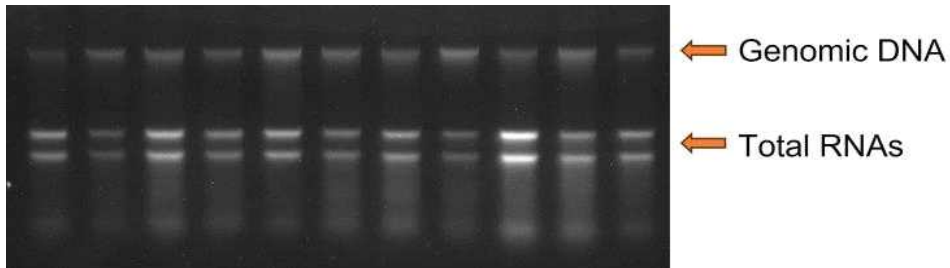


그림 24. 추출된 더덕의 DNA와 RNA 전기영동

표 29. 중국 재배 더덕을 기반으로 제작된 13개 SSR primer 염기서열 정보

No.	Primer Name	Primer sequence (5'-3')	Repit unit	Annealing temperature (°C)	Expected length (bp)
1	DSQ5F	AGGAGGCAAAGGAGGTGG	(CGT)7	55.7	268bp
	DSQ5R	TTCCGAGTCCGTTCAAGT			
2	DSQ5-33F	GCGTCGACTTTGTCTCTCCA	(TGGTGA)6(TGG)5	60	253
	DSQ5-33R	CAACAAGGACCACCGCAAAG			
3	DSQ5-36F	GAATGTTGTTCTACCCGCG	(TGG)7	60	263
	DSQ5-36R	CAACAAGGACCACCGCAAAG			
4	DSQ1-8F	TGATGATGGCACGCCTCTT	(TC)9	60	144
	DSQ1-8R	AACTATCGAGCAGGCGAAGG			
5	DSQ4-6F	TCCCTGTGTGCAAAGGTAGC	(AGTT)5	60	276
	DSQ4-6R	CGGAAGCTGGATTGCAGTGA			
6	DSQ4-88F	CGGGTCAACCAGGACGATTA	(AAT)6	59	170
	DSQ4-88R	TGTCGTGTTGGTTCGTGCTA			
7	DSQ5-48F	AAGGTTTCAGGTGGTGGTGAA	(AAATA)5	60	156
	DSQ5-48R	TAGACCCACCACCCTACCA			
8	DSQ6-66F	GCTGAGTTAAGTTAAGTTAAGTGAAGT	(TAAGT)5	58	220
	DSQ6-66R	AGCTTAGCTTAAAGTAGCGTCACT			
9	DSQ7-18F	CGAGCCTCGATGTGTCAAGA	(TA)12	60	267
	DSQ7-18R	AAAGAGCGGCTAGGCAAAA			
10	DSQ7-42F	GTTATGGCAACGGATCGCAC	(AT)33	60	220
	DSQ7-42R	TGTCGAAATCTAGGCTCATAGCA			

11	DSQ8-17F	TCCTTCAGGGAGAGGGAGTC	(TTG)8	60	168
	DSQ8-17R	CCACCAGCAACAAACAAGCA			
12	DSQ8-26F	ACTAAATCCGGGCAGCACAA	(TTG)10	60	241
	DSQ8-26R	GTTGCTCTGCCCATTTACAG			
13	DSQ8-47F	CCCTCAGATCATTGCGCCA	(TAAA)5	61	219
	DSQ8-47R	TGCATAATGGAGGCAATAGAGT			

표 30. 국내 재배 더덕을 기반으로 제작된 19개 SSR primer 염기서열 정보

Marker ID	SSR motif	T _m (°C)	Fluorescence dye	Primer sequences(5'-3')	GenBank No
YL-CLtri0004	(AAC)6	58	NED	F: GATCTGAGCTACTGGATTGAGG R: GCTGAGACTCATTACCTCCAC	KX442569
YL-CLtri0012	(AAC)7	59	END	F: ACCCTATTGTGTTGGTCGG R: GAGTGGCTATTATACGACCGGA	KX442570
YL-CLtri0151	(AAT)6	58	FAM	F: CTGTGTGTCTGCTTGAGTG R: GCTGGTTCGTGTTGGATACG	KX154181
YL-CLtri0153	(AAT)9	57	VIC	F: GAAGTGCTTGATCCATAGGC R: TCATGTGGGCTATCTTCACC	KX154182
YL-CLtri0174	(AAT)5	59	FAM	F: GACTTGCTGTGTGCTTGAG R: CAGCAACCTGCATTTGCCA	KX442571
YL-CLtri0177	(AAT)10	58	FAM	F: CTAGGAACCAAAAGGGCTC R: FAM-GACTCTGTCTGGGCGCT	KX442572
YL-CLtri0292	(ACA)7	59	PET	F: CACACCCACTGCATAGAATG R: PET-GGATTAGGGTTACCTCAGCAAC	KX154183
YL-CLtri0568	(ATG)7	61	PET	F: TAGTGGGTCCAATCTCTCACTC R: GTACTCTGTGCAAACCACTCG	KX168426
YL-CLtri0750	(CAC)7	58	PET	F: ACTATGGAGGTCTCTCTCACTC R: GTACTCTGTGCAAACCACTCG	KX442573
YL-CLtri0773	(CAG)9	58	PET	F: CAGTAGCAGCGGTTGTTG R: ACTAACCGTAACCTGTCCACC	KX442574
YL-CLtetra2383	(CCTC)5	58	NED	F: CCCTAGCTGTACCAACCTCATA R: GTGGTGGTGAGCTTGAGAAA	KX442579
YL-CLtetra2387	(CTCC)7	58	NED	F: GATTGGAACCTCACAGGAGC R: AGTGGTAGGCCTGTACGTCAT	KX442580
YL-CLtetra2407	(GAAC)6	61	VIC	F: GGGAGAAAGAGAGAGAGACGTT R: GGGGTAGGATAAATCTAGGAGAGC	KX154200
YL-CLtetra2429	(GGGA)6	60	VIC	F: CCGCCTTCTAAAATCTCACTC R: ATAGACTTCCAAGAACCCAGCC	KX154201
YL-CLtetra2444	(GTTT)5	57	FAM	F: ACTTACCCGTATCTGCTCTC R: CTAGTGTTCGAATCCCTCTAGC	KX154202
YL-CLtetra2461	(TARG)5	59	NED	F: CTGGAACAGCTTTTCACTG R: CTGGATGCCTAGAGGTACCATAC	KX154203
YL-CLpenta2590	(CAACC)5	58	PET	F: ACACCACCTTAACTCAAGCCC R: CTGAGTGGTTTGGTAAGGGA	KX154204
YL-CLpenta2593	(CATCC)5	58	VIC	F: GGGCACAAGCATTTC R: GCCATTGTGATGGGATGA	KX154205
YL-CLpenta2596	(CCGCT)6	58	NED	F: GAATTCGAAATGGCTGC R: AGCAGACAAATACCTGGGTG	KX154206

SSR 분자마커의 경우 분석 능력이 뛰어나지만 상호 구분(원산지)이 가능한 마커들을 선별하기 위해서는 많은 수의 프라이머 조합의 사용이 필요하다는 단점을 가지고 있다. 이에 반해 식물의

barcoding region의 염기서열 분석은 다양한 식물들의 종간/종내 구분에 많이 활용되고 있어 더덕의 명확한 원산지 판별을 위해 병행하여 사용하였다. 대표적인 4개의 barcoding gene regions(*ITS*, *rbcL*, *trnH*, and *matK*)의 증폭용 프라이머를 사용하였으며, 해당 프라이머 정보는 표 31과 같다.

표 31. Barcoding region 증폭을 위해 사용된 프라이머 염기서열 정보.

Marker	Genomic Source	Type	Primer name	Primer sequence (5'-3')	Reference
<i>ITS</i>	Nuclear	Transcribed spacers and 5.8S gene	AB 101	ACGAATTCATGGTCCGGTGAAGTGTTTCG	Sun et al. (1994)
			AB 102	TAGAATTCCTCCGGTTCGCTCGCCGTTAC	
<i>matK</i>	Plastid	Protein coding	matK-390F	CGATCTATTCAATCAATATTTTC	Cuenoud et al. (2002)
			matK-1326R	TCTAGCACACGAAAGTCGAAGT	
<i>rbcL</i>	Plastid	Protein coding	rbcLaF	ATGTCACCACAAACAGAGACTAAAGC	Kress et al. (2009)
			rbcLaR	GTAATCAAGTCCACCRCCG	
<i>trnH-psbA</i>	Plastid	Intergenic spacer	psbA	CGAAGCTCCATCTACAAATGG	Tate and Simpson (2003)
			trnHf	CGCGCATGGTGGATTCAACAATCC	

ITS nuclear internal transcribed spacer, *matK* maturase K, *rbcL* ribulose-bisphosphate carboxylase, *trnH-psbA* plastid intergenic spacer

PCR 분석은 SSR 증폭과 4개의 barcoding region의 증폭을 동시에 수행하였으며, 그 결과 SSR 분석의 경우 PCR 단편들은 성공적으로 증폭되었으나 원산지 구분을 위한 다형성을 형성하는 프라이머는 선별할 수 없었다(data not shown). 추후 NGS 장비를 활용한 전체 염기서열 분석을 통한 SSR 프라이머들의 추가 개발을 통해 더덕 원산지 판별을 위한 SSR primer set의 개발이 필요할 것으로 사료된다.

Barcoding regions에 대한 PCR 증폭에 사용된 4개의 프라이머 조합 중 2개(*ITS* 과 *rbcL*)가 성공적으로 증폭됨을 확인하였다(그림 25). 함께 사용된 *matK* 및 *trnH* 유전자의 경우 기존에 개발된 프라이머의 사용이 불가능한 것으로 확인되었으며 추후 새로운 프라이머의 개발 및 사용이 필요할 것으로 판단된다.

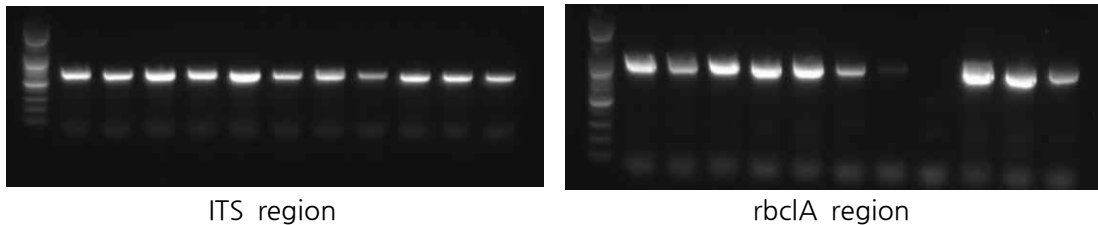


그림 25. 더덕의 barcoding regions 전기영동

증폭된 *ITS* 및 *rbcL* PCR 단편들은 PCR fragment direct sequencing 방법을 사용하여 개별 단편들의 전체염기서열을 결정하였다. 전체 12개의 샘플 중 중복되는 자원 2개를 제외하고 10개의 PCR 단편을 염기서열 결정에 사용하였으며 *ITS* 및 *rbcL* 지역 모두 성공적으로 염기서열을 결정할 수 있었다(그림 26). 전체 염기서열 정보를 결정한 결과 *ITS* 지역의 경우 820(제

주)~824개의 염기서열, 그리고 rbcA 지역의 경우 539(제주)~540개의 염기서열로 구성되어 있음을 확인하였다.

<더덕 ITS 지역 전체염기서열>

>K_Naju

TCGCTGCCGGCGACGTCGCGAGAAGTCCACTGAACCTTATCATTTAGAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAG
GTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAAACCTGCACAGCAGAACGACCCGCGAACACGT
GAACAACACCGGGGACGCGGGCTTGCCCGTGCCCCCTTGCCGTCGACGTGCGCGCCCCGCCAACCACTT
GGTGGCAGGGAGTGTGCGTGCGCTCGGCGCCAAACGAACCCCGGCGCGATCCGCGCCAAGGAAA
ACTTAACTCAAAGAGCGACCCGTCCTCCTGTCGCCCCGTTGCGGGTGTGCGCACGGTTGGGCGGTTGCTT
TTAGTGAAAAACACAAACGACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGTAGCGA
AATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAA
GCCGTTAGGCCGAGGGCACGTCTGCATGGGCGTCACGCATCGCGTCGCCTCCCTTAACTTAATTGTTACA
AAACAAGTCAAGGAAAGGGGAGCGGATACTGGCCTCCCGTCCCTGCGGCGCGGTTGGCTCAAAACG
GAGTCCCCCGTGAAGGACGCACGACAAGTGGTGGTTGGTAACAAGGCCCTCGCGTCCCGTCTGCGCAC
GTCCTGCGCTGGGTTGGCTCTCGTGACCCTGACGCGTCTAGGCTTAAGCCTAAGGCGCTCCGACCGCGAC
CCCATGTCAGGCGGGACTACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACT

>K_Jungsun

TCGCTGCCGGCGACGTCGCGAGAAGTCCACTGAACCTTATCATTTAGAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAG
GTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAAACCTGCACAGCAGAACGACCCGCGAACACGT
GAACAACACCGGGGACGCGGGCTTGCCCGTGCCCCCTTGCCGTCGACGTGCGCGCCCCGCCAACCACTT
GGTGGCAGGGAGTGTGCGTGCGCTCGGCGCCAAACGAACCCCGGCGCGATCCGCGCCAAGGAAA
ACTTAACTCAAAGAGCGACCCGTCCTCCTGTCGCCCCGTTGCGGGTGTGCGCACGGTTGGGCGGTTGCTT
TTAGTGAAAAACACAAACGACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGTAGCGA
AATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAA
GCCGTTAGGCCGAGGGCACGTCTGCATGGGCGTCACGCATCGCGTCGCCTCCCTTAACTTAATTGTTACA
AAACAAGTCAAGGAAAGGGGAGCGGATACTGGCCTCCCGTGCCTGCGGCGCGGTTGGCTCAAAACG
GAGTCCCCCGTGAAGGACGCACGACAAGTGGTGGTTGGTAACAAGGCCCTCGCGTCCCGTCTGCGCAC
GTCCTGCGCTGGGTTGGCTCTCGTGACCCTGACGCGTCTAGGCTTAAGCCTAAGGCGCTCCGACCGCGAC
CCCATGTCAGGCGGGACTACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACT

>K_Haingsung

TCGCTGCCGGCGACGTCGCGAGAAGTCCACTGAACCTTATCATTTAGAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAG
GTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAAACCTGCACAGCAGAACGACCCGCGAACACGT
GAACAACACCGGGGACGCGGGCTTGCCCGTGCCCCCTTGCCGTCGACGTGCGCGCCCCGCCAACCACTT
GGTGGCAGGGAGTGTGCGTGCGCTCGGCGCCAAACGAACCCCGGCGCGATCCGCGCCAAGGAAA
ACTTAACTCAAAGAGCGACCCGTCCTCCTGTCGCCCCGTTGCGGGTGTGCGCACGGTTGGGCGGTTGCTT
TTAGTGAAAAACACAAACGACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGTAGCGA
AATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAA
GCCGTTAGGCCGAGGGCACGTCTGCATGGGCGTCACGCATCGCGTCGCCTCCCTTAACTTAATTGTTACA
AAACAAGTCAAGGAAAGGGGAGCGGATACTGGCCTCCCGTGCCTGCGGCGCGGTTGGCTCAAAACG

GAGTCCCCGGAAGGACGCACGACAAGTGGTGGTTGGTAACAAGGCCCTCGCGTCCCGTCGTGCGCAC
GTCCTGCGCTGGGTTGGCTCTCGTGACCCTGACGCGTCTAGGCTTAAGCCTAAGGCGCTCCGACCCGCGAC
CCCATGTCAGGCGGGACTACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAAAT

>K_Jeju

TCGCTGCCGGCGACGTGCGGAGAAGTCCACTGAACCTTATCATTAGAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAG
GTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAAACCTGCACAGCAGAACGACCCGCGAACACGT
GAACAACACCCGGGGACGCGGGCTTGCCCGTGGCCCCCTTGCCGTCGACGTGCGCGCCCCGCCAACCACTT
GGTGGCAGGGAGTGTGCGTGCGTCTCGGCGCCAAACGAACCCCGGCGCGATCCGCGCCAAGGAAA
ACTTAACTCAAAGAGCGACCCGTCCTCCTGTGCCCCGTTGCGGGTGTGCGCACGGTTGGGCGGTTGCTTC
TTAGTGAAAAACACAAACGACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGTAGCGA
AATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCGGAA
GCCGTTAGGCCGAGGGCAGGTCTGCATGGGCGTCACGCATCGGGTCCCTCCCTTAATTTAATTGTTACA
AACCAAGTCAAGGAAAGGGGGAGGGATACTGGCCTCCCGTCCCTTGGGGCGCGGTTGGCTCAAAGGA
GTCCCCCGGAAGGACGCACGCCAAGTGGTGGTTGGTAACAAGGCCCTCGCGTCCCGTCGTGCGCACTTC
TTGCGCTGGGTTGGCTTTGTGACCCTGACGCGTCTAGGCTTAAGCCTAAGGCGCTCCGACCCGCGACCCCA
TGTGAGGCGGGACTACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAAAT

>K_Hongchun

TCGCTGCCGGCGACGTGCGGAGAAGTCCACTGAACCTTATCATTAGAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAG
GTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAAACCTGCACAGCAGAACGACCCGCGAACACGT
GAACAACACCCGGGGACGCGGGCTTGCCCGTGGCCCCCTTGCCGTCGACGTGCGCGCCCCGCCAACCACTT
GGTGGCAGGGAGTGTGCGTGCGTCTCGGCGCCAAACGAACCCCGGCGCGATCCGCGCCAAGGAAA
ACTTAACTCAAAGAGCGACCCGTCCTCCTGTGCCCCGTTGCGGGTGTGCGCACGGTTGGGCGGTTGCTTC
TTAGTGAAAAACACAAACGACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGTAGCGA
AATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAA
GCCGTTAGGCCGAGGGCACGTCTGCATGGGCGTCACGCATCGCGTCGCCTCCCTTACTTAATTGTTACA
AAACAAGTCAAGGAAAGGGGGAGCGGATACTGGCCTCCCGTGCCTTGGGCGCGGTTGGCTCAAACCG
GAGTCCCCCGGAAGGACGCACGACAAGTGGTGGTTGGTAACAAGGCCCTCGCGTCCCGTCGTGCGCAC
GTCCTGCGCTGGGTTGGCTCTCGTGACCCTGACGCGTCTAGGCTTAAGCCTAAGGCGCTCCGACCCGCGAC
CCCATGTCAGGCGGGACTACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAAAT

>C_JianA

TCGCTGCCGGCGACGTGCGGAGAAGTCCACTGAACCTTATCATTAGAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAG
GTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAAACCTGCACAGCAGAACGACCCGCGAACACGT
GAACAACACCCGGGGACGCGGGCTTGCCCGTGGCCCCCTTGCCGTCGACGTGCGCGCCCCGCCAACCACTT
GGTGGCAGGGAGTGTGCGTGCGTCTCGGCGCCAAACGAACCCCGGCGCGATCCGCGCCAAGGAAA
ACTTAACTCAAAGAGCGGCCCGTCCTCCTGTGCCCCGTTGCGGGTGTGCGCACGGTTGGGCGGTTGCTTC
CTTAGTGAAAAACACAAACGACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGTAGCGA
AATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAA
GCCGTTAGGCCGAGGGCACGTCTGCATGGGCGTCACGCATCGCGTCGCCTCCCTTACTTAATTGTTACA
AAACAAGTCAAGGAAAGGGGGAGCGGATACTGGCCTCCCGTGCCTTGGGCGCGGTTGGCTCAAACCG

GAGTCCCCGCGAAGGACGCACGACAAGTGGTGGTTGGTAACAAGGCCCTCGCGTCCCGTCGTGCGCAC
GTCCTGCGCTGGGTTGGCTCTCGTGACCCTGACGCGTCTAGGCTTAAGCCTAAGGCGCTCCGACCCGCGAC
CCCATGTCAGGCGGGACTACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACT

>C_JianB

TCGCTGCCGGCGACGTCGCGAGAAGTCCACTGAACCTTATCATTTAGAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAG
GTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAAACCTGCACAGCAGAACGACCCGCGAACACGT
GAACAACACCCGGGGACGCGGGCTTGCCCGTGGCCCCTTGCCGTCGACGTGCGCGCCCCGCCAACCACTT
GGTGGCAGGGAGTGTGCGTGCGTTCGCGGCCAAACGAACCCCGGCGCGATCCGCGCCAAGGAAA
ACTTAACTCAAAGAGCGACCCGTCCTCCTGTGCCCCGTTGCGGGTGTGCGCACGGTTGGGCGGTTGCTTC
TTAGTGAAAAACACAAACGACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGTAGCGA
AATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCCGAA
GCCGTTAGGCCGAGGGCAGGTCTGCATGGGCGTCACGCATCGCGTGCCTCCCTTAACTTAATTGTTACA
AAACAAGTCAAGGAAAGGGGGAGCGGATACTGGCCTCCCGTCCCTTGCGGCGCGGTTGGCTCAAAACG
GAGTCCCCCGTGAAGGACGCACGACAAGTGGTGGTTGGTAACAAGGCCCTCGCGTCCCGTCGTGCGCAC
GTCCTGCGCTGGGTTGGCTCTCGTGACCCTGACGCGTCTAGGCTTAAGCCTAAGGCGCTCCGACCCGCGAC
CCCATGTCAGGCGGGACTACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACT

>C_Jungweon

TCGCTGCCGGCGACGTCGCGAGAAGTCCACTGAACCTTATCATTTAGAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAG
GTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAAACCTGCACAGCAGAACGACCCGCGAACACGT
GAACAACACCCGGGGACGCGGGCTTGCCCGTGGCCCCTTGCCGTCGACGTGCGCGCCCCGCCAACCACTT
GGTGGCAGGGAGTGTGCGTGCGTTCGCGGCCAAACGAACCCCGGCGCGATCCGCGCCAAGGAAA
ACTTAACTCAAAGAGCGACCCGTCCTCCTGTGCCCCGTTGCGGGTGTGCGCACGGTTGGGCGGTTGCTTC
TTAGTGAAAAACACAAACGACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGTAGCGA
AATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCCGAA
GCCGTTAGGCCGAGGGCACGTCTGCATGGGCGTCACGCATCGCGTGCCTCCCTTAACTTAATTGTTACAA
AACAAAGTCAAGGAAAGGGGGAGCGGATACTGGCCTCCCGTGCCTTGCGGCGCGGTTGGCTCAAAACGG
AGTCCCCCGTGAAGGACGCACGACAAGTGGTGGTTGGTAACAAGGCCCTCGCGTCCCGTCGTGCGCACG
TCCTGCGCTGGGTTGGCTCTCGTGACCCTGACGCGTCTAGGCTTAAGCCTAAGGCGCTCCGACCCGCGACC
CCATGTCAGGCGGGACTACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACT

>C_Asan

TCGCTGCCGGCGACGTCGCGAGAAGTCCACTGAACCTTATCATTTAGAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAG
GTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAAACCTGCACAGCAGAACGACCCGCGAACACGT
GAACAACACCCGGGGACGCGGGCTTGCCCGTGGCCCCTTGCCGTCGACGTGCGCGCCCCGCCAACCACTT
GGTGGCAGGGAGTGTGCGTGCGTTCGCGGCCAAACGAACCCCGGCGCGATCCGCGCCAAGGAAA
ACTTAACTCAAAGAGCGGCCCGTCCTCCTGTGCCCCGTTGCGGGTGTGCGCACGGTTGGGCGGTTGCTTC
CTTAGTGAAAAACACAAACGACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGTAGCGA
AATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCCGAA
GCCGTTAGGCCGAGGGCACGTCTGCATGGGCGTCACGCATCGCGTGCCTCCCTTAACTTAATTGTTACAA
AACAAAGTCAAGGAAAGGGGGAGCGGATACTGGCCTCCCGTCCCTTGCGGCGCGGTTGGCTCAAAACGG

AGTCCCCCGTGAAGGACGCACGACAAGTGGTGGTTGGTAACAAGGCCCTCGCGTCCCGTCGTGCGCACG
TCCTGCGCTGGGTTGGCTCTCGTGACCCTGACGCGCTAGGCTTAAGCCTAAGGCGTCCGACCCGCGACC
CCATGTCAGGCGGGACTACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAACT

>C_Shinsun

TGCTGCCGGCGACGTCGCGAGAAGTCCACTGAACCTTATCATTAGAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAG
GTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAAACCTGCACAGCAGAACGACCCGCGAACACGT
GAACAACACCCGGGGACGCGGGCTTGCCCGTGCCCTTGCCGTCGACGTGCGCGCCCGCCCAACCACTT
GGTGGCAGGGAGTGTGCGTGCCTCGCTCGGCGCCAAACGAACCCCGGCGCGATCCGCGCCAAGGAAA
ACTTAACTCAAAGAGCGACCCGTCCTCCTGTGCCCCGTTGCGGGTGTGCGCACGGTTGGGCGGTTGCTT
TTAGTGA AAAACACAAACGACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGTAGCGA
AATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCCCGAA
GCCGTTAGGCCGAGGGCACGTCTGCATGGGCGTCACGCATCGCGTGCCTCCCTAACTTAATTGTTTACA
AAACAAGTCAAGGAAAGGGGAGCGGATACTGGCCTCCCGTGCCTTGCGGCGCGGTTGGCTCAAAACG
GAGTCCCCCGTGAAGGACGCACGACAAGTGGTGGTTGGTAACAAGGCCCTCGCGTCCCGTCGTGCGCAC
GTCCTGCGCTGGGTTGGCTCTCGTGACCCTGACGCGTCTAGGCTTAAGCCTAAGGCGCTCCGACCCGCGAC
CCCATGTCAGGCGGGACTACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAACT

<더덕 rbclA 지역 전체염기서열>

>K_Naju

GCTGGTGTTAAGAGTATAAATTAACCTATTATACTCCTGACTATGAAACCAAGGATACTGATATTTGGCAG
CATTCCGCGTAACTCCTCAACCCGGAGTCCACCTGAAGAAGCCGGGGCCGAGTAGCTGCCGAATCTTC
TACTGGTACATGGACAACCTGTGTGGACCGATGGACTTACGAGCCTTGATCGTTACAAAGGGCGATGCTAT
CACATCGAGCCCGTTGCCGGAGAGGAACTCAATTTATTGCTTATGTAGCTTACCCATTAGACCTTTTTGAA
GAAGGTTCCGTTACTAATATGTTTACTTCCATTGTGGGTAATGTGTTTGGATTTAAAGCACTGCGTGCTCTAC
GTCTGGAAGATTGCGAATCCCGCCTGCGTATGTGAAAACCTTCCAAGGCCCGCCTCATGGCATCCAAGTT
GAAAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCCTGTTGGGATGACTATTAACCCAAATTAGGGTTATC
CGCTAAAAACTACGGCAGAGCAGTTTATGAATGTCTTCGCG

>K_Jungsun

GCTGGTGTTAAGAGTATAAATTAACCTATTATACTCCTGACTATGAAACCAAGGATACTGATATTTGGCAG
CATTCCGCGTAACTCCTCAACCCGGAGTCCACCTGAAGAAGCCGGGGCCGAGTAGCTGCCGAATCTTC
TACTGGTACATGGACAACCTGTGTGGACCGATGGACTTACGAGCCTTGATCGTTACAAAGGGCGATGCTAT
CACATCGAGCCCGTTGCCGGAGAGGAACTCAATTTATTGCTTATGTAGCTTACCCATTAGACCTTTTTGAA
GAAGGTTCCGTTACTAATATGTTTACTTCCATTGTGGGTAATGTGTTTGGATTTAAAGCACTGCGTGCTCTAC
GTCTGGAAGATTGCGAATCCCGCCTGCGTATGTGAAAACCTTCCAAGGCCCGCCTCATGGCATCCAAGTT
GAAAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCCTGTTGGGATGACTATTAACCCAAATTAGGGTTATC
CGCTAAAAACTACGGCAGAGCAGTTTATGAATGTCTTCGCG

>K_Haingsung

GCTGGTGTTAAGAGTATAAATTAACCTATTATACTCCTGACTATGAAACCAAGGATACTGATATTTGGCAG
CATTCCGCGTAACTCCTCAACCCGGAGTCCACCTGAAGAAGCCGGGGCCGAGTAGCTGCCGAATCTTC

TACTGGTACATGGACAACCTGTGTGGACCGATGGACTTACGAGCCTTGATCGTTACAAAGGGCGATGCTAT
CACATCGAGCCCCGTTGCCGGAGAGGAACTCAATTTATTGCTTATGTAGCTTACCCATTAGACCTTTTTGAA
GAAGGTTCCGTTACTAATATGTTTACTTCCATTGTGGGTAATGTGTTTGGATTAAAGCACTGCGTGCTCTAC
GTCTGGAAGATTTGCGAATCCCGCCTGCGTATGTGAAAACCTTCCAAGGCCCGCCTCATGGCATCCAAGTT
GAAAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCCCCTGTTGGGATGTACTATTAACCCAAATTAGGGTTATC
CGCTAAAAACTACGGCAGAGCAGTTTATGAATGTCTTCGCG

>K_Jeju

GCTGGTGTTAGAGTATAAATTAACCTATTATACTCCTGACTATGAAACCAAGGATACTGATATTTTGGCAGC
ATTCCGCGTAACTCCTCAACCCGGAGTTCCACCTGAAGAAGCCGGGGCCGCAGTAGCTGCCGAATCTTCT
ACTGGTACATGGACAACCTGTGTGGACCGATGGACTTACGAGCCTTGATCGTTACAAAGGGCGATGCTATC
ACATCGAGCCCCGTTGCCGGAGAGGAACTCAATTTATTGCTTATGTAGCTTACCCATTAGACCTTTTTGAA
AAGGTTCCGTTACTAATATGTTTACTTCCATTGTGGGTAATGTGTTTGGATTAAAGCACTGCGTGCTCTACG
TCTGGAAGATTTGCGAATCCCGCCTGCGTATGTGAAAACCTTCCAAGGCCCGCCTCATGGCATCCAAGTTG
AAAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCCCCTGTTGGGATGTACTATTAACCCAAATTAGGGTTATCC
GCTAAAAACTACGGCAGAGCAGTTTATGAATGTCTTCGCG

>K_Hongchun

GCTGGTGTTAAGAGTATAAATTAACCTATTATACTCCTGACTATGAAACCAAGGATACTGATATTTTGGCAG
CATTCCGCGTAACTCCTCAACCCGGAGTTCCACCTGAAGAAGCCGGGGCCGCAGTAGCTGCCGAATCTTC
TACTGGTACATGGACAACCTGTGTGGACCGATGGACTTACGAGCCTTGATCGTTACAAAGGGCGATGCTAT
CACATCGAGCCCCGTTGCCGGAGAGGAACTCAATTTATTGCTTATGTAGCTTACCCATTAGACCTTTTTGAA
GAAGGTTCCGTTACTAATATGTTTACTTCCATTGTGGGTAATGTGTTTGGATTAAAGCACTGCGTGCTCTAC
GTCTGGAAGATTTGCGAATCCCGCCTGCGTATGTGAAAACCTTCCAAGGCCCGCCTCATGGCATCCAAGTT
GAAAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCCCCTGTTGGGATGTACTATTAACCCAAATTAGGGTTATC
CGCTAAAAACTACGGCAGAGCAGTTTATGAATGTCTTCGCG

>C_JianA

GCTGGTGTTAAGAGTAAAATTAACCTATTATACTCCTGACTATGAAACCGGGATACTGATGTTTTGGCAGCA
TTCCGCGTAACTCCTCACCCGGAGTTCCACCTGAAGAAGCCGGGGCCGCAGTAGCTGCCGAATCTTCTACT
GGTACATGGACAACCTGTGTGGACCGATGGACTTACGAGCCTTGATCGTTACAAAGGGCGATGCTATCACA
TCGAGCCCCGTTGCCGGAGAGGAACTCAATTTATTGCTTATGTAGCTTACCCATTAGACCTTTTTGAAAAAG
GTTCCGTTACTAATATGTTTACTTCCATTGTGGGTAAGGTGTTTGGATTAAAGCACTGCGTGCTCTACGTCT
GGAAGATTTGCGAATCCCGCCTGCGTATGTGAAAACCTTCCAAGGCCCGCCTCATGGCATCCAAGTTGAA
AGAGATGAATTGAACAAGTATGGTCGTCCCCTGTTGGGATGTACTATTAACCCAAATTAGGGTTATCCGC
TAAAAACTACGGCAGAGCAGTTTATGAATGTCTTCGCG

>C_JianB

GCTGGTGTTTCAGATACAAATTAACCTGAGTATACTCCTGACTATGACACCAAGGATACTGATATTTTGGCTGC
ATTCCGCGTAACTCCTCTACCCGGAGTTCCACCTGAAGAAGCCGGGGCCGCAGTAGCTGCCGAATCTTCT
ACTGGTACATGGACAACCTGTGTGGACCGATGGACTTACGAGCCTTGATCGTTACAAAGGGCGATGCTATC
ACATCGAGCCCCGTTGCCGGAGAGGAACTCAATTTATTGCTTATGTAGCTTACCCATTAGACCTTTTTGAA

AAGTTCCGTTACTAATATGTTTACTTCCATTGTGGGTAATGTGTTGGATTTAAAGCACTGCTTGCTCTACG
TCTGGAAGATTTGCGAATCCCGCCTGCGTATGTGAAAACTTTCCAAGGCCCGCCTCATGGCATCCAAGTTG
AAAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCCCCTGTTGGGATGTACTATTAACCCAAATTAGGGTTATCC
GCTAAAAACTACGGCAGAGCAGTTTATGAATGTCTTCGCG

>C_Jungweon

GCTGGTGTTAAGAGTATAAATTAACCTTATTATACTCCTGACTATGAAACCAAGGATACTGATATTTTGGCAG
CATTCCGCGTAACTCCTCAACCCGGAGTCCACCTGAAGAAGCCGGGGCCGCAGTAGCTGCCGAATCTTC
TACTGGTACATGGACAACCTGTGTGGACCGATGGACTTACGAGCCTTGATCGTTACAAAGGGCGATGCTAT
CACATCGAGCCCCGTTGCCGGAGAGGAACTCAATTTATTGCTTATGTAGCTTACCCATTAGACCTTTTTGAA
GAAGGTTCCGTTACTAATATGTTTACTTCCATTGTGGGTAATGTGTTTGGATTTAAAGCACTGCGTGCTCTAC
GTCTGGAAGATTTGCGAATCCCGCCTGCGTATGTGAAAACTTTCCAAGGCCCGCCTCATGGCATCCAAGTT
GAAAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCCCCTGTTGGGATGTACTATTAACCCAAATTAGGGTTATC
CGCTAAAAACTACGGCAGAGCAGTTTATGAATGTCTTCGCG

>C_Asan

GCTGGTGTTAAGAGTATAAATTAACCTTATTATACTCCTGACTATGAAACCAAGGATACTGATATTTTGGCAG
CATTCCGCGTAACTCCTCAACCCGGAGTCCACCTGAAGAAGCCGGGGCCGCAGTAGCTGCCGAATCTTC
TACTGGTACATGGACAACCTGTGTGGACCGATGGACTTACGAGCCTTGATCGTTACAAAGGGCGATGCTAT
CACATCGAGCCCCGTTGCCGGAGAGGAACTCAATTTATTGCTTATGTAGCTTACCCATTAGACCTTTTTGAA
GAAGGTTCCGTTACTAATATGTTTACTTCCATTGTGGGTAATGTGTTTGGATTTAAAGCACTGCGTGCTCTAC
GTCTGGAAGATTTGCGAATCCCGCCTGCGTATGTGAAAACTTTCCAAGGCCCGCCTCATGGCATCCAAGTT
GAAAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCCCCTGTTGGGATGTACTATTAACCCAAATTAGGGTTATC
CGCTAAAAACTACGGCAGAGCAGTTTATGAATGTCTTCGCG

>C_Shinsun

GCTGGTGTTAAGAGTATAAATTAACCTTATTATACTCCTGACTATGAAACCAAGGATACTGATATTTTGGCAG
CATTCCGCGTAACTCCTCAACCCGGAGTCCACCTGAAGAAGCCGGGGCCGCAGTAGCTGCCGAATCTTC
TACTGGTACATGGACAACCTGTGTGGACCGATGGACTTACGAGCCTTGATCGTTACAAAGGGCGATGCTAT
CACATCGAGCCCCGTTGCCGGAGAGGAACTCAATTTATTGCTTATGTAGCTTACCCATTAGACCTTTTTGAA
GAAGGTTCCGTTACTAATATGTTTACTTCCATTGTGGGTAATGTGTTTGGATTTAAAGCACTGCGTGCTCTAC
GTCTGGAAGATTTGCGAATCCCGCCTGCGTATGTGAAAACTTTCCAAGGCCCGCCTCATGGCATCCAAGTT
GAAAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCCCCTGTTGGGATGTACTATTAACCCAAATTAGGGTTATC
CGCTAAAAACTACGGCAGAGCAGTTTATGAATGTCTTCGCG

그림 26. PCR direct sequencing 방법으로 결정된 ITS 및 rbc1A region의 전체염기서열 정보.

결정된 ITS 및 rbc1A PCR 단편들의 염기서열 정보를 사용하여 원산지 판별용 SNP 분자마커 선별이 가능한지 확인하였다. 우선 각각의 염기서열들을 MAFFT 프로그램을 사용하여 다중 염기서열 정렬을 수행하였으며 정렬된 염기서열의 정보를 토대로 SNP 분자마커를 선별하였다(그림 27). 그 결과 ITS 지역에서는 전체 19개의 지역 특이 SNP 분자마커를 선별할 수 있었으며, rbc1A 지역에서는 12개의 지역 특이 분자마커를 선별할 수 있었다. 결과적으로 ITS 지역에 존재

하는 19개의 SNP 분자마커 조합을 사용하여 국내산 및 중국산 더덕의 원산지 판별이 가능한 것으로 확인되었으며, rbclA 지역의 경우 선발된 분자마커가 특정 지역 샘플에만 집중되는 경향을 보임으로 원산지 판별용 마커로 부적합함이 확인되었다.

<더덕 ITS 지역 전체염기서열의 다중 정렬결과>

```

CLUSTAL format alignment by MAFFT (v7.511)

K_Naju      tcgctgccggcgacgtcgcgagaagtccactgaaccttaccatttagaggaaggagaagt
K_Jungsun   tcgctgccggcgacgtcgcgagaagtccactgaaccttaccatttagaggaaggagaagt
C_Shinsun   tcgctgccggcgacgtcgcgagaagtccactgaaccttaccatttagaggaaggagaagt
K_Hongchun  tcgctgccggcgacgtcgcgagaagtccactgaaccttaccatttagaggaaggagaagt
C_JianA     tcgctgccggcgacgtcgcgagaagtccactgaaccttaccatttagaggaaggagaagt
K_Haingsun  tcgctgccggcgacgtcgcgagaagtccactgaaccttaccatttagaggaaggagaagt
C_JianB     tcgctgccggcgacgtcgcgagaagtccactgaaccttaccatttagaggaaggagaagt
C_Jungweon  tcgctgccggcgacgtcgcgagaagtccactgaaccttaccatttagaggaaggagaagt
C_Asan      tcgctgccggcgacgtcgcgagaagtccactgaaccttaccatttagaggaaggagaagt
K_Jeju      tcgctgccggcgacgtcgcgagaagtccactgaaccttaccatttagaggaaggagaagt
*****

K_Naju      cgtaacaaggtttccgtaggtgaacctgcggaaggatcattgtcgaaacctgcacagcag
K_Jungsun   cgtaacaaggtttccgtaggtgaacctgcggaaggatcattgtcgaaacctgcacagcag
C_Shinsun   cgtaacaaggtttccgtaggtgaacctgcggaaggatcattgtcgaaacctgcacagcag
K_Hongchun  cgtaacaaggtttccgtaggtgaacctgcggaaggatcattgtcgaaacctgcacagcag
C_JianA     cgtaacaaggtttccgtaggtgaacctgcggaaggatcattgtcgaaacctgcacagcag
K_Haingsun  cgtaacaaggtttccgtaggtgaacctgcggaaggatcattgtcgaaacctgcacagcag
C_JianB     cgtaacaaggtttccgtaggtgaacctgcggaaggatcattgtcgaaacctgcacagcag
C_Jungweon  cgtaacaaggtttccgtaggtgaacctgcggaaggatcattgtcgaaacctgcacagcag
C_Asan      cgtaacaaggtttccgtaggtgaacctgcggaaggatcattgtcgaaacctgcacagcag
K_Jeju      cgtaacaaggtttccgtaggtgaacctgcggaaggatcattgtcgaaacctgcacagcag
*****

K_Naju      aacgaccgcggaacacgtgaacaacaccggggacgcgggcttgcccgtggccccttgccg
K_Jungsun   aacgaccgcggaacacgtgaacaacaccggggacgcgggcttgcccgtggccccttgccg
C_Shinsun   aacgaccgcggaacacgtgaacaacaccggggacgcgggcttgcccgtggccccttgccg
K_Hongchun  aacgaccgcggaacacgtgaacaacaccggggacgcgggcttgcccgtggccccttgccg
C_JianA     aacgaccgcggaacacgtgaacaacaccggggacgcgggcttgcccgtggccccttgccg
K_Haingsun  aacgaccgcggaacacgtgaacaacaccggggacgcgggcttgcccgtggccccttgccg
C_JianB     aacgaccgcggaacacgtgaacaacaccggggacgcgggcttgcccgtggccccttgccg
C_Jungweon  aacgaccgcggaacacgtgaacaacaccggggacgcgggcttgcccgtggccccttgccg
C_Asan      aacgaccgcggaacacgtgaacaacaccggggacgcgggcttgcccgtggccccttgccg
K_Jeju      aacgaccgcggaacacgtgaacaacaccggggacgcgggcttgcccgtggccccttgccg
*****

K_Naju      tcgacgtgcgcgcccgcccaaccacttgggtggcagggagtgtgcgtgcgtcgctcggcgc
K_Jungsun   tcgacgtgcgcgcccgcccaaccacttgggtggcagggagtgtgcgtgcgtcgctcggcgc
C_Shinsun   tcgacgtgcgcgcccgcccaaccacttgggtggcagggagtgtgcgtgcgtcgctcggcgc
K_Hongchun  tcgacgtgcgcgcccgcccaaccacttgggtggcagggagtgtgcgtgcgtcgctcggcgc
C_JianA     tcgacgtgcgcgcccgcccaaccacttgggtggcagggagtgtgcgtgcgtcgctcggcgc
K_Haingsun  tcgacgtgcgcgcccgcccaaccacttgggtggcagggagtgtgcgtgcgtcgctcggcgc
C_JianB     tcgacgtgcgcgcccgcccaaccacttgggtggcagggagtgtgcgtgcgtcgctcggcgc
C_Jungweon  tcgacgtgcgcgcccgcccaaccacttgggtggcagggagtgtgcgtgcgtcgctcggcgc
C_Asan      tcgacgtgcgcgcccgcccaaccacttgggtggcagggagtgtgcgtgcgtcgctcggcgc
K_Jeju      tcgacgtgcgcgcccgcccaaccacttgggtggcagggagtgtgcgtgcgtcgctcggcgc
*****

```

```

K_Naju      caaacgaacccccggcgcgatccgcgccaaggaaaacttaactcaaagagcgaccgctct
K_Jungsun  caaacgaacccccggcgcgatccgcgccaaggaaaacttaactcaaagagcgaccgctct
C_Shinsun  caaacgaacccccggcgcgatccgcgccaaggaaaacttaactcaaagagcgaccgctct
K_Hongchun caaacgaacccccggcgcgatccgcgccaaggaaaacttaactcaaagagcgaccgctct
C_JianA    caaacgaacccccggcgcgatccgcgccaaggaaaacttaactcaaagagcgaccgctct
K_Haingsun caaacgaacccccggcgcgatccgcgccaaggaaaacttaactcaaagagcgaccgctct
C_JianB    caaacgaacccccggcgcgatccgcgccaaggaaaacttaactcaaagagcgaccgctct
C_Jungweon caaacgaacccccggcgcgatccgcgccaaggaaaacttaactcaaagagcgaccgctct
C_Asan     caaacgaacccccggcgcgatccgcgccaaggaaaacttaactcaaagagcgaccgctct
K_Jeju     caaacgaacccccggcgcgatccgcgccaaggaaaacttaactcaaagagcgaccgctct
*****

K_Naju      cctgtcgccccgttcgcggtgtgcgcacggttggcggttgcttcttagtgaaaaacaca
K_Jungsun  cctgtcgccccgttcgcggtgtgcgcacggttggcggttgcttcttagtgaaaaacaca
C_Shinsun  cctgtcgccccgttcgcggtgtgcgcacggttggcggttgcttcttagtgaaaaacaca
K_Hongchun cctgtcgccccgttcgcggtgtgcgcacggttggcggttgcttcttagtgaaaaacaca
C_JianA    cctgtcgccccgttcgcggtgtgcgcacggttggcggttgcttcttagtgaaaaacaca
K_Haingsun cctgtcgccccgttcgcggtgtgcgcacggttggcggttgcttcttagtgaaaaacaca
C_JianB    cctgtcgccccgttcgcggtgtgcgcacggttggcggttgcttcttagtgaaaaacaca
C_Jungweon cctgtcgccccgttcgcggtgtgcgcacggttggcggttgcttcttagtgaaaaacaca
C_Asan     cctgtcgccccgttcgcggtgtgcgcacggttggcggttgcttcttagtgaaaaacaca
K_Jeju     cctgtcgccccgttcgcggtgtgcgcacggttggcggttgcttcttagtgaaaaacaca
*****

K_Naju      aacgactctcggcaacggatatctcggtctcgcacatcgatgaagaacgtagcgaatgcg
K_Jungsun  aacgactctcggcaacggatatctcggtctcgcacatcgatgaagaacgtagcgaatgcg
C_Shinsun  aacgactctcggcaacggatatctcggtctcgcacatcgatgaagaacgtagcgaatgcg
K_Hongchun aacgactctcggcaacggatatctcggtctcgcacatcgatgaagaacgtagcgaatgcg
C_JianA    aacgactctcggcaacggatatctcggtctcgcacatcgatgaagaacgtagcgaatgcg
K_Haingsun aacgactctcggcaacggatatctcggtctcgcacatcgatgaagaacgtagcgaatgcg
C_JianB    aacgactctcggcaacggatatctcggtctcgcacatcgatgaagaacgtagcgaatgcg
C_Jungweon aacgactctcggcaacggatatctcggtctcgcacatcgatgaagaacgtagcgaatgcg
C_Asan     aacgactctcggcaacggatatctcggtctcgcacatcgatgaagaacgtagcgaatgcg
K_Jeju     aacgactctcggcaacggatatctcggtctcgcacatcgatgaagaacgtagcgaatgcg
*****

K_Naju      atacttgggtgtaattgcagaatcccgtgaaccatcgagtctttgaacgcaagttgcgcc
K_Jungsun  atacttgggtgtaattgcagaatcccgtgaaccatcgagtctttgaacgcaagttgcgcc
C_Shinsun  atacttgggtgtaattgcagaatcccgtgaaccatcgagtctttgaacgcaagttgcgcc
K_Hongchun atacttgggtgtaattgcagaatcccgtgaaccatcgagtctttgaacgcaagttgcgcc
C_JianA    atacttgggtgtaattgcagaatcccgtgaaccatcgagtctttgaacgcaagttgcgcc
K_Haingsun atacttgggtgtaattgcagaatcccgtgaaccatcgagtctttgaacgcaagttgcgcc
C_JianB    atacttgggtgtaattgcagaatcccgtgaaccatcgagtctttgaacgcaagttgcgcc
C_Jungweon atacttgggtgtaattgcagaatcccgtgaaccatcgagtctttgaacgcaagttgcgcc
C_Asan     atacttgggtgtaattgcagaatcccgtgaaccatcgagtctttgaacgcaagttgcgcc
K_Jeju     atacttgggtgtaattgcagaatcccgtgaaccatcgagtctttgaacgcaagttgcgcc
*****

K_Naju      cgaagccgtaggcccagggcacgtctgcatggcggtcacgcatcgcgtcgctccctta
K_Jungsun  cgaagccgtaggcccagggcacgtctgcatggcggtcacgcatcgcgtcgctccctta
C_Shinsun  cgaagccgtaggcccagggcacgtctgcatggcggtcacgcatcgcgtcgctccctta
K_Hongchun cgaagccgtaggcccagggcacgtctgcatggcggtcacgcatcgcgtcgctccctta
C_JianA    cgaagccgtaggcccagggcacgtctgcatggcggtcacgcatcgcgtcgctccctta
K_Haingsun cgaagccgtaggcccagggcacgtctgcatggcggtcacgcatcgcgtcgctccctta
C_JianB    cgaagccgtaggcccagggcacgtctgcatggcggtcacgcatcgcgtcgctccctta
C_Jungweon cgaagccgtaggcccagggcacgtctgcatggcggtcacgcatcgcgtcgctccctta
C_Asan     cgaagccgtaggcccagggcacgtctgcatggcggtcacgcatcgcgtcgctccctta
K_Jeju     ggaagccgtaggcccagggcacgtctgcatggcggtcacgcatcgggtccctccctta
*****

```

```

K_Naju      acttaattgttcacaaaacaagtcaaggaaaggggagcggatactggcctcccgtccct
K_Jungsun  acttaattgtttacaaaacaagtcaaggaaaggggagcggatactggcctcccgtgcct
C_Shinsun  acttaattgtttacaaaacaagtcaaggaaaggggagcggatactggcctcccgtgcct
K_Hongchun acttaattgttcacaaaacaagtcaaggaaaggggagcggatactggcctcccgtgcct
C_JianA    acttaattgttcacaaaacaagtcaaggaaaggggagcggatactggcctcccgtgcct
K_Haingsun acttaattgttcacaaaacaagtcaaggaaaggggagcggatactggcctcccgtgcct
C_JianB    acttaattggtt-acaaaacaagtcaaggaaaggggagcggatactggcctcccgtccct
C_Jungweon acttaattggtt-acaaaacaagtcaaggaaaggggagcggatactggcctcccgtgcct
C_Asan     acttaattgttcacaaaacaagtcaaggaaaggggagcggatactggcctcccgt-ccct
K_Jeju     atttaattggtttacaaaacaagtcaaggaaaggggag-ggatactggcctcccgtccct
*.*****  *****  *****  *****  *****  *****  *****  *

K_Naju      tgcggcgcggttggctcaaaacggagtcccccgtgaaggacgcacgacaagtggggttg
K_Jungsun  tgcggcgcggttggctcaaaacggagtcccccgtgaaggacgcacgacaagtggggttg
C_Shinsun  tgcggcgcggttggctcaaaacggagtcccccgtgaaggacgcacgacaagtggggttg
K_Hongchun tgcggcgcggttggctcaaaacggagtcccccgtgaaggacgcacgacaagtggggttg
C_JianA    tgcggcgcggttggctcaaaacggagtcccccgtgaaggacgcacgacaagtggggttg
K_Haingsun tgcggcgcggttggctcaaaacggagtcccccgtgaaggacgcacgacaagtggggttg
C_JianB    tgcggcgcggttggctcaaaacggagtcccccgtgaaggacgcacgacaagtggggttg
C_Jungweon tgcggcgcggttggctcaaaacggagtcccccgtgaaggacgcacgacaagtggggttg
C_Asan     tgcggcgcggttggctcaaaacggagtcccccgtgaaggacgcacgacaagtggggttg
K_Jeju     tggggcgcggttggctcaaaa-ggagtcccccgt-gaaggacgcacgccaagtggggttg
**  *****  *****  *****  *****  *****  *****  *

K_Naju      gtaacaaggccctcgcgtcccgtcgtgcgcaagtcctgcgctgggttggctctcgtgacc
K_Jungsun  gtaacaaggccctcgcgtcccgtcgtgcgcaagtcctgcgctgggttggctctcgtgacc
C_Shinsun  gtaacaaggccctcgcgtcccgtcgtgcgcaagtcctgcgctgggttggctctcgtgacc
K_Hongchun gtaacaaggccctcgcgtcccgtcgtgcgcaagtcctgcgctgggttggctctcgtgacc
C_JianA    gtaacaaggccctcgcgtcccgtcgtgcgcaagtcctgcgctgggttggctctcgtgacc
K_Haingsun gtaacaaggccctcgcgtcccgtcgtgcgcaagtcctgcgctgggttggctctcgtgacc
C_JianB    gtaacaaggccctcgcgtcccgtcgtgcgcaagtcctgcgctgggttggctctcgtgacc
C_Jungweon gtaacaaggccctcgcgtcccgtcgtgcgcaagtcctgcgctgggttggctctcgtgacc
C_Asan     gtaacaaggccctcgcgtcccgtcgtgcgcaagtcctgcgctgggttggctctcgtgacc
K_Jeju     gtaacaaggccctcgcgtcccgtcgtgcgcaagtcctgcgctgggttggct-ttctgacc
*****  *****  *****  *****  *****  *****  *****  *

K_Naju      ctgacgcgtctaggcttaagcctaaggcgctccgaccgacccccatgtcaggcgggact
K_Jungsun  ctgacgcgtctaggcttaagcctaaggcgctccgaccgacccccatgtcaggcgggact
C_Shinsun  ctgacgcgtctaggcttaagcctaaggcgctccgaccgacccccatgtcaggcgggact
K_Hongchun ctgacgcgtctaggcttaagcctaaggcgctccgaccgacccccatgtcaggcgggact
C_JianA    ctgacgcgtctaggcttaagcctaaggcgctccgaccgacccccatgtcaggcgggact
K_Haingsun ctgacgcgtctaggcttaagcctaaggcgctccgaccgacccccatgtcaggcgggact
C_JianB    ctgacgcgtctaggcttaagcctaaggcgctccgaccgacccccatgtcaggcgggact
C_Jungweon ctgacgcgtctaggcttaagcctaaggcgctccgaccgacccccatgtcaggcgggact
C_Asan     ctgacgcgtctaggcttaagcctaaggcgctccgaccgacccccatgtcaggcgggact
K_Jeju     ctgacgcgtctaggcttaagcctaaggcgctccgaccgacccccatgtcaggcgggact
*****

K_Naju      acccgctgagtttaagcatatcaataagcggaggaaaagaaact
K_Jungsun  acccgctgagtttaagcatatcaataagcggaggaaaagaaact
C_Shinsun  acccgctgagtttaagcatatcaataagcggaggaaaagaaact
K_Hongchun acccgctgagtttaagcatatcaataagcggaggaaaagaaact
C_JianA    acccgctgagtttaagcatatcaataagcggaggaaaagaaact
K_Haingsun acccgctgagtttaagcatatcaataagcggaggaaaagaaact
C_JianB    acccgctgagtttaagcatatcaataagcggaggaaaagaaact
C_Jungweon acccgctgagtttaagcatatcaataagcggaggaaaagaaact
C_Asan     acccgctgagtttaagcatatcaataagcggaggaaaagaaact
K_Jeju     acccgctgagtttaagcatatcaataagcggaggaaaagaaact
*****

```

<더덕 rbclA 지역 전체염기서열의 다중 정렬결과>

CLUSTAL format alignment by MAFFT (v7.511)

```

K_Naju      gctgggtgttaagagtataaattaacttattataactcctgactatgaaaccaagggatactg
K_Jungsun  gctgggtgttaagagtataaattaacttattataactcctgactatgaaaccaagggatactg
K_Haingsun gctgggtgttaagagtataaattaacttattataactcctgactatgaaaccaagggatactg
K_Hongchun gctgggtgttaagagtataaattaacttattataactcctgactatgaaaccaagggatactg
C_Jungweon gctgggtgttaagagtataaattaacttattataactcctgactatgaaaccaagggatactg
C_Asan     gctgggtgttaagagtataaattaacttattataactcctgactatgaaaccaagggatactg
C_Shinsun  gctgggtgttaagagtataaattaacttattataactcctgactatgaaaccaagggatactg
K_Jeju     gctgggtgtt-agagtataaattaacttattataactcctgactatgaaaccaagggatactg
C_JianB    gctgggtgttcaga-tacaaattaactgagtataactcctgactatgacaccaagggatactg
C_JianA    gctgggtgttaaga-gtaaaattaacttattataactcctgactatgaaacc-gggatactg
*****
K_Naju      atatthttggcagcattccgcgtaactcctcaaccggagttccacctgaagaagccggggg
K_Jungsun  atatthttggcagcattccgcgtaactcctcaaccggagttccacctgaagaagccggggg
K_Haingsun atatthttggcagcattccgcgtaactcctcaaccggagttccacctgaagaagccggggg
K_Hongchun atatthttggcagcattccgcgtaactcctcaaccggagttccacctgaagaagccggggg
C_Jungweon atatthttggcagcattccgcgtaactcctcaaccggagttccacctgaagaagccggggg
C_Asan     atatthttggcagcattccgcgtaactcctcaaccggagttccacctgaagaagccggggg
C_Shinsun  atatthttggcagcattccgcgtaactcctcaaccggagttccacctgaagaagccggggg
K_Jeju     atatthttggcagcattccgcgtaactcctcaaccggagttccacctgaagaagccggggg
C_JianB    atatthttggcagcattccgcgtaactcctcaaccggagttccacctgaagaagccggggg
C_JianA    atgthttggcagcattccgcgtaactcctc-accggagttccacctgaagaagccggggg
** *****
K_Naju      ccgcagtagctgccgaatcttctactggtacatggacaactgtgtggaccgatggactta
K_Jungsun  ccgcagtagctgccgaatcttctactggtacatggacaactgtgtggaccgatggactta
K_Haingsun ccgcagtagctgccgaatcttctactggtacatggacaactgtgtggaccgatggactta
K_Hongchun ccgcagtagctgccgaatcttctactggtacatggacaactgtgtggaccgatggactta
C_Jungweon ccgcagtagctgccgaatcttctactggtacatggacaactgtgtggaccgatggactta
C_Asan     ccgcagtagctgccgaatcttctactggtacatggacaactgtgtggaccgatggactta
C_Shinsun  ccgcagtagctgccgaatcttctactggtacatggacaactgtgtggaccgatggactta
K_Jeju     ccgcagtagctgccgaatcttctactggtacatggacaactgtgtggaccgatggactta
C_JianB    ccgcagtagctgccgaatcttctactggtacatggacaactgtgtggaccgatggactta
C_JianA    ccgcactagctgccgaatcttctactggtacatggacaactgtgtggaccgatggactta
*****
K_Naju      cgagccttgatcgttacaaagggcgatgctatcacatcgagcccgttgccggagaggaaa
K_Jungsun  cgagccttgatcgttacaaagggcgatgctatcacatcgagcccgttgccggagaggaaa
K_Haingsun cgagccttgatcgttacaaagggcgatgctatcacatcgagcccgttgccggagaggaaa
K_Hongchun cgagccttgatcgttacaaagggcgatgctatcacatcgagcccgttgccggagaggaaa
C_Jungweon cgagccttgatcgttacaaagggcgatgctatcacatcgagcccgttgccggagaggaaa
C_Asan     cgagccttgatcgttacaaagggcgatgctatcacatcgagcccgttgccggagaggaaa
C_Shinsun  cgagccttgatcgttacaaagggcgatgctatcacatcgagcccgttgccggagaggaaa
K_Jeju     cgagccttgatcgttacaaagggcgatgctatcacatcgagcccgttgccggagaggaaa
C_JianB    cgagccttgatcgttacaaagggcgatgctatcacatcgagcccgttgccggagaggaaa
C_JianA    cgagccttgatcgttacaaagggcgatgctatcacatcgagcccgttgccggagaggaaa
*****
K_Naju      ctcaatthttatgcttatgtagcttaccattagacctthttgaaagaaggttccgthtacta
K_Jungsun  ctcaatthttatgcttatgtagcttaccattagacctthttgaaagaaggttccgthtacta
K_Haingsun ctcaatthttatgcttatgtagcttaccattagacctthttgaaagaaggttccgthtacta
K_Hongchun ctcaatthttatgcttatgtagcttaccattagacctthttgaaagaaggttccgthtacta
C_Jungweon ctcaatthttatgcttatgtagcttaccattagacctthttgaaagaaggttccgthtacta
C_Asan     ctcaatthttatgcttatgtagcttaccattagacctthttgaaagaaggttccgthtacta
C_Shinsun  ctcaatthttatgcttatgtagcttaccattagacctthttgaaagaaggttccgthtacta
K_Jeju     ctcaatthttatgcttatgtagcttaccattagacctthttgaaagaaggttccgthtacta
C_JianB    ctcaatthttatgcttatgtagcttaccattagacctthttgaaagaaggttccgthtacta
C_JianA    ctcaatthttatgcttatgtagcttaccattagacctthttgaaagaaggttccgthtacta
*****

```

```

K_Naju      atatgtttacttccattgtgggtaaatgtggttgatttaaagcactgcgtgctctacgtc
K_Jungsun  atatgtttacttccattgtgggtaaatgtggttgatttaaagcactgcgtgctctacgtc
K_Haingsun atatgtttacttccattgtgggtaaatgtggttgatttaaagcactgcgtgctctacgtc
K_Hongchun atatgtttacttccattgtgggtaaatgtggttgatttaaagcactgcgtgctctacgtc
C_Jungweon atatgtttacttccattgtgggtaaatgtggttgatttaaagcactgcgtgctctacgtc
C_Asan     atatgtttacttccattgtgggtaaatgtggttgatttaaagcactgcgtgctctacgtc
C_Shinsun  atatgtttacttccattgtgggtaaatgtggttgatttaaagcactgcgtgctctacgtc
K_Jeju     atatgtttacttccattgtgggtaaatgtggttgatttaaagcactgcgtgctctacgtc
C_JianB    atatgtttacttccattgtgggtaaatgtggttgatttaaagcactgcgtgctctacgtc
C_JianA    atatgtttacttccattgtgggtaaggtggttgatttaaagcactgcgtgctctacgtc
*****
K_Naju     tgggaagatttgcgaatcccgcctgcgtatgtgaaaactttccaaggcccgcctcatggca
K_Jungsun  tgggaagatttgcgaatcccgcctgcgtatgtgaaaactttccaaggcccgcctcatggca
K_Haingsun tgggaagatttgcgaatcccgcctgcgtatgtgaaaactttccaaggcccgcctcatggca
K_Hongchun tgggaagatttgcgaatcccgcctgcgtatgtgaaaactttccaaggcccgcctcatggca
C_Jungweon tgggaagatttgcgaatcccgcctgcgtatgtgaaaactttccaaggcccgcctcatggca
C_Asan     tgggaagatttgcgaatcccgcctgcgtatgtgaaaactttccaaggcccgcctcatggca
C_Shinsun  tgggaagatttgcgaatcccgcctgcgtatgtgaaaactttccaaggcccgcctcatggca
K_Jeju     tgggaagatttgcgaatcccgcctgcgtatgtgaaaactttccaaggcccgcctcatggca
C_JianB    tgggaagatttgcgaatcccgcctgcgtatgtgaaaactttccaaggcccgcctcatggca
C_JianA    tgggaagatttgcgaatcccgcctgcgtatgtgaaaactttccaaggcccgcctcatggca
*****

K_Naju     tccaagttgaaagagataaattgaacaagtatggcgtcccctggtgggatgtactatta
K_Jungsun  tccaagttgaaagagataaattgaacaagtatggcgtcccctggtgggatgtactatta
K_Haingsun tccaagttgaaagagataaattgaacaagtatggcgtcccctggtgggatgtactatta
K_Hongchun tccaagttgaaagagataaattgaacaagtatggcgtcccctggtgggatgtactatta
C_Jungweon tccaagttgaaagagataaattgaacaagtatggcgtcccctggtgggatgtactatta
C_Asan     tccaagttgaaagagataaattgaacaagtatggcgtcccctggtgggatgtactatta
C_Shinsun  tccaagttgaaagagataaattgaacaagtatggcgtcccctggtgggatgtactatta
K_Jeju     tccaagttgaaagagataaattgaacaagtatggcgtcccctggtgggatgtactatta
C_JianB    tccaagttgaaagagataaattgaacaagtatggcgtcccctggtgggatgtactatta
C_JianA    tccaagttgaaagagataaattgaacaagtatggcgtcccctggtgggatgtactatta
*****
K_Naju     aacccaaattagggttatccgctaaaaactacggcagagcagtttatgaatgtcttcgcg
K_Jungsun  aacccaaattagggttatccgctaaaaactacggcagagcagtttatgaatgtcttcgcg
K_Haingsun aacccaaattagggttatccgctaaaaactacggcagagcagtttatgaatgtcttcgcg
K_Hongchun aacccaaattagggttatccgctaaaaactacggcagagcagtttatgaatgtcttcgcg
C_Jungweon aacccaaattagggttatccgctaaaaactacggcagagcagtttatgaatgtcttcgcg
C_Asan     aacccaaattagggttatccgctaaaaactacggcagagcagtttatgaatgtcttcgcg
C_Shinsun  aacccaaattagggttatccgctaaaaactacggcagagcagtttatgaatgtcttcgcg
K_Jeju     aacccaaattagggttatccgctaaaaactacggcagagcagtttatgaatgtcttcgcg
C_JianB    aacccaaattagggttatccgctaaaaactacggcagagcagtttatgaatgtcttcgcg
C_JianA    aacccaaattagggttatccgctaaaaactacggcagagcagtttatgaatgtcttcgcg
*****

```

*는 모든 샘플에서 동일한 염기서열을 가지고 있음을 나타내며, 점 또는 공란은 선발된 SNP 지역을 나타냄.

그림 27. 더덕 ITS 및 rbcI A 지역 염기서열의 다중 염기서열 정렬 결과

더덕의 ITS 유전자 지역의 염기서열 정보를 활용하여 분자계통도 작성을 수행하였다. 그 결과 제주산 더덕이 독립적인 그룹을 형성하였으며 국내산 더덕과 중국산 더덕이 또한 독립적으로 그룹을 형성하고 있음을 확인할 수 있었다(그림 28). 특히, 중국산 더덕들 중 신선더덕 및 정원더덕의 경우 국내산 더덕들과 같은 그룹에 속하는 것을 확인하였으며, 현재 확보된 SNP 분자마커들로 해당 샘플들의 원산지 판별이 가능하지만 다수 샘플들을 추가하였을 때도 명확한 구분을 확보하기 위해서는 보다 많은 분자마커들의 확보가 필요할 것으로 판단된다.

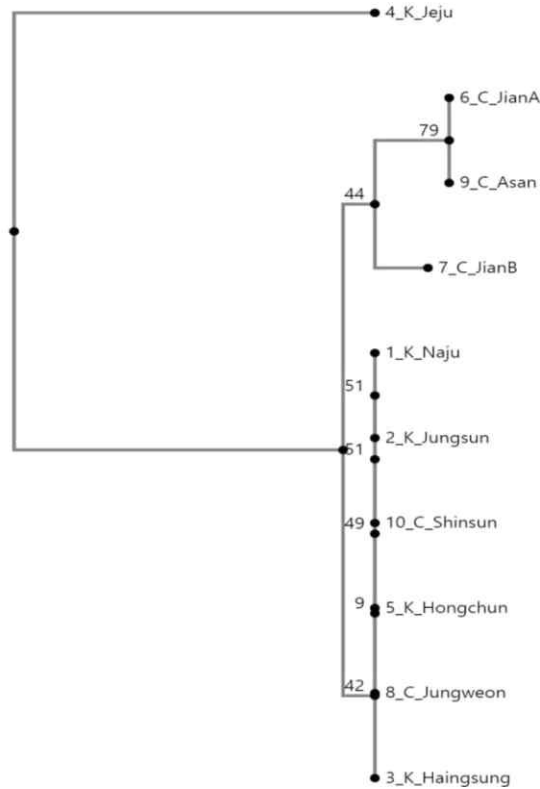


그림 28. 더덕의 ITS 지역의 염기서열을 사용하여 작성된 분자계통도

<제2세부과제 : 주요산채 우량종구 생산을 위한 토양관리 및 시비기술 개발>

(시험 1) 더덕 종근 생산 시비기준 설정

강원도 주요 산채인 더덕의 실내재배를 위한 우량 종근을 생산하기 위해 2021년 평창군 대관령면 횡계리 시험포장에 파종한 더덕의 생육 상황은 그림 29와 같으며, 파종 후 50일의 입모율은 58%로 조사되었고, 파종후 90일경까지 무성하게 생육하였으나, 파종 후 130일경 일부 낙엽이 지기 시작하여 150일경 지상부 전체가 고사하였다.



<파종 후 50일>

<파종 후 90일>

<파종 후 130일>

<파종 후 150일 >

그림 29. 평창지역 더덕 생육상황(2021)

시비 처리에 따른 더덕의 1년생 수확종근의 수량 특성은 표 32와 같이 나타났으며, 더덕 1년생 종근의 길이는 질소 1.5 배량까지 감소하다가 이후 비슷한 경향을 나타내었으며, 인산 처리에서는 1.5 배량 처리까지 증가하다가, 2.0 배량에서 감소하였다. 칼리 처리에서는 0.5 배량까지 증가하다가 이후 비슷한 경향을 나타내었으며 1년생 더덕 종근의 직경은 질소 처리량 역시 0.5 배와 3.0 배량에서 증가한 것으로 나타났으나, 통계적 유의차는 나타나지 않았다.

표 32. 삼요소 시비 처리에 따른 더덕의 수량특성(2021)

처리번호	처리구분 (N-P-K)	길이(cm)	직경(mm)	중량(g)	분지수
1	0-1-1	13.58	5.80	2.75	2.09
2	0.5-1-1	13.17	6.46	3.84	2.49
3	1-1-1	13.01	6.33	3.27	2.02
4	1.5-1-1	12.63	6.26	3.43	2.29
5	2-1-1	12.73	6.34	3.74	2.61
6	3-1-1	12.99	7.70	4.16	2.53
7	1-0-1	12.89	6.34	3.48	2.78
8	1-0.5-1	12.92	6.36	3.76	2.29
9	1-1.5-1	13.05	6.11	2.98	2.55
10	1-2-1	11.97	6.19	3.16	2.35
11	1-1-0	12.88	6.83	3.51	2.04
12	1-1-0.5	15.05	5.87	3.78	2.25
13	1-1-1.5	13.23	6.07	3.66	2.07
14	1-1-2	13.30	6.17	3.47	2.13
15	0-0-0	12.60	6.05	2.76	1.78
16	퇴비	13.16	6.07	2.69	2.04
17	바이오차	12.58	5.75	2.70	2.19



<0-0-0>

<3-1-1>

<1-0.5-1>

<1-1-0.5>

그림 30. 시비수준에 따른 1년생 더덕 종근(N-P-K, 성분량)

1년생 더덕 종근의 중량은 질소 0.5 배량 처리에서 가장 높게 나타났으나, 처리량이 많을수록 근중이 증가하는 경향을 나타냈으며, 인산은 처리량이 많아질수록 근중이 감소하는 것으로 나타났고, 칼리 처리에서는 처리량에 따른 차이를 확인할 수 없었다.

시비수준에 따른 1년생 더덕 종근의 수확시 상황은 그림 30과 같으며, 그림을 통해 질소시비량이 높은 경우 근중이 높아 종근생산에 유리할 것으로 판단되었다.

시비수준에 따른 1년생 더덕 종근 중량과의 관계는 그림 31과 같이 나타났으며, 질소처리량과 종근 중량의 관계는 처리에 따라 증가하는 것으로 나타났으며, 인산 처리량과 종근 중량의 관계 처리에 따라 감소하는 것으로 분석되었으며, 칼리 처리량과 종근 중량은 유의한 차이를 확인할 수 없는 것으로 분석되었다.

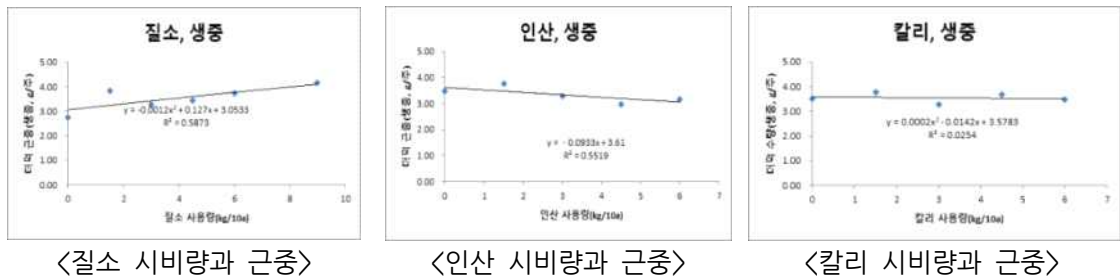


그림 31. 삼요소 시비 처리량과 1년생 더덕 근중과의 관계(2021)

표 33. 평창 대관령 횡계 더덕 재배시험 전 토양화학성(2021)

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Ca	K (cmol(+)/kg)	Mg	P ₂ O ₅ (mg/kg)
7.0	0.2	19	6.7	0.38	1.4	770

표 34. 평창 대관령 횡계 더덕 삼요소 시비 처리 재배시험 후 토양화학성(2021)

처리번호	처리구분 (N-P-K)	pH	EC	OM	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅
		(1:5)	(dS/m)	(g/kg)	(cmol(+)/kg)	(cmol(+)/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
1	0-1-1	7.1	0.34	25	6.7	0.40	1.5	899
2	0.5-1-1	7.1	0.30	26	7.0	0.49	1.3	850
3	1-1-1	7.1	0.30	26	7.0	0.50	1.4	813
4	1.5-1-1	7.2	0.33	24	7.4	0.26	1.5	766
5	2-1-1	7.2	0.36	27	7.0	0.49	1.4	1,027
6	3-1-1	7.0	0.36	24	6.6	0.54	1.4	901
7	1-0-1	7.1	0.33	27	7.4	0.52	1.5	912
8	1-0.5-1	7.1	0.40	27	6.9	0.90	1.5	978
9	1-1.5-1	7.2	0.38	26	6.9	0.42	1.4	846
10	1-2-1	7.1	0.39	27	7.4	0.62	1.5	941
11	1-1-0	7.2	0.34	23	7.1	0.31	1.4	1,284

12	1-1-0.5	7.1	0.33	22	6.7	0.23	1.3	859
13	1-1-1.5	7.1	0.34	25	6.8	0.55	1.3	911
14	1-1-2	7.2	0.39	24	6.9	0.54	1.4	1,026
15	0-0-0	7.1	0.34	27	6.8	0.77	1.3	999
16	퇴비	7.3	0.37	27	7.0	0.62	1.4	1,019
17	바이오차	7.4	0.38	25	7.3	0.39	1.4	1,025

2021년 평창 대관령 재배포장의 더덕 재배 전·후 토양화학성은 표 33, 34과 같이 나타났으며, 재배 후 변화는 Mg을 제외한 pH, EC, OM, K, P₂O₅가 전체적으로 증가하였으며, Mg은 처리 간 차이를 나타내지 않았으나, 약간 감소한 경향을 나타내었다. 요소별로 보았을 때 질소 처리 시 pH는 시비량이 증가할수록 증가하였으나 3.0배량에서 감소하였으며, EC의 경우 2.0배량부터 증가하는 경향이었으며, OM은 처리 간 차이가 나타나지 않았다. Ca함량은 2.0배량 이상에서 감소하는 것을 볼 수 있었으며, K 및 Mg 함량은 처리간 차이가 없었고, 인산은 1.5배량까지 감소하다가 증가하였다. 인산 처리 시 pH, EC, OM, Ca, K, Mg, P₂O₅ 함량에서 처리간 통계적 유의한 차이를 확인할 수 없었다.

표 35. 평창 대관령 횡계 더덕 식물체 성분 함량(2021)

처리번호	처리구분 (N-P-K)	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
		-----	-----	(%)	-----	-----
1	0-1-1	2.3	1.5	2.3	0.44	0.45
2	0.5-1-1	2.0	1.4	2.0	0.39	0.39
3	1-1-1	2.1	1.0	2.0	0.36	0.36
4	1.5-1-1	2.0	1.1	2.0	0.45	0.45
5	2-1-1	2.0	1.1	2.2	0.44	0.46
6	3-1-1	2.3	1.6	2.4	0.44	0.56
7	1-0-1	2.1	1.4	2.1	0.41	0.39
8	1-0.5-1	1.9	1.0	2.2	0.42	0.39
9	1-1.5-1	2.3	1.4	2.3	0.45	0.48
10	1-2-1	2.3	1.4	2.2	0.46	0.46
11	1-1-0	2.1	1.3	2.2	0.45	0.46
12	1-1-0.5	2.0	1.3	2.2	0.46	0.47
13	1-1-1.5	2.1	1.2	2.1	0.43	0.44
14	1-1-2	2.1	1.5	2.3	0.46	0.49
15	0-0-0	2.1	1.6	2.6	0.45	0.43
16	퇴비	2.1	1.5	2.5	0.45	0.51
17	바이오차	2.0	1.4	2.3	0.44	0.47

2021년 평창 대관령 횡계 재배포장의 삼요소 처리에 따른 더덕의 식물체 성분함량을 분석한

결과는 표 35와 같으며, T-N의 함량은 처리번호 8번(1-0.5-1)처리에서 가장 낮았으며, 1번(0-1-1), 6번(3-1-1), 9번(1-1.5-1), 10번(1-2-1)처리에서 높게 나타났다. 인산은 3번(1-1-1), 8번(1-0.5-1)에서 낮게 나타났으며, 6번(3-1-1), 15번(0-0-0) 처리에서 높게 나타났다. 칼리는 15번(0-0-0)처리에서 높게 나타났으며 칼슘은 3번(1-1-1)에서 가장 낮게 나타났고, MgO는 3번(1-1-1)처리에서 가장 낮게 나타났다. 이는 식물체에 대한 성분함량 비율로 나타난 것으로 성분 함량이 높은 경우 다른 성분의 결핍 또는 부족에 의해 일부 성분이 높아진 것으로 판단된다.

2022년 춘천시 신북읍 시험포장에 파종한 더덕의 종근 수량 특성은 표 36과 같이 나타났으며, 더덕 종근의 길이는 질소의 처리 수준에 따른 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 인산 시비량이 증가할수록 감소하는 경향이었고, 칼리 시비량이 증가할수록 감소하였다. 종근의 직경은 질소 시비량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 3.0 배량 처리에서 감소하였다. 인산의 시비량이 증가할수록 감소하였으며, 칼리 시비수준에 따른 유의한 차이는 확인할 수 없었다. 종근 수량은 질소 1.5 배량 처리에서 가장 높게 나타났으며, 인산은 1.5 배량, 칼리는 0.5 배량에서 높게 나타났다.

표 36. 삼요소 시비 처리에 따른 더덕 종근의 수량특성(2022)

처리번호	처리구분 (N-P-K)	길이(cm)	직경(cm)	중량(kg/10a)
1	0-1-1	11.3	1.6	260
2	0.5-1-1	11.6	1.7	297
3	1-1-1	11.3	1.8	288
4	1.5-1-1	11.9	2.0	392
5	2-1-1	11.3	2.0	369
6	3-1-1	11.5	1.9	359
7	1-0-1	11.9	1.5	259
8	1-0.5-1	10.9	1.6	251
9	1-1.5-1	10.9	1.8	309
10	1-2-1	10.4	1.7	294
11	1-1-0	11.8	1.7	314
12	1-1-0.5	12.0	1.8	359
13	1-1-1.5	11.0	1.7	304
14	1-1-2	10.9	1.7	293
15	0-0-0	11.1	1.5	242
16	퇴비	11.7	1.5	250
17	바이오차	11.0	1.2	179

2022년 춘천시 신북읍 시험포장의 시비수준에 따른 1년생 더덕 종근의 중량과의 관계는 그림 32와 같이 나타났으며, 질소처리량과 종근 중량의 관계는 $y = -0.5918x^2 + 16.945x + 250.55$ ($R^2 = 0.7625^*$), 인산 처리량과 종근 중량의 관계는 $y = -0.2376x^2 + 7.0548x + 250.61$ ($R^2 = 0.7054^*$), 칼리 처리량과 종근 중량의 관계는 $y = -0.1972x^2 - 0.9001x + 327.59$ ($R^2 =$

0.3124)로 나타났으며, 질소 및 인산 처리량과 종근중량은 통계적 유의한 차이를 나타내었다.

2022년 춘천시 신북읍 시험포장의 더덕 재배전과 재배후 토양화학성은 표 37, 38과 같이 나타났으며, 재배 후 변화는 pH, EC, OM, Ca, K, Mg, P₂O₅가 처리간 차이는 있었으나, 전체적으로 감소하였다.

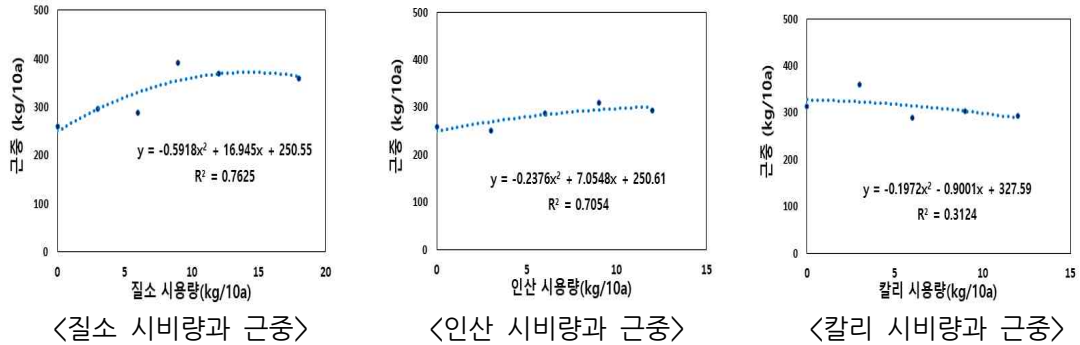


그림 32. 삼요소 시비 처리량과 1년생 더덕 근중과의 관계(2022)

표 37. 춘천 신북 더덕 재배 더덕 재배시험전 토양화학성(2022)

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Ca	K (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	Mg	P ₂ O ₅ (mg/kg)
7.6	1.1	5	5.7	0.1	0.82	123

표 38. 춘천 신북 더덕 삼요소 시비 처리 재배시험 후 토양화학성(2022)

처리번호	처리구분 (N-P-K)	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Ca	K (cmol(+)/kg)	Mg	P ₂ O ₅ (mg/kg)
1	0-1-1	7.2	0.11	5.0	5.6	0.04	0.41	91
2	0.5-1-1	7.2	0.11	5.0	5.6	0.04	0.45	96
3	1-1-1	7.3	0.10	5.0	5.6	0.05	0.41	91
4	1.5-1-1	7.2	0.10	5.0	5.8	0.04	0.41	90
5	2-1-1	7.1	0.09	4.7	5.3	0.04	0.43	91
6	3-1-1	7.1	0.09	4.7	5.6	0.04	0.43	85
7	1-0-1	7.4	0.10	4.7	5.6	0.04	0.45	80
8	1-0.5-1	7.3	0.11	5.0	5.6	0.04	0.41	85
9	1-1.5-1	7.1	0.10	4.7	5.6	0.05	0.42	97
10	1-2-1	7.2	0.12	5.3	5.4	0.05	0.45	121
11	1-1-0	7.3	0.11	5.3	5.9	0.04	0.45	98
12	1-1-0.5	7.3	0.13	5.3	5.7	0.05	0.45	94

13	1-1-1.5	7.3	0.12	5.3	5.7	0.05	0.40	95
14	1-1-2	7.4	0.11	5.0	5.5	0.06	0.40	88
15	0-0-0	7.2	0.09	5.0	5.4	0.04	0.39	78
16	퇴비	7.4	0.11	7.7	5.7	0.04	0.43	117
17	바이오차	7.4	0.13	7.0	6.2	0.05	0.43	130

요소별로 보았을 때 질소 시비량이 증가할수록 pH, EC 및 OM은 감소하였으며, Ca, K, Mg, K, P₂O₅ 함량은 시비량에 따른 유의한 차이가 없었다. 인산은 시비량이 증가할수록 P₂O₅ 함량이 증가하였으나, pH, EC, OM, Ca, K, Mg 함량은 시비량에 따른 유의한 차이가 나타나지 않았다. 칼리는 시비량이 증가할수록 K 함량이 증가하였으나, pH, EC, OM, Ca, Mg, P₂O₅ 함량은 시비량에 따른 유의한 차이가 나타나지 않았다.

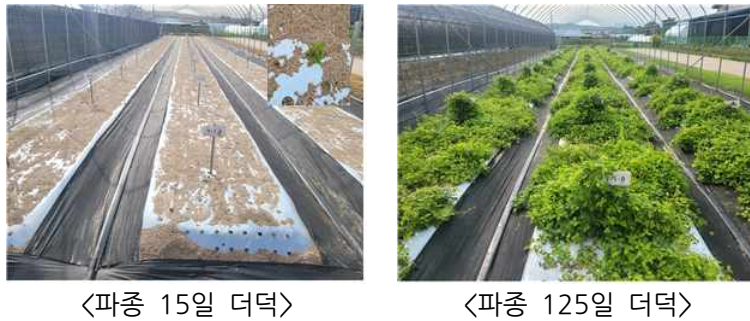


그림 33. 2023년 춘천지역 더덕 생육상황

표 39. 삼요소 시비 처리에 따른 파종후 50일 더덕 생육 특성(2023)

처리번호	처리구분 (N-P-K)	초장 (cm)	엽수 (개/주)	지상부중량(g)	근장(cm)	근중(g)
1	0-1-1	7.70	8.10	0.26	4.43	0.04
2	0.5-1-1	7.78	7.58	0.20	3.89	0.02
3	1-1-1	7.58	7.35	0.19	4.95	0.03
4	1.5-1-1	6.87	7.29	0.19	4.54	0.03
5	2-1-1	8.21	8.64	0.31	5.17	0.05
6	3-1-1	6.25	7.16	0.14	4.76	0.03
7	1-0-1	5.41	6.34	0.07	3.88	0.01
8	1-0.5-1	6.51	6.56	0.12	4.97	0.03
9	1-1.5-1	7.85	10.40	0.23	5.18	0.04
10	1-2-1	9.15	9.01	0.33	5.17	0.05
11	1-1-0	6.33	6.84	0.13	4.71	0.02

12	1-1-0.5	7.24	7.73	0.18	4.99	0.03
13	1-1-1.5	7.40	8.43	0.24	4.88	0.03
14	1-1-2	7.20	7.61	0.18	5.07	0.04
15	0-0-0	5.36	6.33	0.12	3.40	0.02
16	바이오차	5.36	6.07	0.06	4.05	0.02
17	퇴비	6.47	6.41	0.10	4.93	0.02

2023년 춘천시 신북읍 시험포장에 파종한 더덕의 생육상황은 그림 33과 같으며, 이는 2021년 평창군 대관령면 황계리의 생육상황과는 다른 형태를 나타내고 있으며, 이는 평창군 대관령면 황계리와 춘천시 신북읍의 기후에 따른 차이로 춘천지역이 생육기간이 증가한 것을 알 수 있었다.

표 40. 삼요소 시비 처리에 따른 파종후 105일 더덕 생육 특성(2023)

처리 번호	처리구분 (N-P-K)	초장 (cm)	엽수 (개/주)	지상부중량 (g)	근장 (cm)	근중 (g)
1	0-1-1	32.34	248.48	4.71	9.65	2.17
2	0.5-1-1	74.90	614.37	14.14	10.42	3.03
3	1-1-1	69.81	397.90	20.04	10.36	2.83
4	1.5-1-1	84.47	270.94	11.91	9.63	2.90
5	2-1-1	44.52	332.02	8.17	10.35	2.66
6	3-1-1	97.53	549.62	21.31	11.17	3.07
7	1-0-1	55.43	289.53	6.98	11.17	1.63
8	1-0.5-1	62.16	310.82	8.68	9.67	2.25
9	1-1.5-1	96.88	359.92	18.00	10.99	3.14
10	1-2-1	73.94	688.88	16.87	10.25	3.75
11	1-1-0	33.29	328.85	8.95	10.56	2.58
12	1-1-0.5	94.38	314.89	17.19	10.18	2.80
13	1-1-1.5	41.18	343.61	16.31	9.41	1.65
14	1-1-2	40.07	279.74	9.19	9.95	3.09
15	0-0-0	86.06	509.04	12.9	11.33	1.89
16	바이오차	72.48	587.66	5.70	9.61	2.83
17	퇴비	68.75	268.09	4.08	10.61	1.68

2023년 춘천시 신북읍 시험재배포장 더덕의 생육특성은 표 39, 40과 같다. 표는 더덕의 파종 후 50일, 105일에 조사한 생육 특성을 나타내었다.

2023년 춘천시 신북읍 시험 포장에 파종한 더덕의 종근 수량 특성은 표 41과 같이 나타났으며, 1년생 더덕 종근의 길이는 시비 처리수준에 따른 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 종근의 근중은 질소 시비량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으나, 3.0 배량 처리에서 감소하였

으며, 인산의 시비량이 증가할수록 근중이 증가하였으며, 칼리는 시비수준에 따른 유의한 차이를 확인할 수 없었다.

더덕 종근은 종근으로 판매시 종근의 개수가 소득과 관련이 있게 되므로 기준 중량 이상의 종근의 개수가 많을수록 유리하다. 이에 따라 시비 처리에 따른 종근의 총 생산 개수와 종근 중량을 분석한 결과는 그림 34와 같이 나타났으며, 질소 1.5 배량에서 높게 나타났으며, 인산 및 칼리의 경우는 통계적인 유의한 차이가 나타나지 않았다.

표 41. 삼요소 시비 처리에 따른 파종후 203일 더덕 종근의 수량 특성(2023)

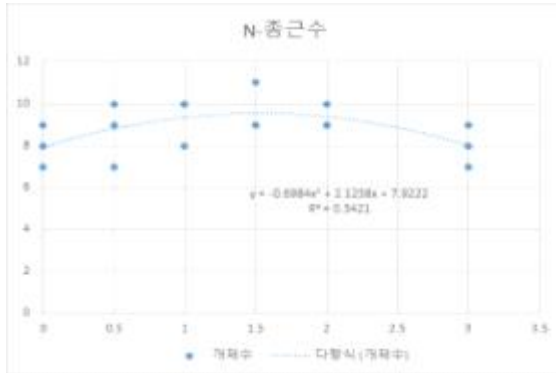
처리번호	처리구분 (N-P-K)	근장(cm)	근중(g)	종근수(개/구)	종근생산량(g/구)
1	0-1-1	11.48	7.45	147.33	977.19
2	0.5-1-1	11.60	8.86	141.00	1,085.45
3	1-1-1	11.48	8.56	144.33	1,185.60
4	1.5-1-1	11.25	9.82	154.67	1,394.94
5	2-1-1	11.93	11.09	147.33	1,333.34
6	3-1-1	10.27	8.28	145.67	1,133.61
7	1-0-1	11.62	8.28	120.00	1,002.49
8	1-0.5-1	11.61	7.50	158.00	1,101.61
9	1-1.5-1	10.83	7.98	128.00	1,065.51
10	1-2-1	12.85	11.68	153.00	1,100.52
11	1-1-0	10.92	8.26	146.67	1,295.51
12	1-1-0.5	10.75	9.06	149.33	1,267.88
13	1-1-1.5	10.80	6.70	133.00	1,121.71
14	1-1-2	11.31	7.16	132.33	1,010.69
15	0-0-0	9.13	3.66	103.00	667.07
16	바이오차	10.78	6.20	131.33	765.84
17	퇴비	11.28	8.67	147.67	1,094.29



그림 34. 삼요소 시비수준에 따른 더덕 종근의 수량 특성

춘천시 신북읍 시험포장의 시비수준에 따른 1년생 더덕 종근의 생산 개수와와의 관계는 그림

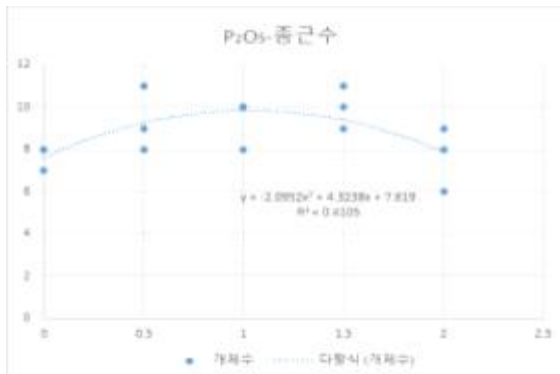
35와 같으며, 질소 시비량과 종근 생산 개수와의 관계는 $y = -0.6984x^2 + 2.1238x + 7.9222$ ($R^2 = 0.3421^*$), 인산 시비량과 종근 생산 개수와의 관계는 $y = -2.0952x^2 + 4.3238x + 7.619$ ($R^2 = 0.4105^*$), 칼리 시비량과 종근 생산 개수와의 관계는 $y = -0.5714x^2 - 1.9429x + 8.2476$ ($R^2 = 0.2652$)로 나타났으며, 질소 및 인산 처리량과 종근 생산 개수는 통계적으로 유의한 차이를 나타내었으나, 칼리 처리량과 종근 생산개수는 유의하지 않았다.



분산 분석

	자유도	제곱합	제곱 평균	F 비	유의한 F
회귀	2	7.6968	3.8484	3.8995	0.0432
잔차	15	14.803	0.9868		
계	17	22.5			

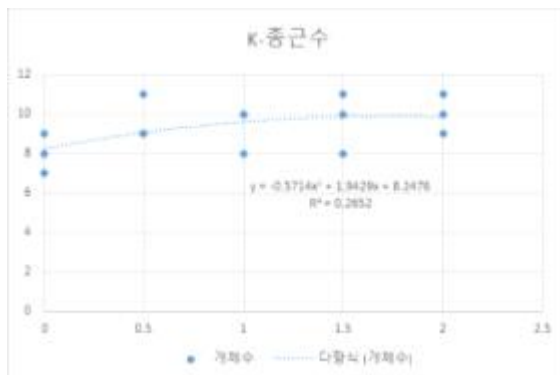
<질소, N>



분산 분석

	자유도	제곱합	제곱 평균	F 비	유의한 F
회귀	2	11.657	5.8285	4.1774	0.0419
잔차	12	16.742	1.3952		
계	14	28.4			

<인산, P>



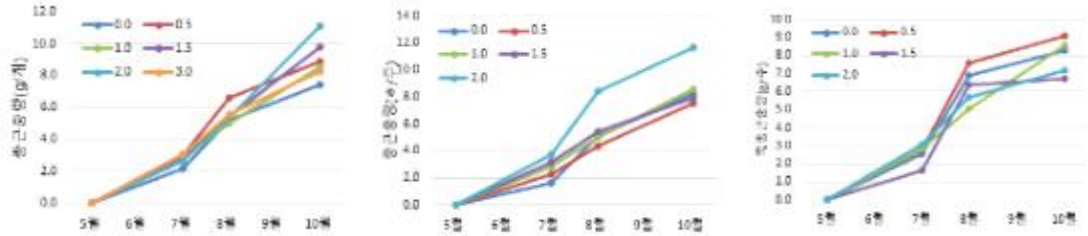
분산 분석

	자유도	제곱합	제곱 평균	F 비	유의한 F
회귀	2	5.6571	2.8285	2.1652	0.1574
잔차	12	15.6761	1.3063		
계	14	21.3333			

<칼리, K>

그림 35. 삼요소 시비량과 1년생 더덕 종근의 개수와의 관계

2023년 춘천지역 더덕의 생육특성을 조사하고, 시기별 종근 중량의 변화를 그림 36으로 나타내었다. 시비량에 따라 중량이 변화하는 시기가 다른 것을 알수 있었으며, 이는 지역별로 재배기간에 따른 시비량 조절이 필요할 것으로 판단되었다.



<질소 시비량과 근중>

<인산 시비량과 근중>

<칼리 시비량과 근중>

그림 36. 삼요소 시비 처리량과 1년생 더덕 종근중량의 변화

2021년부터 2023년까지의 1년생 더덕의 시비량 시험결과를 종합해 보면 일반적인 토양비옥도 일 때 1년생 더덕 종근을 생산하기 위한 시비량은 표준시비량에서 질소를 1.2~1.5 배량 시비가 종근 개수 및 수량을 증가시킬 수 있을 것으로 기대된다.

(시험 2) 산마늘 종구 생산 시비기준 설정

강원지역의 주요 산채로 알려져 있는 산마늘의 실내재배 및 연중생산에 사용하기 위한 우량 종구를 생산하기 위해 평창군 대관령면 횡계리 시험포장에 2021년 9월 14일 정식한 산마늘 종구의 묘소질은 표 42, 그림 37과 같으며, 3년생 종구의 경우 2년생 종구에 비해 중량이 약 3배 정도 큰 것으로 나타났다.

표 42. 산마늘 종구의 묘 소질

년생	구고(cm)	구폭(cm)	구중(g)	근장(cm)
2년	5.4	0.7	1.2	10.3
3년	4.9	1.1	3.8	14.6



<2년생>



<3년생>

그림 37. 산마늘의 년생별 종구

2021년 평창군 횡계리 시험포장의 전경은 그림 38과 같으며, 정식한 산마늘은 2022년 9월 23일 수확하여 수량 특성을 분석한 결과, 2년생 정식 산마늘은 표 43과 같이 나타났다. 종구의 중량은 질소 1.5 배량 처리에서 높게 나타났으며, 인산 2.0 배량, 칼리 2.0 배량에서 높게 나타나 더덕 종근 생산과는 다른 결과를 나타내었다.



그림 38. 평창군 대관령면 횡계리 산마늘 정식 포장(2021)

표 43. 삼요소 시비 처리에 따른 산마늘(2년생 정식) 종구의 수량특성(2021)

처리번호	처리구분(N-P-K)	길이(cm)	직경(cm)	중량(g)
1	0-1-1	5.2	1.8	11.4
2	0.5-1-1	5.6	1.8	11.6
3	1-1-1	5.4	1.7	11.3
4	1.5-1-1	5.5	1.7	11.9
5	2-1-1	5.6	1.7	11.7
6	3-1-1	5.2	1.7	12.1
7	1-0-1	5.5	1.8	11.6
8	1-0.5-1	5.5	1.6	11.3
9	1-1.5-1	5.4	1.8	12.0
10	1-2-1	5.4	1.9	12.6
11	1-1-0	5.4	1.7	11.4
12	1-1-0.5	5.3	1.6	11.0
13	1-1-1.5	5.6	1.6	11.1
14	1-1-2	5.6	1.8	12.5
15	0-0-0	5.2	1.7	10.8
16	퇴비	5.2	1.8	12.5
17	바이오차	5.4	1.8	11.7

삼요소 시비수준에 따른 산마늘(2년생 정식) 종구의 수량과의 관계는 그림 39와 같으며, 질소 시비량과 산마늘 종구 중량과의 관계는 $y = -0.1301x^2 + 4.4078x + 340.98$ ($R^2 = 0.7903^*$), 인산 시비량과 종구 중량의 관계는 $y = -1.2924x^2 + 14.581x + 333.84$ ($R^2 = 0.7854^*$), 칼리

시비량과 종구 중량의 관계는 $y = -0.0693x^2 + 6.022x + 328.26$ ($R^2 = 0.9185^{**}$)로 나타났다.

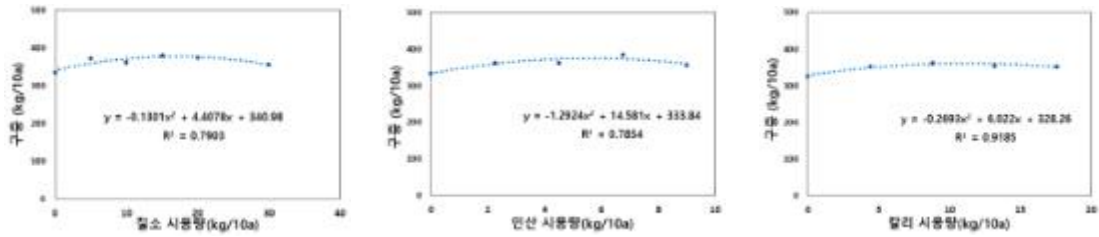


그림 39. 삼요소 시비량과 평창지역 산마늘(2년생 정식) 수량과의 관계식

3년생 정식 산마늘 수량특성은 표 44와 같이 나타났으며, 종구의 중량은 질소 1.5 배량 처리에서 높게 나타났으며, 인산 0.5 배량, 칼리 0.5 배량에서 높게 나타나 2년생 정식 결과와는 다르게 나타났다.

표 44. 삼요소 시비 처리에 따른 산마늘(3년생 정식) 종구의 수량 특성(2021)

처리번호	처리구분(N-P-K)	길이(cm)	직경(cm)	중량(g)
1	0-1-1	6.4	2.2	17.0
2	0.5-1-1	6.3	2.3	17.8
3	1-1-1	5.8	2.1	18.1
4	1.5-1-1	6.0	2.1	18.8
5	2-1-1	6.0	2.1	18.6
6	3-1-1	6.0	2.2	18.4
7	1-0-1	6.1	2.2	17.0
8	1-0.5-1	6.1	2.2	18.4
9	1-1.5-1	6.0	2.2	17.9
10	1-2-1	6.1	2.0	17.5
11	1-1-0	6.0	2.2	16.5
12	1-1-0.5	6.2	2.0	17.4
13	1-1-1.5	5.8	2.0	17.1
14	1-1-2	6.0	2.1	16.9
15	0-0-0	6.2	2.1	15.6
16	퇴비	6.0	2.1	16.9
17	바이오차	6.1	2.0	16.8

삼요소 시비수준에 따른 산마늘(3년생 정식) 종구의 수량과의 관계는 그림 40과 같으며, 질소

시비량과 산마늘 중구 중량과의 관계는 $y = -0.1361x^2 + 5.5533x + 543.09$ ($R^2 = 0.9639^{**}$), 인산 시비량과 중구 중량의 관계는 $y = -1.5921x^2 + 14.795x + 551.37$ ($R^2 = 0.7572^*$), 칼리 시비량과 중구 중량의 관계는 $y = -0.489x^2 + 8.9446x + 528.7$ ($R^2 = 0.8023^{**}$)로 나타났다.

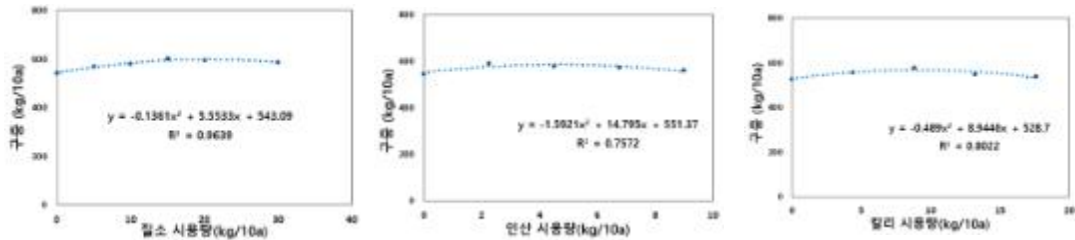


그림 40. 삼요소 시비량과 평창지역 산마늘(3년생정식) 수량과의 관계식

표 45. 평창 대관령 황계 산마늘 재배시험 전 토양화학성

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Ca	K (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	Mg	P ₂ O ₅ (mg/kg)
7.2	0.8	33	7.5	0.70	2.14	985

평창군 대관령면 황계리 시험포장의 산마늘 재배전과 재배후의 토양화학성은 표 45, 46과 같이 나타났으며, 재배 후 변화는 pH, EC는 전체적으로 감소하였으며, OM은 큰 차이를 나타내지 않았으며, Ca는 대체로 증가하였고, K는 대체로 감소하였으나 일부 증가하였으며, Mg는 전체적으로 감소하는 경향이었고, P₂O₅는 전체적으로 증가하였다.

인산의 시비량이 증가할수록 토양 내 인산함량이 증가하였으며, 칼리 시비 처리의 경우, 칼리 시비량이 증가할수록 토양 내 칼리가 증가한 것을 확인할 수 있었다.

2021년부터 2022년까지 평창 대관령 황계 시험재배포장의 삼요소 처리에 따른 산마늘의 성분함량을 분석한 결과는 표 47(2년생), 48(3년생)과 같다. 2년생 정식 산마늘의 식물체 성분분석 결과 T-N의 함량은 처리번호 2번(0.5-1-1)과 3번(1-1-1)에서 낮게 나타났으나, 대부분 1.9~2.1%의 함량을 나타내었으며, 인산 함량은 인산처리구인 7번(1-0-1), 9번(1-1.5-1)에서 오히려 낮았으나, 이 역시 0.63~0.68% 정도의 범위로 큰 차이를 나타내지 않았으며, 칼리 역시 시비량에 따른 식물체 성분함량이 증가하는 것은 확인할 수 없었다. 3년생 정식 산마늘의 식물체 성분분석 결과는 표 48(3년생)과 같으며, 2년생과 비슷한 결과를 나타내었으며, 함량의 분포 범위도 비슷하였다.

산마늘의 경우 삼요소 시비량 증가에 따른 성분함량 증가는 나타나지 않았으나, 인산 무처리구(질소와 칼리 시비, 인산 무시비)의 경우 식물체 인산함량이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

표 46. 평창 대관령 황계 산마늘 삼요소 시비 처리 재배시험 후 토양화학성

처리번호	처리구분 (N-P-K)	pH	EC	OM	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅
		(1:5)	(dS/m)	(g/kg)	(cmol(+)/kg)			(mg/kg)
1	0-1-1	6.9	0.39	35	7.9	0.71	0.89	1,046
2	0.5-1-1	6.8	0.34	35	7.9	0.70	0.85	1,032
3	1-1-1	6.6	0.32	34	7.5	0.65	0.78	1,001
4	1.5-1-1	6.9	0.35	33	8.0	0.68	0.88	1,022
5	2-1-1	6.7	0.35	34	7.8	0.63	0.81	1,086
6	3-1-1	6.8	0.35	35	7.9	0.66	0.83	1,070
7	1-0-1	6.8	0.33	33	7.5	0.61	0.79	1,004
8	1-0.5-1	7.0	0.33	33	7.4	0.68	0.78	1,050
9	1-1.5-1	6.9	0.34	34	8.0	0.71	0.86	1,084
10	1-2-1	6.7	0.35	35	7.8	0.64	0.85	1,102
11	1-1-0	6.9	0.36	36	7.8	0.61	0.89	1,047
12	1-1-0.5	6.7	0.35	35	7.6	0.67	0.83	1,018
13	1-1-1.5	6.4	0.38	34	7.4	0.71	0.79	1,052
14	1-1-2	6.5	0.32	33	7.4	0.75	0.78	1,048
15	0-0-0	6.6	0.32	32	7.5	0.59	0.83	1,029
16	퇴비	6.7	0.35	37	8.3	0.67	0.91	1,018
17	바이오차	7.0	0.43	41	9.3	0.81	0.95	1,085

표 47. 평창 대관령 황계 산마늘(2년생 정식) 식물체 성분 함량

처리번호	처리구분 (N-P-K)	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
		-----			%	-----
1	0-1-1	2.0	0.68	1.5	0.33	0.18
2	0.5-1-1	1.9	0.65	1.4	0.31	0.16
3	1-1-1	1.9	0.65	1.4	0.34	0.18
4	1.5-1-1	2.0	0.65	1.4	0.32	0.16
5	2-1-1	2.1	0.68	1.4	0.33	0.18
6	3-1-1	2.0	0.66	1.5	0.35	0.18
7	1-0-1	2.1	0.64	1.5	0.33	0.17
8	1-0.5-1	2.1	0.68	1.4	0.33	0.16
9	1-1.5-1	2.0	0.64	1.5	0.33	0.16
10	1-2-1	2.0	0.65	1.4	0.34	0.18
11	1-1-0	2.1	0.68	1.5	0.32	0.17
12	1-1-0.5	2.0	0.67	1.5	0.33	0.18
13	1-1-1.5	2.1	0.68	1.5	0.33	0.17
14	1-1-2	2.0	0.68	1.4	0.32	0.16
15	0-0-0	2.1	0.68	1.4	0.33	0.17
16	퇴비	2.0	0.63	1.4	0.34	0.18
17	바이오차	1.9	0.64	1.5	0.35	0.20

표 48. 평창 대관령 황계 산마늘(3년생 정식) 식물체 성분 함량

처리번호	처리구분 (N-P-K)	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
		----- %			-----	
1	0-1-1	2.0	0.64	1.4	0.30	0.16
2	0.5-1-1	2.1	0.63	1.5	0.28	0.16
3	1-1-1	2.2	0.65	1.5	0.29	0.16
4	1.5-1-1	2.3	0.69	1.4	0.31	0.15
5	2-1-1	2.1	0.62	1.4	0.28	0.15
6	3-1-1	2.1	0.62	1.4	0.30	0.16
7	1-0-1	2.2	0.60	1.5	0.30	0.15
8	1-0.5-1	2.2	0.64	1.4	0.28	0.15
9	1-1.5-1	2.4	0.66	1.4	0.30	0.16
10	1-2-1	2.4	0.65	1.5	0.29	0.15
11	1-1-0	2.4	0.68	1.5	0.31	0.16
12	1-1-0.5	2.5	0.71	1.4	0.31	0.15
13	1-1-1.5	2.4	0.71	1.4	0.31	0.17
14	1-1-2	2.4	0.71	1.4	0.31	0.17
15	0-0-0	2.2	0.67	1.4	0.29	0.15
16	퇴비	2.4	0.67	1.4	0.29	0.15
17	바이오차	2.3	0.62	1.4	0.29	0.15

표 49. 삼요소 시비 처리에 따른 산마늘(3년생 정식) 종구의 수량 특성(2022)

처리번호	처리구분(N-P-K)	길이(cm)	직경(cm)	중량(g)
1	0-1-1	4.4	1.3	5.5
2	0.5-1-1	4.2	1.4	6.0
3	1-1-1	4.3	1.3	5.9
4	1.5-1-1	4.3	1.3	5.9
5	2-1-1	4.4	1.4	6.0
6	3-1-1	4.4	1.3	5.7
7	1-0-1	4.4	1.3	5.7
8	1-0.5-1	4.2	1.5	6.5
9	1-1.5-1	4.3	1.4	6.1
10	1-2-1	4.3	1.4	6.1
11	1-1-0	4.3	1.4	6.1
12	1-1-0.5	4.3	1.4	6.3
13	1-1-1.5	4.3	1.3	5.8
14	1-1-2	4.2	1.3	5.5
15	0-0-0	4.2	1.3	5.5
16	퇴비	4.4	1.3	5.6
17	바이오차	4.4	1.4	6.0

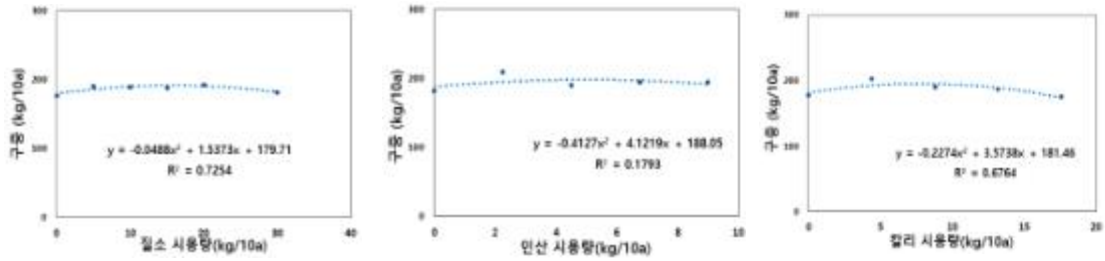


그림 41. 삼요소 시비량과 춘천지역 산마늘(3년생 정식) 수량과의 관계식

표 50. 삼요소 시비 처리에 따른 산마늘(4년생 정식) 종구의 수량 특성(2022)

처리번호	처리구분(N-P-K)	길이(cm)	직경(cm)	중량(g)
1	0-1-1	5.0	1.6	8.1
2	0.5-1-1	5.4	1.7	8.2
3	1-1-1	5.5	1.7	8.7
4	1.5-1-1	5.4	1.7	8.9
5	2-1-1	5.4	1.6	8.5
6	3-1-1	5.4	1.7	8.8
7	1-0-1	5.2	1.6	7.9
8	1-0.5-1	5.3	1.6	8.3
9	1-1.5-1	5.4	1.7	9.3
10	1-2-1	5.0	1.7	8.5
11	1-1-0	5.2	1.6	7.9
12	1-1-0.5	5.1	1.7	8.3
13	1-1-1.5	5.1	1.7	8.5
14	1-1-2	5.2	1.6	8.1
15	0-0-0	5.0	1.6	7.9
16	퇴비	5.1	1.6	7.4
17	바이오차	5.3	1.4	8.2

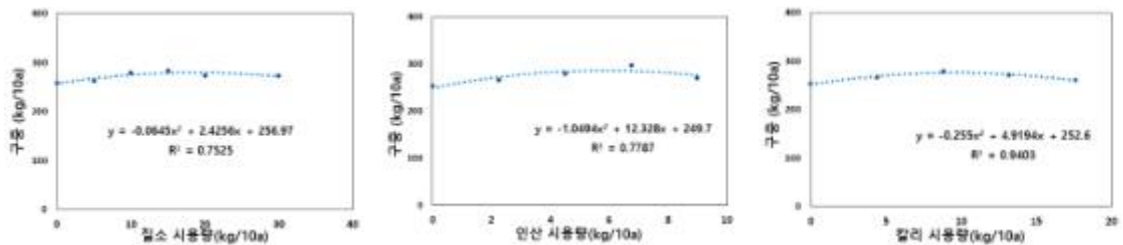


그림 42. 삼요소 시비량과 춘천지역 산마늘(4년생 정식) 수량과의 관계식

2022년 춘천시 신북읍 시험포장에 3년생 종구를 정식하여 재배 후 산마늘 종구를 수확하고 분석한 결과는 표 49와 그림 41과 같다.

종구의 중량은 질소 0.5 배량 처리에서, 인산 0.5 배량, 칼리 0.5 배량 처리에서 높게 나타났

다. 삼요소 시비수준에 따른 산마늘(3년생 정식) 종구의 중량과의 관계는 그림 41과 같으며, 질소 시비량과 종구수량과의 관계는 $y = -0.0488x^2 + 1.5373x + 179.71$ ($R^2 = 0.7254^*$), 인산 시비량과 종구 중량의 관계는 $y = -0.4127x^2 + 4.1219x + 188.05$ ($R^2 = 0.1793$), 칼리 시비량과 종구 중량의 관계는 $y = -0.2274x^2 + 3.5738x + 181.46$ ($R^2 = 0.6764^*$)로 나타났다.

4년생 종구를 정식하여 산마늘 종구를 수확하고 분석한 결과 삼요소 시비수준에 따른 산마늘(4년생 정식) 종구의 수량과의 관계는 그림 42와 같으며, 질소 시비량과 산마늘 종구수량과의 관계는 $y = -0.0645x^2 + 2.4256x + 256.97$ ($R^2 = 0.7525^*$), 인산 시비량과 종구 중량의 관계는 $y = -1.0494x^2 + 12.328x + 249.7$ ($R^2 = 0.7787^*$), 칼리 시비량과 종구 중량의 관계는 $y = -0.255x^2 + 4.9194x + 252.6$ ($R^2 = 0.9403^{**}$)로 나타났다. 구중은 질소 1.5 배량 처리에서, 인산 1.5 배량, 칼리 1.5 배량 처리에서 높게 나타났다(표 50).

표 51. 춘천 신북 산마늘 재배시험 전 토양화학성(2022)

pH	EC	OM	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅
(1:5)	(dS/m)	(g/kg)		(cmol ⁽⁺⁾ /kg)		(mg/kg)
7.6	1.1	5	5.7	0.1	0.82	123

표 52. 춘천 신북 산마늘 삼요소 시비 처리 재배시험 후 토양화학성(2022)

처리번호	처리구분 (N-P-K)	pH	EC	OM	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅
		(1:5)	(dS/m)	(g/kg)		(cmol(+)/kg)		(mg/kg)
1	0-1-1	7.8	0.13	5.0	8.2	0.04	0.49	125
2	0.5-1-1	7.8	0.13	5.3	7.8	0.04	0.50	123
3	1-1-1	7.7	0.11	5.0	7.9	0.04	0.50	107
4	1.5-1-1	7.5	0.11	4.3	7.8	0.04	0.46	87
5	2-1-1	7.8	0.11	4.7	7.3	0.04	0.47	108
6	3-1-1	7.6	0.10	4.3	7.3	0.04	0.47	88
7	1-0-1	7.8	0.12	4.7	8.2	0.04	0.47	95
8	1-0.5-1	7.6	0.11	5.3	7.9	0.04	0.54	102
9	1-1.5-1	7.6	0.10	4.3	7.8	0.04	0.50	104
10	1-2-1	7.6	0.12	4.3	7.9	0.04	0.48	108
11	1-1-0	7.7	0.11	4.3	8.0	0.04	0.45	117
12	1-1-0.5	7.9	0.12	4.3	7.8	0.04	0.44	116
13	1-1-1.5	7.7	0.11	4.3	7.7	0.04	0.49	117
14	1-1-2	7.5	0.09	4.3	7.4	0.05	0.49	92
15	0-0-0	7.7	0.09	4.3	7.8	0.04	0.52	92
16	퇴비	7.8	0.10	6.0	8.5	0.05	0.55	101
17	바이오차	7.8	0.11	4.7	8.1	0.05	0.49	106

2022년 춘천시 신북읍 시험포장의 산마늘 재배 전과 재배 후의 토양화학성은 표 51, 52와 같이 나타났으며, 재배 후 변화는 pH는 비슷하거나 증가하였으며, EC는 감소하였고, OM은 대체로 감소하였으며, Ca는 증가하였고, K는 감소하였다. Mg는 감소하였으며, P₂O₅도 전체적으로 감소하였다. 모든 처리구에서 비슷한 경향을 나타내었으며, 이는 전체적인 시비량이 부족한 것으로 판단되었고, 이는 시험포장이 새롭게 조성되어 토양비옥도가 낮은 것으로 판단되었다.



<정식 15일 산마늘>



<정식 125일 산마늘>

그림 43. 2023년 춘천지역 산마늘 생육상황

2023년 춘천시 신북읍 시험포장에 정식한 산마늘의 생육상황은 그림 43과 같으며, 정식 125일 시기에 이미 추대 및 낙엽이 이루어지고 있는 모습을 보여 주고 있어 고랭지인 평창지역보다 일찍 지상부가 고사하는 것으로 기후의 영향인 것으로 판단되었다.

표 53. 삼요소 시비 처리에 따른 정식 후 50일 산마늘 생육 특성(2023)

처리번호	처리구분 (N-P-K)	초장 (cm)	엽수 (개/주)	지상부중량 (g)	근장 (cm)	근중 (g)	추대 (개/구)
1	0-1-1	21.28	2.17	7.39	15.54	2.55	0.00
2	0.5-1-1	23.46	2.25	7.56	14.80	2.79	0.08
3	1-1-1	21.65	2.25	7.41	16.39	2.54	0.08
4	1.5-1-1	21.13	2.33	8.24	14.63	2.83	0.25
5	2-1-1	22.22	2.25	9.05	17.48	3.39	0.00
6	3-1-1	17.89	1.92	4.61	11.21	1.33	0.00
7	1-0-1	21.65	1.92	6.33	16.23	10.06	0.00
8	1-0.5-1	20.81	2.42	6.66	13.76	2.22	0.08
9	1-1.5-1	21.23	2.58	7.57	14.91	2.57	0.17
10	1-2-1	19.12	2.17	6.32	14.73	2.23	0.00
11	1-1-0	19.86	2.00	6.05	13.98	2.04	0.00
12	1-1-0.5	21.69	2.67	8.72	16.82	3.03	0.17
13	1-1-1.5	20.60	2.08	6.63	12.93	2.25	0.00
14	1-1-2	21.14	1.92	5.96	13.64	1.90	0.08
15	0-0-0	19.58	2.17	7.20	15.55	2.38	0.08
16	바이오차	19.99	2.17	6.45	14.55	2.10	0.17
17	퇴비	19.56	1.92	6.50	14.78	2.18	0.08

표 54. 삼요소 시비 처리에 따른 정식 후 105일 산마늘 생육 특성(2023)

처리번호	처리구분 (N-P-K)	초장 (cm)	지상부중량 (g)	근장 (cm)	근중 (g)	추대 (개/구)
1	0-1-1	23.11	7.03	16.18	4.25	2.33
2	0.5-1-1	21.39	9.65	16.98	4.51	3.67
3	1-1-1	21.74	9.25	14.70	3.77	6.00
4	1.5-1-1	21.97	10.77	18.89	6.04	5.00
5	2-1-1	22.98	8.83	16.29	5.09	2.67
6	3-1-1	22.63	9.25	16.63	4.10	4.67
7	1-0-1	23.82	9.26	17.67	4.40	5.00
8	1-0.5-1	20.16	7.66	16.67	3.31	3.33
9	1-1.5-1	23.37	10.82	15.69	5.57	5.33
10	1-2-1	21.61	7.64	16.33	3.56	4.33
11	1-1-0	19.63	6.94	15.89	3.23	4.00
12	1-1-0.5	19.03	7.89	16.72	4.35	3.67
13	1-1-1.5	22.87	8.43	18.68	4.52	6.00
14	1-1-2	23.03	8.89	16.53	3.67	3.33
15	0-0-0	22.48	9.84	16.63	4.10	4.67
16	바이오차	21.30	14.93	15.09	3.31	3.00
17	퇴비	23.66	8.68	18.56	3.94	3.00

표 55. 삼요소 시비 처리에 따른 정식 후 146일 산마늘 생육 특성(2023)

처리번호	처리구분 (N-P-K)	초장 (cm)	지상부중량 (g)	근장 (cm)	근중 (g)	추대 (개/구)
1	0-1-1	20.44	9.16	17.73	4.50	0.00
2	0.5-1-1	20.44	8.81	16.62	2.93	0.00
3	1-1-1	19.78	9.23	15.04	3.71	0.00
4	1.5-1-1	16.58	7.42	14.21	2.32	0.00
5	2-1-1	23.36	8.30	16.81	4.14	0.00
6	3-1-1	18.68	7.38	14.42	2.16	1.00
7	1-0-1	19.17	7.69	17.07	2.98	0.00
8	1-0.5-1	18.49	7.42	15.54	2.44	0.00
9	1-1.5-1	19.82	8.97	16.87	2.88	0.00
10	1-2-1	18.95	8.58	16.29	3.20	0.33
11	1-1-0	19.68	8.85	17.59	3.72	0.33
12	1-1-0.5	18.79	8.34	17.88	3.50	1.00
13	1-1-1.5	22.94	10.76	16.35	4.88	0.00
14	1-1-2	22.80	9.37	17.06	5.78	0.00
15	0-0-0	17.68	7.12	16.80	2.19	0.33
16	바이오차	18.72	6.78	16.38	2.48	0.33
17	퇴비	20.58	8.35	18.74	3.28	0.00

2023년 춘천시 신북읍 재배포장 산마늘의 생육특성 조사결과는 표 53, 54, 55와 같으며, 정식 후 50일 전후로 추대가 시작하여 105일 조사 시기에 대부분 추대하였으며, 정식 후 145일 경에 대부분 낙엽이 지며 지상부는 고사하였다.

산마늘 종구의 수량 특성은 표 56과 같이 나타났으며, 산마늘 종구의 생산개수는 질소 1.5배량에서, 인산 0.5배량에서, 칼리 0.5배량에서 가장 많았으며, 종구의 총중량은 질소 2배량에서, 인산 0.5배량에서, 칼리 1.5배량에서 가장 높게 나타났다.

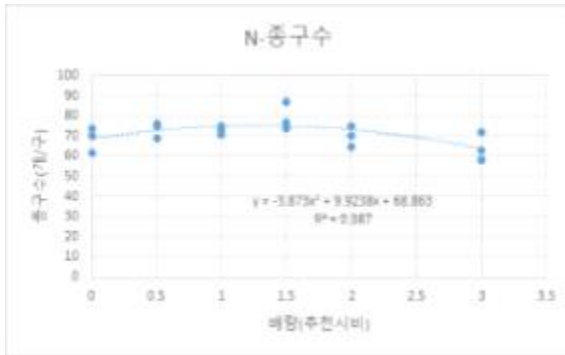
표 56. 삼요소 시비 처리에 따른 정식 후 203일 산마늘 종구의 수량 특성(2023)

처리번호	처리구분 (N-P-K)	초장 (cm)	지상부중량 (g)	근장 (cm)	근중 (g)	종구수 (개/구)	종구생산량 (g/구)
1	0-1-1	5.48	7.58	14.47	4.60	70.33	750.28
2	0.5-1-1	5.23	6.68	13.93	4.48	71.33	756.97
3	1-1-1	4.93	5.94	13.60	3.20	71.67	834.11
4	1.5-1-1	5.19	9.51	12.68	4.17	79.33	790.75
5	2-1-1	4.93	7.09	14.33	4.49	68.33	940.26
6	3-1-1	7.44	7.27	15.01	4.11	64.33	701.66
7	1-0-1	6.38	8.95	16.86	5.89	67.00	772.00
8	1-0.5-1	5.18	6.25	13.14	3.66	72.67	885.98
9	1-1.5-1	5.08	7.08	12.37	3.88	72.33	816.00
10	1-2-1	4.20	6.70	12.73	4.18	66.00	682.90
11	1-1-0	4.89	4.72	13.12	2.41	72.67	698.38
12	1-1-0.5	5.12	8.12	13.13	4.53	74.00	741.94
13	1-1-1.5	5.44	9.10	13.35	4.69	70.00	886.89
14	1-1-2	5.01	6.58	12.93	4.17	70.33	760.26
15	0-0-0	5.20	6.32	13.93	3.14	72.00	702.25
16	바이오차	4.89	6.33	15.53	3.16	73.33	714.08
17	퇴비	5.31	6.78	14.06	3.78	70.33	693.58



그림 44. 삼요소 시비수준에 따른 2023년 산마늘 종구의 수량 특성

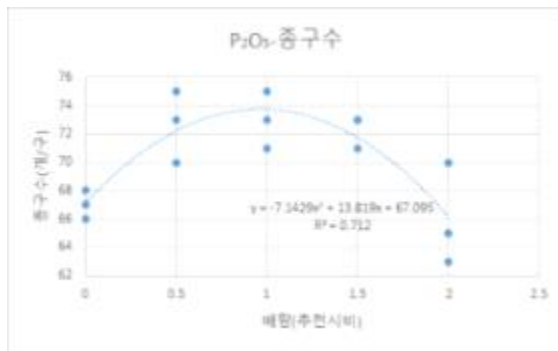
산마늘 종구 판매시 종구의 개수를 기준으로 판매하고 있어, 기준 중량 이상의 종구 개수가 많을수록 유리하다. 이에 따라 시비 처리에 따른 종구의 총 생산 개수와 종구 중량을 분석한 결과는 그림 44와 같이 나타났으며, 질소 1.5 배량에서 높게 나타났으며, 인산 및 칼리의 경우는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.



분산 분석

	자유도	제공합	제공 평균	F 비	유의한 F
회귀	2	286.546	143.273	4.7347	0.0254
잔차	15	453.898	30.259		
계	17	740.444			

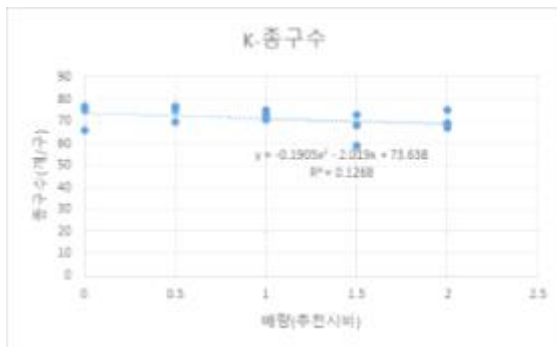
<질소, N>



분산 분석

	자유도	제공합	제공 평균	F 비	유의한 F
회귀	2	135.5619	67.7809	14.8322	0.00057
잔차	12	54.8381	4.5698		
계	14	190.4			

<인산, P>



분산 분석

	자유도	제공합	제공 평균	F 비	유의한 F
회귀	2	43.2952	21.6476	0.8716	0.4431
잔차	12	298.0381	24.83651		
계	14	341.3333			

<칼리, K>

그림 45. 삼요소 시비량과 산마늘 종구의 개수와의 관계

2023년 춘천시 신복읍 시험 포장의 시비수준에 따른 산마늘 종구의 생산 개수와의 관계는 그림 45와 같으며, 질소 시비량과 종근 생산개수와의 관계는 $y = -3.873x^2 + 9.9238x + 68.863$ ($R^2 = 0.387^*$), 인산 시비량과 종구 중량의 관계는 $y = -7.1429x^2 + 13.819x + 67.095$ ($R^2 = 0.712^{**}$), 칼리 시비량과 종구 중량의 관계는 $y = -0.1905x^2 - 2.019x + 73.638$ ($R^2 = 0.1268$)로 나타났으며, 질소 및 인산 처리량과 종구 생산개수는 통계적으로 유의한 차이를 나타내었으나, 칼리 처리량과 종근 생산개수는 유의하지 않았다.

2023년 춘천지역 산마늘의 생육특성을 조사하고, 시기별 종구 중량의 변화를 그림 46으로 나타내었다. 산마늘의 경우 종구의 중량이 급격히 상승하는 부분이 7월 이전이라는 것을 확인할 수 있었으며, 일부 시비량이 부족한 경우 온도가 낮은 시기에 중량이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 산마늘이 춘천의 고온기에 생육하지 못하는 것으로 판단되었다.

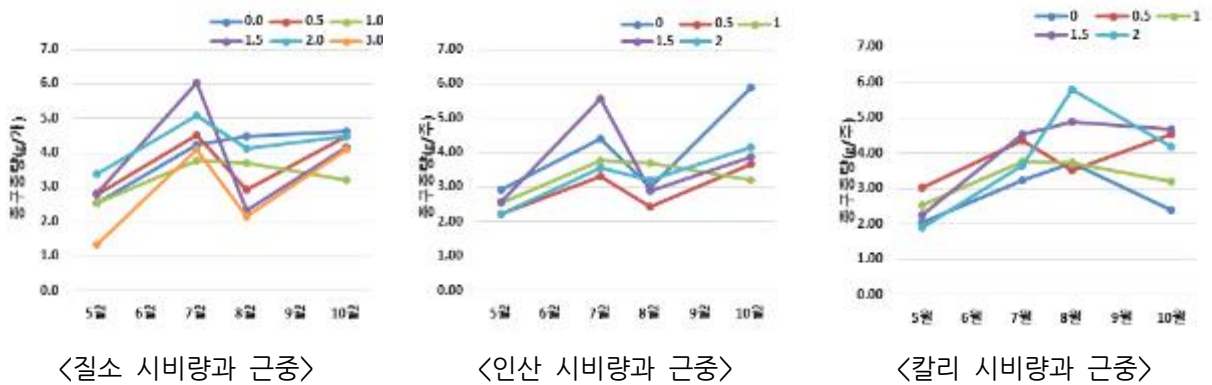


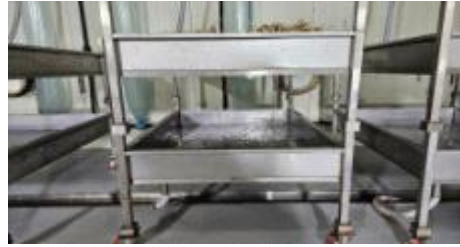
그림 46. 삼요소 시비 처리량과 산마늘 종구 중량의 변화(2023)

2021년부터 2023년까지의 산마늘의 시비처리 시험결과를 통해 산마늘 종구를 생산하기 위한 시비량은 일반적인 토양비옥도일 때는 표준시비량으로, 척박할 경우 시비추천식을 통한 검정시비량의 질소 1.2~1.5배량으로 시비하는 것이 종구의 개수 및 수량을 증가시키는 데 도움이 될 것으로 기대된다.

<제3세부과제 : 강원 주요산채 종근 장기저장 및 식물공장 연중생산기술 개발>

(시험 1) 산마늘 실내재배 베드 및 시스템 개발

산마늘 실내재배를 위해 공간활용도를 높이기 위해 다단식으로 쌓을 수 있는 구조로 제작되어 건물 높이에 따라 3단, 4단 등 공간활용에 적합하다(그림 47). 또한 식품제조에 적합한 스테인리스 재질로 지게차를 활용하여 운반이 용이한 규격 1,125×830×566mm으로 층으로 쌓을 수 있는 다단식 구조로 제작하였고(그림 48), 실내재배를 위한 배수구를 포함하였다. 베드 내 식재를 쉽게 하기 위해 플라스틱 용기를 사용 시에는 베드당 식재 종근수는 약 1,500~7,000주로 조사되었다.



〈실내재배용 베드 시제품 모식도〉

〈실제 다단구조 전경〉

그림 47. 산마늘 베드 시제품 및 전경

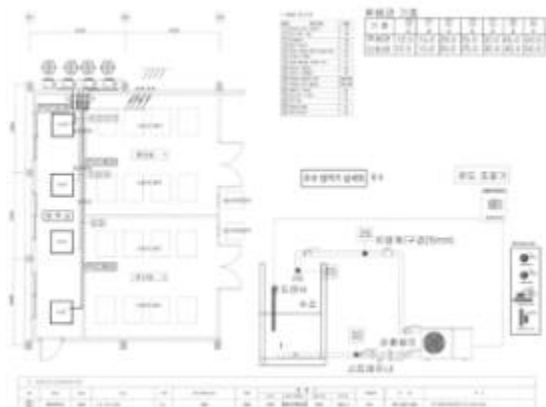
단 가	40만원
규 격	1,125×830×566mm
재 질	스테인리스
중 량	23kg
치상주수	1,500~7,000주
특징	다단식 구조



그림 48. 산마늘 베드 시제품 제원 및 특징

산마늘 실내재배를 하기 위해서 양액을 정밀 제어할 수 있고, 농가가 사용하기에 위해 편리성을 갖춘 자동제어식 실내재배시스템 개발하였다. 가격 단가를 낮추기 위해 시중에 판매되고 있는 양액공급기를 활용하였고, 순환시스템을 양액의 농도를 보정하는 Part 1과 양액의 유량, 유속, 수온 등을 조절하는 Part 2로 나누어 설계하였다. 시제품 실내재배시스템은 1set당 설치단가는 900만원 정도이며, 이중 양액공급기는 450만원이다. pH제어 및 수온조절 등 기능추가에 따라 가격은 변동될 수 있으며, 양액 농도를 자동으로 정밀제어할 수 있어 작업자가 안정적이며, 쉽게 산마늘을 재배할 수 있고, 4개 구간의 재배실을 개별 제어할 수 있다(그림 49). 이 시스템 개발로 산마늘 활용부위가 앞에서 줄기, 인경까지 모두 사용함으로써 산마늘 생산량을 조절하게 되어 가격안정과 농가 소득에 기여할 것으로 판단된다.

구 분	시 제 품
단 가	900만원 (양액공급기 450만원)
방 식	담액수경(순환식)
제어방식	자동제어(EC, pH)
특이사항	- 4개구간 개별제어 가능 - 양액 농도 정밀제어 가능 - 유량, 유속, 수온 조절 가능



[실내재배 시스템 설계도]

그림 49. 실내재배 시스템 제원

(시험 2) 산마늘, 더덕 종구(근) 소질별 생산성 검정

가. 산마늘

산마늘 종구 소질에 따른 생산성 검정하고자 시험재료로 사용한 종구는 그림 50과 같다. 산마늘을 3, 4, 5년 연생별로 종구 소질에 따른 생산성 검정을 위한 조사결과 산마늘 3, 4, 5년생 종구를 구중 기준으로 분리하여 생육온도를 20℃로 하고, 실내 담액수경 방법으로 재배하여 수확소요기간을 조사하였는데 첫 수확소요기간은 3, 4, 5년생 모두 9일로 큰 차이를 보이지 않았으며, 총 수확소요기간은 3년생 21일, 4, 5년생은 16일 소요되었다(표 57).



<3년생>

<4년생 大>

<4년생 小>

<5년생>

그림 50. 산마늘 연생별 종구 소질

표 57. 산마늘 종구 연생별 수확소요기간

연생 (년)	규격 (구중 평균)	입상일 (월,일)	첫수확일 (월,일)	수확종료일 (월,일)	수확소요기간(일)	
					첫수확	총 수확
3	대 (4.7g)	5.17.	5.26.	6.7.	9	21
	소 (2.7g)	5.17.	5.26.	6.2.	9	16
4	대 (5.4g)	5.17.	5.26.	6.2.	9	16
	소 (2.7g)	5.17.	5.26.	6.2.	9	16
5	대 (11.7g)	5.17.	5.26.	6.2.	9	16

종구 소질에 따른 생육 특성은 3년생 생체중은 6.9g/주로 평균 규격 대비 46% 증가하였고, 4년생(소)는 56%, 4년생(대)는 69%, 5년생은 46% 증가하였다(표 58, 그림 51). 종구 평균 규격대비 생체중 증가율은 4년생(대)이 69%로 가장 높은 증가율을 나타냈다.

표 58. 산마늘 종근 연생별 생육특성

연생 (년)	규격 (구중 평균)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	생체중 (g/주)	생체 증가율 (%)
3	대 (4.7g)	22.4	12.7	3.9	6.9	46
4	소 (2.7g)	24.3	11.8	3.2	4.2	56
	대 (5.4g)	23.3	11.4	3.0	9.1	69
5	대 (11.7g)	26.4	14.0	5.0	17.1	46



그림 51. 산마늘 종근 연생별 생육특성 비교

나. 더덕

더덕 1년생 종근을 근중과 근경을 기준으로 분류하여 생육온도를 20℃로 하고, 실내 담액수경 방법으로 재배하여 수확소요기간을 조사한 결과 첫 수확소요기간은 14일, 총 수확소요기간은 21일로 종근 소질에 따른 차이가 없는 것으로 조사되었다(표 59, 그림 52).

표 59. 더덕 종근 소질별 수확소요기간

종근 소질	규격 (1년생)	입상일 (월,일)	첫수확일 (월,일)	수확종료일 (월,일)	수확소요기간(일)	
					첫수확	총 수확
근중	소(1.5g~6g)	5.17.	5.31.	6.7.	14	21
	대(6g~15g)	5.17.	5.31.	6.7.	14	21
근경	소(4mm~8mm)	5.17.	5.31.	6.7.	14	21
	대(8mm~15mm)	5.17.	5.31.	6.7.	14	21



더덕 大

더덕 小

그림 52. 더덕 종근 소질별 품질 비교

더덕 1년생 종근 소질별 생육 특성은 표 60에서와 같이 규격에 관계없이 생체량 증가하는 경향이었고(그림 53), 작은 종근의 증가율이 다소 높았다.

표 60. 더덕 종근 소질별 생육특성

종근 소질	규격(평균)	길이 (cm)	줄기수 (개)	줄기무게 (g)	생체중 (g/주)	규격대비 증감율(%)
근중	소(2.9g)	24.4	2.8	0.9	3.2	10.3
	대(8.6g)	22.4	3.5	1.8	8.8	2.3
근경	소(4mm~8mm, 2.7g/주)	19.7	2.9	0.9	2.9	7.4
	대(8mm~15mm, 7.0g/주)	21.1	4.3	2.1	7.3	4.3



더덕 소

더덕 대

그림 53. 더덕 종근 소질별 생육특성

(시험 3) 산마늘 종근 휴면타파 조건 구명

산마늘 5년생을 -2℃, 2℃, 5℃에서 저장한 종구를 생육온도 17℃로 실내 담액수경방법으로 재배 후 산마늘 종구 휴면타파를 위한 조건별 수확 소요기간을 비교한 결과, 첫 수확 및 총 수확소요기간은 -2℃ 3주 저장은 14일, 26일, 4주는 10일, 21일, 7주와 8주는 9일, 17일 소요되었고, 2℃에서 3주 저장은 11일, 25일, 4주는 10일, 20일, 6주는 7일, 18일 소요되었으며, 5℃에서 3주는 11일, 23일, 4주 6일, 17일, 6주는 7일, 18일 소요되는 것으로 조사되었다(표 61). 저장온도별로 저장기간이 길어질수록 수확소요기간이 줄어드는 경향이 나타났다.

표 61. 산마늘 종구 저장조건에 따른 수확소요기간

저장온도 (℃)	저장기간 (주)	입상일 (월,일)	첫수확일 (월,일)	첫수확 소요기간 (일)	수확 종료일 (월,일)	총 수확소요기간(일)
-2	3	1.24.	2.7.	14	2.18.	26
	4	2.1.	2.11.	10	2.22.	21
	7	2.21.	3.2.	9	3.10.	17
	8	2.28.	3.9.	9	3.17.	17
2	3	1.24.	2.4.	11	2.18.	25
	4	2.1.	2.11.	10	2.21.	20
	6	2.14.	2.21.	7	3.4.	18
5	3	1.24.	2.4.	11	2.16.	23
	4	2.1.	2.7.	6	2.18.	17
	6	2.14.	2.21.	7	3.4.	18

생육특성은 표 62, 그림 7에서 보는 바와 같이 저장기간이 길수록 생체중이 증가하는 경향이 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 5℃ 4주차에서 증가 후 6주차에서는 감소하였는데 저장 중 높은 온도로 인해 순이 발생하여 생육에 영향을 준 것으로 판단된다. 산마늘은 저장온도 -2℃에서 3주간 저장하면 휴면이 타파되어 생육이 가능한 것으로 나타났다(그림 54).

표 62. 산마늘 종구 저장조건에 따른 생육특성

저장온도 (°C)	저장기간 (주)	초장 (cm)	엽장 (mm)	엽폭 (mm)	생체중 (g/주)
-2	3	26.2	12.9	4.4	19.4
	4	27.2	11.3	4.9	20.4
	7	22.9	11.3	4.0	20.8
	8	25.9	11.3	4.0	23.1
2	3	26.1	15.1	4.7	20.9
	4	24.8	14.0	4.6	21.6
	6	25.5	14.0	4.4	21.9
5	3	25.1	19.3	4.6	19.6
	4	26.6	14.6	4.6	22.7
	6	28.2	17.0	4.3	18.5

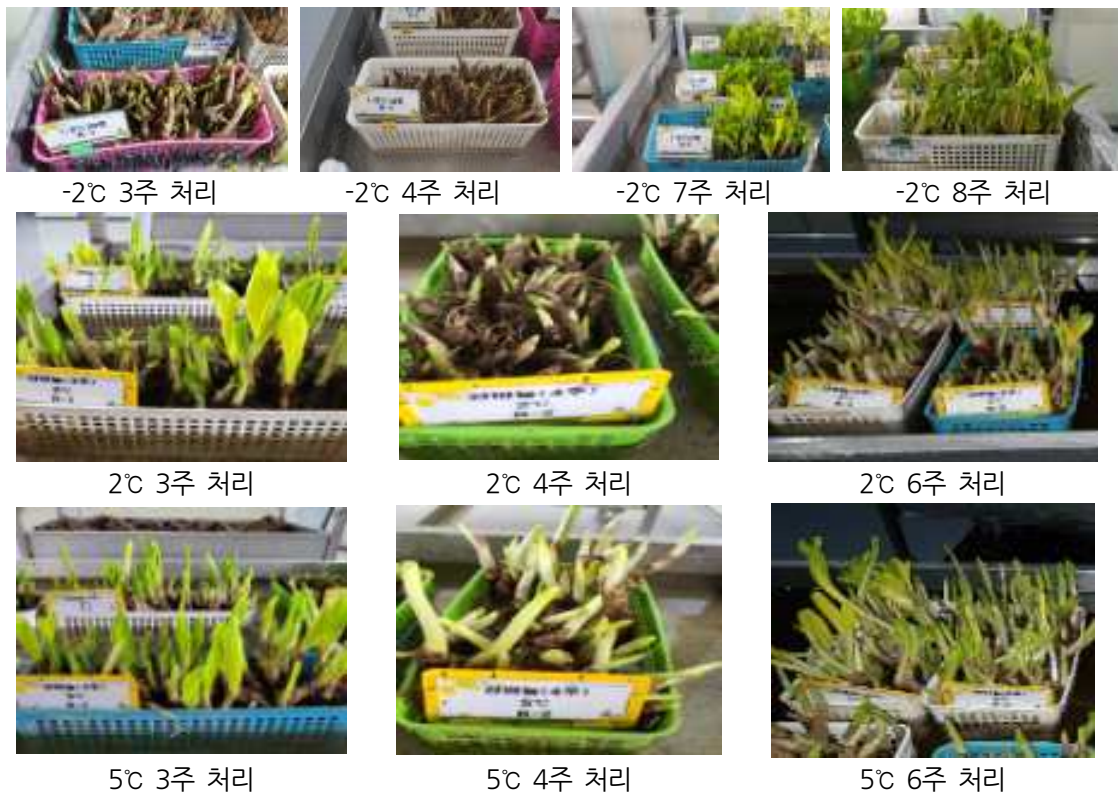


그림 54. 산마늘 종근 조건별 생육특성

(시험 4) 실내 담액수경 재배 적정 기온 및 생산기간 구명

가. 산마늘

산마늘 5년생 종구를 실내 담액수경 방법으로 생육온도를 17℃, 20℃ 하여 수확소요기간을 비교 조사한 결과, 17℃, 20℃ 모두 첫 수확소요기간은 8일, 총 수확소요기간은 14일로 차이가 없었으며(표 63). 생육온도에 따른 생육특성은 초장, 엽장, 엽폭에서는 큰 차이를 보이지 않았으며, 생체중은 17℃에서 19.2g/주, 20℃에서는 18.1g/주로 조사되었다(표 64, 그림 55).

표 63. 산마늘 생육온도에 따른 수확소요기간

규격	생육 온도	입상일 (월,일)	첫수확일 (월,일)	수확 종료일 (월,일)	수확소요기간(일)	
					첫수확	총 수확
대	17℃	4.14.	4.22.	4.28.	8	14
	20℃	4.14.	4.22.	4.28.	8	14

표 64. 산마늘 생육온도에 따른 생육특성

규격	생육 온도	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	생체중 (g/주)
대	17℃	26.7	15.0	5.1	19.2
	20℃	26.7	14.6	5.1	18.1



<17℃ 산마늘 생육>

<20℃ 산마늘 생육>

그림 55. 산마늘 생육온도별 생육특성

나. 더덕

더덕 1년생 종근의 생육온도에 따른 첫 수확 및 총 수확소요기간은 17℃에서 18일, 25일, 20℃에서 13일, 20일로 나타났으며, 20℃ 처리구에서 첫 수확 및 총 수확소요기간이 5일 정도 단축되는 것으로 나타났다(표 65). 생육특성 조사 결과에서 생체중은 17℃ 2.4g/주, 20℃ 2.7g/주로 큰 차이를 보이지 않았으나, 생존율에서는 17℃ 60.0% 비해 20℃에서 71.8%로 높았다(표 66, 그림 56).

표 65. 더덕 생육온도에 따른 수확소요기간

규격	생육 온도	입상일 (월,일)	첫수확일 (월,일)	수확 종료일 (월,일)	수확소요기간(일)	
					첫수확	총 수확
소	17℃	4.14.	5.2.	5.9.	18	25
	20℃	4.14.	4.27.	5.4.	13	20

표 66. 더덕 생육온도에 따른 생육특성

규격	생육 온도	길이 (cm)	출기수 (개)	근장 (cm)	근경 (mm)	생체중 (g/주)	생존율 (%)
소	17℃	19.0	2.2	10.8	8.6	2.4	60.0
	20℃	23.3	3.2	11.5	7.4	2.7	71.8



<17℃ 더덕, 4월 26일>

<20℃ 더덕, 4월 26일>

그림 56. 더덕 생육온도별 생육특성

(시험 5) 산마늘, 더덕 실내 분무경재배 적정온도 구명

가. 산마늘

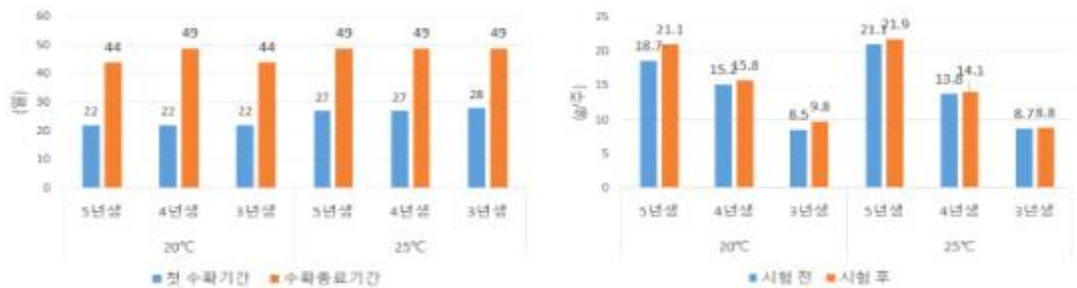
분무경 재배 시 생육온도에 따른 산마늘 첫 수확소요기간은 20℃에서 3, 4, 5년생 22일, 25℃에서 3년생 28일, 4, 5년생 27일로 조사되었으며, 총 수확 기간은 20℃에서 3, 5년생은 44일, 4년생은 49일, 25℃에서는 3, 4, 5년생 모두 49일로 나타났다(표 67). 20℃에서 수확 기간이 5일정도 빨랐다. 온도에 따른 생육특성은 표 68에서 보는 바와 같이 저장 전·후 생체중 증가율에서 25℃에 비해 20℃에서 더 증가하는 것으로 나타났다.(그림 57, 58)

표 67. 산마늘 분무경재배 온도조건별 수확소요기간

연생 (년)	온도 (°C)	입상일 (월.일)	첫수확 소요기간 (일)	총 수확기간 (일)
5	20	4.12	22	44
	25		27	49
4	20		22	49
	25		27	49
3	20		22	44
	25		28	49

표 68. 산마늘 분무경재배 조건별 생육특성

연생 (년)	온도 (°C)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (mm)	엽수 (장/주)	근경 (mm)	생체중 (g/주)		생체중 증가율 (%)
							저장 전	저장 후 생육	
5	20	22.2	14.0	4.0	3.0	18.5	18.7	21.1	12.8
	25	21.2	13.0	4.3	3.2	18.6	21.1	21.9	3.8
4	20	20.0	12.7	3.6	2.6	16.2	15.2	15.8	3.9
	25	20.2	12.6	3.7	2.9	14.8	13.8	14.1	2.2
3	20	18.9	12.2	3.5	2.1	11.9	8.5	9.8	15.3
	25	17.2	10.6	3.4	2.2	11.1	8.7	8.8	1.1



〈수확소요기간〉

〈생체중〉

그림 57. 산마늘 수확소요기간 및 저장 전·후 생체중 비교

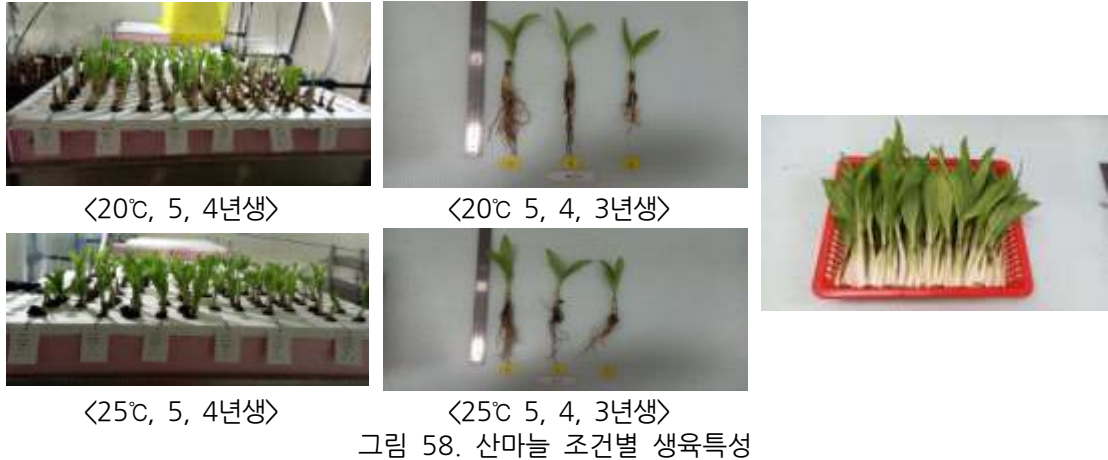


그림 58. 산마늘 조건별 생육특성

나. 더덕

더덕 1년생 종근 수확소요기간은 20°C에서 첫 수확 26일, 총 수확기간은 35일 소요되었고, 25°C에서는 20일, 28일 소요 되는 것으로 조사되었다(표 69). 분무경재배 시 생체중 증가율은 20°C에서 2.0g/주에서 3.4g/주로 70%, 25°C에서는 2.7g/주에서 5.1g/주로 88% 증가하였다(표 70).

표 69. 더덕 분무경재배 온도조건별 수확소요기간

온도 (°C)	연생 (년)	입상일 (월.일)	첫수확 소요기간(일)	총 수확기간(일)
20	1년생	8. 16.	26	35
25	1년생	8. 16.	20	28

표 70. 더덕 분무경재배 조건별 생육특성

온도 (°C)	길이 (cm)	근장 (cm)	근경 (mm)	출기수 (개/주)	생체중(g/주)		생체중 증가율 (%)
					저장 전	저장 후 생육	
20	17.5	7.6	6.1	3.0	2.0	3.4	70%
25	20.6	8.5	7.4	3.8	2.7	5.1	88%

(시험 6) 실내재배 적정 관수 순환간격 구명

가. 산마늘

담액수경 재배 순환간격에 따른 수확소요기간은 모든 처리에서 첫 수확 7일, 총 수확기간 14일로 차이가 없는 것으로 나타났고(표 71), 생체중은 1h/1h 처리구가 20.2g/주로 많았으나 나머지 처리구의 차이는 미미하였다(표 72, 그림 59).

표 71. 산마늘 관수 순환간격에 따른 수확소요기간

규격	관수 순환간격 (h, 순환/정지)	입상일 (월.일.)	첫수확일 (월.일.)	수확 종료일 (월.일.)	수확소요기간(일)	
					첫수확	총 수확
5년생	1/1	7.4.	7.11.	7.18.	7	14
	6/6	7.4.	7.11.	7.18.	7	14
	12/12	7.4.	7.11.	7.18.	7	14
	24/24	7.4.	7.11.	7.18.	7	14

표 72. 산마늘 관수 순환간격에 따른 생육특성

규격	관수 순환간격 (h, 순환/정지)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	생체중 (g/주)
5년생	1/1	25.6	14.0	5.1	20.2
	6/6	24.5	13.1	4.5	19.2
	12/12	24.9	14.0	5.0	18.8
	24/24	25.1	16.9	4.9	19.0



<1h/1h>

<6h/6h>

<12h/12h>

<24h/24h>

그림 59. 산마늘 순환간격별 생육특성

나. 더덕

생육온도를 20℃에서 담액수경 순환간격에 따른 수확소요기간은 모두 첫수확 14일, 총 수확기간 28일로 수확소요기간에는 차이가 없었다(표 73). 생체중은 12h/12h 11.1g/주, 24h/24h 10.7g/주, 6h/6h 9.0g/주, 1h/1h 8.1g/주 순으로 조사되었다(표 74, 그림 60).

표 73. 더덕 관수 순환간격에 따른 수확소요기간

규격	관수 순환간격 (h, 순환/정지)	입상일 (월.일.)	첫수확일 (월.일.)	수확 종료일 (월.일.)	수확소요기간(일)	
					첫수확	총 수확
1년생	1/1	7.19.	8.2.	8.16.	14	28
	6/6	7.19.	8.2.	8.16.	14	28
	12/12	7.19.	8.2.	8.16.	14	28
	24/24	7.19.	8.2.	8.16.	14	28

표 74. 더덕 관수 순환간격에 따른 생육특성

규격	관수 순환간격 (h, 순환/정지)	지상부		지하부		생체중 (g/주)
		길이 (cm)	줄기수 (개)	근장 (cm)	근경 (mm)	
1년생	1/1	18.9	3	13.4	6.9	8.1
	6/6	19.2	2	13.1	7.8	9.0
	12/12	21.2	2	13.8	11.9	11.1
	24/24	16.5	2	13.2	12.4	10.7

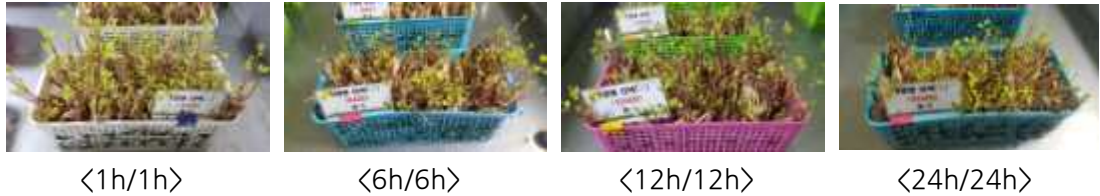


그림 60. 더덕 순환간격별 생육특성

(시험 7) 더덕 최적 생육베드 선발

더덕 1년생 종근을 실내 분무경 및 담액수경 방법으로 생육온도 20℃, 25℃ 하여 수확소요기간을 조사하였는데, 20℃ 분무경에서 첫 수확과 총 수확소요기간은 20일, 30일, 담액수경에서(트레이) 21일, 41일, 담액수경에서(바구니) 20일, 41일 소요되었으며, 25℃ 분무경은 20일, 33일, 담액수경에서(트레이) 15일, 33일, 담액수경에서(바구니) 15일, 37일 소요되는 것으로 조사되었다(표 75). 생육온도에서는 25℃, 분무경에서 수확소요기간이 단축되는 것으로 나타났다(그림 61).

표 75. 더덕 관수방법 및 인입방법별 수확소요기간

온도 (℃)	관수방법	입상방법	첫수확 소요기간(일)	총 수확기간(일)
20	분무경		20	30
		트레이	21	41
	담액수경	바구니	20	41
25	분무경		20	33
		트레이	15	33
	담액수경	바구니	15	37

*입상일 4월 12일



<분무경>

<담액수경(트레이)>

<담액수경(바구니)>

그림 61. 더덕 관수방법 및 입상방법별 전경

관수 및 입상방법에 따른 작업 시간을 비교하였는데, 분무경은 스폰지를 끼우고 다시 베드에 끼우는 작업으로 180개를 1명이 작업하는 데 23분 16초 소비되었고, 담액수경(트레이) 경우 산마늘, 더덕을 하나씩 골라 바로 끼워 넣는 작업으로 150개(트레이 3개) 1명이 작업하는데 5분 45초 소비, 담액수경(바구니)의 경우 바구니 안에 넘어지지 않게 줄이 있는 곳에 끼워 넣는 작업을 하는 데 180개(바구니 3개) 1명이 3분 30초가 소비되었다(표 76, 그림 62).

표 76. 관수 및 입상방법에 따른 입상작업 시간 비교

관수방법	입상방법	갯수	시간(1인기준)
분무경		180	23분 16초
담액수경	트레이	150	5분 45초
	바구니	180	3분 30초



<분무경>

<담액수경(트레이)>

<담액수경(바구니)>

그림 62. 관수 및 인입방법별 입상 작업 전경

더덕 1년생을 실내에서 분무경과 담액수경 재배방법으로 생육온도를 20℃와 25℃로하여 생육 특성을 비교 조사한 결과(표 77), 주당 생체중은 20℃ 분무경에서 9.1g, 담액수경(트레이)에서 10.0g, 담액수경(바구니)에서는 9.7g이었고, 25℃ 분무경에서는 8.7g, 담액수경(트레이)에서는 9.3g, 담액수경(바구니)에서는 9.5g으로 조사되었다(그림 63). 생존율은 분무경 재배 시 생육온도 20℃와 25℃에서 각각 72%, 82%로 담액수경 재배보다 생존율이 높은 것으로 나타나 더덕은 분무경 방법으로 재배하는 것이 적합한 것으로 판단되었다.

표 77. 더덕 관수 및 인입방법에 따른 생육특성

온도 (℃)	관수 방법	인입 방법	지상부		지하부		생체중 (g/주)	생존율 (%)
			길이 (cm)	줄기수 (개)	근장 (cm)	근경 (mm)		
20	분무경	트레이	26.9	2.8	12.1	10.4	9.1	72
		바구니	22.2	2.8	12.0	11.1	10.0	35
	담액수경	바구니	24.6	2.6	11.8	11.5	9.7	34
25	분무경	트레이	21.7	3.1	13.1	10.9	8.7	82
		바구니	26.5	3.0	11.2	12.0	9.3	24
	담액수경	바구니	27.1	2.0	11.7	11.2	9.5	29

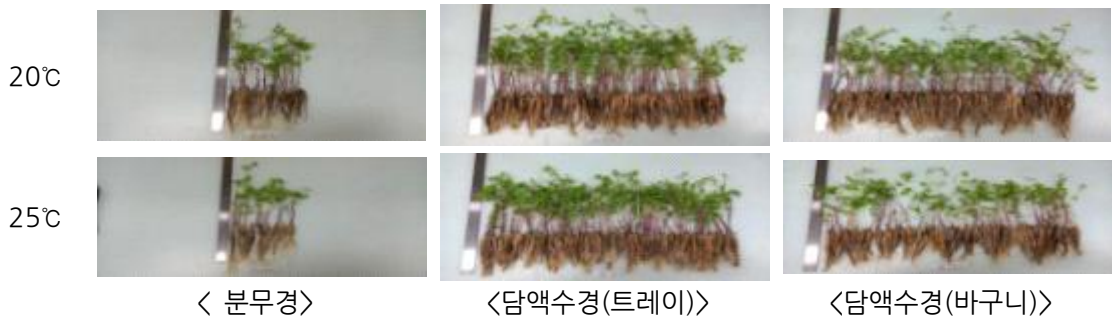


그림 63. 더덕 조건별 생육특성

(시험 8) 산마늘, 더덕 분무 시간간격별 생산성 구명

가. 산마늘

생육온도를 20℃에서 분무경 재배방법으로 하여 분무간격에 따른 수확소요기간을 조사하였는데, 3, 4, 5년생 모두 1분/30분에서 28일, 1분/90분에서는 23일, 1분/180분에서는 22일 소요되었다(표 78). 생육특성은 저장 전·후 생체중량은 4, 5년생는 분무간격에 따라 다소 줄어들었으며, 3년생은 증가하는 경향으로 나타났다(그림 64).

표 78. 분무 간격에 따른 산마늘 수확소요기간

연생 (년)	분무간격 ¹⁾ (분)	입상일 (월.일)	첫수확 소요기간 (일)	총 수확기간 (일)
5	1분/30분	9. 6.	16	28
	1분/90분	10. 6.	13	23
	1분/180분	10. 30.	15	22
4	1분/30분	9. 6.	16	28
	1분/90분	10. 6.	13	23
	1분/180분	10. 30.	15	22
3	1분/30분	9. 6.	16	28
	1분/90분	10. 6.	13	23
	1분/180분	10. 30.	15	22

¹⁾ 1분/30분(분무/정지)

표 79. 분무 간격에 따른 산마늘 생육특성

연생 (년)	분무 간격 (분)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (mm)	엽수 (장/주)	근경 (mm)	생체중 ¹⁾ (g/주)		증감 (%)
							저장 전	저장 후 생육	
5	1/30	20.8	12.5	4.1	3.5	17.0	20.6	18.6	-9.7
	1/90	19.4	13.5	4.1	4.1	17.8	17.9	17.1	-4.5
	1/180	19.9	13.1	4.4	5.1	14.5	17.5	16.0	-8.6
4	1/30	19.8	12.4	3.7	2.3	13.8	14.7	14.6	-0.7
	1/90	18.8	12.8	4.2	3.1	10.1	9.2	8.9	-0.3
	1/180	17.5	11.6	4.3	2.9	4.2	9.4	8.2	-12.8
3	1/30	19.1	12.1	3.6	2.1	6.3	8.0	9.8	22.5
	1/90	18.2	12.5	4.3	2.5	4.3	5.7	6.3	10.5
	1/180	17.1	10.9	3.6	2.2	3.8	4.3	4.6	7.0

1) 생체중(수확) : 뿌리 제외 잎, 줄기, 구근 중량

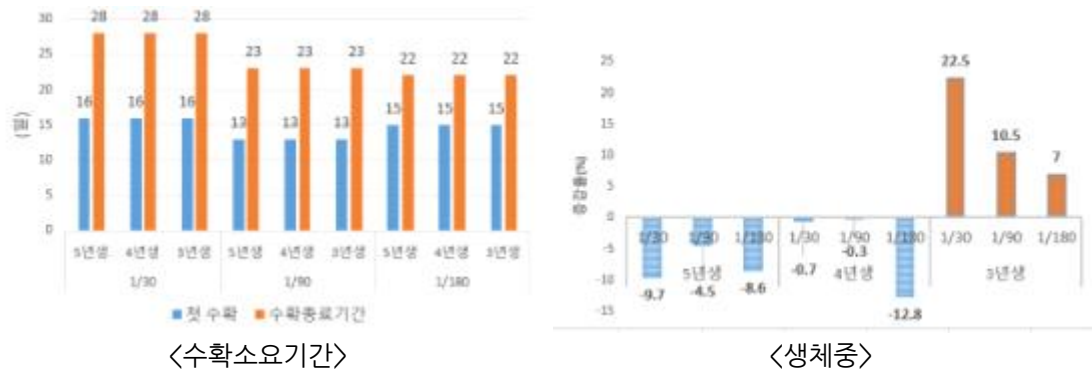


그림 64. 산마늘 분무 간격에 따른 수확소요기간 및 저장 전·후 생체중 증감을

나. 더덕

생육온도를 25℃에서 분무경 재배방법으로 하여 분무간격에 따른 수확소요기간은 1분/3분에서 28일, 1분/9분에서는 24일, 1/18분에서는 25일이 소요되었다(표 80). 생육특성 조사결과 저장 전·후 생체중이 43~55%의 증가율을 나타냈다(표 81).

표 80. 1년생 더덕 분무 간격별 수확소요기간

분무간격 (분)	입상일 (월.일)	첫수확 소요기간 (일)	총 수확기간 (일)
1분/3분	9. 6.	14	28
1분/9분	10. 6.	13	24
1분/18분	10. 30.	15	25

표 81. 더덕 실내재배 조건별 생육특성

분무간격 (분)	길이 (cm)	근장 (cm)	근경 (mm)	줄기수 (개/주)	생체중 (g/주)		생체중 증가율 (%)
					시험 전	시험 후	
1분/3분	16.8	9.1	6.1	2.4	2.2	3.4	55%
1분/9분	17.2	9.7	7.0	3.4	3.0	4.3	43%
1분/18분	18.0	9.2	6.0	2.7	2.0	3.1	55%

(시험 9) 산마늘 저장기간별 생산성 구명

생육온도를 20℃로 하고, 분무간격을 180분/180분(분무/정지) 처리하여 수확소요기간을 조사한 결과 표 26과 같이 연생에 관계없이 저장기간에 따른 차이만 나타났고, 4개월 저장한 처리구의 첫수확일이 6, 8개월 처리에 비해 4일 가량 늦었으며, 전체 수확기간도 15일 정도 긴 것으로 나타났다(표 82). 담액수경에서 수확소요일수는 6개월과 8개월 저장기간에 상관관계가 없는 것으로 나타났다(표 83).

표 82. 산마늘 분무경 재배 시 저장기간에 따른 수확소요기간

저장기간 (개월)	연생 (년)	입상일 (월.일)	첫수확 소요기간 (일)	총 수확기간 (일)
4	5년생		22	44
	4년생	4. 12.	22	49
	3년생		22	44
6	5년생		12	25
	4년생	6. 1.	18	25
	3년생		18	25
8	5년생		18	25
	4년생	8. 21.	18	25
	3년생		18	25

표 83. 산마늘 담액수경 재배 시 저장기간에 따른 수확소요기간

저장기간 (개월)	연생 (년)	입상일 (월.일)	첫수확 소요기간 (일)	총 수확기간 (일)
6	5년생		12	25
	4년생	6. 1.	18	25
	3년생		18	25
8	5년생		18	25
	4년생	8. 21.	18	25
	3년생		18	25

산마늘 3, 4, 5년생을 분무경으로 재배하여 저장기간에 따른 생육특성을 조사한 결과, 저장 전·후 생체중 변화는 4개월차 3년생은 8.2g/주에서 10.0g/주, 4년생 14.9g/주에서 16.8g/주, 5년생 20.0g/주에서 22.9g/주, 6개월차 3년생은 10.4g/주에서 11.2g/주, 4년생 17.2g/주에서 19.3g/주, 5년생 23.4g/주에서 25.5g/주, 8개월차 3년생 8.0g/주에서 9.8g/주, 4년생 15.0g/주에서 14.6g/주, 5년생 19.3g/주에서 18.1g/주로 조사되었다(표 84). 저장 4, 6개월에서는 저장 후 생체중이 증가, 8개월차 4, 5년생은 다소 감소하였고, 3년생은 증가하는 것으로 나타났다.

표 84. 산마늘 분무경 재배 저장기간에 따른 생육특성

저장 기간 (개월)	연생 (년)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (mm)	엽수 (장/주)	근경 (mm)	생체중 (g/주)		생체중 증가율 (%)
							저장 전	저장 후	
4	5년생	22.6	14.7	4.1	3.1	19.5	20.0	22.9	14.5
	4년생	20.8	13.3	3.8	2.6	16.2	14.9	16.8	12.8
	3년생	19.6	12.6	3.4	2.1	11.8	8.2	10.0	22.0
6	5년생	20.8	13.1	3.8	3.7	20.3	23.4	25.5	9.0
	4년생	20.3	13.1	3.7	3.0	17.2	17.2	19.3	12.2
	3년생	18.8	12.1	3.8	2.2	11.5	10.4	11.2	7.7
8	5년생	19.8	12.1	3.7	2.7	18.0	19.3	18.1	-0.6
	4년생	21.0	13.7	4.3	2.2	13.1	15.0	14.6	-0.3
	3년생	19.1	12.1	3.6	2.1	10.9	8.0	9.8	22.5

처음 분무경으로만 시험을 설계하였는데 산마늘은 담액수경과도 생육특성 비교를 위해 6개월 차부터 담액수경을 추가하였다. 산마늘 3, 4, 5년생을 담액수경으로 재배하여 저장기간에 따른 생육특성을 조사한 결과, 저장 전·후 생체중 변화는 6개월차 3년생은 10.3g/주에서 12.7g/주, 4년생 17.8g/주에서 23.3g/주, 5년생 24.7g/주에서 30.1g/주, 8개월차 3년생은 6.9g/주에서 8.5g/주, 4년생 13.0g/주에서 17.3g/주, 5년생 20.5g/주에서 19.7g/주로 조사되었다(표 85). 저장 6, 8개월에서는 저장 후 생체중이 증가하였는데 8개월차 5년생에서는 다소 감소하는 것으로 나타났다(그림 65).

표 85 산마늘 담액수경 재배 저장기간에 따른 생육특성

저장 기간 (개월)	연생 (년)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (mm)	엽수 (장/주)	근경 (mm)	생체중 (g/주)		생체중 증가율 (%)	
							저장 전	저장 후 생육		
6	5년생	담액수경	21.8	13.6	4.2	3.6	20.8	24.7	30.1	21.9
	4년생	담액수경	20.4	13.2	3.9	3.1	19.1	17.8	23.3	30.9
	3년생	담액수경	23.5	11.8	3.6	2.5	12.5	10.3	12.7	23.3

	5년생	담액수경	20.4	12.6	4.0	2.7	17.7	20.5	19.7	-0.4
8	4년생	담액수경	19.3	12.4	4.2	2.6	16.0	13.0	17.3	33.1
	3년생	담액수경	15.9	9.7	3.1	2.3	9.9	6.9	8.5	23.2



<분무경>

<담액수경>

그림 65. 산마늘 분무경 및 담액수경 재배 시 생체중 변화

(시험 10) 지역특화 빅데이터 구축

2022년 강원특별자치도 산채연구소 내 실내재배시설에서 생육온도를 20℃로 하여 산마늘 관수 순환간격에 따른 시험을 수행하면서 생육특성(표 86)과 기온, 수온의 변화를 조사한 자료는 그림 66과 같다.

표 86. 산마늘 관수 순환간격에 따른 생육특성

관수 순환간격 (h, 순환/정지)	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (장)	지하경 (cm)	생체중 (g/주)
1/1	25.6	14.0	5.1	2.5	7.1	20.2
6/6	24.5	13.1	4.5	2.9	7.3	19.2
12/12	24.9	14.0	5.0	2.5	7.3	18.7
24/24	25.1	16.9	4.9	2.6	7.5	19.0

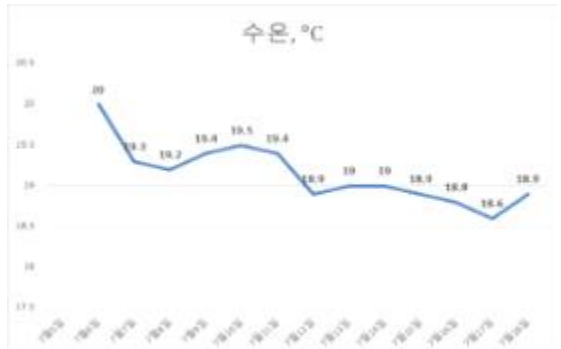
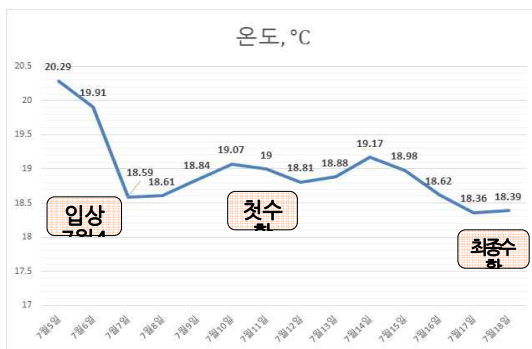
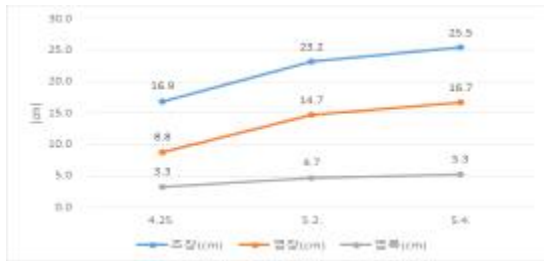


그림 66. 산마늘 연구소 내 실내재배 시 온도 및 수온 변화(2022)

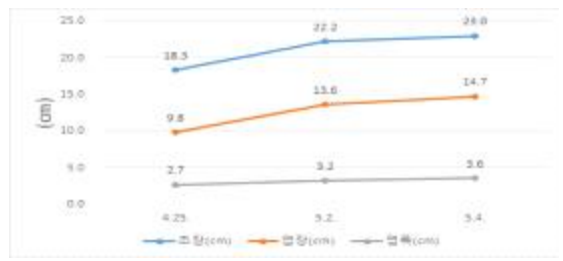
2023년 강원특별자치도 산채연구소 내 실내재배시설에서 생육온도 20℃와 25℃에서 산마늘재배 시 생육특성(표 87)과 온도와 습도 변화 조사결과 는 그림 67과 같으며, 난방시설을 갖춘 하우스 안에서 상자재배로 재배하고 있는 농가의 산마늘 생육특성(표 88)과 온·습도, 광량은 그림 68과 같다.

표 87. 산마늘 조사대상별 생육특성(실내재배)

구 분	4월25일	5월2일	5월4일	
20℃	초장(cm)	16.9	23.2	25.5
	엽장(cm)	8.8	14.7	16.7
	엽폭(cm)	3.3	4.7	5.3
25℃	초장(cm)	18.3	22.2	23.0
	엽장(cm)	9.8	13.6	14.7
	엽폭(cm)	2.7	3.2	3.6



<산마늘 생육특성, 20℃>



<산마늘 생육특성, 25℃>



<생육온도별 온도변화>

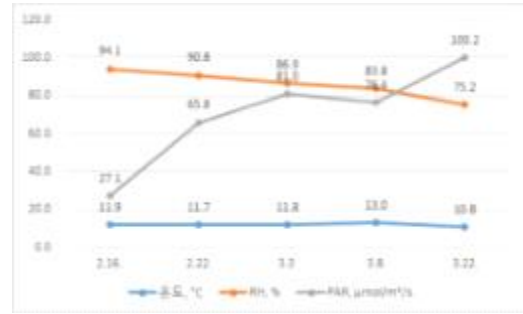
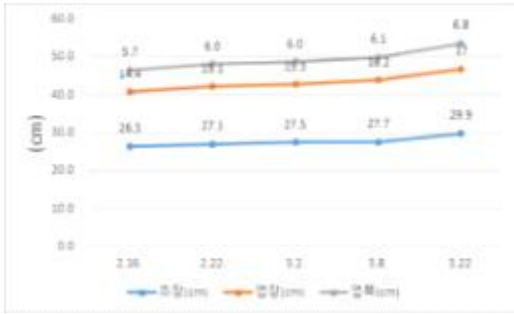


<생육온도별 습도변화>

그림 67. 산마늘 연구소 내 실내재배 시 생육특성 및 온·습도 변화(2023)

표 88. 산마늘 조사대상별 생육특성(농가)

구 분	2월16일	2월22일	3월2일	3월8일	3월22일
초장(cm)	26.5	27.1	27.5	27.7	30.1
엽장(cm)	14.4	15.1	15.3	16.2	17.0
엽폭(cm)	5.7	6.0	6.0	6.1	6.8



〈생육특성〉

〈생육환경〉

그림 68. 산마늘 농가 실내재배 시 생육특성 및 생육환경 변화(2023)

〈제4세부과제〉 강원 주요산채 원재료 표준화 및 반조리 가공기술 개발

(시험 1) 산채 가공용 원재료 표준화

1. 더덕 가공용 원재료 표준화

○ 더덕 수집지역별 품질 비교 및 일반·향기성분, 관능 평가·기호도 분석

지역별(횡성, 홍천, 정선) 더덕 수집 후 분말 제조시 원물 대비 홍천은 21.5%, 횡성은 19.8%, 정선은 21.2%로 감소, 정선 수집종은 건조 후 다공질에 거친 분말 형태를 보였다(그림 69). 색도 조사결과 횡성 외피의 명도(L값)가 가장 높았으나 껍질을 깠 후에는 정선 더덕이 76.4로 가장 높았다. 적색도(a값)는 외피에서는 횡성이 가장 낮았으며 껍질을 깠 정선 더덕이 가장 높았다. 황색도(b값)는 홍천 외피, 정선 속이 가장 높게 나타났다. 경도는 3461.8g/force로 횡성 더덕이 가장 높았다(표 89).



그림 69. 지역별 더덕 시료 사진

표 89. 더덕 지역별 색도 및 경도 비교

지역		색도			경도 (g/force)
		L	a	b	
홍천	외피	56.69	5.36	19.22	3258.9
	속	75.15	0.59	15.68	
횡성	외피	57.71	4.81	18.13	3461.8
	속	74.45	0.51	15.74	
정선	외피	53.35	5.21	17.22	2745.3
	속	76.41	1.00	17.49	

일반성분 분석 결과는 표 90과 같으며 식이섬유 분석 결과 총 식이섬유는 6.5g으로 홍천 더덕이 가장 높았으며 정선은 수용성 식이섬유에 비해 불용성 식이섬유 함량이 높게 나타났으며 이는 정선 더덕이 5년생이므로 차이가 있는 것으로 사료된다(표 91). 더덕의 주요 향기성분과 재배지역간 특성을 다변량 분석을 위한 주성분 분석(Principle Component Analysis, PCA)과 부분 최소제곱 판별 분석(Pasrtial Least Squares-Discriminant Analysis, PLS-DA) 결과는 그림 71과 같다. 동정된 향기 성분을 바탕으로 주성분 분석 결과 제1 주성분은 35.9%, 제2 주성분은 19.9%의 기여율을 나타내어 55.8%의 누적 기여율을 나타냈다. PC1을 기준으로 횡성지역이 홍천, 정선 지역과 향기 성분의 차이가 있음을 보였다. 부분 최소제곱 판별 분석 결과 제1 주성분은 42.3%, 제2 주성분은 10.3%의 기여율을 나타내어 총 52.3%의 누적 기여율을 나타냈다. PC1을 기준으로 횡성지역 더덕이 정선, 홍천 향기 성분과 차이가 있음을 보였다(그림 70). 관능평가 결과는 더덕향과 아린쓴맛은 정선>횡성>홍천 순이었으며 단맛은 홍천>횡성>정선 순의 강도를 나타냈으며 선호도 조사 결과 더덕향은 정선 더덕이 색, 단맛, 아린쓴맛, 식감, 전체적인 선호도는 홍천 더덕이 높게 나타났다(그림 71).

표 90. 더덕 지역별 일반성분 분석

(단위: g/100g)

지역	수 분	단백질	지 질	조섬유	회분	탄수화물
홍천(3년생)	78.38±0.8	2.86±0.2	0.21±0.0	2.27±0.1	0.82±0.0	17.73±0.9
횡성(3년생)	79.43±0.3	2.61±0.2	0.30±0.0	1.99±0.0	0.80±0.0	16.86±0.5
정선(5년생)	78.36±0.6	3.04±0.0	0.38±0.0	1.95±0.0	0.89±0.0	17.32±0.6

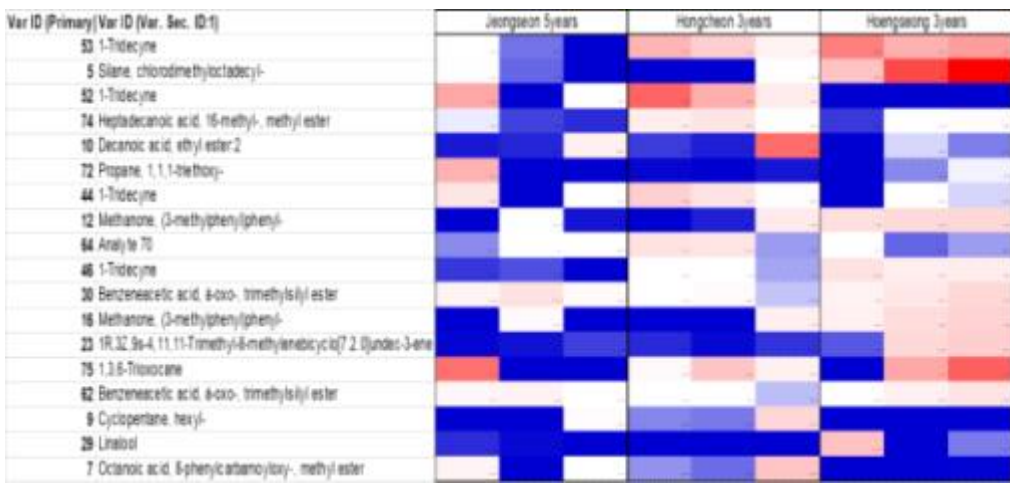
표 91. 더덕 수집지역별 식이섬유 분석

(단위: g/100g)

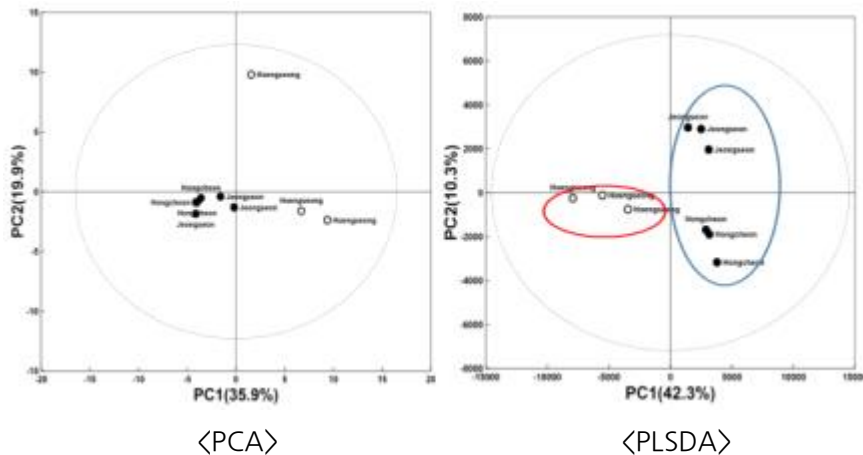
지역	IDF ¹⁾	SDF	TDF
홍천	3.18±0.04	3.32±0.34	6.50±0.31
횡성	2.81±0.08	2.96±0.28	5.78±0.33
경선	3.98±0.22	1.48±0.33	5.46±0.17

¹⁾IDF: insoluble dietary fiber, SDF: soluble dietary fiber, TDF : total dietary fiber

²⁾All values are Means±SD(n=3)



<SPME GC-TOFMS>



<PCA>

<PLSDA>

그림 70. 더덕 지역별 향기성분 분석



그림 71. 지역별 더덕 관능, 선호도조사

○ 가공용 더덕 포장재별 적정포장 길이, 양 선발

더덕의 형태는 그림 72과 같이 더덕실채, 더덕채, 눌린더덕, 깎더덕 형태로 만들었으며 유리병, 캔, 파우치 소사이즈(14*22cm), 파우치 중사이즈(17*24cm)에 넣어 더덕의 양과 침지액 양을 검토하였다. 눌린더덕과 깎더덕의 경우는 더덕의 개수와 길이를 파악하였다(표 92). 시간에 따른 침지액의 수분 흡수율을 비교한 결과 눌린더덕>더덕채>깎더덕 순으로 흡수율이 높았으며 72시간이 지난후 눌린더덕은 수분이 90% 흡수하였으나 깎더덕은 50%를 흡수하였다(그림 73).

표 92. 더덕 형태별, 포장재별 적정규격 선정

구분	더덕(g)				침지액(g)				총무게(g)			
	유리병 ¹⁾	캔	파우치 I	파우치 II	유리병	캔	파우치 I	파우치 II	유리병	캔	파우치 I	파우치 II
더덕실채	70.0	70.0	60.0	120.0	212.0	285.0	60.0	120.0	499.5	420.5	128.5	253.5
더덕채	80.0	130.0	80.0	150.0	200.0	250.0	80.0	150.0	497.5	445.5	168.5	313.5
눌린더덕	135.5	216.5	160.0	242.0	135.5	170.0	100.0	240.0	488.5	452.0	268.5	495.5
깎더덕	125.5	181.0	158.5	216.0	120.0	170.0	100.0	250.0	463.0	416.5	267.0	479.5

구분	더덕수(개)				더덕길이(cm)			
	유리병	캔	파우치 I	파우치 II	유리병	캔	파우치 I	파우치 II
더덕실채	-	-	-	-	-	-	-	-
더덕채	-	-	-	-	-	-	-	-
눌린더덕	13	14	10	15	8.0	9.0	11.0	13.0
깎더덕	13	14	10	12	8.0	9.0	11.0	13.0

¹⁾ 유리병 : 250ml, 캔 : 400ml, 파우치 I : 14*22cm, 파우치 II : 17*24cm



그림 72. 더덕 형태별, 포장재 충전



그림 73. 더덕 형태별 침지액 흡수 비교

○ 더덕 탈피 조건 설정

최적 더덕 탈피방법을 설정하기 위해 전처리를 달리하여 더덕의 껍질을 깎아보았으며 손탈피 방법과 기계탈피방법과 어떠한 차이가 있고 효율적인 방법은 무엇인지 살펴보았다. 더덕 손탈피 시 무처리가 탈피 후 무게차 110.1g으로 가장 컸으며 탈피시간 104.5분으로 다른 처리에 비해 오래 걸렸다. 경도는 데침 2처리(데침 후 식초 첨가한 찬물 냉각)가 가장 낮았으며 침지처리(소금설탕물 20분 침지)가 가장 높게 나타났다(표 93). 더덕 손탈피 시 전처리별 선호도조사 결과 색, 더덕향, 식감 모두 데침 1처리(30초 데침 후 찬물냉각)를 가장 선호하였다(표 94).

표 93. 더덕 손탈피시 전처리 방법별 비교

처리별	무게(g)				탈피 시간 (sec)	수분함 량 (%)	경도 (g-force)
	탈피전(A)	겉질	탈피후(B)	무게차 (A-B)			
무처리	520.0	107.5	409.9	110.1	104.5	79.4	1054.3
데침 1 ¹⁾	518.8	105.6	423.4	95.4	84.0	78.9	1223.8
데침 2 ²⁾	519.2	109.2	432.3	86.9	84.5	79.1	896.5
침지처리 ³⁾	512.2	102.2	413.3	98.9	89.0	80.9	1384.0

1) 세척-80도 30초 데침-냉각

2) 세척-80도 30초 데침-식초 첨가한 물 냉각

3) 세척-침지액(소금, 설탕, 물=1:2:10) 20분 침지

표 94. 더덕 손탈피시 전처리 방법별 선호도조사

처리별	색	더덕향	식감 (씹힘성)
무처리	3.8	3.7	3.4
데침 1 ²⁾	4.3	3.7	4.1
데침 2 ³⁾	4.1	3.6	3.7
침지처리	3.5	3.4	3.9

1) 5점 척도(1점: 매우좋지않다, 2점: 좋지않다, 3점: 보통, 4점: 좋다, 5점: 매우좋다)

2) 세척-80도 30초 데침-냉각

3) 세척-80도 30초 데침-식초 첨가한 물 냉각

4) 세척-침지액(소금, 설탕, 물=1:2:10) 20분 침지

더덕 기계탈피 시 전처리별 무게 비교 결과 무게차는 무처리 2번(1분 물 없이 연마 후 4분 물 투입하면서 연마)이 가장 적었으며 수분함량도 가장 작았다. 경도는 데침 1처리(30초 데침 후 찬물냉각)가 가장 낮았으며 데침처리 보다 무처리가 경도가 더 높게 나타났다(표 95). 기계탈피 시 전처리방법을 비교(그림 74)하였을 때 물투입 5분(관행)보다 물없이 1분+물투입 4분으로 한 것이 탈피정도, 색, 식감, 더덕향에서 선호도가 높았다(표 96). 기계탈피 시 관행 방법인 물 투입하면서 5분 연마하는 작업보다 물 없이 연마한 후 물을 투입하면서 연마하는 것이 낫다는 결론을 도출하였으며 표 97과 같이 탈피시간과 처리방법을 다르게 하여 살펴보았다. 그 결과 가장 탈피가 깨끗하게 된 것은 물 투입전 1분+물투입 4분이었으나 탈피 후 손실율이 24%로 가장 컸다. 갈변도도 낮고 무게 손실율도 가장 낮은 물 투입전 2분+물투입 1분이 가장 적당하였다. 선호도 또한 물 투입전 2분+물투입 1분이 선호도가 가장 좋았다(표 98).

표 95. 더덕 기계탈피시 전처리 방법별 비교

처리별 전처리	기계탈피 ¹⁾ (분)	무게(g)				수분 함량 (%)	경도 (g-force)
		탈피전(A)	껍질	탈피후(B)	무게차 (A-B)		
무처리 1	5	5,320	1557.9	3867.2	1,452.8	79.5	1110.2
데침 1 ²⁾	5	5,300	1173.2	3731.7	1,568.3	80.1	942
데침 2 ³⁾	5	5,300	1220.1	3691.9	1,608.1	80.9	957.4
무처리 2	1+4	5,320	1643.8	3910.8	1,409.2	76.2	1110.4

1) 기계탈피시간- 5 : 5분 물투입, 1+4 : 1분 물없이 연마(페퍼+드럼) 후 4분 물투입

2) 세척-80도 30초 데침-냉각

3) 세척-80도 30초 데침-식초 첨가한 물 냉각



<무처리 5분>

<데침-냉각>

<데침-식초냉각>

<무처리(1분-4분)>

그림 74. 더덕 전처리 방법별 기계탈피 비교

표 96. 더덕 기계탈피시 전처리 방법별 선호도조사

처리별 전처리	기계탈피 ¹⁾ (분)	선호도 ⁴⁾			
		외관 (탈피)	색	식감 (씹힘성)	더덕향
무처리 1	5	2.3	2.3	3.2	3.3
데침 1 ²⁾	5	2.9	2.9	3.9	3.6
데침 2 ³⁾	5	3.0	2.9	3.5	3.8
무처리 2	1+4	4.1	4.1	3.7	4.1



1) 기계탈피시간- 5 : 5분 물투입, 1+4 : 1분 물없이 연마(페퍼+드럼) 후 4분 물투입

2) 세척-80도 30초 데침-냉각

3) 세척-80도 30초 데침-식초 첨가한 물 냉각

4) 5점 척도(1점: 매우좋지않다, 2점: 좋지않다, 3점: 보통, 4점: 좋다, 5점: 매우좋다)

표 97. 더덕 기계탈피시 처리 방법별 비교

처리별 (분)			탈피후					관능		
총 탈피 시간	물투입 전	물투입	껍질 무게(g)	더덕 무게(g)	손실율 (%)	수분 함량 (%)	경도 (g-force)	탈피 정도	균일도	갈변도
3	1	2	352.5	3179.5	11.7	80.2	1408	중	중	중
	2	1	261.5	3214.1	10.7	77.5	1267	중	중	하
4	1	3	459.2	3044.1	15.4	80.7	1222	중	중	중
	2	2	421.3	3076.3	14.5	75.2	1249	하	하	중
	3	1	366.9	3184.9	11.5	78.4	1146	하	하	상
5	1	4	608.0	2736.5	24.0	78.3	1080	상	상	하
	2	3	667.1	2899.1	19.5	78.1	1060	중	중	중
	3	2	544.0	3042.4	15.5	77.3	988	중	중	중
	4	1	428.1	3158.3	12.3	77.2	1530	하	하	상

1) 탈피전 더덕무게 3,600g으로 동일

표 98. 더덕 기계탈피시 처리 방법별 선호도조사

처리별(분)			선호도1)		
총 탈피시간	물투입 전	물투입	색	식감(씹힘성)	향미
3	1	2	3.5	3.3	3.3
	2	1	3.5	4.0	3.8
4	1	3	3.0	2.0	2.0
	2	2	3.0	3.0	2.3
	3	1	2.0	3.3	2.8
5	1	4	4.8	3.3	3.5
	2	3	2.5	2.0	2.3
	3	2	2.8	4.3	4.5
	4	1	1.5	3.0	2.3

1) 5점 척도(1점: 매우좋지않다, 2점: 좋지않다, 3점: 보통, 4점: 좋다, 5점: 매우좋다)

2. 산마늘 가공용 원재료 표준화

○ 산마늘 종별(산마늘, 울릉산마늘), 수확시기별(4월, 5월) 성분 분석

분석에 사용한 시료는 그림 4와 같으며, 울릉은 울릉산마늘을, 산마늘은 오대종을 말한다. 일 반성분 분석 결과 산마늘 1-잎에서 단백질 함량이 가장 높았고 조섬유는 울릉 2-줄기 부분에서 가장 높게 나타났다. 칼슘은 줄기보다 잎에서 함량이 높았으며 울릉 2-잎 부분이 가장 높은 함량을 보였고, 칼륨도 줄기보다는 잎에서 함량이 높았으며 산마늘 2-잎이 K, Fe 함량이 가장 높

았다(표 99, 100). 식이섬유 분석 결과 울릉산마늘, 산마늘 모두 줄기보다 잎에서 총 식이섬유가 높게 나타났으며 불용성 식이섬유는 울릉산마늘 잎 부분이 높았고, 수용성 식이섬유는 울릉 2-줄기 부분이 가장 높게 나타났다(표 101). 산마늘의 종, 수확시기 및 부위별 색도와 경도 비교 결과(표 102) 5월 초 수확한 산마늘 색도 -a값(녹색도), b값(황색도)이 가장 컸으며, 경도는 울릉산마늘이 산마늘보다 높게 나타났다.

표 99. 산마늘 종, 수확시기 및 부위별 일반성분 분석

(단위: g/100g)

구분 ¹⁾	수 분	단백질	지 질	조섬유	회분	탄수화물	
울릉 1	줄기	88.02±0.2 ²⁾	0.61±0.0 ^d	0.10±0.0	1.85±0.1 ^c	0.61±0.0 ^d	10.66±0.2 ^d
	잎	84.57±0.2	2.84±0.1 ^{bc}	0.26±0.1	2.08±0.0 ^b	1.01±0.0 ^a	11.32±0.1 ^c
울릉 2	줄기	82.86±0.1	0.67±0.0 ^d	0.34±0.0	2.27±0.0^a	0.77±0.0 ^c	15.36±0.1 ^a
	잎	82.71±0.3	2.93±0.1 ^b	0.52±0.1	2.12±0.1 ^b	0.97±0.0 ^{ab}	12.88±0.2 ^b
산마늘 1	줄기	90.65±0.3	0.79±0.0 ^d	0.08±0.0	1.66±0.0 ^d	0.45±0.0 ^e	8.04±0.3 ^e
	잎	89.26±0.1	3.22±0.0^a	0.22±0.0	1.76±0.0 ^{cd}	0.93±0.0 ^b	6.38±0.1 ^f
산마늘 2	줄기	87.46±0.3	0.76±0.1 ^d	0.22±0.0	1.64±0.2 ^d	0.49±0.0 ^e	11.07±0.3 ^{cd}
	잎	90.04±0.0	2.68±0.2 ^c	0.34±0.0	1.63±0.0 ^d	1.01±0.0 ^a	5.93±0.3 ^f

¹⁾ 수확시기 : 울릉 1(4/22), 울릉 2(5/7), 산마늘 1(5/7), 산마늘 2(5/14) ²⁾ Mean±SD(n=3)

표 100. 산마늘 종, 수확시기 및 부위별 무기질 분석

(단위: mg/100g)

구분 ¹⁾	Ca	K	Mg	Na	Fe	Mn	P ₂ O ₅	
울릉1	줄기	23.18±1.3 ²⁾	227.03±8.9	4.21±1.0	0.40±0.2	0.78±0.2	0.35±0.0	20.55±0.5
	잎	72.23±3.7	322.62±8.5	14.71±0.5	0.93±0.5	2.26±0.3	1.89±0.0	56.28±1.7
울릉2	줄기	35.50±1.2	290.22±14.0	3.96±1.1	0.53±0.4	2.36±0.4	0.63±0.1	34.00±1.0
	잎	84.20±3.5	315.19±2.5	16.36±1.7	1.46±0.2	2.27±0.1	2.61±0.1	53.39±1.1
산마늘1	줄기	28.56±1.7	163.04±3.3	5.42±0.2	0.73±0.3	0.82±0.1	ND	16.56±1.3
	잎	70.46±0.7	303.66±5.6	21.32±1.2	0.66±0.4	1.50±0.1	0.66±0.0	37.65±1.0
산마늘2	줄기	23.21±0.7	195.05±3.5	4.93±0.8	1.31±0.5	0.88±0.2	ND	17.06±0.5
	잎	54.05±0.9	387.54±3.2	14.69±2.1	1.19±0.3	2.69±0.1	0.74±0.1	31.50±1.2

¹⁾ 수확시기 : 울릉 1(4/22), 울릉 2(5/7), 산마늘 1(5/7), 산마늘 2(5/14) ²⁾ Mean±SD(n=3)

표 101. 산마늘 종, 수확시기 및 부위별 식이섬유 분석

(단위: g/100g)

구분 ¹⁾		식이섬유		
		IDF	SDF	TDF
울릉 1	줄기	2.10±0.3 ^{bcd}	0.26±0.2 ^d	2.36±0.3 ^{de}
	잎	3.76±0.3 ^a	0.53±0.2 ^{bcd}	4.28±0.2 ^{ab}
울릉 2	줄기	2.66±0.4 ^b	1.32±0.3 ^a	3.98±0.2 ^b
	잎	4.22±0.3 ^a	0.34±0.2 ^{cd}	4.56±0.1 ^a
산마늘 1	줄기	1.62±0.3 ^d	0.47±0.1 ^{cd}	2.09±0.1 ^e
	잎	2.14±0.2 ^{bcd}	0.33±0.2 ^{cd}	2.47±0.3 ^{de}
산마늘 2	줄기	1.80±0.1 ^{cd}	0.74±0.1 ^{bc}	2.55±0.2 ^d
	잎	2.36±0.1 ^{bc}	0.89±0.1 ^b	3.26±0.1 ^c

1) 수확시기 : 울릉 1(4/22), 울릉 2(5/7), 산마늘 1(5/7), 산마늘 2(5/14)

2) Mean±SD(n=3)

표 102. 산마늘 종, 수확시기 및 부위별 색도, 경도 비교

구분 ¹⁾	색도			경도 (g/force)
	L	a	b	
울릉 1	43.24±0.6 ^a	-11.43±0.2 ^b	24.42±0.7 ^b	371.8±76.2 ^a
울릉 2	44.21±1.5 ^a	-10.05±0.5 ^c	27.27±2.5 ^{ab}	324.2±51.0 ^a
산마늘 1	44.10±1.5 ^a	-12.51±0.2 ^a	29.58±1.6 ^a	238.4±37.5 ^b
산마늘 2	43.35±0.3 ^a	-11.13±0.6 ^b	24.91±2.0 ^b	249.8±31.5 ^b

1) 수확시기 : 울릉 1(4/22), 울릉 2(5/7), 산마늘 1(5/7), 산마늘 2(5/14)

○ 산마늘 종, 부위별 향기성분 분석(SPME GC-TOFMS)

산마늘의 주 향기성분은 Methyl n-octyl sulfide(매운향)에 해당하며 울릉산마늘 보다는 산마늘, 부위별에서는 잎보다는 줄기가 강하였으며 종별의 차이보다는 부위별 성분 차이가 크게 나타났다(그림 75, 76). 울릉산마늘 인경의 주 향기성분은 2-Nitrobenzyl bromide로 나타났다(그림 77, 78). 울릉산마늘 인경의 연생별 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 측정 결과 2, 3년생에 비해 1년생에서 높은 항산화 활성을 보였고 산마늘 인경에 함유된 총 폴리페놀, 플라보노이드 항산화 성분도 1년생이 가장 높았다(그림 79).

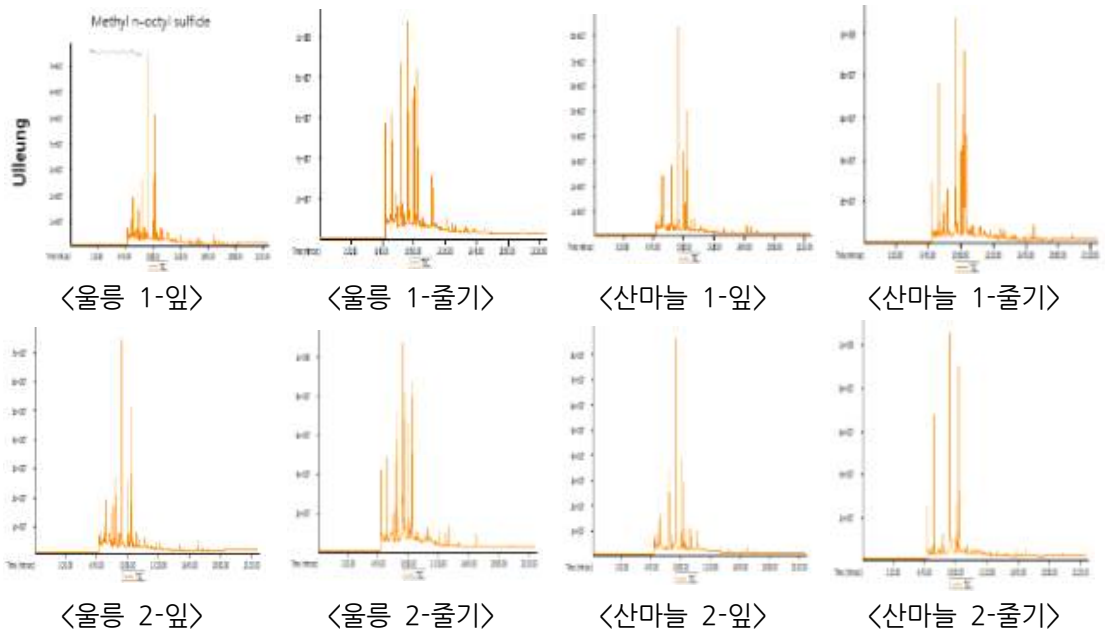


그림 75. 산마늘 중, 부위별 향기성분 분석

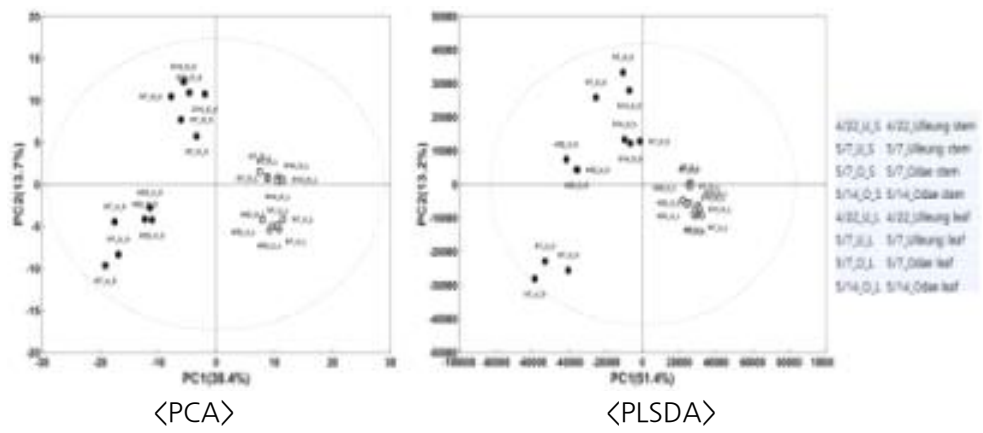


그림 76. 산마늘 중, 부위별 향기 PCA/PLSDA 분석



그림 77. 울릉산마늘 인경 연생별 사진(왼쪽부터 1, 2, 3년생)

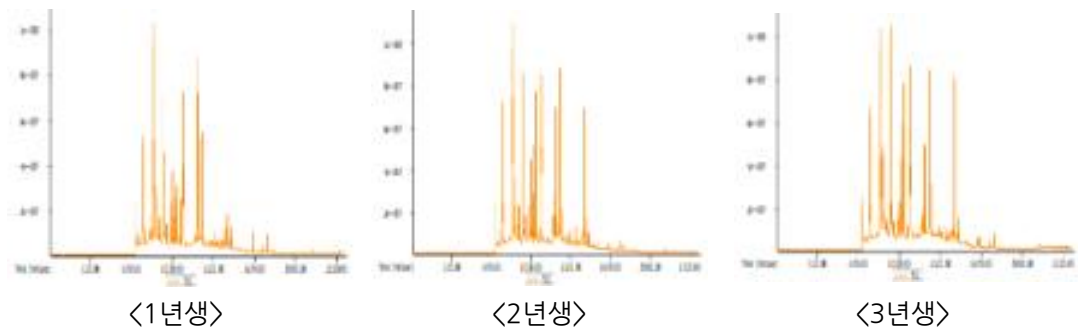


그림 78. 울릉산마늘 인경 연생별 향기성분 분석

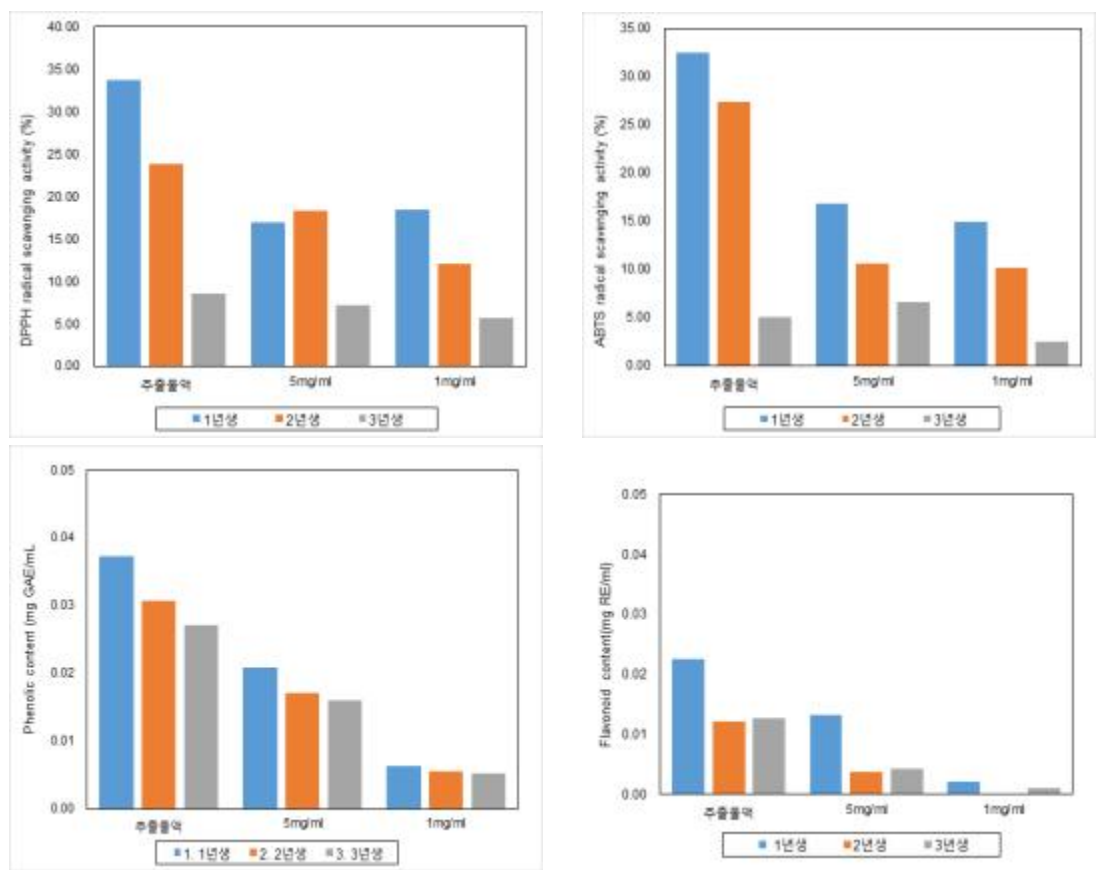


그림 79. 산마늘 인경 연생별 항산화활성 검정(DPPH, ABTS, 총페놀, 플라보노이드)

○ 식물공장내 수경재배 산마늘 품질비교 및 항산화 활성 검정, 선호도 조사

중구 연생별 수경재배 산마늘(그림 80) 잎의 색도 측정 결과 명도값은 4년생이, 녹색도값(-a 값), 황색도(b값)은 5년생 산마늘이 가장 높았으며 경도는 4년생 < 3년생 < 5년생 순으로 나타났다.(표 103) 항산화활성 분석 결과 DPPH 라디칼 소거능에서는 5년생 뿌리 부분의 IC50 값이 206.72로 가장 활성이 좋았고, ABTS 라디칼 소거능에서는 5년생 지상부 부분이 175.30으로

가장 활성이 좋은 것으로 나타났다.(표 104, 그림 81) 총 폴리페놀 분석 결과 뿌리보다는 지상부에 폴리페놀 함량이 높았고 지상부에서는 4년종구보다 3년, 5년 종구 산마늘의 폴리페놀 함량이 더 높았다(표 105, 그림 82). 실내에서 수경재배한 연생별 산마늘 잎의 관능 평가 결과 색, 매운향, 씹힘성은 5년생이 가장 강하였으며 단맛은 3년생>4년생>5년생 순으로 강하다는 평가였다. 선호도 조사 결과 맛과 식감은 3년, 5년생이 좋았고 외관은 5년생이 좋다는 평이었다(그림 83).



그림 80. 수경재배 연생별 산마늘 사진

표 103. 산마늘 연생별 색도, 경도 측정

구분	색도			경도 (g/force)
	L	a	b	
3년생	69.43±3.2 ¹⁾	-8.45±1.0	51.76±2.7	998.4±160.8 ¹⁾
4년생	70.92±3.4	-8.57±1.7	50.70±2.9	950±149.3
5년생	67.36±2.9	-9.31±1.8	52.94±2.0	1122.25±252.2

¹⁾ Mean±SD(n=5)

표 104. 시료별, 부위별 DPPH, ABTS 라디칼 소거능 IC₅₀ 값

구분	IC ₅₀ ¹⁾ of DPPH(mg/ml)		IC ₅₀ of ABTS(mg/ml)	
	측정 부위		측정 부위	
	뿌리	지상부	뿌리	지상부
3년생	287.3	441.5	311.1	228.6
4년생	253.5	503.4	380.0	243.4
5년생	206.7	449.3	271.1	175.3
Vit-C	0.03	0.03	0.36	0.36

¹⁾ 라디칼 소거능이 50%정도가 저해되는 농도

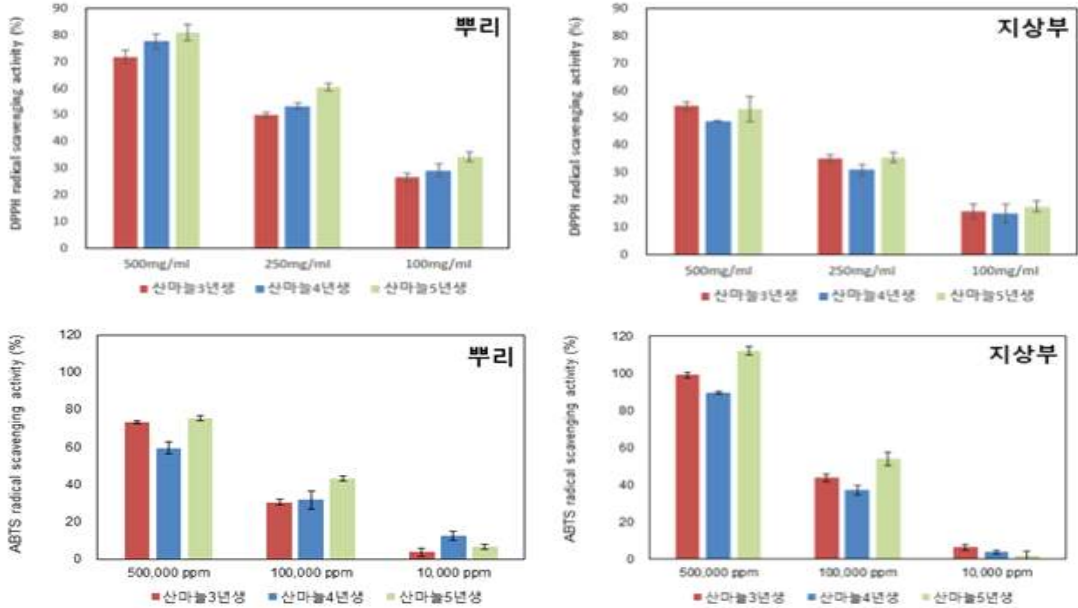


그림 81. 산마늘 연생별 항산화활성 검정(DPPH, ABTS)

표 105. 시료별, 부위별 폴리페놀 함량

구분		폴리페놀 함량(mg/g) 농도(mg/ml)		
		100	250	500
3년생	지상부	1.52±0.1	1.26±0.1	1.09±0.1
	뿌리	1.15±0.0	0.91±0.1	0.86±0.0
4년생	지상부	1.16±0.1	1.03±0.1	0.95±0.1
	뿌리	1.10±0.1	0.81±0.1	0.82±0.0
5년생	지상부	1.54±0.1	1.23±0.1	1.02±0.1
	뿌리	1.25±0.0	1.06±0.1	0.92±0.0

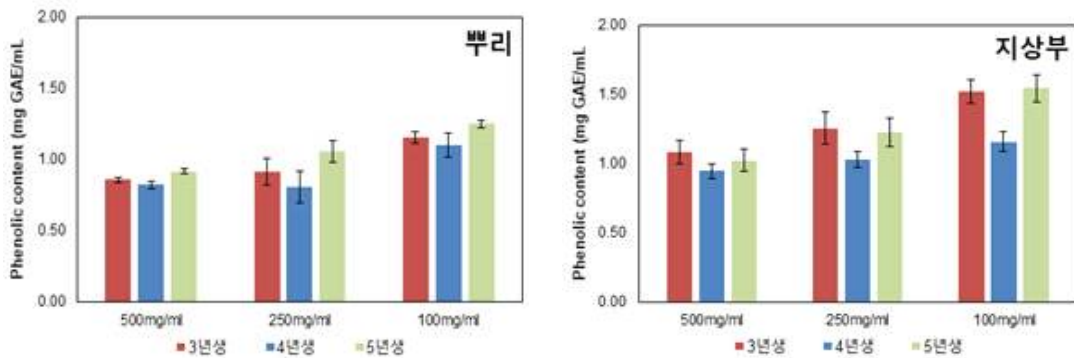


그림 82. 산마늘 연생별 총 폴리페놀 함량 비교

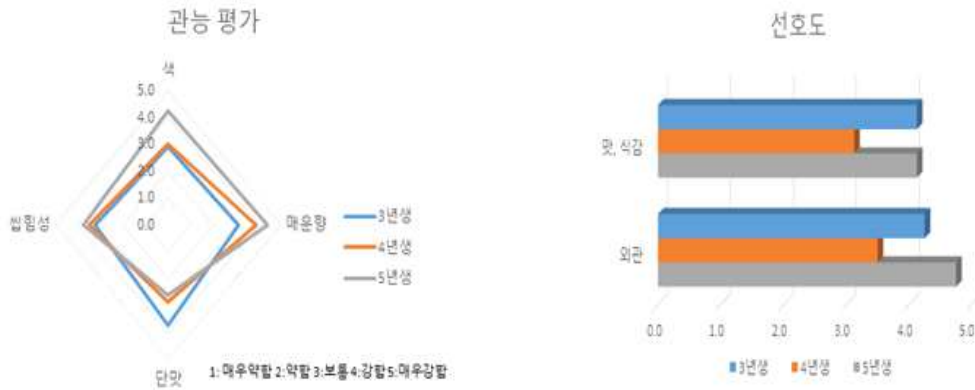


그림 83. 산마늘 연생별 관능평가, 선호도 조사

○ 산마늘 데침-탈수, 건조-재수화-탈수 조건 설정

산마늘을 식염 1% 혹은 3% 첨가한 물에 10초, 1분을 데쳤을 경우 데침 후와 데침-건조-재수화 후 경도를 비교한 결과 식염 1%보다 3% 처리했을 때 경도가 높게 나타났으며 같은 식염 내 10초 처리한 산마늘의 경도가 더 높게 나타났다(표 106), 색도 조사 결과 녹색도(-a값)는 식염 3% 10초 처리가 가장 높게 나타났으나 1%와의 차이는 크지 않았다. 식염의 농도보다는 데침시간이 더 큰 영향을 준다는 것을 알 수 있다. 건조 과정이 들어가면 녹색은 사라지고 적색도(a값)가 높아진다. 적색도가 가장 높은 것은 식염 1%의 1분 처리였다. 황색도(b값)는 데침, 재수화 후 모두 식염 1% 10초 처리가 가장 높았다(표 107). 선호도 조사 결과 데침 1분, 식염 1% 처리의 산마늘의 단맛이 가장 강하였으며 식감 등 선호도가 가장 좋았다. 데침-건조-재수화 후 선호도 조사 결과도 같았다(표 108, 109).

표 106. 산마늘 처리조건별 경도 비교

처리조건1)	경도(g/force)	
	데침	데침-건조-재수화
식염 1%+10s	315.1±61.0	281.3±36.2
식염 3%+10s	360.9±56.4	266.4±37.6
식염 1%+1min	298.7±62.4	283.2±64.4
식염 3%+1min	320.0±57.1	238.0±54.6

1) 데침조건 : 식염 농도(1, 3%), 데침 시간(10초, 1분)

표 107. 산마늘 처리조건별 색도 비교

처리조건 ¹⁾	데침			데침-건조-재수화		
	L	a	b	L	a	b
식염 1%+10s	40.2	-13.6	21.3	39.6	-3.9	17.4
식염 3%+10s	40.5	-13.9	20.8	34.0	-4.4	8.2
식염 1%+1min	38.5	-12.8	19.1	35.8	-2.5	12.4
식염 3%+1min	38.9	-11.9	17.5	37.6	-7.4	15.4

1) 데침조건 : 식염 농도(1, 3%), 데침 시간(10초, 1분)

표 108. 산마늘 데침 처리조건별 관능 및 선호도조사

처리조건	관능 ¹⁾				선호도 ²⁾
	향	맛(단맛)	식감	녹색도	
식염1%+10s	3.7(약)	3.0(보통)	3.0(보통)	2.6(보통)	2.9(보통)
식염 3%+10s	3.3(보통)	3.1(보통)	2.9(보통)	2.6(보통)	3.4(보통)
식염 1%+1min	2.7(보통)	1.9(강)	2.3(강)	2.1(강)	2.3(좋음)
식염 3%+1min	3.3(보통)	2.6(보통)	2.7(보통)	2.6(보통)	3.0(보통)

1) 5점 척도(1점: 매우강함 2점: 강함 3점: 보통 4점: 약함 5점: 매우약함)

2) 5점 척도(1점: 매우좋음 2점 : 좋음 3점: 보통 4점: 좋지않음 5점: 매우좋지않음)

표 109. 산마늘 데침-건조-재수화 처리조건별 관능 및 선호도조사

처리조건	관능 ¹⁾			색의균일도 ²⁾	선호도 ³⁾
	향	맛(단맛)	식감 (줄기있같이)		
식염 1%+10s	3.0(보통)	3.0(보통)	2.3(강)	2.0(불균일)	3.1(보통)
식염 3%+10s	1.9(강)	3.7(약)	2.4(강)	2.1(불균일)	3.3(보통)
식염 1%+1min	3.0(보통)	2.0(강)	2.6(보통)	2.9(보통)	2.4(좋음)
식염 3%+1min	2.6(보통)	3.0(보통)	2.0(강)	2.7(보통)	3.4(보통)

1) 5점 척도(1점: 매우강함 2점: 강함 3점: 보통 4점: 약함 5점: 매우약함)

2) 5점 척도(1점: 매우불균일함 2점 : 불균일함 3점: 보통 4점: 균일함 5점: 매우균일함)

3) 5점 척도(1점: 매우좋음 2점 : 좋음 3점: 보통 4점: 좋지않음 5점: 매우좋지않음)

실내에서 수경재배한 산마늘의 데침 온도, 시간, 염 농도에 따른 수분, 경도, 색도 값은 표 110과 같으며 색, 향미, 식감 강도 및 선호도 조사 결과는 표 111과 같다.

표 110. 산마늘(실내재배) 데침 처리별 품질 비교

No.	처 리			데침전 -탈수후	수분함량 (%)	경 도 (g)	색 도		
	온도 (℃)	시간 (초)	염 (%)				L	a	b
1	85	25	0.5	4.3	87.8	515.4	47.7	-16.3	42.7
2	85	25	1.5	5.3	90.2	474.8	51.5	-14.6	44.2
3	85	55	0.5	3.3	89.9	458.4	48.1	-17.7	41.2
4	95	25	0.5	2.7	86.9	375.8	50.2	-17.8	43.0
5	85	55	1.5	4.9	90.0	414.8	46.0	-17.1	37.9
6	95	25	1.5	5.3	89.3	419.6	47.3	-17.7	38.7
7	95	55	0.5	5.6	89.2	486.4	46.5	-17.6	41.0
8	95	55	1.5	6.6	89.0	428.4	46.8	-16.7	39.4
9	90	40	1	3.9	90.7	463.6	47.9	-18.1	41.2
10	90	40	1	3.9	89.8	509.8	49.3	-13.4	40.2
11	100	40	1	6.9	89.4	358.6	48.9	-16.1	40.3
12	80	40	1	3.9	88.4	534.6	48.5	-17.9	40.8
13	90	70	1	4.2	86.3	550.4	45.9	-17.3	37.7
14	90	10	1	2.1	87.3	770.2	45.3	-18.0	39.0
15	90	40	2	6.7	89.0	457.4	46.8	-17.6	39.4
16	90	40	0	3.4	89.1	573.2	49.7	-13.7	43.1

표 111. 데침 처리별 관능평가, 선호도조사

No.	처 리			색	관능 ¹⁾		전체적인 선호도 ²⁾
	온도 (℃)	시간 (초)	염 (%)		향미	식감 (씹힘성)	
1	85	25	0.5	3.1	3.4	3.2	3.2
2	85	25	1.5	2.1	2.4	2.8	2.4
3	85	55	0.5	2.3	2.1	3.4	2.7
4	95	25	0.5	1.9	1.7	3.8	2.7
5	85	55	1.5	3.8	2.4	3.0	3.2
6	95	25	1.5	3.3	2.2	3.3	2.9
7	95	55	0.5	2.6	1.9	3.0	3.0
8	95	55	1.5	2.8	2.1	3.1	2.6
9	90	40	1	3.4	3.1	3.3	3.2
10	90	40	1	2.7	2.6	3.0	3.3
11	100	40	1	3.3	1.7	3.0	3.1
12	80	40	1	4.2	1.9	2.6	2.7
13	90	70	1	3.1	2.8	2.9	2.9
14	90	10	1	1.9	2.4	3.3	2.6
15	90	40	2	3.0	3.1	2.7	2.6
16	90	40	0	3.7	3.3	3.7	2.9

1) 5점 척도(1점: 매우약함, 2점: 약함, 3점: 보통, 4점: 강함, 5점: 매우강함)

2) 5점 척도(1점: 매우좋지않다, 2점: 좋지않다, 3점: 보통, 4점: 좋다, 5점: 매우좋다)

건산마늘 제조 조건 확립과 식염을 첨가하지 않은 데침 조건을 보기 위해 표 112와 같이 데침 온도 및 시간을 설정하여 시험하였으며(표 112, 113), 그 결과 물 95℃, 1분 처리가 바람직하며 유념 처리 전 반건조 시간은 잎 수분함량 약 70%, 줄기 80%에 해당하는 3시간~4시간 사이(줄기를 늘렸을 때 진액이 거의 나오지 않는 상태)가 가장 적당하였다. 4시간 이상 말리면 잎 부서짐이 많아 손실률이 높아져 부적당하였다(표 114, 그림 84). 유념처리는 1분 처리 시 진액이 많이 나와서 20초 씩 3회 걸쳐하는 것이 바람직하였다. 건산마늘 제조공정을 그림 85와 같이 확립하였으며 제조과정 및 건나물 사진은 그림 86, 87과 같다. 최종 건산나물 수율은 11~13%였다. 산마늘 포장별(파우치포장, 플라스틱포장) 냉동·해동 후 품질을 비교한 결과 물 비율별, 포장형태별 특이한 차이점은 없었다(표 116, 117, 118, 119). 산마늘 반건조 처리별 냉·해동 후 품질을 비교한 결과(표 120) 반건조-냉동 제품은 전체적으로 쓴맛이 나므로 산마늘 냉동은 무처리(데침 후 냉동)가 바람직하다.

표 112. 산마늘 데침에 따른 색도, 경도 비교

No.	처 리		경 도 (g-force)	색 도		
	온도(℃)	시간(초)		L	a	b
1	생체		372	43.2	-11.4	24.4
2	95	3	362	41.9	-16.7	28.5
3	95	10	374	36.7	-13.1	20.3
4	95	60	393	33.4	-12.4	18.4
5	95	120	293	37.2	-10.6	21.5
6	100	3	344	36.6	-14.6	22.5
7	100	10	335	38.7	-13.4	27.4
8	100	60	291	35.8	-12.8	23.2
9	100	120	264	38.7	-11.9	24.8

표 113. 산마늘 데침 후, 건조 후 무게 변화 비교

No.	처 리		데침전 (g)	데침-탈수후 (g)	3시간 건조 (g)	5시간 건조 (g)
	온도(℃)	시간(초)				
1	10		102.0	97.8	49.8	17.8
2	90	30	102.3	96.8	45.3	18.0
3		60	101.1	96.6	43.6	16.9
4		10	101.8	95.0	44.6	16.6
5	95	30	101.3	95.0	55.1	19.6
6		60	101.2	92.6	49.6	17.3
7		10	100.7	92.5	45.5	16.6
8	100	30	101.6	95.6	41.9	16.4
9		60	102.3	92.0	44.4	16.4

표 114. 산마늘 건조시간에 따른 수분함량 변화

구 분	수분함량(%)	
	잎	줄기
무처리(블랜칭-탈수후)	80.4	85.0
건조시간 (hour)	1	82.3
	2	78.3
	3	69.7
	4	69.7
	5	65.1
	6	74.1
	7	58.5
	8	24.7
	9	17.4
	10	8.2

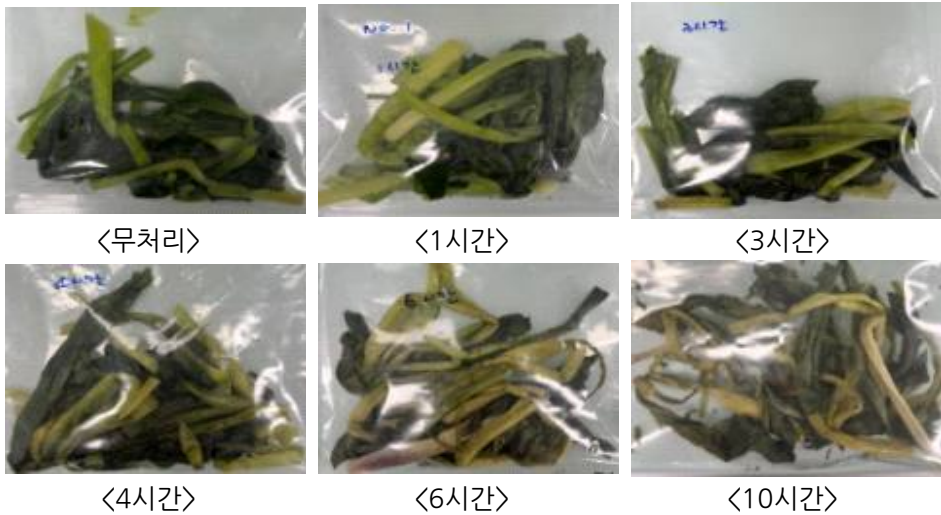


그림 84. 건조시간에 따른 산마늘 외관 변화

표 115. 산마늘 유념처리별 데침 후 색도, 경도, 수분함량 비교

처 리		수분함량(%)	경 도 (g-force)	색 도		
건조(시간)	유념(초)			L	a	b
3	60	64.2	330	35.2	4.1	21.1
10	60	52.8	380	42.5	4.6	31.6
4	20초×3회	55.6	251	32.5	4.5	20.7
10	무처리	52.3	329	36.5	6.7	25.9
3	60(후숙×)	58.1	377	38.3	6.6	27.0
4	30초×2회	62.7	328	35.3	5.5	24.7
3.5	20초×3회	52.5	294	36.8	5.2	25.0



그림 85. 건산마늘(유념처리) 제조 공정



그림 86. 건산마늘(유념처리) 제조 과정



<무처리>

<유념처리>

그림 87. 산마늘 건조처리별 비교

표 116. 산마늘 물첨가 비율별 냉·해동 후 품질 비교(파우치포장, 100g)

No.	파우치		drip loss (g)	탈수후 산마늘(g)	줄기경도 (g-force)	색 도		
	물첨가(%)	산마늘(g)				L	a	b
1	0	100.4	0	93.3	316	31.9	-10.9	16.4
2	10	100.9	21.5	96.7	366	29.5	-11.2	17.5
3	20	101.1	20.2	97.6	316	30.7	-11.7	18.3
4	30	101.2	29.1	98.9	276	30.1	-12.0	18.2
5	40	100.3	32.8	98.5	280	30.5	-11.9	18.3
6	50	101.2	38.7	99.5	321	31.5	-11.2	16.6
7	70	100.7	64.8	100.8	265	31.4	-12.0	18.8
8	100	101.4	89.8	102.6	295	28.9	-10.8	15.7
9	225	100.5	213.9	105.3	318	30.7	-10.8	16.0
10	350	100.6	335.1	107.6	323	30.1	-12.3	18.2

표 117. 산마늘 물침가 비율별 냉·해동 후 품질 비교(플라스틱용기, 100g)

No.	파우치		drip loss (g)	탈수후 산마늘(g)	잎경도 (g-force)	색 도		
	물침가(%)	산마늘(g)				L	a	b
1	0	100.9	0	94.5	160	36.1	-11.7	22.5
2	10	100.4	11.6	99.8	152	36.3	-12.6	24.3
3	20	100.2	19.1	100.5	131	35.6	-12.8	24.2
4	30	100.3	28.8	100.0	136	35.5	-12.2	22.4
5	40	100.5	35.7	100.1	164	35.2	-11.5	20.9
6	50	100.7	48.4	100.6	135	38.3	-11.1	21.4
7	70	100.4	62.4	103.3	173	38.7	-12.8	26.3
8	100	100.5	97.5	105.6	152	41.3	-11.6	22.3
9	225	100.5	212.8	104.4	151	36.6	-11.6	24.2
10	350	100.4	338.3	106.2	164	33.8	-13.1	22.7

표 118. 산마늘 물침가 비율별 냉·해동 후 품질 비교(파우치 포장, 500g)

No.	파우치		drip loss (g)	탈수후 산마늘(g)	줄기경도 (g-force)	수분함량 (%)	색 도		
	물침가 (%)	산마늘(g)					L	a	b
1	0	502.6	12.1	469.3	207.3	81.8	34.8	-14.7	22.7
2	10	501.5	57.9	453.6	203.3	85.4	34.1	-14.6	22.4
3	20	502.8	79.4	459.8	219.3	82.0	36.3	-15.6	24.1
4	30	502.1	82.1	465.6	231.0	84.8	37.3	-16.2	27.7
5	40	502.0	84.1	486.1	161.0	84.4	33.6	-15.4	23.1
6	50	501	88.5	455.6	207.5	85.5	35.7	-14.6	23.3
7	70	500.3	59.7	479.6	261.0	84.4	33.7	-13.9	22.3
8	100	501.7	91.3	496.7	223.0	83.9	35.5	-13.7	24.3
9	120	501.9	95.3	507.7	180.5	82.6	36.0	-12.9	26.0
10	140	501.5	127.9	497.4	185.5	84.3	32.5	-11.9	19.1
11	160	500.7	120.4	494.1	193.5	86.6	36.9	-12.0	27.5
12	180	502.4	129.5	501.4	189.3	86.5	35.5	-13.2	24.9
13	200	500.2	120.6	487.9	180.8	85.3	35.3	-12.0	23.4

표 119. 산마늘 물침가 비율별 냉·해동 후 품질 비교(플라스틱용기, 500g)

No.	파우치		drip loss (g)	탈수후 산마늘(g)	줄기경도 (g-force)	수분함량 (%)	색 도		
	물침가(%)	산마늘(g)					L	a	b
1	0	501.2	21.3	476.3	212.5	82.2	36.5	-12.3	21.2
2	10	502.4	58.2	485.1	226.5	80.9	36.4	-13.2	24.0
3	20	501.8	69.6	481.8	193.5	85.6	35.1	-14.5	23.1
4	30	501.9	101.7	487.5	195.0	85.4	34.5	-14.4	21.7
5	40	500.9	92.1	488.9	181.5	84.7	38.6	-15.0	27.2
6	50	500.3	104.4	496.0	214.5	84.4	37.0	-12.7	22.5
7	70	501.1	110.0	493.7	174.3	85.7	35.7	-14.5	23.2
8	100	500.4	101.1	482.7	242.5	85.0	34.5	-13.3	20.7
9	120	501.5	119.6	490.5	221.8	83.6	35.1	-13.7	22.6
10	140	501.7	114.3	500.6	189.3	84.0	33.4	-12.5	20.7
11	160	501.5	103.0	492.7	174.0	83.6	35.7	-10.9	22.4
12	180	501.1	162.4	508.9	182.3	86.4	34.8	-13.7	21.7
13	200	500.3	134.2	494.7	177.3	83.2	35.8	-11.0	24.0

표 120. 건조후-냉동 처리별 해동 후 품질 비교

구 분	수분함량 (%)	경도 (g-force)	색 도				
			L	a	b		
무처리	데침 후	82.4	533	38.1	-13.5	24.4	
	해동 후	83.8	363	37.7	-12.5	25.1	
건조후	60분건조	82.0	541	35.6	-11.4	17.7	
	120분건조	76.9	533	36.8	-10.8	22.2	
	180분건조	64.3	597	36.0	-7.4	18.0	
반건조	60분건조	85.5	503	38.0	-11.9	26.1	
	냉동-해 동후*	120분건조	81.9	386	37.9	-7.6	23.7
		180분건조	72.8	530	36.9	-6.3	22.0
	270분건조	65.2	289	34.2	-3.9	15.4	

* 냉동 후 40일째 해동

(시험 2) 더덕 반조리 가공용 상품화 연구

○ 더덕 반조리 가공용 적정 침지조건 설정

더덕 반조리 가공을 위한 적정 침지액 선정을 위해 20처리 진행하였고 품질을 비교하였다(표 121, 122, 123). 관능 평가 결과 3, 9, 12번이 좋았으나 저장기간 동안 더덕이 쉽게 갈변되는 등 품질이 좋지 않았다.

표 121. 적정 침지액 조건 처리

No.	정제수	구연산	Vit-C	젖산칼슘	자몽종자추출물
1	120.00	0	0	0	0
2	119.80	0	0	0	0.2
3	119.40	0	0	0	0.6
4	119.00	0	0	0	1.00
5	117.42	0	0.47	1.91	0.2
6	117.62	0	0.27	1.91	0.2
7	117.02	0	0.47	1.91	0.6
8	116.62	0	0.47	1.91	1.00
9	119.22	0.07	0.43	0.07	0.2
10	118.82	0.07	0.43	0.07	0.6
11	118.42	0.07	0.43	0.07	1.00
12	119.37	0	0.43	0	0.2
13	118.97	0	0.43	0	0.6
14	118.57	0	0.43	0	1.00
15	117.42	0.47	0	1.91	0.2
16	117.02	0.47	0	1.91	0.6
17	116.62	0.47	0	1.91	1.00
18	119.66	0.07	0.07	0	0.2
19	119.26	0.07	0.07	0	0.6
20	118.86	0.07	0.07	0	1.00

표 122. 침지액 조건별 품질 비교

No.	pH	염도	수분활성도	탁도	일반세균수 (Log CFU/ml)
1	4.22	0.16	0.981	하	TNTC
2	-	-	-	-	2.62±1.8
3	5.06	0.1	0.985	중	0.83±1.0
4	5.06	0.13	0.986	중	1.55±1.8
5	4.64	0.19	0.984	중	1.17±1.4
6	4.76	0.21	0.983	중	1.60±1.9
7	4.64	0.21	0.984	상	1.06±1.2
8	4.64	0.21	0.984	상	0.92±1.1
9	4.49	0.1	0.985	상	TNTC
10	4.57	0.1	0.986	중	1.66±2.5
11	4.44	0.12	0.987	중	0.40±0.8
12	4.56	0.11	0.987	상	1.12±1.2
13	4.48	0.14	0.99	상	0.92±1.1
14	4.42	0.09	0.987	중	0.48±1.0
15	4.13	0.2	0.986	상	0.25±0.5
16	4.18	0.22	0.984	상	0.50±1.0
17	4.14	0.21	0.986	상	0.37±0.7
18	4.62	0.12	0.984	하	0
19	4.69	0.11	0.985	중	0.37±0.7
20	4.84	0.17	0.985	하	0.44±0.9

표 123. 침지액 조건별 관능평가

No.	향 ¹⁾	색	식감	맛	외형
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	1.3	2.3	1.3	2.0	2.0
4	2.0	2.0	1.3	2.0	2.0
5	1.5	2.0	2.3	3.0	2.0
6	2.0	1.7	2.3	2.3	1.7
7	2.0	1.7	2.0	2.7	1.0
8	2.0	1.0	2.3	2.7	1.3
9	1.3	1.0	2.3	2.0	1.0

10	2.5	2.7	3.3	3.0	2.7
11	3.0	3.0	3.3	3.0	3.0
12	2.0	0.7	1.5	2.0	1.0
13	2.0	1.7	2.0	2.5	1.7
14	1.5	1.3	2.0	2.5	2.0
15	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
16	2.3	2.3	1.3	3.0	2.3
17	2.0	3.0	1.3	2.5	2.7
18	3.0	1.3	3.3	3.0	2.3
19	2.0	2.0	1.7	2.0	1.3
20	1.5	2.3	1.7	1.5	1.7

1) 5점 척도(0점: 최상, 1점: 상, 2점: 중, 3점: 하, 4점: 최하)



<더덕 침지처리 3>

<더덕 침지처리 9>

<더덕 침지처리 12>

그림 88. 더덕 침지액 처리

표 124와 같이 전처리 및 침지 조건 9처리를 진행하였으며 일주일 후 관능 결과 3, 4, 5번이 좋다는 결론을 얻었다. 다음으로 전처리 조건과 오일침지 조건을 검증하기 위해 건조 온도 및 시간과 오일의 종류별로 침지하였고 그 결과 5처리가 양호함을 보였다(표 125). 그 다음 건조 전 염처리를 하였으며 염처리 단독보다는 당처리 혼용이 효과적(표 126)이며 오일 중 옥수수유가 가장 관능과 비용 면에서 좋다는 결론을 얻었다. 건조온도 95℃일 경우 60~90분 사이 건조가 적당하였고 전처리 염·당 비율을 달리해 볼 필요가 있었다. 120분은 너무 딱딱하여 좋지 않았다(표 127). 더덕 갈변도가 가장 낮고 선호도가 우수한 염 1%, 당 5% 처리와 건조시간은 95℃, 60분 이상이 좋았다(표 128). 전처리 절임, 건조, 오일 침지 처리를 하지 않은 군에서는 관능 60일째 곰팡이를 확인하였으나 절임과 건조 전처리 후 오일 침지를 한 결과 비가열 살균 처리를 한 것과 하지 않은 것 모두 양호하였다(표 129, 그림 89). 선호도 조사 결과 염 1% 30분, 당 5% 10분 절임 후 95℃ 60분 반건조 후 오일 첨가한 것이 선호도가 가장 좋았다(표 130). 더덕 오일침지 제조공정을 그림 90과 같이 확립하였다.

표 124. 더덕 전처리 + 침지액 처리 조건

No.	처 리 조 건
1	무처리
2	침지액 3번(정제수 119.40, 자몽종자추출물 0.6)
3	오일 침지(올리브오일)
4	건조(100도 30분) + 오일 침지
5	두드린 더덕 + 식염 절임(10%, 15분) + 오일 침지
6	두드린더덕 + 굽기 + 오일 침지
7	두드린더덕 + 오일 침지
8	데침 + 오일 침지
9	데침 + 오일(올리브유:옥수수유=50:50)

표 125. 간더덕 건조, 오일별 수분함량, 관능 비교

온도(℃)	건조		수분함량 (%)	관능 (7일후)
	시간(분)			
75	30		73.1	오일 5처리 ¹⁾ 모두 좋지않음, 산미
	60		68.7	양호
	90		59.3	양호
	120		62.0	양호
85	60		81.6	좋지않음
	90		64.6	좋지않음
	120		62.2	좋지않음
95	60		67.8	양호
	90		55.5	양호
	120		38.2	좋지않음
100	5		76.5	
	10		71.1	오일5처리 모두 좋지않음, 산미
	20		77.2	

¹⁾ 건조후 오일 첨가: 콩기름, 옥수수유, 올리브유, 포도씨유, 카놀라유

표 126. 더덕 염·당절임 조건별 상태 비교

처리별 절임1)		선후도조사 ³⁾ (7일후)
염(%)	당(%)	
0	0	3.1
	1	2.6
	3	3.3
	5	3.9
	10	3.8
0.5	1	2.9
	3	2.8
	5	3.3
	10	3.5

¹⁾ 염 30분, 당 10분 절임→95℃ 60분 건조→옥수수유 첨가

³⁾ 5점 척도(1점: 매우좋지않음 2점 : 좋지않음 3점: 보통 4점: 좋음 5점: 매우좋음)

표 127. 깐더덕 염·당절임, 건조 온도별 관능 비교

처리별				관능 (7일후)
절임		건조 ¹⁾		
처리	시간(분)	온도(℃)	시간(분)	
염 1%	30	95	60	짠맛이 강함
			120	
	60	95	60	
			120	
	90	95	60	
			120	
120	95	60		
염 1% 30분 → 당 10% 10분		95	60	상태 좋음
			90	
			120	

¹⁾ 절임-건조 후 옥수수유 첨가

표 128. 더덕 염·당절임 건조 조건별 상태 비교

No.	절임 ¹⁾		건조 시간(분)	향미	관능 및 선호도조사 (7일후)		
	염(%)	당(%)			더덕갈변 ²⁾	맛, 식감 ³⁾	색 ³⁾
1			30			×	
2	0	0	60			×	
3			90			×	
4			30			×	
5	0.5	5	60	양호	3.4	2.6	2.3
6			90	양호	2.6	3.4	3.5
7			30			×	
8	0.5	10	60	양호	4.0	2.9	2.0
9			90	양호	2.6	3.6	3.4
10			30			×	
11	1	5	60	양호	1.5	2.1	4.3
12			90	양호	1.9	3.5	4.1
13			30			×	
14	1	10	60	양호	3.9	2.3	1.6
15			90	양호	3.9	2.4	2.5

1) 염 30분, 당 10분 절임, 건조 95℃

2) 5점 척도(1점: 매우약함 2점: 약함 3점: 보통 4점: 조금강함 5점: 매우강함)

3) 5점 척도(1점: 매우좋지않음 2점 : 좋지않음 3점: 보통 4점: 좋음 5점: 매우좋음)

4) × : 상함



< 오일 무처리 >



< 오일 침지처리 >

그림 89. 더덕 오일침지 시험 (좌-살균, 우-비살균)

표 129. 더덕 오일침지 조건별 경도, 관능 비교

No.	절임 ¹⁾		건조 ¹⁾ 시간(분)	오일 (g)	살균 5000bar/1분30초	관능 (60일째)
	염(%)	당(%)				
1			무처리	0	×	곰팡이
2			무처리	0	○	곰팡이
3			무처리	50	×	곰팡이
4			무처리	50	○	곰팡이
5			30	0	×	곰팡이
6			30	0	○	곰팡이
7			60	50	×	곰팡이
8			60	50	○	곰팡이
9				0	×	곰팡이
10				0	○	곰팡이
11			60	50	×	양호
12	0.5	10		50	○	양호
13				0	×	곰팡이
14			90	0	○	곰팡이
15			90	50	×	양호
16				50	○	양호
17				0	×	곰팡이
18	1	5	60	0	○	곰팡이
19				50	×	양호
20				50	○	양호
21				0	×	곰팡이
22	1	10	60	0	○	곰팡이
23				50	×	양호
24				50	○	양호

¹⁾ 9~24번: 염 30분, 당 10분 절임, ²⁾ 건조 : 95℃

표 130. 더덕 오일침지 조건별 선호도조사

처리별			선호도조사2) (60일째)		
절임1)		건조 시간(분)	색	식감	맛
염(%)	당(%)				
0.5	10	60	2.5	3.4	3.0
0.5	10	90	4.0	3.3	3.6
1	5	60	4.0	3.7	3.9
1	10	60	2.4	2.6	2.9

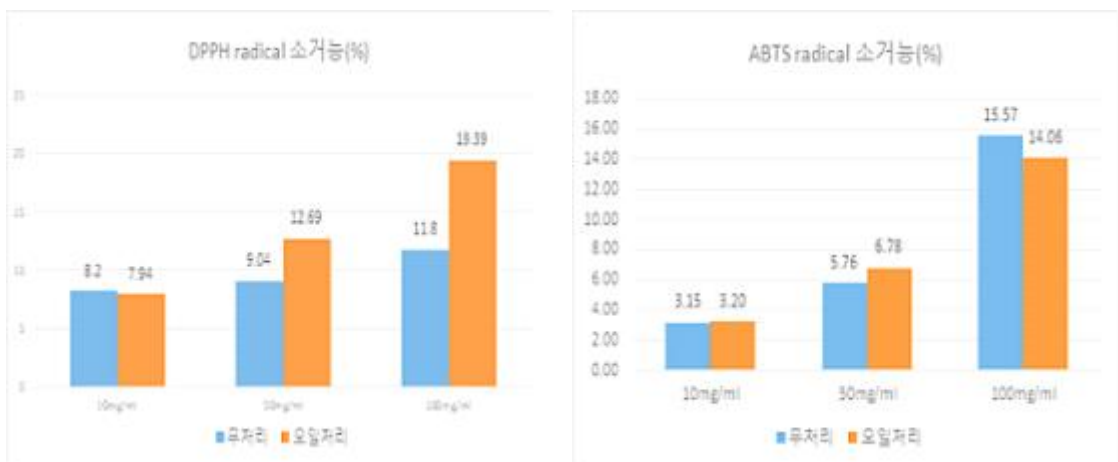
¹⁾ 염 30분, 당 10분 절임→건조 95℃→오일 50g 첨가→ 살균(5000bar/1분 30초)

²⁾ 5점 척도 (1점: 매우 좋지 않음 2점 : 좋지 않음 3점: 보통 4점: 좋음 5점: 매우 좋음)



그림 90 더덕 오일침지 처리 제조 공정

DPPH 라디칼 소거능 시험 결과 무처리는 11.8%, 오일 처리 시 19.4%로 나타났으며 ABTS 양이온 소거능은 무처리 15.6%, 오일 침지 처리시 14.1%로 나타났다. 총 폴리페놀 함량은 무처리 35.4mg/100g, 오일 침지 처리시 48.0mg/100g 이었으며 총 플라보노이드 함량은 무처리 25.9mg/100g, 오일 침지 처리시 102.5mg/100g로 높게 나타났다. 조사포닌 함량 결과 무처리 1.6mg/g, 오일 침지 처리시 10.4mg/g로 증가하였다(그림 91). 깐더덕 오일침지 처리를 위해 최적의 처리방법을 설정하고자 오일만 처리한 것(무처리)과 오일침지 전 전처리한 것(처리)을 비교해 보았다. 그림 92는 5, 25, 35°C에 저장시 경도 변화를 나타내었으며 온도가 올라갈수록 경도값이 급하게 낮아졌고, 산가, 과산화물가 모두 5°C 처리군이 가장 낮은 값으로 유지되었다. 무처리를 침지한 오일에서 산가가 더 높고 빠르게 증가하였다(그림 93). 선히도 조사 결과 5°C 저장, 전처리한 깐더덕이 향, 씹힘성, 전체적인 기호도가 가장 높았다(표 131). 오일 침지한 깐더덕을 제조할 경우 전처리 공정을 거친 후 5°C 저장, 유통하는 것이 좋다고 사료된다. 그림 94와 같이 오일침지 깐더덕을 “오일에 빠진 더덕”의 상품으로 시제품을 제작하고 무상 기술이전 하였다.



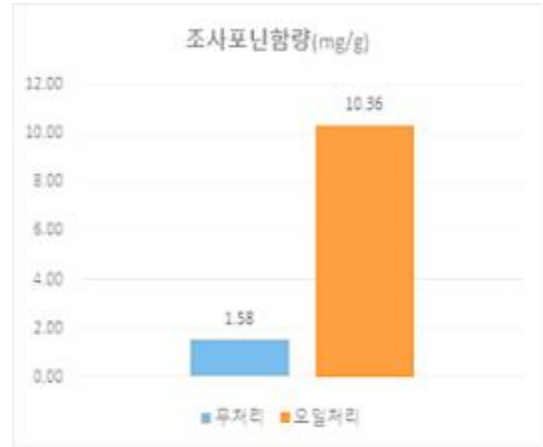
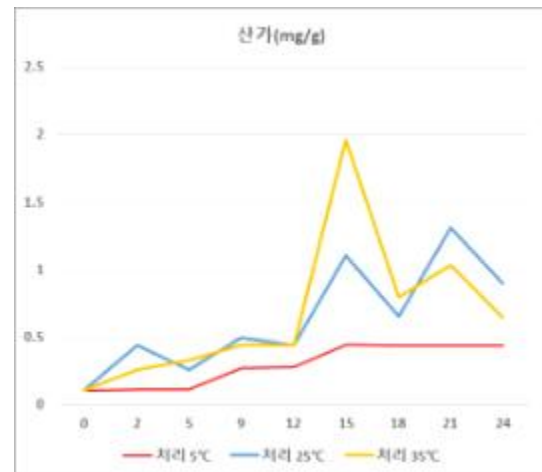
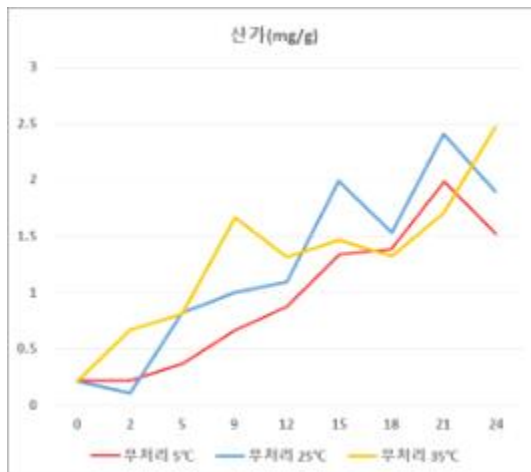


그림 91. 간더덕, 오일처리 더덕의 성분 비교



그림 92. 저장온도, 기간별 더덕의 경도 비교



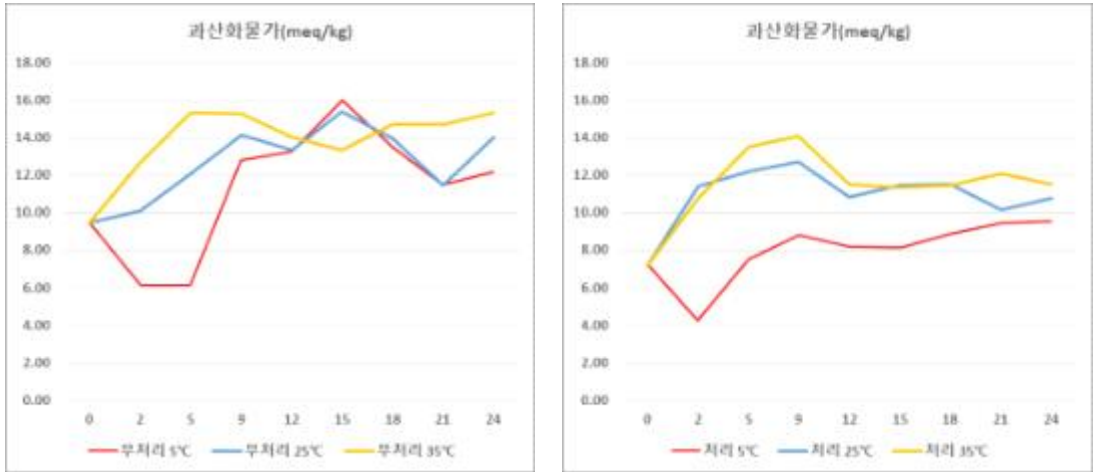


그림 93. 저장온도, 기간별 더덕의 산가와 과산화물가 비교

표 131. 깐더덕 처리별 저장기간에 따른 선호도 조사

0일째	외형	색	향	씹힘성	전체적인 기호도 (맛)	
무처리	4.00	3.89	2.11	2.89	3.22	
처리	3.56	3.44	3.89	3.89	4.00	
2일째	저장온도	외형	색	향	씹힘성	전체적인 기호도 (맛)
무처리	5°C	4.00	4.00	2.71	3.57	3.14
	25°C	3.57	3.43	2.00	3.00	2.86
	35°C	2.86	3.00	2.14	2.57	2.43
처리	5°C	3.29	3.29	3.57	3.71	3.71
	25°C	3.43	3.29	2.14	2.86	2.29
	35°C	1.86	1.57	1.71	2.00	1.71
5일째	저장온도	외형	색	향	씹힘성	전체적인 기호도(맛)
무처리	5°C	3.43	3.29	3.29	3.29	3.14
	25°C	2.57	3.00	2.29	2.43	1.71
	35°C	2.57	2.71	1.57	1.57	2.00
처리	5°C	3.29	3.29	3.57	3.43	3.57
	25°C	2.29	1.86	2.14	2.29	2.71
	35°C	1.86	2.29	1.86	2.29	1.57



〈“오일에 빠진 간편더덕”〉



〈시제품을 이용한 요리〉

그림 94. 더덕 오일침지 반조리 가공 시제품

(시험 3) 산마늘 가공 상품화 연구

○ 산마늘 절임제품 4종 개발

산마늘 간장 장아찌는 식염 1%, 10초~1분 데침으로 기본 절임액 배합비 간장:물:식초:설탕 = 1:1:1:1(설탕 0.5~1, 매실청 0.1)를 설정하였다. 제조공정은 그림 95와 같다. 출기피클의 배합비는 정제수 : 식초 : 설탕 = 1 : 0.5 : 0.5로 표 132와 같이 배합비를 설정하였고 제조공정은 그림 96과 같다. 산마늘 김치는 1차 절임 조건을 물 : 식초 : 식염 : 탄산수 = 7 : 1 : 0.5 : 2로 하였을 때 선호도가 좋았다. 김치 배합비와 제조공정은 표 133, 그림 97과 같다. 산마늘 고추장 장아찌 제조시 1차 절임 조건은 물 : 식초 : 식염 : 탄산수 = 7 : 1 : 0.5 : 2이며 기본 베이스 양념 조건은 산마늘 : 고추장 : 매실청 = 20 : 9 : 1이다. 제조공정은 그림 98과 같다. 산마늘 절임제품 4종은 그림 99와 같다. 산마늘 피클 관능 및 선호도 조사 결과(그림 100) 조직감은 울릉산마늘이 향미는 오대종이 강하였으며 맛, 색 선호에서 오대를 더 선호하는 것으로 나타났다. 산마늘 간장장아찌 전처리 조건 중 데침 1:1:1:1(간장:물:식초:설탕)을 선호하였다. 김치, 고추장 절임은 식염수+식초+탄산수 처리를 선호하였다(그림 101, 102).



그림 95. 산마늘 간장 장아찌 제조공정

표 132. 산마늘 줄기피클 배합비

재료	중량 (g)
산마늘 줄기	3,000
정제수	1,500
식초	750
설탕	750
식염	75
피클링스파이스	10
월계수잎	2~3장

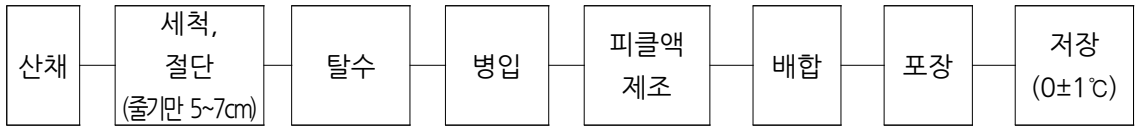


그림 96. 산마늘 줄기피클 제조과정

표 133. 산마늘 김치 배합비

재료	중량 (g)
산마늘	3,000
고춧가루	1,000
멸치액젓	300
매실청	600
참쌀가루	130
다진마늘	300
다진생강	100
무	300
양파	500
참깨	15



그림 97. 산마늘 김치 제조과정

- 산마늘 고추장 장아찌 제조과정

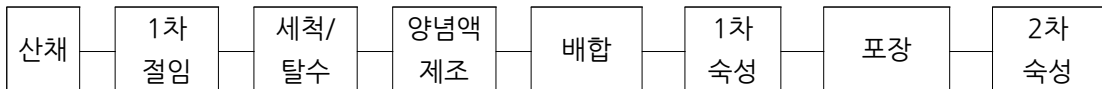


그림 98. 산마늘 고추장 제조과정



그림 99. 산마늘 절임제품 4종

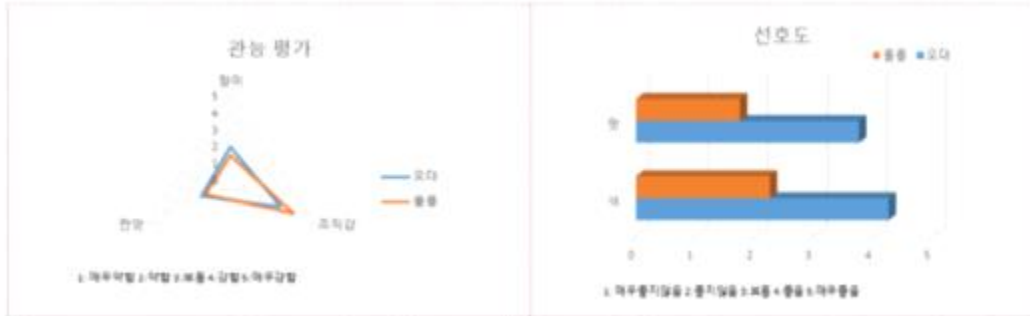


그림 100. 산마늘 피클 관능, 선호도조사(3개월 경과)

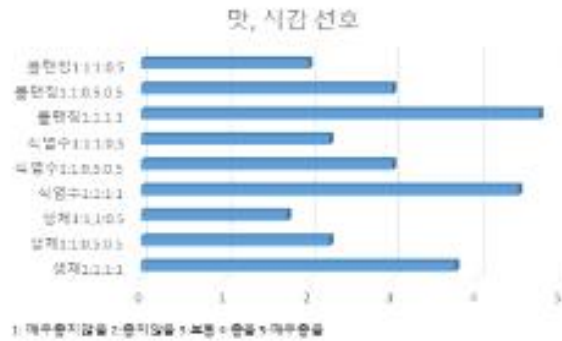


그림 101. 산마늘 간장장아찌 선호도조사(3개월 경과)





그림 102. 산마늘 김치, 고추장장아찌 관능, 선호도조사(3개월 경과)

○ 냉동산마늘 이용 간장 장아찌 조미액 선발

냉동산마늘을 해동 후 장아찌를 제조하였으며 종별(산마늘, 울릉), 전처리 조건별(생체, 해동-탈수후), 당 처리별(일주일후, 식은 후, 같이)비교하였다. 표 134와 같이 당 처리를 달리한 3가지 배합을 진행하여 산마늘 절임을 제조하고(그림 103), 제조 후 30일, 90일 후 특성조사를 실시한 결과는 표 135와 같다. 선호도 조사 결과 당을 일주일 후에 처리한 1처리가 선호도가 가장 좋았다(표 136, 137). 그림 104는 제조 후 3개월 경과된 절임의 모습을 보여주고 있다.

표 134. 산마늘 당 후처리 조건별 배합조건

재 료	I	II	III
산마늘	6,000	6,000	6,000
정제수	3,000	3,000	3,000
간장	3,000	3,000	3,000
식초	1,800	1,800	1,800
설탕	2,700(일주일후)	2,700(식은후)	2,700(같이끓임)
참치액	240	240	240
매실청	180	180	180
청양고추	300	300	300
생강	240	240	240
월계수잎	2	2	2
레몬	30	30	30



그림 103. 산마늘 처리별 절임제조

표 135. 산마늘 절임 염도, 당도, pH 특성조사

구 분	제조후 30일			제조후 90일		
	염도(%)	당도(Brix%)	pH	염도(%)	당도(Brix%)	pH
울릉산마늘(생체) I	1.65	32.6	4.04	0.92	30.7	4.08
울릉산마늘(생체) II	1.78	30.2	4.03	0.99	28.3	4.14
울릉산마늘(생체) III	1.79	30.9	4.04	1.11	28.7	4.09
산마늘(생체) I	1.83	32.1	3.98	1.02	31.3	4.03
산마늘(생체) II	1.83	29	4.03	0.96	12.7	4.04
산마늘(생체) III	1.85	29.9	3.98	0.9	29.3	4.01
울릉산마늘(냉동) I	1.7	28.6	4.11	1.29	25.5	4.15
울릉산마늘(냉동) II	1.56	24.8	4.2	0.95	23.8	4.24
울릉산마늘(냉동) III	1.63	24.9	4.22	1.17	21.4	4.27

표 136. 산마늘 절임의 관능평가, 선호도 조사(1개월 경과)

구 분	관능 평가		선호도 조사		
	향미 ¹⁾	조직감 ¹⁾	맛선호 ²⁾	식감선호 ²⁾	전체적인 선호(인원)
울릉산마늘(생체) I	3.8	3.5	3.6	3.2	4
울릉산마늘(생체) II	3.3	3.7	2.8	3.1	0
울릉산마늘(생체) III	3.1	3.6	2.6	3.0	0
산마늘(생체) I	3.4	3.5	3.3	3.5	3
산마늘(생체) II	3.2	3.3	3.0	2.9	0
산마늘(생체) III	2.8	3.6	3.0	3.2	0
울릉산마늘(냉동) I	2.2	2.2	3.5	3.2	4
울릉산마늘(냉동) II	2.2	2.3	3.1	2.8	1
울릉산마늘(냉동) III	1.8	2.7	3.0	3.1	1

1) 5점 척도(1점: 매우약함 2점: 약함 3점: 보통 4점: 진함 5점: 매우진함)

2) 5점 척도(1점: 매우싫음 2점: 싫음 3점: 보통 4점: 좋음 5점: 매우좋음)

표 137. 산마늘 절임의 관능평가, 선호도 조사(3개월 경과)

구 분	선호도 조사		
	식감(씹힘성) ¹⁾	맛	전체적인 선호(명)
울릉(냉동) I	3.6	4.0	12
울릉(냉동) II	3.3	3.6	7
울릉(냉동) III	3.2	3.3	5
울릉(생체) I	3.1	3.4	4
산마늘(생체) I	3.3	3.6	9
울릉(냉동) I	3.6	3.8	10

1) 5점 척도(1점: 매우싫음 2점: 싫음 3점: 보통 4점: 좋음 5점: 매우좋음)



그림 104. 산마늘 처리별 절임(3개월 경과)

○ 산마늘 전처리별 줄기 피클 제조 및 비교

조미액 배합비는 간장피클 간장:물:식초:설탕=1:1:1:1로, 줄기피클은 물:식초:설탕=1:0.5:0.5로 하였으며 줄기피클 배합비(표 138)와 제조공정은 그림 105와 같다. 산마늘 줄기피클 전처리 조건을 설정하여 제조하고(그림 106) 선호도 조사 결과 산마늘 간장피클은 식염수 전처리, 산마늘 초피클은 생체에서 우수하였다(그림 107, 표 139). 저장기간별 전처리에 따른 염도, 당도, pH 변화는 표 140, 그림 108, 109와 같다. 간장줄기피클이 줄기피클에 비해 당도, 염도, pH가 높았으며 당도는 데침>식염수>생체 순으로 높았고 염도는 식염수>데침>생체 순으로 높았다. 그림 110은 산마늘 줄기를 이용한 피클 시제품으로 농가 등에 기술이전 하였다.

당 후처리 조건별로 16 처리로 절임 제품을 제조하고 비교 결과(표 141, 그림 111) 당처리는 제조 4일 후에 하며 설탕은 정제수 대비 80%, 참치액은 산마늘 대비 2%한 것이 좋았다. 당 후처리 간장절임 배합비는 표 142와 같다.

표 138. 산마늘 줄기피클 배합비

재료	중량 (g)
산마늘 줄기	3,000
정제수	1,500
식초	750
설탕	750
식염	75
피클링스파이스	10
월계수잎	2~3장



그림 105. 산마늘 줄기피클 제조과정



그림 106. 산마늘 줄기피클(35일째)

맛, 식감 선호도

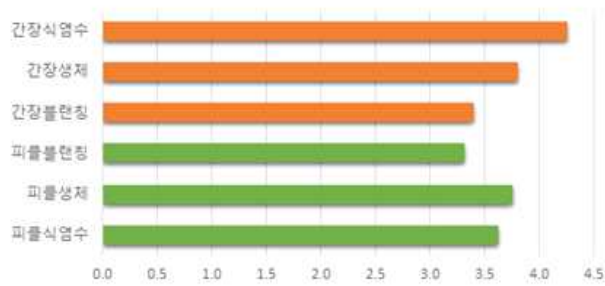


그림 107. 산마늘 줄기피클 선호도조사(30일째_일반인 40~50대 16명 대상)

표 139. 산마늘 줄기피클 처리별 관능평가, 선호도조사(60일째)

구분	관능 ¹⁾			선호도			
	짠맛	향미	식감 (씹힘성)	식감 선호도 ²⁾	맛 선호도 ²⁾	전체적인 선호(명)	
피클	식염수	1.6	1.9	1.8	3.5	3.5	4
	생체	2.0	1.9	2.2	3.7	3.9	5
	데침	2.1	1.8	2.0	3.1	3.1	4
간장 피클	식염수	1.8	1.8	2.1	3.8	3.8	8
	생체	1.8	2.3	1.7	3.2	3.3	3
	데침	2.3	1.6	1.9	3.5	3.4	2

1) 3점 척도(1점: 가장약함, 2점: 중간, 3점: 가장강함)

2) 5점 척도(1점: 매우좋지않다, 2점: 좋지않다, 3점: 보통, 4점: 좋다, 5점: 매우좋다)

표 140. 산마늘 줄기피클 저장기간에 따른 품질조사

구분	전처리	저장기간	당도(Brix%)	염도(%)	pH
줄기피클	생체	2개월	21.7	0.90	2.75
		4개월	22.1	0.91	3.24
		6개월	22.1	0.91	3.21
	식염수	2개월	22.8	0.97	2.72
		4개월	22.5	0.99	3.23
		6개월	22.4	0.98	3.18
	데침	2개월	23.6	0.94	2.78
		4개월	23.7	0.93	3.22
		6개월	23.6	0.93	3.20
줄기간장피클	생체	2개월	25.2	1.48	3.28
		4개월	25.3	1.50	3.72
		6개월	25.2	1.48	3.69
	식염수	2개월	25.5	1.53	3.24
		4개월	25.6	1.55	3.73
		6개월	25.6	1.52	3.73
	데침	2개월	26.3	1.48	3.26
		4개월	26.1	1.53	3.73
		6개월	26.0	1.49	3.70

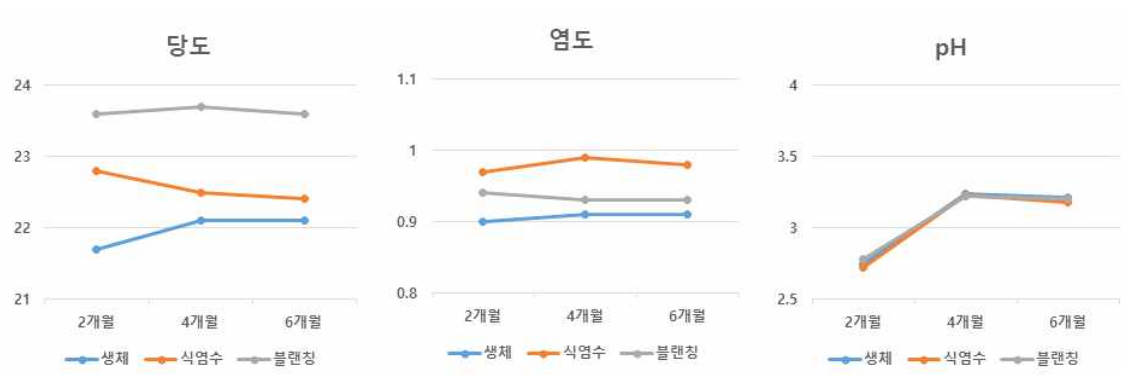


그림 108. 줄기피클 제조 후 당도, 염도, pH 변화



그림 109. 간장줄기피클 제조 후 당도, 염도, pH 변화



그림 110. 산마늘 줄기 피클 제조

표 141. 산마늘 절임 염도, 당도, pH 특성조사

No.	처 리			당후처리후			절임 15일후		
	당처리	설탕	참치액	염도(%)	당도(Brix%)	pH	염도(%)	당도(Brix%)	pH
1	2	375	10	0.9	45	3.9	1.6	30.8	4.0
2	2	375	30	0.9	45.6	3.9	1.6	31.2	4.0
3	2	425	10	1.1	40.9	3.9	1.5	29.1	4.0
4	6	375	10	1.3	32.8	3.9	1.4	31.7	4.0
5	2	425	30	0.9	44.1	3.9	1.4	31.4	4.0
6	6	375	30	1.3	36.5	3.9	1.5	31.3	3.9
7	6	425	10	0.8	45.4	3.9	1.3	34.1	4.0
8	6	425	30	0.8	47.4	3.9	1.3	34.5	3.9
9	4	400	20	1.0	42.1	3.9	1.5	30.8	3.9
10	4	400	20	1.2	39.7	3.9	1.5	30.9	4.0
11	8	400	20	1.1	39.9	3.9	1.4	31.3	4.0
12	0	400	20	1.0	41	3.9	1.5	29.4	4.0
13	4	450	20	0.7	49.3	4.7	1.3	36.3	4.8
14	4	350	20	1.3	36.7	3.9	1.6	28.4	4.0
15	4	400	40	1.2	39.5	3.9	1.5	30.5	3.9
16	4	400	0	1.1	40.4	3.9	1.4	31.2	4.0



<당후처리 조건별 비교>



<당후처리 절임제품>

그림 111. 산마늘 당후처리 간장절임

표 142. 냉동산마늘 간장절임 당후처리 제조 배합비

재 료	중 량 (g)
산마늘	1,000
정제수	500
간장	480
식초	300
설탕	400
참치액	20
매실청	30
청양고추	50
생강	40
레몬	5

○ 산마늘 육개장 제조

산마늘육개장 제조를 위한 건산마늘 불림과 데침 조건을 설정하였다. 불림 온도가 높아질수록 불림 전과 탈수 후 무게차가 크게 났으며 건조-유념 1(건조 4시간, 유념 20초*3회)의 불림 온도 80℃가 탈수 후 무게가 가장 컸다(표 143). 불림 온도를 80, 90, 100℃로 1시간 불림 처리 후 육개장을 제조했을 때 80℃ 처리가 가장 선호도가 좋았으며 50, 60, 70, 80℃로 1시간 불림 처리 후 육개장 관능 결과 80℃ 1시간 불림 처리구가 가장 선호도가 좋았다. 산마늘 데침은 95℃ 1분 데침 후 데침 물을 버리고 육개장 제조한 것이 선호도가 좋았다. 표 144의 레시피 중 4번 레시피의 선호도가 가장 좋았으며 레토르트 살균 111℃ 30분, 116℃ 30분, 121℃ 30분 처리 결과 111℃ 30분 식감이 좋았다(표 145), 111℃ 30분, 111℃ 40분, 121℃ 20분 선호도 조사 결과 111℃ 30분 처리가 맛, 식감 선호도가 높았으며 세균발육 시험에서는 모든 처리에서 음성으로 나타났다. 산마늘육개장 제조를 위해 가공업체에서 대량조리 조건(표 146)을 시험해보았으며 적절한 레토르트 살균 온도 및 시간은 230℃, 20분이었다.

표 143. 육개장용 산마늘 불림조건별 비교

구 분	불림 온도 (°C)	불림전 (A)	불림후 (B)	탈수후 (C)	무게차		수분함량 (%)	경 도 (g-force)
					(C-A)	(B-C)		
1	20		104.2	70.9	40.9	33.2	66.0	191
2 건조-유념 1 ¹⁾	30		118.1	79.4	49.4	38.6	56.6	223
3	80		140.1	105.9	75.9	34.2	82.2	292
4	20	30	111.8	71.2	41.2	40.6	70.9	287
5 건조-유념 2 ²⁾	30		110.2	71.6	41.6	38.6	60.6	307
6	80		136.6	101.3	71.3	35.3	56.8	355
7 건조-유념 3 ¹⁾	30		116.9	78.7	48.7	38.3	72.9	330
8 무처리 건조	30		139.9	94.2	64.2	45.7	73.9	278

1) 건조:4시간, 유념:20초*3회 2) 건조:3시간반, 유념:20초*3회 2) 건조:4시간, 유념:30초*2회

* 불림: 물 1L, 2시간/ 탈수 1분

표 144. 산마늘 육개장 레시피 비교

재 료 명	레시피 1	레시피 2	레시피 3	레시피 4
정제수	300	300	450	450
소고기	30	30	30	30
산마늘(건물 데친 무게)	30	30	30	30
숙주나물	30	30	-	30
콩나물	-	-	30	-
고사리	-	-	30	30
무	-	-	30	30
양파	50	50	-	-
대파	20	20	30	30
고춧가루	7	10	12	10
고추장	7	-	-	-
된장	7	-	-	-
다진마늘	5	5	5	5
생강가루	1	1	0.5	0.2
소금	-	-	2	2
참기름	5	5	5	5
후춧가루	0.5	0.5	0.5	0.2
복합조미분	2	2	2	2
L-글루탐산나트륨	0.5	0.5	0.5	0.5
사골농축액	100	100	-	-
국간장	-	7	7	7
참치액	-	3	3	3
오일	-	3	-	-

표 145. 산마늘 육개장 레토르트 처리별 선호도 조사

처리	선호도		
	맛	식감	전체적인 선호(%)
111℃ 30분	4.3±0.7	4.2±0.8	70
111℃ 40분	3.4±0.8	3.5±0.8	10
121℃ 20분	3.8±0.6	4.1±0.7	20

표 146. 산마늘육개장 가공업체 대량제조 공정

1. 쇠고기는 핏물빼고 물에 넣어 끓인다.
2. 숙주나물, 산마늘, 버섯, 고사리는 따로 데쳐서 준비한다.
3. 대파, 나물류 5cm정도로 자르고 고기는 꺼내어 결대로 찢는다.
4. 고춧가루 등 10종 양념을 고루 섞어 양념장을 만든다.
5. 육수에 양념장을 풀고 끓인다.
6. 산마늘, 숙주, 버섯, 고사리, 고기, 무, 대파 계량하여 포장재에 넣는다.
7. 포장에 육수를 충전하고 밀봉한다.
8. 레토르트 살균(230℃, 20분) 처리한다.

○ 강원 주요산채 가공품 개발 및 K-나물 브랜드화

K-나물 상품에 부착하기 위한 라벨 디자인은 개발하였으며, 명이나물피클을 포함하는 명이나물장아찌, 명이나물간장피클 절임 3종세트 시제품을 개발하였다(그림 112). 간편하게 이용가능한 깐더덕 오일침지 제품을 개발하였으며 건산마늘을 이용한 산마늘육개장을 개발하였다(그림 113). 지역특화 산채 더덕, 산마늘의 가공 기술 개발 및 다양한 시제품 개발을 통해 산채 소비확대 및 농가 부가가치 창출을 기대한다.



<강원 K-나물('22.3.22.등록)>

<명이나물피클세트('22.10.4.출원)>



<명이나물피클/장아찌 3종>



<명이나물피클세트 제품전시>

그림 112. K-나물 라벨, 명이나물 피클세트 시제품 개발



〈오일에 빠진 간편더덕〉



〈산마늘 육개장〉

그림 113. 더덕, 산마늘 시제품 개발

〈제5세부과제 : 강원 주요산채 발효 가공기술개발 및 밀키트형 제품 개발〉

(시험 1) 산채 발효 소스 베이스 제조

가. 기 구축 초산균을 이용한 주요 산채(더덕, 산마늘) 식초 제조

○ 주요 산채(더덕, 산마늘)을 이용한 식초 제조

더덕식초를 만들기 위하여 그림 114와 같이 더덕식초를 제조하였다. 더덕청을 14 °Brix로 희석하여 효모 Fermivin 0.3%를 접종한 후 알콜발효를 14일 진행한 결과 표 147과 같이 에탄올 함량은 8.57%, 당도 4.2°Brix, 산도 0.28%, pH 3.45로 나타냈다.

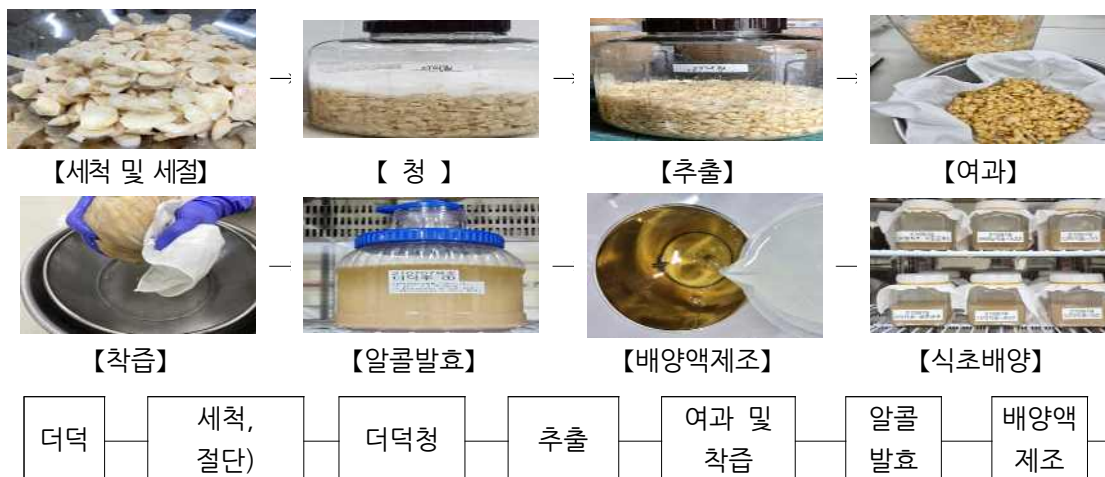


그림 114. 주요산채를 이용한 식초 제조 공정

표 147. 더덕주 품질 특성

구분	에탄올(%)	당도(°Brix)	산도(% w/v)	pH
0	0.49±0.01	13.6±0.00	0.03±0.01	5.92±0.01
7일	8.59±0.02	4.17±0.00	0.26±0.02	3.48±0.01
14일	8.57±0.01	4.20±0.00	0.28±0.01	3.45±0.01

나. 주요산채(더덕) 식초 발효 적합성 평가

○ 종균별 더덕 식초의 이화학적 품질 분석

더덕 식초의 발효에 적합한 초산균을 선발하고자, 10종의 더덕 식초를 제조 후 품질 분석결과 그림 116과 같이 최대 산도값은 A50(5.95%) > A22(5.51) > A33(5.21) > A23(5.47(0) > A3(4.90) > A17(3.45) > A2(3.61) > A18(3.37) > A25(2.07)순으로 나타났으며, 표준균주(KACC17058) 산도 값 5.61%과 비교시 A50(5.95%)이 높게 나타났다. 최종 발효시점 기준 식초의 당도는 2.6~4.4 °Brix로 조사되었고, 에탄올 함량은 1.0~2.6% 범위였으며, 표준균주(KACC17058)를 이용한 2.08% 값과 비교 시 감소폭이 차이가 있었다.

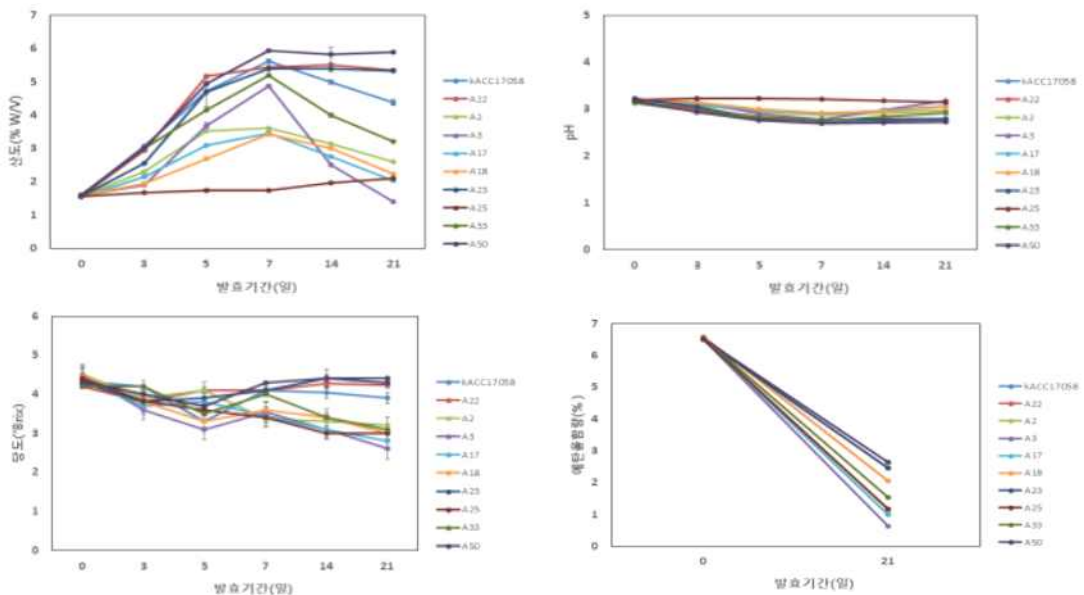


그림 115. 더덕 식초의 품질특성

○ 더덕 식초의 유기산 분석

더덕 식초의 유기산 생성이 우수한 초산균 선발을 위하여, 종균별 유기산을 표 148과 같이 분석한 결과 아세트산(acetic acid) 생성이 균주 A22(5.80g/100g), A50(6.10g/g)로 표준균주 (KACC17058)와 비교 시 5.94g/100g 유사한 것으로 나타났다. 발효 기간에 따라 아세트산 (acetic acid) 생성에 차이가 있었으면, 표준균주와 비교시 A22 균주는 14일차에 최대값을 갖고, 완만하게 감소하였다.

표 148. 유기산 분석 결과

구 분	Galacturonic acid(mg/100g)	Malic acid (mg/100g)	Lactic acid (mg/100g)	Succonic acid (mg/100g)	Acetic acid (g/100g)	
0	ND	47.39±0.96	226.91±2.69	64.26±2.34	1.91±0.02	
7일	KACC17058	23.75±0.47	26.75±1.22	170.65±39.97	27.03±0.82	5.94±0.05
	A22	29.84±0.36	28.19±1.10	199.92±11.78	27.08±1.10	6.06±0.16
	A2	26.37±2.37	33.36±0.70	213.37±11.14	36.43±0.80	3.75±0.08
	A3	37.28±1.20	30.09±0.77	206.60±10.62	29.69±0.33	4.96±0.06
	A17	ND	30.70±1.16	223.11±9.95	36.69±0.96	3.71±0.08
	A18	ND	33.18±0.56	234.59±9.72	40.22±0.47	3.51±0.02
	A23	12.49±0.27	30.71±0.39	225.80±16.07	34.84±0.19	5.82±0.11
	A25	ND	42.33±1.13	272.93±2.54	57.89±0.88	1.54±0.02
	A33	ND	29.82±0.90	203.63±18.15	28.74±0.65	5.50±0.06
	A50	22.45±0.90	25.69±0.64	187.54±1.89	29.30±0.69	6.24±0.10
14일	KACC17058	41.63±4.47	23.33±0.60	84.56±4.01	23.58±0.41	5.24±0.15
	A22	28.57±3.33	25.42±0.40	72.20±4.15	21.74±0.60	5.80±0.08
	A2	82.90±0.65	20.04±0.38	60.75±2.61	27.95±0.98	3.36±0.10
	A3	116.77±4.63	10.01±0.71	61.96±12.15	18.73±0.26	2.52±0.02
	A17	49.28±1.15	14.77±0.64	87.91±0.15	28.90±0.75	2.78±0.03
	A18	47.85±1.83	20.92±0.61	114.11±25.90	33.05±0.51	3.03±0.08
	A23	14.78±0.37	31.36±0.47	228.24±4.59	33.07±0.50	5.56±0.08
	A25	ND	40.29±2.22	143.80±43.24	56.06±1.04	1.69±0.05
	A33	45.43±0.65	17.47±0.48	123.34±9.59	25.14±1.09	4.04±0.04
	A50	26.98±0.45	25.36±1.03	130.12±18.55	28.37±1.40	6.10±0.11
21일	KACC17058	39.13±3.09	23.25±1.50	131.12±21.47	25.22±0.35	4.62±0.20
	A22	39.88±2.38	28.10±1.38	200.71±7.00	26.67±1.18	5.65±0.22
	A2	104.01±0.70	15.86±0.74	121.14±23.16	26.73±0.60	2.58±0.01
	A3	203.87±13.59	3.21±1.76	97.43±3.31	11.45±0.56	1.18±0.09
	A17	66.25±1.91	7.94±0.42	116.29±6.81	19.59±0.40	1.88±0.03
	A18	70.97±1.25	12.82±0.96	95.47±15.89	27.02±1.06	2.15±0.03
	A23	16.46±0.13	31.32±0.67	135.18±18.86	35.75±1.39	5.49±0.05
	A25	ND	42.03±2.05	183.38±28.91	61.09±1.52	1.85±0.04
	A33	59.26±1.14	11.27±0.42	100.98±8.60	22.05±0.98	3.29±0.04
	A50	28.47±0.36	24.79±1.09	107.42±21.37	29.33±1.40	6.00±0.04

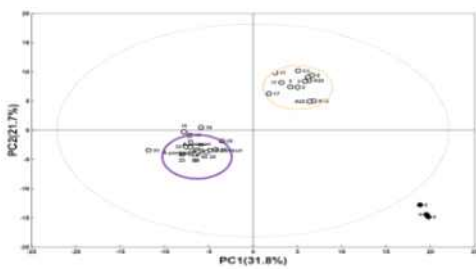
○ 향기성분 분석

종균별 더덕 식초 제조 후 주향기 성분분석 결과, 표 149, 그림 116과 같이 3-butyl-, 2,5-dimethyl-, Pyrazine은 카라멜 같은 과일향으로 묘사되는 성분으로, A2, A3의 향기성분은 미묘한 과일 같은 달콤한 포도 및 럼으로 묘사되는 성분이 주를 이루었다. 표준균주 (KACC17058)와 A22는 유사한 향기성분 패턴을 보이는 균주였다.

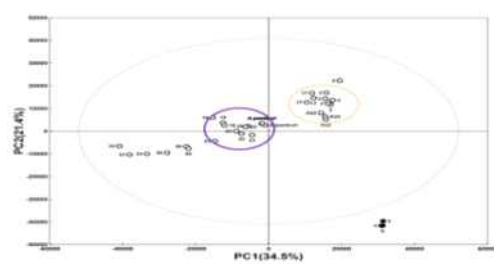
표 149. 식초의 주요 향기성분 비교

(단위 : Peak area)

No	Compound	VIP	0	KACC 17058	A22	A2	A3	A17	A18	A23	A25	A33	A50
1	trichlorosilane	6.85	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
2	Analyte 92	4.85	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
3	2-Propenamido	4.03	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
4	Butacaine	3.87	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
5	Propanedioic acid	3.66	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
6	Butacaine	3.66	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
7	1,3,6-Trioxocane	3.44	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
8	3-butyl-2,5-dimethyl-ethyl-	3.42	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
9	Pentadecanoic acid	2.90	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
10	Propanedioic acid	2.84	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
11	Hexadecanoic acid, 2-hydroxyethyl ester	2.66	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
12	DL- α -Homoleucine	2.55	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
13	(1,2-Dichlorovinyl)trichlorosilane	2.28	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
14	Decanoic acid, ethyl ester	2.25	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
15	Ethanone	1.99	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
16	Carbendazim	1.76	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
17	2-Benzyl-2-malonitrile	1.66	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
18	trichlorosilane	1.63	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
19	Analyte 145	1.49	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
20	Decanoic acid, ethyl ester	1.42	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
21	1,3,6-Trioxocane	1.07	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue



<PCA>

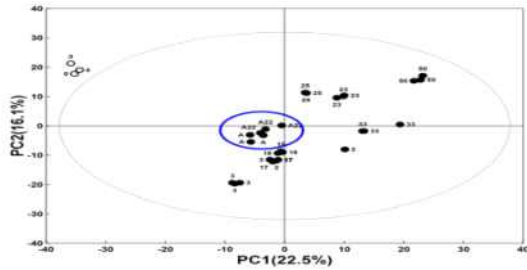


<PLSDA>

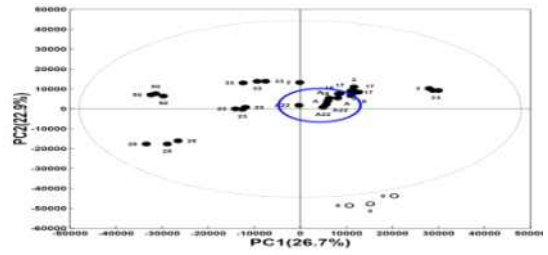
그림 116. 더덕 식초의 향기성분 분석

○ 더덕 식초의 대사체 분석

더덕 식초의 주요대사체 분석결과 그림 117과 같이 2-METHYL-1,3-PROPANEDIOL 2TMS, Sym-tetramethyl(diisopropyl)disiloxane, L-Aspartic acid 등으로 분석되었다.



【PCA】



【PLSDA】

그림 117. 더덕식초의 대사체 분석

○ 산마늘 알콜 발효 품질 분석

산마늘청을 14 °Brix로 희석하여 효모 Fermivin 0.3%를 접종 후 알콜발효 시 산마늘주의 품질특성은 표 150과 같이 에탄올 함량은 9.09%, 당도 4.4°Brix, 산도 0.30%, pH 3.76로 나타났다. 표준균주(KACC17058)와 A22 균주로 산마늘 식초를 제조하여 품질을 비교 결과 표 151과 같이 최대 산도값은 발효 7일차 5.83~5.85%, 최종 당도는 3.1°Brix로 확인되었다.

표 150. 산마늘주 품질 특성

경과일수	에탄올(%)	당도(°Brix)	산도(% w/v)	pH
0일	0.52±0.02	14.50±0.00	0.05±0.00	5.17±0.00
7일	9.06±0.00	4.50±0.00	0.27±0.00	3.80±0.00
14일	9.09±0.01	4.43±0.05	0.30±0.02	3.76±0.00

표 151. 산마늘 식초 품질 분석

경과 일수	산도(w/v %)		pH		당도(°Brix)		에탄올(%)	
	KACC17058	A22	KACC17058	A22	KACC17058	A22	KACC17058	A22
0	1.55±0.00	1.53±0.02	3.32±0.00	3.32±0.00	4.50±0.00	4.40±0.00	6.84±0.02	6.88±0.00
3	3.59±0.13	3.64±0.05	3.13±0.00	3.09±0.00	4.97±0.05	3.83±0.05	-	-
5	5.08±0.06	5.01±0.02	2.90±0.00	2.87±0.00	3.47±0.05	3.53±0.05	-	-
7	5.83±0.03	5.85±0.02	5.83±0.00	2.83±0.00	4.10±0.00	4.03±0.05	-	-
14	3.52±0.00	3.84±0.06	3.01±0.00	2.98±0.00	3.60±0.00	3.50±0.00	-	-
21	0.02±2.72	2.89±0.01	3.11±0.00	3.07±0.00	3.13±0.05	3.10±0.00	1.31±0.04	1.37±0.02

다. 초산균 동정

○ 초산균의 생화학적 특성

선발 초산균의 산채나 과실류 등의 원료 이용가능성을 확인하기 위해 탄소원 이용능 등을 조사한 결과 표 152와 같이 나타났다.

표 152. API 20E를 효소활성 및 탄소능

Tests	KACC17058	A22	A2	A3	A17	A18	A23	A25	A33	A50
2-Nitrophenyl-β-D-galactopyranoside	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-Arginine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-Lysine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-Ornithine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thisodium citrate sodium thiosulfate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Urea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-Tryptophane	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indole production	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sodium pyruvate	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-
Gelatin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D-Glucose	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
D-Mannitol	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
Inositol	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
D-Sorbitol	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
L-Rhamnose	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
D-Sucrose	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
D-Melibiose	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Amygdalin	+	+	-	-	-	-	-	+	±	-
L-Arabinose	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-

○ 초산균 A22번(*Acetobacter pasteurianus*) 의 형태 및 계통수

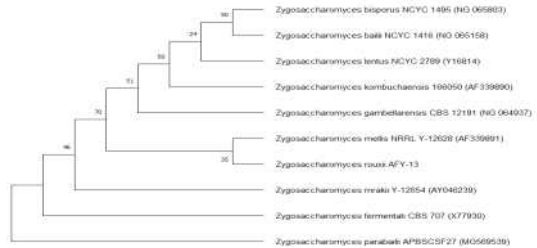
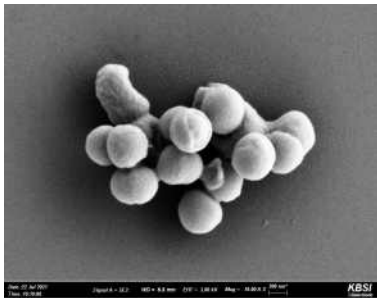


그림 118. 초산균 A22 SEM 분석 및 계통수

(시험 2) 산채 소스 소재화 및 개발

가. 산마늘 부위별 성분 분석

산마늘 부위별 일반성분 분석 결과는 표 153에서 보는 바와 같이 탄수화물 함량은 잎보다는 줄기에 많이 함유된 경향을 보였다. 잎과 줄기의 수분함량은 각각 83~86%, 80~88%로 나타났고, 조섬유 함량은 잎은 1.34~2.25%, 줄기 1.61~2.46%로 나타났다. 무기질 분석결과는 표 154와 같이 산마늘 Ca 함량은 줄기가 13.24~59.96mg/L, 잎이 40.84~188.21mg/L로 잎이 더 높게 나타났고, K 함량은 줄기가 201.31~322.67mg/L, 잎이 224.15~327.27mg/L로 나타났다. 산마늘 부위별 식이섬유 함유량을 분석한 결과 총 식이섬유는 줄기보다 잎에 많았고, 수용성 식이섬유 함량은 잎보다는 줄기에 높게 나타나는 경향을 보였다(그림 119).

표 153. 산마늘 지역별, 부위별 일반성분 분석

(단위: %)

구분	부위	수분	단백질	지방	회분	탄수화물	조섬유
홍천	잎	83.97±0.36	0.37±0.16	0.40±0.02	0.88±0.01	10.99±0.25	1.34±0.04
	줄기	86.92±0.25	0.99±0.03	0.25±0.02	0.51±0.02	11.34±0.29	1.73±0.08
평창	잎	86.22±0.30	3.32±0.13	0.12±0.02	0.75±0.02	9.59±0.14	1.64±0.07
	줄기	88.88±0.29	0.34±0.03	0.03±0.02	0.48±0.09	9.68±0.36	1.61±0.03
정선	잎	83.29±0.13	2.13±0.03	0.49±0.07	1.16±0.03	12.93±0.13	2.25±0.05
	줄기	80.38±1.11	0.45±0.02	0.34±0.03	0.82±0.01	18.02±1.08	2.46±0.08

표 154. 산마늘 지역별, 부위별 무기질 성분 분석

(단위: mg/L)

구분	부위	Ca	K	Mg	Na
홍천	잎	40.84±0.92	286.78±10.23	23.54±0.94	2.72±4.06
	줄기	13.24±0.55	224.15±7.37	8.87±0.67	0.66±0.34
평창	잎	55.22±1.88	247.22±2.29	15.03±1.24	0.99±0.49
	줄기	17.74±1.15	201.31±3.74	4.23±0.75	0.85±0.65
정선	잎	188.21±14.10	327.27±5.95	2.20±0.87	2.33±0.02
	줄기	59.96±1.88	322.67±6.54	39.62±1.91	2.26±0.90

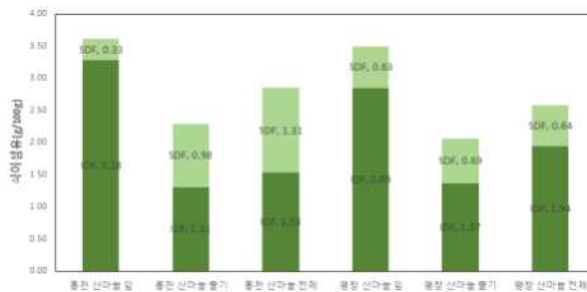


그림 119. 식이섬유 함량

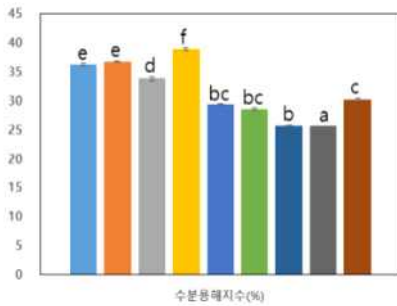
나. 산채 건조 조건별 품질특성

산마늘 데침 조건을 설정하기 위해 온도(60~100℃), 시간(30초, 60초)을 설정 후 데침후 색도를 측정된 결과(표 155), 색도 변화가 적은 조건인 100℃, 30초 조건으로 설정하였다.

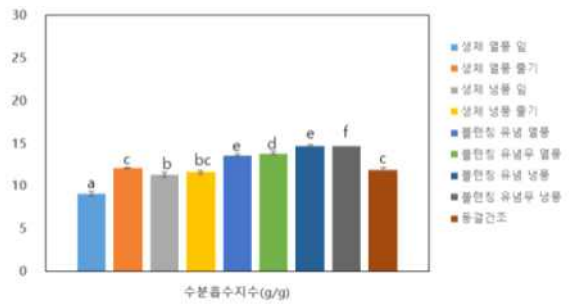
표 155. 산마늘 데침 조건별 색도

구분	온도(°C)	시간(초)	Hunter color values		
			L	a	b
A	0	0	39.19±3.76	-11.12±0.57	16.21±3.38
B	80°C	30초	41.77±1.12	-14.69±0.59	23.07±1.88
C		60초	36.65±2.22	-11.87±1.18	15.73±3.30
D	60°C	30초	35.03±3.76	-11.12±0.57	16.21±3.38
E		60초	36.98±1.63	-10.93±0.77	16.10±3.24
F	100°C	30초	36.01±3.22	-11.11±0.47	16.22±2.48

산마늘 건조 조건별 수분 용해지수 분석 결과 그림 120과 같이 생체 냉풍 출기 > 생체 열풍 앞, 출기 > 생체-냉풍 앞 순으로 나타났고, 수분흡수지수는 그림 121과 같이 블렌칭 유념후 냉풍 > 데침 유념 열풍 순으로 나타났다. 그림 122는 전처리 및 건조 조건별 제조 과정을 나타냈다.



<그림 120. 수분용해지수>



<그림 121. 수분흡수지수>

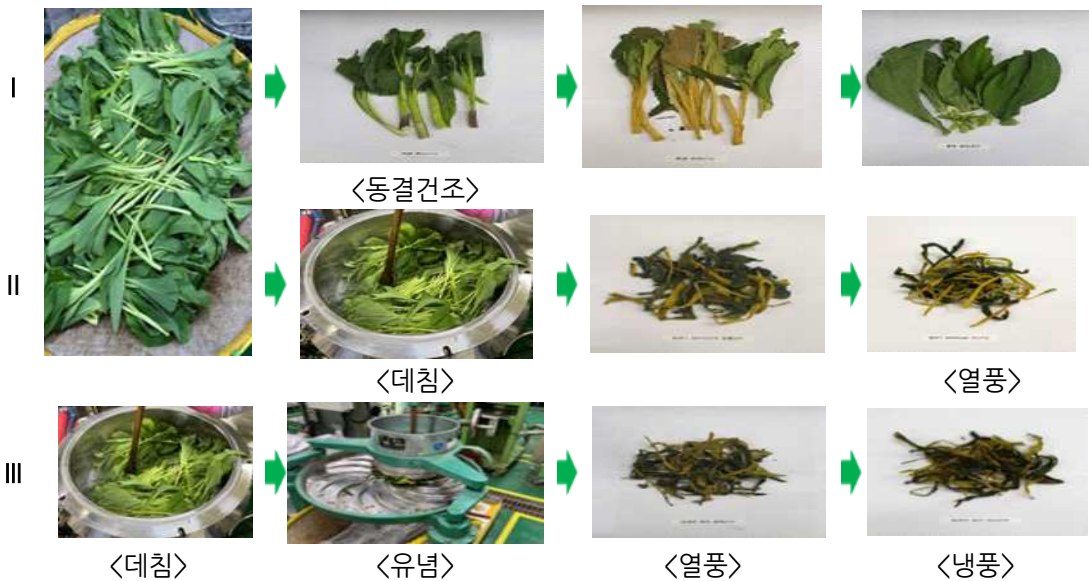


그림 122. 전처리 및 건조 조건별 제조

○ 산마늘 생체 및 건조물을 이용한 소스 제조

산마늘 생체와 건조물을 이용하여 산마늘 페스토를 표 156과 같이 5가지 배합비를 통해 소스를 제조하였다(그림 123).

표 156. 산마늘 생체 및 건조물을 이용한 소스 배합비

재료	I	II	III	IV	V
산마늘	200g	200g	200g	200g	200g
올리브유	150ml	150ml	200ml	150ml	150ml
소금	4 ts	4 ts	4 ts	4 ts	4 ts
후추	3.5 ts	3.5 ts	3.5 ts	3.5 ts	3.5 ts
파마산 치즈	40 g	40 g	80 g	40 g	40 g
잣	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g
아몬드	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g
호두	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g
캐슈넛	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g
고추장					30 g



그림 123. 전처리 및 건조 조건별 제조

○ 산마늘 장아찌를 페스토 소스 제조 및 관능평가

산마늘 장아찌를 이용하여 산마늘 페스토를 표 157과 같이 4가지 배합비를 통해 소스를 제조하고(그림 124), 관능평가를 실시한 결과 II 레시피가 전체적인 기호도에서 높게 나타났다.

표 157. 산마늘 장아찌 페스토 소스 배합비

배합비(중량 g)	I	II	III	IV
산마늘 장아찌	70	80	90	100
곤드레(재수화)	30	20	10	0
올리브유	70	70	70	70
소금	1.5	1.5	1.5	1.5
후추	0.5	0.5	0.5	0.5
잣	12	12	12	12
아몬드	12	12	12	12
호두	12	12	12	12
캐슈넛	12	12	12	12



<I> <II> <III> <IV>

그림 124. 배합비에 따른 페스토 소스 제조



그림 125. 관능평가 및 선호도 조사

○ 산마늘 장아찌를 간장 소스 제조

산마늘 장아찌를 이용한 간장소스 제조는 표 158과 같이 4가지 배합비를 통해 소스를 제조하였고(그림 126) 관능평가 결과 II레시피가 전체적인 기호도에서 높게 나타났다(그림 127).

표 158. 산마늘 장아찌를 이용한 간장소스 배합비

배합비(중량 g)	I	II	III	IV
장아찌 조미액	100	100	100	100
진간장	20	20	20	20
산마늘청	10	10	10	10
설탕	10	10	10	10
꿀소스	10	10	10	10
맛술	10	10	10	10
간마늘	4	4	4	4
생강	4	4	4	4
참기름	1	1	1	1
후추	1	1	1	1
장아찌 고형분	10	10	10	10
구아검	0	0.5	1	1.5
잔탄검	0	0.5	1	1.5



<I> <II> <III> <IV>

그림 126. 배합비에 따른 간장소스 제조

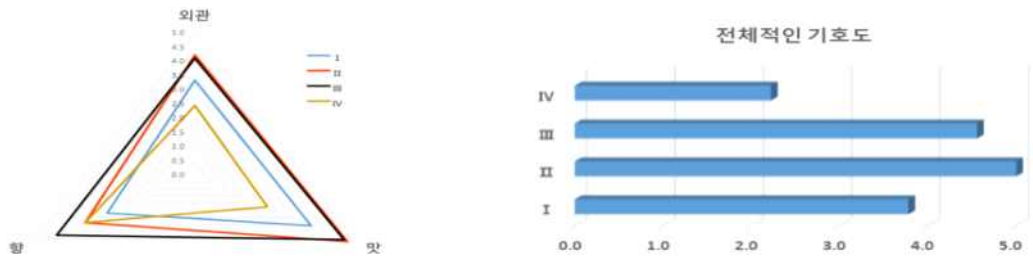


그림 127. 관능평가 및 선호도 조사

○ 더덕 건조 조건별 제조 및 분말화

더덕을 건조 조건(열풍, 냉풍, 동결건조)별로 건조하여 그림 128과 같이 분말화하였다. 건조 조건별 더덕분말의 일반성분은 표 159와 같으며 동결건조분말의 단백질 함량은 9.8%, 회분은 3.17%로 다른 처리에 비해 높았다. 사포닌 함량 분석결과 생더덕 0.5mg/g, 동결건조 2.55mg/g, 열풍건조 4.19mg/g, 냉풍건조 4.41mg/g 순으로 나타났다(그림 129).



그림 128. 더덕 건조조건별 제조 및 분말화

표 159. 더덕 건조 조건별 일반성분 분석

(단위:g/100g, %)

건조조건	수분	단백질	지방	회분	탄수화물	조섬유
대조구	79.98±0.10	2.35±0.16	0.28±0.03	0.81±0.01	17.58±0.24	1.69±0.09
열풍	3.64±0.04	8.77±0.06	1.03±0.02	3.10±0.03	83.47±0.06	5.55±0.32
냉풍	5.19±0.03	7.85±0.05	0.89±0.04	2.62±0.02	83.46±0.10	5.83±0.36
동결	0.72±0.08	9.80±0.02	1.00±0.03	3.17±0.02	85.31±0.12	6.45±0.18

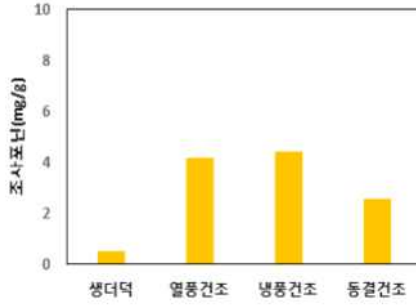


그림 129. 건조 조건별 조사포닌 함량

· 산채(더덕, 산마늘) 발효에 적합한 유산균 선발

장류, 김치, 장아찌 등의 분리원에서 기 분리한 유산균 192종을 대상으로 산채 발효에 이용 가능한 균주를 선발하기 위해, 내당성(10~30% Dextrose), 내염성(5~15% NaCl) 및 효소활성을 평가(그림 130, 131, 132)하여 생육이 우수하고, 산채분말 10%를 추가한 배지에서 생육이 가능한 유산균을 스크리닝하여 14주를 선발하였다(그림 133).

산채 분말 10% 첨가 배지에서 생육이 가능한 90주를 동정한 결과 *Pediococcus acidilactici* 80주, *Pediococcus pentosaceus* 2주, *Lactobacillus pentosus* 4주, *Lactobacillus plantarum* 3주로 동정 되었다(표 160).

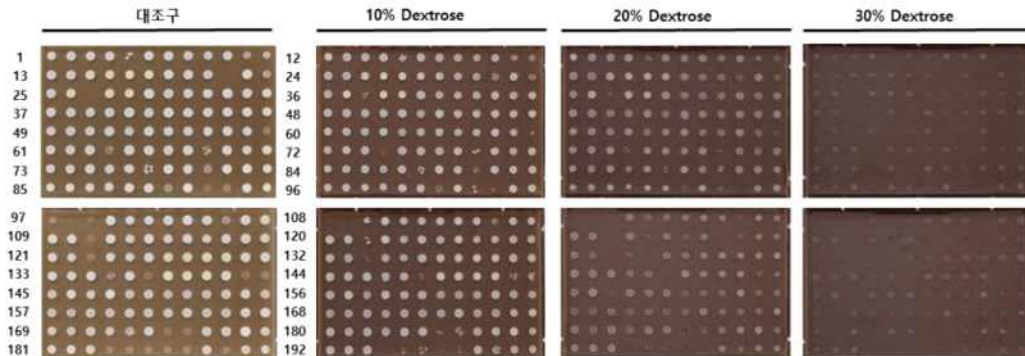


그림 130. 내당성 평가

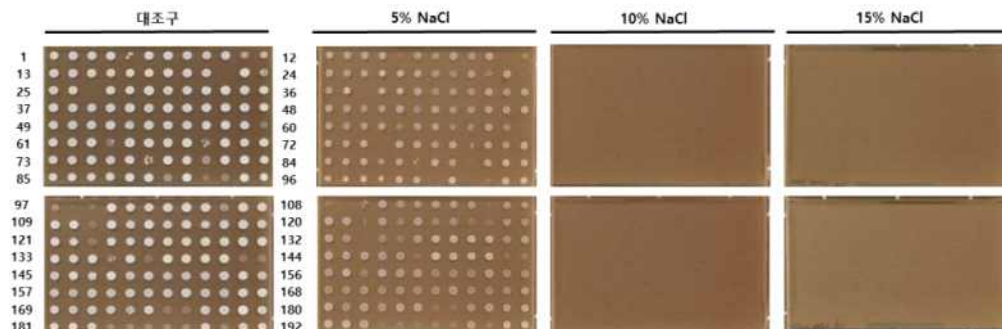


그림 131. 내염성 평가

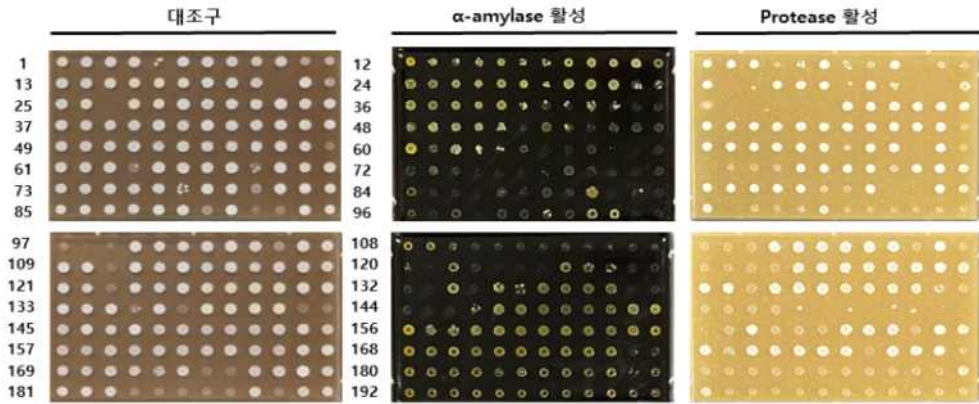


그림 132. 효소활성 평가

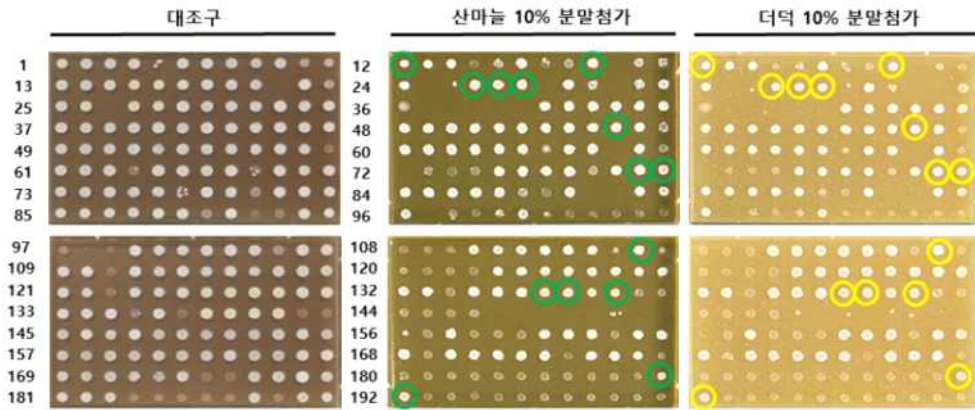


그림 133. 산채 분말 10%첨가 배지 생육 평가

표 160. 미생물 동정 내역

No.	동정결과	상동성	No.	동정 결과	상동성
1	<i>Lactobacillus pentosus</i>	99%	46	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
2	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	47	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
3	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	48	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
4	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	49	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
5	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	50	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
6	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	51	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
7	<i>Lactobacillus pentosus</i>	99%	52	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
8	<i>Lactobacillus pentosus</i>	99%	53	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
9	<i>Lactobacillus pentosus</i>	99%	54	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
10	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	55	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
11	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	56	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%

12	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	57	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
13	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	58	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
14	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	59	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
15	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	60	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
16	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	61	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
17	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	62	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
18	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	63	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
19	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	64	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
20	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	65	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
21	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	66	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
22	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	67	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
23	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	68	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
24	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	69	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
25	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	70	<i>Lactobacillus pentosus</i>	99%
26	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	71	<i>Lactobacillus plantarum</i>	99%
27	<i>fail</i>	99%	72	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
28	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	73	<i>Lactobacillus plantarum</i>	99%
29	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	74	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
30	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	75	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
31	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	76	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
32	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	77	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
33	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	78	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
34	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	79	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
35	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	80	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
36	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	81	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
37	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	82	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
38	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	83	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
39	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	84	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
40	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	85	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
41	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	86	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
42	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	87	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
43	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	88	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%
44	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	89	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	99%
45	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	90	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	99%

분리 원과 동정 결과를 바탕으로 14개의 균주를, 멸균한 더덕에 10% 접종 결과 생균수는

1.5×10⁸ ~ 2.1×10⁹으로 나타났고, 무처리한 대조구에 비해 10⁶~10⁷배 높게 나타났다(표 161). 생균수 기준으로 VL130(*Lactobacillus plantarum*), VL181(*Pediococcus pentosaceus*)을 이용하여 더덕소스를 개발하고자 하였다.

표 161. 더덕 균주 처리별 유산균수

(단위 : CFU/g)

No.	균주	유산균 수	No.	균주	유산균 수
1	VL1	7.3×10 ⁸	9	VL107	1.5×10 ⁹
2	VL9	8.2×10 ⁸	10	VL127	1.5×10 ⁹
3	VL16	1.3×10 ⁹	11	VL128	1.2×10 ⁹
4	VL17	1.0×10 ⁹	12	VL130	2.1×10⁹
5	VL18	1.2×10 ⁹	13	VL180	1.5×10 ⁹
6	VL46	9.5×10 ⁸	14	VL181	1.6×10⁹
7	VL71	4.5×10 ⁸	15	AFY-3	1.4×10 ⁹
8	VL72	1.5×10 ⁹	16	무처리	3.6×10 ²

라. 유산균을 활용한 더덕 소스 소재화

유산균을 활용한 더덕 소스를 제조하기 위해 생더덕과 더덕청을 소재로 하여 그림 134와 같은 공정으로 제조하였다. 유산균 VL130, VL181을 이용하여 더덕 소스 제조 결과, A제조법에서 유산균수 3×10⁸~7×10⁸ CFU/g로 무처리 5×10² CFU/g 보다 약 10⁶배 차이가 나타났으며, B 제조법 1.3×10⁵~2.0×10⁷ CFU/g 보다는 약 10배 정도 높게 나타났다(표 162, 그림 135). 더덕 소스 소재 A 제조법은 균주, 접종량과 유산균수의 차이가 별로 없으며, B 제조법의 경우 종균 접종량에 따라 10~10² 정도 차이가 나타났다.

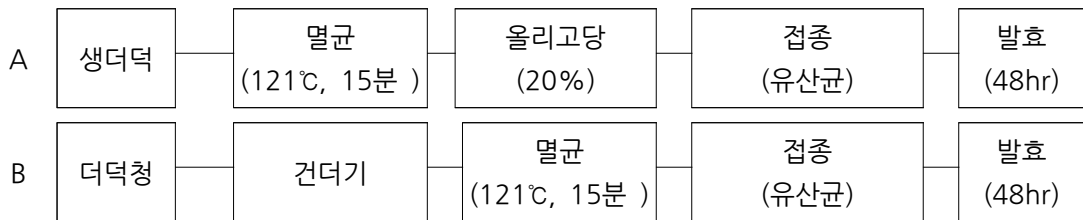


그림 134. 더덕 소스 제조법

표 162. 더덕 유산균 처리 시 생균수

(단위: CFU/g)

전처리	대조구	VL130		VL181	
		3%	5%	3%	5%
생더덕 + 올리고당(A)	5.0.E+02	3.9.E+08	7.0.E+08	3.0.E+08	5.0.E+08
더덕청(B)	0.0.E+00	7.2.E+06	1.5.E+07	1.3.E+05	2.0.E+07

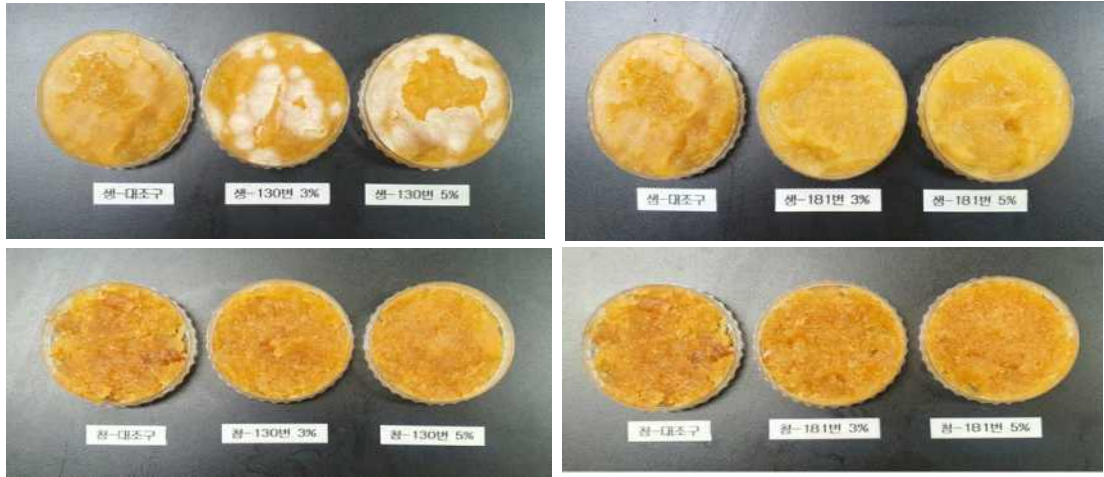


그림 135. 더덕 유산균 처리 생균수 비교

유산균 VL130, VL18을 이용한 더덕 소재 소스 수분함량을 비교하였을 때 A제조법이 70.73~75.29%로 B제조법 34.22~35.49%보다 약 2배 정도 높았고, 당도는 B제조법 63.4~64.7%로 A제조법 보다 약 2배 높게 나타났고(표 163). 관능 평가와 선호도도 B제조법이 우수하였다(그림 136).

표 163. 더덕 유산균 처리시 품질분석

구분		총산도	pH	당도	수분	
생더덕 + 올리고당 (A)	대조구	0.17±0.01	6.46±0.09	27.1±0.07	72.93±0.52	
	VL130	3%	0.24±0.00	5.97±0.04	27.6±0.00	74.29±0.27
		5%	0.30±0.00	5.71±0.01	27.5±0.00	75.42±0.13
	VL181	3%	0.45±0.01	4.64±0.01	28.1±0.07	70.73±0.37
		5%	0.47±0.01	4.52±0.01	29.0±0.00	71.61±0.14
	더덕청 (B)	대조구	0.25±0.00	5.32±0.01	64.5±0.00	33.69±0.52
VL130		3%	0.26±0.00	5.31±0.00	63.4±0.00	35.16±0.06
		5%	0.24±0.00	5.35±0.01	64.5±0.00	34.22±0.79
VL181		3%	0.27±0.00	5.23±0.02	64.7±0.00	34.50±0.37
		5%	0.29±0.02	4.99±0.08	63.9±0.00	35.49±0.10

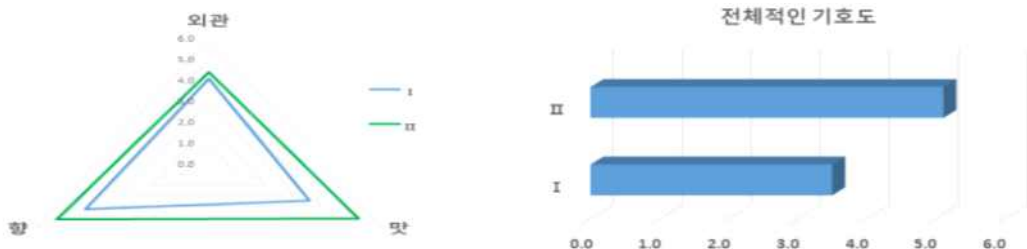


그림 136. 관능평가 및 선호도 조사

샐러드용 소스를 제조하기 위해 4개의 레시피(표 164)로 그에 따라 제조하였다(그림 137).

표 164. 더덕 샐러드용 레시피

I		II		III		IV	
재료	중량(g)	재료	중량(g)	재료	중량(g)	재료	중량(g)
더덕식초	3T	더덕식초	2T	더덕식초	2T	더덕식초	1T
더덕청	2T	더덕청	2T	더덕청	2T	더덕청	1T
올리브오일	3T	포도씨유	3T	배즙	2T	견과류	2T
다진양파	1.5T	다진양파	1.5T	잣	2T	마요네즈	3T
다진마늘	1T	소금	1/5t	검은깨	1/2T	레몬즙	2T
레몬즙	1.5T	생더덕	1개	소금	1/5t	소금	1/5t
소금	0.2T	홍고추	1개			후추	1/5t
산채가루							



그림 137. 레시피별 더덕 샐러드 제조

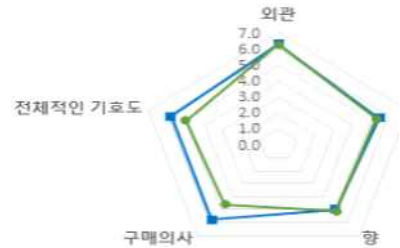
(시험 3) 산채 밀키트 제품 개발

○ 산마늘 소스를 이용한 밀키트 제품 구성 및 관능평가

산마늘 피자, 파스타, 감바스, 스테이크 등 5종(표 165)을 제조하여 관능평가를 실시한 결과(그림 138) 전체적 기호도는 대조구(시판제품) 대비 높았고, 산마늘 로제떡볶이, 감바스, 스테이크 순으로 나타났다.

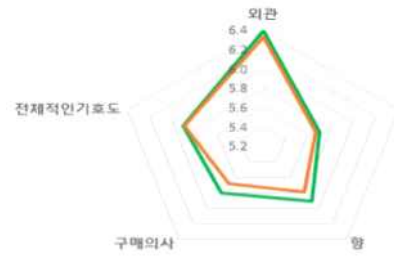


<파스타>

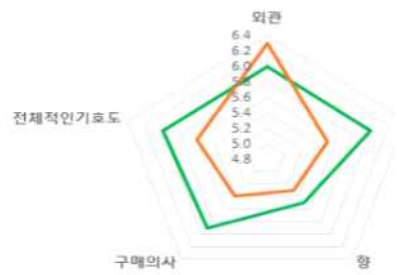




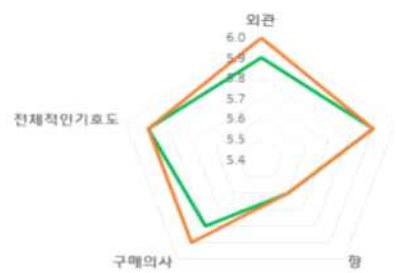
<피자>



<스테이크>



<로제떡볶이>



<감바스>

그림 138. 산마늘 밀키트형 관능평가

표 165. 산마늘 밀키트 제품 구성

No.	파스타	피자	스테이크	로제떡볶이	감바스
1	하드롤	피자도우	소고기(부채살)	누들떡	바게트빵
2	링귀니 스파게티면	토마토소스	산마늘(생채)	넓적당면	브로콜리
3	양파, 마늘	산마늘페스토	방울토마토	사각어묵	당근
4	산마늘페스토	방울토마토	적양파	파마산치즈	산마늘(생채)
5	크림소스	피자치즈	스테이크소스	체다치즈	중새우
6	파마산치즈	생모짜렐라치즈	산마늘페스토	토마토소스	산마늘페스토
7	허브솔트	산마늘(생채)	간마늘	산마늘페스토	올리브오일
8	-	-	-	크림소스	-
9	-	-	-	떡볶이 양념	-

(시험 4) 주요산채 이용 가능한 종균 선발

산채 발효에 활용할 수 있는 고초균을 선발하고자 기 구축한 고초균 480주에 대해 환경내성(내당성, 내산성, 산채 추출물 10%) 특성평가를 하였다(그림 139, 140, 141). 고초균 중 protease 활성이 우수한 균주 중 내당성 및 산채 추출물에서 생육이 가능 고초균 4종 선발을 선발하였다(표 166). 최종적으로 AFY-16(그림 151, 152)를 선발하였고, 49가지의 carbohydrates의 산화, 발효 동화 검사키트를 사용하여 생화학적 특성을 검정하였다(그림 153).

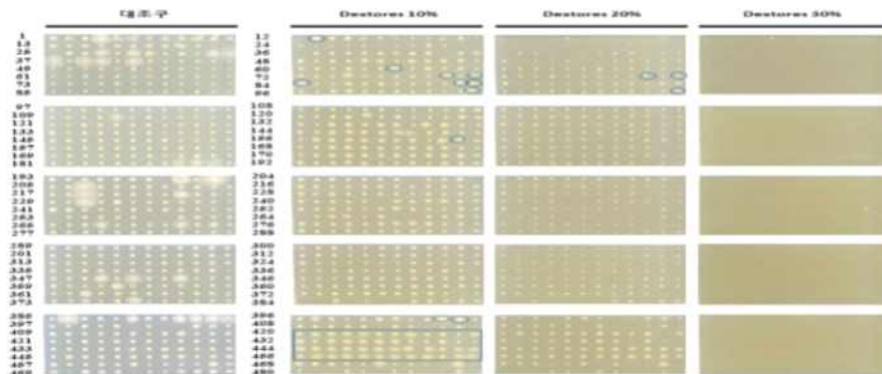


그림 139. 고초균 내당성(Dextrose) 평가

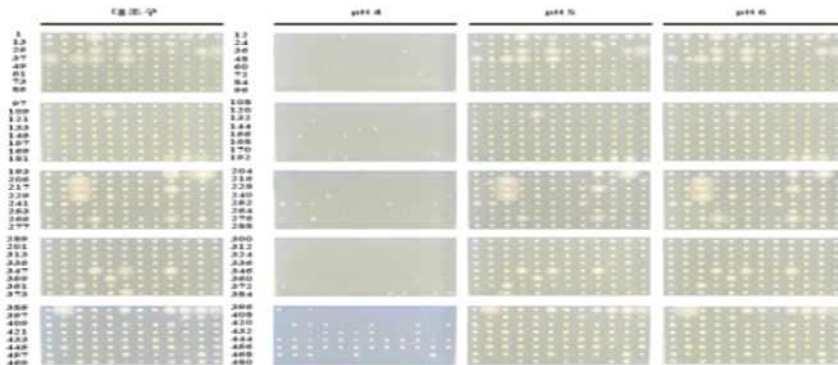


그림 140. 고초균 내산성 평가

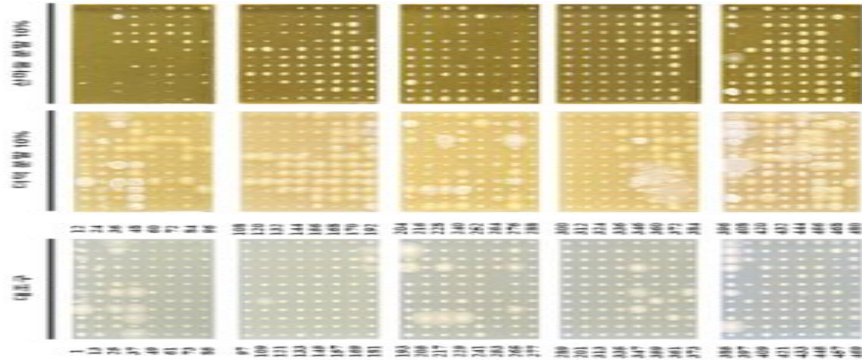


그림 150. 고초균 주요산채 분말 추출 생육 평가

표 166. 선발균주 동정 결과

No.	분리원	균주명	동정률	비고
338	식초	<i>Bacillus velezensis</i>	99.93%	
356	간장소스	<i>Bacillus subtilis</i>	99.47%	
390	된장	<i>Bacillus velezensis</i>	99.60%	
394	된장	<i>Bacillus subtilis</i>	99.47%	



그림 151. 고초균(AFY-16) SEM



그림 152. 고초균(AFY-16) 계통수

API 50 CHB										
	control	-	GAL	-	MDM	-	MEL	-	TUR	+
	GLY	-	GLU	+	MDG	+	SAC	+	LYX	-
	ERY	-	FRU	+	NAG	-	TRE	+	TAG	-
	DARA	-	MNE	+	AMY	-	INU	+	DFUC	-
	LARA	+	SBE	-	ARB	-	MLZ	-	LFUC	-
	RIB	+	RHA	-	ESC	+	RAF	+	DARL	-
	DXYL	+	DUL	-	SAL	+	AMD	+	LARL	-
	LXYL	-	INO	-	CEL	-	GLYG	+	GNT	-
	ADO	-	MAN	-	MAL	+	XLT	-		
	MDX	-	SOR	-	LAC	-	GEN	+		

그림 153. 고초균(AFY-16) 생화학적 특성

산채에 활용할 수 있는 효모를 선발하고자 기 구축한 효모 192주에 대해 환경내성(내당성, 내염성, 내산성)과 효소활성(아밀라아제, 글루코시다아제 등) 특성 평가를 수행하였다(그림 154, 155, 156, 157).

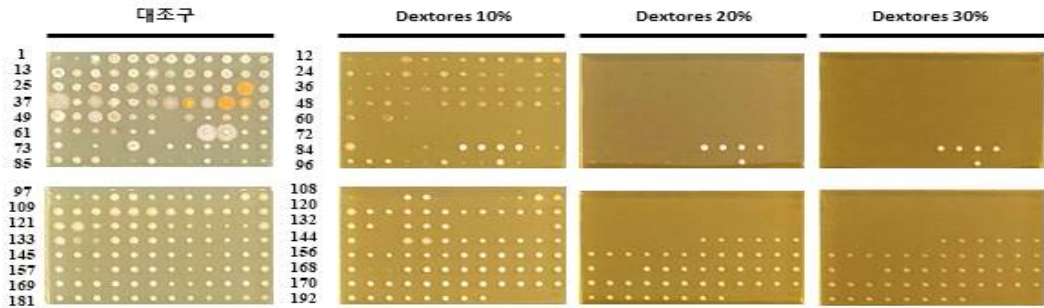


그림 154. 효모 내당성(Dextrose) 평가

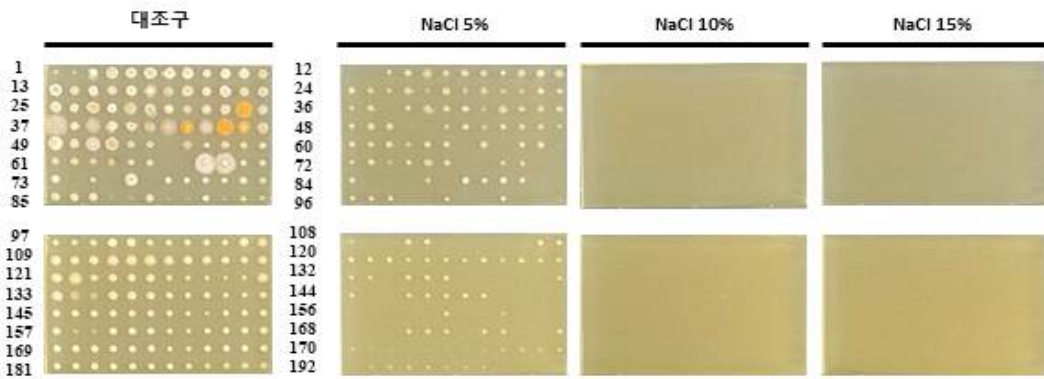


그림 155. 효모 내염성(NaCl) 평가

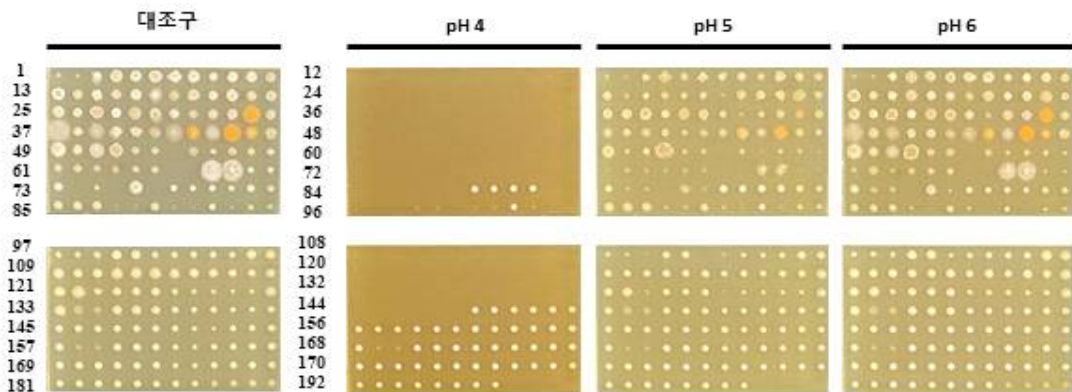


그림 156. 효모 내산성 평가

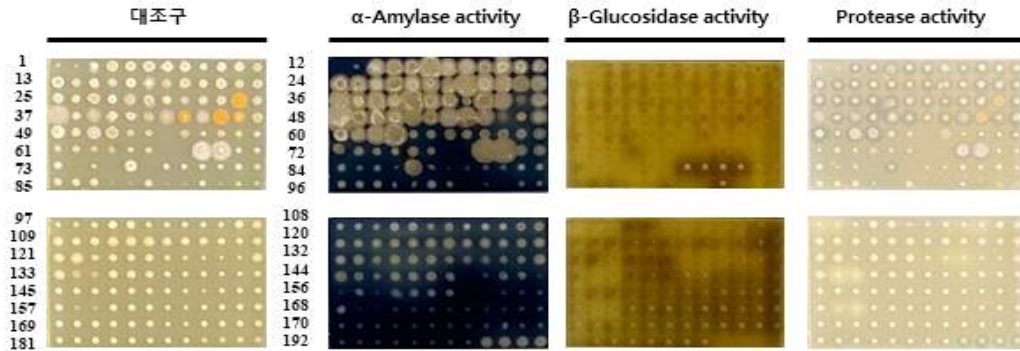


그림 157. 효모 효소활성 평가

(시험 5) 종균 활용 발효 적합성 평가

○ 고초균 4종 및 시판 청국장균 이용 청국장 제조

대원콩 세척 후 침지 증숙하여, 선발균주 및 시판균주 포함하여 총 5종의 균주를 1%로 접종하고, 청국장을 제조하여(그림 158), 청국장 제조시 끈적끈적한 점질물질(polyglutamic acid) 분석 결과(표 167) 338 > 3394 > 390 > 356 > 시판 순으로 나타났다. 청국장의 구수한 풍미 관련 아미노태질소 함량은 356 > 시판 > 338 > 390 > 394 순이었다. 청국장의 제조시 356 선발균주가 적합한 것으로 판단되었다.



그림 158. 고초균 이용 청국장 제조

표 167. 선발균주 이용 청국장 품질 특성

No.	점질물 함량(%)	아미노태질소(mg/%)	총산도(%, w/v)
338	96.28±0.11	31.16±0.16	0.69±0.02
356	95.79±0.03	37.61±1.62	1.79±0.35
390	96.31±0.04	31.07±2.81	0.69±0.02
394	96.39±0.20	11.43±0.56	0.56±0.03
시판	95.95±0.12	36.58±0.43	0.77±0.02

(시험 6) 주요산채 가공 소재화 및 상품화 연구

○ 유산균 처리 더덕 분말 이용 고추장 제조

데침한 더덕에 유산균을 접종하여 발효 후 그림 159와 같이 분말화하여, 그림 160과 같이 고추장을 제조하였다.

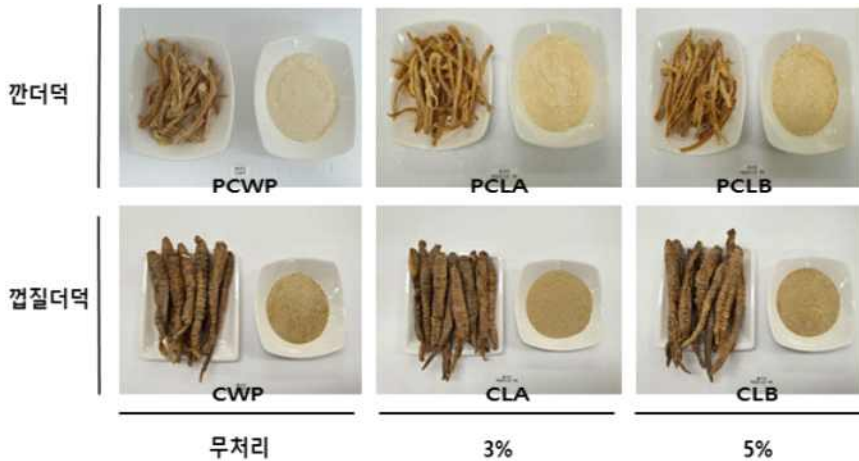


그림 159. 유산균 처리 더덕분말 제조



그림 160. 유산균 처리 더덕 고추장 제조

나. 유산균 고추장 품질분석

○ 고추장의 품질분석을 수행하였으며 유산균 처리 더덕 고추장 염도, 산도, 환원당, 아미노태 질소 함량 분석하였다(그림 161). 고추장의 염도는 발효초기 4.0-4.9%, 발효후기 5.6-7.5%로 증가하였는데 CLB 시료가 5.6%로 가장 낮았다. 산도는 발효초기 0.74-1.54%에서 발효후기 1.41-1.55%로 증가하였다. 환원당은 발효초기 26.1-29.8%, 발효후기 32.7-40.4%로 증가하였고, 초기대비 유산균 3% 접종한 PCLA 시료의 증가율이 최고였다. 아미노태질소함량은 발효초기 11.2-134.4 mg%에서 발효후기 196.6-233.4 mg%로 증가하였고, 초기대비 유산균 3% 접종한 PCLA 시료가 10배 증가하였다. 색도는 발효초기 색도계 L값이 31.08-32.54에서 발효후기 30.36-31.24로 감소하였고, a값은 8.59-11.42에서 발효후기 6.0-8.0로 감소하였으며, b값도 3.10-5.02에서 발효후기 1.8-3.7로 감소하였다(그림 162).

유산균 처리 더덕 고추장 미생물 특성을 살펴본 결과 유산균수는 발효초기 3.75-5.01 log cfu/g에서 발효후기 3.60-4.05 cfu/g로 감소하였고, 효모수는 발효초기 3.45-4.58 log cfu/g에서 발효후기 2.49-3.14 cfu/g로 감소하였다(그림 163).

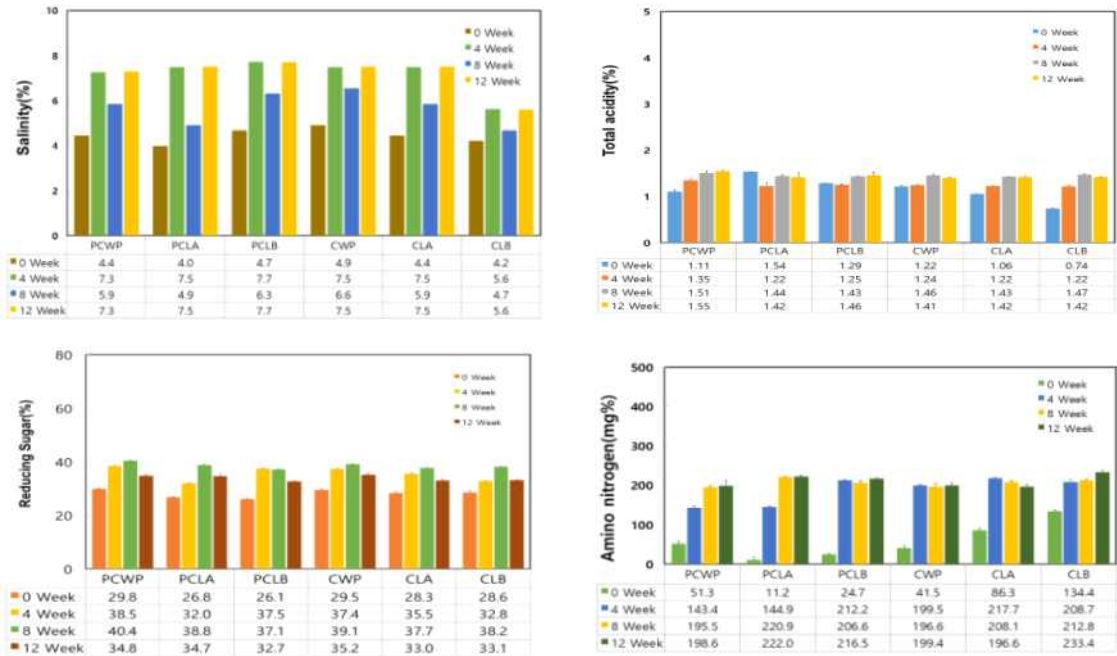


그림 161. 유산균 처리 더덕 고추장의 품질분석

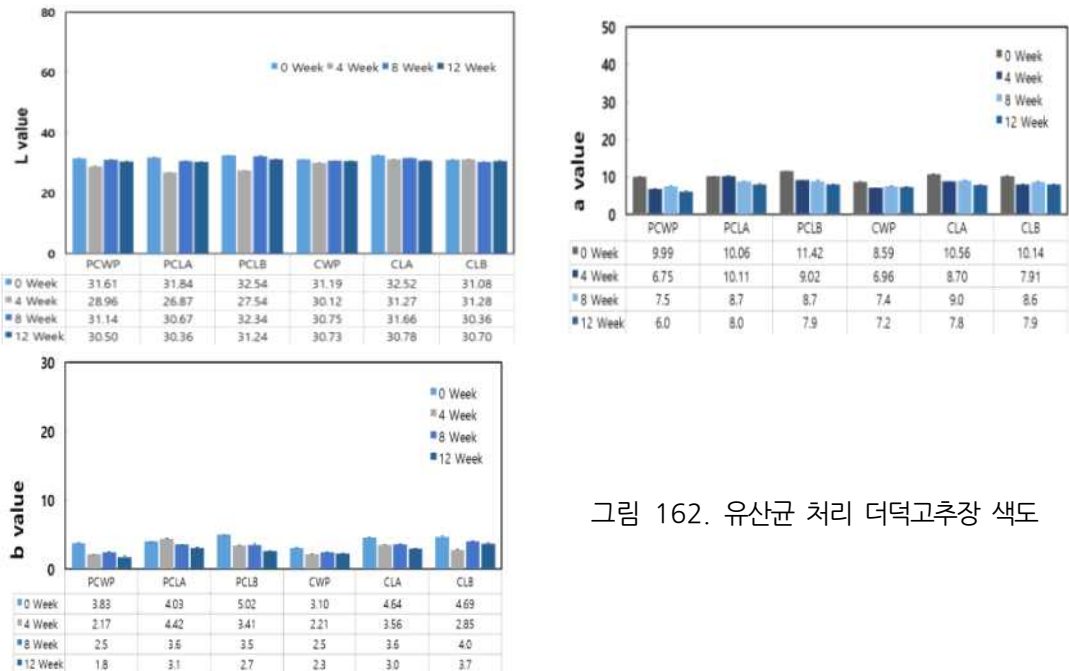


그림 162. 유산균 처리 더덕고추장 색도

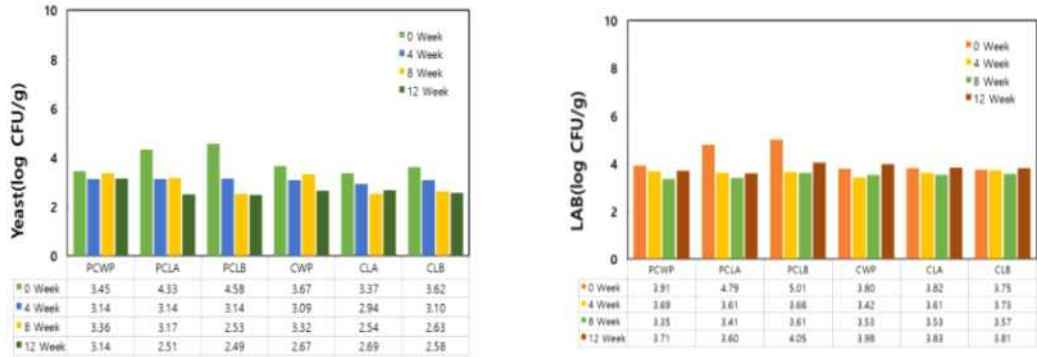


그림 163. 유산균 처리 더덕고추장 미생물 특성

유산균 처리 더덕 고추장 항산화 활성을 측정한 결과 DPPH 라디칼 소거능은 CLB(유산균 5%)에서 50.5%로 나타났고, ABTS 라디칼 소거능 측정결과에서는 CLA(3%) 95.1% 최대였다(그림 164).

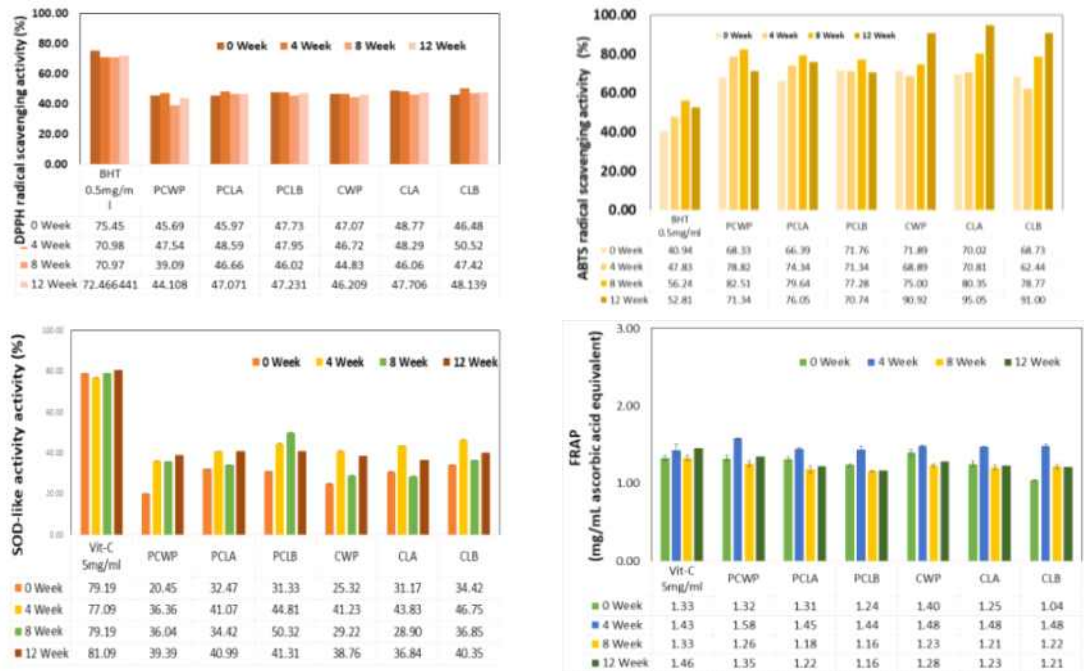


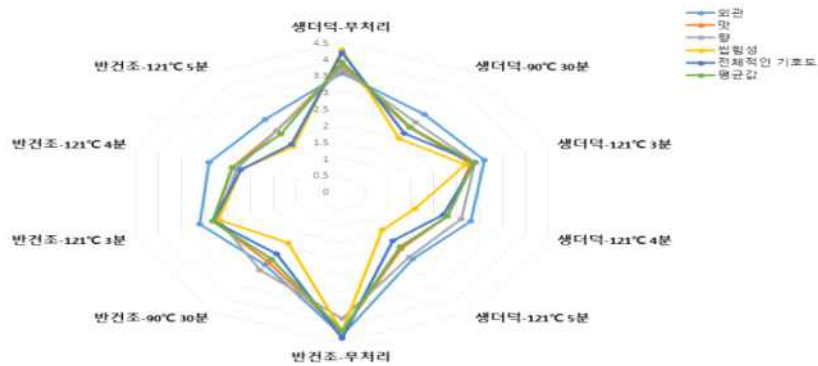
그림 164. 유산균 처리 더덕고추장 항산화

○ 간편 1인용 더덕 구이 제조

생더덕, 반건조 더덕을 이용한 간편 더덕구이 제조 시, 유통을 위해 열탕(90℃, 30분), 레토르트(121℃, 3-5분) 처리하여 10종 더덕구이를 제조하였다(그림 165). 더덕 구이 관능평가 결과는 반건조-무처리 > 생더덕-무처리 > 생더덕-121℃, 3분 > 반건조-121℃, 3분 > 반건조-열탕 90℃, 30분 > 생더덕-열탕 90℃, 30분 순으로 나타났다(그림 166).



그림 165. 더덕 구이 제조



※ 관능평가 : 5(매우 좋음), 4(좋음), 3(보통), 2(나쁨), 1(아주 나쁨)

그림 166. 더덕 구이 관능 평가

포장 후 레토르트 처리 조건별 일반세균수를 측정된 결과 생더덕의 일반세균수는 약 10^6 cfu/g, 18일차 기준 생더덕 90°C, 30분 처리시 약 10^6 , 121°C, 3-5분 처리시 약 10^1 - 10^2 으로 나타났으며, 5분처리시 약 10^1 낮았다. 반건조 더덕 일반세균수 약 10^6 , 18일차 기준 생더덕 90°C, 30분 처리시 약 10^6 , 121°C, 3-5분 처리시 약 10^1 - 10^2 으로 나타났으며, 3-5분 처리시 약 10^1 낮았다(그림 167).

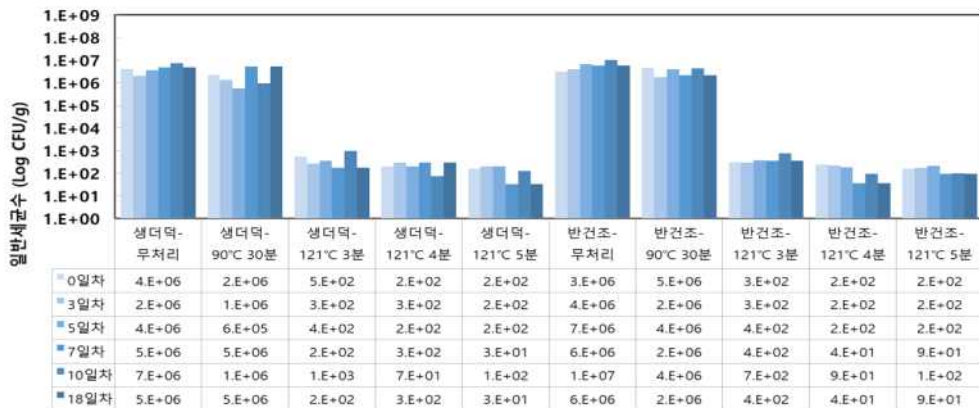


그림 167. 더덕 구이 레토르트 처리별 일반세균수

(시험 7) 산채 밀키트 제품 개발

○ 산채 청국장 즉석국 시제품 개발

1차로 청국장 기준으로 산마늘 분말(0~5%), 곤드레 등(10~30%) 배합비율에 따라 총 27종의 청국장을 제조하였다(그림 168, 169). 배합비율에 따른 산채 청국장 27종에 대해 관능평가를 실시하였고, 산마늘 분말 1% 사용시 청국장 냄새가 감소하는 경향을 보였다. 관능평가 결과 곤드레 20%, 산마늘 1%로 사용시 평가가 좋았다(그림 170). 관능평가 결과를 바탕으로 산마늘분말을 전체 중량대비 0.31%, 곤드레 7.75%, 청국장 31.24%로 산채 청국장을 제조하는 레시피를 개발하였다. 배합비율은 표 168과 같다,

산채청국장을 블록으로 제조(그림 171)하여 즉석국으로 시제품을 제작하였다(그림 172).



그림 168. 산채 청국장 블럭 제조

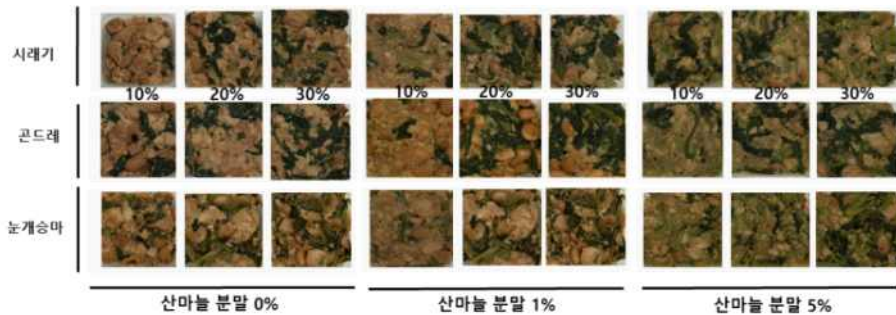
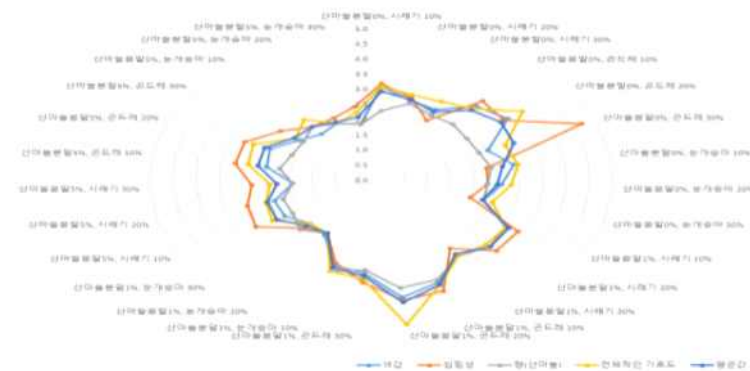


그림 169. 배합비율별 산채 청국장



※ 관능평가 : 5(매우 좋음), 4(좋음), 3(보통), 2(나쁨), 1(아주나쁨)

그림 170. 산채 청국장 관능평가

표 168. 산채 청국장 즉석국 블럭 배합비율

구분	배합비
산마늘분말	0.31
곤드레	7.75
저감미당	10.21
매운양념풍미분말	0.94
청국장	31.24
된장	18.72
마늘	1.70
양파	3.40
5'-리보뉴클레오티드이나트륨	1.36
정제염	2.25
감자전분	1.70
쌀가루	0.85
대파	16.17
홍고추	3.40
계	100



그림 171. 산채 청국장 즉석국 블럭



그림 172. 산채청국장 즉석국 시제품

○ 더덕 비빔장을 이용 간편식 더덕비빔밥

더덕 비빔장을 이용한 간편식 더덕비빔밥을 제조하기 위해 소스로 활용할 비빔장은 표 169의 배합비율로 제조하였다(그림 173). 간편식 더덕비빔밥의 구성은 건조밥, 더덕 양념소스, 참기름으로 구성된다(표 170, 그림 174).

표 169. 더덕비빔장 배합비율

구분	배합비
반건조 더덕	30
고추장	49
매실액	8.7
들기름	3.6
진간장	5.9
다진마늘	1.7
통깨	1.0
자몽종자 추추물	0.1
계	100

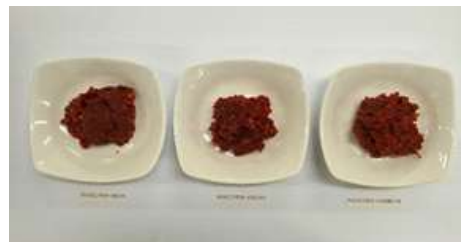


그림 173. 더덕 비빔장

표 170. 간편식 더덕비빔밥 구성

구분	배합비
건조밥	70g
더덕 양념 소스	50g
참기름	3g



그림 174. 더덕비빔밥

○ 산마늘 장아찌를 이용한 산마늘 파스타

산마늘 파스타 밀키트는 시험 2에서 개발한 산마늘 장아찌 페스토를 포함하여 간편하게 요리할 수 있도록 표 171과 같이 구성하여 시제품으로 만들었다(그림 172).

표 171. 산마늘 파스타 밀키트 세트 구성

구분	중량
산마늘 장아찌 페스토 소스	70g
파스타면	160g
마늘	5~6개
파마산 치즈	30g
올리브유	3g
페페로치노	3g



그림 172. 산채 파스타 밀키트 세트

(시험 8) 주요 산채류 발효소스 베이스 개발

○ 더덕 비빔장 제조 및 품질비교

더덕비빔장의 배합비율은 표 171과 같다. 반건조 더덕(60℃, 1~2시간) 30%, 더덕고추장 49%, 매실액 8.7%, 들기름 3.6%, 진간장 5.9%, 다진마늘 1.7%, 통깨 1.0, 자몽종자추출물 0.1%를 사용하였다. 더덕비빔장의 일반성분은 수분 55.23, 단백질 5.39, 지방 2.35, 회분 4.30, 탄수화물 32.74, 조섬유 3.25% 였다(표 172).

더덕고추장의 저장중 품질비교는 그림 173과 같다. 염도는 무처리 0일차 8.9%에서 60일차 9.1%, 더덕첨가구는 0일차 8.2%에서 60일차 8.9%였다. 환원당은 무처리 0일차 25.3%에서 60일차 9.1%, 더덕첨가구는 0일차 22.9%에서 60일차 10.4%였다. 산도는 무처리 0일차

1.7%에서 60일차 1.0%, 더덕첨가구는 0일차 1.6%에서 60일차 1.2%였다. 아미노태질소는 무처리 0일차 195.7mg%에서 60일차 73.1mg%, 더덕첨가구는 0일차 214.6mg%에서 60일차 123.4mg%였다. 암모니아태질소는 무처리 0일차 70.5mg%에서 60일차 36.1mg%, 더덕첨가구는 0일차 75.7mg%에서 60일차 53.5mg%였다. 사포닌함량은 0일차 무처리 0.042mmol/L, 더덕첨가구 0.041mmol/L로 60일 뒤에도 비슷하였다.

표 171. 더덕비빔장 배합비율

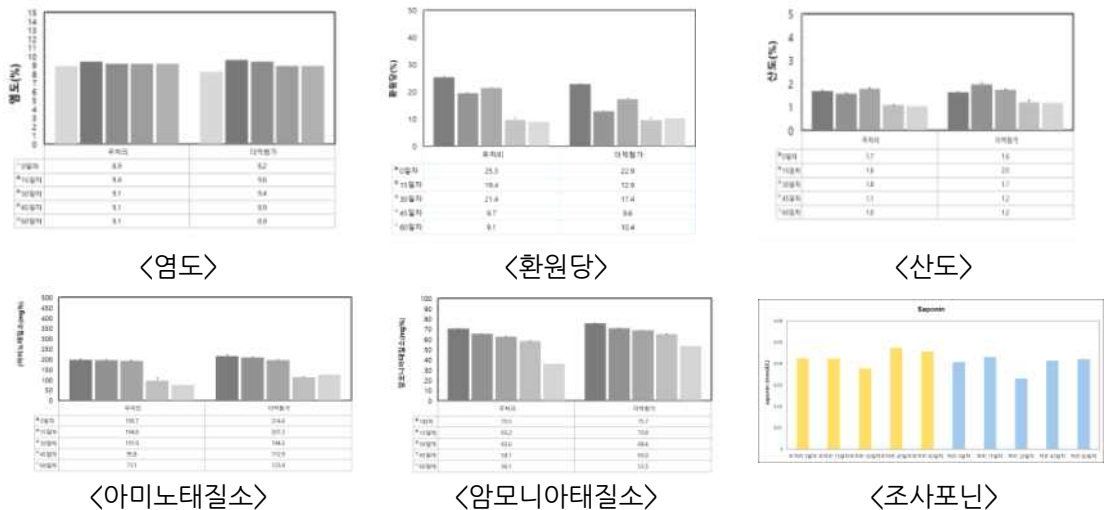
구분	중량(g)	배합비(%)
반건조 더덕 ^z	180	30
더덕고추장 ^y	294	49
매실액	52.2	8.7
들기름	21.6	3.6
진간장	35.4	5.9
다진마늘	10.2	1.7
통깨	6.0	1.0
자몽종자 추출물	0.6	0.1
계	600	100

^z반건조 더덕(60°C, 1~2시간)

^y고추장 제조(업체 고추장 kit활용, 더덕분말 5%)

표 172. 더덕비빔장 일반성분

시료명	일반성분(g/100g)					조섬유(g/100g)
	수분	단백질	지방	회분	탄수화물	
더덕비빔장	55.23±0.34	5.39±0.07	2.35±0.20	4.30±0.02	32.74±0.42	3.25±0.07



* 고추장 제조 : 무처리, 더덕분말 5%첨가

그림 173. 더덕고추장 저장중 품질 비교

○ 산마늘 페스토 제조

산마늘 생체를 이용한 페스토의 배합비율은 표 173과 같다. 산마늘 25.0%, 올리브유 46.3%, 파마산치즈 12.5%, 소금 0.6%, 후추 0.6%, 잣 5.0%, 아몬드 7.5%, 캐슈넛 2.5%였다. 산마늘 페스토의 일반성분은 수분 24.62%, 단백질 6.41%, 지방 48.00%, 회분 2.63%, 탄수화물 18.33%, 조섬유 2.74%였다.

표 173. 산마늘 페스토 배합비율

구 분	중량(g)	배합비(%)
산마늘	50.0	25.0
올리브유	92.6	46.3
파마산치즈	25.0	12.5
소금	1.2	0.6
후추	1.2	0.6
잣	10.0	5.0
아몬드	15.0	7.5
캐슈넛	5.0	2.5
계	200.0	100

표 174. 산마늘 페스토 일반성분

시료명	일반성분(g/100g)					조섬유 (g/100g)
	수분	단백질	지방	회분	탄수화물	
산마늘페스토	24.62±0.14	6.41±0.04	48.00±0.19	2.63±0.13	18.33±0.23	2.74±0.76

○ 산마늘 분말 제조

산마늘을 그림 174와 같이 데침, 세척, 탈수하고 열풍건조 후 분쇄하는 방법으로 분말화하였다. 데침 조건별 산마늘의 수분, 경도, 색도는 표 175와 같다. 산마늘의 데침 후 수분함량은 대조구 86.9%에 비해 데침 처리구는 81.9~77.8%로 낮았다. 조직감에서 경도는 제품 질감의 적합성을 보장하기 위해 필수적이며 품질의 가장 중요한 제약 조건 중의 하나이다(Beom 등, 2015). 데침 후 산마늘의 경도는 대조구 370.7 g/cm²에 비해서 데침 30초, 1분, 2분 처리는 463.7~466.0 g/cm²로 다소 높아졌으나, 3분 처리구는 324.0 g/cm²로 대조구에 비해서도 낮았다. Beom 등(2015)은 데치기 시간이 길어질수록 취나물의 경도가 감소하므로 데치기 처리에 의해 참취 조직의 연화가 진행되는 것을 확인 할 수 있다고 하였다. 본 연구에서도 데침 3분 처리시 산마늘의 잎이 완전히 익혀져 물러지는 경향을 보였다.

데침 후 산마늘의 색도 L값은 대조구 47.3에 비해 데침 처리구는 36.5~34.6으로 낮았다. 녹색도인 a값은 대조구 -9.4, 데침 처리는 -9.3~-8.2로 처리간 유의적 차이는 없었다. 황색도인 b값은 대조구 20.9에 비해 데침 처리는 13.6~10.8로 낮았다. Beom 등(2015)은 참취의 데치기 온도와 처리시간(1~5분)에 따라 L값과 a값이 영향을 받는다고 하였다. 또 Choi 등(2001)은 데친 참취 잎의 색도와 색차는 데침시간의 영향을 받았으나 소금농도에 의한 변화는 나타나지 않았으며, 데침액은 적색도와 황색도 그리고 색차가 데침시간이 경과함에 따라 증가했으며 소금

첨가 농도가 증가함에 따라 무첨가에 비해 색차의 변화가 적었다고 하였다. 본 연구에서는 대조구에 비해 데침 처리구의 L, b값은 낮았으나 데침 처리간에는 유의성이 없었다. 산마늘의 경우 참취에 비해 데침 여부가 데침 시간보다 더 영향을 받는 것으로 생각된다. 데침시간별 산마늘 분말의 성상은 그림 175와 같다.



그림 174. 산마늘 분말 제조과정

표 175. 데침별 산마늘의 품질특성 비교

구분	수분 (%)	물성 (Hardness, g)	색도 ²		
			L	a	b
무처리	86.9	370.67±15.95	47.27±0.77	-9.38±0.66	20.88±3.20
30초	80.8	463.67± 8.50	35.28±0.16	-8.26±0.76	12.02±2.43
1분	77.8	463.33±28.54	35.94±2.15	-9.33±1.45	13.64±2.36
2분	77.9	466.00±25.24	34.59±1.55	-8.58±1.37	10.83±1.67
3분	81.9	324.00±25.71	36.47±1.34	-8.19±0.73	12.97±1.80

² L(+white ~ -black), a(+red ~ -green), b(+yellow ~ -blue)



그림 175. 산마늘 데침 조건별 분말비교

데침 조건별 산마늘 분말의 품질특성은 표176과 같다. 산마늘 분말의 수분함량은 대조구가 4.4%였고 데침 처리별은 4.8~5.6%였다. 수분흡수지수는 대조구가 9.1 g/g였고, 데침 2분처리가 11.6 g/g, 데침 1, 3분 처리가 각각 11.1 g/g, 10.9 g/g 였다. 수분용해지수는 대조구가 34.4 %였고, 데침 1분처리가 28.3%로 가장 낮았다. Kim 등(2018)은 눈개승마의 수분용해지수는 건조방법에 따른 유의적인 차이가 없었으며, 수분흡착지수와 복원성은 동결건조, 진공건조, 열풍건조 순으로 높다고 하였다. Ko 등(1999)은 동결건조, 진공건조, 열풍건조 순으로 건조물의 공극률이 크고 밀도가 작은 것으로 나타났으며, 공극률이 클수록 흡습량이 높아진다고 보고하였다. 동결건조와 진공건조는 피건조물의 다공성 구조를 가지게 하며, 건조 동안에 수축현상이 적고, 수분흡착력과 수화 복원성이 우수하였다고 하였다.

산마늘 분말의 색도 L값은 대조구가 44.7였고, 데침 처리구는 42.4~40.2사이로 대조구에 비해 낮았다. 녹색도인 a값은 대조구가 -4.9였고, 데침 처리구는 -2.5~-1.9사이로 대조구에 비해 낮았다. 황색도인 b값은 대조구가 11.7, 데침 처리구는 7.7~9.7사이였다. Jeon 등(2016)은 정제수, NaCl, CaCl₂ 및 SPP 용액을 이용하여 데침하여 제조된 건곤드레의 명도는 NaCl 용액을 이용하여 1~5분간 데침한 경우에만 유의적으로 높았고, CaCl₂와 SPP용액으로 데침한 모든 처리군들과 정제수로 5분간 데침 한 처리군은 대조군에 비해 낮았다고 보고하였다. 데침 직후 산마늘의 색도에서는 L, b값은 낮았으나, 녹색도인 a값은 유의적 차이가 없었던 반면에 열풍건조(60℃) 후에는 데침 처리구가 무처리에 비해 L, a, b값 모두 낮은 것을 보았을 때 녹색도를 유지하기 위해 열풍건조시 건조온도를 낮출 필요가 있을 것으로 생각된다.

표 176. 데침별 산마늘 분말의 품질특성 비교

구분	수분 (%)	수분 흡수지수 (g/g)	수분 용해지수 (%)	색도 ^z		
				L	a	b
무처리	4.69±0.10	9.08±0.13	34.42±0.31	44.71±0.17	-4.87±0.05	11.70±0.14
30초	4.78±0.04	10.14±0.02	33.48±0.11	42.39±0.26	-1.90±0.02	9.64±0.25
1분	4.87±0.04	11.05±0.11	28.26±0.20	40.20±0.82	-2.27±0.14	7.71±0.66
2분	5.64±0.15	11.64±0.10	30.95±0.37	41.46±0.21	-2.45±0.22	8.23±0.21
3분	4.89±0.08	10.91±0.05	28.47±0.08	41.94±0.18	-2.22±0.03	9.68±0.14

^z L(+white ~ -black), a(+red ~ -green), b(+yellow ~ -blue)

산마늘 분체의 물성측정 결과는 표 177과 같다. flow function slope의 수치가 높을수록 분체 사이의 응집성이 높으며 흐름성이 낮음을 의미한다. 대조구가 0.32, 데침 처리는 0.20~0.22로 데침 처리에 의해 응집성이 낮아지며 흐름성이 높아졌다. 데침 처리 후 열풍건조한 분말의 유동성이 높아졌음을 알 수 있었다. Friction angles은 수치가 높을수록 분체간 마찰이 높고 내부응집력이 강하고 유동성이 좋지 않음을 의미한다. 대조구가 60.4, 데침 처리구는 48.7~52.3 였다. Bulk density ratio의 변화가 클수록 응집성이 높고 흐름성이 낮음을 의미할 때 무처리의 ratio(TD/BD)가 1,525, 데침 처리구가 1,361~1,397로 흐름성이 높아졌음을 알 수 있었다.

표 177. 데침 처리별 산마늘 분말의 유동성

구분	Flow function slope	Flow index at 10Kpa	Friction Angles(°)	Bulk density (kg/m ³)	Tapped Density (kg/m ³)	Ratio (TD/BD)
무처리	0.32	0.28	60.4	360.5	549.7	1.525
30초	0.22	0.22	52.3	487.8	674.9	1.384
1분	0.20	0.19	48.7	484.4	676.8	1.397
2분	0.20	0.21	51.3	516.3	702.6	1.361
3분	0.23	0.19	50.7	500.7	694.8	1.388

식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물인 페놀성화합물은 phenolic hydroxyl(OH)기를 가지고 있어 단백질 및 기타 거대 분자들과 쉽게 결합하여 항산화, 항암 등의 다양한 생리활성을 가지는 것으로 알려졌다(Joo, 2013). 데침 조건별 산마늘 분말의 총폴리페놀, 총플라보노이드 함량은 표 178과 같다. 총폴리페놀 함량은 무처리 1,320.6 mg/100g, 데침 30초 처리구 1,008 mg/100g였다. 데침 처리에 의해 총폴리페놀이 감소하였다. 총플라보노이드함량은 무처리 1,550.2 mg/100g, 데침 30초 처리구 525.6 mg/100g으로 데침 처리 후 총플라보노이드 함량이 감소하였다. 식이섬유함량은 대조구의 경우 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유는 각각 31.2, 2.4 %였다. 데침 1분 처리구의 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유는 각각 26.3, 7.5%로 데침 처리 후에 불용성 식이섬유는 감소하고 수용성 식이섬유는 증가하는 경향을 보였다.

표 178. 데침 처리별 산마늘 분말의 품질특성 비교

구분	폴리페놀 (mg TAE/100g)	플라보노이드 (mg RE/100g)	식이섬유		
			IDF	SDF	TDF
무처리	1,320.57±51.10	1,550.24±26.75	31.19±0.78	2.42±0.27	33.61±0.95
30초	1,000.78±14.99	525.55±20.88	23.73±1.20	6.76±0.79	30.48±1.09
1분	894.43±14.17	387.36±23.76	26.26±0.96	7.45±0.47	33.71±0.51
2분	877.18±41.27	548.49±23.54	21.44±0.30	7.10±0.54	28.57±0.24
3분	1,010.44±17.46	562.74±10.57	24.35±0.55	8.04±0.75	32.39±0.25

DPPH radical 소거활성 및 ABTS radical 소거활성은 표 179와 같다. DPPH radical 소거활성은 대조구는 10 mg/mL에서 45.17%였고, 데침 처리구는 33.51~39.14 mg/mL였다. ABTS radical 소거활성은 대조구가 10 mg/mL에서 20.25 %였고, 데침 처리구는 14.11~17.76 %였다. ABTS radical 소거활성은 처리구별 유의성은 없었다.

표 179. 데침 처리별 산마늘 분말의 항산화활성 비교

구분	DPPH radical scavenging activity(%)			ABTS radical scavenging activity(%)		
	1mg/ml	5mg/ml	10mg/ml	1mg/ml	5mg/ml	10mg/ml
무처리	8.82±1.64	25.46±1.22	45.17±1.00	0.93±3.06	9.41±3.01	20.25±1.82
30초	8.01±1.64	20.45±1.18	33.51±1.74	0.58±1.50	6.74±2.04	14.11±3.19
1분	7.52±1.95	20.73±0.14	35.07±1.01	3.28±3.82	11.57±3.39	17.07±5.91
2분	8.34±0.42	21.70±0.49	36.66±1.01	0.96±7.21	8.27±5.13	14.42±5.22
3분	9.15±0.66	24.08±1.22	39.14±1.39	4.33±3.31	12.00±3.92	17.76±4.39

(시험 9) 소스 소비기한 설정

○ 더덕비빔장 소비기한 설정

더덕비빔장 소비기한 설정을 위해 온도 설정은 10, 15, 35℃로 하고 7일 간격으로 8회에 걸쳐 측정하였다. 조사항목은 색도, 산도, pH, 관능평가를 실시하였다(그림 176, 그림 177, 그림 178). 측정 완료 후 더덕비빔고추장의 소비기한 설정은 품질지표별 규격값과 반응속도상수(K)를 활용하였다. 시간변화에 따른 품질지표의 변화를 0차 반응식으로 나타내어 가장 먼저 한계일에 도달한 품질지표의 한계일을 본 제품의 품질한계일로 산출하였다(그림 179). 본 제품의 경우, 품질지표중 관능평가 품질규격과 1차 반응식의 연간변화 속도상수를 활용하여 한계일을 설정하였고, 안전계수 0.98을 적용한 최종 품질한계일은 96일로 산출되었다(표 180). 소비기한 설정을 위해 더덕비빔장을 7일 간격 제품 비교는 그림 180과 같다.

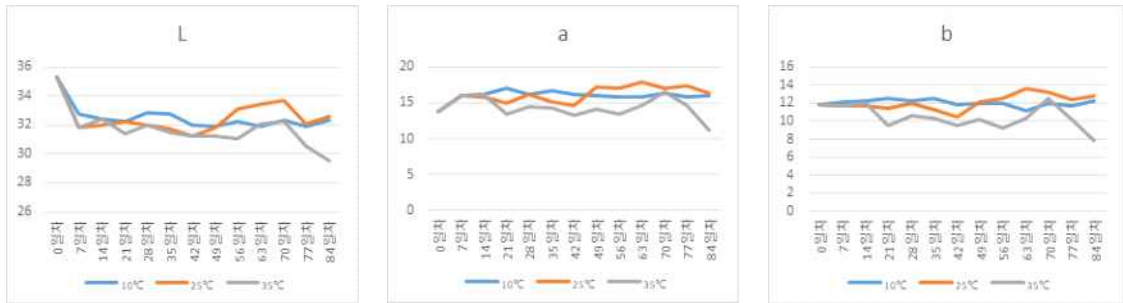


그림 176. 더덕비빔장 소비기간별 색도

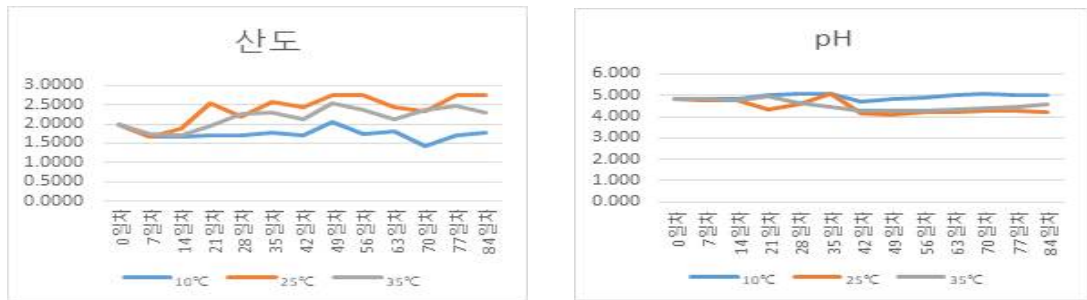


그림 177. 더덕비빔장 소비기간별 산도, pH

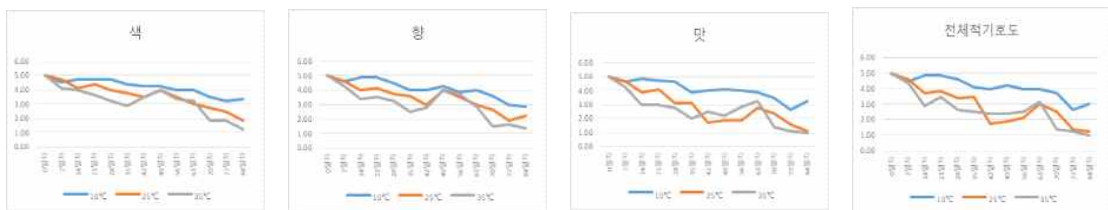


그림 178. 더덕비빔장 소비기간별 관능평가

표 180. 더덕비빔고추장의 품질지표별 규격에 따른 품질한계일 설정

	품질지표	품질규격	차수	최초합량-품질규격	연간변화 속도상수	한계일	안전계수 적용 품질한계일
비법적 규격	일반세균	10 ⁸ (Log)	0	-0.5530	0.92	218	213
	색도	3이하	0	-2.9000	8.55	123	120
	산도	2.5이하	1	-0.2236	0.64	127	124
	관능	2.5점이상 (5점척도)	1	2.5000	9.02	101	98
품질한계일(안전계수 0.98적용) 산출결과							96

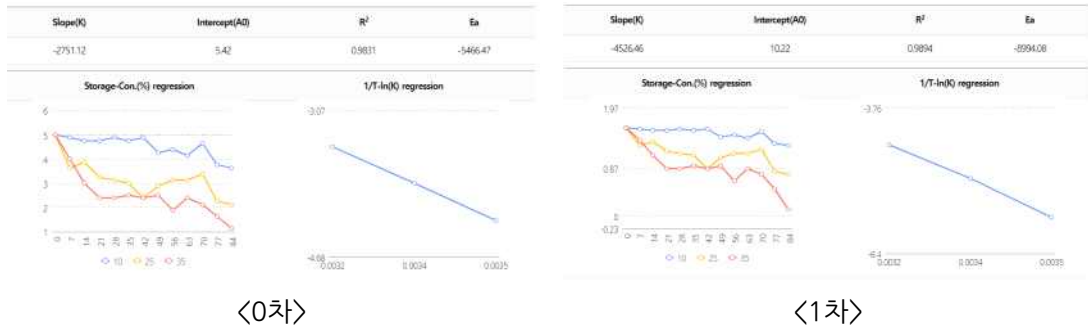


그림 179. 더덕비빔장 유통기한 산출을 위한 0·1차 반응식

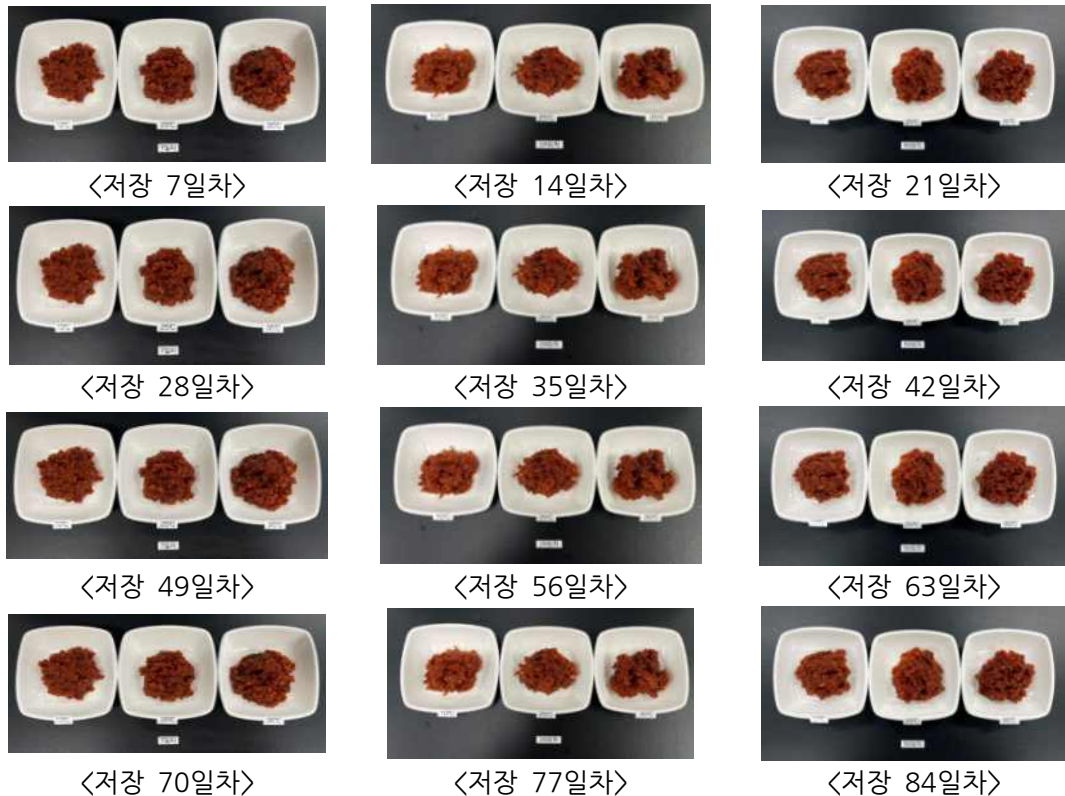


그림 180. 더덕비빔장 소비기간별 품질비교

○ 산마늘 페스토 소비기한 설정

산마늘 페스토의 소비기한 설정을 위해 온도 설정은 10, 15, 35°C로 하고 7일 간격으로 8회에 걸쳐 측정하였다. 조사항목은 색도, 산도, pH, 관능평가를 실시하였다(그림 181, 그림 182, 그림 183). 측정 완료 후 더덕비빔고추장의 소비기한 설정은 품질지표별 규격값과 반응속도상수(K)를 활용하였다. 산마늘 페스토의 품질지표별 규격값과 반응속도상수(K)를 활용하여 시간변화에 따른 품질지표의 변화를 0차 반응식으로 나타내어 가장 먼저 한계일에 도달한 품질지표의 한계일을 본 제품의 품질한계일로 산출하였다(그림 182). 본 제품의 경우, 품질지표 중 관능검사 품질규격과 1차 반응식의 연간변화 속도상수를 활용하여 한계일을 설정하였고, 안전계수 0.98을 적용한 최종 품질한계일은 127일로 산출되었다(표 181). 소비기한 설정을 위해 산마늘 페스토를 7일 간격 제품비교는 그림 183과 같다.

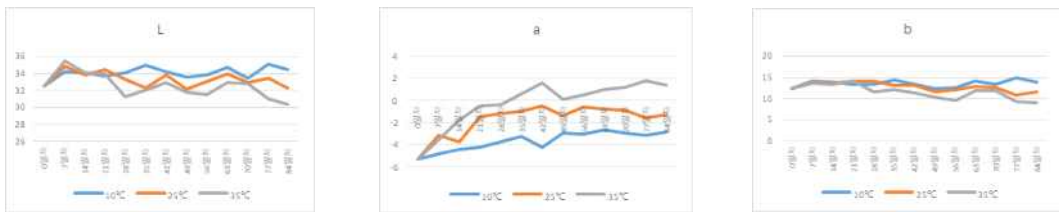


그림 181. 산마늘 페스토 소비기간별 색도

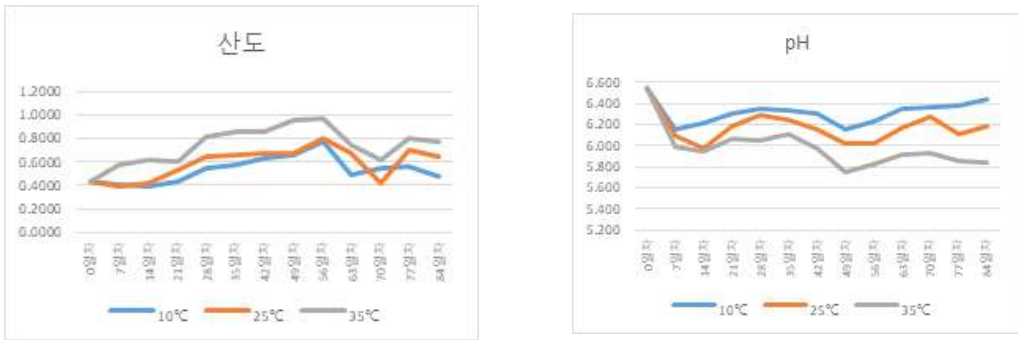


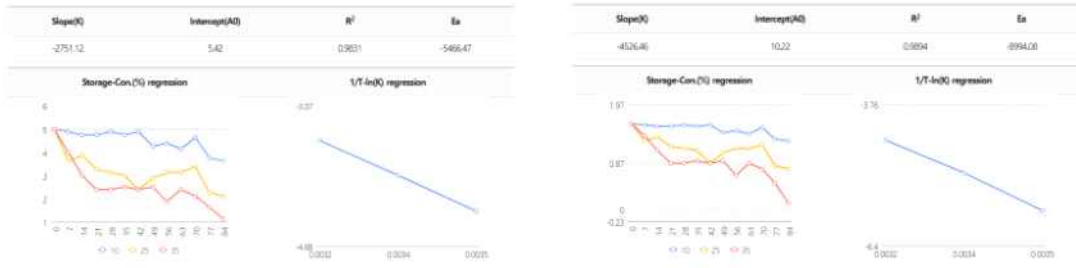
그림 182. 산마늘 페스토 소비기간별 산도, pH



그림 183. 산마늘 페스토 소비기간별 관능평가

표 181. 산마늘 페스토의 품질지표별 규격에 따른 품질한계일 설정

	품질지표	품질규격	차수	최초합량- 품질규격	연간변화 속도상수	한계일	안전계수 적용 품질한계일
비법적 규격	일반세균	10 ^{5.5} (Log)	0	-1.9590	3.00	238	233
	색도	4이하	1	-3.6889	7.81	172	168
	산도	0.75이하	0	-0.3149	0.75	152	148
	관능	2.5점이상 (5점척도)	1	0.6931	1.90	133	130
품질한계일(안전계수 0.98적용) 산출결과							127



<0차>

<1차>

그림 182. 산마늘 페스토 유통기한 산출을 위한 0·1차 반응식

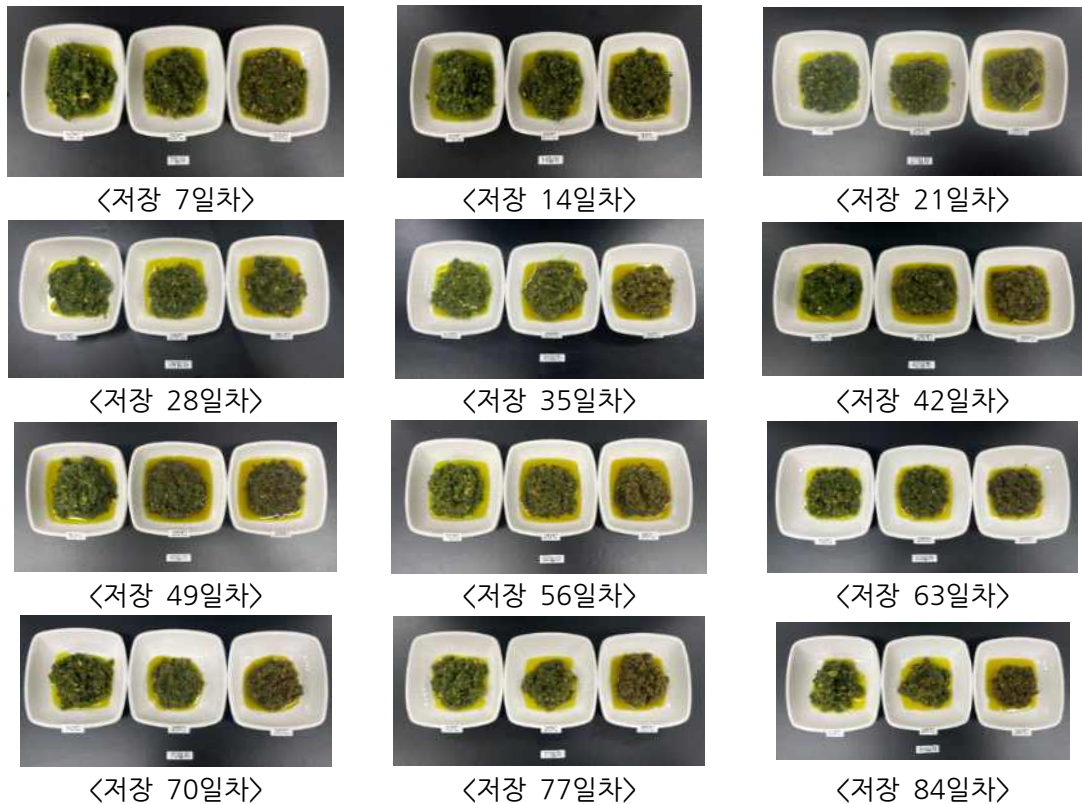


그림 183. 산마늘 페스토 소비기간별 품질비교

(시험 10) 산채 밀키트 제품 실증 연구

○ 산채 청국장 제품

산채청국장의 제조를 위한 산마늘 줄기 분말의 일반성분은 표 182와 같다. 수분 4.10%, 단백질 5.12%, 지방 0.88%, 회분 4.66%, 탄수화물 85.24%, 조섬유는 13.02%였다. 산채청국장 재료에 대한 영양성분과 미생물 시험성적서는 그림 184와 같다. 산채청국장에 필요한 산채 제조는 산마늘 잎(줄기) 분말을 95℃, 1분 데침 후 열풍건조(50~55℃)후 분쇄하였다. 고려영경귀(곤드레)는 100℃, 3분 데침 후 세척, 탈수, -18℃에서 냉동보관 후 제품으로 사용하였다.

표 182. 산마늘 줄기 분말 일반성분

시료명	일반성분(g/100g)					조섬유 (g/100g)
	수분	단백질	지방	회분	탄수화물	
산마늘줄기분말	4.10±0.05	5.12±0.05	0.88±0.2	4.66±0.02	85.24±0.05	13.02±0.16

영양성분표

미생물시험성적서

시험성적서(영양성분)

시험성적서(미생물)

그림 184. 산채 청국장 시험성적서

○ 봄담은 산채한알

봄담은 산채한알은 산마늘을 데침 후 열풍 건조한 산마늘 분말과 효소(프로테아제)처리 후 데침(80~90℃, 3~5분)후 덩음 처리한 잎새버섯 분말을 사용하였다. 봄담은 산채한알의 제조비율은 멸치베이스(멸치육수, 효소추출물, 말토덱스트린 등) 90.2%, 산마늘 분말 4.9%, 잎새버섯 분말 4.9%를 함유하고 있다(그림 185). 사용량은 봄담은 산채한알 1개에 물 250ml 사용한다.



<산채청국장>



< 봄담은산채한알 >

그림 185. 산채청국장(제품) 및 봄담은 산채한알(시제품)

○ 밀키트 제품

더덕비빔장을 포함하는 더덕비빔밥 밀키트 세트와 산채페스토를 포함하는 산마늘 파스타 밀키트를 제조하였다. 추후 기술이전을 통해 상품화할 예정이다.



<더덕비빔장>

<산채페스토>

그림 186. 더덕비빔장 및 산채페스토

○ 밀키트 제품 소비자 평가

산채 청국장에 대한 소비자 평가를 2회 실시하였다. 온라인 소비자평가는 농촌진흥청 주관 '신 품종 및 가공식품 시장성 평가와 마케팅 지원사업'으로 추진하였다. 산채청국장 평가 결과 즉석 식품으로 건강이미지, 적정 가격, 맛, 품질이 좋으며, 청국장 고유 냄새가 없고 가벼운 느낌이라는 의견 이었다. 마케팅전략으로 포장디자인 개선, 박스내 소포장 개수 줄여 소량화 필요하며, 곤드레나물 함유로 건강한 느낌을 홍보할 필요가 있으며, 간편하고 휴대하기 좋게 날개로 된 상품 개발로 들었다. '산나물 어울림 한마당' 축제에 참석한 일반인을 대상으로 소비자 평가를 실시 하였다. 그 결과 대부분의 소비자가 '산채청국장'에 대한 기호도가 높았다.



<온라인소비자평가>(23.3.28)



<소비자평가>(산나물어울림한마당 23.4.28)

그림 187. 산채청국장 소비자 평가

<제1세부과제 : 더덕, 산마늘 현장애로기술 재배관리 매뉴얼 개발>

(시험 1) 더덕 종자 채종시기 및 정선방법 구명

- 가. 더덕 종자의 품질규격 설정을 위해 시중에 유통되고 있는 종자를 수집하여 품질을 비교한 결과 모래, 미숙립, 먼지 등의 불순물이 혼입되어 정선 후 감량 비율이 높았음. 평균적으로 수작업을 통해 종자를 정선하는 경우 10.3%의 감모율을 보였으며, 첨단 정선장비를 이용할 경우 19.4%의 감모가 발생했는데, 대부분의 산채 종자가 미세종자임을 감안할 때 첨단 정선장비를 활용하면 깨끗한 선별이 가능하였음.
- 나. 더덕 재배 연수와 채종시기별 종자수량은 연생에 관계없이 갈변후기에 채종량이 가장 많았고, 개화 후 시간이 지날수록 종자의 천립중이 증가하였으며 종자가 성숙되며 중량이 증가하는 것으로 생각되나, 갈숙낙엽기에 채종된 종자의 채종량이 적어지는 이유는 개화 후 60일 이후 채종 시 일부 낙과와 개협 등 종자 손실 발생이 추정됨.
- 다. 더덕 재배기간(3년) 중 연생별로 채종된 종자의 발아특성을 비교한 결과 1년생에서 채종한 종자는 천립중이 적고 발아율이 17.3%로 현저히 떨어졌으며 발아지수도 31.4로 좋지 않았는데 2년생과 3년생에서 채종한 종자는 발아율(74.7%)과 발아지수(237, 215)에 차이가 없었음.
- 라. 연생별로 채종된 종자를 파종하여 재배한 결과 발아율과 마찬가지로 1년생 더덕에서 채종한 종자의 입모율이 61.7%로 2년생(89.7%)이나 3년생(90.0%) 더덕에서 채종한 종자에 비해 낮았고, 재배 후 1년생 더덕의 지하부 수량에서도 연생이 높은 더덕에서 채종한 종자를 파종하였을 때 상품수량이 높아지는 경향을 보였음.

(시험 2) 더덕 파종방법에 따른 품질비교 및 펠렛팅 종자 사용 효과

- 가. 더덕 파종방법에 따른 입모율은 관행(멸칭후점파) 58%, 세조파(파종후 멸칭) 64%, 씨비닐 69%, 펠렛종자(점파, 3립) 37%였으며, 파종노동력은 손파종 대비 씨비닐 처리시 20%, 펠렛종자 65%로써 생력화 효과가 우수하여 선도농가에서 펠렛종자 제작 활용 사례로도 속음 노력 절감이 가능하였음.
- 나. 더덕 파종방법에 따른 1년차 수량은 펠렛팅종자 파종이 단위면적당 상품율과 상품무게가 가장 높았고 씨비닐과 조파 후 멸칭 처리구의 상품 수량은 관행에 비하여 낮게 나타났음. 2년차 수량도 1년차 수량과 같은 양상을 보여 펠렛팅 종자를 이용하는 것이 생력화와 상품수량 증대에 효과적었음. 씨비닐은 생력화는 가능하지만 월동 후 입모율 크게 저하되는 것으로 나타났으며 이는 동해 등의 이유로 농가에서 사용을 기피하는 사유인 것으로 판단됨.
- 다. 시험에 사용한 더덕 펠렛종자의 항온기 발아시험 결과 매우 저조(20℃ 정온, 10% 이하)하였으며 포장 입모율은 관행보다 현저히 낮았는데, 이는 펠렛팅종자 사용농가에서 80% 이상의 입모율이라고 주장하는 것과 상이한 결과로 파종기 지연, 수분공급문제 등으로 추

정됨. 파종립수별 1년생 수량은 4립 파종시 수확량은 많았으나 상품수량은 2, 3립 파종구에 비해 낮았고 지근의 발생이 많아 생품율이 떨어졌음.

(시험 3) 더덕 순지르기용 생육억제제 선발

가. 생육억제제 처리방법에 따른 효과는 헥사코나졸 유제의 단용, 혼용처리에서 지상부 약해가 많았으나 수확량이 많았음. 무처리구에서는 지상부가 과번무하였고, 헥사코나졸 처리구에서는 녹병이 방제되어 녹체가 유지되었음.

(시험 4) 더덕 순지르기용 생육억제제 처리시기 및 방법

가. 헥사코나졸 처리농도별 약해 검정에서는 3배량 이상에서 약해가 매우 심하게 나타나 기준 농도를 지키는 것이 중요함. 헥사코나졸 제형별 생육억제 효과는 더덕 순지르기용 생육억제제 처리 효과는 농도가 높을수록 약해가 심했으나 수량은 증가하였음.

나. 더덕 생육억제제로 디니코나졸 처리효과는 농도가 높아질수록 지상부 잎 등의 위축 현상과 엽색이 짙게 나타나고 줄기가 단단하고 짧아졌으며, 엽록소 함량이 높았고, 무처리구의 지하부 근중은 주당 41g, 0.5배량, 1배량, 2배량 처리 시 46g, 55g, 55g으로 1배량까지 농도에 따라 수량이 증가하여, 디니코나졸 1.0배액 처리가 순지르기를 대체할 수 있는 생육억제 효과가 좋은 것으로 나타남.

(시험 5) 더덕 녹병 친환경 방제제 선발

가. 더덕 녹병에 대한 친환경방제제 선발을 위한 시험 결과 이산화염소수 3ppm과 바실러스 제제 500배액 처리 시 방제가가 각각 75.7%와 65.7%를 나타내었고, 이산화염소수 6ppm은 방제가가 82.9%로 높았으나 약해가 발생하였음.

(시험 6) 산마늘 규격종구 생산을 위한 파종방법 개선

가. 상자육묘 기술 개발을 위해 2021년 8월 28일에 커피박과 미강, 퇴비를 배합하여 육묘상토를 만들고 파종하였으며 상토별 2022년 발아율 조사 결과 모든 처리구에서 5% 미만 이었고 가스피해가 나타나 상토로 적합하지 않았음.

나. 파종밀도 및 상토별 묘 생육특성은 관행인 노지 산파재배와 비교했을 때 원예상토 단용으로 상자당 1,000립 파종이 가장 좋은 것으로 나타났음. 1500립 파종시 밀도가 높아 초장이 상대적으로 길지만 세근발육은 저하, 득묘율을 고려하면 1000립 적정함. 노지육묘시 지령이분 복토효과를 확인한 바 있으나(15. 산채), 상자육묘 시에는 입모율이 현저히 낮았는데 표면이 경화되는 현상이 발생한 원인이며, 1년차 종구 수량도 원예용 상토 단용 1,000립 파종처리구에서 가장 높았음.

(시험 7) 산마늘 상자육묘를 위한 양분관리

- 가. 양분관리자재 별 종구의 생육은 액상비료처리 시 가장 좋았으나 득묘율이 낮아 퇴비차 처리구가 효율적인 적으로 판단됨. 상자육묘 시 파종량에 따른 종구 생존율과 품질의 유의성이 없었으나, 재배 밀도가 종구 품질에 미치는 영향은 연관성이 높았음.
- 나. 육묘상자 내 서식밀도가 다양하게 나타나 절대값으로 나타내는 것은 부적합하여 밀도와 종구무게의 관계식을 이용해 처리자재별 종구 생장에 미치는 영향을 분석한 결과 퇴비차를 처리할 경우 종구의 무게가 현저히 증가하였으며 다른 자재들은 영향을 미치지 못함.

(시험 8) 고온기 산마늘 하고현상 지연 요인 구명

- 가. 재배관리별 하고지연 효과를 조사한 결과 차광망 > 메밀혼파 > 벧짚피복 > 약제처리 순으로 지연효과를 나타냈으며, 요인으로는 온도강하(-3~6℃), 직사광량(80%↓), 토양보습, 잎마름병 억제인 것으로 보이며 조건 메밀파종의 경우 양수분 경합으로 생육저하가 나타남.

(시험 9) 문제병해충 발생소장 및 실태조사

- 가. 문제병해충 발생소장 조사 결과 더덕에서는 녹병(6월하~), 진딧물(6월하), 점무늬병(7월상~) 등이 다발생하는 것으로 조사되었음.
- 나. 산마늘은 균핵병(4월중~5월하), 파좀나방(5월중~), 흰비단병(5월하~7월상)이 주요한 병해충으로 조사되었음.

(시험 10) 더덕 원산지 판별 분자마커 개발

- 가. 원산지 판별용 분자마커 개발을 위해 두 개의 차별적 SSR primer group을 적용하여 전체 32개 pair로 제작하였고, 13개는 중국 재배종을 기반으로, 19개는 국내 재배종을 기반으로 제작하였음.
- 나. Barcoding region의 염기서열 분석은 다양한 식물들의 종간/종내 구분에 많이 활용되고 있어 더덕의 명확한 원산지 판별을 위해 병행 사용하였고, 대표적인 4개의 barcoding gene regions(ITS, *rbclA*, *trnH*, and *matK*)의 증폭용 프라이머를 사용하였음.
- 다. PCR 분석은 SSR 증폭과 4개의 barcoding region의 증폭을 동시에 수행하였으며, 그 결과 SSR 분석의 경우 PCR 단편들은 성공적으로 증폭되었으나 원산지 구분을 위한 다형성을 형성하는 프라이머는 선발할 수 없었음. 추후 NGS 장비를 활용한 전체 염기서열 분석을 통한 SSR 프라이머들의 추가 개발을 통해 더덕 원산지 판별을 위한 SSR primer set의 개발이 필요할 것으로 사료됨.
- 라. Barcoding regions에 대한 PCR 증폭에 사용된 4개의 프라이머 조합 중 2개(ITS 과 *rbclA*)가 성공적으로 증폭됨을 확인하였고, 함께 사용된 *matK* 및 *trnH* 유전자의 경우 기존에 개발된 프라이머의 사용이 불가능한 것으로 확인되었으며 추후 새로운 프라이머의 개발 및 사용이 필요할 것으로 판단됨.

- 마. 증폭된 ITS 및 *rbclA* PCR 단편들은 PCR fragment direct sequencing 방법을 사용하여 개별 단편들의 전체염기서열을 결정하였고, 전체 12개의 샘플 중 중복되는 자원 2개를 제외하고 10개의 PCR 단편을 염기서열 결정에 사용하였으며 ITS 및 *rbclA* 지역 모두 성공적으로 염기서열을 결정할 수 있었음. 전체 염기서열 정보를 결정한 결과 ITS 지역의 경우 820(제주)~824개의 염기서열과 *rbclA* 지역의 경우 539(제주)~540개의 염기서열로 구성되어 있음을 확인하였음.
- 바. 결정된 ITS 및 *rbclA* PCR 단편들의 염기서열 정보를 사용하여 원산지 판별용 SNP 분자마커 선발이 가능한지 확인하고, 각각의 염기서열들을 MAFFT 프로그램을 사용하여 다중 염기서열 정렬을 수행하였으며 정렬된 염기서열의 정보를 토대로 SNP 분자마커를 선발한 결과 ITS 지역에서는 전체 19개의 지역 특이 SNP 분자마커를 선발할 수 있었으며, *rbclA* 지역에서는 12개의 지역 특이 분자마커를 선발할 수 있었음. 결과적으로 ITS 지역에 존재하는 19개의 SNP 분자마커 조합을 사용하여 국내산 및 중국산 더덕의 원산지 판별이 가능한 것으로 확인되었으며, *rbclA* 지역의 경우 선발된 분자마커가 특정 지역 샘플에만 집중되는 경향을 보임으로 원산지 판별용 마커로 부적합함이 확인됨.
- 사. 더덕의 ITS 유전자 지역의 염기서열 정보를 활용하여 분자계통도 작성을 수행한 결과 제주산 더덕이 독립적인 그룹을 형성하였으며 국내산 더덕과 중국산 더덕이 또한 독립적으로 그룹을 형성하고 있음을 확인할 수 있었고, 특히, 중국산 더덕들 중 신선더덕 및 정원더덕의 경우 국내산 더덕들과 같은 그룹에 속하는 것을 확인하였으며, 현재 확보된 SNP 분자마커들로 해당 샘플들의 원산지 판별이 가능하지만 다수 샘플들을 추가하였을 때도 명확한 구분을 확보하기 위해서는 보다 많은 분자마커들의 확보가 필요할 것으로 판단됨.

〈제2세부과제 : 주요산채 우량종구 생산을 위한 토양관리 및 시비기술 개발〉

(시험 1) 더덕 종근 생산 시비기준 설정

- 가. 더덕의 다양한 활용을 위해 연중생산 및 실내재배를 위한 종근용 더덕 생산을 위한 시비 기준 설정을 위해 2021년부터 2023년까지, 평창 대관령면과 춘천 신북읍의 시험포장에서 시험을 수행하였음.
- 나. 시비기준 설정을 위해 질소질 5처리, 칼리질 4처리, 인산질 4처리를 처리하였음.
- 다. 처리 결과, 종근용 더덕 생산을 위해서는 일반적인 토양비옥도일 때 1년생 더덕 종근을 생산하기 위한 시비량은 표준시비량에서 질소를 1.2~1.5배량 시비가 종근 개수 및 수량을 증가시킬 수 있었다.

(시험 2) 산마늘 종구 생산 시비기준 설정

- 가. 산마늘의 다양한 활용을 위해 연중생산 및 실내재배를 위한 종구용 산마늘 생산을 위한 시비기준 설정을 위해 2021년부터 2023년까지, 평창 대관령면과 춘천 신북읍의 시험포장에서 시험을 수행하였음.

나. 시비기준 설정을 위해 질소질 5처리, 칼리질 4처리, 인산질 4처리를 처리하였음.

다. 처리 결과, 산마늘 종구를 생산하기 위한 시비량은 일반적인 토양비옥도일때는 표준시비량으로, 척박할 경우에는 시비추천식을 통한 검정시비량의 질소 1.2~1.5배량으로 시비하는 것이 종구의 개수 및 수량을 증가 시킬 수 있었음.

<제3세부과제 : 강원 주요산채 종근 장기저장 및 식물공장 연중생산기술 개발>

(시험 1) 산마늘 실내재배 베드 및 시스템 개발

가. 산마늘 실내재배를 위해 공간활용도를 높이기 위해 다단식으로 쌓을 수 있는 구조로 제작되어 건물 높이에 따라 3단, 4단 등 공간활용에 적합하고, 식품제조에 적합한 스테인리스 재질로 지게차를 활용하여 운반이 용이한 규격 1,125×830×566mm으로 층으로 쌓을 수 있는 다단식 구조로 제작하였다.

나. 산마늘 실내재배를 하기 위해서 양액을 정밀 제어할 수 있고, 농가가 사용하기에 위해 편리성을 갖춘 자동제어식 실내재배시스템을 개발하였다. 순환시스템을 양액의 농도를 보정하는 Part 1과 양액의 유량, 유속, 수온 등을 조절하는 Part 2로 나누어 설계하였다. 이 시스템 개발로 산마늘 활용부위가 앞에서 줄기, 인경까지 모두 사용함으로써 산마늘 생산량을 조절하게 되어 가격안정과 농가 소득에 기여할 것으로 판단된다.

(시험 2) 산마늘, 더덕 종근 소질별 생산성 검정

가. 산마늘 3, 4, 5년생을 생육온도를 20℃로 하고, 실내 담액수경 방법으로 재배하여 수확소요기간을 조사하였는데 첫 수확소요기간은 3, 4, 5년생 모두 9일로 큰 차이를 보이지 않았으며, 총 수확소요기간은 3년생 21일, 4, 5년생은 16일 소요되었다. 종근 소질에 따른 생육 특성은 3년생 생체중은 6.9g/주로 평균 규격 대비 46% 증가하였고, 4년생(소)는 56%, 4년생(대)는 69%, 5년생은 46% 증가하였다. 종근 평균 규격대비 생체중 증가율은 4년생(대)이 69%로 가장 높은 증가율을 나타냈음.

나. 더덕 1년생 종근을 생육온도를 20℃로 하고, 실내 담액수경 방법으로 재배하여 수확소요기간을 조사한 결과, 첫 수확소요기간은 14일, 총 수확소요기간은 21일로 종근 소질에 따른 차이가 없는 것으로 조사되었다. 더덕 1년생 종근 소질별 생육 특성은 규격에 관계없이 생체량 증가하는 경향이었고, 작은 종근의 증가율이 다소 높았음.

(시험 3) 산마늘 종근 휴면타파 조건 구명

가. 산마늘 5년생을 -2℃, 2℃, 5℃에서 저장 후 생육온도를 17℃로 실내 담액수경방법으로 재배한 결과, 첫 수확 및 총 수확소요기간은 -2℃ 3주 저장은 14일, 26일, 4주는 10일, 21일, 7주와 8주는 9일, 17일 소요되었고, 2℃에서 3주 저장은 11일, 25일, 4주는 10일, 20일, 6주는 7일, 18일 소요되었으며, 5℃에서 3주는 11일, 23일, 4주 6일, 17일, 6주는 7일, 18일 소요되는 것으로 조사되었음. 저장기간이 길어질수록 수확소요기간이 줄어드는 경향이 나타났음.

나. 생육특성은 저장기간이 길수록 생체중이 증가하는 경향이 나타났으나 유의적인 차이는 없었음. 5℃ 4주차에서 증가 후 6주차에서는 감소하였는데 저장 중 높은 온도로 인해 순이 발생하여 생육에 영향을 준 것으로 판단되며 산마늘은 저장온도 -2℃에서 3주간 저장하면 휴면이 타파되어 생육이 가능한 것으로 나타남.

(시험 4) 실내 담액수경재배 적정 기온 및 생산기간 구명

가. 산마늘 5년생 종근을 실내 담액수경 방법으로 생육온도를 17℃, 20℃ 하여 수확소요기간을 비교 조사한 결과, 17℃, 20℃ 모두 첫 수확소요기간은 8일, 총 수확소요기간은 14일로 차이가 없었으며, 생육온도에 따른 생육특성은 초장, 엽장, 엽폭에서는 큰 차이를 보이지 않았으며, 생체중은 17℃에서 19.2g/주, 20℃에서는 18.1g/주로 나타났음.

나. 더덕 1년생 종근의 생육온도에 따른 첫 수확 및 총 수확소요기간은 17℃에서 18일, 25일, 20℃에서 13일, 20일로 나타났으며, 20℃ 처리구에서는 5일 정도 단축되는 것으로 나타났음. 생육특성 조사 결과에서 생체중은 17℃ 2.4g/주, 20℃ 2.7g/주로 큰 차이를 보이지 않았으나, 생존율에서는 17℃ 60.0% 비해 20℃에서 71.8%로 높았음.

(시험 5) 산마늘, 더덕 실내 분무경재배 적정온도 구명

가. 산마늘 분무경 재배 시 생육온도에 따른 첫 수확소요기간은 20℃에서 3, 4, 5년생 22일, 25℃에서 3년생 28일, 4, 5년생 27일로 조사되었으며, 총 수확 기간은 20℃에서 3, 5년생은 44일, 4년생은 49일, 25℃에서는 3, 4, 5년생 모두 49일로 나타났다. 20℃에서 수확 기간이 5일정도 빨랐음. 온도에 따른 생육특성은 저장 전·후 생체중 증가율에서 25℃에 비해 20℃에서 더 증가하는 것으로 나타났음.

나. 더덕 1년생 종근 수확소요기간은 20℃에서 첫 수확 26일, 총 수확기간은 35일 소요되었고, 25℃에서는 20일. 28일 소요 되는 것으로 조사되었다. 분무경재배 시 생체중 증가율은 20℃에서 2.0g/주에서 3.4g/주로 70%, 25℃에서는 2.7g/주에서 5.1g/주로 88% 증가하였음.

(시험 6) 실내재배 적정 관수간격 구명

가. 산마늘 담액수경 재배 순환간격에 따른 수확소요기간은 모든 처리에서 첫 수확 7일, 총 수확기간 14일로 차이가 없는 것으로 나타났으며, 생체중은 1h/1h 처리구가 20.2g/주로 많았으나 나머지 처리구의 차이는 미미하였음.

나. 더덕 생육온도를 20℃에서 담액수경 순환간격에 따른 수확소요기간은 모두 첫수확 14일, 총 수확기간 28일로 수확소요기간에는 차이가 없었다. 생체중은 12h/12h 11.1g/주, 24h/24h 10.7g/주, 6h/6h 9.0g/주, 1h/1h 8.1g/주 순으로 나타났음.

(시험 7) 더덕 최적 생육베드 선발

- 가. 더덕 1년생 종근을 실내 분무경 및 담액수경 방법으로 재배하였는데 생육온도 20℃ 분무경에서 첫 수확과 총 수확소요기간은 20일, 30일, 담액수경에서(트레이) 21일, 41일, 담액수경에서(바구니) 20일, 41일 소요되었으며, 25℃ 분무경은 20일, 33일, 담액수경에서(트레이) 15일, 33일, 담액수경에서(바구니) 15일, 37일 소요되는 것으로 조사되었다. 생육온도에서는 25℃, 분무경에서 수확소요기간이 단축 되는 것으로 나타났음.
- 나. 관수 및 인입방법에 따른 작업 시간을 비교하였는데, 분무경은 더덕 180개를 1명이 작업하는데 23분 16초 소비되었고, 담액수경(트레이) 경우 150개(트레이 3개) 1명이 작업하는데 5분 45초 소비, 담액수경(바구니)의 경우 180개(바구니 3개) 1명이 3분 30초가 소비되었음.
- 다. 더덕 1년생을 실내 분무경과 담액수경 재배방법으로 생육온도 20℃, 25℃로 하여 생육특성을 비교 조사하였는데, 생체중은 20℃ 분무경에서 9.1g/주, 담액수경(트레이) 10.0g/주, 담액수경(바구니) 9.7g/주로 조사되었고, 25℃ 분무경에서는 8.7g/주, 담액수경(트레이) 9.3g/주, 담액수경(바구니) 9.5g/주로 조사되었음. 생존율에서 분무경에서 20℃, 25℃ 각 72%, 82%로 담액수경보다 생존율이 높은 것으로 나타나 더덕은 분무경 방법으로 재배하는 것이 적합한 것으로 판단됨.

(시험 8) 산마늘, 더덕 분무 시간간격별 생산성 구명

- 가. 산마늘에서 생육온도를 20℃로 하여 분무경 재배방법으로 수확소요기간은 3, 4, 5년생 모두 1분/30분에서 28일, 1분/90분에서는 23일, 1분/180분에서는 22일이 소요됨. 생육특성은 저장 전·후 생체중량은 4, 5년생은 분무간격에 따라 다소 줄어들었으며, 3년생은 증가하는 경향으로 나타남.
- 나. 더덕에서 생육온도를 25℃로 하여 분무경 재배방법으로 수확소요기간은 1분/3분에서 28일, 1분/9분에서는 24일, 1/18분에서는 25일이 소요되었고, 생육특성 조사결과 저장 전·후 생체중이 43~55%의 증가율을 나타냄.

(시험 9) 산마늘 저장기간별 생산성 구명

- 가. 생육온도를 20℃로 하고, 분무간격을 180분/180분(분무/정지) 처리하여 수확소요기간은 연생에 관계없이 저장기간에 따른 차이만 나타났고, 4개월 저장한 처리구의 첫수확일이 6, 8개월 처리에 비해 4일 가량 늦었으며, 전체 수확기간도 15일 정도 긴 것으로 나타났으며, 담액수경에서 수확소요일수는 6개월과 8개월 저장기간에 상관관계가 없었음.
- 나. 생육특성에서는 저장 전·후 생체중 변화는 4개월차 3년생은 8.2g/주에서 10.0g/주, 4년생 14.9g/주에서 16.8g/주, 5년생 20.0g/주에서 22.9g/주, 6개월차 3년생은 10.4g/주에서 11.2g/주, 4년생 17.2g/주에서 19.3g/주, 5년생 23.4g/주에서 25.5g/주, 8개월차 3년생 8.0g/주에서 9.8g/주, 4년생 15.0g/주에서 14.6g/주, 5년생 19.3g/주에서 18.1g/주로 조사되었고, 저장 4, 6개월에서는 저장 후 생체중이 증가, 8개월차 4, 5년생은 다소 감소하였으며, 3년생은 증가하는 것으로 나타났음.

(시험 10) 지역특화 빅데이터 구축

- 가. 2022년 강원도특별자치도 산채연구소 내 실내재배에서 생육온도를 20℃하여 산마늘 관수 순환간격 시험에 따른 온도와 수온 변화를 조사하였다.
- 나. 2023년 강원도특별자치도 산채연구소 내 실내재배 시 산마늘 생육온도 20℃, 25℃에 따른 온도와 습도 변화를 조사하였고, 산마늘을 난방시설을 갖춘 하우스 안에서 상자재배로 생육하고 있는 농가의 온·습도와 광을 조사하였다.

<제4세부과제 : 강원 주요산채 원재료 표준화 및 반조리 가공기술 개발>

(시험 1) 산채 가공용 원재료 표준화

- 가. 지역별(홍천, 횡성, 정선) 더덕 수집 후 분말 제조시 원물 대비 홍천 21.5%, 횡성 19.8%, 정선 21.2%로 감소하였고, 정선 수집종은 건조 후 다공질에 거친 분말 형태를 보였음. 색도는 횡성 외피의 명도(L값)가 가장 높았으나 껍질을 깬 후에는 정선 더덕이 76.4로 가장 높았고, 적색도(a값)는 외피는 횡성이 가장 낮았으며 껍질을 깬 정선 더덕이 가장 높았으며, 황색도(b값)는 홍천 외피, 정선 속이 가장 높게 나타남. 경도는 3461.8g/force로 횡성 더덕이 가장 높았음.
- 나. 식이섬유 분석 결과 총 식이섬유는 6.5g으로 홍천 더덕이 가장 높았으며 정선은 수용성 식이섬유에 비해 불용성 식이섬유 함량이 높게 나타났는데 정선 더덕이 5년생이므로 차이가 있는 것으로 사료됨.
- 다. 더덕의 동정된 향기 성분을 바탕으로 주성분 분석 결과 제1 주성분은 35.9%, 제2 주성분은 19.9%의 기여율을 나타내어 55.8%의 누적 기여율을 나타냈고, PC1을 기준으로 횡성지역이 홍천, 정선 지역과 향기 성분의 차이가 있음을 보임. 관능평가 결과는 더덕향과 아린쓴맛은 정선>횡성>홍천 순이었으며 단맛은 홍천>횡성>정선 순의 강도를 나타냈으며 선호도 조사 결과 더덕향은 정선 더덕이 색, 단맛, 아린쓴맛, 식감, 전체적인 선호도는 홍천 더덕이 높게 나타남.
- 라. 더덕실채, 더덕채, 눌린더덕, 깬더덕 형태로 만들고 유리병, 캔, 파우치 소사이즈(14*22cm), 파우치 중사이즈(17*24cm)에 넣어 더덕의 양과 침지액 양을 검토하였음. 시간에 따른 침지액의 수분 흡수율을 비교한 결과 눌린더덕>더덕채>깬더덕 순으로 흡수율이 높았으며 72시간이 지난후 눌린더덕은 수분이 90% 흡수하였으나 깬더덕은 50%를 흡수하였음.
- 마. 더덕 손탈피시 무처리가 탈피 후 무게차 110.1g으로 가장 컸으며 탈피시간 104.5분으로 다른 처리에 비해 오래 걸렸고, 경도는 데침 2처리(데침 후 식초 첨가한 찬물 냉각)가 가장 낮았으며 침지처리(소금설탕물 20분 침지)가 가장 높게 나타남. 더덕 손탈피 시 전처리별 선호도조사 결과 색, 더덕향, 식감 모두 데침 1처리(30초 데침 후 찬물냉각)를 가장 선호하였음.
- 바. 더덕 기계탈피 시 전처리별 무게 비교 결과 무게차는 1분 물 없이 연마 후 4분 물 투입 하면서 연마한 것이 가장 적었으며 수분함량도 가장 작았음. 경도는 30초 데침 후 찬물

- 냉각처리가 가장 낮았으며 데침처리 보다 무처리가 경도가 더 높게 나타남. 기계탈피 시 갈변도도 낮고 무게 손실율도 가장 낮은 물 투입전 2분+물투입 1분이 가장 적당하였음.
- 사. 산마늘 일반성분 분석 결과 산마늘 1-잎에서 단백질 함량이 가장 높았고 조섬유는 울릉 2-줄기 부분에서 가장 높게 나타났고, 칼슘은 줄기보다 잎에서 함량이 높았으며 울릉 2-잎 부분이 가장 높은 함량을 보였고, 칼륨도 줄기보다는 잎에서 함량이 높았으며 산마늘 2-잎이 K, Fe 함량이 가장 높았음. 식이섬유 분석 결과 울릉산마늘, 산마늘 모두 줄기보다 잎에서 총 식이섬유가 높게 나타났으며 불용성 식이섬유는 울릉산마늘 잎 부분이 높았고, 수용성 식이섬유는 울릉 2-줄기 부분이 가장 높게 나타났음. 산마늘의 종, 수확시기 및 부위별 색도와 경도 비교 결과 5월 초 수확한 산마늘 색도 -a값(녹색도), b값(황색도)이 가장 컸으며, 경도는 울릉산마늘이 산마늘보다 높게 나타났음.
- 아. 산마늘의 주 향기성분은 Methyl n-octyl sulfide(매운향)에 해당하며 울릉산마늘 보다는 산마늘, 부위별에서는 잎보다는 줄기가 강하였으며 종별의 차이보다는 부위별 성분 차이가 크게 나타남. 울릉산마늘 인경의 주 향기성분은 2-Nitrobenzyl bromide였으며, 인경의 연생별 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 측정 결과 2, 3년생에 비해 1년생에서 높은 항산화 활성을 보였고, 인경에 함유된 총 폴리페놀, 플라보노이드 항산화 성분도 1년생이 가장 높았음.
- 자. 종구 연생별 수경재배 산마늘 잎의 색도 측정 결과 명도값은 4년생이, 녹색도값(-a값), 황색도(b값)은 5년생 산마늘이 가장 높았으며 경도는 4년생 < 3년생 < 5년생 순으로 나타났음. 항산화활성 분석 결과 DPPH 라디칼 소거능에서는 5년생 뿌리 부분의 IC50 값이 206.72로 가장 활성이 좋았고, ABTS 라디칼 소거능에서는 5년생 지상부 부분이 175.30으로 가장 활성이 높아음. 총 폴리페놀 분석 결과 뿌리보다는 지상부에 폴리페놀 함량이 높았고 지상부에서는 4년종구보다 3년, 5년 종구 산마늘의 폴리페놀 함량이 더 높았음. 실내에서 수경재배한 연생별 산마늘 잎의 관능 평가 결과 색, 매운향, 씹힘성은 5년생이 가장 강하였으며 단맛은 3년생>4년생>5년생 순으로 강하다는 평가였고, 선호도는 맛과 식감은 3년, 5년생이 좋았고 외관은 5년생이 좋다는 평이었음.
- 차. 산마늘을 식염 1% 혹은 3% 첨가한 물에 10초, 1분을 데쳤을 경우 데침 후와 데침-건조-재수화 후 경도를 비교한 결과 식염 1%보다 3% 처리했을 때 경도가 높게 나타났으며 같은 식염 내 10초 처리한 산마늘의 경도가 더 높았음. 색도 조사 결과 녹색도(-a값)는 식염 3% 10초 처리가 가장 높게 나타났으나 1%와의 차이는 크지 않아 식염의 농도보다는 데침시간이 더 큰 영향을 준다는 것을 알 수 있음. 건조 과정이 들어가면 녹색은 사라지고 적색도(a값)가 높아지는데 적색도가 가장 높은 것은 식염 1%의 1분 처리였고, 황색도(b값)는 데침, 재수화 후 모두 식염 1% 10초 처리가 가장 높았음. 데침 1분, 식염 1% 처리의 산마늘의 단맛이 가장 강하였으며 식감 등 선호도가 가장 좋았음.
- 카. 건산마늘 제조 조건 확립과 식염을 첨가하지 않은 데침 조건은 물 95℃, 1분 처리가 바람직하며 유념 처리 전 반건조 시간은 잎 수분함량 약 70%, 줄기 80%에 해당하는 3시간~4시간 사이(줄기를 눌렀을 때 진액이 거의 나오지 않는 상태)가 가장 적당하였음. 4시간 이상 말리면 잎 부서짐이 많아 손실률이 높아져 부적당하였고, 유념처리는 1분 처리 시 진액이 많이 나와서 20초 썩 3회 걸쳐하는 것이 바람직하였으며, 최종 건산마늘

수율은 11~13%였음. 산마늘 포장별(파우치포장, 플라스틱포장) 냉동·해동 후 품질을 비교한 결과 물 비율별, 포장형태별 특이한 차이점은 없었으나, 산마늘 반건조 처리별 냉·해동 후 품질을 비교한 결과는 반건조-냉동 제품은 전체적으로 쓴맛이 나므로 산마늘 냉동은 무처리(데침 후 냉동)가 바람직함.

(시험 2) 더덕 반조리 가공용 상품화 연구

- 가. 더덕 반조리 가공을 위한 적정 오일침지 처리는 껍질제거 후 식염 1%에 30분 절이고, 다시 5% 설탕용액에 10분간 친지한 후 95℃에서 60분간 반건조하고 옥수수유를 첨가한 것이 선호도가 가장 높음.
- 나. DPPH 라디칼 소거능 시험 결과 무처리는 11.8%, 오일 처리 시 19.4%로 나타났으며 ABTS 양이온 소거능은 무처리 15.6%, 오일 침지 처리시 14.1%로 나타났음. 총 폴리페놀 함량은 무처리 35.4mg/100g, 오일 침지 처리시 48.0mg/100g 이었으며 총 플라보노이드 함량은 무처리 25.9mg/100g, 오일 침지 처리시 102.5mg/100g로 높게 나타났고, 조사포닌 함량 결과 무처리 1.6mg/g, 오일 침지 처리시 10.4mg/g으로 증가하였음.
- 다. 깎더덕 오일침지 처리를 위해 최적의 처리방법을 설정하고자 오일만 처리한 것(무처리)과 오일침지 전 전처리한 것(처리)을 비교한 결과 5, 25, 35℃에 저장시 온도가 올라갈수록 경도값이 급하게 낮아졌고, 산가, 과산화물가 모두 5℃ 처리군이 가장 낮은 값으로 유지되었으나 전처리 없이 침지한 오일에서 산가가 더 높고 빠르게 증가하였음. 선호도 조사 결과 5℃ 저장, 전처리한 깎더덕이 향, 씹힘성, 전체적인 기호도가 가장 높았고, 오일 침지한 깎더덕을 제조할 경우 전처리 공정을 거친 후 5℃ 저장, 유통하는 것이 좋음.

(시험 3) 산마늘 가공 상품화 연구

- 가. 산마늘 간장 장아찌는 식염 1%, 10초~1분 데침으로 기본 절임액 배합비 간장:물:식초:설탕=1:1:1:1(설탕 0.5~1, 매실청 0.1)를 설정하였고, 줄기피클의 배합비는 정제수 : 식초 : 설탕 = 1 : 0.5 : 0.5로 표 132와 같이 배합비를 설정하였음. 산마늘 김치는 1차 절임 조건을 물 : 식초 : 식염 : 탄산수 = 7 : 1 : 0.5 : 2로 하였을 때 선호도가 좋았으며, 산마늘 고추장 장아찌 제조시 1차 절임 조건은 물 : 식초 : 식염 : 탄산수 = 7 : 1 : 0.5 : 2이며 기본 베이스 양념 조건은 산마늘 : 고추장 : 매실청 = 20 : 9 : 1이었음. 산마늘 피클 관능 및 선호도 조사 결과 조직감은 울릉산마늘이 향미는 오대종이 강하였고 맛, 색 선호에서 오대종을 더 선호하는 것으로 나타났고, 산마늘 간장장아찌 전처리 조건 중 데침 1:1:1:1(간장:물:식초:설탕)을, 김치, 고추장 절임은 식염수+식초+탄산수 처리를 선호하였음.
- 나. 냉동산마늘을 해동 후 장아찌를 제조하였으며 종별(산마늘, 울릉), 전처리 조건별(생체, 해동-탈수후), 당 처리별(일주일후, 식은 후, 같이)로 산마늘 절임을 제조하고 선호도 조사 결과 당을 일주일후에 처리한 1 처리가 선호도가 가장 좋았음.

- 다. 산마늘 전처리별 줄기 피클 제조 시 조미액 배합비는 간장:피클 간장:물:식초:설탕 = 1:1:1:1로, 줄기피클은 물:식초:설탕=1:0.5:0.5로 하였으며 선호도 조사 결과 산마늘 간장피클은 식염수 전처리, 산마늘 초피클은 생체에서 우수하였음.
- 라. 산마늘육개장 제조를 위한 건산마늘 불림 조건은 80℃ 1시간 불림 처리구가 가장 선호도가 높았고, 산마늘 데침은 95℃ 1분 데친 후 데친 물을 버리고 육개장 제조한 것이 선호도가 높았음. 레토르트 살균 결과 111℃ 30분 처리가 맛, 식감 선호도가 높았으며 세균 발육 시험에서는 모든 처리에서 음성으로 나타났음. 산마늘육개장 제조를 위해 가공업체에서 대량조리 조건에서 적절한 레토르트 살균 온도 및 시간은 230℃, 20분이었음.
- 마. K-나물 상품에 부착하기 위한 라벨 디자인은 개발하였으며, 명이나줄기피클을 포함하는 명이나물장아찌, 명이간장피클 절임 3종세트 시제품을 개발하였음, 간편하게 이용가능한 깐더덕 오일침지 제품과 건산마늘을 이용한 산마늘육개장을 개발하였음.

<제5세부과제 : 강원 주요산채 발효 가공기술개발 및 밀키트형 제품 개발>

(시험 1) 산채 발효 소스 베이스 제조

- 가. 더덕식초는 더덕청을 14 °Brix로 희석하여 효모 Fermivin 0.3%를 접종한 후 알콜발효를 발효하였으며 에탄올 함량은 8.57%, 당도 4.2°Brix, 산도 0.28%, pH 3.45였다. 더덕 식초의 유기산 생성이 우수한 초산균주는 A22(5.80g/100g), A50(6.10g/g)로 표준균주(KACC17058) 5.94g/100g와 비교시 유사한 수치를 보였다.
- 나. 산마늘식초는 산마늘청을 14 °Brix로 희석하여 효모 Fermivin 0.3%를 접종 후 알콜발효하였으며, 에탄올 함량은 9.09%, 당도 4.4°Brix, 산도 0.30%, pH 3.76였다. 표준균주(KACC17058)와 A22 균주로 산마늘 식초를 제조하였을 때 최대 산도값은 발효 7일차 5.83~5.85%, 최종 당도는 3.1°Brix로 확인되었다.

(시험 2) 산채 소스 소재화 및 개발

- 가. 산마늘 부위별 일반성분 분석 결과 잎, 줄기의 수분은 각각 83~86%, 80~88%였으며, 조섬유 함량은 잎 1.34~2.25%, 줄기 1.61~2.46%로 나타났다. 산마늘 데침 조건은 색도 변화가 적은 100℃, 30초 조건으로 설정하였다. 산마늘 생체와 건조물을 이용하여 산마늘 페스토, 산마늘 장아찌 활용 간장소스를 제조하였다.
- 나. 건조 조건별 더덕 분말의 일반성분을 분석한 결과, 동결건조 분말 단백질 함량 9.8%, 회분 3.17%로 다른 처리에 비해 높았다. 사포닌 함량은 생더덕 0.5mg/g, 동결건조 2.55mg/g, 열풍건조 4.19mg/g, 냉풍건조 4.41mg/g 순으로 나타났다.
- 다. 더덕소스 개발을 위해 생균수 기준으로 VL130 (*Lactobacillus plantarum*), VL181 (*Pediococcus pentosaceus*)을 선발하였다. 더덕청에 선발한 균주를 접종하여 소스를 제조하였을 때 생더덕에 균주 접종한 처리에 비해 관능평가와 선호도가 높았다.

(시험 3) 산채 밀키트 제품 개발

가. 산마늘 피자, 파스타, 감바스, 스테이크 등 5종을 제조하여 관능평가를 실시한 결과 전체 적 기호도는 대조구(시판제품) 대비 높았고, 산마늘 로제떡볶이, 감바스, 스테이크 순으로 나타났다.

(시험 4) 주요산채 이용 가능한 종균 선발

가. 산채 발효에 활용할 수 있는 고초균을 선발하고자 기 구축한 고초균 480주에 대해 환경 내성(내당성, 내산성, 산채 추출물 10%) 특성평가 하였으며, 최종적으로 AFY-16를 선발 하였다.

(시험 5) 종균 활용 발효 적합성 평가

가. 선발균주 및 시판균주 포함하여 총 5종의 균주를 1%로 접종하고, 청국장을 제조하여 끈 적끈적한 점질물질(polyglutamic acid) 분석 결과 338 > 3394 > 390 > 356 > 시 판 순으로 나타났다. 청국장의 구수한 풍미 관련 아미노태질소 함량은 356 > 시판 > 338 > 390 > 394 순이었다. 청국장의 제조시 356 선발균주가 적합하였다.

(시험 6) 주요산채 가공 소재화 및 상품화 연구

가. 데침한 더덕에 유산균을 접종하여 발효 후 분말화하여, 고추장을 제조하였다. 고추장의 아미노태질소함량은 발효초기 11.2-134.4 mg%에서 발효후기 196.6-233.4 mg%로 증가하였고, 초기 대비 유산균 3% 접종한 PCLA 시료가 10배 증가하였다.
나. 유산균 처리 더덕 고추장 향산화 활성을 측정된 결과 DPPH 라디컬 소거능은 CLB(유산균 5%)에서 50.5%로 나타났고, ABTS 라디컬 소거능 측정결과에서는 CLA(3%) 95.1% 최대였다(그림 164).

(시험 7) 산채 밀키트 제품 개발

가. 관능평가 결과를 바탕으로 산마늘분말을 전체 중량대비 0.31%, 곤드레 7.75%, 청국장 31.24%로 산채 청국장을 제조하는 레시피를 개발하여, 「산채청국장」 시제품을 제작하였다.

(시험 8) 주요 산채류 발효소스 베이스 개발

가. 더덕비빔장은 반건조 더덕(60℃, 1~2시간) 30%, 더덕고추장 49%, 매실액 8.7%, 들기름 3.6%, 진간장 5.9%, 다진마늘 1.7%, 통깨 1.0, 자몽종자추출물 0.1%를 사용하였다. 더덕비빔장의 일반성분은 수분 55.23, 단백질 5.39, 지방 2.35, 회분 4.30, 탄수화물 32.74, 조섬유 3.25%였다
나. 산마늘 생체를 이용한 페스토의 배합비율은 산마늘 25.0%, 올리브유 46.3%, 파마산치즈 12.5%, 소금 0.6%, 후추 0.6%, 잣 5.0%, 아몬드 7.5%, 캐슈넛 2.5%였다. 산마늘 페스토의 일반성분은 수분 24.62%, 단백질 6.41%, 지방 48.00%, 회분 2.63%, 탄수화물 18.33%, 조섬유 2.74%였다.

(시험 9) 소스 소비기한 설정

가. 더덕비빔장의 소비기한 설정 결과 최종 품질한계일은 96일로 산출되었으며, 산마늘 페스토는 최종 품질한계일은 127일로 산출되었다.

(시험 10) 산채 밀키트 제품 실증 연구

가. 산채밀키트 제품으로 산채청국장, 봄담은 산채한알을 시제품으로 생산하였으며, 산채청국장은 기술이전하여 제품 출시하였다. 밀키트제품으로 더덕비빔장을 포함한 더덕비빔밥, 산채페스토를 포함하는 산마늘 파스타를 제조하였다.

나. 봄담은 산채한알은 산마늘을 데침 후 열풍 건조한 산마늘 분말과 호소(프로테아제)처리 후 데침(80~90℃, 3~5분) 후 덩음 처리한 잎새버섯 분말을 사용하였다. 봄담은 산채한알의 제조비율은 멸치베이스(멸치육수, 호소추출물, 말토덱스트린 등) 90.2%, 산마늘 분말 4.9%, 잎새버섯 분말 4.9%를 함유하고 있다.

5 인용문헌

- 김경규, 김상남, 유승오, 백영목, 김기형, 김창수 등. 2018. 농업기술길잡이 228. 더덕. 농촌진흥청.
- 농촌진흥청, 2012. 농업과학기술 연구조사분석기준. 농촌진흥청
- 농촌진흥청, 2018. 산채류재배(농업기술길잡이 60). 농촌진흥청
- 박기진, 김세원, 서현택, 문운기, 김경대, 박기덕, 최병곤 등. 2019. 산나물 생산과이용 269, 448. 산마늘, 더덕, 강원특별자치도농업기술원 산채연구소.
- 이덕배, 이예진, 이슬비, 이찬욱, 송요성, 류철현, 김양민. 2019, 작물별 비료사용처방. 농촌진흥청 국립농업과학원.
- 최은형, 김휘, 송태영, 정지희, 송현진, 김영미, 김세웅. 2020. 산림자원약용식물 특성평가 보고서. 더덕. 국립산림품종관리센터.
- Anderson RA. 1982. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. Cereal Chem 59: 265-269.
- Beom Seo Woo, Jiang Gui Hun, and Eun Jong Bang. 2015. Effect of blanching time on physicochemical characteristics and sensory evaluation of *Aster scaber*. Korean J. Food Preserv. 22(1):51-55.
- Choi BY, Gil NY, Park SY, Kim SY. 2016. Quality characteristics of Doenjang depending on various salt concentration during long-term fermentation. Korean J Food Preserv 23(6): 788-796.
- Choi Nam Soon, Sang Suk Oh, Jong Mee Lee. 2001. Changes of biologically functional compounds and quality properties of *Aster scaber*(*Chamchwi*) by blanching conditions. Korean J. Food Sci. Technol. 33(6):745-752.
- Gil NY, Choi BY, Park SY, Cho YS, Kim SY. 2017. Physicochemical properties of Doenjang using grain type Meju fermented by *Aspergillus oryzae* and

protease. Korean J Food Preserv 24(5):697-706.

Jeon Ajeong, Kim Taewan, and Kim Hyun-Seok. 2016. Effects of pre-treatment on the quality of dried korean thistle(*Cirsium Setidens Nakai*). Food Eng. Prog. 20(4):293-298.

Joo SY. 2013. Antioxidant activities of medicinal plant extracts. *J Korean Soc Food Sci. Nutr* 42(4): 512-519.

Kim Ah-Na, Lee Kyo Yeon, Ha Myeong Hwa, Jeo Ho Jin, Choi, Sung Gil. 2018. Effect of freeze, hot-air, and vaccum drying on antioxidant properties and quality characteristics of samnamul(*Aruncus dioicus* var. kamtschaticus). Korean. J. Food Preserv. 25(7):811-818.

Ko JW, Lee WY, Lee JH, Ha YS, Choi YH. 1999. Absorption characteristics of dried shiitake mushroom powder suing different drying methods. Korean J Food Sci Technol. 31:128-137.

Molyneux, P. 2004. The Use of Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 26, 211-219.

Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR and Vattuone MA. (2000). Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argetina. Journal of Ethnopharmacology. 71:109-114.

Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M and Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology and Medicine. 26:1231-1237.

6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2021(1년)	산업재산권출원	K-나물 라벨(디자인)
	학술발표	산마늘 종, 부위별 일반성분 및 향기성분 비교
	학술발표	Comparison of Quality Characteristics of Drying Methods on <i>Allium victorialis</i>
	학술발표	강원지역에서 라이족토니아솔라니에 의한 다양한 산채류에 갈록병 발생
	학술발표	강원지역 산채류를 가해하는 주요 나방류 해충 8종 보고
	학술발표	강원지역 땅두릅 축성재배시 새로운 병해 발생
	학술발표	강원도 산채류에 다양한 진딧물 발생 보고
	영농활용	더덕 병해충 발생과 진단
	영농활용	산마늘 병해충 발생과 진단
	영농활용	산마늘 인경 연생별 향기성분, 항산화 활성 비교
	영농활용	당 후처리 산마늘 간장 장아찌 제조방법

연도(연차)	활용방안	제 목
	영농활용	토종 종균 AFY-14(<i>Acetobacter pasteurianus</i>)를 이용한 더덕 식초 제조 방법
	영농활용	산마늘 종, 부위, 수확시기별 성분 비교
	기술이전	산마늘을 이용한 다양한 절임제품 제조방법(2건)
	기술이전	초산균(AFY-14)을 이용한 더덕 식초 제조 기술
	기술이전	유산균(AFY-15)을 이용한 더덕청 베이스의 소스 제조기술(2건)
	생물자원기탁	<i>Pediococcus pentosaceus</i> AFY-15
	생물자원기탁	<i>Acetobacter pasteurianus</i> AFY-14
	기술보급서	농업인이 알아두면 쓸데있는 “산나물 병해충 길라잡이”
	홍보	알기쉬운 산나물 생산과 이용(산마늘 연재 3회)
	홍보	더덕, 산마늘 등 강원 7개 특화작목 집중육성 등 18매체
	현장컨설팅	더덕 재배 유통 선진 농가 방문
	현장컨설팅	산마늘 인경 활용 가공품 개발 추진협의
	현장컨설팅	미래농업교육원 친환경 산채재배 과정 영농교육
	현장컨설팅	지역전략작목육성사업 현지 설명회
	현장컨설팅	2021년 홍천농업고등학교 현장실습교육 기술지원
	현장컨설팅	더덕 가공품 개발 협의
	현장컨설팅	산마늘 재배기술 및 병해충 방제 영농교육
	현장컨설팅	더덕 발아불량 종자 민원에 대한 기술지원
	현장컨설팅	더덕 우수재배 선진지 방문 및 현장컨설팅 결과보고
2022(2년)	산업재산권출원	명이나물피클 세트 상자
	산업재산권출원	명이줄기피클라벨
	산업재산권출원	명이나물장아찌 라벨 디자인
	산업재산권등록	K-나물 라벨(디자인)
	산업재산권등록	명이나물피클 세트 상자
	산업재산권등록	명이줄기피클라벨
	산업재산권등록	명이나물장아찌 라벨 디자인
	학술발표	산마늘 식물공장형 수경재배 환경조건
	학술발표	Analysis of Quality Characteristics of Gochujang Added with Fermented Deodeok(<i>Codonopsis lanceolata</i>) Root Powder by Lactic Acid Bacteria
	학술발표	강원 산마늘에 발생하는 해충의 발생양상
	학술발표	주요 산채 최적 블랜칭 처리 및 침지 조건
	학술발표	강원 더덕의 식품학적 성분, 향기성분 및 가공적성 탐색
	영농활용	산마늘 상자파종 육묘를 통한 규격모 대량생산
	영농활용	새싹더덕용 우량종균 생산을 위한 적정 시비기준
	영농활용	토착종균 이용 산채 청국장 즉석국 제조 방법

연도(연차)	활용방안	제 목
	영농활용	강원 지역별 더덕의 성분 비교
	영농활용	산마늘 식물공장 수경재배를 위한 적정온도 및 관수간격별 수량성
	영농활용	산마늘 식물공장 수경재배 시 종근 휴면타파를 위한 저장 온도 및 기간별 생육특성
	영농활용	식물공장내 수경재배 산마늘의 부위별 성분 비교
	기술이전	냉동산마늘 간장절임 당후처리 제조기술(3건)
	기술이전	명이나물 줄기피클 제조기술(2건)
	기술이전	AFY-16 균주를 이용한 청국장 및 불력 제조기술(3건)
	시제품제작	“명이나물 피클세트”
	시제품제작	“산채 청국장”
	생물자원기탁	<i>Bacillus subtilis</i> AFY-16
	홍보	알기쉬운 산나물 생산과 이용(산마늘 연재)
	홍보	농업기술 동영상 제작(산마늘 재배기술 편)
	현장컨설팅	지역특화작목(산마늘) 종합컨설팅 기술지원
	현장컨설팅	더덕 선진농가 수확선별작업 현장방문 업무협의 컨설팅
	현장컨설팅	현장컨설팅(동림푸드, 마음바른농부)
	현장컨설팅	제3회 강원 산채 차별화 및 산업화 전략 워크숍 농가기술지도
2023(3년)	논문게재	국내산과 중국산 더덕(<i>Codonopsis lanceolata</i>)의 부위별 기능성물질 및 생리활성 측정
	학술발표	더덕 식물공장 생육온도 및 관수방법에 따른 비교
	학술발표	블렌칭 조건별 산마늘 분말의 품질특성 비교
	학술발표	Quality characteristics of <i>Allium microdictyon</i> prokh. based on pretreatment and pickling conditions
	학술발표	오일 담긴 간편더덕의 저장온도 및 기간에 따른 품질 특성
	영농활용	실내재배 더덕씩 생산용 종근 생산을 위한 시비관리 기준
	영농활용	실내재배 싹 산마늘 종구 생산을 위한 시비 관리 기준
	영농활용	산마늘 적정온도 및 관수방법 설정
	영농활용	산마늘 저장기간에 따른 생산성
	영농활용	더덕 적정온도 및 관수방법별 수량성
	영농활용	산마늘 분말 이용 산채한알 제조 기술
	영농활용	더덕 녹병 친환경방제를 위한 이산화염소수 활용
	영농활용	산마늘 상자 육묘 시 퇴비차 시용 효과
	영농활용	간편더덕 오일침지시 성분 변화
	영농활용	더덕 손실을 적은 기계탈피방법 설정
	영농활용	더덕 오일 침지시 최적 전처리방법 설정
	기술이전	명이나물 줄기피클 제조방법(3건)
	기술이전	고품질 건산마늘 제조공정(2건)

연도(연차)	활용방안	제 목
	기술이전	오일에 빠진 간편더덕 제조기술(3건)
	기술이전	AFY-16 균주를 이용한 청국장 및 블럭 제조기술
	사업화	토착종균 이용 산채 청국장 즉석국
	시제품제작	육수용 “봄담은 산채한알”
	시제품제작	“산마늘육개장”
	홍보	강원도, 우수 종균 활용 산채 청국장, 감자 맥주 출시
	홍보	강원도농기원, 산채청국장-감자맥주 개발
	홍보	강원도농업기술원 우수 종균 활용 산채청국장, 감자맥주 출시
	현장컨설팅	아리랑식품영농조합법인 컨설팅
	현장컨설팅	농업회사법인 누비고 현장컨설팅
	현장컨설팅	산채가공품 개발 가공컨설팅
	현장컨설팅	지앤에프 현장컨설팅 산채가공품(조미분, 블럭제품)
	현장컨설팅	태백산채마을 현장컨설팅
	현장컨설팅	산채블럭 청국장 제조방법
	현장컨설팅	산마늘 가공 컨설팅 결과 보고
	매출실적	산채청국장 제조방법 기술이전 후 산채청국장 유통 및 판매

성과지표		연도	1년차 (2021)		2년차 (2022)		3년차 (2023)		계	
			목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문 게재	SCI									
	비SCI			1		1	1	2	1	
산업 재산권	출원		1	1	3	1		2	4	
	등록				4				4	
학술 발표	국제	2	2					2	2	
	국내		4	3	5	5	4	8	13	
영농 활용	기술	6	6	7	7	1	1	14	14	
	정보					8	10	8	10	
기술이전		5	5	6	8	7	9	18	22	
사업화						2	1	2	1	
시제품 제작					2		2		4	
정책활용						1		1	-	
생물자원기탁			2		1				3	
홍보			21		10			5.4	36.4	
기술보급서			1						1	
현장컨설팅		6		6		6		18	20	
계		19	42	24	40	32	28	80.4	135.4	

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'21	'22	'23
과제책임자	감자연구소	농업연구관	김세원	과제 총괄	○	○	-
	산채연구소	농업연구사	허수정	과제 총괄	-	-	○
세부책임자	감자연구소	농업연구관	김세원	세부주관 수행	○	○	
	산채연구소	농업연구사	허수정	세부주관 수행	-	-	○
공동연구자	산채연구소	농업연구사	문윤기	시험수행 및 평가	○	○	-
	산채연구소	〃	서현택	품질조사 지원	○	-	-
	산채연구소	〃	이효영	품질조사 지원	○	○	○

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'21	'22	'23
	산채연구소	〃	이남길	평가분석 지원	-	○	○
	산채연구소	공업주사보	신동근	현장조사 지원	○	○	○
	산채연구소	운전주사보	김대진	현장조사 지원	○	○	○
	감자연구소	농업연구관	박기진	평가분석 지원	○	○	
	산채연구소	〃	고재영	평가분석 지원	-	-	○
세부책임자	산채연구소	농업연구사	허수정	세부주관 수행	○	-	-
	농업환경연구과	농업연구관	서영호	세부주관 수행	-	○	-
	농업환경연구과	농업연구사	김경대	세부주관 수행	-	-	○
공동연구자	농업환경연구과	농업연구사	홍수영	시험처리 지원	○	○	○
	농업환경연구과	〃	김동민	생육조사 지원	○	○	○
	작물연구과	〃	임수정	수행내용 평가	○	○	○
	농업환경연구과	공업주사보	박기진	생육조사 지원	○	○	○
세부책임자	원예연구과	농업연구사	서현택	세부주관 수행	○	-	-
	산채연구소	농업연구사	이남길	세부주관 수행	-	○	○
공동연구자	감자연구소	농업연구관	김세원	시험수행 및 평가	○	○	-
	농업환경연구과	농업연구사	문윤기	시험수행 및 평가	○	○	-
	산채연구소	〃	허수정	품질조사 지원	-	-	○
	산채연구소	〃	이효영	품질조사 지원	○	○	○
	산채연구소	〃	박기덕	평가분석 지원	-	○	○
	산채연구소	공업주사보	신동근	현장조사 지원	○	○	○
	산채연구소	운전주사보	김대진	현장조사 지원	○	○	○
	감자연구소	농업연구관	박기진	평가분석 지원	○	○	-
세부책임자	산채연구소	〃	고재영	평가분석 지원	-	-	○
	산채연구소	농업연구사	이효영	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	감자연구소	농업연구관	김세원	시험수행 및 평가	○	○	-
	농업환경연구과	농업연구사	문윤기	품질조사 지원	○	○	-
	원예연구과	〃	서현택	품질조사 지원	○	-	-
	산채연구소	〃	이남길	평가분석 지원	-	○	○
	산채연구소	〃	허수정	평가분석 지원	-	-	○
	산채연구소	〃	박기덕	평가분석 지원	-	○	○
	산채연구소	공업주사보	신동근	현장조사 지원	○	○	○
	산채연구소	운전주사보	김대진	현장조사 지원	○	○	○
	감자연구소	농업연구관	박기진	평가분석 지원	○	○	-
세부책임자	산채연구소	〃	고재영	평가분석 지원	-	-	○
	농식품연구소	농업연구사	임재길	세부주관 수행	○	○	-
	농식품연구소	농업연구관	권혜정	세부주관 수행	-	-	○

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'21	'22	'23
공동연구자	농식품연구소	농업연구사	박지선	시험수행 및 평가	○	○	○
	농식품연구소	"	임재길	품질조사 지원	-	-	○
	연구협력과	"	김경대	품질조사 지원	○	○	-
	원예연구과	"	장은하	품질조사 지원	○	○	-
	연구협력과	농업연구관	함진관	평가분석 지원	○	○	-
	농식품연구소	"	엄남용	평가분석 지원	-	○	○
	작물연구과	공업주사보	최병철	현장조사지원	○	○	-
	농식품연구소	운전주사보	유창구	현장조사지원	○	○	○
	농식품연구소	공무직	임계현	가공 분석 지원	○	○	○
	농식품연구소	"	윤정애	가공 분석 지원	○	○	○
	농식품연구소	"	장경아	가공 분석 지원	○	○	○
	농식품연구소	"	김선영	가공 분석 지원	○	○	○
	농식품연구소	"	권향	가공 분석 지원	○	○	○
	농식품연구소	"	박은영	가공 분석 지원	○	○	○
	농식품연구소	"	박영준	가공 분석 지원	○	○	○