

최 종
연구보고서

GA0438-0000

팽이 및 만가닥 버섯의 식품소재화 및
고품질 제품 다양화 기술 개발

Development of Food Materials and Processed Foods
from *Flammulina velutipes* and *Lyophyllum ulmarium*

연구 기관
한국 식품 개발 연구 원

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “팽이 및 만가닥 버섯의 식품소재화 및 고품질 제품 다양화 기술 개발” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2003. 12.

주관연구기관명: 한국식품개발연구원

총괄연구책임자: 책임연구원 김현구

선임연구원 홍석산

선임연구원 류미라

선임연구원 홍상필

위촉연구원 최맑음

위촉연구원 최윤정

위촉연구원 양영민

위탁연구기관명: 아주 대학교

위탁연구책임자: 교수 김공환

연구원 윤병연

연구원 이균

연구원 원병연

연구원 박세진

요 약 문

I. 제목

팽이 및 만가닥 버섯의 식품소재화 및 고품질 제품 다양화 기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

생체 버섯류는 가공적성이 매우 낮아 생체 그대로 국내에서 소비되고 있으며, 재배기술이 개선되어 증산가능성이 매우 높으나 수요가 따르지 못해 계절적 공급과잉으로 인한 가격파동이 심하므로 출하조절을 위한 가공 기술 개발이 필요하다. 그리고 오늘날 팽이 및 만가닥버섯의 기호성이 30대 이후 중장년층이 주류를 이루고 있는 실정으로서, 이들 버섯에 대한 기호성을 20대까지 낮추어 누구나 손쉽게 섭취 할 수 있는 유형의 팽이 및 만가닥버섯 편의식품(convenience food)이 개발되어야 한다고 본다.

따라서 본 연구는 팽이 및 만가닥버섯의 생리활성 성분을 밝히고, 추출 공정별 최적 추출조건과 품질 특성을 연구하여 현대인의 기호에 적합한 다양한 형태의 버섯류 가공제품을 개발하고자 한다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 팽이 및 만가닥 버섯의 유효성분 추출기술 개발

팽이 및 만가닥버섯의 식품소재화 및 고품질의 다양한 제품개발을 위해 생리활성 성분의 검색 및 유효성분의 추출방법을 개발하였다. 또한, 전처리 방법이나 추출조건에 따른 생리활성 성분을 비교분석하였다.

가. 생리활성 검정방법 검토

나. 전처리 방법 선정 및 용매, 전처리에 따른 생리활성 검정

다. 마이크로웨이브 에너지 수준 및 조리방법에 따른 생리활성 검정

라. 추출방법에 따른 팽이 및 만가닥 버섯의 유효성분 추출효과 분석

2. 팽이 및 만가닥 버섯의 추출 공정별 특성 비교 및 최적 추출 조건 설정

팽이 및 만가닥버섯의 식품소재화 및 고품질의 다양한 제품 개발을 위해 추출 방법, 용매, 온도, 시간에 따른 특성을 비교하여 최적 추출조건을 설정하였다.

가. 최적 추출조건 설정 및 추출 공정 최적화

나. 추출방법별 추출효율 및 생리활성 측정에 따른 추출효과 분석

다. 추출물의 용매제거 제품 평가 시험

3. 팥이 및 만가닥 버섯의 기능성 소재화 및 가공품의 개발

팥이 및 만가닥버섯의 식품소재화 및 고품질의 다양한 제품 개발을 위해 버섯과 어울리는 소재를 선정하고 적절한 농도를 결정하여 음료와 차를 개발하였다.

- 가. 생리활성 추출물의 기능성 소재화 시험
- 나. 생리활성 추출물의 시제품 제조 시험
- 다. 팥이 및 만가닥 버섯 음료의 개발
- 라. 팥이 및 만가닥 버섯 차류의 개발

4. 팥이 및 만가닥 버섯의 저장 기술 및 미세캡슐화 기술 개발

버섯의 장기간 저장을 위해 저장에 가장 크게 영향을 미치는 인자들을 알아보고 장기간 저장을 위한 가장 바람직한 조건을 설정하였으며 미세 캡슐화 및 버섯의 공정 최적화를 위한 공정을 설계하였다.

- 가. 버섯류의 저장 기술 개발
- 나. 팥이 및 만가닥 버섯의 미세캡슐화 기술 개발
- 다. 팥이 및 만가닥 버섯의 공정 최적화 및 공정 설계

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 팽이 및 만가닥 버섯의 유효성분 추출기술 개발

- 1) 마이크로웨이브 추출(MAE)시 power의 증가에 따라 생리활성 성분은 대부분 증가하였고, 팽이버섯의 경우 총 폴리페놀함량과 전자공여능은 90W에서 평형을 이루었다. 만가닥 버섯의 경우 전자공여능이 90W에서 평형을 이룬 반면 tyrosinase 저해능은 90W에서 급격히 증가하였다. 또한 아질산염 소거능은 pH 1.2에서 99% ethanol 추출물이 물 추출물에 비해 약 5배 정도 높은 값을 나타내었다.
- 2) MAE 추출 시간에 따라 전자공여능과 tyrosinase 저해능은 증가하는 경향을 나타내다가 각각 추출시간 10분, 5분에서 평형에 이르렀다. 아질산염 소거능도 증가하는 경향을 나타냈으며, pH 의존적인 소거율을 나타냈다. 만가닥 버섯의 경우 총 폴리페놀함량과 전자공여능은 각각 추출시간 5분, 10분에서 평형에 이르렀다.
- 3) 시료 대 용매 비율(1 : 10, 1 : 5, 1 : 2.5)을 감소시킬수록 수율 및 총 폴리페놀함량, 갈색도, 전자공여능, tyrosinase 저해작용, 아질산염 소거 작용은 증가하였다. 총 폴리페놀 함량은 1 : 2.5로 한 경우 가장 높았고, 아질산염 소거작용은 pH 1.2에서 가장 높게 나타났다. Tyrosinase 저해작용은 팽이버섯 추출물의 경우 1 : 2.5일 때 다른 비

율에 비해 확연히 높게 나타났고, 만가닥 버섯 추출물의 경우 1 : 5와 1 : 2.5에서 2% 내외의 저하율을 보였다.

4) 환류냉각 추출시간에 따라 수율은 추출시간 120분에서 더 이상 증가하지 않았고, 총 폴리페놀 함량은 팽이버섯의 경우 water 추출물이 급격한 증가현상을 보였다. 만가닥 버섯 추출물의 경우 용매에 상관없이 완만히 증가하였다. 전자공여작용의 경우 용매마다 다소 차이는 있으나 대체로 증가하는 경향을 나타내었다.

5) Blanching 또는 roasting 처리시 대부분 blanching 처리한 것에 비해 roasting 한 것의 활성이 높게 나타났으며, 만가닥 버섯의 전자공여작용에서는 99% ethanol 추출물의 경우 blanching한 것이 더 우수하였고, blanching 처리한 경우 tyrosinase 저해 활성은 나타나지 않았다.

나. 팽이 및 만가닥 버섯의 추출 공정별 특성 비교 및 최적 추출조건 설정

1) 중심합성계획에 의한 팽이버섯 추출물의 품질특성을 회귀식과 반응표면 분석에 의해 예측한 결과 수율변화, 갈변도 및 아질산염 소거작용은 에탄올 농도에 크게 영향을 받는 것으로 나타났고, 총 폴리페놀 함량의 경우 에탄올 농도가 증가할수록 microwave power가 증가할수록 우수한 것으로 나타났다. 또한 tyrosinase 저해작용의 경우 microwave power에 반비례하는 것으로 나타났다.

2) MAE 추출법에 의한 팽이버섯의 추출조건 최적화를 위한 최적 추출

조건 범위를 예측한 결과, 추출물의 품질을 대상으로 하였을 경우 microwave power 47.21~76.05, 에탄올 농도 10.25~43.56%, 추출시간 5.72분 이었다.

3) 중심합성계획에 의한 만가닥 버섯 추출물의 품질특성을 회귀식과 반응표면 분석에 의해 예측한 결과 수율은 ethanol 농도에 큰 영향을 받았으며, 전자공여능 및 갈변도, tyrosinase 저해작용, 총폴리페놀 함량은 ethanol 농도가 증가할수록, microwave power가 증가할수록 생리활성이 우수한 것으로 나타났으나, 아질산염 소거작용의 경우 ethanol 농도 및 추출시간에 크게 영향 받지 않는 것으로 나타났다.

4) MAE 추출법에 의한 만가닥버섯의 추출조건 최적화를 위한 최적 추출조건 범위를 예측한 결과 추출물의 품질을 대상으로 하였을 경우 microwave power 53.20~ 64.01, 에탄올 농도 60.15~102.75%, 추출시간 7.77분 이었다.

다. 팽이 및 만가닥 버섯의 기능성 소재화 및 가공품의 개발

1) 팽이 및 만가닥 버섯을 water, 50% ethanol, 75% ethanol로 추출한 결과 ethanol 추출물에 비해 water 추출물이 명도가 높고 투과도 면에서도 우수하였다. 추출용매의 ethanol 농도가 높을수록 고형분 함량은 높았으나 투과율이 매우 낮게 나타났다

2) 팽이버섯의 수세기 수분흡수량은 무게 중량의 37.48%였고, 만가닥 버섯은 37.49%의 물을 흡수하였다. 또한 추출시 당도변화는 가수량에

관계없이 30분정도면 모두 평형을 이루었고, 4배와 6배 처리한 군에 비해 2배 처리한 것이 보다 효율적이었다. 수율면에서는 4배수 처리한 것이 더 높긴하였지만 추출 효율 및 적정 고형분 함량을 고려해 볼 때 2배수 처리한 것이 가장 효율적인 것으로 나타났다.

3) 버섯 및 생약재, 과즙을 이용한 혼합액상차는 팽이 및 만가닥 버섯과 잘 어울리는 당귀, 대추 및 사과, 레몬 매실향을 부재료로 선별하여 각 버섯별로 2가지 형태의 배합비를 제시하였다.

4) 팽이버섯 음료 최종 배합비 A type은 팽이버섯 추출액 25%, 사과농축액 1.03%, 당귀 추출액 5%, 설탕 및 고과당 6%, 구연산 0.1%, 물 62.97%로 제조되었다. B type은 팽이버섯 추출액 25%, 레몬 착즙액 4.05%, 대추추출액 16.68%, 설탕 및 고과당 6%, 매실향 0.2%, 구연산 0.05%, 물 65.01%의 비로 제조되었다.

5) 만가닥 버섯 음료 최종 배합비 A type은 만가닥 버섯 추출액 43.75%, 사과농축액 1.03%, 당귀추출액 12.51%, 설탕 및 과당 6%, 구연산 0.15%, 물 36.71%로 제조되었다. B type은 만가닥 버섯 추출액 43.75%, 레몬착즙액 4.05%, 대추추출액 13.80%, 설탕 및 과당 6%, 매실향 0.2%, 구연산 0.05%, 물 32.20%의 비로 제조되었다.

6) 약 60. Brix 까지 농축된 버섯 추출물은 88%의 glucose 등과 함께 혼합하여, 15~20mesh 정도의 크기로 과립화하였고, 50~55℃에서 수분함량 8% 내외가 되도록 건조하여 팽이 및 만가닥 버섯 과립차를 제조하였다.

라. 팽이 및 만가닥 버섯의 저장 기술 및 미세캡슐화 기술 개발

1) 건조에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 저장 기술 개발

식품의 저장 과정에서 품질에 큰 영향을 주는 효소들의 활성을 억제하기 위해 peroxidase를 지표로 선정하여 건조 저장 및 냉동 저장의 전처리 공정인 blanching의 최적 조건을 얻을 수 있었다. 다양한 건조 방법을 통하여 팽이 및 만가닥 버섯을 건조할 때 가장 적합한 건조 방법을 찾기 위하여 건조시 발생하는 갈변과 건조된 버섯을 재수화 하였을 때의 재수화율을 기준으로 적합한 건조 방법을 탐색한 결과 동결 건조 방법이 갈변도와 재수화에서 가장 우수하였다.

2) 냉동에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 저장 기술 개발

각 버섯을 냉동 저장하였을 때에는 냉동 속도와 해동 방법이 drip loss에 미치는 영향과 냉동 온도와 해동 방법이 각 버섯의 texture에 미치는 영향을 조사하였다. Drip의 양은 냉동 온도가 낮아질수록, 냉동 속도가 빨라질수록, 상온에서 서서히 해동할수록 적어짐을 알 수 있었고, 냉동 온도와 해동 방법이 버섯의 texture에 미치는 영향은 극히 적음을 알 수 있었다. 따라서 drip을 최소화하는 방향으로 냉동 저장을 한다면 냉동 속도를 빠르게 하여 낮은 온도에서 냉동하고, 해동은 서서히 해 주는 것이 바람직 함을 알 수 있었다.

3) 팽이 및 만가닥 버섯에서 β -glucan 추출

시료:용매비, 추출 온도, 추출 시간을 요인 변수로 하여 버섯의 대표적 항산화 물질인 β -glucan 의 최적 추출 조건을 확립하였다. Main effect plot과

interaction plot, factorial desing에 의한 분산분석의 결과 팽이 버섯의 경우 용매비가 1:20, 추출온도 55℃, 추출시간 8 hr, 만가닥 버섯은 용매비가 1:20, 추출온도 40℃, 추출시간 8 hr에서 crude β -glucan의 최대수율을 얻을 수 있었다.

4) 버섯 추출물의 미세 캡슐화

버섯 추출물을 microencapsulation하기 위해 에탄올에 의한 버섯 extract 제조의 최적 조건을 반응 표면 분석을 통해 확립하였고, 이를 spray-drying을 통해 encapsulation하였다. Dextrin을 wall material로 사용하였고, dextrin의 양과, spray dryer의 inlet temperature를 요인 변수로, 제조된 파우더의 버섯 extract 함량을 반응 변수로 하여 버섯 추출물의 microencapsulation 최적 조건을 반응 표면 분석을 통해 확립하였다. 또한, 버섯 추출물을 encapsulation에 의해 함유한 파우더와 버섯 분말을 제품에 적용하였다.

2. 활용에 대한 건의

팽이 및 만가닥버섯의 생리활성 성분의 검색 및 유효성분의 추출방법을 개발하였고, 전처리 방법이나 추출조건에 따른 생리활성 성분을 비교분석하였다. 팽이 및 만가닥버섯의 생리 활성 성분을 추출 방법, 용매, 온도, 시간에 따라 비교하여 최적 추출조건을 설정하였다.

또한, 팽이 및 만가닥버섯의 다양한 제품 개발을 위해 버섯과 어울리는 소재를 선정하고, 선정한 소재의 적절한 농도를 결정하여 다양한 종류의 음료와 차를 개발하였다.

또, 버섯의 장기간 저장을 위해 저장에 가장 크게 영향을 미치는 인자들을 알아보고, 장기간 저장을 위한 바람직한 조건을 설정하였으며 미세 캡슐화 및 공정의 최적화를 위한 공정을 설계하였다.

팽이 및 만가닥버섯의 최적 추출 조건 즉, 추출 방법, 용매, 온도, 시간 등의 조건이나 팽이 및 만가닥버섯을 소재로 다양하게 개발된 제품들과 미세 캡슐화 및 최적화된 공정은 산업체나 농협 등에 기술 이전을 시도할 것이다.

SUMMARY

I. Title

Development of food material and processed foods from *Flammulina velutipes* and *Lyophyllum ulmarium*

II. Objectives and Importance of the Project

Production of cultivated edible mushrooms continues to increase because the mushrooms are delicious, nutritious and have health-stimulating properties. However, It is difficult to process because the fresh mushroom generally obtain 85~95% moisture. Therefore, It is necessary to development by convenience food.

The objective of this study was to developed the food materials and processing technology for *Flammulina velutipes* and *Lyophyllum ulmarium*.

III. Results of the Project

Section 1. Research of bioactivity and development of processed technology from mushrooms

This study was carried out to develop of extraction technology

for functional active components and determination of combination ratio for mushroom beverage and granule tea.

Fresh mushroom were extracted by microwave-assisted extraction(MAE) under different extraction conditions including solvent and microwave power. Functional activities of *Flammulina velutipes* extract and *Lyophyllum ulmarium* extract including electron donating ability, nitrite scavenging effect, tyrosinase activities and etc. were examined.

Functional activities of *Flammulina velutipes*, exactly, tyrosinase inhibition activity and nitrite scavenging effect increased as microwave power increased during extraction. However, total phenol content and electron donating ability reached maximum at the microwave power of 90 W. Total polyphenol content and electron donating ability increased as extraction time extended up to 15 min, but the highest tyrosinase inhibition was obtained after 5 min extraction. Significantly higher tyrosinase inhibition activity was found in 99% ethanol extract whereas greater nitrite scavenging effect was observed in the water extract. The maximum nitrite scavenging effect was found at pH 1.2 and decreased as pH increased.

In case of functional activities for *Lyophyllum ulmarium*, total polyphenol content increased as increasing microwave power up to 90 W in the water extracts. Electron donating ability increased with microwave power up to 90 W in 50% ethanol extract and 99% ethanol extract. Tyrosinase inhibition activity and nitrite

scavenging effect in the extract increased as microwave power increased during extraction. Total polyphenol content increased as extending extraction time up to 5 min in the water extract. But the highest electron donating ability and tyrosinase inhibition activity was obtained after 10 min extraction. Significantly higher total polyphenol content and electron donating ability were found in the water extract whereas greater tyrosinase inhibition activity and nitrite scavenging effect were observed in 99% ethanol extract. The maximum nitrite scavenging effect was found at pH 1.2 and decreased as pH increased.

Each of mushroom beverages were made of two type combination ratios that were used of medicinal plants and fruits. Combination ratio of A type product on *Flammulina velutipes* was mushroom ext.(25%), apple conc.(1.03%) and danggui ext.(5%), and that of B type product was mushroom ext.(25%), lemon ext.(4.05%), daechu ext.(16.68%) and maesil flavor(0.2%). Combination ratio of A type product on *Lyophyllum ulmariumm* was mushroom ext.(43.75%), apple conc.(1.03%) and danggui ext.(12.51%), and that of B type product was mushroom ext(43.75%), lemon ext.(4.05%), daechu ext.(13.80%) and maesil flavor(0.2%).

Mushroom extract was concentrated to about 60. Brix with glucose for preparing granule tea.

*Section 2. Development of Techniques to Diversify Food Products Made from *Flammulina velutipes* and *Lyophyllum ulmarium**

1. The optimization of blanching condition was carried out prior to drying process. Peroxidase was used as a standard enzyme to determine optimum blanching conditions of *Flammulina velutipes* and *Lyophyllum ulmarium*. Crude peroxidase extracted from the raw mushrooms had maximum activity at 10 °C ~ 15°C. Thermal inactivation of the crude peroxidase followed the first order kinetics. The activation energy and z value of the crude peroxidase driven from *Flammulina velutipes* were found to be 59.58 kcal/mol and 9.0°C while corresponding values were 43.05 kcal/mol and 12.4°C for *Lyophyllum ulmarium*. Thus, the best optimized blanching condition as a pre-treatment of drying process could be established. The blanching condition of *Flammulina velutipes* was 2~3 minutes at 75°C or 1 minute at above 80°C and that of *Lyophyllum ulmarium* is 2 minutes at 85 °C or 1 minute at 90°C.

2. The mushroom is dried by means of various drying method and best drying process which minimize the degree of browning and maximize the rehydration rate is determined. The drying devices are hot-air dryer, vacuum dryer and freeze dryer. And drying temperature of hot-air drying and vacuum drying is 40°C

~70°C and the temperature range is 15°C ~30°C in case of freeze drying. After all, the drying method which can minimize the degree of browning and maximize the rehydration rate is the freeze drying. Consequently, the quality of mushrooms dried by freeze drying was found to be superior to other drying methods.

3. The optimization of blanching condition was carried out prior to freezing process. The drip loss and the texture of mushroom after melting were measured and the optimizing of freezing temperature and freezing rate was carried out. The drip loss was decreased due to the increased freezing temperature, fast freezing rate and slow melting rate.

4. The extraction conditions of β -glucan were optimized. The parameters considered in the optimization included the ratio of dried mushrooms to distilled water, extraction temperature and extraction time. The optimum extraction conditions of β -glucan extracted from *Flammulina velutipes* and *Lyophyllum ulmarium* were 1:20, 55°C, 8 hr and 1:20, 40°C, 8 hr, respectively.

5. The mushroom extract was made by extraction process in order to use as a core material of microcapsule. The extraction condition of mushroom by ethanol was optimized by using response surface analysis. The independent variables were the ratio of dried mushroom to ethanol, extraction temperature and

extraction time. The dependent variable was the yield of extract. The optimum condition of *Flammulina velutipes* extraction was 1:52, 46°C and 5.47 hr while that of *Lyophyllum ulmarium* was 1:61, 49°C and 4.65 hr. The maximum extract yield of *Flammulina velutipes* and *Lyophyllum ulmarium* was 0.205 g/g mushroom and 0.223 g/g mushroom, respectively.

6. The encapsulation of each mushroom extract was carried out and the optimum conditions of it was determined by using response surface analysis. The independent variables were amount of dextrin as a wall material and inlet temperature of spray dryer. The dependent variable was the ratio of encapsulated extract to 1 g powder. The optimum conditions of encapsulation of *Flammulina velutipes* extract was 45 g, 103°C and the amount of extract in 1 g of microcapsule was 0.0824 g. And the condition of *Lyophyllum ulmarium* was 39 g, 107°C and the extract was 0.0237 g.

C O N T E N T S

| | |
|--|----|
| I. Outlines of the Project | 44 |
| 1. Objectives of the Project | 44 |
| 2. Necessities of the Project | 45 |
| 3. Scopes of the Project | 46 |
| II. R&D Status in Domestic and Overseas | 47 |
| 1. Status and Problems in Related Technology | 47 |
| 2. Levels of the Results and Prospects | 48 |
| III. Contents of the Project and Its Results | 49 |
| <i>Section 1. Research of bioactivity and development of processed technology from mushrooms</i> | 49 |
| 1. Introduction | 49 |
| 2. Materials and methods | 51 |
| a. Materials | 51 |
| b. Experimental methods | 51 |
| 1) Extraction techniques of functional active component from | |

| | |
|--|----|
| <i>Flammulina velutipes</i> and <i>Lyophyllum ulmarium</i> | 51 |
| a) Microwave assisted extractor and extraction condition | 51 |
| b) Determination of yield | 52 |
| c) Determination of activities | 52 |
| (1) Total polyphenol content | 52 |
| (2) Electron donating abilities | 53 |
| (3) ACE inhibitory effect | 53 |
| (4) Tyrosinase inhibitory effect | 54 |
| (5) Nitrite scavenging activity | 55 |
| (6) Browning color | 56 |
| d) Conventional extraction and microwave assisted extraction · | 56 |
| e) Determination of activities by cooking methods | 56 |
| 2) Characterization of extract and optimum extraction condition by extraction process | 57 |
| a) Preliminary experiment of extraction condition | 57 |
| b) Central composite design for optimization of extraction condition | 57 |
| c) Prediction and substantiation of optimum extraction condition | 59 |
| 3) Development of functional materials and processed foodstuffs | 60 |
| a) Properties of mushroom extract | 60 |
| (1) Color | 60 |
| (2) Turbidity | 60 |
| (3) Soluble solid content | 61 |

| | |
|--|-----------|
| (4) Free sugar content | 61 |
| b) Absorption of water by washing | 62 |
| c) Soluble solid contents according to change of added water amount | 62 |
| d) Development of drink product using <i>Flammulina velutipes</i> and <i>Lyphyllum ulmarium</i> | 62 |
| e) Development of granule tea using <i>Flammulina velutipes</i> and <i>Lyphyllum ulmarium</i> | 63 |
| | |
| 3. Results and discussion | 63 |
| a. Extraction technique of functional active compound from <i>Flammulina velutipes</i> and <i>Lyphyllum ulmarium</i> | 63 |
| 1) Functional activities according to change of microwave power | 63 |
| a) Functional activities according to change of microwave power of <i>Flammulina velutipes</i> | 63 |
| (1) Yield | 63 |
| (2) Total polyphenol content | 63 |
| (3) Electron donating abilities | 65 |
| (4) Tyrosinase inhibitory effect | 66 |
| (5) Nitrite scavenging activity | 66 |
| b) Functional activities according to change of microwave power of <i>Lyphyllum ulmarium</i> | 68 |

| | |
|--|----|
| (1) Yield | 68 |
| (2) Total polyphenol content | 68 |
| (3) Browning color | 68 |
| (4) Electron donating abilities | 69 |
| (5) Tyrosinase inhibitory effect | 70 |
| (6) Nitrite scavenging activity | 71 |
| 2) Functional activities according to change of irradiation time ... | 73 |
| a) Functional activities according to change of irradiation time on <i>Flammulina velutipes</i> | 73 |
| (1) Yield | 73 |
| (2) Total polyphenol content | 73 |
| (3) Electron donating abilities | 75 |
| (4) Tyrosinase inhibitory effect | 76 |
| (5) Nitrite scavenging activity | 76 |
| b) Functional activities according to change of irradiation time on <i>Lyphyllum ulmarium</i> | 78 |
| (1) Yield | 78 |
| (2) Total polyphenol content | 78 |
| (3) Browning color | 78 |
| (4) Electron donating abilities | 80 |
| (5) Tyrosinase inhibitory effect | 81 |
| (6) Nitrite scavenging activity | 82 |
| 3) Functional activities according to change of sample to solvent ratio | 83 |

| | | |
|-----|---|----|
| a) | Functional activities according to change of sample to solvent ratio on <i>Flammulina velutipes</i> | 83 |
| (1) | Yield | 83 |
| (2) | Total polyphenol content | 84 |
| (3) | Browning color | 84 |
| (4) | Electron donating abilities | 85 |
| (5) | Tyrosinase inhibitory effect | 86 |
| (6) | Nitrite scavenging activity | 87 |
| b) | Functional activities according to change of sample to solvent ratio on <i>Lyphyllum ulmarium</i> | 88 |
| (1) | Yield | 88 |
| (2) | Total polyphenol content | 89 |
| (3) | Browning color | 89 |
| (4) | Electron donating abilities | 90 |
| (5) | Tyrosinase inhibitory effect | 91 |
| (6) | Nitrite scavenging activity | 92 |
| 4) | Functional activities according to conventional extraction | 94 |
| a) | Functional activities according to conventional extraction on <i>Flammulina velutipes</i> | 94 |
| (1) | Yield | 94 |
| (2) | Total polyphenol content | 94 |
| (3) | Browning color | 95 |
| (4) | Electron donating abilities | 96 |
| b) | Functional activities according to conventional extraction on | |

| | |
|---|-----|
| <i>Lyphyllum ulmarium</i> | 97 |
| (1) Yield | 97 |
| (2) Total polyphenol content | 97 |
| (3) Browning color | 97 |
| (4) Electron donating abilities | 98 |
| 5) Functional activities according to cooking methods | 99 |
| a) Functional activities according to cooking methods on <i>Flammulina velutipes</i> | 99 |
| (1) Total polyphenol content | 99 |
| (2) Electron donating abilities | 100 |
| (3) Tyrosinase inhibitory effect | 101 |
| (4) Nitrite scavenging activity | 102 |
| b) Functional activities according to cooking methods on <i>Lyphyllum ulmarium</i> | 103 |
| (1) Total polyphenol content | 103 |
| (2) Electron donating abilities | 104 |
| (3) Tyrosinase inhibitory effect | 105 |
| (4) Nitrite scavenging activity | 106 |
| b. Characterization and optimum extraction condition of <i>Flammulina velutipes</i> and <i>Lyphyllum ulmarium</i> extract according to extraction process | 108 |
| 1) Optimum extraction condition of <i>Flammulina velutipes</i> and <i>Lyphyllum ulmarium</i> | 108 |
| a) Optimum extraction condition of <i>Flammulina velutipes</i> | 108 |

| | |
|---|-----|
| (1) Quality of extract and optimization of extraction process | 108 |
| (2) Substantiation of predicted condition in extraction condition | 120 |
| (a) Optimization of extraction condition | 120 |
| (b) Substantiation of predicted condition | 122 |
| b) Optimum extraction condition of <i>Lyphyllum ulmarium</i> | 123 |
| (1) Quality of extract and optimization of extraction process | 123 |
| (2) Substantiation of predicted condition in extraction condition | 135 |
| (a) Optimization of extraction condition | 135 |
| (b) Substantiation of predicted condition | 137 |
| 2) Identification of extractive efficiencies | 138 |
| a) Identification of extractive efficiencies with <i>Flammulina velutipes</i> | 138 |
| (1) Extractive efficiencies by microwave power in MAE | 138 |
| (2) Extractive efficiencies by extraction time | 141 |
| (3) Extractive efficiencies by sample to solvent ratio | 145 |
| b) Identification of extractive efficiencies with <i>Lyphyllum ulmarium</i> | 147 |
| (1) Extractive efficiencies by microwave power in MAE | 147 |
| (2) Extractive efficiencies by extraction time | 150 |
| (3) Extractive efficiencies by sample to solvent ratio | 154 |

| | |
|--|-----|
| 3) Estimation of eliminated solvent from extract | 156 |
| a) Estimation of eliminated solvent from extract of <i>Flammulina velutipes</i> | 156 |
| b) Estimation of eliminated solvent from extract of <i>Lyphillum ulmarium</i> | 157 |
| c. Development of functional materials and processed foodstuffs from <i>Flammulina velutipes</i> and <i>Lyphillum ulmarium</i> | 158 |
| 1) Properties of <i>Flammulina velutipes</i> and <i>Lyphillum ulmarium</i> extract | 158 |
| a) Properties of <i>Flammulina velutipes</i> extract | 158 |
| (1) Color | 158 |
| (2) Turbidity | 160 |
| (3) Soluble solid content | 161 |
| (4) Free sugar content | 162 |
| b) Properties of <i>Lyphillum ulmarium</i> extract | 163 |
| (1) Color | 163 |
| (2) Turbidity | 164 |
| (3) Soluble solid content | 165 |
| (4) Free sugar content | 166 |
| 2) Choice of extraction condition from <i>Flammulina velutipes</i> and <i>Lyphillum ulmarium</i> | 167 |
| a) Choice of extraction condition from <i>Flammulina velutipes</i> · | 167 |
| (1) Moisture content of <i>Flammulina velutipes</i> by washing · | 167 |

| | |
|---|-----|
| (2) Soluble solid contents and yield according to change of added water amount | 167 |
| b) Choice of extraction condition from <i>Lyphyllum ulmarium</i> ... | 170 |
| (1) Moisture content of <i>Lyphyllum ulmarium</i> by washing ... | 170 |
| (2) Soluble solid contents and yield according to change of added water amount | 170 |
| 3) Development of <i>Flammulina velutipes</i> and <i>Lyphyllum ulmarium</i> drink | 172 |
| a) Determination of optimum concentration on <i>Flammulina velutipes</i> and additional materials | 172 |
| (1) Determination of optimum concentration on <i>Flammulina velutipes</i> | 172 |
| (2) Choice of additional materials and determination of combination ratio | 174 |
| (a) Optimum concentration of apple concentration and danggui extract | 174 |
| ① 1st combination | 174 |
| ② 2nd combination | 176 |
| (b) Optimum concentration of lemon extract, daechu extract and maesil falvor | 178 |
| ① 1st combination | 178 |
| ② 2nd combination | 180 |
| ③ 3rd combination | 182 |
| b) Determination of optimum concentration on <i>Lyphyllum</i> | |

| | |
|--|---------|
| <i>ulmarium</i> and additional materials | 184 |
| (1) Determination of optimum concentration on <i>Lyphyllum</i> <i>ulmarium</i> | 184 |
| (2) Choice of additional materials and determination of combination ratio | 186 |
| (a) Optimum concentration of apple concentration and danggui extract | 186 |
| ① 1st combination | 186 |
| ② 2nd combination | 188 |
| (b) Optimum concentration of lemon extract, daechu extract and maesil flavor | 191 |
| ① 1st combination | 191 |
| ② 2nd combination | 191 |
| ③ 3rd combination | 193 |
| c) Manufacturing process of mushroom drink product | 196 |
| 4) Preparation of granule tea using <i>Flammulina velutipes</i> and <i>Lyphyllum ulmarium</i> | 198 |
| a) Extraction and concentration of mushroom | 198 |
| b) Combination of additional materials | 198 |
| c) Granule tea and drying | 199 |
| d) Manufacturing process of granule tea | 199 |
| 4. Conclusion | 201 |

Section 2. Development of Techniques to Diversity Food Products Made from Flammulina velutipes and Lyopyllum ulmarium 203

| | |
|---|-----|
| 1. Introduction | 203 |
| 2. Materials and Methods | 206 |
| 1) Materials | 206 |
| 2) Methods | 207 |
| 3. Results and Discussion | 222 |
| 1) Development of storage technique of mushrooms by means of drying process | 222 |
| 2) Development of storage technique of mushrooms by means of freezing process | 237 |
| 3) Extraction of β -glucan from mushroom | 247 |
| 4) Micro-encapsulation of mushroom extract | 255 |
| 5) Production of various novel product with <i>Flammulina velutipes</i> and <i>Lyopyllum ulmarium</i> | 273 |
| a) Processed product with mushroom extract micro-capsule .. | 273 |
| b) Processed producer with mushroom powder | 280 |
| c) Design of new food plant which produce novel food containing mushroom ingredient | 283 |
| 4. Conclusions | 309 |

| | |
|--|-----|
| IV. Goal Accomplishment and Subsequent Contributions | |
| | 311 |
| V. Application Plan of the Results | 313 |
| VI. Overseas Information on Science and Technology | |
| during the Project Years | 316 |
| VII. References | 317 |

목 차

| | |
|-------------------------------------|----|
| 제 1 장 연구 개발 과제의 개요 | 44 |
| 제 1 절 연구 개발의 목적 | 44 |
| 제 2 절 연구 개발의 필요성 | 45 |
| 제 3 절 연구 개발의 범위 | 46 |
| | |
| 제 2 장 국내외 기술 개발 현황 | 47 |
| 제 1 절 국내외 관련 기술의 현황과 문제점 | 47 |
| 제 2 절 앞으로의 전망 | 48 |
| | |
| 제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과 | 49 |
| | |
| 제 1 세부 버섯류의 생리활성 검색 및 가공기술 개발 | 49 |
| | |
| 제 1 절 서 론 | 49 |
| | |
| 제 2 절 재료 및 방법 | 51 |
| 1. 재료 | 51 |
| 2. 실험 방법 | 51 |
| 가. 팽이 및 만가닥 버섯의 유효성분 추출기술 | 51 |
| 1) MAE 장치 및 추출조건 | 51 |
| 2) 수율측정 | 52 |
| 3) 생리활성 성분의 측정 | 52 |

| | |
|--|----|
| 가) 총 폴리페놀 함량 측정 | 52 |
| 나) 전자공여작용의 측정 | 53 |
| 다) ACE 저해 작용 측정 | 53 |
| 라) Tyrosinase 저해 효과 측정 | 54 |
| 마) 아질산염 소거 작용의 측정 | 55 |
| 바) 갈색도(Browning color) 측정 | 56 |
| 4) 현행추출(conventional extraction; CE)과 MAE 추출 | 56 |
| 5) 전처리 방법에 따른 생리활성 측정 | 56 |
| 나. 추출공정별 팽이 및 만가닥 버섯의 특성 및 최적추출 조건 설정 ... | 57 |
| 1) 추출조건의 예비설정 | 57 |
| 2) 추출조건 최적화를 위한 중심합성 실험계획 | 57 |
| 3) 최적 추출조건의 예측 및 실증실험 | 59 |
| 다. 팽이 및 만가닥 버섯의 기능성 소재화 및 가공품의 개발 | 60 |
| 1) 버섯 추출물의 특성 조사 | 60 |
| 가) 색도 | 60 |
| 나) 탁도 | 60 |
| 다) 당도 | 61 |
| 라) 유리당 | 61 |
| 2) 수세기 버섯의 수분 흡수량 | 62 |
| 3) 가수량별 당도 변화 | 62 |
| 4) 팽이 및 만가닥버섯 음료의 개발 | 62 |
| 5) 팽이 및 만가닥 버섯을 이용한 과립차의 개발 | 63 |
| | |
| 제 3 절 결과 및 고찰 | 63 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. 팽이 및 만가닥 버섯의 유효성분 추출기술 개발 | 63 |
| 가. 추출 power에 따른 생리활성 성분 | 63 |
| 1) 추출 power에 따른 팽이버섯의 생리활성 성분 | 63 |
| 가) 수율 | 63 |
| 나) 총 폴리페놀 함량 | 63 |
| 다) 전자공여작용 | 65 |
| 라) Tyrosinase 저해 작용 | 66 |
| 마) 아질산염 소거작용 | 66 |
| 2) 추출 power에 따른 만가닥 버섯의 생리활성 성분 | 68 |
| 가) 수율 | 68 |
| 나) 총 폴리페놀 함량 | 68 |
| 다) 갈색도 | 68 |
| 라) 전자공여작용 | 69 |
| 마) Tyrosinase 저해작용 | 70 |
| 바) 아질산염 소거작용 | 71 |
| 나. 추출시간에 따른 생리활성 성분 | 73 |
| 1) 추출시간에 따른 팽이버섯의 생리활성 성분 | 73 |
| 가) 수율 | 73 |
| 나) 총 폴리페놀 함량 | 73 |
| 다) 전자공여작용 | 75 |
| 라) Tyrosinase 저해작용 | 76 |
| 마) 아질산염 소거작용 | 76 |
| 2) 추출시간에 따른 만가닥 버섯의 생리활성 성분 | 78 |
| 가) 수율 | 78 |
| 나) 총 폴리페놀 함량 | 78 |

| | |
|--|----|
| 다) 갈색도 | 78 |
| 라) 전자공여작용 | 80 |
| 마) Tyrosinase 저해작용 | 81 |
| 바) 아질산염 소거작용 | 82 |
| 다. 시료 대 용매비에 따른 생리활성 성분 | 83 |
| 1) 시료 대 용매비에 따른 팽이버섯의 생리활성 성분 | 83 |
| 가) 수율 | 83 |
| 나) 총 폴리페놀 함량 | 84 |
| 다) 갈색도 | 84 |
| 라) 전자공여작용 | 85 |
| 마) Tyrosinase 저해작용 | 86 |
| 바) 아질산염 소거작용 | 87 |
| 2) 시료 대 용매비에 따른 만가닥 버섯의 생리활성 성분 | 88 |
| 가) 수율 | 88 |
| 나) 총 폴리페놀 함량 | 89 |
| 다) 갈색도 | 89 |
| 라) 전자공여작용 | 90 |
| 마) Tyrosinase 저해작용 | 91 |
| 바) 아질산염 소거작용 | 92 |
| 라. CE(conventional extraction)에 따른 생리활성 성분 | 94 |
| 1) CE에 따른 팽이버섯의 생리활성 성분 | 94 |
| 가) 수율 | 94 |
| 나) 총 폴리페놀 함량 | 94 |
| 다) 갈색도 | 95 |
| 라) 전자공여작용 | 96 |

| | |
|---|-----|
| 2) CE에 따른 만가닥 버섯의 생리활성 성분 | 97 |
| 가) 수율 | 97 |
| 나) 총 폴리페놀 함량 | 97 |
| 다) 갈색도 | 97 |
| 라) 전자공여작용 | 98 |
| 마. 전처리 방법에 따른 생리활성 성분 | 99 |
| 1) 전처리 방법에 따른 팽이버섯의 생리활성 성분 | 99 |
| 가) 총 폴리페놀 함량 | 99 |
| 나) 전자공여작용 | 100 |
| 다) Tyrosinase 저해작용 | 101 |
| 라) 아질산염 소거작용 | 102 |
| 2) 전처리방법에 따른 만가닥버섯의 생리활성 성분 | 103 |
| 가) 총 폴리페놀 함량 | 103 |
| 나) 전자공여작용 | 104 |
| 다) Tyrosinase 저해작용 | 105 |
| 라) 아질산염 소거작용 | 106 |
| | |
| 2. 추출공정별 팽이 및 만가닥 버섯의 특성 및 최적 추출조건 설정 | 108 |
| 가. 팽이 및 만가닥 버섯의 최적 추출조건 설정 | 108 |
| 1) 팽이버섯의 최적 추출조건 설정 | 108 |
| 가) 추출물의 품질 특성 및 추출공정 최적화 | 108 |
| 나) 추출공정 최적 예측조건의 실증 | 120 |
| (1) 추출조건의 최적화 | 120 |
| (2) 예측조건의 실증 | 122 |
| 2) 만가닥버섯의 최적 추출조건 설정 | 123 |

| | |
|---|-----|
| 가) 추출물의 품질 특성 및 추출공정 최적화 | 123 |
| 나) 추출공정 최적 예측조건의 실증 | 135 |
| (1) 추출조건의 최적화 | 135 |
| (2) 예측조건의 실증 | 137 |
| 나. 팽이 및 만가닥 버섯의 추출 효율 확인 | 138 |
| 1) 팽이버섯의 추출 효율 확인 | 138 |
| 가) Microwave power별 추출효율 | 138 |
| 나) 추출시간별 추출효율 | 141 |
| 다) 시료 대 용매비별 추출효율 | 145 |
| 2) 만가닥버섯의 추출 효율 확인 | 147 |
| 가) Microwave power별 추출효율 | 147 |
| 나) 추출시간별 추출효율 | 150 |
| 다) 시료 대 용매비별 추출효율 | 154 |
| 다. 추출물의 용매제거 제품평가 시험 | 156 |
| 1) 팽이버섯 추출물의 용매제거 제품평가 | 156 |
| 2) 만가닥버섯 추출물의 용매제거 제품평가 | 157 |
| 3. 팽이 및 만가닥 버섯의 기능성 소재화 및 가공품의 개발 | 158 |
| 가. 팽이 및 만가닥 버섯 추출물의 특성 조사 | 158 |
| 1) 팽이버섯 추출물의 특성 조사 | 158 |
| 가) 색도 | 158 |
| 나) 탁도 | 160 |
| 다) 당도 | 161 |
| 라) 유리당 | 162 |
| 2) 만가닥버섯 추출물의 특성 조사 | 163 |
| 가) 색도 | 163 |

| | |
|--|-----|
| 나) 탁도 | 164 |
| 다) 당도 | 165 |
| 라) 유리당 | 166 |
| 나. 팽이 및 만가닥버섯의 추출 조건 설정 | 167 |
| 1) 팽이버섯의 추출조건 설정 | 167 |
| 가) 수세기 팽이버섯의 수분함량 | 167 |
| 나) 가수량별 당도 변화 및 수율조사 | 167 |
| 2) 만가닥버섯의 추출조건 설정 | 170 |
| 가) 수세기 만가닥버섯의 수분함량 | 170 |
| 나) 가수량별 당도 변화 및 수율조사 | 170 |
| 다. 팽이 및 만가닥버섯 음료의 개발 | 172 |
| 1) 팽이버섯 및 부재료의 적정 음용농도 결정 | 172 |
| 가) 팽이버섯의 적정 음용 농도 결정 | 172 |
| 나) 부재료 종류의 선정 및 배합비 결정 | 174 |
| (1) 사과농축액 및 당귀농축액의 적정 음용농도 결정 | 174 |
| (가) 1차 배합 | 174 |
| (나) 2차 배합 | 176 |
| (2) 레몬착즙액 및 대추추출물, 매실향의 적정 음용농도 결정 | 178 |
| (가) 1차 배합 | 178 |
| (나) 2차 배합 | 180 |
| (다) 3차 배합 | 182 |
| 2) 만가닥버섯 및 부재료의 적정 음용농도 결정 | 184 |
| 가) 만가닥버섯의 적정 음용 농도 결정 | 184 |
| 나) 부재료 종류의 선정 및 배합비 결정 | 186 |
| (1) 사과농축액 및 당귀농축액의 적정 음용농도 결정 | 186 |

| | |
|--|-----|
| (가) 1차 배합 | 186 |
| (나) 2차 배합 | 188 |
| (2) 레몬착즙액 및 대추추출액, 매실향의 적정 음용농도 결정 | 191 |
| (가) 1차 배합 | 191 |
| (나) 2차 배합 | 191 |
| (다) 3차 배합 | 193 |
| 3) 버섯 음료의 제조 공정 | 196 |
| 라. 팽이 및 만가닥 버섯 과립차의 제조 | 198 |
| 1) 버섯의 추출 및 농도 | 198 |
| 2) 부형제의 배합 | 198 |
| 3) 과립화 및 건조 | 199 |
| 4) 과립차의 제조 공정 | 199 |
| | |
| 제 4 절 결 론 | 201 |
| | |
| 위탁과제 팽이 및 만가닥 버섯의 가공제품 다양화 기술 개발 | 203 |
| | |
| 제 1 절 서론 | 203 |
| | |
| 제 2 절 재료 및 방법 | 206 |
| | |
| 1. 재료 | 206 |
| 2. 실험 방법 | 207 |
| 가. 건조에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 저장 기술 개발 | 207 |
| 1) 건조 전처리 공정으로서 blanching의 최적조건 확립 | 207 |

| | |
|---|-----|
| 가) 시료의 전처리 | 207 |
| 나) 조효소액 제조 | 207 |
| 다) 효소의 활성 측정 | 207 |
| 라) 온도에 따른 효소의 활성 측정 | 208 |
| 마) 가열 온도와 시간에 따른 효소의 활성 측정 | 208 |
| 2) 다양한 방법에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 건조 | 208 |
| 가) 시료의 전처리 | 208 |
| 나) 건조 방법 | 209 |
| 다) 수분함량 측정 | 209 |
| 라) 갈변도 | 210 |
| 마) 재수화 | 210 |
| 나. 냉동에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 저장 기술 개발 | 210 |
| 1) 냉동 전처리공정으로서 blanching의 최적조건 확립 | 210 |
| 가) 시료의 전처리 | 210 |
| 나) Blanching 조건 | 211 |
| 다) Crude peroxidase의 추출 | 211 |
| 라) Crude peroxidase 활성 측정 | 211 |
| 마) Thermal parameter | 211 |
| 2) 팽이 및 만가닥 버섯의 냉동 실험 | 212 |
| 가) 시료의 전처리 | 212 |
| 나) 다양한 온도에서 냉동 | 212 |
| 다) 냉동 속도의 측정 | 212 |
| 라) 여러 가지 조건으로 해동 | 213 |
| 마) Drip의 측정 | 213 |
| 바) Texture analyzer를 이용한 자름힘의 측정 | 214 |

| | |
|---|-----|
| 다. 팽이 및 만가닥 버섯에서 β -glucan 추출 | 214 |
| 1) 시료 전처리 | 214 |
| 2) 추출방법 | 214 |
| 3) 추출조건의 선정 | 215 |
| 4) β -glucan의 순도 | 216 |
| 5) Reagent blank와 glucose standard | 216 |
| 라. 버섯 추출물의 미세 캡슐화 | 217 |
| 1) 건조된 팽이 및 만가닥 버섯의 분말 조제 | 217 |
| 2) 버섯 분말의 에탄올에 의한 추출 최적 조건 확립 | 217 |
| 3) 분무 건조에 의한 에탄올 추출물의 미세 캡슐화 최적 조건 확립 | 218 |
| 4) 미세캡슐화 분말의 물성 조사 | 220 |
| | |
| 제 3 절 결과 및 고찰 | 222 |
| | |
| 1. 건조에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 저장 기술 개발 | 222 |
| 가. 건조 전처리 공정으로서 blanching의 최적조건 확립 | 222 |
| 1) Peroxidase의 활성에 미치는 온도의 영향 | 222 |
| 2) 효소의 열 불활성화 | 224 |
| 3) Blanching 최적 조건의 확립 | 228 |
| 나. 다양한 방법에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 건조 | 230 |
| 1) 팽이 및 만가닥 버섯의 수분함량 측정 | 230 |
| 2) 건조 방법에 따른 건조 조건의 확립 | 231 |
| 가) 열풍건조 | 231 |
| 나) 진공건조와 동결건조 | 233 |
| 3) 갈변도 및 재수화 | 233 |

| | |
|---|-----|
| 가) 열풍건조 | 233 |
| 나) 진공건조 | 236 |
| 다) 동결건조 | 236 |
| 2. 냉동에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 저장 기술 개발 | 237 |
| 가. 냉동 전처리공정으로서 blanching의 최적조건 확립 | 237 |
| 1) Peroxidase의 활성에 미치는 blanching의 영향 | 237 |
| 2) Blanching에 의한 peroxidase의 열저항성 | 240 |
| 나. 팽이 및 만가닥 버섯의 냉동 실험 | 242 |
| 1) 냉동 속도의 측정 | 242 |
| 2) 냉동 속도가 drip의 양에 미치는 영향 | 243 |
| 3) 해동 방법이 drip에 미치는 영향 | 244 |
| 4) 냉동 온도가 버섯의 texture 에 미치는 영향 | 245 |
| 5) 해동 방법이 버섯의 texture 에 미치는 영향 | 246 |
| 6) 냉동 및 해동 최적 조건의 확립 | 246 |
| 3. 팽이 및 만가닥 버섯에서 β -glucan 추출 | 247 |
| 가. Crude β -glucan 추출의 요인 변수 | 247 |
| 나. crude β -glucan의 최적 추출 조건 | 252 |
| 다. (1-3)(1-4) beta-d-glucan의 순도 | 254 |
| 4. 버섯 추출물의 미세 캡슐화 | 255 |
| 가. 버섯 분말의 에탄올에 의한 추출 최적 조건 확립 | 255 |
| 1) 팽이버섯 (<i>Flammulina velutipes</i>) | 255 |
| 2) 만가닥버섯 (<i>Lyopyllum ulmarium</i>) | 259 |
| 나. 분무 건조에 의한 에탄올 추출물의 미세 캡슐화 최적 조건 확립 | 263 |
| 1) 팽이버섯 (<i>Flammulina velutipes</i>) | 264 |
| 2) 만가닥버섯 (<i>Lyopyllum ulmarium</i>) | 268 |

| | |
|--|-----|
| 다. 미세캡슐화 분말의 물성 | 272 |
| 5. 팽이 및 만가닥 버섯을 이용한 다양한 신제품 생산 | 273 |
| 가. 미세 캡슐화 버섯 추출물의 가공식품 적용 | 273 |
| 1) 관련 시장 동향 | 273 |
| 2) 현재 시판되는 상품 | 276 |
| 3) 버섯캡슐의 특징 | 277 |
| 4) 제품 기획 | 278 |
| 5) 버섯 국수 제조 | 278 |
| 가) 버섯 추출물 함유 instant noodle의 제조 | 279 |
| 6) 버섯 추출물 함유 쿠키 제조 | 280 |
| 나. 분말화된 버섯의 가공식품 적용 | 280 |
| 가) 건조된 팽이 및 만가닥 버섯의 분말 조제 | 280 |
| 1) 가공식품 적용에 적절한 분말 조제 방법 결정 | 280 |
| 2) 버섯 분말의 조제 | 282 |
| 나) 버섯 분말의 가공식품 적용 | 282 |
| 1) 분말 라면 스프 제조 | 283 |
| 6. 팽이 및 만가닥 버섯을 이용한 가공 신제품을 위한 공장 설계 | 283 |
| 가. 공장 성계를 위한 프로젝트의 범위 설정 | 284 |
| 1) 제품 | 284 |
| 2) 공정의 구분 | 284 |
| 3) 생산량 | 285 |
| 4) 포장 | 286 |
| 5) 제품의 품질 | 287 |
| 6) 공정의 효율 | 287 |
| 7) 원료 및 재료의 저장 | 287 |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| 8) 유통 경로 | 288 |
| 9) 폐기물 처리 | 288 |
| 10) 완공 시기 | 288 |
| 나. 공정 설계 | 289 |
| 1) 버섯 추출물 파우더 제조 공정 | 289 |
| 2) 건면 제조 공정 | 290 |
| 다. 기계목록 및 공장배치도 | 295 |
| 라. 에너지 및 유틸리티 수지, 인력 수요의 추정 | 299 |
| 1) 에너지수지 | 299 |
| 2) 유틸리티 수지 | 299 |
| 가) 전력 사용량의 추정 | 299 |
| 나) 압축 공기 소요량 | 300 |
| 다) 용수 소요량 | 300 |
| 3) 인력 수요의 추정 | 300 |
| 마. 비용 계산 | 301 |
| 1) 고정 자본 투자 | 301 |
| 2) 원료비 | 302 |
| 3) 포장비 | 303 |
| 4) 노무비 | 304 |
| 5) 유틸리티 비용 | 305 |
| 6) 관리직 노임 | 305 |
| 7) 제조 원가 | 306 |
| 바. 경제성 분석 | 306 |
| | |
| 제 4 절 결 론 | 309 |

| | | |
|-------|----------------------------|-----|
| 제 4 장 | 목표 달성도 및 관련 분야에의 기여도 | 311 |
| 제 5 장 | 연구개발 결과의 활용 계획 | 313 |
| 제 6 장 | 연구개발과정에서 수집한 해외 과학기술 정보 .. | 316 |
| 제 7 장 | 참고 문헌 | 317 |

제 1 장 연구 개발 과제의 개요

제 1 절 연구 개발의 목적

최근 국민 식생활이 고급화됨에 따라 건강을 중시하는 소비자가 급증하면서 약품이 아닌 식품으로서 맛보다는 인체의 조절기능에 초점을 맞춘 이른바 기능성 식품을 요구하고 있는 실정이며, 향후 원료 농산물 및 가공식품에 대한 수입개방의 가속화로 농가소득 작목의 개발이 시급한 과제로 대두되고 있는 현실을 감안할 때 팽이 및 만가닥 버섯에 대한 새로운 가공방법의 개발에 따른 수요창출은 농가 소득 증대를 위한 특화작목으로 잠재력이 클 것으로 기대된다. 생체 버섯류는 가공적성이 매우 낮아 생체 그대로 국내에서 소비되고 있으며, 재배기술이 개선되어 증산 가능성이 매우 높으나 수요가 따르지 못해 계절적 공급과잉으로 인한 가격파동이 심하므로 출하조절을 위한 가공기술 개발이 필요하다. 그리고 오늘날 팽이 및 만가닥 버섯의 기호성이 30대 이후 중장년층이 주류를 이루고 있는 실정으로서, 이들 버섯에 대한 기호성을 20대까지 낮추어 누구나 손쉽게 섭취 할 수 있는 편의식품(convenience food) 유형의 팽이 및 만가닥버섯 제품이 개발되어야 한다.

따라서 본 연구는 예로부터 한방, 생약의 하나로 한국인들과는 친숙한 버섯류의 효능과 약리작용에 주안점을 두어 현대인의 기호에 적합한 다양한 형태의 버섯류 가공제품을 개발하고자 한다.

제 2 절 연구 개발의 필요성

최근에는 식생활의 향상 및 다양화로 인한 자연식품, 저칼로리 식품, 무공해 식품의 선호 추세로 버섯의 소비량이 날로 증가하고 있는 경향을 나타내고 있다. 그러나 국민소득의 증가로 식생활 패턴이 크게 변화하고 있어, 가공식품과 육류로부터의 많은 지방식품 섭취로 인해 고혈압, 고지혈증 등의 성인병이 증가하는 추세이다. 이와 같은 성인병의 발병 원인을 단적으로 지적한다면 식품의 균형적인 섭취가 미흡한데 있다고 할 수 있다. 가공 식품의 패턴은 달고 시큼하며, 우리의 혀를 자극하는 방향으로 나가고 있어, 이를 중화시킬 수 있는 건강식품의 개발은 시급한 과제로 다가서고 있다.

농산물의 수입개방이 확대됨에 따라 농민의 새로운 소득원 개발이 절실히 요청되고 있는바 버섯류의 재배는 산간지 농가의 소득원으로서 그 중요성이 크게 인식되고 있다. 특히 영지, 양송이, 표고버섯 등의 식용버섯의 생리활성으로 항암, 항산화, 항균, 혈당강하, 돌연변이 억제효과, 다당류의 면역증강 작용 등의 연구결과가 보고된 바 있으며, 팽이버섯은 항암효과 및 성인병 예방에 효과가 있고, 만가닥버섯도 항암효과 및 강심작용, 비만 억제 등의 다양한 효능을 나타내는 것으로 알려지고 있다.

경제적인 측면에서 볼 때, 최근 주요 버섯의 생산량은 2002년도의 경우 표고 버섯 41,000톤, 느타리버섯 72,348, 양송이 21,277, 팽이버섯 38,072 및 만가닥버섯 30톤 등이었고, 이중에서 송이버섯 및 건표고의 수출량은 각각 250톤 및 350톤 등이 수출되어 농가의 주요한 소득원 역할을 하고 있어 UR 농산물협정 타결에 따른 농산물 완전 수입개방 시대에 국제적 경쟁력이 있는 품목으로 부상되고 있다. 또한 향후 원료 농산물 및 가공식품에

대한 수입개방의 가속화로 농가소득작목의 개발이 시급한 과제로 대두되고 있는 현실을 감안할 때 팥이 및 만가닥버섯 등 버섯류에 대한 새로운 가공기법의 개발에 따른 수요창출은 농가소득 증대를 위한 특화작목으로서 잠재력이 클 것으로 예상된다.

우리의 농산물은 극히 일부를 제외하고는 국가 경쟁력이 없다고 알려지고 있으며 주요 식량작물, 채소, 과일 및 특용작물 등이 최저 1.5배에서 최고 6.5배 정도 국내산이 비싼 것이 사실이다. 이와 같은 사실을 볼 때 농업의 활로를 찾고 농민의 소득을 향상시키는 방법의 하나로 식품가공 산업을 더욱 육성하여 저부가가치 원료농산물에서 고부가가치 가공식품 수요를 창출하여야 한다.

제 3 절 연구 개발의 범위

팥이 및 만가닥버섯의 식품소재화 및 고품질의 다양한 제품개발을 위해 생리활성 성분의 검색 및 유효성분의 추출방법을 개발하고, 추출방법에 따른 유효성분의 대량추출기술을 개발하였다. 또한 추출용매, 추출온도, 추출시간별 추출특성을 비교하여 최적 추출조건을 설정하였다. 최적추출조건에 따른 각 추출물의 생리활성 성분을 기능성 소재화하였고, 이에 대한 품질평가가 이루어졌으며, 팥이 및 만가닥버섯을 이용한 음료, 차류의 가공식품을 개발하였다.

제 2 장 국내외 기술 개발 현황

제 1 절 국내외 관련 기술의 현황과 문제점

최근 버섯 성분 에 의한 혈청 콜레스테롤 저하작용, 장내세균의 활성화 작용, 면역 증강작용에 의한 암세포 억제작용 및 바이러스 억제작용 등 생리적으로 유효한 약리작용이 계속 밝혀지고 있다. 이중 lentinan은 생포고의 열수 추출물로부터 분리·정제된 6종류의 배당체의 하나로서 분자량 100만의 β -1,3 결합의 glucan으로서 생체내에서 인터페론 생성을 촉진하여 항바이러스 기능을 나타내며, 암세포를 공격하는 T-임파세포를 활성화시켜 면역력을 높여 종양의 발육을 억제하는 것으로 알려져 있다. 팽이버섯은 성인병 예방과 항암효과가 우수하다고 알려져 있으며, 만가닥버섯은 항암효과, 강심작용 및 비만억제 등 다양한 효능이 알려지고 있다. 그 외에도 뇨중의 나트륨 배설작용을 촉진시켜 동물의 혈압을 강하시키는 연구결과가 보고되어 있다. 이와 같은 버섯류의 생리활성이 밝혀짐에 따라 현재 일본등지에서는 버섯류를 이용한 건강식품 또는 기능성 식품, 더 나아가 의약품 개발을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

버섯류 연구에 대한 국내 기술 수준을 국외와 비교하면 다음과 같다.

| | 국내수준 | 국외수준 |
|-------------------|------|------|
| 버섯류의 성분 에 대한 기초연구 | 20% | 100% |
| 버섯류의 유통 및 가공기술 | 30% | 100% |
| 버섯류를 이용한 가공제품 | 30% | 100% |

즉 버섯에 대한 기초연구나 가공기술, 가공 제품은 국외의 20~30% 수준이다. 이러한 버섯류는 가공적성이 매우 낮아 대부분 생체 그대로 소비되고 있으며, 재배기술이 개선되어 증산 가능성이 매우 높으나 수요가 따르지 못해 계절적 공급과잉으로 인한 가격파동이 심하므로 출하조절을 위한 가공기술의 개발이 필요하다 그리고 오늘날 팽이 및 만가닥버섯 등 버섯류의 기호성이 30대 이후의 중장년층이 주류를 이루고 있는 실정으로서, 이들 버섯에 대한 기호성을 20대까지 낮추어 손쉽게 섭취할 수 있는 유형의 팽이 및 만가닥버섯 등의 버섯류 제품이 개발되어야 한다.

제 2 절 앞으로의 전망

최근 국민 식생활이 고급화됨에 따라 건강을 중시하는 소비자가 급증하면서 약품이 아닌 식품으로서 맛보다는 인체의 조절기능에 초점을 맞춘 이른바 기능성 식품을 요구하고 있는 실정이며, 향후 원료 농산물 및 가공식품에 대한 수입개방의 가속화로 농가소득 작목의 개발이 시급한 과제로 대두되고 있는 현실을 감안할 때 팽이 및 만가닥버섯에 대한 새로운 가공방법의 개발에 따른 수요창출은 농가소득 증대를 위한 특화작목으로서 잠재력이 클 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에 따라 얻어진 버섯류 기능성 가공식품 개발에 따른 know-how는 식품산업 전반에서의 광범위한 활용이 예상된다. 따라서 버섯류 가공에 필요한 심도있는 기술이 종합적이며 체계적으로 확립되어 버섯류 가공의 고도 선진화에 핵심기술로 발전하게 될 것이다. 또한 버섯음료 및 차류 등 버섯류 가공제품의 품질 고급화와 다양화로 소비유통의 합리화와 건강지향성 가공제품의 개발로 버섯류의 이용분야가 확대되어 농가 소득원이 확대될 것으로 예상된다.

제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과

제 1 세부 버섯류의 생리활성 검색 및 가공기술 개발

제 1 절 서 론

담자균류 주름버섯목(*Agaricales*) 송이과(*Tricholomataceae*)에 속하는 팽이버섯(*Flammulina velutipes*)은 독특한 맛과 향, 질감을 갖고 있어 국, 찌개, 전골, 잡채 등에 폭 넓게 사용되고 있다⁽¹⁾. 팽이버섯은 winter mushroom이라고도 알려져 있는데 이는 팽이버섯의 자실체가 4~12℃의 저온에서 발생되며 자연상태에서는 11~4월 사이의 겨울철에 발생하는 것에 기인한다⁽²⁾. 팽이버섯은 일본에서 에노키다케라고 불리우며 저온성 버섯으로서 분포지역 중 특히 아시아에서 많이 재배되고 있다⁽³⁾. 영양학적으로는 필수아미노산, 식이 섬유, 비타민, 무기질의 좋은 급원이 되며 비타민 B₁, B₂, niacin, folic acid 및 ergosterol도 다량 함유되어 있다⁽⁴⁾. 당질은 주로 trehalose등 당류와 mannitol, arabitol 등의 당알코올 형태이며 특히 팽이버섯 특유의 단백질 다당류는 항암 성분으로 알려져 있다⁽⁵⁾. 또한 동맥경화 예방과 항담석 작용 등의 생리작용을 나타내는 taurine의 함량이 다른 버섯에 비해 높다⁽⁶⁾. 이 버섯은 농촌진흥청 농업과학기술연구소에서 재배법을 확립하여 농가 보급 품종으로 선정한 농가 버섯재배 고소득 품목으로 유망한 버섯이다. 또한 만가닥버섯(*Lyophyllum ulmarium* 또는

Hypsizygus ulmarium)은 분류학적으로 진정담자균강, 동담자균아강(모균아강), 주름버섯목, 송이과에 속하며 가을철 느릅나무 등의 활엽수 고목이나 그루터기에서 다발로 발생하는 백색목재부후균이다. 이 버섯은 다발성이 매우 강해 수많은 개체가 발생된다고 하여 우리나라에서는 만가닥버섯이라고 부르며 일본에서는 혼시메지 또는 부나시메지라고 부른다. 만가닥버섯은 느타리버섯이나 표고버섯에 비하여 조직이 연하고 잘 부스러지며 씹는 질감이 좋아 동양인의 기호에 적합할 뿐만 아니라 맛과 향이 좋아 식용버섯으로 병재배 시설에 의한 대량재배가 가능하다. 우리나라에서 만가닥버섯 생산현황을 살펴보면 수향버섯에서 연간 100톤 정도 시험생산되고 있으며 일본에서는 연간 2만톤 정도 생산되어 팽이버섯, 표고버섯에 이어 세 번째로 소비량이 많으며 그외 지역에서는 전혀 생산되고 있지 않다. 만가닥버섯의 영양가를 살펴보면 100g당 열량은 33 kcal, 단백질은 2.7 g, 지방은 0.5 g, 탄수화물은 5.4 g이다. 기타 무기질과 비타민 C를 함유하고 있으며 강심작용과 비만억제 등 다양한 효능이 있는 것으로 알려지고 있다. 이 버섯은 농촌진흥청 농업과학 기술연구소에서 1987년과 1993년 시험연구사업 결과에서 만가닥 1호와 만가닥 2호를 분리 선발, 재배법을 확립하여 농가 보급 품종으로 선정한 농가 버섯재배 고소득 품목으로 유망한 버섯이다. 그러나 현재 팽이 버섯 및 만가닥 버섯의 유효성분 등 식품소재화에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 특히 버섯이 지닌 생리적 효과는 영지, 양송이, 표고 등⁽⁷⁻⁹⁾의 버섯에서만 알려져 있을 뿐 팽이버섯의 항암효과, 항균작용, 혈당강하작용, 항산화작용 그리고 다당류의 면역증강작용 등 다양한 생리효능이 기대되고 있으나 식품소재화에 대한 연구는 아직 이루어진

바 없다.

따라서 본 연구에서는 팽이 및 만가닥 버섯의 식품 소재화 및 고품질 제품 다양화 기술 개발을 목적으로 유효성분 추출기술의 개발 및 기호성 증진을 위한 배합비를 결정하여 팽이 및 만가닥 버섯을 이용한 드링크 타입의 음료 개발을 하고자 하였다. 그리고 팽이 및 만가닥 버섯을 이용한 과립차 제품을 개발하고자 하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 재 료

본 실험에 사용한 팽이버섯 및 만가닥 버섯은 가락시장과 수향버섯에서 구입하여 깨끗이 수세한 뒤 세절하여 사용하였다.

2. 실험 방법

가. 팽이 및 만가닥 버섯의 유효성분 추출기술

1) MAE 장치 및 추출조건

마이크로웨이브 추출은 450 MHz의 주파수에 programmable power(max. 250watts), time control 등이 가능하고 환류 냉각관이 장치된 microwave(Soxwave, prolabo, France)를 사용하였으며 에너지 용량(watts), 추출시간(min) 및 시료 대 용매비(ratio)에 따른 추출을 실시하였

다. 추출은 상압에서 실시하였으며 밀폐형 추출관을 사용하였다.

2) 수율측정

수율(yield)은 추출액을 회전 감압 증발기(Rotavapor R-123, Buchi, Swizerland)로 감압 농축한 후 건조오븐(Forced convection oven, Jeico Tech, Korea)을 이용하여 항량이 될 때까지 건조하였으며 추출액 조제에 사용한 원료 건물량에 대한 고형분 수율(% , d.b.)로 나타내었다.

3) 생리활성 성분의 측정

추출액을 감압 농축한 후 증류수로 정용하여 폴리페놀 함량, 전자공여작용, tyrosinase 저해작용, 아질산염 소거작용 및 갈색도를 측정하는데 사용하였다.

가) 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀의 함량(total polyphenol content)은 Folin-Denis방법으로 측정하였으며, 각각의 추출조건에 따라 제조된 추출물을 2배 희석하여 사용하였다. 즉, 희석액 5mL에 Folin reagent 5mL을 가하고 3분간 정치한 다음 5mL의 10% Na_2CO_3 용액을 가하였다. 이 혼합액을 1시간 동안 정치한 후 분광광도계를 사용하여 760nm에서 흡광도를 측정하고 (+)catechin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

나) 전자공여작용의 측정

추출물의 전자공여작용(electron donating abilities, EDA)은 강등의 방법

을 변형하여 각각의 추출물에 대한 DPPH(α,α -diphenyl-picrylhydrazyl)의 전자공여효과로 각 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 추출물 0.2mL에 4×10^{-4} M DPPH용액(99.9% EtOH에 용해) 0.8mL, 0.1M phosphate buffer(pH 6.5) 2mL, 99.9% EtOH 2mL을 가하여 총액의 부피가 5mL이 되도록 하였다. 이 반응액을 약 10초간 혼합하고 실온에 10분 방치한 후 분광광도계(UV/VIS spectrometer, Jasco, Japan)를 사용하여 525nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여효과는 추출물의 첨가 전·후의 차이를 백분율로 나타내었다.

$$EDA(\%) = (1 - \frac{A}{B}) \times 100$$

A : 추출물 첨가구의 흡광도

B : 추출물 무첨가구의 흡광도

다) ACE 저해 작용 측정

ACE(angiotensin I-converting enzyme) 저해작용은 Cushman과 Cheung의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 추출물 50 μ L에 450mM NaCl을 함유하는 100mM sodium borate buffer(pH 8.3) 100 μ L를 가하고 5mM hippuryl-histidyl-leucine 용액(300mM NaCl을 함유하는 pH8.3인 100mM sodium borate buffer에 용해) 50 μ L를 가한 후 37 $^{\circ}$ C에서 10분간 전배양하였다. 이 반응액에 ACE 조효소액 50 μ L를 가하여 37 $^{\circ}$ C에서 30분간 반응시킨 후 1.75N HCl 100 μ L를 가하여 반응을 종료시켰다. 여기에 ethyl acetate 1mL를 가하여 진탕한 후 상등액 0.5mL를 취하여 100 $^{\circ}$ C에서 1시간 가량 건조시켜 증류수 1mL를 가하여 용해시킨 다음 228nm에서 흡광도를

측정하여 아래와 같이 계산하였다. 이때 공시험은 추출물 대신 증류수 50 μL 를 가하였고 대조구는 1.75N HCl 100 μL 를 가한 후 ACE 조효소액 50 μL 를 첨가하여 반응시켰다. ACE 저해 효과는 추출물의 첨가 전·후의 흡광도의 차이를 백분율로 나타내었다.

$$ACE\text{저해율} = (1 - \frac{A}{B}) \times 100$$

A : 추출물 첨가구의 흡광도

B : 추출물 무첨가구의 흡광도

단, A,B는 대조구의 흡광도를 제외한 수치임

라) Tyrosinase 저해 효과 측정

Tyrosinase 저해 효과 측정은 Wong등의 방법에 따라 측정하였으며 tyrosinase 조효소액은 mushroom tyrosinase(Sigma, T7755, 110units/mL)을 50mM sodium phosphate buffer(pH 7.0)에 용해하여 사용하였다. 효소 활성의 측정은 10mM catechol 용액 2.7mL에 tyrosinase 조효소액 0.2mL, 추출액 0.1mL를 가하고 분광 광도계를 사용하여 420nm에서 흡광도 변화를 측정하였다. tyrosinase에 대한 효소활성 저해 효과는 단위시간당 변화된 초기 흡광도의 변화값을 측정하여 다음의 식에 의해 계산하였다.

$$Inhibitory\ effect(\%) = \{1 - (\frac{A-B}{C})\} \times 100$$

A : 추출물을 첨가한 효소의 흡광도 변화값

B : 효소액 대신 buffer 첨가구의 흡광도 변화값

C : 추출물을 첨가하지 않은 효소(대조구)의 흡광도 변화값

마) 아질산염 소거 작용의 측정

아질산염 소거효과(nitrite-scavenging effect)는 Gray등의 방법으로 측정하였다. 즉, 1mM 아질산나트륨 용액 1mL에 각각의 추출물을 2mL을 가하고 여기에 0.1N 염산(pH 1.2) 및 0.2N 구연산 완충용액(pH 3.0, 4.2 및 pH 6.0)을 7mL 가하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 4.2 및 6.0으로 달리하여 반응용액의 부피를 10mL로 하였다. 이를 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 다음 반응액을 1mL씩 취하고 여기에 2% 초산 5mL, Griess 시약(acetic acid에 1% sulfanylic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합것으로 사용 직전에 제조) 0.4mL를 가하여 잘 혼합시켜 15분간 실온에서 방치시킨 후 분광 광도계를 사용하여 520nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염량을 구하였다. 그리고 대조구는 Griess 시약 대신 증류수 0.4mL를 가하여 상기와 동일하게 행하였다. 아질산염 소거능은 추출액 첨가전후의 아질산염 백분율(%)로 표기하였다.

$$N(\%) = \left(1 - \frac{(A-C)}{B}\right) \times 100$$

N : 아질산염 소거율

A : 1mM NaNO₂ 용액에 시료를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

B : 1mM NaNO₂ 용액에 시료대신 증류수를 첨가하여 1시간 반응시킨
후의 흡광도

C : 시료 추출물 자체의 흡광도

바) 갈색도(Browning color) 측정

갈색도는 분광광도계를 사용하여 420nm에서 흡광도를 측정하였다.

4) 현행추출(conventional extraction; CE)과 MAE 추출

MAE와 현행 추출법의 추출 효율을 비교하기 위해 현행 추출법에 의한 품질특성을 검토하였다. 현행 추출법은 환류 냉각 추출법으로 실시하였다. 시료대 용매비는 1: 2.5로 하였으며 추출시간을 60분, 120분, 180분으로 증가시키면서 용매별 추출물에 대한 수율, 총 폴리페놀 함량, 전자공여작용 및 갈색도를 측정하였다.

5) 전처리 방법에 따른 생리활성 측정

버섯의 조리방법에 따른 생리활성을 검토하고자 추출전 시료를 blanching(2min)과 roasting(2min)으로 처리하였다. 앞서 처리한 시료는 시료대 용매비 1: 2.5가 되도록 채취하였으며, MAE를 이용하여 90W에서 5분간 추출하였다. 추출물의 생리활성으로는 총 폴리페놀함량, 전자공여작용, ACE 저해작용, tyrosinase 저해작용, 아질산염 소거작용을 측정하였다.

나. 추출공정별 팽이 및 만가닥 버섯의 특성 및 최적추출 조건 설정

1) 추출조건의 예비설정

추출조건의 예비설정에 필요한 기초실험으로서 microwave power별, 추출용매별, 추출시간별, 시료 대 용매비에 따른 추출효율을 확인하여 추출조건 최적화 실험에서 기본조건으로 활용하였다.

2) 추출조건 최적화를 위한 중심합성 실험계획

팽이 및 만가닥버섯의 마이크로웨이브 추출조건의 최적화를 위하여 예비 실험조건을 바탕으로 중심합성계획을 실시하였다. 즉, 추출공정의 독립변수 (X_i)인 microwave power(X_1), 추출용매(X_2), 추출시간(X_3)에 대한 실험범위를 선정하여 시료별로 각각 5단계로 부호화(Table 1)하여 중심합성계획에 의해 16개 군의 추출조건을 각각 설계하였으며 Table 2는 팽이 및 만가닥 버섯의 조건을 나타내었다.

Table 1. Extraction conditions based on experimental design for extraction from *Flammulina velutipes* and *Lyophyllum ulmarium* by microwave-assisted extraction(MAE).

| X_i | Extraction condition | Level | | | | |
|-------|-----------------------|-------|----|----|-----|-----|
| | | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 |
| X_1 | Microwave power(watt) | 0 | 60 | 90 | 120 | 150 |
| X_2 | EtOH conc.(%) | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| X_3 | Extraction time(min) | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 |

Table 2. Central composite design by RSM computer program for the optimization of extractions conditions for extraction from *Flammulina velutipes* and *Lyophyllum ulmarium* by microwave-assisted extraction(MAE).

| Experiment number ^{a)} | Microwave power(Wt) | EtOH conc.(%) | Extraction time(min) |
|---------------------------------|---------------------|---------------|----------------------|
| 1 | 60(-1) | 25(-1) | 3(-1) |
| 2 | 60(-1) | 25(-1) | 7(1) |
| 3 | 60(-1) | 75(1) | 3(-1) |
| 4 | 60(-1) | 75(1) | 7(1) |
| 5 | 120(1) | 25(-1) | 3(-1) |
| 6 | 120(1) | 25(-1) | 7(1) |
| 7 | 120(1) | 75(1) | 3(-1) |
| 8 | 120(1) | 75(1) | 7(1) |
| 9 | 90(0) | 50(0) | 5(0) |
| 10 | 90(0) | 50(0) | 5(0) |
| 11 | 0(-2) | 50(0) | 5(0) |
| 12 | 150(2) | 50(0) | 5(0) |
| 13 | 90(0) | 0(-2) | 5(0) |
| 14 | 90(0) | 100(2) | 5(0) |
| 15 | 90(0) | 50(0) | 1(-2) |
| 16 | 90(0) | 50(0) | 10(2) |

^a The number of experimental conditions by central composite design.

각 조건에서 얻어진 추출물의 품질특성(종속변수, Y_n)을 3회 반복으로 측정하여 각각 회귀분석을 실시하였다. 여기서 세 개의 독립변수와 종속변수들에 대한 2차 회귀모형식은 다음과 같다.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{11}X_1^2 +$$

$$b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2$$

이때 Y는 종속(반응)변수, X₁, X₂, X₃는 독립(요인)변수, b₀는 절편, b_n는 회귀계수이다. 회귀분석에 의한 최적조건의 예측은 SAS(statistical analysis system) program을 이용하였고, 회귀분석 결과 임계점이 최대점이거나 최소점이 아니고 안장점일 경우에는 능선분석을 하여 최적점을 구하였다. 추출특성의 모니터링과 최적조건범위 예측은 각 종속변수의 contour map과 3차원 반응표면을 이용하여 분석하였다.

3) 최적 추출조건의 예측 및 실증실험

조건별 각 추출물의 최적 추출조건 예측은 품질특성에 대한 contour map superimposing 했을 때 중복되는 부분의 범위에서 최적 추출조건 범위를 설정하였다. 또한 예측된 범위에서 임의의 중심점을 최적조건으로 예측하고 각 회귀식에 대입하여 예측값을 얻었으며, 이들 예측값의 신뢰도를 검증하기 위하여 실증실험을 실시하였다.

다. 팽이 및 만가닥 버섯의 기능성 소재화 및 가공품의 개발

1) 버섯 추출물의 특성 조사

가) 색도

색도는 색차계(Color difference meter, Color Quest II Sphere System, U.S.A)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 측정하였다. 이때 표

준백색판의 L, a, b 값은 97.75, -0.49, +1.96이었다. 열수추출액, 50% EtOH, 75% EtOH 추출시 추출완료 시점에서 색도를 측정하였다.

<참고> Hunter L, a, b color scale

| | | | | | | |
|------|-----|--------|--------|--------|-----|------|
| (흑색) | 0 | <————— | L(명도) | —————> | 100 | (백색) |
| (녹색) | -80 | <————— | a(적색도) | —————> | 100 | (적색) |
| (청색) | -70 | <————— | b(황색도) | —————> | 70 | (황색) |

나) 탁도

탁도는 650nm에서 투과도를 측정하여 증류수를 100% 투과도를 기준으로 하여 비교치로 나타내었다. 열수 추출, 50% EtOH, 75% EtOH 추출시 추출완료 시점에서 탁도를 측정하였다.

다) 당도

각 추출물의 당도는 굴절당도계(Atago, hand refractometer, Japan)를 사용하여 실온에서 측정하였다.

라) 유리당

버섯 추출물의 유리당 분석은 용매조건에 따라 추출한 상정액을 5,000 ×g에서 10분간 원심분리한 다음 membrane filter(pore size 0.2 μm)로 여

과하고 이를 유리당 분석 시료로 사용하였다. 분석에 사용한 fructose, glucose, sucrose 및 manitol 등은 Sigma(USA)사였으며 HPLC 분석조건은 Table 3과 같다.

Table 3. Operating conditions of HPLC for free sugar analysis

| | |
|------------------|---|
| Instrument | Jasco HPLC System(PU-980, Jasco, Japan) |
| Column | Carbohydrate (4.60 × 250 mm, Waters, U.S.A) |
| Column oven | 40 °C |
| Eluent | Acetonitrile : H ₂ O(75 : 25) |
| Flow rate | 1.0 mL/min |
| Chart speed | 2.0 mm/min |
| Detector | RI(RI-1530, Jasco, Japan) |
| Injection volume | 10.0 µL |

2) 수세시 버섯의 수분 흡수량

팽이버섯은 그 특성상 수세시 수분 흡수량이 많고 가용성 고형분 함량이 적어 가수량에 따라 그 오차가 크므로 시험의 일관성을 위하여 수세시의 수분 흡수량 조사가 선행되었다. 팽이 버섯 50g에 대해 침수, 세척, 탈수까지 1분 30초간 실시한 후 무게중량으로 수분 흡수량을 조사하였고, 추출시 마다 측정하여 그 평균값을 구하였다. 이는 팽이버섯 추출시 그 흡수량만큼 뺀 값을 가수량으로 하여 생 팽이버섯의 정확한 가용성 고형분량의 측정에 이용하기 위하여 조사하였다.

3) 가수량별 당도 변화

버섯에 1배, 2배, 4배, 6배의 증류수를 넣은 후 환류냉각장치로 추출하면서 끓기 시작했을 때부터 시간별로 추출되어 나오는 가용성 고형분 함량(당도, ° Brix)을 측정하였다.

4) 팥이 및 만가닥버섯 음료의 개발

본 실험에서는 팥이 및 만가닥 버섯의 버섯 추출액과 국내산 생약재, 과즙이 적절히 배합된 혼합 음료를 제조하고자 하였다. 부재료로 사용된 생약재로는 당귀, 대추 추출액을 사용하였고, 과즙으로는 버섯의 맛과 잘 어울리면서 과즙음료에 주로 많이 사용되고있는 원료인 사과농축액, 레몬 착즙액, 매실향을 사용하였으며, 각 재료를 농도별로 배합하고, 관능검사를 통해 적정 음용 농도를 결정하였다.

5) 팥이 및 만가닥 버섯을 이용한 과립차의 개발

버섯 추출액을 진공농축기에서 60. Brix까지 농축하여 시료로 사용하였으며, 부형제와 배합된 원료를 15~20mesh 정도의 크기로 과립화시킨 후 50~55℃에서 수분함량이 8%내외가 되도록 건조시켜 과립차를 제조하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 팥이 및 만가닥 버섯의 유효성분 추출기술 개발

가. 추출 power에 따른 생리활성 성분

1) 추출 power에 따른 팽이버섯의 생리활성 성분

가) 수율

마이크로웨이브 power를 60~120W로 증가시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한 수율을 측정하여 Table 4에 나타내었다. 수율은 power를 증가시킬수록 증가하였고, 용매가 물일 때 가장 높은 수율을 나타내었다.

나) 총 폴리페놀함량

마이크로웨이브 power를 60~120W로 증가시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한 총 폴리페놀 함량을 측정하여 Table 4에 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 power를 증가시킴에 따라 대체로 감소하는 경향을 나타냈으나 120W와 90W에서 50% ethanol과 99% ethanol 용매 추출에서는 거의 차이가 없이 미비하게 감소하였다. 그리고 추출용매가 물일 때 가장 높은 폴리페놀 함량을 나타내었다.

Table 4. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on yield, total polyphenol content, inhibitory effect of angiotensin I converting enzyme(ACE) of *Flammulina Velutipes*¹.

| Power(W) | Solvent | Yield(%) | Total polyphenol content(mg) | Inhibitory effect of ACE(%) |
|----------|-------------|----------|------------------------------|-----------------------------|
| 60 | Water | 4.04 | 3.67 | - |
| | 50% ethanol | 3.85 | 3.61 | - |
| | 99% ethanol | 3.67 | 2.86 | - |
| 90 | Water | 4.65 | 3.50 | - |
| | 50% ethanol | 4.60 | 2.90 | - |
| | 99% ethanol | 4.28 | 2.56 | - |
| 120 | Water | 4.88 | 3.17 | - |
| | 50% ethanol | 4.63 | 2.88 | - |
| | 99% ethanol | 4.35 | 2.51 | - |

¹⁾MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

다) 전자공여작용

마이크로웨이브 power를 60~120W로 증가시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한 전자공여작용을 측정하여 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 대체로 60W에서 90W까지는 완만하게 증가하고 있으며 그 이상에서는 큰 변화 없이 비슷하거나 미미하게 감소하였다. 용매에 따라서도 전자 공여능은 차이를 보여주었다. 즉 추출용매가 물일 때 가장 높았고, 50%에탄올이 가장 낮은 값을 나타내었지만 50% EtOH과 99%

EtOH는 큰 차이를 나타내지 않았다.

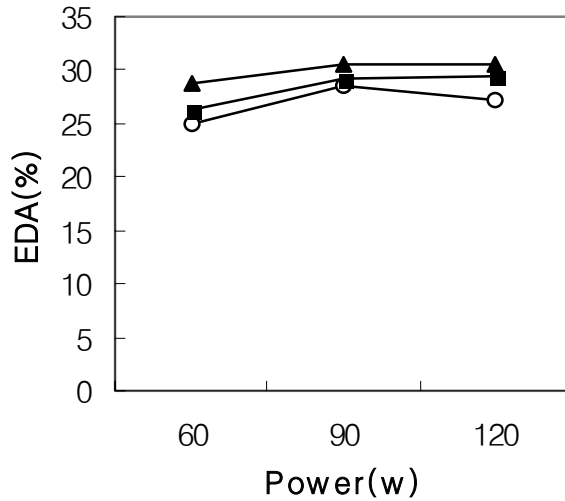


Fig. 1. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on electron donating abilities(EDA) of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent

라) Tyrosinase 저해 작용

마이크로웨이브 power를 60~120W로 증가시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한 tyrosinase 저해작용을 측정하여 Fig. 2에 나타내었다. tyrosinase 저해율은 power를 증가시킴에 따라 높게 나타났으며, 용매에 따라서도 차이를 보여주었다. 즉, 99% ethanol 추출이 가장 높은 저해율을 보여주었으며 물추출이 가장 낮은 저해율을 보여주었다. 120W에서 99% ethanol 추출물이 56.41%로 가장 높은 저해율을 나타냈으며 나머지 조건에서는 40% 이하의 저해율을 나타내었다.

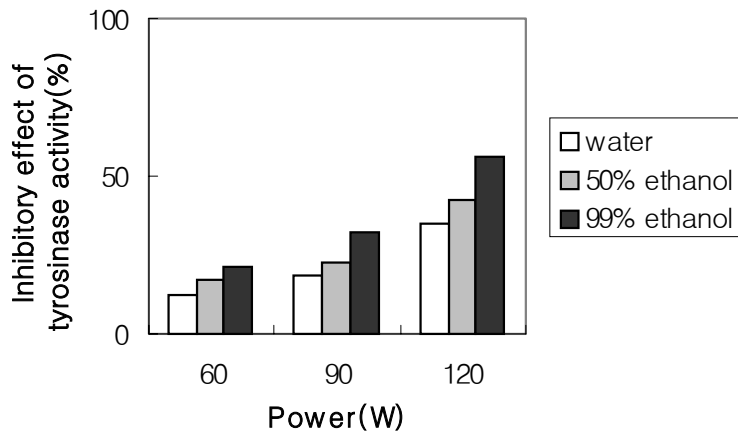


Fig. 2. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on inhibitory effect of tyrosinase activity of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

¹⁾MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent

마) 아질산염 소거작용

마이크로웨이브 power를 60~120W로 증가시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한 아질산염 소거작용을 측정하여 Fig. 3에 나타내었다. 아질산염 소거능은 pH 1.2~6.0의 모든 범위에서 power를 높일수록 점점 증가하는 경향을 보여주었고, pH는 낮을수록 높은 값을 보여주어 pH 1.2에서 가장 높은 아질산염 소거능을 보여주었다. 또한 용매에 따른 소거능 차이를 보면 물추출이 가장 높은 소거능을 보여주었으며, 50% EtOH과 99% EtOH은 거의 차이를 보여주지 않았다.

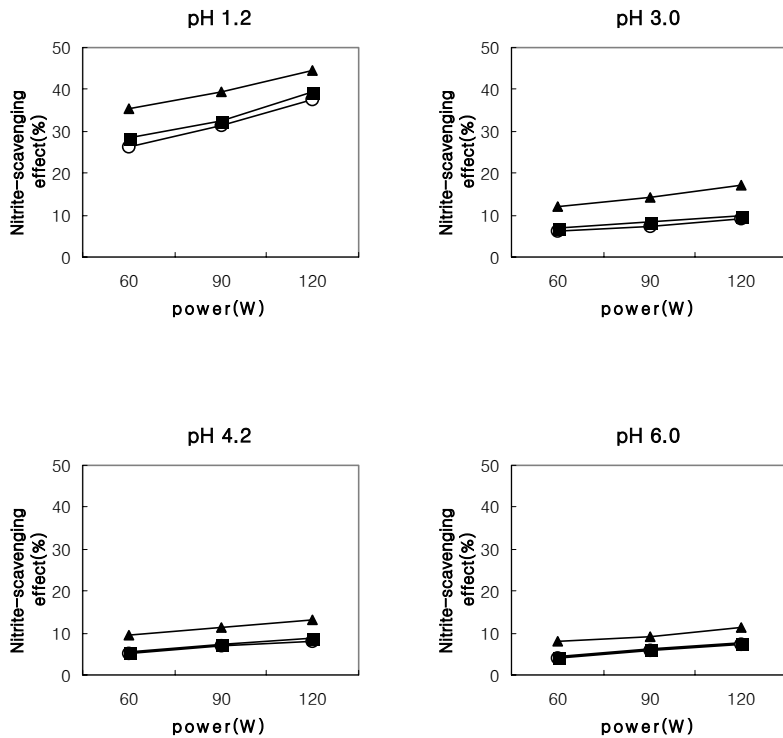


Fig. 3. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction (MAE) on nitrite scavenging effect of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent

2) 추출 power에 따른 만가닥 버섯의 생리활성 성분

가) 수율

마이크로웨이브 power를 60~120W로 증가시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 수율을 측정하여 Table 5에 나타내었다. 세가지 추출용매 water, 50% ethanol, 99% ethanol로 추출했을 때 모두 power 증가에

따라 증가하는 경향을 나타내었으나, 90W와 120W에서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 또한 water로 추출했을 때의 수율이 50% ethanol이나 99% ethanol로 추출했을 때 보다 더 높게 나타났다.

나) 총 폴리페놀 함량

마이크로웨이브 power를 60~120W로 증가시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 총 폴리페놀 함량을 측정하여 Table 5에 나타내었다. power를 증가시키에 따라 총 폴리페놀 함량은 증가하였으며 water 추출물의 경우 ethanol 추출물 보다 급속히 증가하는 경향을 나타내었다. 90W와 120W에서 총 폴리페놀 함량은 water 추출물, 50% ethanol 추출물, 99% ethanol 추출물 순서로 높게 나타났다.

다) 갈색도

마이크로웨이브 power를 60~120W로 증가시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 갈색도를 측정하여 Table 5에 나타내었다. power 증가에 따라 갈색도는 증가하는 경향을 나타내었으며, 99% ethanol로 추출했을 때 갈색도가 가장 높게 나타났다.

Table 5. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on yield, total polyphenol content, inhibitory effect of angiotensin I converting enzyme(ACE), browning color of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾.

| Power (W) | Solvent | Yield(%) | Total polyphenol content(mg) | Inhibitory effect of ACE(%) | Browning Color(O.D) |
|-----------|-------------|----------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 60 | Water | 4.20 | 1.52 | - | 0.080 |
| | 50% ethanol | 4.18 | 1.82 | - | 0.273 |
| | 99% ethanol | 3.83 | 1.04 | - | 1.260 |
| 90 | Water | 4.65 | 2.26 | - | 0.086 |
| | 50% ethanol | 4.38 | 1.98 | - | 0.398 |
| | 99% ethanol | 3.91 | 1.26 | - | 2.554 |
| 120 | Water | 4.77 | 2.92 | - | 0.147 |
| | 50% ethanol | 4.41 | 2.32 | - | 0.399 |
| | 99% ethanol | 3.93 | 1.60 | - | 2.774 |

¹⁾MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

라) 전자공여작용

마이크로웨이브 power를 60~120W로 증가시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 전자공여작용을 측정하여 Fig. 4에 나타내었다. Power를 증가시킴에 따라 전자공여능은 증가하였으며 60W에서 90W까지는 급격히 증가한 반면에 90W 이상에서는 완만하게 증가하였다. 용매별 추출물의 전자공여능을 살펴보면 water, 99% ethanol, 50% ethanol 순서로 크게 나타났다. Power 증가에 따른 만가닥버섯의 전자공여능은 6% 이하의 값을 나타내었다. 90W에서 전자공여능은 water 추출물이 4.73%, 50% ethanol이 4.04%, 99% ethanol이 4.67% 이었다.

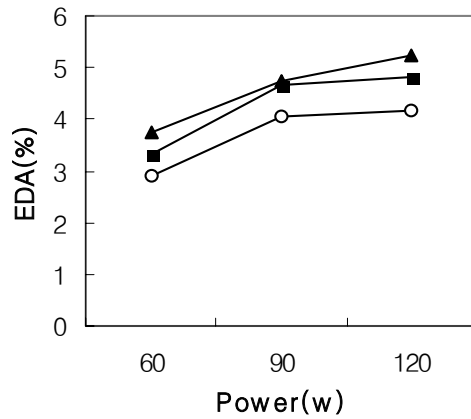


Fig. 4. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on electron donating abilities(EDA) of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent

마) Tyrosinase 저해작용

마이크로웨이브 power를 60~120W로 증가시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 tyrosinase 저해작용을 측정하여 Fig. 5에 나타내었다. tyrosinase 저해율은 power를 증가시킴에 따라 높게 나타났으며, 120W에서 가장 높게 나타났다. 120W에서 특히 99% ethanol 추출물이 water 추출물과 50% ethanol 추출물에 비해 급격히 증가하는 경향을 나타내었다.

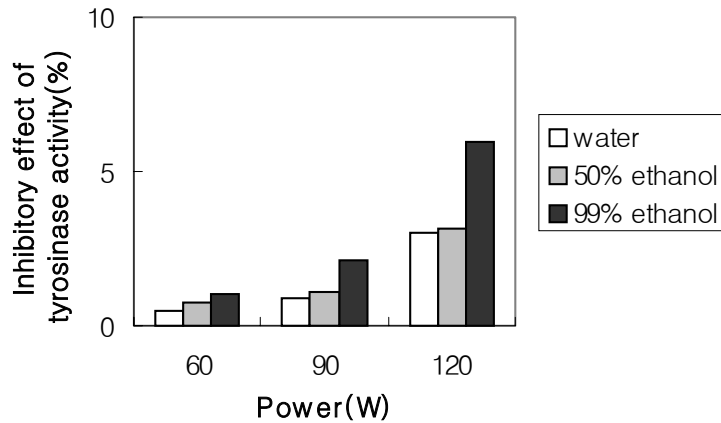


Fig. 5. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on inhibitory effect of tyrosinase activity of *Lyophyllum Ulmariu m*¹⁾.

¹⁾MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent

바) 아질산염 소거작용

마이크로웨이브 power를 60~120W로 증가시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 아질산염 소거작용을 측정하여 Fig. 6에 나타내었다. 모든 pH 조건에서 power 증가에 따른 용매별 추출물의 아질산염 소거능은 매우 완만한 증가를 나타내었다. 단지 power를 90W~120W로 증가시키에 따라 99% ethanol 추출물은 pH 1.2에서 뚜렷한 증가를 나타내었다. pH 1.2에서 용매별 아질산염 소거능은 큰 폭으로 차이를 낸 반면에 pH 3.0 이상에서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 50% ethanol 추출물, 99% ethanol 추출물은 pH 3.0이상에서 낮은 아질산염 소거능을 나타낸 반면에 water추출물은 pH와 power증가에 상관없이 거의 비슷하게 나타났다.

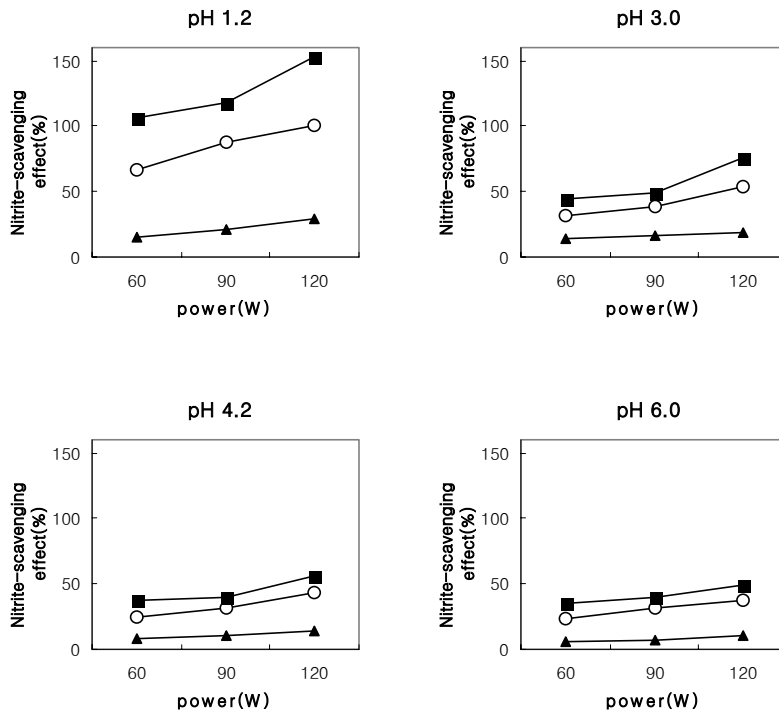


Fig. 6. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction (MAE) on nitrite scavenging effect of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50ml of solvent

나. 추출시간에 따른 생리활성 성분

1) 추출시간에 따른 팽이버섯의 생리활성 성분

가) 수율

추출시간을 1~15분으로 증가시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한 수율을 측정하여 Table 5에 나타내었다. 세 가지 용매(water, 50% ethanol, 99% ethanol) 모두 추출 시간을 증가시키기에 따라 수율은 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 추출시간 10분과 15분에서는 거의 변화하지 않았다. 또한 용매가 water일 때 50% ethanol과 99% ethanol보다 수율이 더 높게 나타났다.

나) 총 폴리페놀 함량

추출시간을 1~15분으로 증가시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한 총 폴리페놀 함량을 측정하여 Table 5에 나타내었다. 추출시간을 증가시키기에 따라 water로 추출했을 경우 1분, 2분에 비해 5분 추출시 총 폴리페놀 함량은 급격하게 증가하였으며 10분, 15분에서는 조금 감소하였다. 또한 추출용매로 50% ethanol, 99% ethanol 사용시 총 폴리페놀 함량은 5분에서부터 10분, 15분 추출시 증가하는 경향을 내었다. 또한 5분 추출시 총 폴리페놀 함량은 water, 50% ethanol, 99% ethanol 추출용매 순서로 크게 나타났다.

Table 5. Effect of irradiation time in microwave-assisted extraction(MAE) on yield, total polyphenol content, inhibitory effect of angiotensin I converting enzyme(ACE) of *Flammulina velutipes*¹⁾.

| Time (min) | Solvent | Yield(%) | Total polyphenol content(mg) | Inhibitory effect of ACE(%) |
|------------|-------------|----------|------------------------------|-----------------------------|
| 1 | Water | 3.94 | 1.10 | - |
| | 50% ethanol | 3.70 | 2.41 | - |
| | 99% ethanol | 3.52 | 2.59 | - |
| 2 | Water | 4.59 | 1.55 | - |
| | 50% ethanol | 4.48 | 3.53 | - |
| | 99% ethanol | 4.00 | 2.91 | - |
| 5 | Water | 4.65 | 3.50 | - |
| | 50% ethanol | 4.60 | 2.90 | - |
| | 99% ethanol | 4.28 | 2.56 | - |
| 10 | Water | 5.37 | 3.54 | - |
| | 50% ethanol | 5.28 | 3.38 | - |
| | 99% ethanol | 4.84 | 3.10 | - |
| 15 | Water | 5.46 | 3.28 | - |
| | 50% ethanol | 5.32 | 3.74 | - |
| | 99% ethanol | 4.89 | 3.82 | - |

¹⁾MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

다) 전자공여작용

추출시간을 1~15분으로 증가시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한

전자공여작용을 측정하여 Fig. 7에 나타내었다. 추출시간을 1~15분으로 증가시키면 용매별 추출액의 전자공여능은 증가하는 경향을 나타내었는데 특히 5분 이상에서는 완만히 증가하였다. 또한 water 추출물, 50% ethanol 추출물, 99% ethanol 추출물은 추출시간의 증가에 상관없이 큰 차이를 나타내지 않았다.

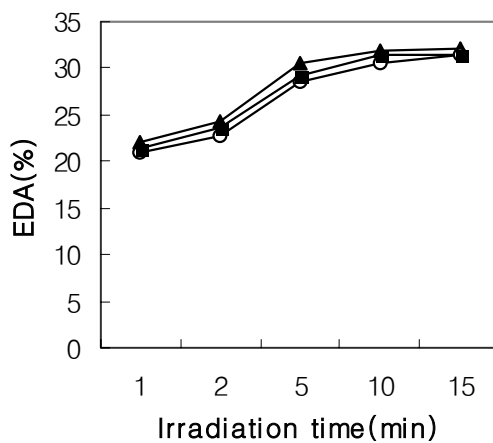


Fig. 7. Effect of irradiation time in microwave-assisted extraction(MAE) on electron donating abilities(EDA) of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

라) Tyrosinase 저해작용

추출시간을 1~15분으로 증가시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한

tyrosinase 저해작용을 측정하여 Fig. 8에 나타내었다. 추출시간을 1~5분으로 증가시키면 따라 tyrosinase 저해율은 높게 나타났으나 5분 이상에서는 거의 변화하지 않았다. 또한 tyrosinase 저해율은 99% ethanol 추출물, 50% ethanol 추출물, water 추출물 순서로 높게 나타났으며 40% 이하의 수치를 나타내었다.

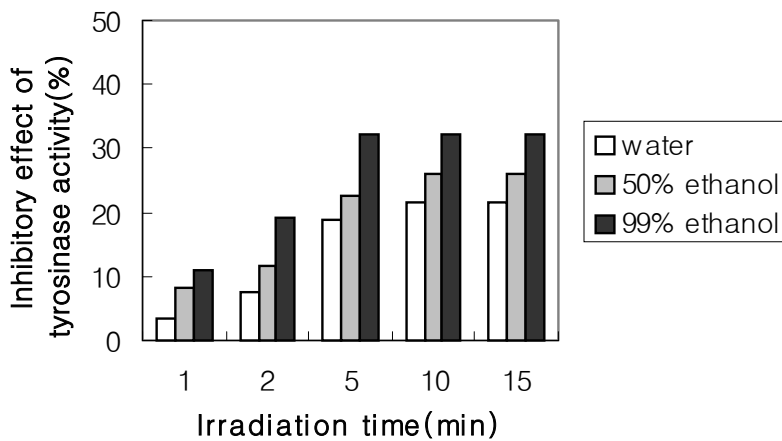


Fig. 8. Effect of irradiation time in microwave-assisted extraction (MAE) on inhibitory effect of tyrosinase activity of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

¹⁾MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

마) 아질산염 소거작용

추출시간을 1~15분으로 증가시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한 아질산염 소거작용을 측정하여 Fig. 9에 나타내었다. 그 결과 추출 시간을 증가시키면 따라 아질산염 소거능은 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 pH에 따른 아질산염의 소거능은 pH 1.2에서 확연히 높은 수치를 나타내었다.

추출 용매에 따른 소거능의 차이를 살펴보면 pH 에 상관없이 water 추출물의 경우 50% ethanol 추출물, 99% ethanol 추출물보다 높은 소거능을 나타내었다.

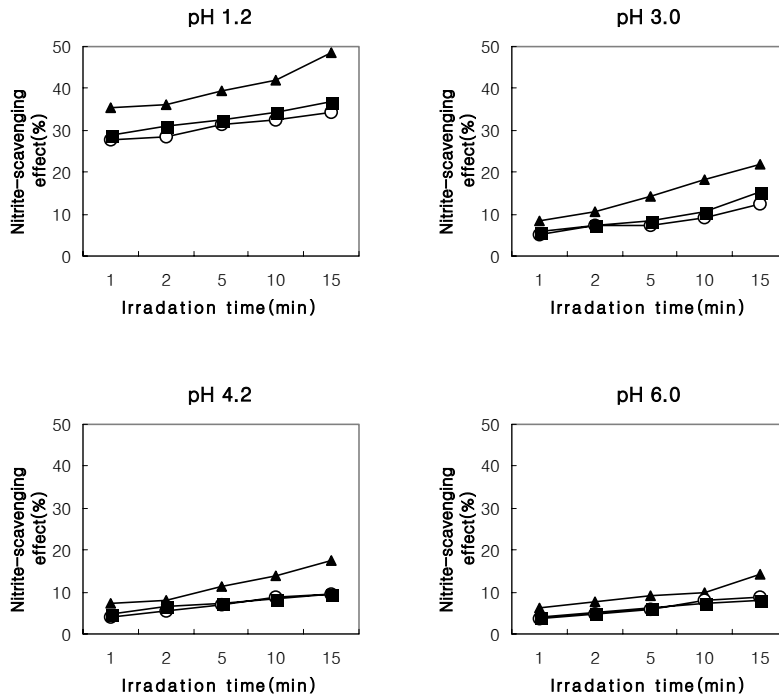


Fig. 9. Effect of irradiation time in microwave-assisted extraction (MAE) on nitrite scavenging effect of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

2) 추출시간에 따른 만가닥 버섯의 생리활성 성분

가) 수율

추출시간을 1~15분으로 증가시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 수율을 측정하여 Table 6에 나타내었다. 추출 시간 증가에 따라 수율도 증가하였으나 5분 이상 추출하였을 때에는 거의 변화를 나타내지 않았다. 또한 모든 추출 시간에서 water, 50% ethanol, 99% ethanol 순서로 수율이 높았다.

나) 총 폴리페놀 함량

추출시간을 1~15분으로 증가시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 총 폴리페놀 함량을 측정하여 Table 6에 나타내었다. water로 추출했을 때 5분 추출 시 총 폴리페놀 함량이 크게 증가한 후 10분, 15분 추출 시에는 큰 변화를 나타내지 않았다. 50% ethanol로 추출했을 때 총 폴리페놀 함량은 추출 시간 증가에 따라 증가하는 경향을 나타내었으나, 10분 이상에서는 약간 감소하였다. 99% ethanol로 추출했을 때 총 폴리페놀 함량은 추출 시간을 증가시키기에 따라 완만히 증가하는 경향을 나타내었다.

다) 갈색도

추출시간을 1~15분으로 증가시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 총 폴리페놀 함량을 측정하여 Table 6에 나타내었다. 추출 시간 증가에 따라 세 가지 용매로 추출한 만가닥 버섯의 갈색도는 증가하였으며, 추출 시간 모두 99% ethanol, 50% ethanol, water 순서로 높게 나타났다.

Table 6. Effect of irradiation time in microwave-assisted

extraction(MAE) on yield, total polyphenol content, inhibitory effect of angiotensin I converting enzyme(ACE), browning color of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾.

| Time (min) | Solvent | Yield(%) | Total polyphenol content(mg) | Inhibitory effect of ACE(%) | Browning Color(O.D) |
|------------|-------------|----------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1 | Water | 3.42 | 0.78 | - | 0.112 |
| | 50% ethanol | 3.37 | 1.32 | - | 0.231 |
| | 99% ethanol | 2.73 | 1.12 | - | 0.823 |
| 2 | Water | 3.60 | 1.10 | - | 0.090 |
| | 50% ethanol | 3.87 | 1.70 | - | 0.139 |
| | 99% ethanol | 2.88 | 1.16 | - | 1.583 |
| 5 | Water | 4.65 | 2.26 | - | 0.086 |
| | 50% ethanol | 4.38 | 1.98 | - | 0.398 |
| | 99% ethanol | 3.91 | 1.26 | - | 2.554 |
| 10 | Water | 4.72 | 2.20 | - | 0.176 |
| | 50% ethanol | 4.42 | 1.90 | - | 0.704 |
| | 99% ethanol | 4.23 | 1.34 | - | 2.028 |
| 15 | Water | 4.79 | 2.26 | - | 0.199 |
| | 50% ethanol | 4.47 | 1.88 | - | 1.011 |
| | 99% ethanol | 4.31 | 1.48 | - | 1.915 |

¹⁾MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

라) 전자공여작용

추출시간을 1~15분으로 증가시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 전자공여작용을 측정하여 Fig. 10에 나타내었다. 추출시간을 1~5분으로 증가시킴에 따라 만가닥버섯의 전자공여능은 완만하게 증가하는 경향을 나

타냈으며 10분 동안 추출했을 때에는 급격히 증가하였고 10분 이상에서는 거의 변화하지 않았다. 또한 각 추출시간마다 water 추출물의 전자공여능이 가장 높았다. 시간 증가에 따른 만가닥버섯의 전자공여능은 8% 이하였다.

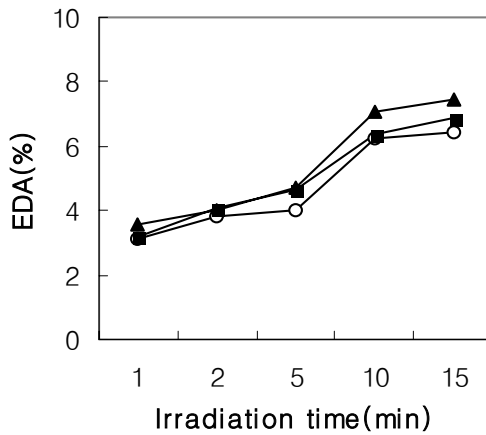


Fig. 10. Effect of irradiation time in microwave-assisted extraction (MAE) on electron donating abilities(EDA) of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

마) Tyrosinase 저해작용

추출시간을 1~15분으로 증가시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 tyrosinase 저해작용을 측정하여 Fig. 11에 나타내었다. 99% ethanol로 추출한 경우에 추출시간을 증가시키며 따라 tyrosinase 저해율은 꾸준한 증가경향을 보이다가 10분 이상에서는 거의 변화하지 않았다. 또한 water

와 50% ethanol로 추출한 경우는 추출시간에 따른 일정한 경향을 나타내지 않았다. 추출시간을 1~10분에서는 99% ethanol 추출물, 50% ethanol 추출물, water 추출물의 순서로 저해율이 높게 나타났다.

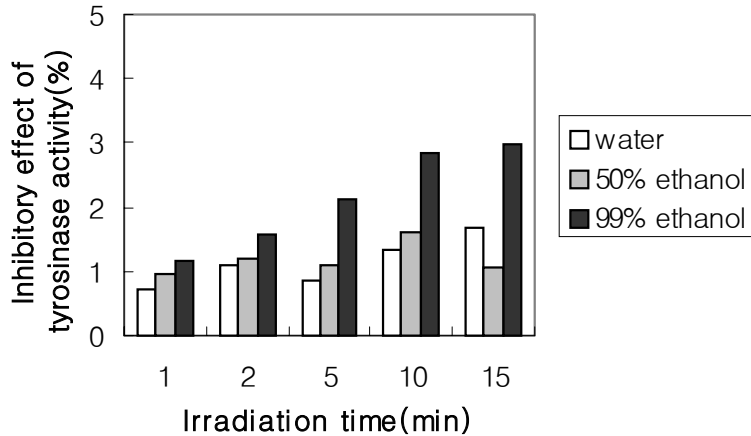


Fig. 11. Effect of irradiation time in microwave-assisted extraction (MAE) on inhibitory effect of tyrosinase activity of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾

¹⁾MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

바) 아질산염 소거작용

추출시간을 1~15분으로 증가시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 아질산염 소거작용을 측정하여 Fig. 12에 나타내었다. 그 결과 pH 1.2에서 추출 시간을 1~10분 까지 증가시켰을 경우에 아질산염 소거능은 완만히 증가하는 경향을 나타내었으나 그 이상에서는 감소하였다. pH를 증가시키면 따라 50% ethanol, 99% ethanol로 추출했을 때 아질산염 소거능은

water로 추출했을 때보다 큰 폭으로 감소하였다. 아질산염 소거능이 가장 높게 나타났던 조건은 pH 1.2에서 10분 동안 추출했을 때이며 water 추출물, 50% ethanol 추출물, 99% ethanol 추출물이 각각 21.35%, 99.26%, 134.16% 이었다.

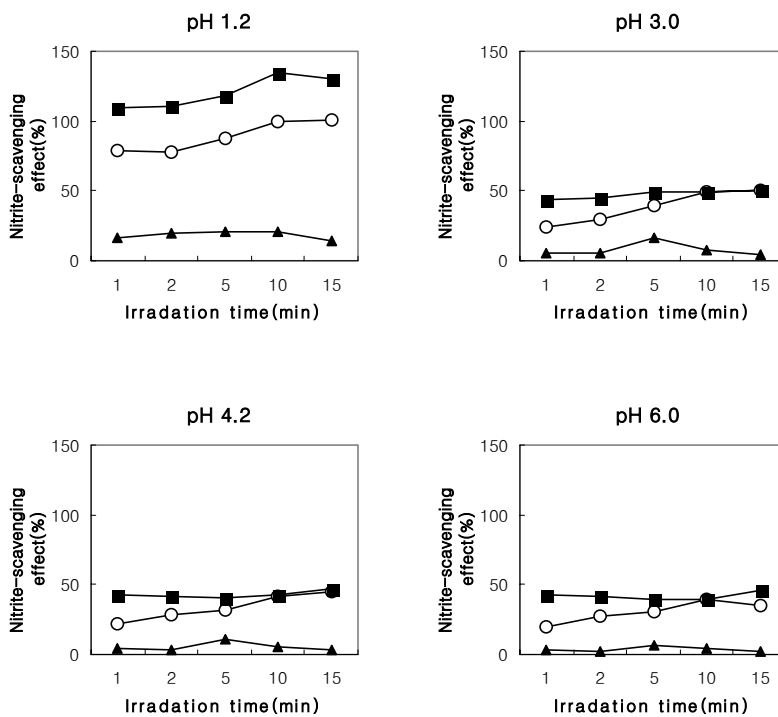


Fig. 12. Effect of irradiation time in microwave-assisted extraction (MAE) on nitrite scavenging effect of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

다. 시료 대 용매비에 따른 생리활성 성분

1) 시료 대 용매비에 따른 팽이버섯의 생리활성 성분

가) 수율

시료 대 용매의 비율을 1: 10, 1: 5, 1: 2.5로 감소시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한 수율을 측정하여 Table 7에 나타내었다. 세 가지 추출용매(water, 50% ethanol, 99% ethanol) 모두 시료 대 용매의 비가 감소함에 따라 수율은 증가하는 경향을 나타냈다. 또한 팽이버섯의 수율은 시료 대 용매 비에 상관없이 water, 50% ethanol, 99% ethanol 순서로 높게 나타났다.

나) 총 폴리페놀 함량

시료 대 용매의 비율을 1: 10, 1: 5, 1: 2.5로 감소시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한 총 폴리페놀 함량을 측정하여 Table 7에 나타내었다. 시료 대 용매의 비가 감소함에 따라 총 폴리페놀 함량은 증가하는 경향을 나타내었으며, 시료 대 용매 비 1: 2.5의 총 폴리페놀 함량은 1: 5에 비해 약 2배정도 높은 값을 나타내었다. 또한 추출용매 water는 99% ethanol에 비해 높은 값을 나타내었다.

다) 갈색도

시료대 용매의 비율을 1: 10, 1: 5, 1: 2.5로 감소시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한 갈색도를 측정하여 Table 7에 나타내었다. 시료 대 용매의 비가 감소함에 따라 갈색도는 증가하였으며 99% ethanol, 50% ethanol, water 순서로 높게 나타났다. 또한 시료 대 용매의 비가 1:2.5일 때 99% ethanol의 갈색도는 급격하게 증가하였다.

Table 7. Effect of sample to solvent ratio in microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on yield, total polyphenol content, inhibitory effect of angiotensin I converting enzyme(ACE), browning color of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

| Ratio | Solvent | Yield(%) | Total polyphenol content(mg) | Inhibitory effect of ACE(%) | Browning Color(O.D) |
|-------|-------------|----------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1:10 | Water | 1.46 | 0.14 | - | 0.079 |
| | 50% ethanol | 1.34 | 0.36 | - | 0.156 |
| | 99% ethanol | 0.98 | 0.14 | - | 0.253 |
| 1:5 | Water | 2.58 | 1.64 | - | 0.102 |
| | 50% ethanol | 2.50 | 1.42 | - | 0.214 |
| | 99% ethanol | 2.06 | 0.94 | - | 0.424 |
| 1:2.5 | Water | 4.65 | 3.50 | - | 0.166 |
| | 50% ethanol | 4.60 | 2.90 | - | 0.306 |
| | 99% ethanol | 4.28 | 2.56 | - | 1.308 |

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of sample (5~20g) and 50mL of solvent.

라) 전자공여작용

시료 대 용매의 비율을 1: 10, 1: 5, 1: 2.5로 감소시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한 전자공여작용을 측정하여 Fig. 13에 나타내었다. 시료 대 용매비를 감소시킴에 따라 전자공여능은 증가하는 경향을 나타냈으며, 1: 2.5 비율일 때 가장 높은 전자공여능을 나타내었다. 용매별 추출물에서 전자공여능은 water로 추출하였을 경우에 가장 높았으며 50% ethanol 추출물은 99% ethanol 추출물과 거의 차이가 없었다.

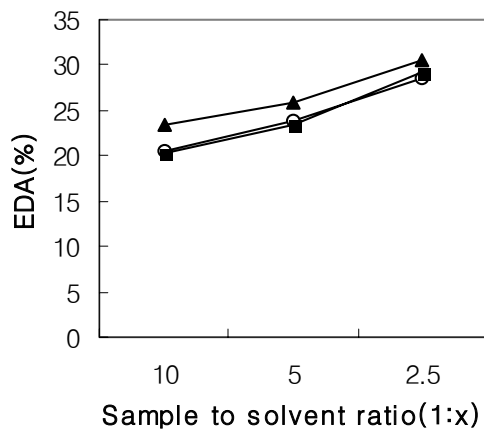


Fig. 13. Effect of sample to solvent ratio in microwave-assisted extraction(MAE) on electron donating abilities(EDA) of *Flammulina Velutipes*¹⁾ —▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of sample(5~20g) and 50mL of solvent.

마) Tyrosinase 저해작용

시료 대 용매의 비율을 1: 10, 1: 5, 1: 2.5로 감소시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한 tyrosinase 저해작용을 측정하여 Fig. 14에 나타내었

다. 시료 대 용매의 비율을 1: 2.5로 하여 추출했을 때 tyrosinase 저해율은 1: 10 추출물과 1: 5 추출물에 비해 확연히 높게 나타났다. 1: 2.5에서 water 추출물, 50% ethanol 추출물, 99% ethanol 추출물은 각각 18.75%, 22.55%, 32.35%의 저해율을 나타내었다.

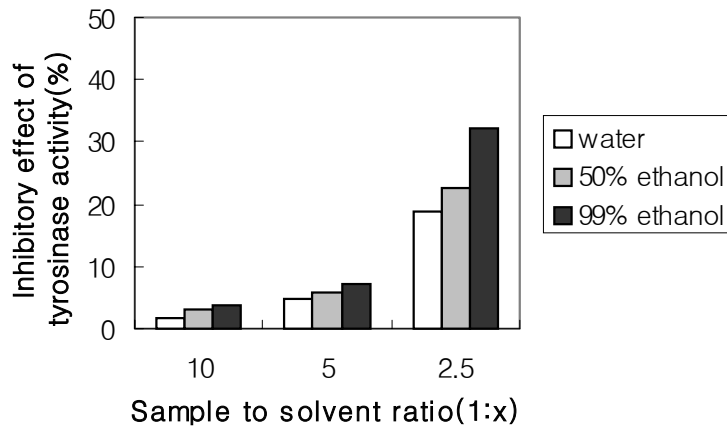


Fig. 14. Effect of sample to solvent ratio in microwave-assisted extraction(MAE) on inhibitory effect of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of sample(5~20g) and 50mL of solvent.

바) 아질산염 소거작용

시료대 용매의 비율을 1: 10, 1: 5, 1: 2.5로 감소시키면서 팽이버섯의 용매별 추출액에 대한 아질산염 소거작용을 측정하여 Fig. 15에 나타내었다. pH 1.2에서 아질산염 소거능은 시료 대 용매의 비율을 감소시킴에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. pH 1.2에서 1: 2.5의 water 추출물, 50% ethanol 추출물, 99% ethanol 추출물의 아질산염 소거능은 각각 39.54%, 31.41%, 32.54% 이었다. 시료 대 용매비가 1: 5와 1: 2.5일 경우, pH 3.0이

상으로 증가시켰을 때 아질산염 소거능은 크게 감소하였다.

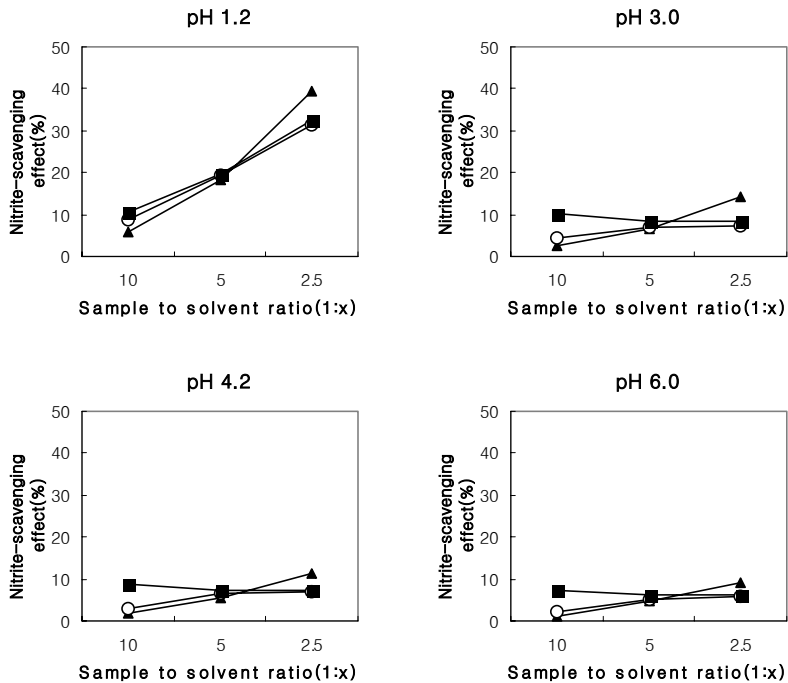


Fig. 15. Effect of sample to solvent ratio in microwave-assisted extraction(MAE) on nitrite-scavenging effect of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of sample(5~20g) and 50mL of solvent.

2) 시료 대 용매비에 따른 만가닥 버섯의 생리활성 성분

가) 수율

시료 대 용매의 비율을 1: 10, 1: 5, 1: 2.5로 감소시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 수율을 측정하여 Table 8에 나타내었다. 세 가지 추

출 용매 모두 시료 대 용매 비의 증가에 따라 증가하는 경향으로 나타내었으며 1: 2.5가 가장 높게 나타났다. 또한 시료 대 용매 비에 상관없이 water, 50% ethanol, 99% 순서로 크게 나타났다.

나) 총 폴리페놀 함량

시료 대 용매의 비율을 1: 10, 1: 5, 1: 2.5로 감소시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 총 폴리페놀 함량을 측정하여 Table 8에 나타내었다. 시료 대 용매의 비를 감소시킴에 따라 총 폴리페놀 함량은 증가하는 경향을 나타내었으며, 시료 대 용매비가 1: 2.5였을 때 1: 10, 1: 5에 비해 높은 값을 나타내었다. 시료 대 용매의 비에 따라 측정한 만가닥버섯의 총 폴리페놀 함량은 약 3% 이하의 값을 나타내었다.

다) 갈색도

시료 대 용매의 비율을 1: 10, 1: 5, 1: 2.5로 감소시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 갈색도를 측정하여 Table 8에 나타내었다. 그 결과 시료 대 용매의 비율을 감소시킴에 따라 갈색도는 증가하는 경향을 나타내었으며, 용매별로는 시료 대 용매의 비율에 상관없이 추출 용매 99% ethanol, 50% ethanol, water 순서로 높게 나타났다.

Table 8. Effect of sample to solvent ratio in microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on yield, total polyphenol content, inhibitory effect of angiotensin I converting enzyme(ACE), browning color of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾.

| Ratio | Solvent | Yield(%) | Total polyphenol content(mg) | Inhibitory effect of ACE(%) | Browning Color(O.D) |
|-------|-------------|----------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1:10 | Water | 1.72 | 0.36 | - | 0.055 |
| | 50% ethanol | 1.68 | 0.29 | - | 0.089 |
| | 99% ethanol | 1.12 | 0.21 | - | 0.770 |
| 1:5 | Water | 3.48 | 0.64 | - | 0.065 |
| | 50% ethanol | 3.29 | 0.44 | - | 0.167 |
| | 99% ethanol | 2.17 | 0.31 | - | 0.868 |
| 1:2.5 | Water | 4.65 | 2.26 | - | 0.086 |
| | 50% ethanol | 4.38 | 1.58 | - | 0.398 |
| | 99% ethanol | 3.91 | 1.26 | - | 2.554 |

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of sample (5~20g) and 50mL of solvent.

라) 전자공여작용

시료 대 용매의 비율을 1 : 10, 1 : 5, 1 : 2.5로 감소시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 전자공여작용을 측정하여 Fig. 16에 나타내었다. 시료 대 용매비를 1: 10에서 1: 5로 감소시켰을 때 전자공여능은 완만히 증가하는 경향을 나타내었으며, 1 : 2.5 추출물에서는 급격히 증가하여 가장 높은 값을 나타내었다. 또한 각 시료 대 용매비율마다 water 추출물, 99% ethanol 추출물, 50% ethanol 추출물 순서로 전자공여능은 크게 나타났다.

1: 2.5에서 water 추출물, 99% ethanol 추출물은 50% ethanol 추출물보다 약 0.6% 정도 높게 나타났으며, 만가닥 버섯의 시료 대 용매비에 따른 전자공여능은 5% 이하로 나타났다.

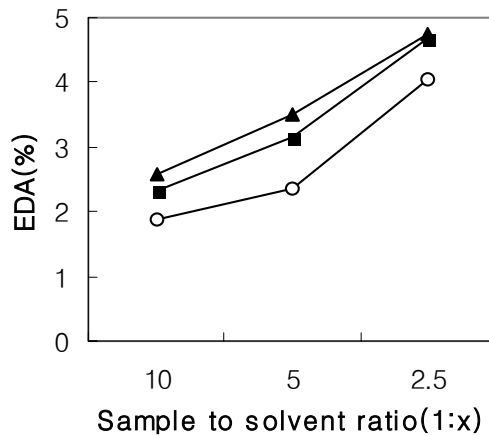


Fig. 16. Effect of sample to solvent ratio in microwave-assisted extraction(MAE) on electron donating abilities(EDA) of *Lyophyllum Ulmarum*¹⁾. —▲— : water, —○— : 50% ethanol, —■— : 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of sample(5~20g) and 50mL of solvent.

마) Tyrosinase 저해작용

시료 대 용매의 비율을 1 : 10, 1 : 5, 1 : 2.5로 감소시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 tyrosinase 저해작용을 측정하여 Fig. 17에 나타내었다. 시료 대 용매의 비율을 1: 10으로 하였을 때 tyrosinase 저해율은

나타나지 않았으며 1: 5 추출물과 1: 2.5 추출물은 2% 내외의 저해율을 나타내었다. 시료 대 용매비를 1: 5에서 1: 2.5로 감소시킴에 따라 water 추출물, 50% ethanol 추출물은 큰 변화를 나타내지 않은 반면 99% ethanol 추출물은 증가하는 경향을 나타내었다.

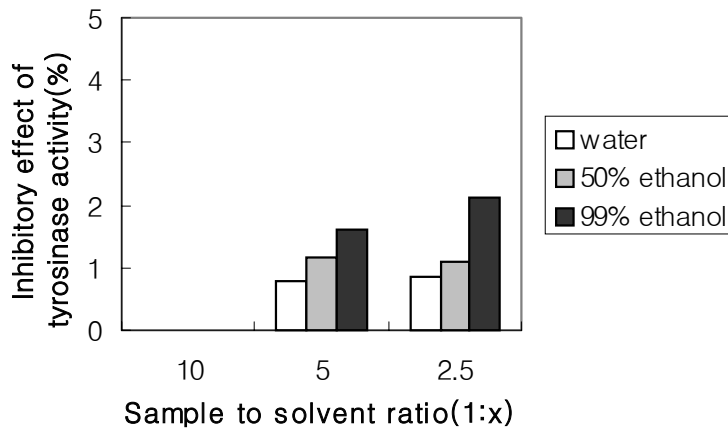


Fig. 17. Effect of sample to solvent ratio in microwave-assisted extraction(MAE) on inhibitory effect of tyrosinase activity of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾.

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of sample(5~20g) and 50mL of solvent.

바) 아질산염 소거작용

시료 대 용매의 비율을 1: 10, 1: 5, 1: 2.5로 감소시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 아질산염 소거작용을 측정하여 Fig. 18에 나타내었다. 시료 대 용매비를 감소시킴에 따라 99% ethanol로 추출했을 경우 뚜렷한 증가 경향을 나타내었다. 또한 50% ethanol을 추출 용매로 하여 1: 5에서 1: 2.5로 시료 대 용매비를 감소시키면서 추출하였을 경우에 아질산염

소거능은 완만한 증가를 나타내었다. 시료 대 용매비를 1: 2.5로 하였을 때 pH 1.2에서 아질산염 소거능은 99% ethanol 추출물, 50% ethanol 추출물, water 추출물이 각각 118.33%, 87.93%, 20.75%를 나타내었다. 또한 1: 2.5의 비율에서 아질산염 소거능은 pH 조건에 상관없이 99% ethanol 추출물, 50% ethanol 추출물, water 추출물 순서로 크게 나타났다.

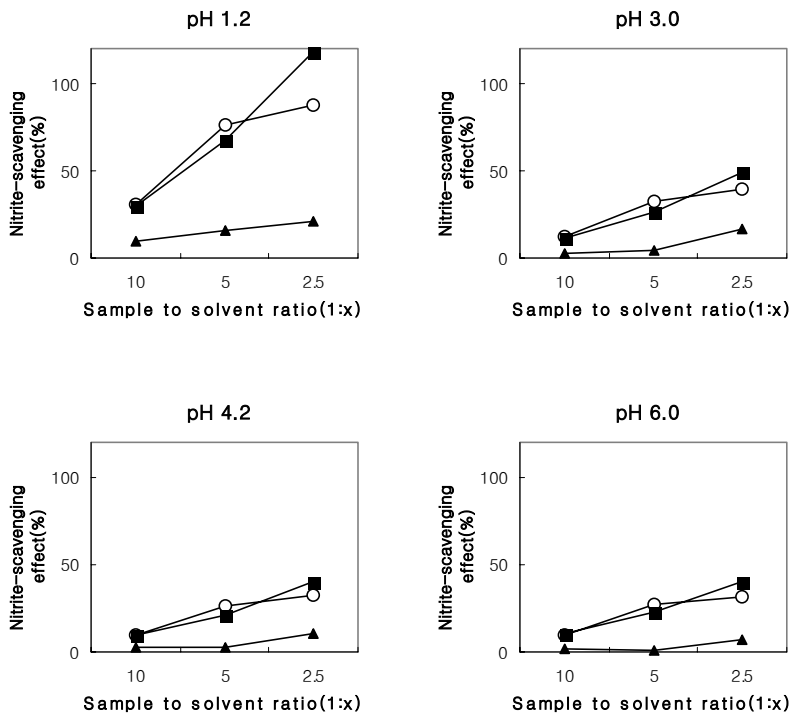


Fig. 18. Effect of sample to solvent ratio in microwave-assisted extraction(MAE) on nitrite-scavenging effect of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾.

—▲— : water, —○— : 50% ethanol, —■— : 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of sample(5~20g) and 50mL of solvent.

라. CE(conventional extraction)에 따른 생리활성 성분

1) CE에 따른 팽이버섯의 생리활성 성분

가) 수율

추출시간을 증가시킴에 따라 환류냉각 추출에 의한 팽이버섯의 수율을 측정하여 Table 9에 나타내었다. 120분 추출했을 때의 수율은 60분 추출했을 때 보다 크게 증가했으나 180분과는 거의 차이를 나타내지 않았다. 또한 세 가지 용매는 추출 시간에 관계없이 water, 50% ethanol, 99% ethanol 순서로 크게 나타났다.

나) 총 폴리페놀 함량

추출시간을 증가시킴에 따라 환류 냉각 추출에 의한 팽이버섯의 총 폴리페놀 함량을 측정하여 Table 9에 나타내었다. water, 50% ethanol로 120분간 추출하였을 때 총 폴리페놀 함량은 감소하였으며 180분 추출 시에는 다시 증가하였다. 그러나 99% ethanol의 경우에는 반대로 120분 추출 시에는 증가했지만 180분 추출에서는 감소하였다. water 추출물이 추출시간의 증가에 따라 급격한 변화를 보이고 있는 반면에 50% ethanol 추출물, 99% ethanol 추출물은 다소 완만한 변화를 나타내었다. 또한 환류 냉각 추출에 의한 총 폴리페놀 함량은 5% 이하의 수치를 나타내었다.

다) 갈색도

추출시간을 증가시킴에 따라 환류냉각 추출에 의한 팽이버섯의 갈색도를

측정하여 Table 9에 나타내었다. water로 추출한 팽이버섯의 갈색도는 시간 증가에 따라 큰 차이를 나타내지 않았으며, 50% ethanol로 추출한 팽이버섯의 갈색도는 water와 99% ethanol에 비해 매우 높게 나타났다. 또한 50% ethanol로 추출한 팽이버섯의 갈색도는 추출 시간이 증가함에 따라 1.019~1.372의 값을 나타내어 큰 차이는 없었고, 99% ethanol로 추출한 팽이버섯의 갈색도는 3시간 추출했을 때 0.671로 가장 높게 나타났다.

Table 9. Effect of time in conventional extraction(CE) on yield, total polyphenol content, inhibitory effect of angiotensin I converting enzyme(ACE), browning color of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

| Time (min) | Solvent | Yield(%) | Total polyphenol content(mg) | Browning Color(O.D) |
|------------|-------------|----------|------------------------------|---------------------|
| 60 | Water | 3.56 | 3.62 | 0.167 |
| | 50% ethanol | 3.29 | 3.14 | 1.372 |
| | 99% ethanol | 3.01 | 2.16 | 0.324 |
| 120 | Water | 5.20 | 2.54 | 0.135 |
| | 50% ethanol | 4.76 | 2.84 | 1.019 |
| | 99% ethanol | 4.20 | 2.7 | 0.245 |
| 180 | Water | 5.29 | 4.06 | 0.153 |
| | 50% ethanol | 4.86 | 3.46 | 1.087 |
| | 99% ethanol | 4.35 | 2.40 | 0.671 |

¹⁾CE was performed on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

라) 전자공여작용

추출시간을 증가시킴에 따라 환류 냉각 추출에 의한 팽이버섯의 전자공

여작용을 측정하여 Fig. 19에 나타내었다. 그 결과 water, 50% ethanol, 99% ethanol로 추출했을 때 모두 다른 경향을 나타내었다. 추출시간을 증가시키면 따라 water 추출물은 120분에서 감소했다가 그 이상에서는 증가하였으며, 50% ethanol 추출물은 완만한 감소 경향을 나타내었다. 또한 99% ethanol 추출물은 120분까지 증가하였으며 그 이상에서는 거의 변화를 나타내지 않았다. 환류냉각 추출에 의한 전자공여능은 10~20%의 범위를 나타내어 마이크로웨이브 power, 추출시간, 시료 대 용매비에 따라 검토한 전자공여능에 비하여 낮은 값을 나타내었다.

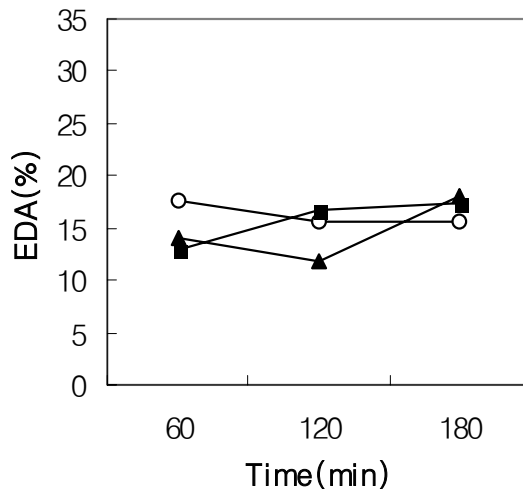


Fig. 19. Effect of time in conventional extraction(CE) on electron donating abilities(EDA) of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾CE was performed on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

2) CE에 따른 만가닥 버섯의 생리활성 성분

가) 수율

추출시간을 증가시킴에 따라 환류냉각 추출에 의한 만가닥버섯의 수율을 측정하여 Table 10에 나타내었다. 120분 추출했을 경우 수율은 60분 추출했을 때보다 약간 증가하였으나 그 이상에서는 거의 변화를 나타내지 않았다. 또한 추출 시간에 상관없이 수율은 50% ethanol 추출물, water 추출물, 99% ethanol 추출물 순서로 높게 나타났다.

나) 총 폴리페놀 함량

추출시간을 증가시킴에 따라 환류냉각 추출에 의한 만가닥버섯의 총 폴리페놀 함량을 측정하여 Table 10에 나타내었다. 추출 시간을 증가시킴에 따라 총 폴리페놀 함량은 완만한 증가를 나타내었으며, 추출 용매에 따라 water 추출물, 50% ethanol 추출물, 99% ethanol 추출물 순서로 높게 나타났다.

다) 갈색도

추출시간을 증가시킴에 따라 환류냉각 추출에 의한 만가닥버섯의 갈색도를 측정하여 Table 10에 나타내었다. CE의 추출 시간 증가에 따라 갈색도는 증가하는 경향을 나타냈으며 120분과 180분간 추출했을 때 갈색도는 water 추출물, 50% ethanol 추출물, 99% ethanol 추출물 순서로 높게 나타났다.

Table 10. Effect of time in conventional extraction(CE) on yield, total polyphenol content, browning color of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾.

| Time (min) | Solvent | Yield(%) | Total polyphenol content(mg) | Browning Color(O.D) |
|------------|-------------|----------|------------------------------|---------------------|
| 60 | Water | 5.23 | 2.58 | 0.113 |
| | 50% ethanol | 5.46 | 1.80 | 0.598 |
| | 99% ethanol | 3.63 | 1.44 | 0.415 |
| 120 | Water | 5.56 | 2.84 | 0.117 |
| | 50% ethanol | 5.60 | 1.94 | 0.603 |
| | 99% ethanol | 4.11 | 1.58 | 1.066 |
| 180 | Water | 5.57 | 2.80 | 0.119 |
| | 50% ethanol | 5.62 | 2.40 | 0.712 |
| | 99% ethanol | 4.13 | 1.86 | 1.221 |

¹CE was performed on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

라) 전자공여작용

추출시간을 증가시킴에 따라 환류냉각 추출에 의한 만가닥버섯의 전자공여작용을 측정하여 Fig. 20에 나타내었다. 전자공여능은 Fig. 20에서 보는 바와 같이 120분까지는 큰 변화없이 비슷하거나 다소 감소하였으며, 그 이후 180분 추출시 크게 상승하였다. 용매에 따른 전자공여능을 보면 용매가 물일 때 가장 높고 50% 에탄올 일 때 가장 낮았다. 환류 냉각 추출 시간에 따른 만가닥버섯의 전자공여능은 15%이하로 나타났다.

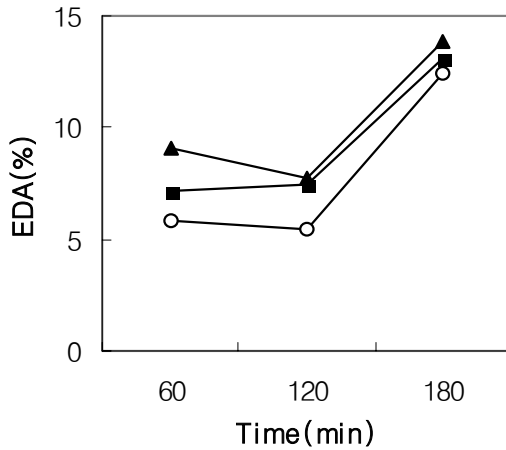


Fig. 20. Effect of time in Conventional extraction(CE) on electron donating abilities(EDA) of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾CE was performed on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

마. 전처리 방법에 따른 생리활성 성분

1) 전처리 방법에 따른 팽이버섯의 생리활성 성분

가) 총 폴리페놀 함량

추출전 팽이버섯을 2분간 blanching과 roasting 처리한 추출액의 총 폴리페놀 함량을 측정하여 Table 11에 나타내었다. roasting 처리한 추출물의 총 폴리페놀 함량이 blanching 처리한 추출물 보다 더 높게 나타났으며, 특히 50% ethanol로 추출하였을 경우 차이가 가장 크게 났다. 전처리방법에 따른 팽이버섯의 총 폴리페놀 함량은 2% 안팎의 낮은 수치를 나타내었다.

Table 11. Effect of cooking treatment in microwave-assisted

extraction(MAE) on EDA, polyphenol content, inhibitory effect of angiotensin I converting enzyme, inhibitory effect of tyrosinase activity of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

| Cooking treatment (time) | Solvent | Total polyphenol content (mg) | Inhibitory effect of ACE (%) |
|--------------------------|-------------|-------------------------------|------------------------------|
| Blanching (2min) | Water | 0.91 | - |
| | 50% ethanol | 0.31 | - |
| | 99% ethanol | 0.56 | - |
| Roasting (2min) | Water | 2.18 | - |
| | 50% ethanol | 2.03 | - |
| | 99% ethanol | 1.87 | - |

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

나) 전자공여작용

추출전 팽이버섯을 2분간 blanching과 roasting 처리한 추출액의 전자공여작용을 측정하여 Fig.21에 나타내었다. Roasting 처리한 추출물이 blanching 처리한 추출물에 비해 더 높은 전자공여능을 나타냈다. 50% ethanol로 추출했을 경우에 roasting 과 blanching 의 전자공여능 차이는 5.79%의 차이를 나타내어 다른 용매에 비하여 조리방법에 따라서 큰 차이를 나타내었다. 전자공여작용은 전처리방법에 상관없이 water 추출물, 99% ethanol 추출물, 50% ethanol 추출물 순서로 높게 나타났다. 전처리방법에 따라 살펴본 전자공여능은 1~10% 범위였다.

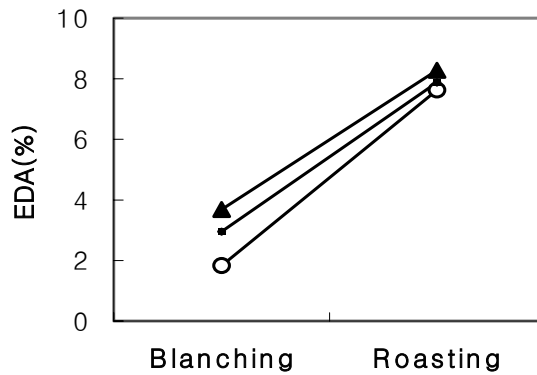


Fig. 21. Effect of cooking treatment in microwave-assisted extraction (MAE) on electron donating abilities(EDA) of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

다) Tyrosinase 저해작용

추출전 팽이버섯을 2분간 blanching과 roasting 처리한 추출액의 tyrosinase 저해작용을 측정하여 Fig. 22에 나타내었다. Tyrosinase 저해율은 roasting 처리한 것이 blanching 처리한 것보다 높았다. 또한 water 추출물과 50% ethanol 추출물은 전처리 방법에 따라 1.14%, 1.43%의 차이를 나타낸 반면에 99% ethanol 추출물은 0.63%의 적은 차이를 나타내었다.

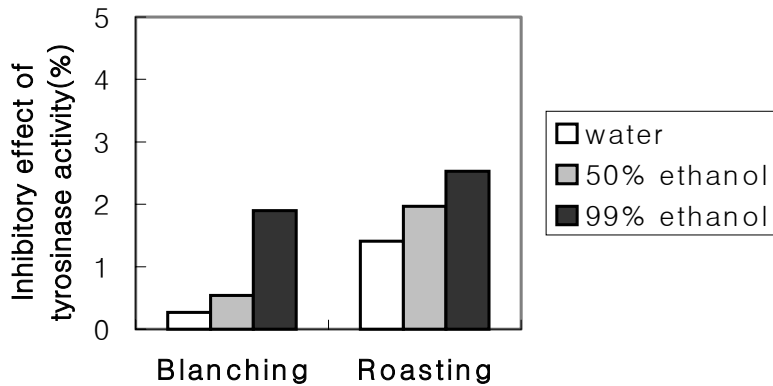


Fig. 22. Effect of cooking treatment in microwave-assisted extraction (MAE) on inhibitory effect of tyrosinase activity of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

라) 아질산염 소거작용

추출전 팽이버섯을 2분간 blanching과 roasting 처리한 추출액의 아질산염 소거작용을 측정하여 Fig. 23에 나타내었다. 그 결과 roasting 처리한 추출물의 아질산염 소거능은 blanching 처리한 추출물보다 높게 나타났다. 특히 50% ethanol로 추출했을 경우 확연히 높게 나타났다. 50% ethanol 추출물, 99% ethanol 추출물의 아질산염 소거능은 pH 3.0 이상의 조건에서 확연한 감소를 나타내었으나 water 추출물의 경우에는 pH 증가에 따른 큰 차이를 나타내지 않았다.

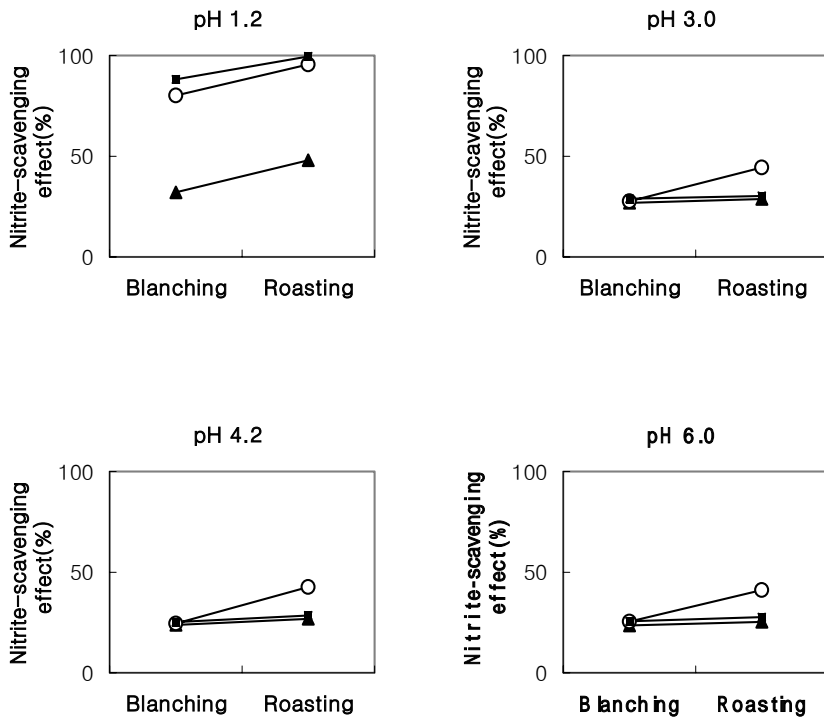


Fig. 23. Effect of cooking treatment in microwave-assisted extraction (MAE) on nitrite-scavenging effect of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

2) 전처리방법에 따른 만가닥버섯의 생리활성 성분

가) 총 폴리페놀 함량

추출전 만가닥버섯을 2분간 blanching과 roasting 처리한 추출액의 총 폴리페놀 함량을 측정하여 Table 12에 나타내었다. Roasting 처리한 추출물의 총 폴리페놀 함량이 blanching 처리한 추출물 보다 더 높게 나타났다. roasting 처리를 했을 경우 각 용매에 따른 총 폴리페놀 함량은 blanching

처리를 한 경우 보다 더 확실한 차이를 나타내었는데 water, 50% ethanol, 99% ethanol 순서로 크게 나타났다. 전처리방법별로 살펴본 만가닥 버섯의 총 폴리페놀 함량은 3% 이하로 낮은 수치를 나타내었다.

Table 12. Effect of cooking treatment in microwave-assisted extraction(MAE) on total polyphenol content, inhibitory effect of angiotensin I converting enzyme, inhibitory effect of tyrosinase activity of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾

| Cooking treatment (time) | Solvent | Total polyphenol content(mg) | Inhibitory effect of ACE (%) |
|--------------------------|-------------|------------------------------|------------------------------|
| Blanching (2min) | Water | 1.09 | - |
| | 50% ethanol | 0.76 | - |
| | 99% ethanol | 0.73 | - |
| Roasting (2min) | Water | 2.50 | - |
| | 50% ethanol | 2.02 | - |
| | 99% ethanol | 1.66 | - |

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

나) 전자공여작용

추출전 만가닥버섯을 2분간 blanching과 roasting 처리한 추출액의 전자공여작용을 측정하여 Fig. 24에 나타내었다. Water 추출물과 50% ethanol 추출물의 전자공여능은 조리방법에 따른 차이를 거의 나타내지 않았으나 99% ethanol 추출물의 경우 blanching 처리한 것이 roasting 처리한 것보다 0.99% 정도 높게 나타났다. 전처리 방법에 따른 만가닥버섯의 전자공여

능은 7% 이하의 값을 나타내었다.

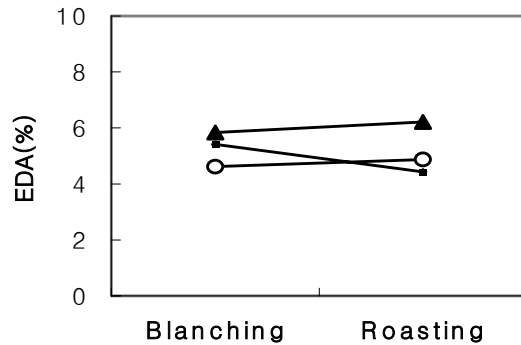


Fig. 24. Effect of cooking treatment in microwave-assisted extraction (MAE) on electron donating abilities(EDA) of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

다) Tyrosinase 저해작용

추출된 만가닥버섯을 2분간 blanching과 roasting 처리한 추출액의 tyrosinase 저해작용을 측정하여 Fig. 25에 나타내었다. tyrosinase 저해율은 blanching 처리한 추출물에서는 나타나지 않았으나 roasting 처리했을 경우에 water 추출물, 50% ethanol 추출물, 99% ethanol 추출물은 각각 3.23%, 4.84%, 6.45%의 저해율을 나타내었다.

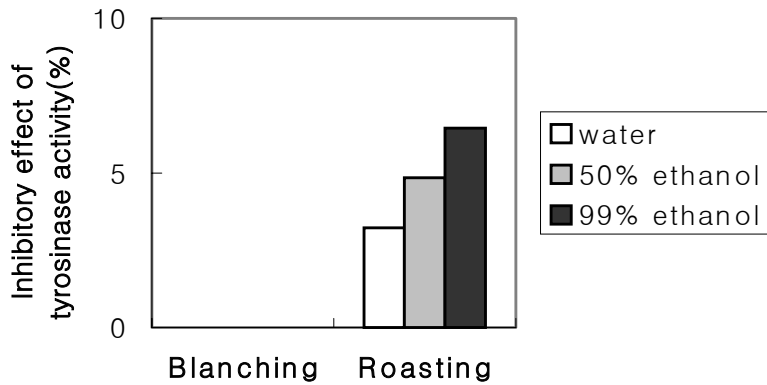


Fig. 25. Effect of cooking treatment in microwave-assisted extraction (MAE) on inhibitory effect of tyrosinase activity of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾.

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

라) 아질산염 소거작용

추출전 만가닥버섯을 2분간 blanching과 roasting 처리한 추출액의 아질산염 소거작용을 측정하여 Fig. 26에 나타내었다. 그 결과 아질산염 소거능은 roasting 처리한 것이 blanching 처리한 것에 비해 높게 나타났다. pH가 1.2이고 용매가 water, 99% ethanol의 경우에는 blanching 처리한 것과 roasting 처리한 것은 큰 차이를 나타내지 않았으나 50% ethanol의 경우에는 roasting 처리한 것이 blanching 처리한 것에 비해 37.88% 높게 나타났다. 또한 pH가 3.0이상일 때는 roasting 처리한 것과 blanching 처리한것의 아질산염 소거능의 차이는 거의 나타나지 않았다.

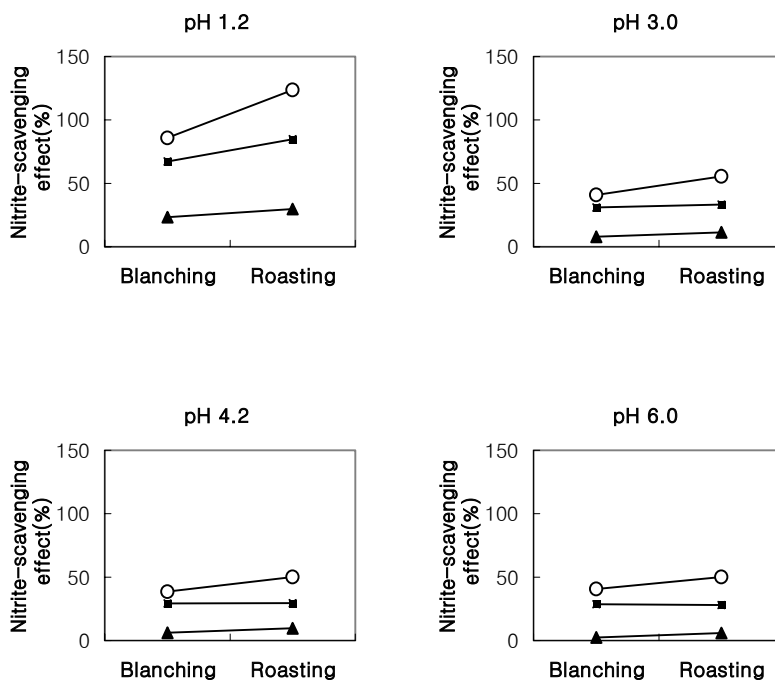


Fig. 26. Effect of cooking treatment in microwave-assisted extraction (MAE) on nitrite-scavenging effect of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾.

—▲—, water; —○—, 50% ethanol; —■—, 99% ethanol

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

2. 추출공정별 팽이 및 만가닥 버섯의 특성 및 최적 추출조건 설정

가. 팽이 및 만가닥 버섯의 최적 추출조건 설정

1) 팽이버섯의 최적 추출조건 설정

가) 추출물의 품질 특성 및 추출공정 최적화

중심합성계획에 의한 16처리구의 추출조건의 품질특성으로 수율, 전자공여작용, 총 폴리페놀 함량, tyrosinase 저해작용, 갈색도, 아질산염 소거작용을 3회 반복 실시하고 평균값을 Table 13에 나타내었다. 이들 결과를 이용하여 회귀분석을 실시하였으며 각 요인변수에 따른 반응변수들 즉, 수율(Y_1), 전자공여작용(Y_2), 총 폴리페놀 함량(Y_3), tyrosinase 저해작용(Y_4), 아질산염 소거작용(Y_5), 갈색도(Y_6)에 대한 회귀식과 반응표면분석에 의해 최적추출조건을 예측하였다. 이들 회귀식에서 요인변수들 중 상수가 가장 낮은 변수 즉, 영향이 가장 작은 것으로 나타난 추출시간(extraction time)을 5.72분으로 고정하여 contour map과 반응표면을 각각 나타내었다(Fig. 27~32).

추출조건 별 팽이버섯 추출물의 수율, 갈변도, 전자공여능, 아질산염 소거작용, 총 폴리페놀함량, tyrosinase 저해작용 등에 대한 회귀식의 유의성과 회귀분석에 의한 정상점의 예측 및 각각의 최적추출 조건을 구하였다(Table 14 및 15). 수율의 변화에서 회귀식(Table 14)의 R^2 는 0.9066으로 5%의 수준에서 유의성이 인정되었다. 반응표면분석을 통하여 예측된 정상점(stationary point)은 74.03%로 예측되었으며, 이때 요인변수인 추출조건은 microwave power 26.91 watt, 에탄올 농도 27.72 %, 추출시간 2.68분이

었다(Table 15). 팽이버섯의 전자공여작용 및 총 폴리페놀 함량의 변화에서 회귀식의 R^2 는 각각 0.8322, 0.8611로 10%의 수준에서 유의성이 인정되었다. 반응표면분석을 통하여 예측된 정상점(stationary point)은 각각 40.82 % 및 29.91 mg%로 예측되었으며, 이때 요인변수인 추출조건은 전자공여작용 및 총 폴리페놀함량에서 각각 microwave power 54.66 watt 및 87.45 watt, 에탄올 농도 83.29 % 및 99.30 %, 추출시간 7.39분 및 5.43분이었다(Table 15). 또한 추출조건에 따른 갈변도, 아질산염 소거작용, tyrosinase 저해작용에 대한 팽이버섯 추출물에 대한 회귀식 및 R^2 는 각각 0.2759, 0.6720, 0.3859로 매우 낮았으며 유의성이 인정되지 않았다.

팽이버섯 추출물의 고형분 수율의 변화는 Fig. 27의 contour map과 반응표면에서 볼 때 에탄올 농도에 가장 큰 영향을 받았으며, 그 다음이 microwave power, 추출시간의 순이었다. 즉, 에탄올 농도가 낮은 범위에서는 microwave power의 증가에 따라 조금씩 증가하였으나 고농도의 범위에서는 microwave power의 증가에 따라 증가폭이 크게 나타났다. 그리고 contour map과 반응표면에 나타난 여러 가지 생리활성의 추출특성을 살펴보면, 갈변도의 경우 Fig. 28과 같이 microwave power보다는 에탄올 농도에 크게 영향을 받는 것으로 나타났으며 아질산염 소거 작용의 경우 에탄올 농도가 증가할수록, microwave power가 감소할수록 조금씩 증가하는 경향이었다(Fig. 30). 전자공여작용의 경우 에탄올 농도가 증가할수록 증가폭이 컸고, microwave가 증가할수록 조금씩 증가하는 경향을 보였다. 총 폴리페놀 함량의 경우 에탄올 농도가 증가할수록, microwave power가 클수록 추출물의 생리활성이 우수한 것으로 나타났으며, tyrosinase 저해작용

의 경우, 에탄올 농도보다는 microwave power에 영향을 받았는데 power가 작을수록 그 값은 크게 측정되었다(Fig. 31 및 32).

Table 13. Experimental data on yield, electron donating ability, total polyphenol content, inhibitory effect of tyrosinase activity, nitrite-scavenging ability(in pH 1.2) and browning color of *Flammulina velutipes* extracted by MAE under conditions based on central composite design for response surface analysis.

| Experimetal number ¹⁾ | yield (%) | electron donating ability(%) | total polyphenol content (mg%) | inhibitory effect of tyrosinase activity(%) | Nitrite-scavenging ability(%) | browning color (O.D) |
|----------------------------------|-----------|------------------------------|--------------------------------|---|-------------------------------|----------------------|
| 1 | 60.33 | 17.65 | 17.00 | 44.71 | 18.45 | 0.239 |
| 2 | 49.54 | 23.22 | 20.98 | 25.78 | 19.61 | 0.221 |
| 3 | 32.69 | 34.10 | 24.15 | 22.64 | 11.75 | 1.123 |
| 4 | 14.94 | 36.40 | 26.15 | 31.46 | 19.34 | 1.498 |
| 5 | 33.45 | 26.51 | 19.90 | 46.43 | 28.61 | 0.530 |
| 6 | 46.07 | 27.27 | 23.69 | 34.29 | 16.62 | 0.244 |
| 7 | 22.67 | 37.16 | 25.87 | 56.00 | 23.93 | 1.648 |
| 8 | 47.47 | 39.65 | 28.10 | 18.18 | 16.78 | 1.925 |
| 9 | 56.08 | 29.95 | 18.91 | 46.67 | 25.41 | 0.436 |
| 10 | 54.83 | 33.90 | 19.36 | 49.64 | 27.54 | 0.525 |
| 11 | 42.99 | 30.10 | 11.15 | 24.00 | 10.06 | 0.467 |
| 12 | 32.24 | 36.35 | 21.01 | 23.21 | 25.26 | 0.589 |
| 13 | 31.75 | 25.94 | 22.64 | 27.87 | 16.40 | 0.597 |
| 14 | 10.23 | 36.98 | 27.80 | 24.07 | 40.00 | 2.260 |
| 15 | 30.72 | 31.54 | 23.97 | 25.00 | 22.86 | 0.557 |
| 16 | 54.71 | 35.75 | 24.20 | 37.29 | 39.44 | 0.907 |

¹⁾The number of experimental condition by central composite design.

Table 14. The second order polynomials for yield, browning color, electron donating ability, nitrite scavenging activity, total polyphenol content, tyrosinase inhibitory effect of *Flammulina velutipes* extracted by MAP under different conditions of power, ethanol concentration and extraction time

| Responses | Second order polynomials | R ² | Significance |
|------------------------------|---|----------------|--------------|
| Yield | $Y_1 = 106.647071 - 0.78005X_1 + 0.111226X_2 - 6.491980X_3 + 0.008810X_1X_2 + 0.137417X_1X_3 + 0.013050X_2X_3 - 0.002492X_1^2 - 0.012560X_2^2 - 0.45442X_3^2$ | 0.9066 | 0.0170 |
| Browning color | $Y_1 = 2.080840 - 0.002051X_1 - 0.055572X_2 - 0.139696X_3 + 0.000106X_1X_2 - 0.000763X_1X_3 + 0.002390X_2X_3 + 0.000020127X_1^2 + 0.000381X_2^2 + 0.011297X_3^2$ | 0.2759 | 0.9673 |
| Electron donating ability | $Y_1 = 9.816624 + 0.060389X_1 + 0.2970114X_2 + 0.512386X_3 - 0.001100X_1X_2 - 0.009625X_1X_3 - 0.003850X_2X_3 + 0.000610X_1^2 + 0.000079858X_2^2 + 0.106795X_3^2$ | 0.8322 | 0.0796 |
| Nitrite scavenging activity | $Y_1 = 10.746456 + 0.466967X_1 - 0.499249X_2 + 0.125459X_3 + 0.000408X_1X_2 - 0.058104X_1X_3 + 0.028175X_2X_3 - 0.000689X_1^2 - 0.001749X_2^2 + 0.422505X_3^2$ | 0.6720 | 0.3636 |
| Total polyphenol content | $Y_1 = 11.865947 + 0.176252X_1 - 0.048189X_2 - 0.905513X_3 - 0.000323X_1X_2 + 0.000083333X_1X_3 - 0.008850X_2X_3 - 0.000646X_1^2 + 0.002041X_2^2 + 0.159253X_3^2$ | 0.8611 | 0.0491 |
| Tyrosinase inhibitory effect | $Y_1 = -32.039628 + 0.858083X_1 + 0.478556X_2 + 11.090405X_3 + 0.001642X_1X_2 - 0.083021X_1X_3 + 0.005175X_2X_3 - 0.002934X_1^2 - 0.006905X_2^2 - 0.455379X_3^2$ | 0.3859 | 0.8839 |

Table 15. Predicted levels of extraction conditions for the maximum responses of yield, browning color, electron donating ability, nitrite scavenging activity, total polyphenol content, tyrosinase inhibitory effect of *Flammulina velutipes* by the ridge analysis

| Yn | R ² | Pr>F | X1 (Power/W) | X2 (Et-OH%) | X3 (time/min) | Max. | Morphology |
|------------------------------|----------------|--------|-----------------|----------------|------------------|-----------|--------------|
| Yield | 0.9066 | 0.0170 | 26.90 | 27.72 | 2.68 | 74.0315 | saddle point |
| Browning color | 0.2759 | 0.9673 | 90.11 | 95.96 | 7.02 | 1.8622 | saddle point |
| Electron donating ability | 0.8332 | 0.0796 | 54.66 | 93.28 | 7.39 | 40.824449 | saddle point |
| Nitrite scavenging activity | 0.6720 | 0.3636 | 49.54 | 46.82 | 9.72 | 39.5963 | saddle point |
| Total polyphenol content | 0.8611 | 0.0491 | 87.45 | 99.30 | 5.43 | 29.912670 | saddle point |
| Tyrosinase inhibitory effect | 0.3859 | 0.8839 | 123.71 | 50.12 | 2.07 | 46.2995 | saddle point |

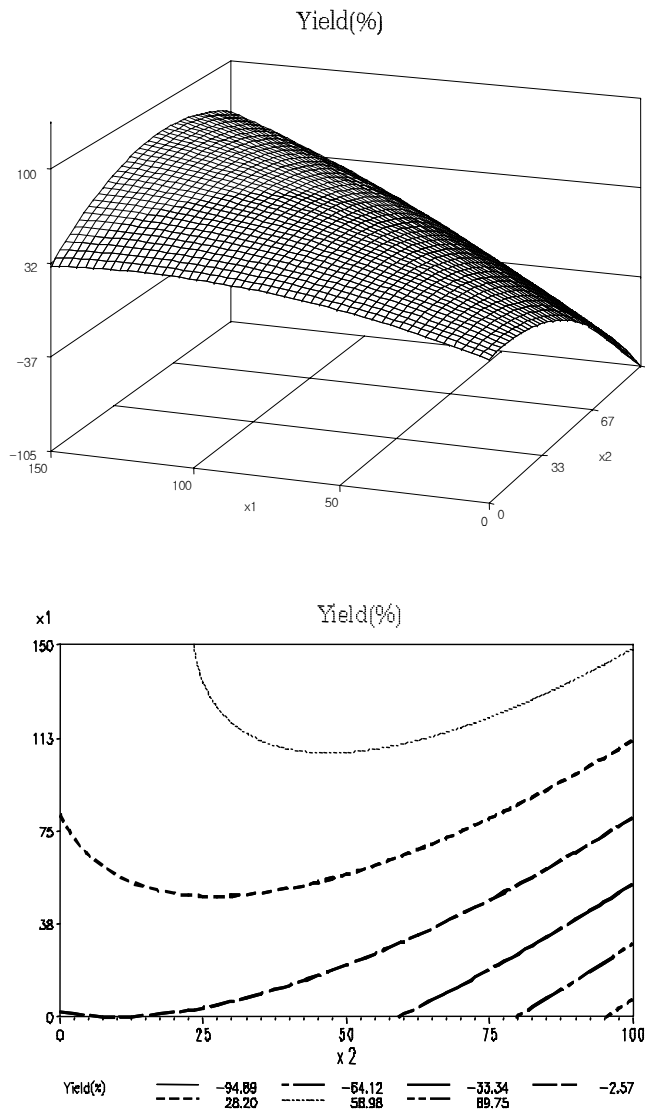


Fig. 27. Contour map and response surface for the effects of extraction conditions on yield of *Flammulina Velutipes* by microwave-assisted extraction. X1 : microwave power(Watt), X2 : Et-OH (%)

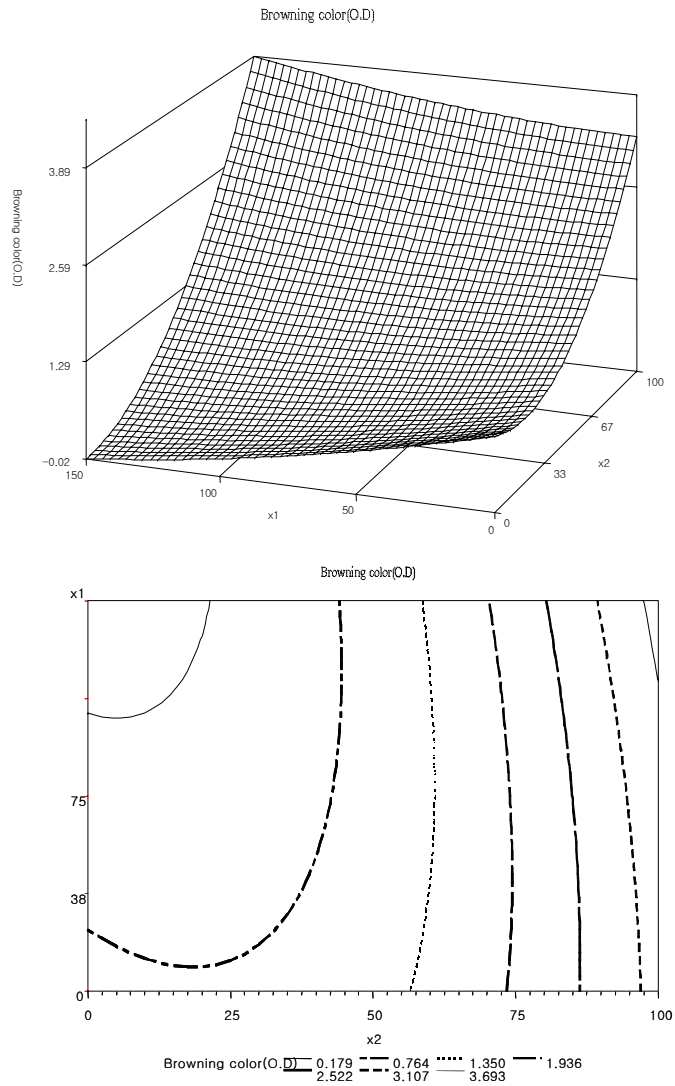


Fig. 28. Contour map and response surface for the effects of extraction conditions on browning color of *Flammulina Velutipes* by microwave-assisted extraction. X1 : microwave power(Watt), X2 : Et-OH (%)

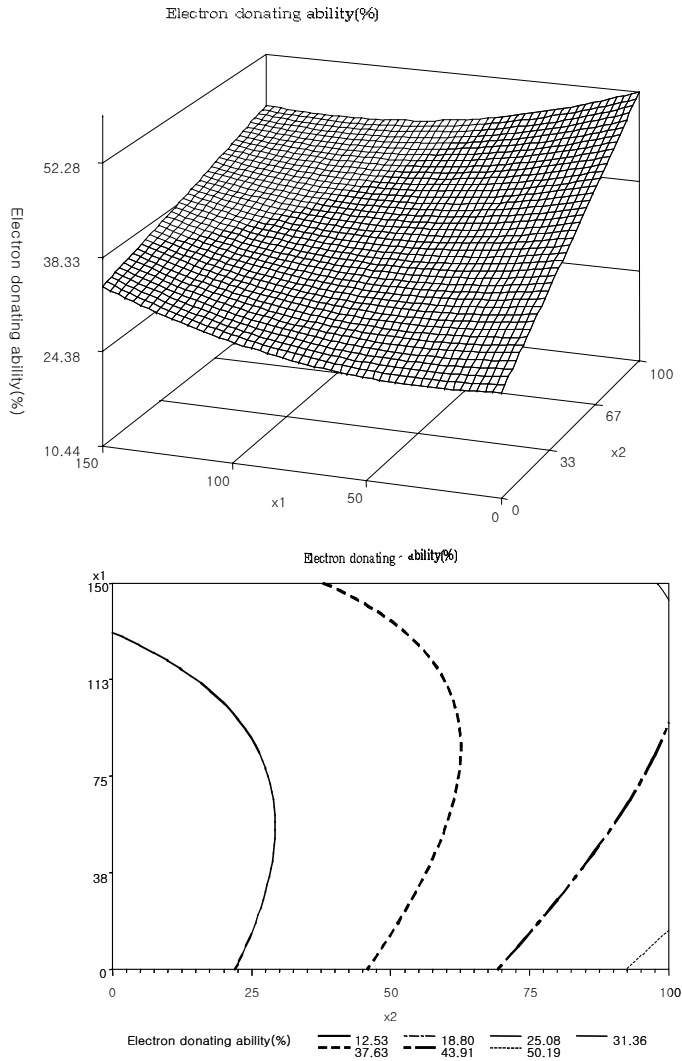


Fig. 29. Contour map and response surface for the effects of extraction conditions on electron donating ability of *Flammulina Velutipes* by microwave-assisted extraction. X1 : microwave power(Watt), X2 : Et-OH (%)

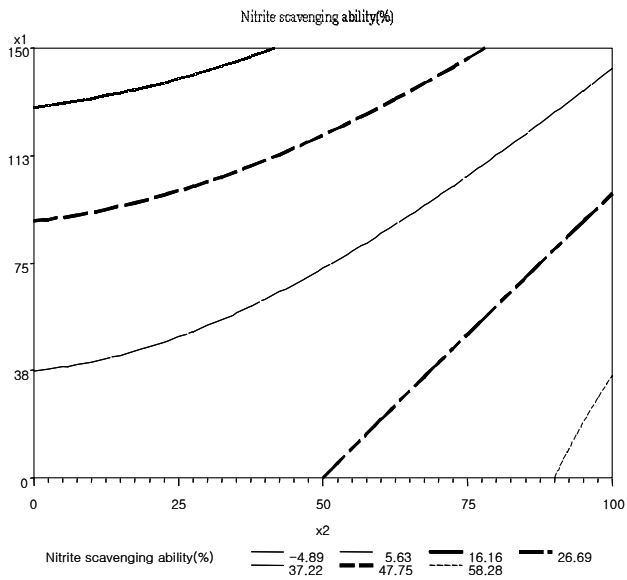
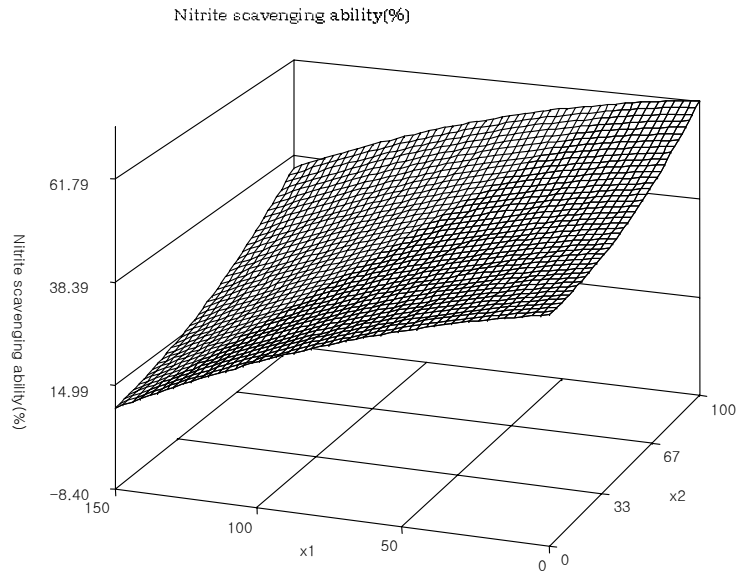


Fig. 30. Contour map and response surface for the effects of extraction conditions on nitrite scavenging activity of *Flammulina Velutipes* by microwave-assisted extraction. X1 : microwave power(Watt), X2 : Et-OH (%)

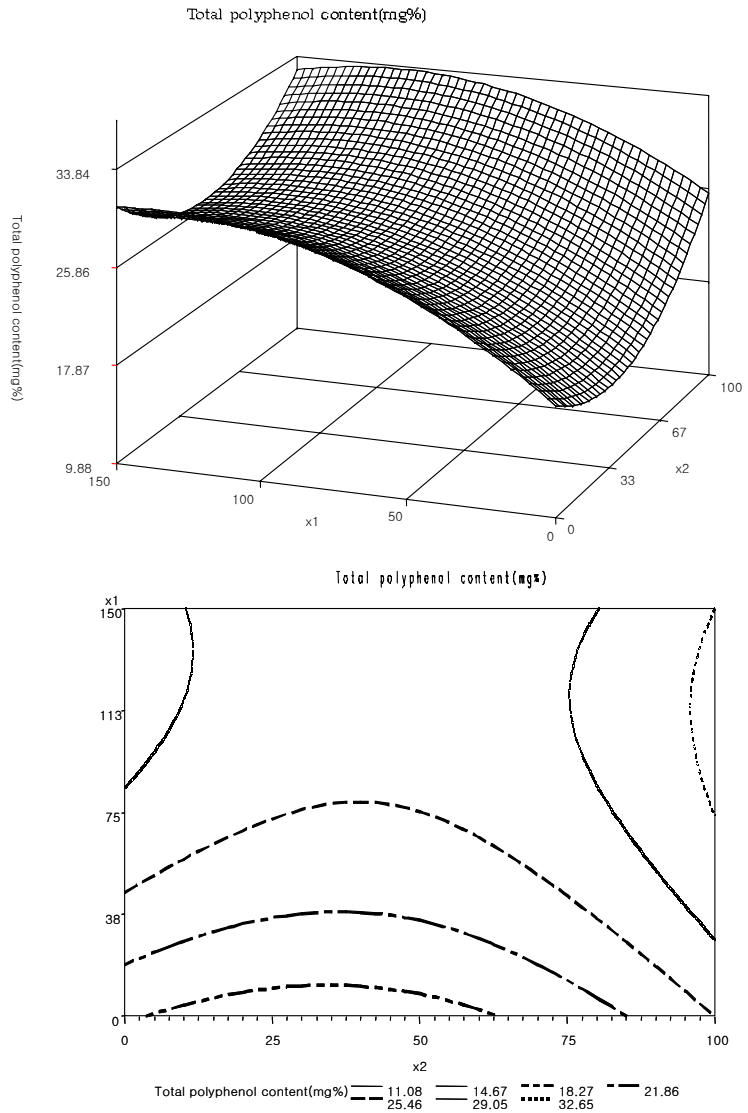


Fig. 31. Contour map and response surface for the effects of extraction conditions on total polyphenol content of *Flammulina Velutipes* by microwave-assisted extraction. X1 : micriwave power(Watt), X2 : Et-OH (%)

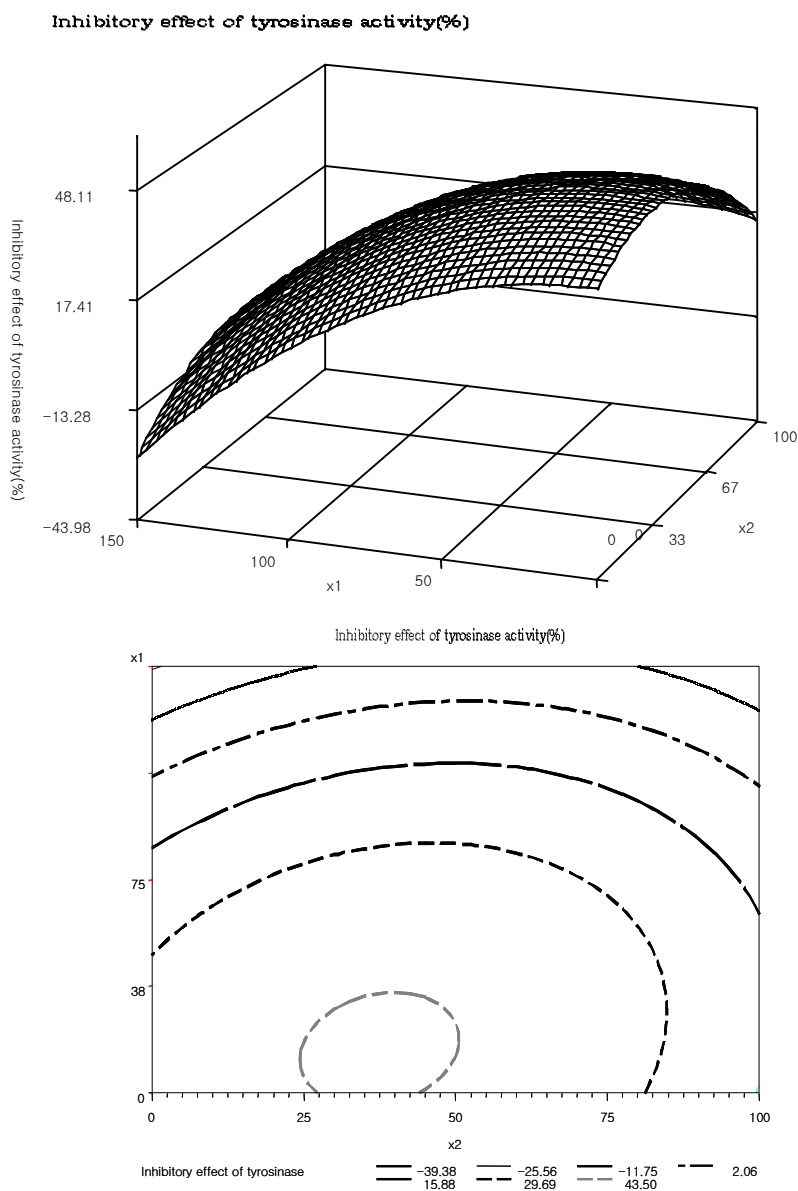


Fig. 32. Contour map and response surface for the effects of extraction conditions on tyrosinase inhibitory effect of *Flammulina Velutipes* by microwave-assisted extraction. X1 : micriwave power(Watt), X2 : Et-OH (%)

나) 추출공정 최적 예측조건의 실증

(1) 추출조건의 최적화

MAP(microwave assisted processing) 추출법에 의한 팽이버섯의 추출 조건을 최적화하기 위하여 추출물의 특성인 수율(Y_1), 전자공여작용(Y_2), 총 폴리페놀 함량(Y_3), tyrosinase 저해작용(Y_4), 아질산염 소거작용(Y_5), 갈색도(Y_6) 등의 contour map을 superimposing 하여 최적 추출조건 범위를 예측하였다. Fig. 33에서와 같이 반응표면이 중복된 부분의 범위는 추출물의 품질특성(반응변수, $Y_1 \sim Y_6$) 을 대상으로 하였을 경우 microwave 47.21 ~ 76.05 watt, 에탄올 농도 10.25 ~ 43.56 %, 추출시간 5.72 분(Table 16) 이었다.

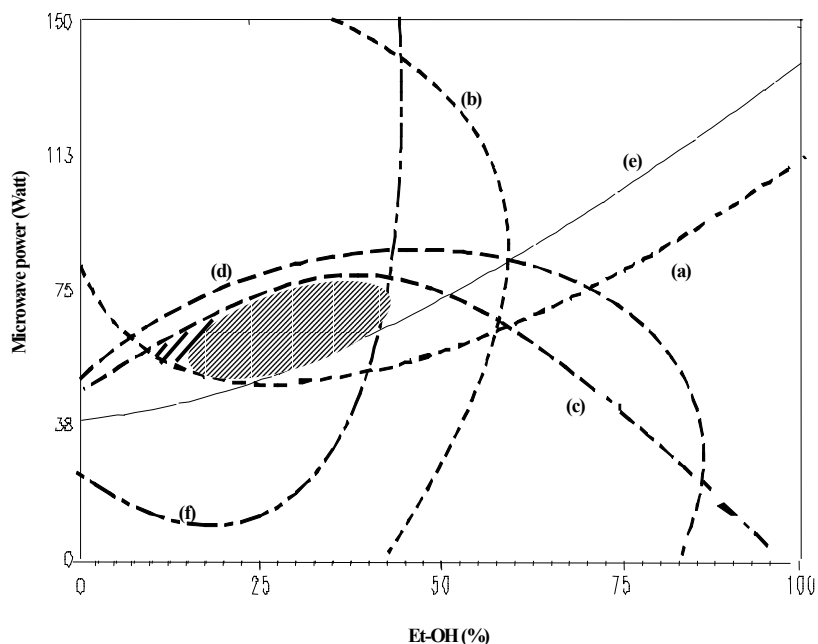


Fig. 33. Superimposing contour map of optimized conditions for yield, electron donating ability(EDA), total phenolics, inhibitory effect of tyrosinase activity, nitrite-scavenging effect and browning color of *Flammulina Velutipes* as functions of microwave power, ethanol concentration and extraction time(5.72 min) by microwave-assisted extraction. (a) yield, (b) electron donating ability(EDA), (c) total phenolics, (d) inhibitory effect of tyrosinase activity, (e) nitrite-scavenging effect, (f) browning color

Table 16. Optimum extraction conditions for maximum responses of yield, electron donating ability(EDA), total phenolics, inhibitory effect of tyrosinase activity, nitrite-scavenging effect and browning color of *Flammulina Velutipes* by superimposing their contour maps

| Extraction condition | Range of optimum condition | Optimum condition |
|-----------------------|----------------------------|-------------------|
| Microwave power(watt) | 47.21 ~ 76.05 | 62 |
| Ethanol conc.(%) | 10.25 ~ 43.56 | 43 |
| Extraction time(min) | 5.72 | 5.7 |

(2) 예측조건의 실증

MAE (Microwave assisted extraction)법에 의한 팽이버섯의 생리활성 성분의 추출조건 최적화를 위하여 각 특성들의 contour map을 superimposing 하여 최적 추출조건 범위를 예측하였다. 각 특성의 반응표면이 중복된 부분의 범위 중 임의조건의 예측치와 동일조건에서 실제 실험하여 얻은 실험치와의 추출효율을 확인하여 회귀식의 신뢰성을 검증하였다. 이때 임의의 조건으로 microwave power 62 watt, 에탄올 농도 43 %, 추출시간 5.7분으로 하여 추출효율을 확인해 본 결과, Table 17과 같이 임의의 조건에서 실제 실험하여 얻은 추출물의 생리적 기능성 성분들 즉, 고형분 수율, 갈변도, 전자공여작용 및 총 폴리페놀 함량은 RSM기법에 의해 예측된 값과 비교하여 유사하거나 오히려 조금 높은 값을 나타내어 도출된 회귀식의 신뢰성을 검증할 수 있었다. 또한 tyrosinase 저해 작용, 아질산

염 소거작용 및 갈변도의 경우 유사하거나 다소 낮은 값을 나타내었다 (Table 17).

Table 17. Comparison between predicted and observed values of response variable for ethanol extracts from *Flammulina Velutipes* at the given condition within the range of optimum condition

| Response variable | Predicted values ¹⁾ | Experimental values ²⁾ |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Yield (% , d.b.) | 48.14 ~ 54.22 | 56.08 |
| Browning color(Abs. at 420nm) | 0.51 ~ 1.06 | 0.436 |
| Electron donating ability(%) | 20.15 ~ 28.66 | 29.95 |
| Nitrite scavenging activity(%) | 12.90 ~ 26.66 | 11.75 |
| Total polyphenol content(mg%) | 17.70 ~ 20.55 | 21.01 |
| Tyrosinase inhibitory effect(%) | 33.33 ~ 43.14 | 34.29 |

¹⁾ Calculated using the predicted equations for response variables.

²⁾ Mean values of triplicate determinations.

2) 만가닥버섯의 최적 추출조건 설정

가) 추출물의 품질 특성 및 추출공정 최적화

중심합성계획에 의한 16처리구의 추출조건의 품질특성으로 수율, 전자공여작용, 총 폴리페놀 함량, tyrosinase 저해작용, 갈색도, 아질산염 소거작용을 3회 반복 실시하고 평균값을 Table 18에 나타내었다. 이들 결과를 이용하여 회귀분석을 실시하였으며 각 요인변수에 따른 반응변수들 즉, 수율(Y₁), 전자공여작용(Y₂), 총 폴리페놀 함량(Y₃), tyrosinase 저해작용(Y₄), 아

질산염 소거작용(Y_5), 갈색도(Y_6)에 대한 회귀식과 반응표면분석에 의해 최적추출조건을 예측하였다. 이들 회귀식에서 요인변수들 중 상수가 가장 낮은 변수 즉, 영향이 가장 작은 것으로 나타난 추출시간(extraction time)을 7.77분으로 고정하여 contour map과 반응표면을 각각 나타내었다(Fig 34~39).

추출조건별 만가닥 버섯 추출물의 수율, 갈변도, 전자공여능, 아질산염 소거작용, 총 폴리페놀함량, tyrosinase 저해작용 등에 대한 회귀식의 유의성과 회귀분석에 의한 정상점의 예측 및 각각의 최적추출조건을 구하였다(Table 19, 20. 수율의 변화에서 회귀식(Table 19)의 R^2 는 0.8272로 10%의 수준에서 유의성이 인정되었다. 반응 표면분석을 통하여 예측된 정상점(stationary point)은 52.49 %로 예측되었으며, 이때 요인변수인 추출조건은 microwave power 71.92 watt, 에탄올 농도 43.53 %, 추출시간 8.13분이었다(Table 20). 팽이버섯의 전자공여작용 및 총 폴리페놀 함량의 변화에서 회귀식의 R^2 는 각각 0.8870, 0.8033으로 10%의 수준에서 유의성이 인정되었다. 반응표면분석을 통하여 예측된 정상점(stationary point)은 각각 6.65 % 및 8.08 mg%로 예측되었으며, 이때 요인변수인 추출조건은 전자공여작용 및 총 폴리페놀 함량에서 각각 microwave power 119.73 watt 및 90.85 watt, 에탄올 농도 89.47 % 및 70.10 %, 추출시간 6.15분 및 9.50분이었다(Table 20). 또한 추출조건에 따른 갈변도, 아질산염 소거작용, tyrosinase 저해작용에 대한 만가닥 버섯 추출물에 대한 회귀식 및 R^2 는 각각 0.6165, 0.3469, 0.8033으로 매우 낮았으며 유의성이 인정되지 않았다.

만가닥버섯 추출물의 고형분 수율의 변화는 Fig. 34의 contour map과 반

응표면에서 볼 때 에탄올 농도에 가장 큰 영향을 받았으며, 그 다음이 microwave power, 추출시간의 순이었다. 그리고 contour map과 반응표면에 나타난 여러 가지 생리활성의 추출특성을 살펴보면, 전자공여작용의 경우 에탄올 농도가 높고 microwave power가 높은 조건에서 높은 추출률을 나타내었다(Fig. 36). 갈변도 및 tyrosinase 저해작용의 경우 에탄올 농도가 증가할수록 microwave power가 증가할수록 더욱 크게 나타났다(Fig 35 및 39). 아질산염 소거작용의 경우 에탄올 농도와 추출시간의 조건에 크게 영향을 받지 않는 것으로 판단되었으며 총 폴리페놀 함량은 Fig. 39에 표현된 것과 같이 에탄올 농도가 증가할수록 증가폭이 크고, microwave power가 증가할수록 추출물의 생리활성이 우수한 것으로 나타났다.

Table 18. Experimental data on yield, electron donating ability, total

polyphenol content, inhibitory effect of tyrosinase activity, nitrite-scavenging ability(in pH 1.2) and browning color of *Lyophyllum Ulmarium* extracted by MAE under conditions based on central composite design for response surface analysis.

| Experimetal number ¹⁾ | yield (%) | electron donating ability(%) | total polyphenol content(mg%) | inhibitory effect of tyrosinase activity(%) | Nitrite-scavenging ability(%) | browning color(O.D) |
|----------------------------------|-----------|------------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|---------------------|
| 1 | 33.12 | 3.50 | 5.81 | 1.54 | 10.41 | 0.216 |
| 2 | 39.03 | 4.28 | 6.48 | 1.81 | 13.08 | 2.209 |
| 3 | 21.51 | 3.95 | 7.15 | 5.38 | 22.20 | 2.800 |
| 4 | 29.65 | 3.94 | 7.65 | 6.21 | 23.51 | 3.005 |
| 5 | 33.45 | 2.45 | 6.71 | 9.76 | 12.86 | 2.342 |
| 6 | 42.07 | 2.07 | 7.03 | 9.90 | 15.87 | 2.467 |
| 7 | 25.36 | 5.36 | 7.32 | 7.14 | 39.72 | 2.870 |
| 8 | 29.64 | 6.64 | 7.54 | 12.66 | 31.21 | 3.159 |
| 9 | 56.08 | 4.08 | 5.98 | 2.41 | 38.42 | 2.104 |
| 10 | 54.83 | 4.33 | 5.83 | 2.27 | 37.51 | 2.098 |
| 11 | 42.99 | 2.99 | 2.99 | 1.93 | 11.40 | 0.780 |
| 12 | 32.24 | 2.24 | 7.24 | 2.22 | 36.68 | 2.988 |
| 13 | 21.75 | 1.75 | 4.25 | 2.07 | 13.47 | 1.244 |
| 14 | 10.23 | 5.23 | 7.43 | 1.83 | 40.58 | 2.531 |
| 15 | 30.72 | 2.72 | 6.72 | 2.16 | 32.29 | 1.321 |
| 16 | 54.71 | 3.71 | 7.51 | 2.31 | 43.95 | 2.688 |

¹⁾The number of experimental condition by central composite design.

Table 19. The second order polynomials for yield, browning color, electron donating ability, nitrite scavenging activity, total polyphenol content, tyrosinase inhibitory effect of *Lyophyllum Ulmarium* extracted by MAE under different conditions of power, ethanol concentration and extraction time

| Responses | Second order polynomials | R ² | Significance |
|------------------------------|---|----------------|--------------|
| Yield | $Y_1 = -13.692308 + 0.284993X_1 + 1.288060X_2 + 6.840250X_3 - 0.00088333X_1X_2 - 0.000313X_1X_3 - 0.007775X_2X_3 - 0.001938X_1^2 - 0.014001X_2^2 - 0.396713X_3^2$ | 0.8272 | 0.0857 |
| Browning color | $Y_1 = -5.206113 + 0.056724X_1 + 0.071329X_2 + 0.866572X_3 - 0.00360X_1X_2 - 0.003717X_1X_3 - 0.004060X_2X_3 - 0.000042007X_1^2 - 0.000136X_2^2 - 0.016487X_3^2$ | 0.6165 | 0.4844 |
| Electron donating ability | $Y_1 = 4.677630 - 0.022655X_1 - 0.059632X_2 + 0.487825X_3 + 0.001228X_1X_2 + 0.000271X_1X_3 + 0.002175X_2X_3 - 0.000255X_1^2 - 0.000254X_2^2 - 0.048908X_3^2$ | 0.8870 | 0.0285 |
| Nitrite scavenging activity | $Y_1 = 1.097476 + 0.257882X_1 + 0.179623X_2 + 1.461266X_3 + 0.003330X_1X_2 - 0.019750X_1X_3 - 0.032200X_2X_3 - 0.001110X_1^2 - 0.002928X_2^2 + 0.252248X_3^2$ | 0.3469 | 0.9214 |
| Total polyphenol content | $Y_1 = 0.355430 + 0.074387X_1 + 0.069205X_2 - 0.080215X_3 - 0.00232X_1X_2 - 0.001313X_1X_3 - 0.000675X_2X_3 - 0.000225X_1^2 - 0.000200X_2^2 + 0.030695X_3^2$ | 0.8033 | 0.1178 |
| Tyrosinase inhibitory effect | $Y_1 = -0.850060 + 0.050696X_1 + 0.095713X_2 - 0.858119X_3 - 0.01350X_1X_2 + 0.009500X_1X_3 + 0.014850X_2X_3 + 0.000090180X_1^2 - 0.000263X_2^2 - 0.053600X_3^2$ | 0.3164 | 0.9444 |

Table 20. Predicted levels of extraction conditions for the maximum responses of yield, browning color, electron donating ability, nitrite scavenging activity, total polyphenol content, tyrosinase inhibitory effect of *Lyophyllum Ulmarium* by the ridge analysis

| Yn | R ² | Pr>F | X1 (Power/W) | X2 (EtOH%) | X3 (time/min) | Max. | Morphology |
|------------------------------|----------------|--------|-----------------|---------------|------------------|-----------|--------------|
| Yield | 0.8272 | 0.0857 | 71.92 | 43.53 | 8.13 | 52.499957 | max. |
| Browning color | 0.6165 | 0.4844 | 139.11 | 25.39 | 6.23 | 3.219900 | saddle point |
| Electron donating ability | 0.8870 | 0.0285 | 119.73 | 89.47 | 6.15 | 6.646435 | saddle point |
| Nitrite scavenging activity | 0.3469 | 0.9214 | 78.75 | 36.83 | 9.83 | 38.63548 | saddle point |
| Total polyphenol content | 0.8033 | 0.1178 | 90.85 | 70.10 | 9.50 | 8.078903 | saddle point |
| Tyrosinase inhibitory effect | 0.3164 | 0.9444 | 145.88 | 41.59 | 6.76 | 9.093213 | saddle point |

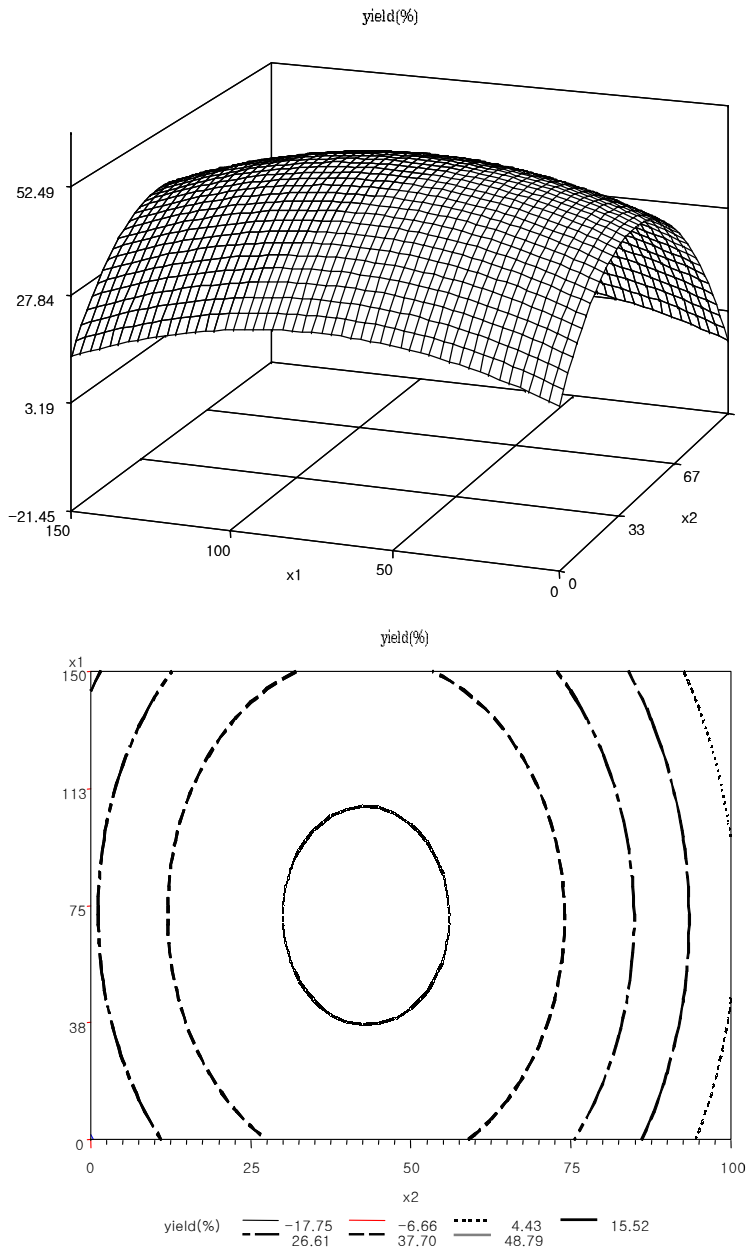


Fig. 34. Contour map and response surface for the effects of extraction conditions on yield of *Lyophyllum Ulmarium* by microwave-assisted extraction. X1 : microwave power(Watt), X2 : Et-OH (%).

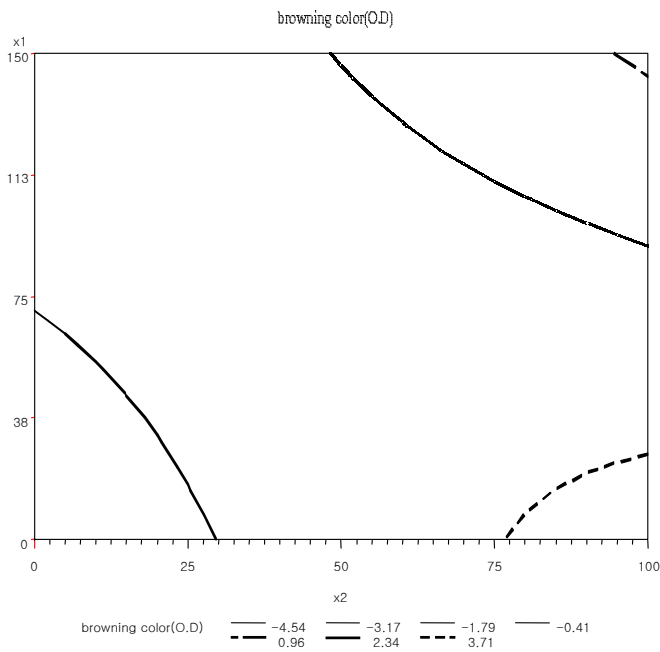
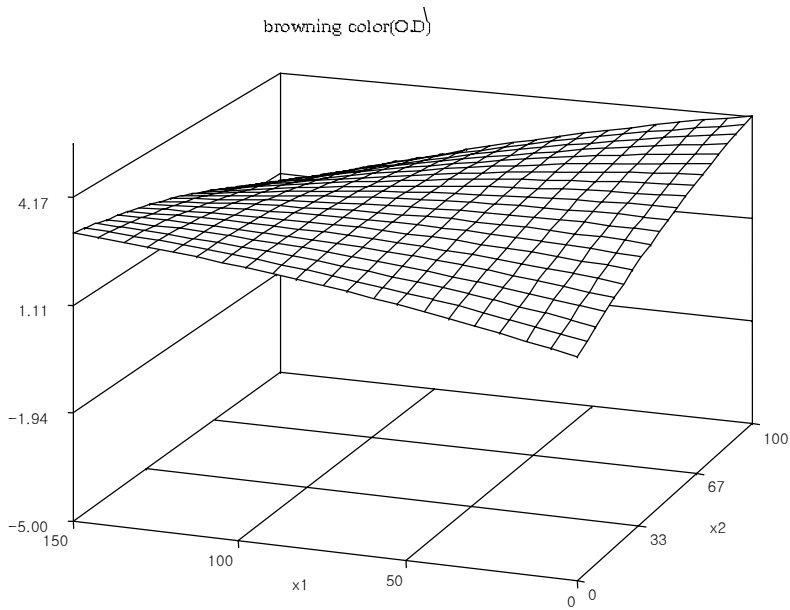


Fig. 35. Contour map and response surface for the effects of extraction conditions on browning color of *Lyophyllum Ulmarium* by microwave-assisted extraction. X1 : microwave power(Watt), X2 : Et-OH (%)

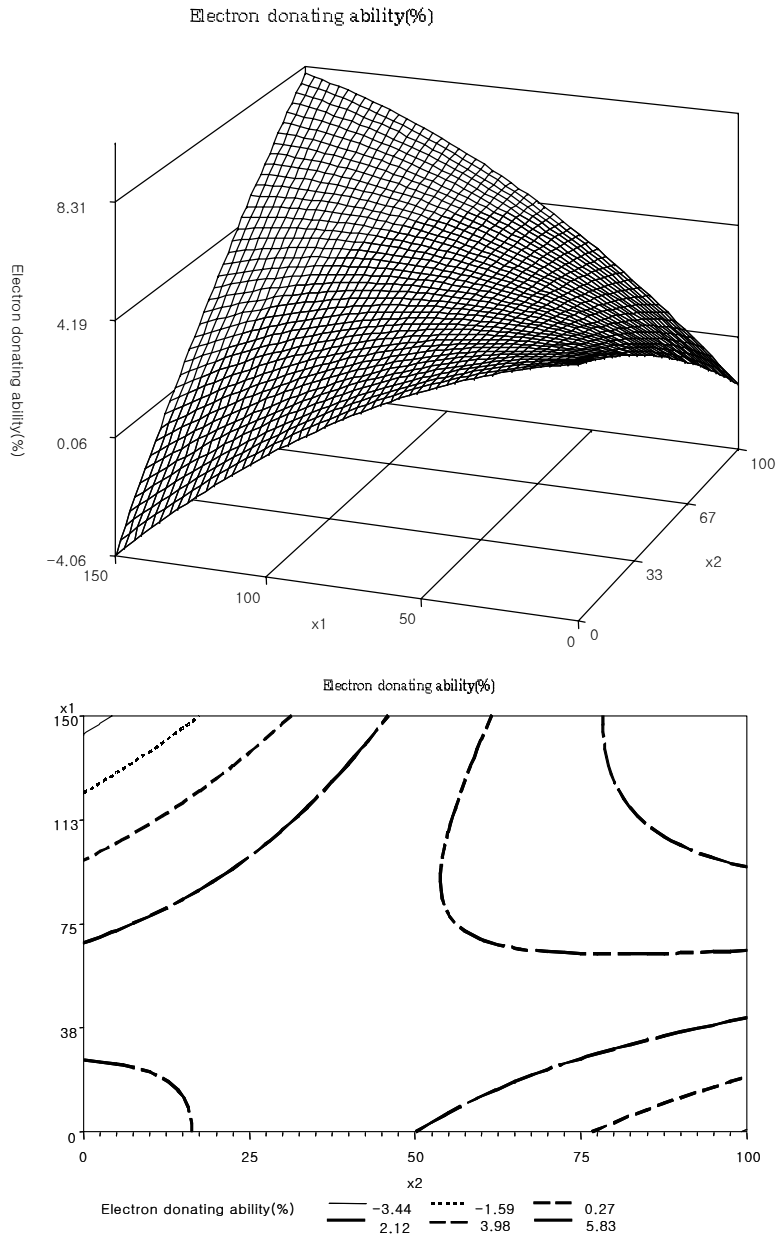


Fig. 36. Contour map and response surface for the effects of extraction conditions on electron donating ability of *Lyophyllum Ulmarium* by microwave-assisted extraction. X1 : microwave power(Watt), X2 : Et-OH (%)

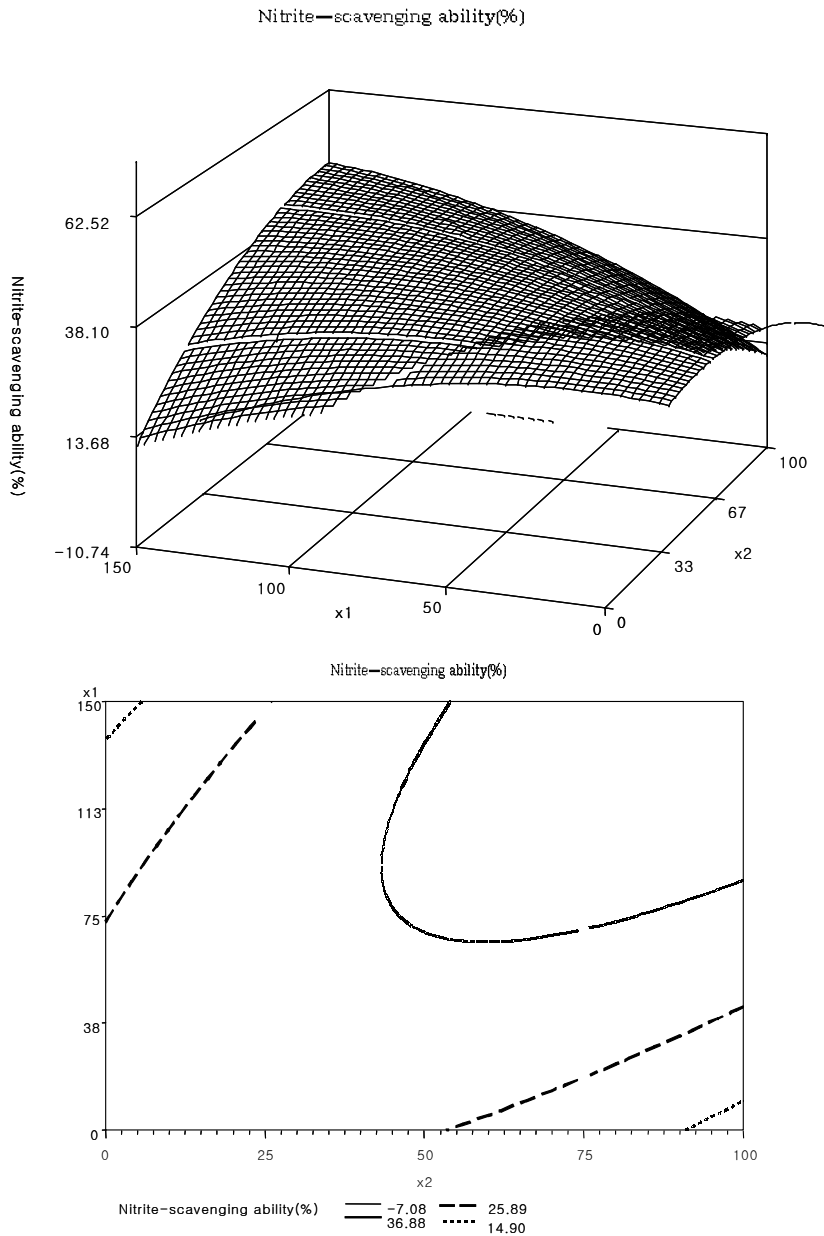


Fig. 37. Contour map and response surface for the effects of extraction conditions on nitrite scavenging activity of *Lyophyllum Ulmarium* by microwave-assisted extraction. X1 : microwave power(Watt), X2 : Et-OH (%)

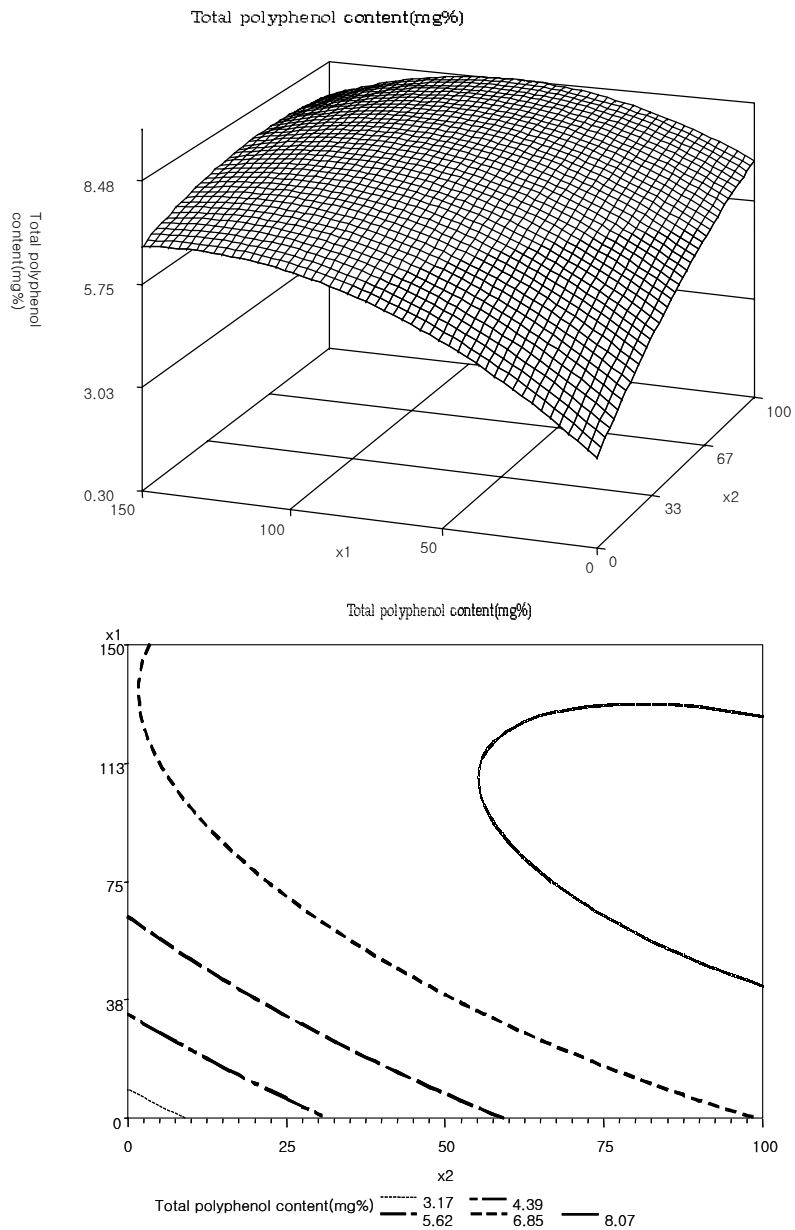


Fig. 38. Contour map and response surface for the effects of extraction conditions on total polyphenol content of *Lyophyllum Ulmarium* by microwave-assisted extraction. X1 : microwave power(Watt), X2 : Et-OH (%)

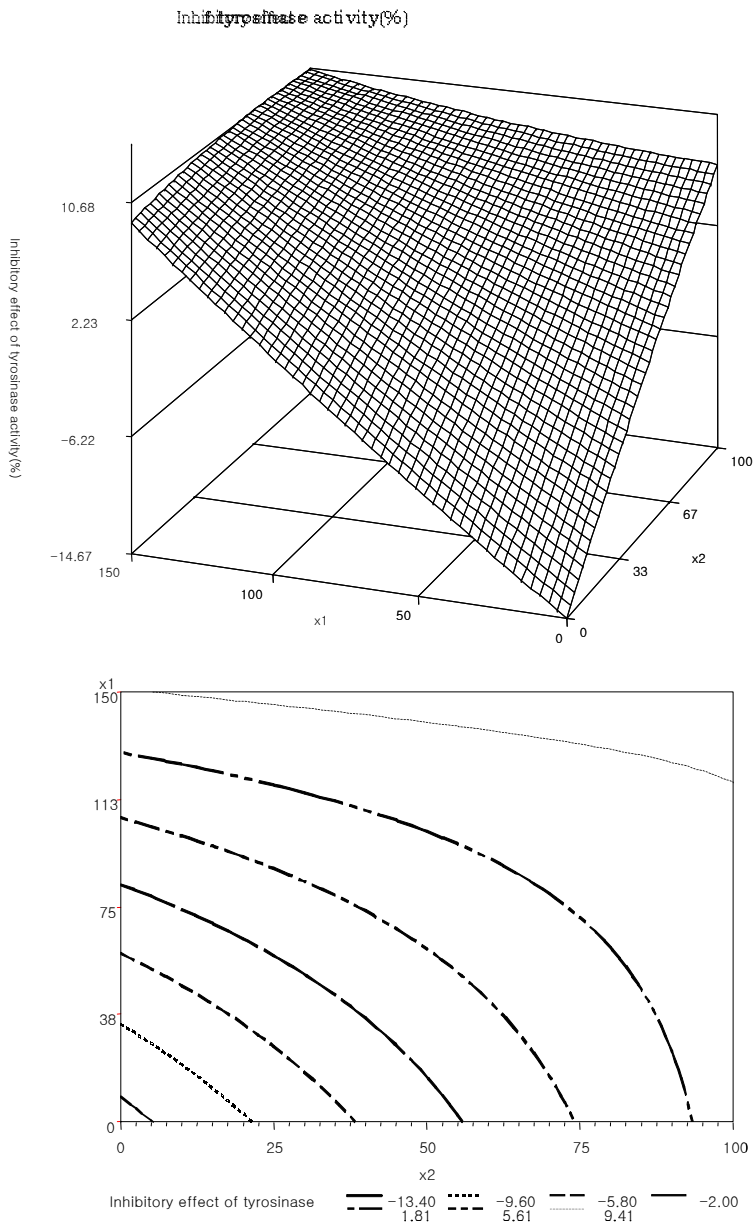


Fig. 39. Contour map and response surface for the effects of extraction conditions on tyrosinase inhibitory effect of *Lyophyllum Ulmarium* by microwave-assisted extraction. X1 : microwave power(Watt), X2 : Et-OH (%)

나) 추출공정 최적 예측조건의 실증

(1) 추출조건의 최적화

MAE(microwave assisted extraction)법에 의한 만가닥 버섯의 추출조건을 최적화하기 위하여 추출물의 특성인 수율(Y_1), 전자공여작용(Y_2), 총 폴리페놀 함량(Y_3), tyrosinase 저해작용(Y_4), 아질산염 소거작용(Y_5), 갈색도(Y_6) 등의 contour map을 superimposing 하여 최적 추출조건 범위를 예측하였다. Fig 40에서와 같이 반응표면이 중복된 부분의 범위는 추출물의 품질특성(반응변수, $Y_1 \sim Y_6$) 을 대상으로 하였을 경우 microwave 53.20 ~ 64.01 watt, 에탄올 농도 60.15 ~ 102.75 %, 추출시간 7.77분(Table 21)이었다.

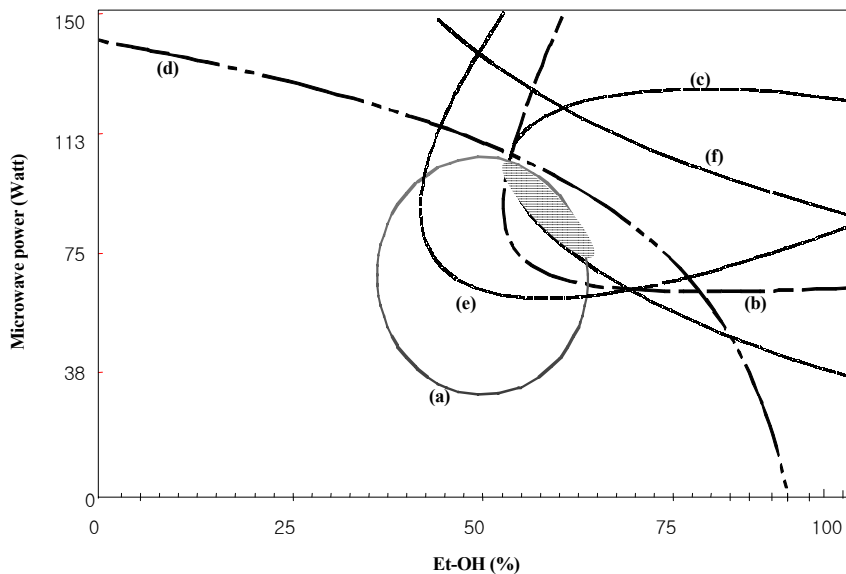


Fig. 40. Superimposed contour map of optimized conditions for yield, electron donating ability(EDA), total phenolics, inhibitory effect of tyrosinase activity, nitrite-scavenging effect and browning color of *Lyophyllum Ulmarium* as functions of microwave power, ethanol concentration and extraction time(7.77 min) by microwave-assisted extraction. (a) yield, (b) electron donating ability(EDA), (c) total phenolics, (d) inhibitory effect of tyrosinase activity, (e) nitrite-scavenging effect, (f) browning color

Table 21. Optimum extraction conditions for maximum responses of yield, electron donating ability(EDA), total phenolics, inhibitory effect of tyrosinase activity, nitrite-scavenging effect and browning color of *Lyophyllum Ulmarium* by superimposing their contour maps

| Extraction condition | Range of optimum condition | Optimum condition |
|-----------------------|----------------------------|-------------------|
| Microwave power(watt) | 60.15 ~ 102.75 | 81 |
| Ethanol conc.(%) | 53.20 ~ 64.01 | 64 |
| Extraction time(min) | 7.77 | 7.8 |

(2) 예측조건의 실증

생리적 기능성 성분들의 반응표면이 중복된 부분의 범위 중 임의조건의 예측치와 동일조건에서 실제 실험하여 얻은 실험치와의 추출효율을 확인하여 회귀식의 신뢰성을 검증하였다. 이때 임의의 조건으로 microwave power 81 watt, 에탄올 농도 64 %, 추출시간 7.8분으로 하여 추출효율을 확인해 본 결과, Table 22와 같이 임의의 조건에서 실제 실험하여 얻은 추출물의 생리적 기능성 성분들 즉, 고형분 수율, 전자공여작용 및 총 폴리페놀 함량은 RSM기법에 의해 예측된 값과 비교하여 예측 범위와 유사한 값 또는 조금 높은 값을 나타내어 도출된 회귀식의 신뢰성을 검증할 수 있었다. 또한 tyrosinase 저해 작용, 갈색도, 및 아질산염 소거작용의 경우 예측 범위 값보다 다소 낮거나 비슷한 값을 나타내었다.

Table 22. Comparison between predicted and observed values of response variable for ethanol extracts from *Lyophyllum Ulmarium* at the given condition within the range of optimum condition

| Response variable | Predicted values ¹⁾ | Experimental values ²⁾ |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Yield (%, d.b.) | 44.71 ~ 50.89 | 49.54 |
| Browning color(Abs. at 420nm) | 2.57 ~ 2.71 | 2.26 |
| Electron donating ability(%) | 4.29 ~ 5.01 | 4.33 |
| Nitrite scavenging activity(%) | 26.25 ~ 32.85 | 26.89 |
| Total polyphenol content(mg%) | 6.73 ~ 7.55 | 7.65 |
| Tyrosinase inhibitory effect(%) | 9.70 ~ 13.02 | 9.50 |

¹⁾ Calculated using the predicted equations for response variables.

²⁾ Mean values of triplicate determinations.

나. 팽이 및 만가닥 버섯의 추출 효율 확인

1) 팽이버섯의 추출 효율 확인

가) Microwave power별 추출효율

Microwave power별로 팽이버섯의 수율, 총 폴리페놀 함량, 전자공여능, tyrosinase 저해능을 검토하여 Table 23에 나타내었다. 수율은 microwave power 증가에 따라 모두 점진적으로 증가하는 경향을 나타내었으나 90W 이상에서는 거의 변화하지 않았으며 water로 추출하였을 경우 수율이 가장 높게 나타났다. 총 폴리페놀 함량은 power를 증가시키기에 따라 대체로

감소하는 경향을 나타냈으나 50% EtOH과 99% EtOH로 추출한 경우에 120W에서는 90W와 거의 차이가 없었다. 90W에서 총 폴리페놀 함량은 water, 50% EtOH, 99% EtOH 순서로 크게 나타났다. 팽이버섯의 전자공여작용은 대체로 90W 이상에서는 거의 완만히 증가하는 경향을 나타냈는데, 특히 90W에서 water로 추출하였을 때 30.59%로 가장 높게 나타났다. Tyrosinase 저해율은 power를 증가시킴에 따라 높게 나타났으며, 99% EtOH 추출물이 water 추출물에 비해 높게 나타났다. 120W에서 99% EtOH 추출물 56.41%로 가장 높은 저해율을 나타냈으며 나머지 조건에서는 40% 이하의 저해율을 나타내었다. 팽이버섯의 아질산염 소거능은 Table 24에서와 같이 pH 1.2에서 아질산염 소거능은 pH 3.0, pH 4.2, pH 6.0 조건에 비해 높게 나타났으며 power를 60W~120W로 증가시킴에 따라 pH 3.0, pH 4.2, pH 6.0에서 pH 1.2에서 보다 완만한 증가 경향을 나타내었다. 또한 water 추출물의 아질산염 소거능은 50% EtOH 추출물, 99% EtOH 추출물에 비해 높게 나타났다.

Table 23. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on yield, total polyphenol content, electron donating ability(EDA), inhibitory effect of tyrosinase activity of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

| Power (W) | Solvent | Yield (% , d.b.) | Total polyphenol content(mg%) | EDA(%) | Inhibitory effect of tyrosinase activity(%) |
|-----------|----------|------------------|-------------------------------|--------|---|
| 60 | water | 38.46 | 3.41 | 28.72 | 12.54 |
| | 50% EtOH | 36.65 | 3.67 | 25.03 | 17.39 |
| | 99% EtOH | 34.94 | 2.86 | 26.38 | 21.54 |
| 90 | water | 44.27 | 3.50 | 30.59 | 18.75 |
| | 50% EtOH | 43.79 | 2.90 | 28.44 | 22.55 |
| | 99% EtOH | 40.75 | 2.56 | 29.21 | 32.35 |
| 120 | water | 46.46 | 3.17 | 30.43 | 35.21 |
| | 50% EtOH | 44.08 | 2.88 | 27.27 | 42.78 |
| | 99% EtOH | 41.41 | 2.51 | 29.50 | 56.41 |

¹⁾MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

Table 24. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on nitrite-scavenging effect of *Flammulina Velutipes*¹⁾

| Power (W) | Solvent | pH 1.2 | pH 3.0 | pH 4.2 | pH 6.0 |
|-----------|----------|--------|--------|--------|--------|
| 60 | water | 35.41 | 11.89 | 9.57 | 8.18 |
| | 50% EtOH | 26.12 | 6.21 | 5.24 | 4.15 |
| | 99% EtOH | 28.54 | 6.95 | 5.41 | 4.38 |
| 90 | water | 39.54 | 14.25 | 11.24 | 9.27 |
| | 50% EtOH | 31.41 | 7.48 | 6.97 | 5.98 |
| | 99% EtOH | 32.54 | 8.53 | 7.31 | 6.21 |
| 120 | water | 44.51 | 17.21 | 13.27 | 11.25 |
| | 50% EtOH | 37.51 | 9.26 | 7.96 | 7.17 |
| | 99% EtOH | 39.47 | 9.78 | 8.58 | 7.51 |

¹⁾MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

나) 추출시간별 추출효율

추출시간에 따른 팽이버섯 추출물의 추출효율로서 수율, 총 폴리페놀 함량, 전자공여능, tyrosinase 저해능을 검토하여 Table 25에 나타냈다. 추출시간을 증가시키에 따라 팽이버섯 추출물의 수율은 증가하는 경향을 나타내었으나 10분 이상에서는 거의 변화하지 않았으며 50% EtOH 추출물이 99% EtOH 추출물에 비해 water 추출물에서 수율이 더 높게 나타났다. 추출시간을 증가시키에 따라 water 추출물의 총 폴리페놀 함량은 5분 추출시 급

격하게 증가하였으며 그 이상에서는 거의 변화하지 않았으나 50% EtOH 추출물, 99% EtOH 추출물의 총 폴리페놀 함량은 5분 이상 추출시 점진적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 팽이버섯 추출물의 전자공여능과 tyrosinase 저해율은 추출시간을 증가시킴에 따라 증가하는 경향을 나타냈는데 특히 5분 이상에서는 완만히 증가하였다. tyrosinase 저해율은 99% EtOH 추출물, 50% EtOH 추출물, water 추출물 순서로 높게 나타났으며 40% 이하의 값을 나타내었다. pH 조건에 따른 팽이버섯 추출물의 아질산염 소거능을 검토하여 Table 26에 나타냈다. 그 결과 pH 1.2에서 확연히 높은 수치를 나타내었으며 추출시간을 증가시킴에 따라 아질산염 소거능은 증가하는 경향을 나타내었다. 추출 용매에 따른 소거능의 차이를 살펴보면 pH 조건에 상관없이 water 추출물의 경우 50% EtOH 추출물, 99% EtOH 추출물 보다 높은 소거능을 나타내었다.

Table 25. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on yield, total polyphenol content, electron donating ability(EDA), inhibitory effect of tyrosinase activity of *Flammulina Velutipes*¹⁾

| Time (min) | Solvent | Yield (% , d.b.) | Total polyphenol content(mg%) | EDA(%) | Inhibitory effect of tyrosinase activity(%) |
|------------|----------|------------------|-------------------------------|--------|---|
| 1 | water | 37.51 | 1.10 | 22.12 | 3.51 |
| | 50% EtOH | 35.22 | 2.41 | 20.96 | 8.34 |
| | 99% EtOH | 33.51 | 2.59 | 21.35 | 11.12 |
| 2 | water | 43.70 | 1.55 | 24.41 | 7.54 |
| | 50% EtOH | 42.65 | 3.53 | 22.78 | 11.51 |
| | 99% EtOH | 38.08 | 2.91 | 23.53 | 19.31 |
| 5 | water | 44.27 | 3.50 | 30.59 | 18.75 |
| | 50% EtOH | 43.79 | 2.90 | 28.44 | 22.55 |
| | 99% EtOH | 40.75 | 2.56 | 29.21 | 32.35 |
| 10 | water | 51.12 | 3.54 | 31.89 | 21.42 |
| | 50% EtOH | 50.27 | 3.38 | 30.57 | 25.89 |
| | 99% EtOH | 46.08 | 3.10 | 31.40 | 32.27 |
| 15 | water | 51.98 | 3.28 | 32.06 | 21.45 |
| | 50% EtOH | 50.65 | 3.74 | 31.49 | 25.96 |
| | 99% EtOH | 46.55 | 3.82 | 31.52 | 32.31 |

¹⁾MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

Table 26. Effect of extraction time in microwave-assisted extraction(MAE) on nitrite-scavenging effect of *Flammulina velutipes*¹⁾

| Time (min) | Solvent | pH 1.2 | pH 3.0 | pH 4.2 | pH 6.0 |
|------------|----------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | water | 35.41 | 8.57 | 7.21 | 6.25 |
| | 50% EtOH | 27.69 | 5.12 | 4.15 | 3.65 |
| | 99% EtOH | 28.98 | 5.84 | 4.79 | 4.01 |
| 2 | water | 36.17 | 10.76 | 8.16 | 7.74 |
| | 50% EtOH | 28.54 | 7.12 | 5.53 | 4.92 |
| | 99% EtOH | 31.14 | 7.32 | 6.53 | 5.25 |
| 5 | water | 39.54 | 14.25 | 11.24 | 9.27 |
| | 50% EtOH | 31.41 | 7.48 | 6.97 | 5.98 |
| | 99% EtOH | 32.54 | 8.53 | 7.31 | 6.21 |
| 10 | water | 42.14 | 18.25 | 13.85 | 9.95 |
| | 50% EtOH | 32.54 | 9.18 | 8.68 | 8.20 |
| | 99% EtOH | 34.38 | 10.72 | 8.49 | 7.35 |
| 15 | water | 48.51 | 22.08 | 17.40 | 14.35 |
| | 50% EtOH | 34.29 | 12.35 | 9.35 | 8.78 |
| | 99% EtOH | 36.78 | 15.41 | 9.51 | 8.21 |

¹⁾MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

다) 시료 대 용매비별 추출효율

시료 대 용매의 비를 감소시킴에 따라 팽이버섯의 수율, 총 폴리페놀 함량, 전자공여능, tyrosinase 저해능을 검토하여 Table 27에 나타내었다. 시료 대 용매의 비가 감소함에 따라 수율은 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 팽이버섯의 수율은 시료 대 용매의 비에 상관없이 water, 50% EtOH, 99% EtOH 순서로 높게 나타났다. 시료 대 용매의 비가 감소함에 따라 총 폴리페놀 함량은 증가하는 경향을 나타내었으며, 시료 대 용매비 1:2.5의 총 폴리페놀 함량은 1:5에 비해 약 2배 정도 높은 값을 나타내었다. 또한 추출용매 water는 99% EtOH에 비해 높은 값을 나타내었다. 또한 전자공여능은 시료 대 용매비가 감소함에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며 1: 2.5 비율일 때 29.21~30.59로 가장 높은 전자공여능을 나타내었다. 용매에 따른 전자공여능은 water로 추출하였을 경우에 가장 높았으며, 50% EtOH 추출물과 99% EtOH 추출물은 거의 차이가 없었다. 시료 대 용매의 비율을 1: 2.5로 하여 추출했을 때 tyrosinase 저해율은 1:10 추출물과 1:5 추출물에 비해 확연히 높게 나타났다. 1:2.5의 비율에서 water 추출물, 50% EtOH 추출물, 99% EtOH 추출물은 각각 18.75%, 22.55%, 32.35%의 tyrosinase 저해율을 나타내었다. 팽이버섯의 아질산염 소거능은 Table 28에서 보는바와 같이 pH 1.2에서 시료 대 용매의 비율을 감소시킴에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. pH 1.2에서 시료 대 용매 비율 1:2.5의 추출물들의 아질산염 소거능은 각각 39.54%, 31.41%, 32.54%이었고, pH가 높아질수록 점점 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 27. Effect of sample to solvent ratio in microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on yield, total polyphenol content, electron donating ability(EDA), inhibitory effect of tyrosinase activity of *Flammulina Velutipes*¹⁾.

| Ratio | Solvent | Yield (%, d.b.) | Total polyphenol content(mg%) | EDA(%) | Inhibitory effect of tyrosinase activity(%) |
|-------|----------|--------------------|-------------------------------------|--------|---|
| | water | 39.67 | 0.14 | 23.41 | 1.58 |
| 1:10 | 50% EtOH | 38.38 | 0.36 | 20.55 | 3.16 |
| | 99% EtOH | 37.14 | 0.14 | 20.23 | 3.68 |
| | water | 40.45 | 1.64 | 25.88 | 4.79 |
| 1:5 | 50% EtOH | 39.62 | 1.42 | 23.84 | 5.85 |
| | 99% EtOH | 39.17 | 0.94 | 23.41 | 7.32 |
| | water | 44.27 | 3.50 | 30.59 | 18.75 |
| 1:2.5 | 50% EtOH | 43.79 | 2.90 | 28.44 | 22.55 |
| | 99% EtOH | 40.75 | 2.56 | 29.21 | 32.35 |

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of sample (5~20g) and 50mL of solvent.

Table 28. Effect of sample to solvent ratio in microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on nitrite-scavenging effect of *Flammulina Velutipes*¹⁾

| Ratio | Solvent | pH 1.2 | pH 3.0 | pH 4.2 | pH 6.0 |
|-------|----------|--------|--------|--------|--------|
| 1:10 | water | 5.88 | 2.64 | 1.83 | 1.01 |
| | 50% EtOH | 8.63 | 4.28 | 3.08 | 2.33 |
| | 99% EtOH | 10.43 | 10.32 | 8.59 | 7.47 |
| 1:5 | water | 18.27 | 6.50 | 5.65 | 4.63 |
| | 50% EtOH | 19.45 | 7.02 | 6.59 | 5.27 |
| | 99% EtOH | 19.53 | 8.44 | 7.15 | 6.10 |
| 1:2.5 | water | 39.54 | 14.25 | 11.24 | 9.27 |
| | 50% EtOH | 31.41 | 7.48 | 6.97 | 5.98 |
| | 99% EtOH | 32.54 | 8.53 | 7.31 | 6.21 |

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of sample (5~20g) and 50 mL of solvent.

2) 만가닥버섯의 추출 효율 확인

가) Microwave power별 추출 효율

Microwave power별 만가닥버섯의 추출효율로서 수율, 총 폴리페놀 함량, 전자공여능, tyrosinase 저해능을 검토하여 Table 29에 나타냈다. 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 수율은 microwave power를 증가시키에 따라 증가하는 경향을 나타내었으나, 90W 이상에서는 거의 변화하지 않았다. 또한 수율은 microwave power에 상관없이 water로 추출했을 때가 가장 높게 나타났다. 만가닥버섯의 전자공여능은 수율과 비슷한 경향을 나타내었

으며 90W에서 전자공여능은 water 추출물, 50% EtOH 추출물, 99% EtOH 추출물이 각각 4.73%, 4.04%, 4.67%이었다. 용매별 추출물의 전자공여능을 살펴보면 water, 99% EtOH, 50% EtOH 순서로 크게 나타났다. 총 폴리페놀 함량 또한 microwave power 증가에 따라 증가하였으며 water 추출물의 총 폴리페놀 함량은 power 증가에 따라 50% EtOH 추출물, 99% EtOH 추출물보다 급속히 증가하는 경향을 나타내었다. Tyrosinase 저해율은 power를 증가시킴에 따라 높게 나타나 120W에서 가장 높게 나타났다. 또한 용매에 따른 저해율을 보면 99% 에탄올에서 가장 높고 물에서 가장 낮은 저해율을 보여주었다. 만가닥버섯 추출물의 아질산염 소거능은 Table 30에서 보는 바와 같이 모든 pH 조건에서 power 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었고 용매에 따른 아질산염 소거능은 99% 에탄올에서 가장 높았고 물에서 가장 낮았다. 또한 pH에 따른 소거능을 보면 pH가 증가할수록 낮은 값을 나타내었다.

Table 29. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on yield, total polyphenol content, electron donating ability(EDA), inhibitory effect of tyrosinase activity of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾

| Power (W) | Solvent | Yield (% , d.b.) | Total polyphenol content(mg%) | EDA(%) | Inhibitory effect of tyrosinase activity(%) |
|-----------|----------|------------------|-------------------------------|--------|---|
| 60 | water | 39.98 | 1.52 | 3.74 | 0.51 |
| | 50% EtOH | 39.79 | 1.82 | 2.89 | 0.77 |
| | 99% EtOH | 36.46 | 1.04 | 3.34 | 1.03 |
| 90 | water | 44.27 | 2.26 | 4.73 | 0.87 |
| | 50% EtOH | 41.70 | 1.98 | 4.04 | 1.11 |
| | 99% EtOH | 37.22 | 1.26 | 4.67 | 2.12 |
| 120 | water | 45.41 | 2.92 | 5.25 | 2.99 |
| | 50% EtOH | 41.98 | 2.32 | 4.16 | 3.15 |
| | 99% EtOH | 37.41 | 1.60 | 4.83 | 5.97 |

¹⁾MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

Table 30. Effect of microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on nitrite-savenging effect of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾

| Power (W) | Solvent | pH 1.2 | pH 3.0 | pH 4.2 | pH 6.0 |
|-----------|----------|--------|--------|--------|--------|
| 60 | water | 15.41 | 13.89 | 8.54 | 5.87 |
| | 50% EtOH | 66.61 | 31.16 | 24.58 | 23.87 |
| | 99% EtOH | 95.41 | 43.97 | 36.80 | 34.91 |
| 90 | water | 20.74 | 16.59 | 10.70 | 6.91 |
| | 50% EtOH | 87.93 | 39.03 | 32.05 | 31.13 |
| | 99% EtOH | 97.50 | 49.39 | 40.07 | 39.86 |
| 120 | water | 29.05 | 18.11 | 14.11 | 10.91 |
| | 50% EtOH | 95.44 | 53.26 | 42.86 | 37.58 |
| | 99% EtOH | 99.97 | 75.39 | 55.86 | 49.28 |

¹⁾MAE was performed for 5min on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

나) 추출시간별 추출효율

만가닥버섯의 추출시간에 따른 수율, 총 폴리페놀 함량, 전자공여능, tyrosinase 저해능은 Table 31에 나타났다. 추출시간을 1~15분으로 증가시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 수율을 측정한 결과 추출시간 증가에 따라 수율은 증가하였으나 5분 이상 추출하였을 때에는 거의 변화하지 않았다. 총 폴리페놀 함량은 추출시간 증가에 따라 전체적으로 증가하는 경향을 나타냈는데 water 추출물의 경우에는 5분 추출시 총 폴리페놀 함량이 크게 증가한 후 그 이상에서는 거의 변화하지 않았으며 99% EtOH

추출물은 추출시간의 증가에 따라 완만히 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 만가닥버섯의 전자공여능은 추출시간을 1~5분으로 증가시킴에 따라 완만하게 증가하는 경향을 나타냈으며 10분 추출시 급격히 증가하였으며 그 이상에서는 거의 변하지 않았다. Tyrosinase 저해율은 99% EtOH로 추출한 경우에 추출시간을 증가시킴에 따라 증가하는 경향을 보이다가 10분 이상에서는 거의 변화하지 않았다. 추출시간을 10분까지 증가시켰을 때에는 99% EtOH 추출물, 50% EtOH 추출물, water 추출물의 순서로 저해율을 높게 나타내었다. 만가닥버섯 추출물의 아질산염 소거능은 pH 1.2에서 추출시간을 10분까지 증가시켰을 경우에 완만히 증가하는 경향을 나타내었으나 그 이상에서는 감소하였다(Table 32). pH를 증가시킴에 따라 50% EtOH 추출물, 99% EtOH 추출물의 아질산염 소거능은 water 추출물 보다 큰 폭으로 감소하였다. 아질산염 소거능이 가장 높게 나타났던 조건은 pH 1.2에서 10분 동안 추출했을 때이며 water 추출물, 50% EtOH 추출물, 99% EtOH 추출물이 각각 21.355, 99.26%, 134.165 이었다.

Table 31. Effect of extraction time in microwave-assisted extraction(MAE) on yield, total polyphenol content, electron donating ability(EDA), inhibitory effect of tyrosinase activity of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾

| Time (min) | Solvent | Yield (% , d.b.) | Total polyphenol content(mg%) | EDA(%) | Inhibitory effect of tyrosinase activity(%) |
|------------|----------|------------------|-------------------------------|--------|---|
| 1 | water | 32.56 | 0.78 | 3.58 | 0.73 |
| | 50% EtOH | 32.08 | 1.32 | 3.13 | 0.95 |
| | 99% EtOH | 25.99 | 1.12 | 3.20 | 1.16 |
| 2 | water | 34.27 | 1.10 | 4.01 | 1.10 |
| | 50% EtOH | 36.84 | 1.70 | 3.82 | 1.20 |
| | 99% EtOH | 27.42 | 1.16 | 4.10 | 1.56 |
| 5 | water | 44.27 | 2.26 | 4.73 | 0.87 |
| | 50% EtOH | 41.71 | 1.58 | 4.04 | 1.11 |
| | 99% EtOH | 37.22 | 1.26 | 4.67 | 2.12 |
| 10 | water | 44.93 | 2.20 | 7.08 | 1.33 |
| | 50% EtOH | 42.08 | 1.90 | 6.26 | 1.61 |
| | 99% EtOH | 40.27 | 1.34 | 6.39 | 2.85 |
| 15 | water | 45.60 | 2.26 | 7.43 | 1.69 |
| | 50% EtOH | 42.55 | 1.88 | 6.44 | 1.07 |
| | 99% EtOH | 41.03 | 1.48 | 6.85 | 2.99 |

¹⁾MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

Table 32. Effect of extraction time in microwave-assisted extraction(MAE) on nitrite-scavenging effect of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾

| Time (min) | Solvent | pH 1.2 | pH 3.0 | pH 4.2 | pH 6.0 |
|------------|----------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | water | 16.01 | 5.84 | 4.85 | 3.40 |
| | 50% EtOH | 79.18 | 24.10 | 21.80 | 19.36 |
| | 99% EtOH | 92.89 | 44.10 | 42.92 | 42.79 |
| 2 | water | 20.10 | 5.10 | 3.50 | 2.29 |
| | 50% EtOH | 78.07 | 29.72 | 28.16 | 26.99 |
| | 99% EtOH | 93.09 | 44.39 | 41.87 | 41.84 |
| 5 | water | 20.74 | 16.59 | 10.70 | 6.91 |
| | 50% EtOH | 87.93 | 39.03 | 32.05 | 31.13 |
| | 99% EtOH | 97.50 | 49.39 | 40.07 | 39.86 |
| 10 | water | 21.35 | 7.35 | 5.01 | 4.36 |
| | 50% EtOH | 92.26 | 49.26 | 41.98 | 39.46 |
| | 99% EtOH | 98.39 | 48.79 | 42.71 | 39.13 |
| 15 | water | 14.47 | 4.04 | 3.22 | 1.73 |
| | 50% EtOH | 99.41 | 50.40 | 44.81 | 34.82 |
| | 99% EtOH | 99.88 | 49.87 | 47.22 | 45.89 |

¹⁾MAE was performed for 90W on mixture composed of 20g and 50mL of solvent.

다) 시료 대 용매비별 추출효율

만가닥버섯의 시료 대 용매비에 따른 수율, 총 폴리페놀 함량, 전자공여능, tyrosinase 저해능을 검토한 결과를 Table 33에 나타냈다. 시료 대 용매의 비율을 1: 10, 1: 5, 1: 2.5로 감소시키면서 만가닥버섯의 용매별 추출액에 대한 수율을 측정 한 결과 1: 2.5의 비율에서 가장 높게 나타났다. 또한 시료 대 용매 비에 상관없이 water, 50% EtOH, 99% EtOH 순서로 크게 나타났다. 시료 대 용매의 비를 감소시킴에 따라 총 폴리페놀 함량은 증가하는 경향을 나타내었으며, 총 폴리페놀 함량은 시료 대 용매비가 1: 2.5이었을 때 1: 10, 1: 5에 비해 높은 값을 나타내었다. 전자공여능은 시료 대 용매비를 1: 10에서 1: 5로 감소시켰을 때 완만히 증가하는 경향을 나타내었으며 1: 2.5 추출물에서는 급격히 증가하여 가장 높은 값을 나타내었다. 1: 2.5에서 water 추출물, 99% EtOH 추출물은 50% EtOH 추출물보다 약 0.6% 정도 높게 나타났다. tyrosinase 저해율은 시료 대 용매의 비율을 1: 10으로 하였을 때 나타나지 않았으며 1: 5 추출물과 1: 2.5 추출물은 2% 내외의 저해율을 나타내었다. 만가닥버섯의 시료 대 용매비에 따른 아질산염 소거능을 측정한 결과를 Table 34에 나타냈다. 시료 대 용매비를 1: 5에서 1: 2.5로 감소시킴에 따라 water 추출물, 50% EtOH 추출물의 tyrosinase 저해능은 큰 변화를 나타내지 않은 반면 99% EtOH 추출물은 증가하는 경향을 나타내었다. 아질산염 소거능은 시료 대 용매비를 감소시킴에 따라 99% EtOH 추출물은 뚜렷한 증가 경향을 나타내었으며 50% EtOH 추출물은 완만한 증가를 나타내었다. 시료 대 용매를 1: 2.5로 하였을 때 pH 1.2에서 아질산염 소거능은 99% EtOH 추출물, 50% EtOH 추출

물, water 추출물이 각각 118.33%, 87.93%, 20.75%를 나타내었다. 또한 1:2.5의 비율에서 아질산염 소거능은 pH 조건에 상관없이 99% EtOH 추출물, 50% EtOH 추출물, water 추출물의 순서로 크게 나타났다.

Table 33. Effect of sample to solvent ratio in microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on yield, total polyphenol content, electron donating ability(EDA), inhibitory effect of tyrosinase activity of *Lyophyllum Ulmarium*¹⁾

| Ratio | Solvent | Yield (%, d.b.) | Total polyphenol content(mg%) | EDA(%) | Inhibitory effect of tyrosinase activity(%) |
|-------|----------|--------------------|-------------------------------------|--------|---|
| 1:10 | water | 31.72 | 0.36 | 2.59 | - |
| | 50% EtOH | 31.68 | 0.29 | 1.88 | - |
| | 99% EtOH | 31.12 | 0.21 | 2.33 | - |
| 1:5 | water | 33.48 | 0.64 | 3.50 | 0.79 |
| | 50% EtOH | 33.29 | 0.44 | 2.37 | 1.17 |
| | 99% EtOH | 32.17 | 0.31 | 3.16 | 1.60 |
| 1:2.5 | water | 44.27 | 2.26 | 4.73 | 0.87 |
| | 50% EtOH | 41.70 | 1.58 | 4.04 | 1.11 |
| | 99% EtOH | 37.22 | 1.26 | 4.67 | 2.12 |

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of sample (5~20g) and 50mL of solvent.

Table 34. Effect of sample to solvent ratio in microwave power in microwave-assisted extraction(MAE) on nitrite-savenging effect of *Lyophilium Ulmarium*¹⁾

| Ratio | Solvent | pH 1.2 | pH 3.0 | pH 4.2 | pH 6.0 |
|-------|----------|--------|--------|--------|--------|
| 1:10 | water | 9.42 | 3.05 | 2.33 | 1.66 |
| | 50% EtOH | 30.38 | 12.55 | 10.05 | 9.71 |
| | 99% EtOH | 29.49 | 11.05 | 9.72 | 10.78 |
| 1:5 | water | 15.78 | 4.11 | 2.58 | 1.22 |
| | 50% EtOH | 76.11 | 32.05 | 26.36 | 27.15 |
| | 99% EtOH | 67.22 | 26.31 | 21.30 | 22.71 |
| 1:2.5 | water | 20.75 | 16.59 | 10.70 | 6.91 |
| | 50% EtOH | 87.93 | 39.03 | 32.05 | 31.13 |
| | 99% EtOH | 97.50 | 49.39 | 40.07 | 39.86 |

¹⁾MAE was performed for 90W, 5min on mixture composed of sample (5~20g) and 50mL of solvent.

다. 추출물의 용매제거 제품평가 시험

1) 팡이버섯 추출물의 용매제거 제품평가

GC를 이용하여 메탄올 및 에탄올로 추출한 팡이버섯 추출물에 잔류되어 있는 용매를 정량 분석하여 Table 35에 나타내었다. 즉, 팡이버섯 추출물은 메탄올 및 에탄올이 검출되지 않았다. 이와 같이 팡이버섯 추출물에서 인체에 유해한 메탄올이 검출되지 않았으므로 실제 음료나 차류에 적용시킬 때 메탄올이나 에탄올을 사용하여도 상관없는 것으로 사료된다.

Table 35. Quantitative analysis of solvent in *Flammulina velutipes*.

| Sample | Solvent | |
|-----------------------------|----------|---------|
| | Methanol | Ethanol |
| <i>Flammulina velutipes</i> | - | - |

2) 만가닥버섯 추출물의 용매제거 제품평가

GC를 이용하여 메탄올 및 에탄올로 추출한 만가닥버섯 추출물에 잔류되어 있는 용매를 정량 분석하여 Table 36 나타내었다. 즉, 만가닥버섯 추출물은 메탄올 및 에탄올이 검출되지 않았다. 이와 같이 만가닥버섯 추출물에서 인체에 유해한 메탄올이 검출되지 않았으므로 실제 음료나 차류에 적용시킬 때 메탄올이나 에탄올을 사용하여도 상관없는 것으로 사료된다.

Table 36. Quantitative analysis of solvent in *Lyophyllum Ulmarium*.

| Sample | Solvent | |
|----------------------------|----------|---------|
| | Methanol | Ethanol |
| <i>Lyophyllum Ulmarium</i> | - | - |

3. 팽이 및 만가닥 버섯의 기능성 소재화 및 가공품의 개발

가. 팡이 및 만가닥 버섯 추출물의 특성 조사

1) 팡이버섯 추출물의 특성 조사

가) 색도

색도는 색차계(Color difference meter, Color Quest II Sphere System, U.S.A)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 측정하였다. 이때 표준백색판의 L, a, b 값은 97.75, -0.49, +1.96이었다. 열수추출액, 50% EtOH, 75% EtOH 추출시 추출완료 시점에서 색도를 측정하였다.

<참고> Hunter L, a, b color scale

| | | | | | | |
|------|-----|--------|--------|--------|-----|------|
| (흑색) | 0 | <————— | L(명 도) | —————> | 100 | (백색) |
| (녹색) | -80 | <————— | a(적색도) | —————> | 100 | (적색) |
| (청색) | -70 | <————— | b(황색도) | —————> | 70 | (황색) |

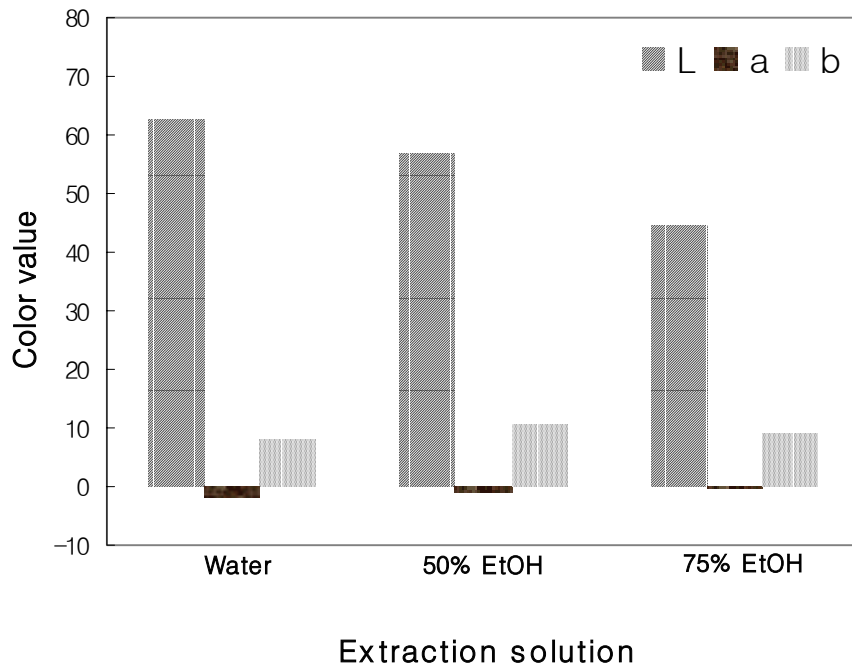


Fig. 41. Color value of *Flammulina velutipes* according to extract of solvents

Fig. 41은 팽이버섯 추출물의 용매에 따른 색도 변화를 나타낸 것이다. L값은 62.52로 열수추출물이 가장 높았고, 50% EtOH 추출물이 56.68, 75% EtOH 추출물이 44.44로 나타났으며, a값과 b값은 큰 유의적 차이를 보이지 않았다. 팽이버섯 추출물을 음료에 적용하는 경우 명도가 높은 것이 음료에 이용되기에 적합하므로 ethanol 추출물보다 열수 추출물을 용매로 사용하는 것이 더 효율적이라고 판단되었다.

나) 탁도

탁도는 650nm에서 투과도를 측정하여 증류수를 100% 투과도를 기준으로 하여 비교치로 나타내었다. 열수 추출, 50% EtOH, 75% EtOH 추출시 추출완료 시점에서 탁도를 측정하였다. 추출 용매에 따른 탁도 변화는 Fig. 42에서 나타낸 바와 같다.

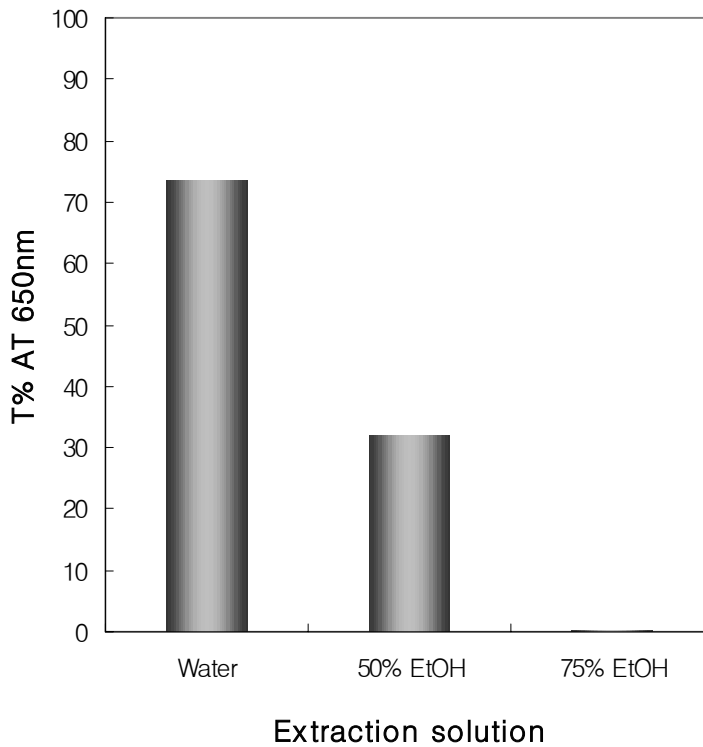


Fig. 42. Turbidity of *Flammulina velutipes* according to extract of solvents

열수추출물의 투과도가 73.6%(T)로 가장 높았으며, 50% EtOH 추출물은 32.1%(T), 75% EtOH 추출물은 0.3%(T) 순이었다. 열수추출물에 비해 고

농도의 에탄올 용매 추출물들의 가용성 고형분 함량이 높아 탁도가 매우 높았기 때문에 매우 낮은 투과도를 나타냄을 알 수 있었다.

다) 당도

각 추출물의 당도는 굴절당도계(Atago, hand refractometer, Japan)를 사용하여 실온에서 측정하였다.

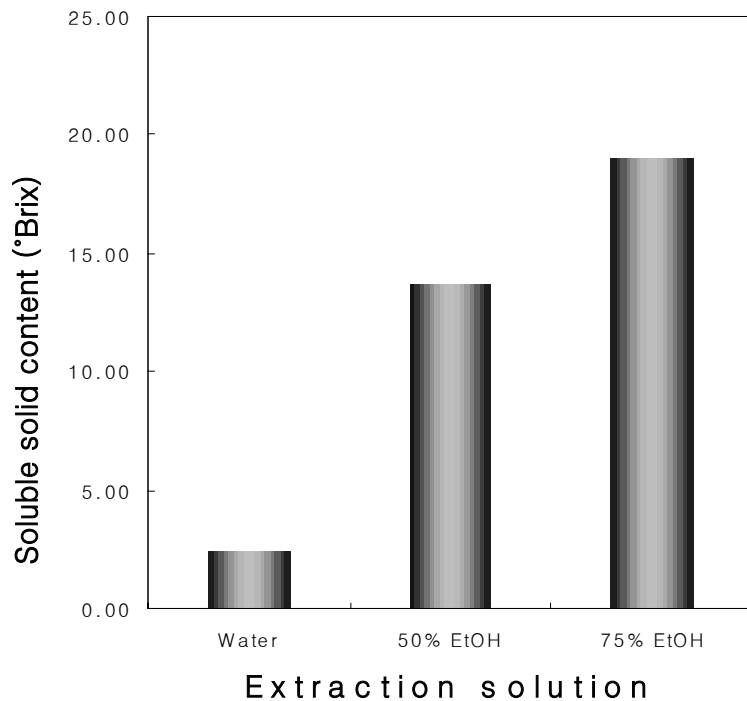


Fig. 43. Soluble solid contents of *Flammulina velutipes* according to extract of solvents

열수추출물의 경우 2.40. Brix, 50% EtOH 추출물은 13.70. Brix , 75% EtOH 추출물은 19.05. Brix를 나타내었다. 열수추출물에 비해 ethanol 추

출물의 가용성 고형분 함량이 높았으나 음료에 적용하기에는 부적합한 것으로 판단되었다. 따라서 음료에 적용하기에 적합한 가용성 고형분을 함유한 열수 추출물이 유리할 것으로 판단되었다.

라) 유리당

2.4. Brix의 열수추출물과 50% EtOH 추출물 및 75% EtOH 추출물에 대한 유리당 조성을 분석한 결과는 Table 37과 같다.

Table 37. Free sugar contents of *Flammulina velutipes*

| | Unit: % | | | |
|---------------|----------|--------|---------|---------|
| | Fructose | Gucose | Sucrose | Maltose |
| Water ext. | 0.53 | — | — | 0.11 |
| 50% EtOH ext. | 0.80 | — | — | 0.13 |
| 75% EtOH ext. | 0.92 | — | — | 0.12 |

팽이버섯 추출물의 유리당 함량 분석 결과 water 추출물 및 50%, 75% EtOH의 모든 추출물은 fructose와 maltose를 함유하고 있었으며, 이중 fructose가 주를 이루었다. 또한 fructose의 함량은 추출용매의 ethanol 농도가 높을수록 더 높게 나타났으며, maltose 함량은 거의 유사하였다.

2) 만가닥버섯 추출물의 특성 조사

가) 색도

색도는 색차계를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 측정하였다. 이때 표준백색판의 L, a, b 값은 97.75, -0.49, +1.96이었다. 열수추출액, 50% EtOH, 75% EtOH 추출시 추출완료 시점에서 색도를 측정하였다.

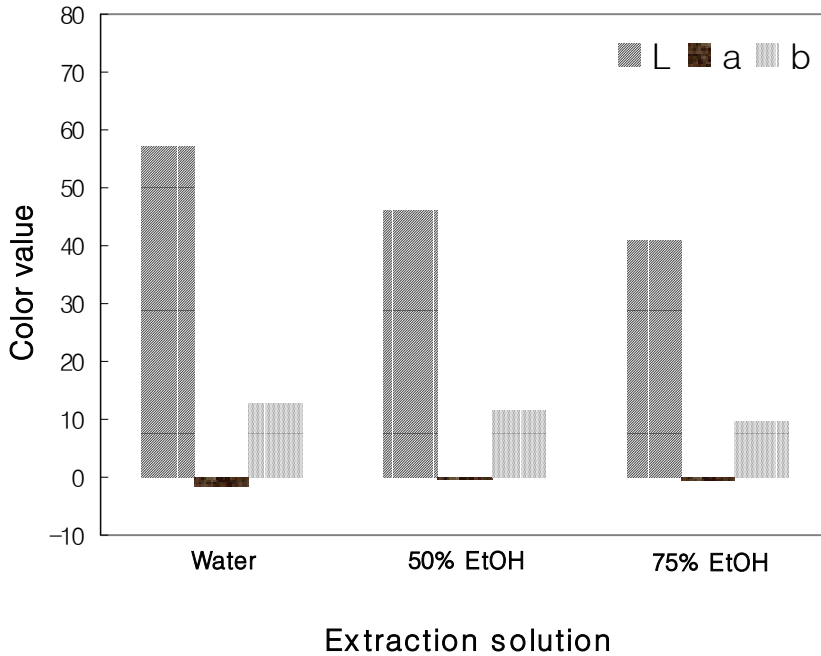


Fig. 44. Color value of *Lyophyllum ulmarium* according to extract of solvents

Fig. 44는 만가닥버섯 추출물의 용매에 따른 색도 변화를 나타낸 것이다. 만가닥 버섯 또한 팽이버섯 추출물과 유사한 경향을 나타내어 L값은 57.02로 열수추출물이 가장 높았고, 50% EtOH 추출물이 46.08, 75% EtOH 추출물이 40.86으로 나타났으며, a값과 b값은 큰 유의적 차이를 보이지 않았다. 만가닥 버섯 추출물 음료에 적용하는 경우 명도가 높은 것이 적합하므로 ethanol 추출물 보다 열수 추출물을 음료에 적용하는 것이 더 효율적이

라고 판단되었다.

나) 탁도

열수 추출, 50% EtOH, 75% EtOH 추출의 추출 용매에 따른 탁도 변화는 Fig. 45에서 나타낸 바와 같다.

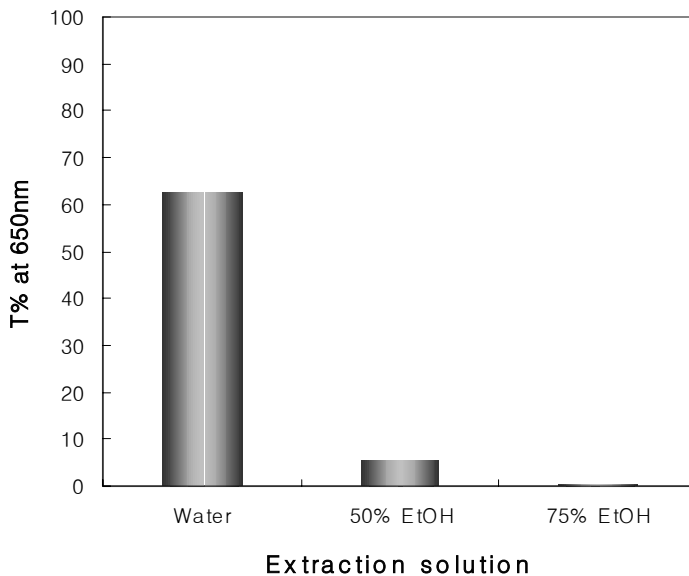


Fig. 45. Turbidity of *Lyophyllum ulmarium* according to extract of solvents

열수추출물의 투과도가 62.7%(T)로 가장 높았으며, 50% EtOH 추출물은 5.5%(T)로 낮은 투과율을 보였고, 75% EtOH 추출물은 0.3%(T)로 거의 투과되지 못했다. 또한 시간이 경과되면 50%, 75% EtOH 추출물은 완전히 용해되지 못하고 용액내 현탁되어있던 물질이 침전되는 현상이 나타났으며

로 음료에 적용하기에는 부적합 할것으로 판단되었다.

다) 당도

각 추출물의 당도는 다음 Fig. 46과 같다.

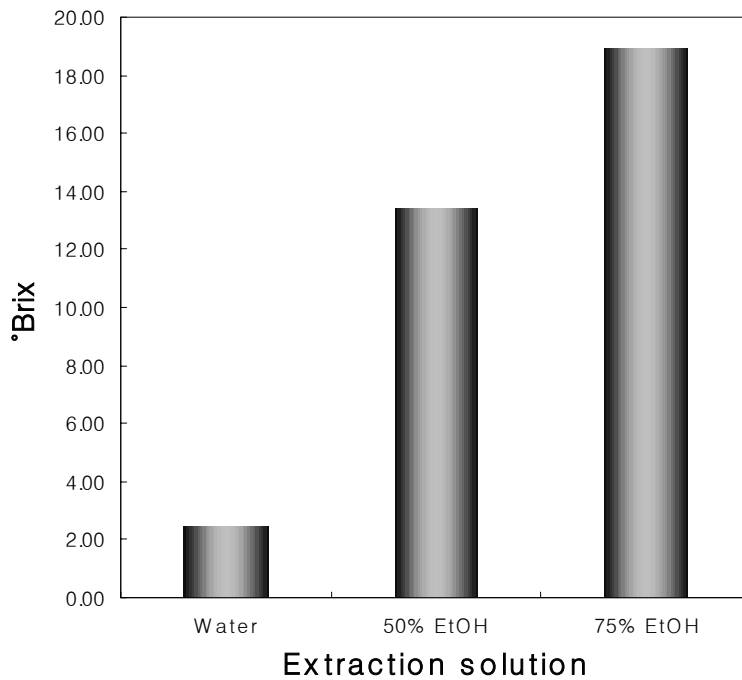


Fig. 46. Soluble solid contents of *Lyophyllum ulmarium* according to extract of solvents

열수추출물의 경우 2.50. Brix, 50% EtOH 추출물은 13.40. Brix, 75% EtOH 추출물은 18.90. Brix로 팽이버섯 추출물과 유사한 값을 나타내었다.

라) 유리당

2.50. Brix의 열수추출물과 50% EtOH 추출물 및 75% EtOH 추출물에 대한 유리당 조성을 분석한 결과는 Table 38과 같다.

Table 38. Free sugar contents of *Lyphyllum ulmarium*

| | Unit : % | | | |
|---------------|----------|---------|---------|---------|
| | Fructose | Glucose | Sucrose | Maltose |
| Water ext. | - | - | - | - |
| 50%EtOH ext. | 0.03 | 0.01 | - | 0.36 |
| 75% EtOH ext. | 0.02 | 0.02 | - | 0.33 |

만가닥 버섯 추출물의 유리당 함량 분석 결과, 물 추출물의 경우 fructose, glucose, sucrose, maltose의 유리당을 대상으로 분석했을 때 4가지의 유리당 모두가 존재하지 않는 것으로 나타났다. 그러나 ethanol 추출물의 경우 maltose가 주를 이루고 있었으며, fructose와 sucrose도 미량 존재하는 것으로 나타났다.

나. 팽이 및 만가닥버섯의 추출 조건 설정

1) 팽이버섯의 추출조건 설정

가) 수세기 팽이버섯의 수분함량

팽이버섯은 그 특성상 수세기 수분 흡수량이 많고 가용성 고형분 함량이 적어 가수량에 따라 그 오차가 크므로 시험의 일관성을 위하여 수세시의 수분 흡수량 조사가 선행되었다. 팽이 버섯 50g에 대해 침수, 세척, 탈수까지 1분 30초간 실시한 후 무게중량으로 수분 흡수량을 조사하였고, 추출시 마다 측정하여 그 평균값을 구하였다. 측정치는 32.95~44.24% 범위였으며, 평균 37.48%를 수분 흡수량으로 정하였다. 이는 팽이버섯 추출시 그 흡수량만큼 뺀 값을 가수량으로 하여 생 팽이버섯의 정확한 가용성 고형분량의 측정에 이용하기 위하여 조사하였다.

나) 가수량별 당도 변화 및 수율조사

팽이버섯에 1배, 2배, 4배, 6배의 증류수를 넣은 후 환류냉각장치로 추출하면서 끓기 시작했을 때부터 시간별로 추출되어 나오는 가용성 고형분 함량(당도, Brix)을 측정한 결과는 다음 Fig. 47과 같다. 시료 중량에 대한 가수량을 1배, 2배로 처리한 경우 25~30분이면 더 이상 가용성 고형분이 증가되지 않아 추출 평형에 도달하였으며, 4배, 6배의 증류수를 가한 경우 5분 이상 추출하여도 가용성 고형분 함량 변화는 관찰되지 않았다. 한편 가수량을 4배, 6배로 한 경우 5분 이후 각각 1.0 Brix, 0.8 Brix로 가용성 고형분 함량이 낮았으며, 가수량을 1배수로 한 경우 추출시간 30분에 3.0 Brix로 높은 편이었고, 2배수로 처리한 경우 1.95 Brix의 가용성 고형분 함량을 나타내었다.

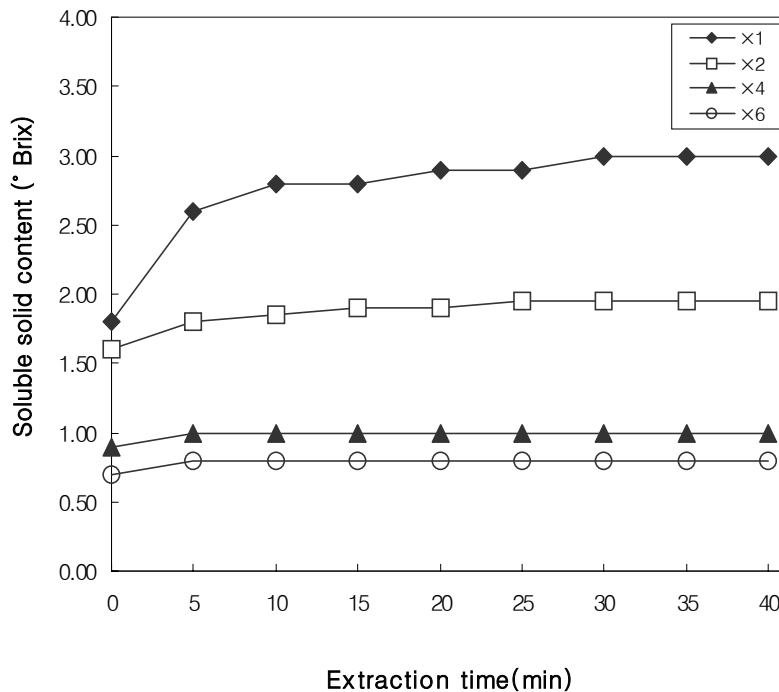


Fig. 47. Soluble solid contents of *Flammulina velutipes* according to change of extraction time (×folds; added water amount)

가수비율에 관계없이 각 군은 30분이면 추출평형에 도달하였으므로 가수량별 추출 수율을 구하였다. 1배수, 2배수, 4배수, 6배수로 처리한 경우 각 추출 수율은 40.9%, 46.9%, 61.7%, 56.1%를 나타내었고, Fig. 48과 같다. 이때 4배수로 처리한 경우의 수율이 가장 우수하였다.

이상의 결과를 종합하여 추출 수율은 4배수로 처리한 경우가 가장 좋았으나, 가용성 고형분 함량이 낮은편이었고, 추출 효율면에서 볼 때 1배수나 2배수로 처리한 경우의 추출 효율이 우수하였고, 1배수 처리군에 비해

2배수 처리군의 추출 효율이 6%가량 더 우수하였으므로, 2배수 처리가 가장 효율적인 추출 방법인 것으로 판단되었다.

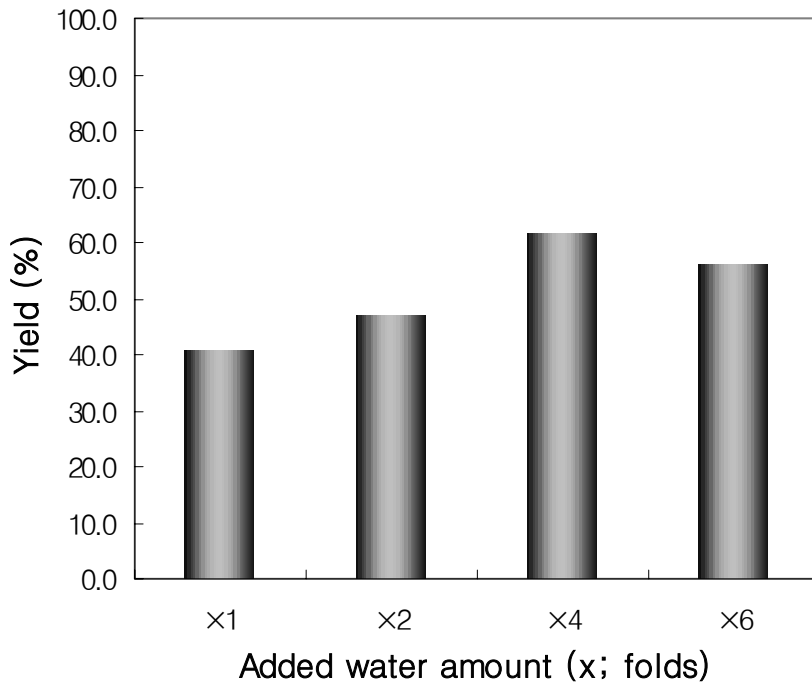


Fig. 48. Yield of *Flammulina velutipes* according to amount of the water added

2) 만가닥버섯의 추출조건 설정

가) 수세기 만가닥버섯의 수분함량

만가닥 버섯은 팽이버섯과 마찬가지로 수세기 수분 흡수량이 많고 가용

성 고형분 함량이 적어 가수량에 따라 그 오차가 크므로 시험의 일관성을 위하여 수세시의 수분 흡수량 조사가 선행되었다. 만가닥 버섯 50g에 대해 침수, 세척, 탈수까지 1분 30초간 실시한 후 무게중량으로 수분 흡수량을 조사하였고, 추출시 마다 측정하여 그 평균값을 구하였다. 측정치는 34.62~41.35%까지의 범위였으며, 평균 37.49%를 수분 흡수량으로 정하였다. 이는 만가닥 버섯 추출시 그 흡수량만큼 뺀 값을 가수량으로 하여 생 만가닥 버섯의 정확한 가용성 고형분량의 측정에 이용하기 위하여 조사하였다.

나) 가수량별 당도 변화 및 수율조사

팽이버섯에 1배, 2배, 4배, 6배의 증류수를 넣은 후 환류냉각장치로 추출하면서 끓기 시작했을 때부터 시간별로 추출되어 나오는 가용성 고형분 함량(당도, Brix)을 측정한 결과는 다음 Fig. 49와 같다. 시료 중량에 대한 가수량을 1배, 2배로 처리한 경우 20~30분이면 더 이상 가용성 고형분이 증가되지 않아 추출 평형에 도달하였으며, 4배, 6배의 증류수를 가한 경우 15분 이상 추출하여도 가용성 고형분 함량 변화는 관찰되지 않았다. 한편 가수량을 4배, 6배로 한 경우 15분 이후 각각 1.0 Brix, 0.8 Brix로 가용성 고형분 함량이 낮았으며, 가수량을 1배수로 한 경우 추출시간 25~30분에 2.4 Brix를 나타내었고, 2배수로 처리한 경우 1.5 Brix의 가용성 고형분 함량을 나타내었다.

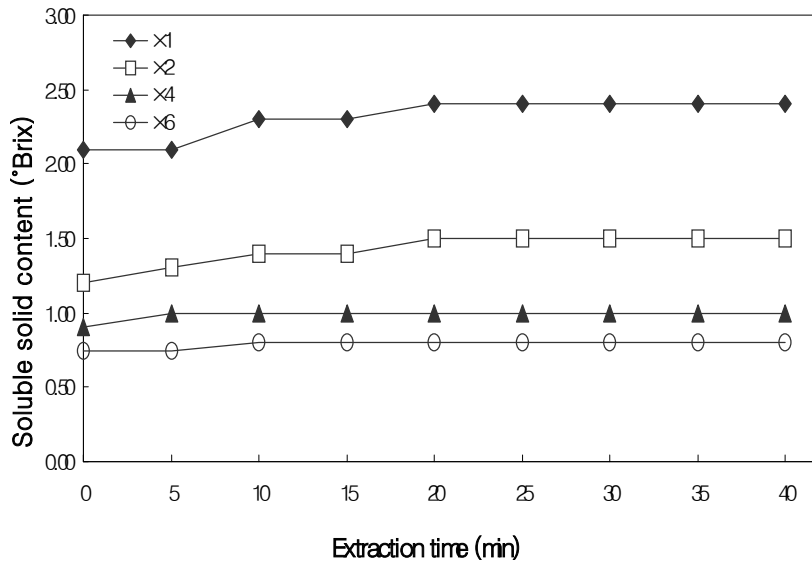


Fig. 49. Soluble solid contents of *Lyophyllum ulmarium* according to change of extraction time

가수비율에 관계없이 각 군은 20~30분이면 추출평형에 도달하였으므로 가수량별 추출 수율을 구하였다. 1배수, 2배수, 4배수, 6배수로 처리한 경우 각 추출 수율은 22.36%, 32.92%, 40.12%, 41.13%를 나타내었고, Fig. 50과 같다. 이때 6배수로 처리한 경우의 수율이 가장 우수하였다. 한편 6배수로 처리한 경우의 수율이 가장 높은 편이기는 하나 6배수로 처리한 경우는 가용성 고형분 함량이 매우 낮고, 효율성이 떨어지므로 추출 효율면에서 가장 우수하였던 2배수 처리군이 가장 적절한 추출방법인 것으로 판단되었다.

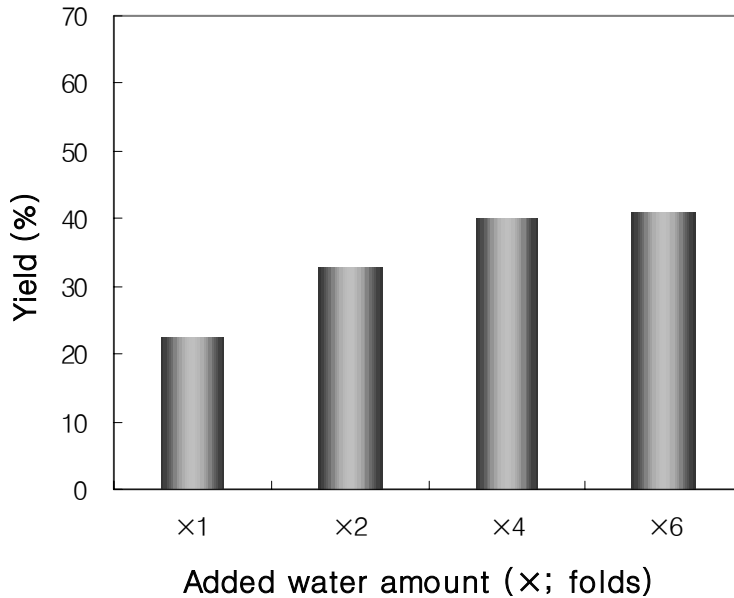


Fig. 50. Yield of *Lyophyllum ulmarium* according to amount of the water added

다. 팽이 및 만가닥버섯 음료의 개발

1) 팽이버섯 및 부재료의 적정 음용농도 결정

가) 팽이버섯의 적정 음용 농도 결정

팽이버섯은 느끼한 맛이 강한 특성을 나타내는데 이것은 음료 제조에 있어 거부감을 주므로 주재료 자체의 거부감을 느끼지 않을 음용 농도를 찾기 위하여 선정된 추출조건에 따라 추출한 팽이버섯 추출물을 0.3%, 0.5%, 0.7%, 1.0%의 비율로 배합하여 설탕과 과당 1:1 혼합물의 당 농도를 6%로 고정시키고, 구연산으로 pH를 3.7~3.8로 조절한 후 제시하여 관능평가를 실시하였다. 그 혼합비는 Table 39와 같다.

Table 39. Combination ratio for preparation of *Flammulina velutipes* beverage

Unit : g(%)

| Ingredient | Content of <i>Flammulina velutipes</i> extract | | | |
|--|--|--------|--------|--------|
| | 0.3% | 0.5% | 0.7% | 1.0% |
| <i>Flammulina velutipes</i> ext. ¹⁾ | 16.70 | 27.80 | 38.90 | 55.60 |
| Sugar ²⁾ | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Citric acid | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.35 |
| Distilled water | 77.30 | 66.20 | 55.10 | 38.40 |
| Sum. ³⁾ | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| pH | 3.32 | 3.44 | 3.31 | 3.36 |

¹⁾ *Flammulina velutipes* ext.: 1.8. brix

²⁾ Sucrose : High fructose(80. brix) = 1 : 1

³⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

관능평가 결과 0.3% 농도에서는 팽이버섯의 느끼한 맛에 의한 거부감은 없었으나 팽이버섯 음료로 활용하기에는 농도가 약간 낮은 것으로 생각되었다. 0.5% 농도에서는 느끼한 맛에 의한 거부감은 느껴지지 않았으며, 0.7%, 1.0% 농도의 경우 느끼한 맛이 다소 강하게 느껴져 음료용 농도로 부적당한 것으로 판단되었다. 따라서 팽이버섯 음료의 적정 음용 농도결정의 관능적 평가 결과 버섯 특유의 느끼한 맛에 의한 거부감이 들지 않으면

서도 버섯 음료로서 다른 부재료들에 의해 맛이 가려지지 않는 범위의 배합비를 선정하였으며, 0.5%의 팽이버섯 추출액 함량을 가장 적합한 음용 농도로 결정하였다.

나) 부재료 종류의 선정 및 배합비 결정

팽이버섯은 버섯 특유의 느끼한 맛을 가지고 있으므로 이에 대한 거부감을 줄이기 위한 맛 개선 및 영양적, 약리적 효과의 증진을 위하여 과즙과 생약재가 적절히 배합된 음료를 개발하고자 하였다. 부재료로 사용된 과즙으로는 팽이버섯의 맛과 잘 어울리면서 과즙음료에 주로 많이 사용되고 있는 원료인 사과농축액과 레몬착즙액, 매실향을 사용하였고, 생약재로는 당귀추출액, 대추 추출액을 사용하였다.

(1) 사과농축액 및 당귀농축액의 적정 음용농도 결정

(가) 1차 배합

팽이버섯 특유의 느끼한 맛에 대한 거부감을 줄이기 위하여 사과농축액을 통하여 느끼한 맛을 줄이면서도 관능적으로 주재료에 맛을 잃지 않는 수준으로 적정 음용 농도를 결정하였다. 사과 농축액은 0.3%, 0.5%, 0.7%, 0.9%의 농도로 첨가하였으며, 팽이버섯 추출액은 0.5%의 농도로 고정하였다. 사과 농축액의 적정 음용농도 결정을 위한 배합비는 Table 40과 같다.

Table 40. Combination ratio for preparation of *Flammulina velutipes* beverage with apple conc.

Unit : g(%)

| Ingredient | Content of Apple concentration | | | |
|--|--------------------------------|--------|--------|--------|
| | 0.3% | 0.5% | 0.7% | 0.9% |
| <i>Flammulina velutipes</i> ext. ¹⁾ | 25.00 | 25.00 | 25.00 | 25.00 |
| Apple conc. ²⁾ | 0.44 | 0.74 | 1.03 | 1.32 |
| Sugar | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Citric acid | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Distilled water | 68.56 | 68.26 | 67.97 | 67.68 |
| Sum ³⁾ | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| pH | 3.68 | 3.62 | 3.65 | 3.63 |

¹⁾ *Flammulina velutipes* ext. : 2.0. brix

²⁾ Apple conc. : 68. brix

³⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

부재료의 팽이버섯과의 어울림을 평가하고, 팽이버섯의 느끼한 맛을 줄일 수 있는 적절한 농도를 찾기 위하여 관능검사를 실시하였다. 관능검사 결과 0.3% 농도의 경우 사과맛이 거의 느껴지지 않았고, 0.5% 농도의 경우 사과맛이 약간 느껴지기는 하였으나 미비한 수준이어서 팽이버섯의 느끼한 맛을 감소시키지 못하였다. 0.9% 농도의 경우 다소 사과맛이 매우 강하게 느껴져 팽이버섯 음료로서 부적합한 것으로 판단되었다. 0.7% 농도에서는 버섯 특유의 느끼한 맛이 효과적으로 희석되어 거부감이 느껴지지 않았고,

주재료인 팽이버섯과 잘 어울렸으므로 이를 적정 음용농도로 결정하였다.

(나) 2차 배합

팽이버섯 추출액과 사과 농축액을 각각 0.5%, 0.7%로 고정하고, 사과 농축액과 함께 관능적으로 팽이버섯에 느끼한 맛을 감소시키고, 영양적, 약리적 효과증진을 위한 한약재로 당귀 농축액의 적정 농도를 결정하고자 하였다. 당귀 농축액은 맛과 향이 강하여 소량 첨가하였으며, 0.05%, 0.10%, 0.20%의 비율로 첨가하였다. 배합비는 Table 41과 같으며 이와같은 배합비로 제조된 음료의 관능검사를 실시하였다.

관능검사 결과 0.05%, 0.1% 경우 당귀향이 약간 느껴지긴 하였으나 버섯의 느끼한 맛을 감소시키기에는 미비한 수준이었으며, 0.2%의 경우 향이 강하고 색도 진해져서 음료에 활용하기에는 부적절한 것으로 생각되었다. 0.15%의 경우 팽이버섯의 느끼한 맛을 완화시키고, 당귀 특유의 향을 부여하여 적당한 음용 농도로 결정하였다. 또한 당귀 농축액은 팽이버섯 뿐만 아니라 사과 농축액과의 맛에서도 잘 어울려 적절한 부재료로 판단되었다. 한편, 당귀 추출액의 혼합 비율에 따라 pH가 상승하였다. 이와 같은 배합비가 음료의 맛과 향에서 우수하였으므로 팽이버섯 음료의 최종 배합비 A type으로 결정하였다. A type 팽이버섯 음료의 배합비는 Table 42와 같다.

Table 41. Combination ratio for preparation of *Flammulina velutipes* beverage with danggui extracts.

Unit : g(%)

| Ingredient | Content of Danggui extract | | | |
|--|----------------------------|--------|--------|--------|
| | 0.05% | 0.10% | 0.15% | 0.20% |
| <i>Flammulina velutipes</i> ext. ¹⁾ | 25.00 | 25.00 | 25.00 | 25.00 |
| Apple conc. ²⁾ | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 |
| Danggui ext. ³⁾ | 1.67 | 3.33 | 5.00 | 6.70 |
| Sugar | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Citric acid | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Distilled water | 66.30 | 64.64 | 62.97 | 61.27 |
| Sum ⁴⁾ | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| pH | 3.79 | 3.83 | 3.83 | 3.86 |

¹⁾ *Flammulina velutipes* ext : 2.0. brix

²⁾ Apple conc. : 68. brix

³⁾ Danggui ext. : 3.0. brix

⁴⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

Table 42. Final combination ratio for *Flammulina velutipes* beverage of type A

| Unit : (%) | |
|---|---------|
| Ingredient | Content |
| <i>Flammulina velutipes</i> ext ¹⁾ | 25.00 |
| Apple conc. ²⁾ | 1.03 |
| Danggui ext. ³⁾ | 5.00 |
| Sucrose : High fructose (1 : 1) | 6.00 |
| Citric acid | 0.10 |
| Distilled water | 62.97 |
| Sum ⁴⁾ | 100.00 |

¹⁾ *Flammulina velutipes* ext : 2.0. brix

²⁾ Apple conc. : 68. brix

³⁾ Daggi ext. : 3.0. brix

⁴⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

(2) 레몬착즙액 및 대추추출물, 매실향의 적정 음용농도 결정

(가) 1차 배합

팽이버섯의 느끼한 맛을 감소시키기 위해 사과 농축액 대신 레몬 착즙액을 부원료로 사용하였다. 레몬은 특유의 특쓰는 향과 상쾌한 맛으로 팽이버섯의 느끼한 맛을 감소시킬 것으로 기대되었다. 레몬 착즙액은 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%의 비율로 첨가하였으며, 팽이버섯 추출액은 0.5% 농도로

고정하였다. 이때 레몬 추출액의 pH가 낮으므로 구연산으로 비율은 이전 배합비에 50%로 낮추었다. 배합비는 Table 43과 같다.

Table 43. Combination ratio for preparation of *Flammulina velutipes* beverage with lemon ext.

Unit : g(%)

| Ingredient | Content of Lemon extract | | | |
|--|--------------------------|-------|-------|-------|
| | 0.1% | 0.2% | 0.3% | 0.4% |
| <i>Flammulina velutipes</i> ext. ¹⁾ | 25.00 | 25.00 | 25.00 | 25.00 |
| Lemon ext. ²⁾ | 1.35 | 2.70 | 4.05 | 5.40 |
| Sugar | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Citric acid | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Distilled water | 67.65 | 66.30 | 64.95 | 63.60 |
| Sum ³⁾ | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| pH | 3.28 | 3.11 | 3.01 | 2.99 |

¹⁾ *Flammulina velutipes* ext. : 2.0. brix

²⁾ Lemon ext. : 7.4. brix

³⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

관능검사 결과 0.1%, 0.2% 농도의 경우 팽이버섯의 느끼한 맛을 감소시키지는 못하였다. 0.3% 농도의 경우 팽이버섯의 맛을 어느 정도 살리면서 레몬의 상큼한 맛이 적절히 부여되었다. 0.4% 경우 그 맛과 향이 너무 강

하여 팽이버섯 고유의 맛을 거의 나타내지 못했다. 따라서 레몬 착즙액 0.3%를 최적 음용 농도로 결정하였다.

(나) 2차 배합

팽이버섯 추출액과 레몬 농축액을 각각 0.5%, 0.3%로 고정하고, 한약재로 대추 추출액을 첨가하였다. 대추는 특유의 향과 단맛을 제공하여 음료 제조시 많이 이용되고 있어 부재료로 사용시 관능적으로 우수할 것으로 판단되었다. 대추 추출액은 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%의 농도 범위로 배합하여 관능검사를 실시하였다. 배합비는 Table 44와 같다.

Table 44. Combination ratio for preparation of *Flammulina velutipes* beverage with daechu ext.

Unit : g(%)

| Ingredient | Content of Daechu extract | | | |
|--|---------------------------|--------|--------|--------|
| | 0.2% | 0.4% | 0.6% | 0.8% |
| <i>Flammulina velutipes</i> ext. ¹⁾ | 25.00 | 25.00 | 25.00 | 25.00 |
| Lemon ext. ²⁾ | 4.05 | 4.05 | 4.05 | 4.05 |
| Daechu ext. ³⁾ | 5.56 | 11.12 | 16.68 | 22.24 |
| Sugar | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Citric acid | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Distilled water | 59.39 | 53.83 | 48.27 | 42.71 |
| Sum ⁴⁾ | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| pH | 3.20 | 3.28 | 3.33 | 3.38 |

¹⁾ *Flammulina velutipes* ext. : 2.0. brix

²⁾ Lemon ext. : 7.4. brix

³⁾ Daechu ext. : 3.6. brix

⁴⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

관능검사 결과 0.2%에서는 대추향이 거의 느껴지지 않았고, 0.4%의 경우 대추향이 다소 느껴지기는 했으나 약간 미비한 것으로 판단되었다. 0.8%의 경우 대추향이 너무 강하게 느껴졌으며, 색도 약간 떨어지는 것으로 생각되었다. 이에 반해 0.6% 경우 팽이버섯의 느끼함을 감소시켜주고, 레몬과도 적절한 조화를 이루는 편이었으며, 색도 우수한 것으로 판단되었

다. 따라서 대추 추출액 0.6%를 적정 음용 농도로 결정하였다.

(다) 3차 배합

레몬 착즙액과 대추 추출액의 부재료를 통해 팽이버섯 고유의 맛을 어느정도 살리면서 느끼한 맛에 대한 거부감을 느끼지 않을 정도의 범위에서 그 배합비를 결정하였으나 다소 느끼한 맛을 감소시키기에 부족한편이어서 매실향을 첨가해보기로 하였다. 매실향은 0.1%, 0.15%, 0.20%, 0.25%의 농도 범위로 배합하여 관능검사를 실시하였다. 배합비는 Table 45와 같다.

매실향 역시 0.1%, 0.15%의 경우 느끼한 맛을 보다 감소시키는데는 미비한 수준이었으며, 0.25%에서는 주원료의 맛을 거의 나타내지 못했다. 따라서 0.2%를 매실향의 적정 음용 농도로 결정하였다. 이와 같이 레몬 착즙액 및 대추 추출물, 매실향의 적정 음용 농도에 따른 배합을 통해 음료의 맛과 향이 개선되었으므로 팽이버섯 음료의 최종 배합비 B type으로 결정하였다. B type 팽이버섯 음료의 최종 배합비는 Table 46과 같다.

Table 45. Combination ratio for preparation of *Flammulina velutipes* beverage with maesil flavor

Unit : g(%)

| Ingredient | Content of Maesil flavor | | | |
|--|--------------------------|--------|--------|--------|
| | 0.1% | 0.15% | 0.2% | 0.25% |
| <i>Flammulina velutipes</i> ext. ¹⁾ | 25.00 | 25.00 | 25.00 | 25.00 |
| Lemon ext. ²⁾ | 4.05 | 4.05 | 4.05 | 4.05 |
| Daechu ext. ³⁾ | 16.68 | 16.68 | 16.68 | 16.68 |
| Sugar | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Maesil flavor ⁴⁾ | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| Citric acid | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Distilled water | 48.17 | 48.12 | 48.07 | 48.02 |
| Sum ⁵⁾ | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| pH | 3.25 | 3.28 | 3.29 | 3.29 |

¹⁾ *Flammulina velutipes* ext. : 2.0. brix

²⁾ Lemon ext. : 7.4. brix

³⁾ Daechu ext. : 3.6. brix

⁴⁾ Artificial flavor

⁵⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

Table 46. Final combination ratio for *Flammulina velutipes* beverages of type B

| Unit : (%) | |
|--|---------|
| Ingredient | Content |
| <i>Flammulina velutipes</i> ext. ¹⁾ | 25.00 |
| Lemon ext. ²⁾ | 3.75 |
| Daechu ext. ³⁾ | 24.99 |
| Sucrose : High fructose (1 : 1) | 6.00 |
| Maesil flavor ⁴⁾ | 0.25 |
| Citric acid | 0.05 |
| Distilled water | 65.01 |
| Sum ⁵⁾ | 100.00 |

¹⁾ *Flammulina velutipes* ext. : 2.0. brix

²⁾ Lemon ext. : 7.4. brix

³⁾ Daechu ext. : 3.6. brix

⁴⁾ Artificial flavor

⁵⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

2) 만가닥버섯 및 부재료의 적정 음용농도 결정

가) 만가닥버섯의 적정 음용 농도 결정

만가닥 버섯의 적정 음용 농도를 찾기 위해 선정된 추출조건에 따라 추출한 만가닥 버섯 추출물을 0.3%, 0.5%, 0.7%, 1.0%로 배합하여 설탕과 과당 1:1 혼합물의 당 농도를 6%로 고정시키고, 구연산으로 pH를 3.7~3.8로 조절한 후 제시하여 관능평가를 실시하였다. 그 혼합비는 Table 47과 같

다.

Table 47. Combination ratio for preparation of *Lyophyllum ulmarium* beverage

Unit : g(%)

| Ingredient | Content of <i>Lyophyllum ulmarium</i> extract | | | |
|---|---|--------|--------|--------|
| | 0.3% | 0.5% | 0.7% | 1.0% |
| <i>Lyophyllum ulmarium</i> ext. ¹⁾ | 18.75 | 31.25 | 43.75 | 62.50 |
| Sugar ²⁾ | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Citric acid | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| Distilled water | 75.25 | 62.75 | 50.25 | 31.5 |
| Sum ³⁾ | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| pH | 3.20 | 3.33 | 3.21 | 3.44 |

¹⁾ *Lyophyllum ulmarium* ext.: 1.6. brix

²⁾ Sucrose : High fructose(80. brix) = 1 : 1

³⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

관능평가 결과 만가닥 버섯은 동일 농도의 팽이버섯 추출물에 비해 그 맛이 다소 약한 편이었다. 0.3%, 0.5% 추출물의 경우 그 맛이 다소 약한 편이었으며, 0.7% 처리군이 가장 적절한 음용 농도인 것으로 판단되었다. 한편 1.0%처리군의 경우 너무 강한 맛을 나타내므로 부적절한 농도인 것으로 판단되었다.

나) 부재료 종류의 선정 및 배합비 결정

만가닥 버섯음료의 부재료 선정에 있어서도 팽이버섯 음료와 마찬가지로 맛 개선 및 영양적, 약리적 효과 증진을 위한 과즙과 생약재의 적절한 배합형식으로 실험을 진행하였다. 만가닥 추출물 또한 팽이버섯 추출물과 유사한 맛과 향을 보유하고 있어서 팽이버섯 음료 개발시와 동일한 사과농축액, 레몬 착즙액, 매실향, 당귀추출액, 대추 추출액, 매실향을 부재료로 사용하였다.

(1) 사과농축액 및 당귀농축액의 적정 음용농도 결정

(가) 1차 배합

사과 농축액은 0.3%, 0.5%, 0.7%, 0.9%의 농도로 첨가하였으며, 팽이버섯 추출액은 0.7%의 농도로 고정하였다. 사과 농축액의 적정 음용농도 결정을 위한 배합비는 Table 48과 같다.

부재료의 만가닥버섯 추출물과의 어울림을 평가하고, 만가닥 버섯의 느끼한 맛을 줄일 수 있는 적절한 농도를 찾기 위하여 관능검사를 실시하였다. 관능검사 결과 0.3% 농도의 경우 사과맛이 거의 느껴지지 않았고, 0.5% 농도의 경우 사과맛이 약간 느껴지기는 하였으나 역시 미비한 수준이어서 팽이버섯의 느끼한 맛을 감소시키지 못하였다. 0.7%의 농도에서는 주재료로서의 만가닥 버섯 추출물이 맛과향을 살리면서 버섯 특유의 느끼한 맛을 효과적으로 희석할 수 있는 농도인 것으로 생각되었다. 한편 0.9%

농도의 경우 사과맛이 매우 강하게 느껴져 만가닥버섯 음료로서 부적합한 것으로 판단되었다. 따라서 사과농축액을 0.7%의 농도로 희석하는 것이 가장 효과적인 것으로 판단하고 이를 적정 음용농도로 결정하였다.

Table 48. Combination ratio for preparation of *Lyophyllum ulmarium* beverage with apple conc.

Unit : g(%)

| Ingredient | Content of Apple concentration | | | |
|---|--------------------------------|--------|--------|--------|
| | 0.3% | 0.5% | 0.7% | 0.9% |
| <i>Lyophyllum ulmarium</i> ext. ¹⁾ | 43.75 | 43.75 | 43.75 | 43.75 |
| Apple conc. ²⁾ | 0.44 | 0.74 | 1.03 | 1.32 |
| Sugar | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Citric acid | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| Distilled water | 49.81 | 49.51 | 49.22 | 48.93 |
| Sum ³⁾ | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| pH | 3.63 | 3.62 | 3.58 | 3.59 |

¹⁾ *Lyophyllum ulmarium* ext. : 1.6. brix

²⁾ Apple conc. : 68. brix

³⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

(나) 2차 배합

만가닥 버섯 음료의 부재료로서 사과 농축액과 생약재로서 당귀 농축액

을 첨가하여 2차 배합을 하였다. 만가닥버섯 추출액과 사과 농축액을 각각 0.7%로 고정하였으며, 당귀 추출액은 0.05%, 0.10%, 0.20%의 비율로 첨가하였다. 배합비는 Table 49와 같으며 이와 같은 배합비로 제조된 음료의 관능검사를 실시하였다.

Table 49. Combination ratio for preparation of *Lyophyllum ulmarium* beverage with danggui extracts.

Unit : g(%)

| Ingredient | Content of Danggui extract | | | |
|---|----------------------------|--------|--------|--------|
| | 0.05% | 0.10% | 0.15% | 0.20% |
| <i>Lyophyllum ulmarium</i> ext. ¹⁾ | 43.75 | 43.75 | 43.75 | 43.75 |
| Apple conc. ²⁾ | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 |
| Danggui ext. ³⁾ | 4.17 | 8.34 | 12.51 | 16.68 |
| Sugar | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Citric acid | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| Distilled water | 45.05 | 40.88 | 36.71 | 32.54 |
| Sum ⁴⁾ | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| pH | 3.75 | 3.80 | 3.85 | 3.89 |

¹⁾ *Lyophyllum ulmarium* ext : 1.6. brix

²⁾ Apple conc. : 68. brix

³⁾ Danggui ext. : 1.2. brix

⁴⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

관능검사 결과 0.05%, 0.1% 경우 당귀향이 약간 느껴지긴 하였으나 버섯의 느끼한 맛을 감소시키기에는 미비한 수준이었으며, 0.15% 농도 처리군의 경우 사과 농축액과 더불어 효과적으로 버섯 특유의 느끼한 향을 감소시킬 수 있는 농도인 것으로 판단되었다. 한편 0.2% 농도 처리군의 경우 그 향이 너무 강하게 느껴져 주재료로서의 만가닥 버섯의 맛과 향이 거의 느껴지지 않았다. 만가닥 버섯의 부재료로서 사과농축액 0.7%처리와 당귀추출액 0.15% 처리 배합비가 음료의 맛과 향에서 우수하였으므로 만가닥 버섯 음료의 최종 배합비 A type으로 결정하였다. A type 만가닥 버섯 음료의 최종 배합비는 Table 50과 같다.

Table 50. Final combination ratio for *Lyophyllum -ulmarium* beverages of type A

Unit : (%)

| Ingredient | Content |
|--|---------|
| <i>Lyophyllum ulmarium</i> ext ¹⁾ | 43.75 |
| Apple conc. ²⁾ | 1.03 |
| Danggui ext. ³⁾ | 12.51 |
| Sucrose : High fructose (1 : 1) | 6.00 |
| Citric acid | 0.15 |
| Distilled water | 36.71 |
| Sum ⁴⁾ | 100.00 |

¹⁾ *Lyophyllum ulmarium* ext : 1.6. brix

²⁾ Apple conc. : 68. brix

³⁾ Danggui ext. : 1.2. brix

⁴⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

(2) 레몬착즙액 및 대추추출액, 매실향의 적정 음용농도 결정

(가) 1차 배합

레몬 착즙액은 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%의 비율로 첨가하였으며, 만가닥 버섯 추출액은 0.7% 농도로 고정하였다. 이때 레몬 추출액의 배합에 따른 pH의 저하로 구연산의 비율은 이전 배합비에 30%로 낮추었다. 배합비는 Table 51과 같다. 관능검사 결과 0.1%, 0.2% 농도의 경우 만가닥 버섯의

느끼한 맛을 감소시키지는 못하였다. 0.4% 경우 그 맛과 향이 너무 강하여 팽이버섯 고유의 맛을 거의 나타내지 못했다. 그러나 0.3% 농도 처리군의 경우 만가닥 버섯의 맛과 향을 어느 정도 살리면서 레몬의 상큼한 맛이 적절히 부여되었다. 따라서 레몬 착즙액 0.3%를 최적 음용 농도로 결정하였다.

(나) 2차 배합

만가닥버섯 추출액과 레몬 농축액을 각각 0.7%, 0.3%로 고정하고, 생약재로 대추 추출액을 첨가하였다. 대추 추출액은 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%의 농도 범위로 배합하여 관능검사를 실시하였다. 배합비는 Table 52와 같다.

관능검사 결과 0.2%에서는 대추향이 거의 느껴지지 않았고, 0.4%의 경우 대추향을 어느정도 살리는 범위에서 레몬맛과도 잘 어울려져 적당한 것으로 판단되었다. 한편, 0.6%, 0.8% 처리군의 경우 그 맛이 너무 강하게 느껴지고 색도 진해져서 부적절한 것으로 생각되었다. 따라서 대추 추출액 0.4%를 만가닥 버섯 음료의 적정 음용 농도로 결정하였다.

Table 51. Combination ratio for preparation of *Lyophyllum ulmarium* beverage with lemon extracts.

Unit : g(%)

| Ingredient | Content of Lemon extract | | | |
|---|--------------------------|--------|--------|-------|
| | 0.1% | 0.2% | 0.3% | 0.4% |
| <i>Lyophyllum ulmarium</i> ext. ¹⁾ | 43.75 | 43.75 | 43.75 | 43.75 |
| Lemon ext. ²⁾ | 1.35 | 2.70 | 4.05 | 5.40 |
| Sugar | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Citric acid | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Distilled water | 48.90 | 47.55 | 46.20 | 44.85 |
| Sum | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.0 |
| pH | 3.86 | 3.45 | 3.32 | 3.15 |

¹⁾ *Lyophyllum ulmarium* ext. : 1.6.° brix

²⁾ Lemon ext. : 7.4.° brix

³⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

Table 52. Combination ratio for preparation of *Lyophyllum ulmarium* beverage with daechu extracts.

Unit : g(%)

| Ingredient | Content of Daechu extract | | | |
|---|---------------------------|--------|--------|--------|
| | 0.2% | 0.4% | 0.6% | 0.8% |
| <i>Lyophyllum ulmarium</i> ext. ¹⁾ | 43.75 | 43.75 | 43.75 | 43.75 |
| Lemon ext. ²⁾ | 4.05 | 4.05 | 4.05 | 4.05 |
| Daechu ext. ³⁾ | 6.90 | 13.80 | 20.70 | 27.60 |
| Sugar | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Citric acid | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Distilled water | 39.30 | 32.40 | 25.50 | 18.60 |
| Sum ⁴⁾ | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| pH | 3.55 | 3.59 | 3.61 | 3.65 |

¹⁾ *Lyophyllum ulmarium* ext. : 1.6。 brix

²⁾ Lemon ext. : 7.4。 brix

³⁾ Daechu ext. : 2.9。 brix

⁴⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

(다) 3차 배합

팽이버섯 음료와 동일한 방법으로 만가닥 버섯에서 느껴지는 느끼한 맛에 대한 거부감을 감소시키기 위해 레몬 착즙액 및 대추 추출액과 함께 배

실향을 첨가해보았다. 매실향은 0.1%, 0.15%, 0.2%, 0.25%의 농도 범위로 배합하여 관능검사를 실시하였다. 배합비는 Table 53과 같다.

Table 53. Combination ratio for preparation of *Lyophyllum ulmarium* beverage with maesil flavor

Unit : g(%)

| Ingredient | Content of Maesil flavor | | | |
|---|--------------------------|--------|--------|--------|
| | 0.10% | 0.15% | 0.20% | 0.25% |
| <i>Lyophyllum ulmarium</i> ext. ¹⁾ | 43.75 | 43.75 | 43.75 | 43.75 |
| Lemon ext. ²⁾ | 4.05 | 4.05 | 4.05 | 4.05 |
| Daechu ext. ³⁾ | 13.80 | 13.80 | 13.80 | 13.80 |
| Sugar | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Maesil flavor ⁴⁾ | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| Citric acid | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Distilled water | 32.30 | 32.25 | 32.20 | 32.15 |
| Sum | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| pH | 3.58 | 3.55 | 3.57 | 3.56 |

¹⁾ *Lyophyllum ulmarium* ext. : 1.6. brix

²⁾ Lemon ext. : 7.4. brix

³⁾ Daechu ext. : 2.9. brix

⁴⁾ Artificial flavor

⁵⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

매실향 역시 0.1%, 0.15%의 경우 느끼한 맛을 보다 감소시키는데는 미비한 수준이었으며, 0.25%에서는 주원료의 맛을 거의 나타내지 못했다. 따라서 0.2%를 매실향의 적정 음용 농도로 결정하였다.

이와 같이 레몬 착즙액 및 대추 추출물, 매실향의 적적 음용 농도에 따른 배합을 통해 음료의 맛과 향이 개선되었으므로 만가닥 버섯 음료의 최종 배합비 B type으로 결정하였다. B type 만가닥 버섯 음료의 배합비는 Table 54와 같다.

Table 54. inal combination ratio for *Lyophyllum ulmarium* beverages of type B

| Unit : (%) | |
|---|---------|
| Ingredient | Content |
| <i>Lyophyllum ulmarium</i> ext. ¹⁾ | 43.75 |
| Lemon ext. ²⁾ | 4.05 |
| Daechu ext. ³⁾ | 13.80 |
| Sucrose : High fructose (1 : 1) | 6.00 |
| Maesil flavor ⁴⁾ | 0.20 |
| Citric acid | 0.05 |
| Distilled water | 32.20 |
| Sum ⁵⁾ | 100.00 |

¹⁾ *Lyophyllum ulmarium* ext. : 1.6. brix

²⁾ Lemon ext. : 7.4. brix

³⁾ Daechu ext. : 2.9. brix

⁴⁾ Artificial flavor

⁵⁾ Sum of amount of all ingredients except citric acid

3) 버섯 음료의 제조 공정

열수 추출 방식으로 추출한 열수 추출액을 사용하여 팽이버섯 음료 제조를 위한 최종 공정은 Fig. 51과 같다. 앞에서 제시한 최종 음료 배합비대로 음료 조성을 갖추면 최종 pH 3.3~3.8로 pH 3.9보다 낮으므로 살균조건은 90℃에서 약 1분 동안 열 교환기를 통과시키는 것으로 하였다. 이와 같은 조건에서 살균 후 밀봉(seaming)하고 뒤집어 1분 정도 방치하여 남은 열로서 캔에 오염되어 들어올 수 있는 미생물을 살균시킨 뒤 50℃이하로 냉각시켰다.

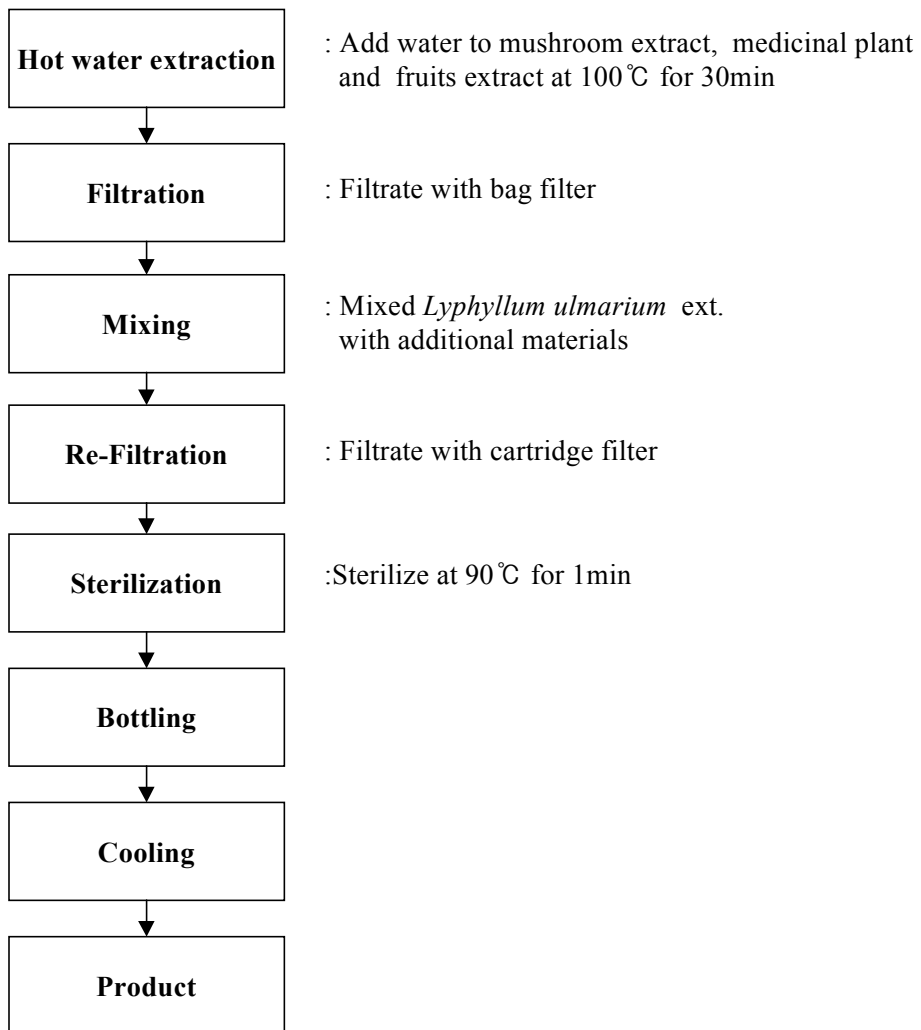


Fig. 51. Process of preparation for *Flammulina velutipes* and *Lyphillum ulmarium* beverage

라. 팽이 및 만가닥 버섯 과립차의 제조

1) 버섯의 추출 및 농도

선별·세척하여 40 mesh 크기로 세절한 생버섯에 2배의 50% 에탄올을 가하여, 상온에서 1시간 동안 3회 반복 추출한다. 추출액은 환류 냉각장치가 부착된 감압농축기에서 60.0. Brix 까지 농축하여 시료로 사용하였다.

2) 부형제의 배합

60.0. Brix로 농축된 각각의 버섯 농축액에 무수포도당을 잘 섞는다. 구연산, 비타민 C 및 기타 부형제를 첨가하여 포도당과 잘 배합한다. 팽이 버섯 혼합차와 만가닥 버섯 혼합차의 최종 배합비는 다음 Table 55, 56과 같다

Table 55. Combination ratio for preparation of *Flammulina velutipes* granulated tea
unit : %

| | Ingredient | Content |
|--------|---|---------|
| Type A | <i>Flammulina velutipes</i> ¹⁾ | 10.0 |
| | Dehydrate glucose | 87.5 |
| | Apple conc. | 0.4 |
| | Danggui ext. | 0.6 |
| | Citric acid | 1.0 |
| | Vitamin C | 0.5 |
| | Sum | 100.0 |
| Type B | <i>Flammulina velutipes</i> ¹⁾ | 10.0 |
| | Dehydrate glucose | 88.0 |
| | Lemon ext. | 0.3 |
| | Daechu ext. | 0.7 |
| | Citric acid | 0.7 |
| | Vitamin C | 0.3 |
| | Sum | 100.0 |

¹⁾ *Flammulina velutipes* ext.: 60.0. Brix

Table 56. Combination ratio for preparation of *Lyophyllum ulmarium* granulated tea

unit : %

| | Ingredient | Content |
|--------|---|---------|
| Type A | <i>Lyphyllum ulmarium</i> ¹⁾ | 10.0 |
| | Dehydrate glucose | 87.5 |
| | Apple conc. | 0.3 |
| | Danggui ext. | 0.9 |
| | Citric acid | 0.9 |
| | Vitamin C | 0.4 |
| | Sum | 100.0 |
| Type B | <i>Lyphyllum ulmarium</i> ¹⁾ | 10.0 |
| | Dehydrate glucose | 88.0 |
| | Lemon ext. | 0.3 |
| | Daechu ext. | 0.8 |
| | Citric acid | 0.6 |
| | Vitamin C | 0.3 |
| | Sum | 100.0 |

¹⁾ *Lyphyllum ulmarium* ext.: 60.0. Brix

3) 과립화 및 건조

부형제와 잘 배합된 원료를 15~20mesh 정도의 크기로 과립화를 시킨 뒤, 50~55℃에서 수분 함량이 8% 내외가 되도록 건조시킨다.

4) 과립차의 제조 공정

최종적인 과립차 제조공정은 다음 Fig. 52와 같다.

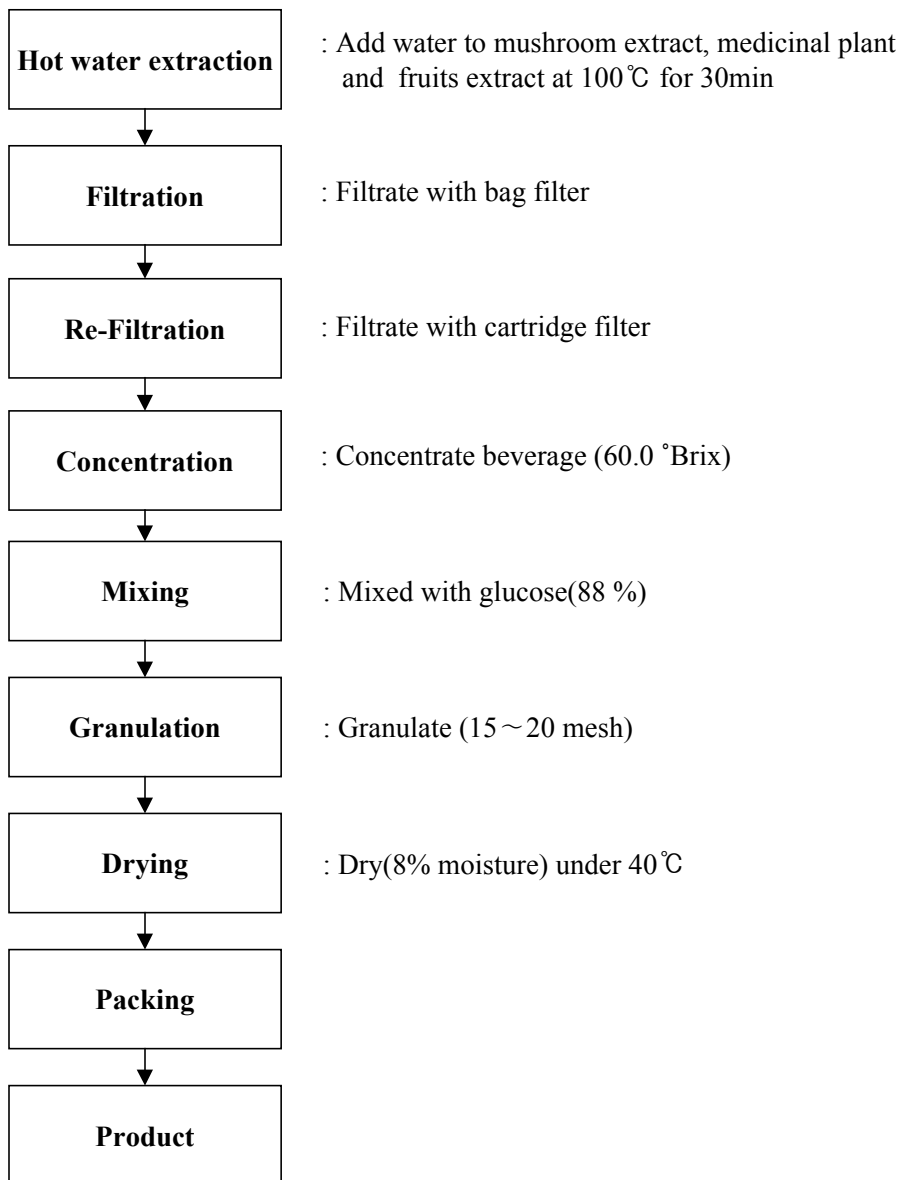


Fig. 52. Preparation process for granulated teas of *Flammulina velutipes* or *Lyophyllum ulmarium*

제 4 절 결 론

마이크로웨이브 추출(MAE)시 power와 시간에 따라 생리활성 성분은 대부분 증가하였고, 시료 대 용매 비율(1 : 10, 1 : 5, 1 : 2.5)을 감소시킬수록 수율 및 총 폴리페놀함량, 갈색도, 전자공여능, tyrosinase 저해작용, 아질산염 소거작용은 증가하였다. Blanching 또는 roasting 처리시 대부분 blanching 처리한 것에 비해 roasting 한 것의 활성이 높게 나타났다.

중심합성계획에 의한 팽이버섯 추출물의 품질특성을 회귀식과 반응표면 분석에 의해 예측한 결과 수율변화, 갈변도 및 아질산염 소거작용은 에탄올 농도에 크게 영향을 받는 것으로 나타났고, 총 폴리페놀 함량의 경우 에탄올 농도가 증가할수록 microwave power가 증가할수록 우수한 것으로 나타났다. 또한 tyrosinase 저해작용의 경우 microwave power에 반비례하는 것으로 나타났다.

MAE 추출법에 의한 팽이버섯의 추출조건 최적화를 위한 최적 추출조건 범위를 예측한 결과, 추출물의 품질을 대상으로 하였을 경우 microwave power 47.21~76.05, 에탄올 농도 10.25~43.56%, 추출시간 5.72분 이었다.

중심합성계획에 의한 만가닥 버섯 추출물의 품질특성을 회귀식과 반응표면 분석에 의해 예측한 결과 수율은 ethanol 농도에 가장 큰 영향을 받았으며, 전자공여작용 및 갈변도, tyrosinase 저해작용, 총폴리페놀 함량은 ethanol 농도가 증가할수록, microwave power가 증가할수록 생리활성이 우수한 것으로 나타났으나, 아질산염 소거작용의 경우 ethanol 농도 및 추출시간에 크게 영향 받지 않는 것으로 나타났다.

MAE 추출법에 의한 만가닥 버섯의 추출조건 최적화를 위한 최적 추출조

건 범위를 예측한 결과 추출물의 품질을 대상으로 하였을 경우 microwave power 53.20~ 64.01, 에탄올 농도 60.15~102.75%, 추출시간 7.77분 이었다.

팽이버섯 음료 최종 배합비 A type은 팽이버섯 추출액 25%, 사과농축액 1.03%, 당귀 추출액 5%, 설탕 및 고과당 6%, 구연산 0.1%, 물 62.97%로 제조되었다. B type은 팽이버섯 추출액 25%, 레몬착즙액 4.05%, 대추추출액 16.68%, 설탕 및 고과당 6%, 매실향 0.2%, 구연산 0.05%, 물 65.01%의 비로 제조되었다.

만가닥 버섯 음료 최종 배합비 A type은 만가닥 버섯 추출액 43.75%, 사과농축액 1.03%, 당귀추출액 12.51%, 설탕 및 과당 6%, 구연산 0.15%, 물 36.71%로 제조되었다. B type은 만가닥 버섯 추출액 43.75%, 레몬착즙액 4.05%, 대추추출액 13.80%, 설탕 및 과당 6%, 매실향 0.2%, 구연산 0.05%, 물 32.20%의 비로 제조되었다.

농축된 버섯 추출물은 glucose 등과 함께 혼합하여, 15~20 mesh 정도의 크기로 과립화하였고, 50~55℃에서 수분함량 8% 내외가 되도록 건조하여 팽이 및 만가닥 버섯 과립차를 제조하였다.

위탁과제 팽이 및 만가닥 버섯의 가공제품 다양 화 기술 개발

제 1 절 서론

팽이버섯(*Flammulina velutipes*)은 전 세계의 온대 지방에 분포하며 재배종인 팽이버섯은 5종이 기록되어 있고, 만가닥버섯(*Lyophyllum ulmarium*)은 가을철에 다발로 발생하며, 조직이 연하고 사각사각한 맛이 있어 동양인의 기호에 알맞다. 이 버섯은 버섯 발생 온도가 느타리와 비슷하므로 팽이 버섯을 재배하기 곤란한 시기에 재배가 가능하며, 따라서 우리나라에서는 따뜻한 봄철과 가을철에 재배하기에 적당하다. 식용 버섯인 이들 버섯은 현재 점차 생산과 소비가 확대되어 대중 소비 버섯으로 성장하였는데, 이는 병 재배 기술의 발전에 기인한다⁽¹⁾. 따라서 과잉공급으로 인한 가격의 변동이 심해졌으며 농가 수입이 감소함에 따라 저장 및 제품개발을 위한 기술이 필요하게 되었다. 그러나 저장이 필요한 모든 종류의 야채, 과일, 버섯류등은 가공, 저장 중 갈변으로 인한 상품성이 손실되기 마련이다. 이는 peroxidase라는 생물계에 보편적으로 존재하는 효소에 의해 야기되며 polyphenoloxidase와 함께 야채 및 과일의 산화환원 반응을 일으키는 갈변에 관련된 효소로써 과산화수소를 물로 환원시킴과 동시에 유기 화합물을 산화시키는 반응을 촉매하고, 불포화지방산에 작용하여 휘발성의 카르보닐화합물을 형성한다⁽²⁻³⁾. Peroxidase에 대한 연구는 바나나⁽⁴⁾, 사과⁽⁵⁾, 배추⁽⁶⁾, 콩나물⁽⁷⁾, 오이⁽⁸⁾등에서 수행되었고, 이들 식품에 있는 peroxidase의 특성은 식품의 종류 및 품종에 따라 차이가 있다고 보고되었다. 이러한 peroxidase등을 불

활성화하여 갈변으로 인한 상품성의 손실을 막기 위해 저장이 필요한 야채, 과일, 버섯류는 가공전에 열처리하는 것이 보통이며 이러한 열처리를 blanching이라 한다⁽⁹⁾.

식품을 장기간 저장하기 위한 대표적인 방법으로 건조와 냉동이 있다. 수확 후에 신선도가 서서히 저하되고 풍미 또한 점차 떨어지는 것을 방지하고, 식품의 부피와 중량을 최소화하여 저장 및 수송에 용이하도록 적절한 저장 방법이 선정되어야 한다. 또한, 사용시에는 재수화 및 해동 등의 방법을 통해 수확 시의 영양성, 풍미, 질감등이 최대한 건조 및 냉동 전의 상태로 복원될 수 있도록 저장 조건이 확립되어야 한다. 건조 방법에는 가열매체가 동시에 수분을 제거할 수 있는 열풍건조와 가열면에서 식품이 전도에 의해서 열을 받고 공기중으로 수증기를 방출하는 전도건조, 마이크로파등과 같은 고주파 가열에 의한 마이크로파 건조 등이 있다. 따라서 수분을 제거할 때는 가능한 한 식품 내외의 어떤 변화 없이 이루어지는 게 가장 좋으며 이에 관한 기술로는 동결건조가 있다. 건조 공정 중 건조조건에 의하여 많은 물리화학적 변화가 유발되어 품질의 열화가 발생하게 된다. 물리적 변화로는 수축, 표면경화현상, 재수화 효율의 감소, 휘발성분의 손실 등이 있고 갈변현상과 지질 및 색소의 산화, 영양성분의 손실 등이 있다⁽¹⁰⁾. 따라서 본 연구에서는 팽이 및 만가닥 버섯의 건조 및 냉동 실험을 통하여 버섯의 건조시 건조 온도와 건조 방법이 버섯의 갈변과 재수화율에 미치는 영향을 조사하였고, 냉동 속도와 냉동 온도가 버섯에서 발생하는 drip의 양과 질감에 어떠한 영향을 미치는지 조사하였다.

질병의 치료 및 예방에 효과가 있는 천연물 중 가장 주목받고 있는 버섯은 분류학상 균류(Fungi) 중 진균류(Eumycetes)에 속하며 대부분 담

자균류(Basidiomycetes)의 일종으로, 일반적으로 단백질, 아미노산, 효소, 비타민, 무기염류, 지방질 및 당 등과 같이 인체에 중요한 각종 영양성분을 함유하고 있고, 광범위한 약리작용을 가지고 있어 전통적으로 민간의약 체제로 널리 활용되어 왔다. 최근에는 여러 종류의 버섯들에 항암효과가 있음이 과학적으로 검증되었는데 항암효능을 나타내는 주요 성분은 버섯 속에 함유되어 있는 다당체라고 밝혀져 있다⁽¹¹⁾. 이 다당체는 β -glucan 계열의 물질로 알려져 있으며 1966년 일본 오사카대학교의 Tokuya Harada 교수에 의하여 처음 발견되었다. β -glucan은 혈청 콜레스테롤 저하작용, 장내세균의 활성화 작용, 면역 증강작용에 의한 암세포 억제작용 및 바이러스 억제작용 등 생리적으로 유효한 약리작용이 계속 밝혀지고 있다. 현재 일본 등에서는 표고버섯, 구름버섯 및 치마버섯 유래의 다당체 또는 단백 다당체를 실용화하였다. 국내에서도 야생구름버섯 자실체로부터 추출한 단백 다당체인 Copolang(광동제약)이 개발되어 PS-K와 유사하게 암의 치료에 사용되어 있고, 또 강력한 항암활성이 보고된 상황버섯(Phellinus linteus)의 균사체 추출물인 단백 다당류가 Mesima-Ex(한국 신약)이라는 상품명으로 암의 치료에 사용되고 있는 것으로 알려지고 있다⁽¹²⁾. 버섯의 대표적인 생리 활성 물질을 선정하여 팽이 및 만가다 버섯에서 생리 활성 물질을 추출할 수 있는 최적 조건을 확립할 수 있는 실험을 수행하였다.

버섯의 생리 활성 특성을 최대한 활용하고, 그 성분의 산화 및 변질을 방지할 수 있고, 장기 저장이 가능하도록 버섯 추출물을 encapsulation 할 필요가 있다. Spray-drying을 통한 encapsulation은 주로 향기성분인 oil류등을 다양한 wall material안에 포집하는데 적용되어 왔다⁽¹³⁾. 하지만 주로 제약 분야에서 활용되는 dry elixir⁽¹⁴⁻¹⁶⁾ 개념을 버섯 추출

물에 적용하면 spray-drying 공정을 사용하여 버섯 추출물을 encapsulation할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 capsule의 핵물질로써 버섯 추출물을 제조하기 위한 최적 조건을 알아보고, 그것을 encapsulation하여 파우더를 제조하기 위한 최적 조건도 알아보기 위한 실험을 수행하였다.

마지막으로, 제조된 파우더를 제품에 적용하였고 시제품을 선정하여 공장 설계 및 경제성 분석을 수행하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 재료

버섯을 구입하여 보관할 수 있는 기간이 매우 짧아 바로 blanching을 해야 한다. 또한 본 연구진의 근교에서 생 버섯을 구입하는 것도 유통기간이 포함되어 신선도는 다소 떨어지리라 볼 수 있다. 또한 만가닥 버섯은 다른 버섯만큼 많이 알려지지 않아서 근교의 시장에서 구입하기란 여간 어려운 것이 아니고 구하더라도 다른 버섯보다는 신선도의 저하는 심하리라 예상 할 수 있다. 산지에서 배송해오는 경우도 배송기간의 소요로 신선한 생 버섯을 구하는데 좀더 주의가 필요하다. 따라서 이런 문제를 다소나마 해결하기 위해 산지로부터의 버섯 구입을 추진했으며 배송기간도 출하 후 24시간 이내로 줄일 수 있도록 유도하였으며 blanching후 선도를 유지하기 위해 빠르게 건조 조작을 수행하거나 급속냉동을 실시하여 동결건조의 시료로 사용하였다.

2. 실험 방법

가. 건조에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 저장 기술 개발

1) 건조 전처리 공정으로서 blanching의 최적조건 확립^(17,18)

가) 시료의 전처리

재료의 효소적 변화를 최소화하기 위해 구입 후 조효소를 추출하여 냉동보관하여 사용하였다.

나) 조효소액 제조⁽¹⁹⁾

Flurkey와 Jen의 방법을 변형하여 조제하였다. 뿌리를 제거한 식용 가능한 12cm이하인 것만을 골라 섞어서 조효소액 추출에 사용하였으며 팽이버섯을 파쇄, 50mM potassium phosphate buffer(pH 5.5)과 섞어 Homogenizer로 20분간 균질화하여 4℃에서 원심분리(12000×g, 30min), 상등액을 여과지(whatman paper NO1)로 여과하여 여액을 조효소액으로 사용하였으며 -40℃에서 냉동보관하였다. 만가닥 버섯의 경우 4~9 cm미만인 것으로 뿌리부분을 제거하고 식용 가능한 부분만을 이용하여 위 조작을 반복, 조효소액을 얻었다.

다) 효소의 활성 측정

Gorin과 Heidema의 방법⁽²⁰⁾을 변형해서 측정하였다. 이 방법은 50 mM potassium phosphate buffer (pH 5.5) 1.8 ml, 조효소액 0.2 ml, 3 mM H₂O₂ 0.3 ml, 1% p-Phenylendiamin 0.1ml을 혼합하여 475 nm에서 흡광도를 측정하고 활성(혹은 불활성)을 구하였다.

라) 온도에 따른 효소의 활성 측정

50 mM potassium phosphate buffer(pH 5.5)에 조효소액을 넣어 4℃에서 90℃까지의 수조에서 20분간 방치시킨 후 36℃에서 3분간 항온 후 효소활성을 측정하여 상대적으로 나타내었다.

마) 가열 온도와 시간에 따른 효소의 활성 측정

65~85℃(5℃간격, 팽이버섯), 70~90(5℃간격, 만가닥버섯)로 조정 한 항온조에서 충분히 예열시킨 각 Test tube(15 ml)에 조효소액 0.4 ml씩 넣고 각 온도에서 1~3분(1분 간격)으로 가열한 후 36℃에서 3분간 냉각시킨 후 잔존 활성을 측정하였다. 위의 모든 실험은 3회 반복 실험의 평균치를 사용하였다.

2) 다양한 방법에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 건조⁽²¹⁻²³⁾

가) 시료의 전처리

다양한 건조방법을 적용하기 위한 시료는 앞선 ‘blanching의 최적 조건 확립’의 결과에 의한 방법을 이용하여 blanching하여 열풍건조 및 진공건조는 곧 바로 건조조작에 들어 갔으며 동결건조의 경우는 -40℃에서 냉동하여 사용하였다.

나) 건조 방법

열풍 건조기를 이용하여 40℃부터 10℃간격으로 70℃까지 총 4회 실험을 각각 3회 반복 실시하였으며 건조시부터 수분함량 감소 폭이 거의

일정해 지기까지는 1시간 간격으로 이후에는 2시간 간격으로 수분함량의 변화를 측정하였으며 수분함량의 변화가 없을 때까지 건조를 하였다. 진공건조는 대산 engineering의 40℃~70℃까지 10℃ 간격으로 70 mmHg로 수행하였으며 열풍건조와 같이 수분 증발 없을 때까지 실험하였고 동결건조는 호영 Engineering의 동결건조기를 사용하여 -20℃에서 냉동된 시료를 이용하여 열판의 온도를 15℃로부터 5℃간격으로 30℃까지 건조가 완결될 때까지 건조하였다.

다) 수분함량 측정

팬이 및 만가닥 버섯의 수분함량을 측정하기 위해 일반적인 상압 가열 건조법을 이용하였다. 전기정온건조기(Model VO-10X)를 이용하여 수분함량을 측정된 결과는 다음 식을 이용해서 평균 수분함량을 결정할 수 있었다.

$$\text{수분(\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100$$

W_0 : 칭량병의중량(g)
 W_1 : (칭량병 + 시료)의중량
 W_2 : W_1 을건조하여항량이되었을때의중량

라) 갈변도⁽²⁴⁾

Hendel등의 방법으로 건조 후 시료를 분쇄한 후 건조버섯 1.3 g을 취해 증류수 40 ml와 10% trichloroacetic acid 용액 10 ml을 가한 후 상온에서 2시간 방치, 여과하여 spectrophotometer로 420 nm에서 흡광

도를 측정하였다.

마) 재수화

Rehydration ratio는 일정시간 재수화한 후 시료무게와 건조시료의 초기 무게의 비로서 구하였다. 500 ml 비이커를 사용 100℃ 증류수에 10분간 완전히 침지 시켜 2분간 drain시킨후 재수화 후의 시료무게와 건조시료의 초기무게의 비로서 구함, 수분의 흡수량은 일정시간 재수화 후의 시료 무게에서 건조 후 무게를 뺀 값을 g 당 흡수량으로 환산하여 표시하였다.

나. 냉동에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 저장 기술 개발

1) 냉동 전처리공정으로서 blanching의 최적조건 확립^(7,18)

가) 시료의 전처리

재료의 효소적 변화를 최소화하기 위해 구입 후 즉시 열수에 의한 blanching을 하였다.

나) Blanching 조건

정밀항온조(TU-20D, TECHNE)를 사용하여 환류하에서 blanching을 하였다. 이전에 실시했던 peroxidase의 열적 특성을 기초로 팽이 버섯은 40, 50, 60, 70℃로 1, 2, 3, 4, 5분간을, 만가닥 버섯은 50, 60, 70, 80, 90℃로 1, 2, 3, 4, 5분간 blanching 하였다.

다) Crude peroxidase의 추출⁽¹⁹⁾

Flurkey와 Jen의 방법을 변형하여 조제하였다. Blanch한 두 버섯을 파쇄, potassium phosphate buffer(50 mM, pH 5.5)과 섞어 Homogenizer로 20분간 균질화하여 4°C에서 원심분리(12000×g, 30 min), 상등액을 여과지(Whatman paper No. 1)로 여과하여 crude peroxidase를 추출하였으며 -40°C에서 냉동 보관하였다.

라) Crude peroxidase 활성 측정

Gorin과 Heidema의 방법⁽²⁰⁾을 변형해서 측정하였다. Potassium phosphate buffer(50 mM, pH 5.5), crude peroxidase, 3 mM H₂O₂, 1% p-Phenyldiamin을 혼합하여 475 nm에서 흡광도를 측정하고 활성 (혹은 불활성)을 구하였다.

마) Thermal parameter

위에서 얻은 crude peroxidase의 활성을 통해 decimal reduction time(D), thermal resistance constant(z), rate constant(k), activation energy(Ea)등을 알아 보았다.

2) 팥이 및 만가닥 버섯의 냉동 실험

가) 시료의 전처리

팥이 및 만가닥 버섯은 실험 전날 구입하였으며, 식용이 불가능한

부분을 제거한 후, 위에서 확립한 조건으로 blanching 하였다.

나) 다양한 온도에서 냉동^(25,26)

Blanching 이 완료된 버섯은 팽이는 약 100 g, 만가닥은 약 70 g씩 칭량하여 랩으로 포장한 후 냉동 후 저장하였다. 냉동온도는 각각 -15, -20, -35℃로 하였다. 냉동시키기 직전, 포장한 버섯의 중심부에 thermocouple을 꽂아 2분 간격으로 온도 변화를 기록하였다. 냉동한 버섯은 한 달 이상 저장한 후 실험에 사용하였다.

다) 냉동 속도의 측정

냉동 속도는 다음과 같이 결정할 수 있다.

$$V = \frac{H}{2} \frac{1}{Z}$$

1) V=동결속도

2) H=두께(cm)

3) Z=식품의 중심부 온도가 -5℃ 로 내려갈 때까지의 시간

라) 여러 가지 조건으로 해동

각각의 온도로 냉동한 버섯에 대하여 여러 가지 방법으로 해동을 시행하였다. microwave oven을 이용한 해동⁽²⁷⁾, 물 해동, 공기 해동을 수행하였는데 그 조건들은 다음과 같다.

Table 1. Thawing conditions

| Methods | Conditions |
|-------------------|---|
| Microwave Thawubg | capacity 700 W, frequency 2450 MHz, |
| Water thawing | 20°C water |
| Air thawing | 25°C (room temperature), relative humidity 35 ± 5%, |

마) Drip의 측정

각각의 냉동온도와, 해동조건에 대하여 각각 해동을 실시하고, drip의 양을 조사하였다. 한 sample당 무게가 조금씩 차이가 나기 때문에 drip 양의 절대적인 차이만으로 비교하는 것은 문제점이 있기 때문에 아래와 같은 식을 사용, 처음 무게에 대한 상대적인 비율을 조사하였다.

$$drip\ loss(\%) = \frac{\text{해동 전 시료의 질량} - \text{해동 후 시료의 질량}}{\text{해동 전 시료의 질량}} \times 100$$

바) Texture analyzer를 이용한 자름힘의 측정

Texture analyzer(TA-X2, Stable microsystem)를 이용하여, 절단시 소요되는 힘을 측정하였다⁽²⁸⁾. 각각의 sample은 유사한 모양과 부피를 갖도록 하였으며 팽이는 10 g, 만가닥은 15 g씩 칭량하여 사용하였다. 결과치는 각각의 경우에 대하여 3회 반복 실시하여 평균치를 사용하였다. Texture analyzer의 실행 조건은 다음과 같다.

Table 2. Operating conditions of texture analyzer

| | |
|-----------------|---------------|
| Force unit | gram |
| Distant format | meter |
| Pre-test speed | 2.0 (m/s) |
| Test speed | 2.0 (m/s) |
| Post-test speed | 4.0 (m/s) |
| Distance | 40 (mm) |
| Graph type | Force vs Time |

다. 팽이 및 만가덕 버섯에서 β -glucan 추출

1) 시료 전처리

충남 천안 소재의 수향농산에서 버섯류를 직접 구입하여 사용하였다. 구입 즉시 blanching한후 동결건조하였다. 건조된 시료를 roll mill을 이용, 분쇄하여 -40 mesh 로 분획, -20℃에서 보관하였다.

2) 추출방법⁽²⁹⁻³¹⁾

버섯 가루를 증류수에 현탁시킨후 20%(w/v) sodium carbonate로 pH 10으로 조정하였다. 이 현탁액으로부터 β -glucan을 추출한후 10,000 rpm, 15분간 원심분리(VS-21SMT, Vision scientific. co. Ltd)하여 상등액만을 따로 회수하였다. 이 상등액에 있는 단백질을 제거하기위해 2 M HCl로 pH 4로 조정하여 11,500 rpm으로 20분간 원심분리후 침전된 단백질을 제거하였다. 단백질이 제거된 상등액에 대해 isopropyl alcohol의 농도가 50%가 되도록 첨가하여 고무상의 침전물을 얻고, 15시간 이상을 방치하였다. 원심분리를 이용하여 침전물을 회수하고 여지상에 소

량의 isopropyl alcohol을 넣어 세척, 여과한 후 25°C incubator(LTI-1001SD, Low Temp Incubator, EYELA)에서 건조시켜 crude β -glucan을 얻었다.

3) 추출조건의 선정

추출 최적 조건을 선정하는데 있어서 통상적으로 몇가지 변수를 사용한다. 이때 한가지 변수를 고정시킨 후 다른 변수를 바꿔가면서 변수에 대한 조건을 선택하는 것이 일반적이다. 그러나 이런 경우 여러 변수들이 실제로 결과에 미치는 영향을 제대로 파악하긴 매우힘들다. 또한 변수 하나만을 변화시켜 실험하게 되면 실험데이터의 결론이 실제 다른 변수들이 변화할때도 그대로 성립한다는 보장은 없다. 그러므로 최적 조건은 모든 변수의 수준마다의 조합으로 변화시켜 실험을 해야 하며 이러한 경우 요인배치법⁽³²⁾을 적용하면 신뢰성있는 정확한 실험 결과를 얻을수 있다. 따라서 본 연구에서는 추출조건 선정시 몇가지 변수에 대해 Factorial design을 도입 변수간의 상호작용에 대해 알아 보았다⁽³³⁾. 사용된 변수는 3가지로 시료:용매비(증류수), 추출온도, 추출시간을 사용하였고 추출 온도는 25, 40, 55°C를 추출시간은 2시간 단위로 12시간까지, 시료:용매비는 1 : 20, 1 : 35, 1 : 50 로 사용하였다. Mintab을 이용하여 통계처리 하였으며 온도는 외부의 영향을 받지 않도록 block하였고 실험은 random하게 진행하였다.

4) β -glucan의 순도^(34,35)

추출된 crude β -glucan에서 (1-3)(1-4) beta-d-glucan의 순도와 분

무건조에 사용된 추출물의 (1-3)(1-4) beta-d-glucan 함량을 알아보기 위해서 McCleary와 Glennie-Holmes의 효소적 방법을 이용한 (1-3)(1-4) beta-d-glucan assay kit(Megazyme Pty. Ltd., Australia)을 사용하였으며, 이에 필요한 GOPOD (glucose oxidase / peroxidase reagent)는 Glucose assay kit(Megazyme Pty. Ltd., Australia)을 사용하였다.

5) Reagent blank와 glucose standard

| | | |
|------------------|--|--------|
| Reagent blank | ----- 증류수 | 0.1 ml |
| | Sodium acetate buffer (50 mM pH 4.0) | 0.1 ml |
| | GOPOD reagent | 3.0 ml |
| Glucose standard | ---- Sodium acetate buffer (50 mM pH 4.0) | 0.1 ml |
| | GOPOD reagent | 0.1 ml |

라. 버섯 추출물의 미세 캡슐화

1) 건조된 팽이 및 만가닥 버섯의 분말 조제

각 버섯에 따른 blanching 조건을 적용하여 시료 구입 즉시 팽이 버섯은 70℃에서 1분, 만가닥 버섯은 80℃에서 5분간 blanching하여 -40℃로 동결한 후 동결 건조기로 건조하고 hammer mill로 분쇄하여 분말 시료로 사용하였다.

2) 버섯 분말의 에탄올에 의한 추출 최적 조건 확립

미세캡슐의 핵물질로 사용하기 위해 각 버섯의 분말을 99% Ethyl alcohol (Fischer)로 추출하였다. 추출 조건의 요인 변수로는 시료와 용매의 비, 추출 온도, 추출 시간을 선정하였고, 반응 변수로 추출 수율을 선정하였다. 요인변수들과 반응변수간의 함수관계를 데이터로부터 추정하여 요인변수들의 값의 변화에 따라서 반응량이 어떻게 달라지는가를 예측하고, 요인변수들의 어떠한 값에서 반응량이 최적인가를 찾을 필요가 있다. 가급적 가장 적은 수의 실험으로도 좋은 결과를 보일 수 있는 실험 계획이 필요하기 때문에 최적 조건을 확립하기 위한 실험계획법으로 반응 표면 분석의 중심 합성 실험 계획법⁽³²⁾을 사용하였다. 시료와 용매의 비는 시료 1 g에 용매 10 ml부터 90 ml까지 5단계를 선정하였고, 추출 온도는 20℃부터 60℃까지 5단계를 선정하였다. 그리고 추출 시간은 1시간부터 9시간까지의 5단계를 선정하여 중심 합성 실험 계획법에 따라 실험을 진행하였다.

Table 3. Levels of independent variables for ethyl alcohol extraction

| X _i | Independent variables | Levels | | | | |
|----------------|-----------------------|--------|----|----|----|----|
| | | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 |
| X ₁ | Ethanol (ml) | 10 | 30 | 50 | 70 | 90 |
| X ₂ | Extraction temp.(℃) | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| X ₃ | Extraction time (hr) | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |

얻어진 데이터는 SAS program으로 통계 처리⁽³⁶⁾하여 각 버섯 추출의 최적 조건을 확립할 수 있었다.

3) 분무 건조에 의한 에탄올 추출물의 미세 캡슐화 최적 조건 확립

핵물질을 제조하기 위해 버섯 분말 30 g을 추출 최적 조건으로 추출하여 ethanol soluble한 각 버섯의 extract를 얻고, 이것을 5배 농축하여 핵물질로 사용하였다. Ethanol soluble한 core material을 미세 캡슐화하기 위한 wall material로는 dextrin type I(from corn, SIGMA)을 사용하였고 core material의 캡슐화 효율을 높이고, 캡슐화에 사용되는 dextrin의 양을 줄이기 위해 sodium lauryl sulfate를 소량 첨가⁽³⁷⁾하였다. 최적 조건을 확립하기 위한 요인 변수로서 dextrin의 양과 spray dryer의 inlet temperature를 선정하였고, 반응 변수는 wall material 안에 포집된 core material의 양으로 선정하여, 중심 합성 실험 계획법에 의해 실험을 진행하였다. Inlet temperature는 휘발성인 ethanol이 급격히 휘발하는 것을 막기 위해 일반적으로 spray drying에 사용되는 온도보다 낮은 80℃부터 120℃까지의 5단계에서 실험을 진행하였고, dextrin의 양은 16 g부터 80 g까지의 5단계로 구분하였다. 증류수 200 ml와 농축한 extract 200 ml를 섞고, 여기에 dextrin과 SLS 0.3 g을 혼합하여 50℃로 예열한 후 분무 건조하였다. 시료 공급 속도는 10 ml/min였다.

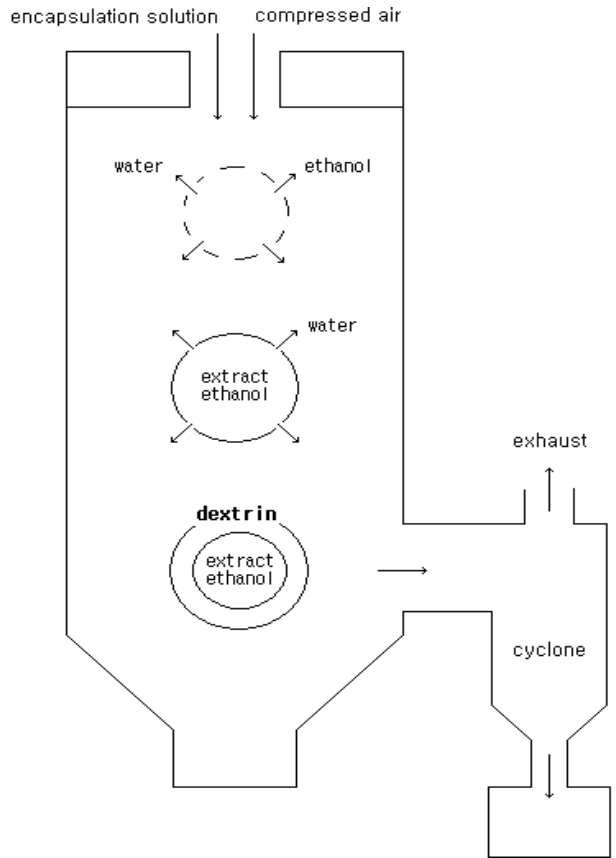


Fig. 1. Schematic diagram for the formation of microencapsulation powder using spray drying technique.⁽¹⁵⁾

Table 4. Levels of independent variables for spray drying

| X_i | Independent variables | Levels | | | | |
|-------|-----------------------|--------|----|-----|-----|-----|
| | | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 |
| X_1 | Dextrin (g) | 16 | 32 | 48 | 64 | 80 |
| X_2 | Inlet temperature(°C) | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |

미세 캡슐화를 통해 얻어진 product는 ethanol으로 표면을 세척한 후 증류수에 녹여 HPLC로 분석하여 wall material 안에 포집된 core material의 양을 측정한다. Core material의 양을 추정하는 척도로는 HPLC 분석 결과 얻어진 peak의 전체 면적에서 dextrin, ethanol, sodium lauryl sulfate의 peak 면적을 제외한 값과 순수한 extract만의 peak 면적을 비교하여 캡슐 분말내의 extract 농도를 계산하였다. 이는 어느 특정 물질만의 encapsulation이 아닌, 각각의 성분을 알 수 없는 에탄올에 의한 버섯추출물 전체의 encapsulation이기 때문에 성분 각각의 검량이 불가능하기 때문이다. 미세 캡슐화된 분말 3 g을 증류수 200 ml에 용해시켜 50 μ l씩 injection하였고, 3회 반복 측정하였다. HPLC 분석 조건은 유량 1.0 ml/min, column(phenomenex, c18) 온도 50 $^{\circ}$ C, 측정 파장은 210 nm 이고, mobile phase 는 HPLC 분석 조건에 맞게 전처리한 water를 사용하였다.

4) 미세캡슐화 분말의 물성 조사^(38,39)

시료의 안식각의 측정은 지름 10 cm 의 원판 위에 일정량의 분말을 10 cm 의 높이에서 자유 낙하시키면서 쌓인 봉우리의 각을 측정하였다. 붕괴각은 10 cm 원판 위에 일정한 각도로 쌓인 캡슐 분말을 2 cm 의 높이로 1회 상하로 왕복 운동시킬때 붕괴된 각도를 측정하였고, 각차는 안식각과 붕괴각의 차이로 나타내었다. 밀도는 겉보기 밀도와 다짐 밀도를 측정하였는데, 겉보기 밀도는 100 ml 의 부피를 갖고 있는 원통형의 용기에 10 cm 높이에서 진동 없이 낙하시킨 시료가 용기에 완전히 채워졌을 때의 무게의 비를 겉보기 밀도로 나타내었다. 다짐 밀도는 겉보기 밀도를 측정한 원통형 용기

에 시료를 일정한 높이로 더 퇴적시킨 후, 2 cm 의 높이로 300회 상하 왕복 운동을 시켜서 다져진 무게의 비로 나타내었다. 다짐계수는 겉보기 밀도와 다짐 밀도와의 비를 계산하여 구하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 건조에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 저장 기술 개발

가. 건조 전처리 공정으로서 blanching의 최적조건 확립

1) Peroxidase의 활성에 미치는 온도의 영향

팽이 및 만가닥 버섯에서 peroxidase의 활성은 온도와 pH의 영향을 받는다. 본 연구에서는 동일 pH에서 팽이 및 만가닥 버섯 peroxidase의 온도에 대한 반응을 조사한 결과 다음과 같다.

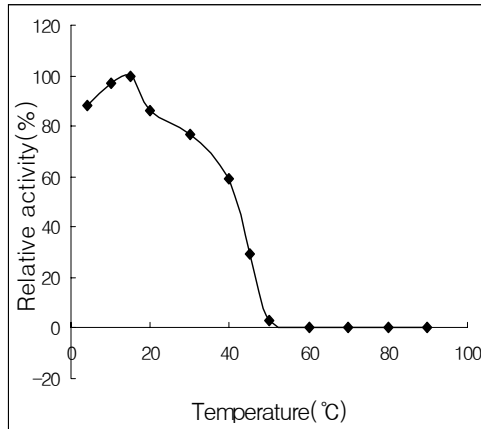


Fig. 2. Effect of temperature on the activity of peroxidase from flammulina velutipes.

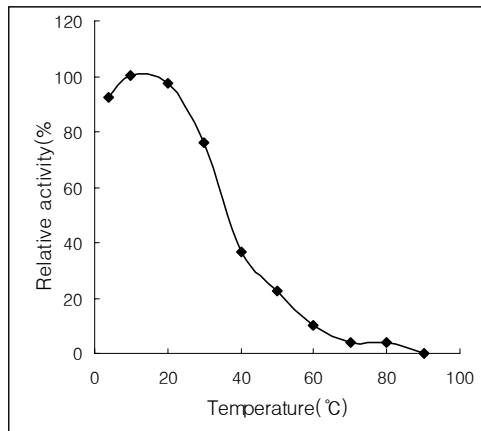


Fig. 3. Effect of temperature on the activity of peroxidase from Hgpszizyus marmoreus.

50mM potassium phosphate buffer(pH 5.5)에서 p-Phenyldiamin을 기질로 사용했을 때 팽이 및 만가닥 버섯의 온도에 따른 Peroxidase 활성은 10~15℃ 내외에서 최대 활성을 보였고 두 버섯의 경우 모두 4~30℃에서 75%이상의 활성을 나타냈다.

팽이 버섯의 경우 4℃의 낮은 온도에서도 85%이상의 활성을 나타내었으며 50℃에서는 약 3%의 활성을 나타내는 것으로 보아 온도에 불안정하다고 판단되어지며 30℃이후의 온도 증가에서는 효소활성이 온도의 증가에 비해 급격히 감소함을 알 수 있으며 50℃이상에서는 매우 낮은 효소활성이 나타남을 알 수 있다.

만가닥 버섯의 경우에서도 팽이 버섯의 효소활성과 비슷한 결과가 보여진다. 즉 4℃에선 팽이 버섯의 효소 활성보다 다소 높은 92%를 나타냈으며 40℃이상에서의 효소 활성 감소는 현격히 증가함을 알 수 있으며 70℃이상에선 낮은 효소활성을 나타낸다.

2) 효소의 열 불활성화

Peroxidase의 열에 대한 저항성을 알아보기 위해서 팽이 버섯은 위 결과를 근거로 하여 40 ~ 50℃(5℃간격), 60℃ 각각에서 3, 5, 10, 15, 20min 측정하여 얻은 peroxidase의 활성은 Fig. 4와 같으며 만가닥 버섯의 경우 60~90℃(10℃간격)에서 팽이 버섯의 경우와 동일한 시간을 적용하여 Fig. 5와 같은 결과를 얻었다.

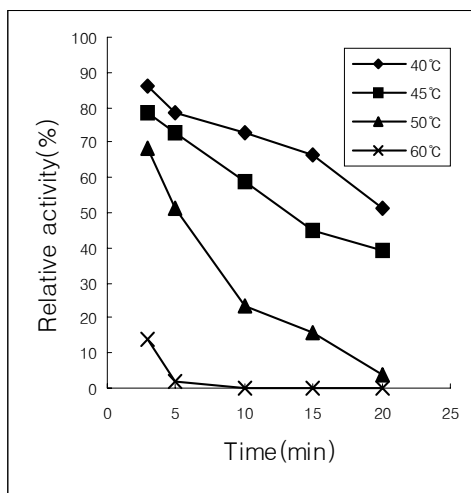


Fig. 4. Thermal inactivation of *Flammulina velutipes* Peroxidase at various temperature in 50mM potassium phosphate buffer(pH 5.5).

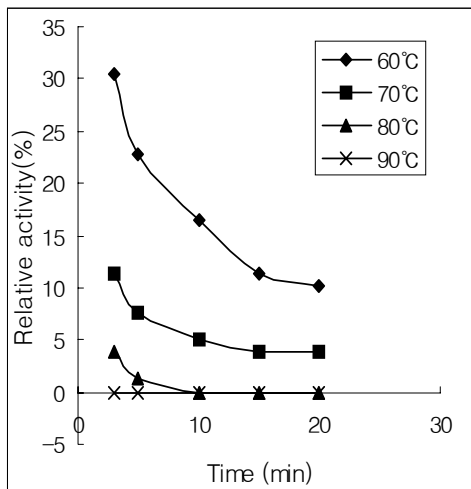


Fig. 5. Thermal inactivation of *Hgpszizygus marmoreus* Peroxidase at various temperature in 50mM potassium phosphate buffer(pH 5.5).

두 버섯 모두 해당 온도에서 가열 초기의 효소 활성 변화는 온도가 높을수록 초기의 짧은 시간에도 불구하고 급격히 감소함을 알 수 있었으며 10분 이후에는 이전보다 느리게 감소하게 된다. 이는 효소 불활성화 속도가 biphasic, 즉 버섯의 peroxidase가 열감수성 부분과 열 저항성 부분으로 구성되어있는 isoenzyme으로 구성되어 있어 열처리 후반기에는 열 저항성이 큰 isoenzyme이 남아 있기 때문이라고 생각된다.

Table 5. Thermal inactivation datas of crude peroxidase from *Flammulina velutipes* and *Hgpsizyugus marmoreus*

| Mushroom | Inactivation temp(°C) | D(min) | Z(°C) | K(sec ⁻¹ ×10 ⁻³) | E _a (kJ/kg) |
|-----------------------|-----------------------|--------|-------|---|------------------------|
| Flammulina velutipes | 50 | 14.60 | 15.55 | 2.63 | 1.36×10 ⁵ |
| | 60 | 6.70 | | 5.73 | |
| | 65 | 1.92 | | 19.98 | |
| | 70 | 0.77 | | 49.89 | |
| Hgpsizyugus marmoreus | 60 | 35.85 | 14.89 | 1.07 | 1.53×10 ⁵ |
| | 70 | 16.89 | | 2.27 | |
| | 75 | 2.51 | | 15.27 | |
| | 80 | 1.56 | | 24.52 | |
| | 85 | 1.05 | | 36.35 | |

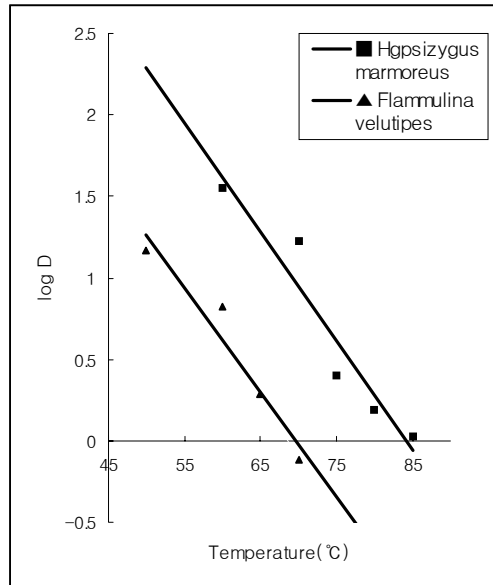


Fig. 6. Thermal destruction curves for inactivation of *Flammulina velutipes* and *Hgpsizygyus marmoreus*

팽이 및 만가닥 버섯의 열 저항성 곡선으로부터 D값과 반응속도상수 K값(Table 1)을 구하고 이들 D값의 온도에 대한 영향을 Fig. 5에 표시하여 이로부터 Z값을 구하였더니 팽이 버섯은 15.55°C, 만가닥 버섯은 14.89°C였다.

그리고 가열에 대한 속도상수를 Arrhenious plot으로 나타내어(Fig. 6) 이로부터 팽이 및 만가닥 버섯의 활성화에너지(E_a)는 각각 1.36×10^5 kJ/kg, 1.53×10^5 kJ/kg 이다.(Table 1)

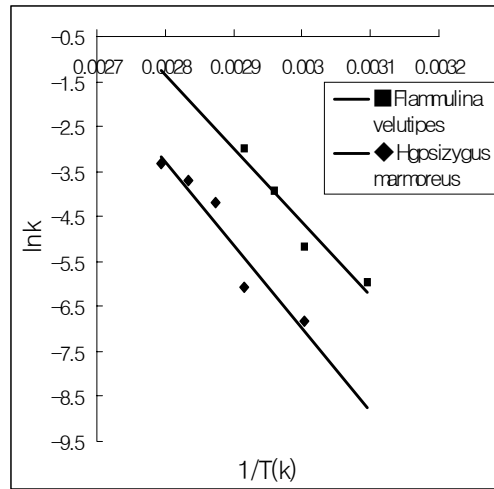


Fig. 7. Arrhenius equation of peroxidase inactivation in *Flammulina velutipes* and *Hgpsizygos marmoreus*

3) Blanching 최적 조건의 확립

위 결과를 바탕으로 팽이 및 만가닥 버섯의 blanching 조건을 확립하고자 각 버섯의 열불활성화(pH 5.5)결과의 온도와 시간을 바탕으로 실험을 실시하였다. 팽이 버섯의 경우 65°C부터 80°C까지(5°C 간격) 1~3분간, 만가닥 버섯은 70°C~90°C(5°C 간격)에서 1~3분간 blanching을 했으며 peroxidase의 열불활성화 정도는 위의 방법과 동일한 조건에서 알아보았다. 이와 같은 조건에서의 peroxidase 활성은 Fig. 8, 9와 같다.

팽이 버섯의 경우 65°C이상에서는 짧은 시간의 경과에도 상대적 효소 활성도가 크게 감소함을 알 수 있다. 다시 말해 해당 온도에서 2분이 경과하기 전에 이미 peroxidase는 불활성화 되고 만다는 것을 의미하는 것으로 70°C 2분, 75°C 2분, 80°C이상에선 1분 이전에 peroxidase의 완

전 불활성화가 이루어진다.

만가닥 버섯은 팽이 버섯 보다 약 5°C 높은 상태에서 팽이버섯의 열 불활성정도와 비슷한 양상을 나타낸다. 이는 만가닥버섯의 경우 팽이버섯에 함유된 peroxidase의 열에 대한 안정성보다 더 안정함을 보여 주는 것이다.

이 버섯들의 peroxidase의 불활성화는 각 해당온도에서 초기 가열시간, 즉 blanching 실시 초기에는 빠르게 증가하나 2분을 기점으로 이전보다 감소폭이 적게 나타나는 경향을 나타내며 이는 온도가 낮을수록 뚜렷이 나타나는 경향을 보인다. 하지만 각 온도에서의 시작 시점, 즉 시간이 '0' 일때는 가열 이전의 상태이므로 이때의 peroxidase의 상대적 활성도는 100%에 가까우므로 0~1분 사이에선 온도가 증가할수록 초기의 peroxidase의 열불활성 정도의 폭은 매우 큼을 알 수 있다.

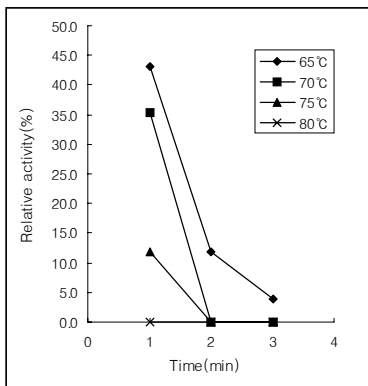


Fig. 8. Thermal inactivation of *Flammulina velutipes* Peroxidase at various temperature and blanching time in 50mM potassium phosphate buffer(pH 5.5)

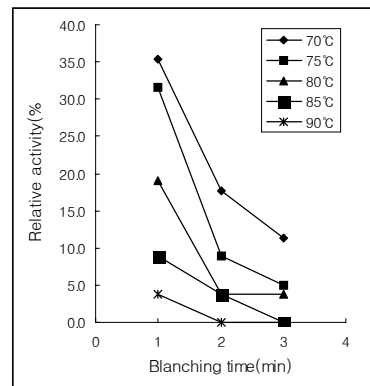


Fig. 9. Thermal inactivation of *Hgpsizygos marmoreus* peroxidase at various temperature and blanching time in 50mM potassium phosphate buffer(pH 5.5)

Table 6. Experiment datas for determination of the optimum blanching condition from *Flammulina velutipes* and *Hgpszizygus marmoreus*.

| Mushroom | Inactivation temp(°C) | D(min) | Z(°C) | K(sec ⁻¹ ×10 ⁻²) | E _a (kJ/kg) |
|-----------------------|-----------------------|--------|--------|---|------------------------|
| Flammulina velutipes | 65 | 1.9197 | 32.258 | 1.99 | 6.88×10 ⁴ |
| | 70 | 1.6807 | | 2.28 | |
| | 75 | 0.934 | | 4.11 | |
| Hgpszizygus marmoreus | 70 | 4.06 | 25.51 | 0.94 | 9.24×10 ⁴ |
| | 75 | 2.51 | | 1.53 | |
| | 80 | 1.56 | | 2.45 | |
| | 85 | 1.05 | | 3.65 | |

팽이 및 만가닥 버섯의 blanching 조건은 팽이버섯의 경우 75°C 2~3 분, 80°C 이상에선 1분만가닥 버섯은 85°C에선 2분 90°C에선 1분이면 blanching이 완결된다.

위 Data로부터 팽이 및 만가닥 버섯의 반응속도상수(K)와 활성화 에너지(E_a)를 구할 수 있으며 앞의 열에 대한 불활성화 정도 실험에서의 결과 값보다는 다소 낮게 나왔다. 이는 온도 증가에 따른 효소의 빠른 불활성화로 나타나는 결과이다.

나. 다양한 방법에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 건조

1) 팽이 및 만가닥 버섯의 수분함량 측정

팽이 및 만가닥 버섯은 고체 표면에서 수분이 증발하기 위해서 내부 수분이 고체층을 통하여 표면으로 이동한다. 고체층을 통한 수분의 이동 메카니즘에는 여러 가지가 있으며 실제 건조 기작에서 일반적으로

이들 메카니즘이 복합적으로 일어난다. 팽이 및 만가닥 버섯의 상압 가열 건조법에 의해 측정된 수분함량은 팽이버섯의 경우 89~91%를 만가닥 버섯의 경우 88~90%를 나타내었다. 결과적으로 두 버섯 모두 90% 내외의 수분을 함유하고 있다.

2) 건조 방법에 따른 건조 조건의 확립

가) 열풍건조

여러 건조 방법을 사용하여 팽이 및 만가닥 버섯의 최적 건조 조건을 찾는 것이 목적이다. 우선 각 건조 방법별 건조 특성을 알아 봐야 할 것이나 진공 건조법과 동결 건조법은 건조기의 특성상 건조곡선을 찾기 힘들므로 팽이 및 만가닥 버섯의 건조 곡선은 열풍건조법만을 이용하여 알아보았다. Fig. 10, 11는 열풍건조에 의한 건조 곡선을 나타낸 것이다.

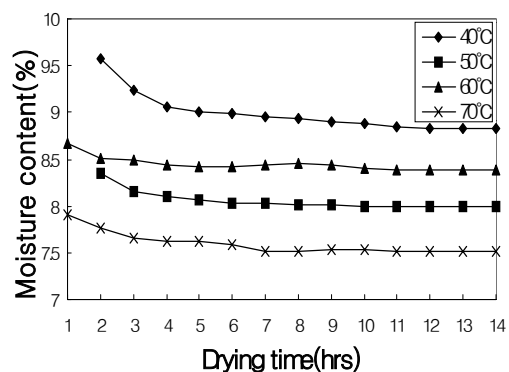


Fig. 10. Changes of moisture content of flammulina velutipes by hot water during hot air drying

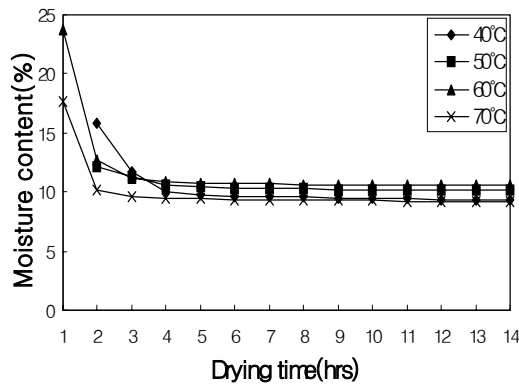


Fig. 11. Changes of moisture content of lyophyllum cinerascens by hot water during hot air drying

열풍건조에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 건조 곡선은 그래프와 같다. 두 버섯 모두 4시간 이후에는 수분함량의 감소가 둔화되었다. 시료의 수분함량 및 건조 당일의 기후에 따라 약간의 변화는 있었으나 온도가 상승할수록 건조는 빨리 완결됨을 알 수 있었다.

두 버섯 모두 1시간 이내에 감률건조기까지 진행됨을 알 수 있다. 또한 건조 시작 후 4시간 이전에 모든 조건에서 건조가 완결되는 것으로 나타났다. 특히 팽이 버섯의 경우 온도가 증가할수록 평형 수분함량에 빨리 도달하는 것을 알 수 있으며 40°C 이상에서는 이런 현상이 현저히 나타난다. 만가닥 버섯은 팽이 버섯보다는 다소 느린 건조를 나타낸다. 약 2시간 이내에 평형 수분 함량에 도달하기는 하나 1시간 이후에도 수분함량의 급격한 변화가 나타남을 알 수 있다. 그러나 만가닥 버섯도 팽이 버섯의 경우 모든 온도 범위에서 4시간 이내에 평형 수분함량에 도달함을 할 수 있다.

나) 진공건조와 동결건조

진공건조와 동결건조는 수분함량의 변화가 없을 때까지 건조를 하였다.

3) 갈변도 및 재수화

Table 7, 8는 각각의 건조 방법별 팽이 및 만가닥 버섯의 갈변도와 재수화 측정 결과를 보여준다.

가) 열풍건조

열풍건조기에 의한 팽이버섯의 온도별 건조에 따른 갈변도 및 재수화는 온도가 가장 낮은 온도에서 가장 적은 갈변을 나타냈으며 재수화는 갈변도의 변화와 온도의 변화와 무관하였다. 갈변은 온도가 증가함에 따라 증가하는 현상을 나타냈으나 재수화는 온도와는 무관하였다. 따라서 열풍건조기를 이용하여 팽이 버섯을 건조할 경우 갈변도를 인자로 한다면 낮은 온도에서 건조하는 것이 좋고 재수화를 같이 고려한다면 가장 적은 갈변과 가장 큰 재수화조건으로 결정해야 할 것이다. 열풍건조물의 재수화의 경우 대체적으로 만가닥 버섯보다는 팽이버섯의 재수화률이 높다는 것을 알 수 있었으며 60℃에서는 팽이버섯의 재수화는 급격히 증가하고 70℃에서는 다시 감소하여 최소의 g water/g solid를 나타낸다.

만가닥 버섯의 경우 역시 온도가 증가할수록 갈변도는 증가함을 알 수 있고 이는 팽이버섯의 변화 경향과 유사하다. 60℃에서는 다소 낮은 경향이 있지만 팽이 버섯과는 달리 재수화는 거의 일정한 것을 알 수 있

다. 따라서 열풍건조기를 이용한 만가닥 버섯의 건조는 갈변도와 재수화를 고려할 경우 40℃ 12 hr 이 가장 적당하다 할 수 있을 것이다. 특히 할 만한 사항은 60℃에서의 팽이 버섯의 g water/g solid와는 달리 최소로 감소하다 70℃에서 다시 일반적인 수치로 돌아옴을 알 수 있다.

Table 7. Change of browning degree on the dried *Flammulina velutipes* & *Lyphillum cinerascens*

| Drying method | Temp The kind of sample | | 40℃ | 50℃ | 60℃ | 70℃ |
|----------------|----------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | | |
| Hot air drying | Browning degree | Flammulina velutipes | 0.092 | 0.103 | 0.120 | 0.208 |
| | | Lyphillum cinerascens | 0.292 | 0.298 | 0.302 | 0.323 |
| Vaccum drying | Browning degree | Flammulina velutipes | 0.088 | 0.127 | 0.165 | 0.172 |
| | | Lyphillum cinerascens | 0.272 | 0.297 | 0.313 | 0.342 |
| Freeze drying | Temp | | 15℃ | 20℃ | 25℃ | 30℃ |
| | The kind of sample | | | | | |
| | Browning degree | Flammulina velutipes | 0.049 | 0.072 | 0.089 | 0.107 |
| | | Lyphillum cinerascens | 0.215 | 0.170 | 0.134 | 0.107 |

Table 8. Change of rehydration on the dried *Flammulina velutipes* & *Lyphyllum cinerascens*

| Drying method | Temp | | 40℃ | 50℃ | 60℃ | 70℃ |
|----------------|----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | The kind of sample | | | | | |
| Hot air drying | Rehydration (g water/g solid) | Flammulina velutipes | 3.694 | 3.318 | 4.271 | 2.836 |
| | | Lyphyllum cinerascens | 2.376 | 2.601 | 1.929 | 2.400 |
| Vaccum drying | Rehydration (g water/g solid) | Flammulina velutipes | 2.576 | 1.730 | 2.428 | 2.896 |
| | | Lyphyllum cinerascens | 1.040 | 1.555 | 1.424 | 1.229 |
| Freeze drying | Temp | | 15℃ | 20℃ | 25℃ | 30℃ |
| | The kind of sample | | | | | |
| | Rehydration (g water/g solid) | Flammulina velutipes | 4.552 | 4.509 | 4.747 | 5.963 |
| | | Lyphyllum cinerascens | 5.569 | 5.288 | 5.703 | 5.271 |

나) 진공건조

진공건조기에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 건조는 온도가 증가함에 따라 갈변도가 역시 증가하였지만 열풍건조와 비교할 경우 팽이 버섯의 갈변도는 전반적으로 진공건조쪽이 열풍건조보다는 높은 경향을 나타냈다. 팽이버섯은 50℃에서 60℃로 온도가 상승하면 갈변도의 변화는 매우 큰 폭으로 변한다는 것을 알 수 있다. 만가닥 버섯의 갈변도는 열풍건조와 유사한 결과는 나타났다. 재수화는 팽이 버섯 경우 열풍건조와 동결건조의 재수화보다는 낮음을 알 수 있다. 또한 50℃에는 가장 낮은 재수화를 나타내며 온도의 변화에 따라 재수화의 변화 폭이 양 혹은 음으로 변함을 알 수 있다. 이는 만다각 버섯의 경우에도 비슷하게 나타나나 50℃에서는 가장 큰 재수화를 나타내며 진공건조물도 열풍건조의 재수화의 경우 같이 만가닥 버섯보다는 팽이버섯의 재수화률이 높다는

것을 알 수 있다. 이는 온도의 변화에 재수화는 영향을 받지 않는다는 것이다.

다) 동결건조

동결건조에 의한 팽이버섯의 갈변도의 경우 다른 건조법에 의해 유발된 갈변도의 결과와 비슷하게 온도가 증가할수록 갈변현상이 많이 진행됨을 알 수 있다. 그러나 특이하게도 만가닥 버섯의 경우는 온도가 증가하면 감소하는 경향을 나타낸다. 재수화의 경우 열풍건조와 진공건조에 비해서 월등히 높은 것으로 나타나며 거의 일정한 재수화를 나타내나 30℃에서는 팽이버섯은 가장 큰 재수화를 나타내나 만가닥 버섯은 가장 낮은 재수화를 나타낸다. 이는 열풍건조의 60℃와 진공건조의 70℃의 그것과 비슷하다.

또한 동결건조물의 재수화의 경우 열풍건조와 진공건조와는 대조적으로 팽이버섯보다는 만가닥 버섯의 재수화률이 높다는 것을 알 수 있다. 이는 수분함량이 팽이버섯이 많음에도 불구하고 나타나는 현상으로 동결건조의 특성인 다공질성 건조물을 생성한다는 것과 팽이버섯 보다는 만가닥 버섯이 다공적 성질이 많다는 것에 기인함을 유추할 수 있을 것이다.

2. 냉동에 의한 팽이 및 만가닥 버섯의 저장 기술 개발

가. 냉동 전처리공정으로서 blanching의 최적조건 확립

1) Peroxidase의 활성에 미치는 blanching의 영향

팽이 및 만가닥 버섯에서 peroxidase의 열적 특성을 기초로 하여 실제

blanching에 의한 peroxidase의 활성을 알아보았다. 온도 변화(4℃~95℃)에 따른 팽이 및 만가닥 버섯의 crude peroxidase 열적 특성은 Fig. 12과 같다. 50 mM potassium phosphate buffer(pH 5.5)에서 p-Phenylendiamin을 기질로 사용했을 때 팽이 및 만가닥 버섯의 온도에 따른 peroxidase 활성은 10℃~15℃ 내외에서 최대 활성을 보였고 두 버섯의 경우 모두 4~30℃에서 75%이상의 활성을 나타냈다. 팽이버섯은 50℃ 전후로 효소활성이 급격히 감소하며, 만가닥 버섯은 60℃를 전후로 감소함을 알 수 있었다. 이 결과를 기초로 하여 냉동 전처리 과정으로써의 blanching 조건을 선정하였다. 팽이버섯은 40, 50, 60, 70℃로 1, 2, 3, 4, 5분간을, 만가닥 버섯은 50, 60, 70, 80, 90℃로 1, 2, 3, 4, 5분간 blanching 하였으며 이때 crude peroxidase의 상대적 활성은 Fig. 13, 14와 같다.

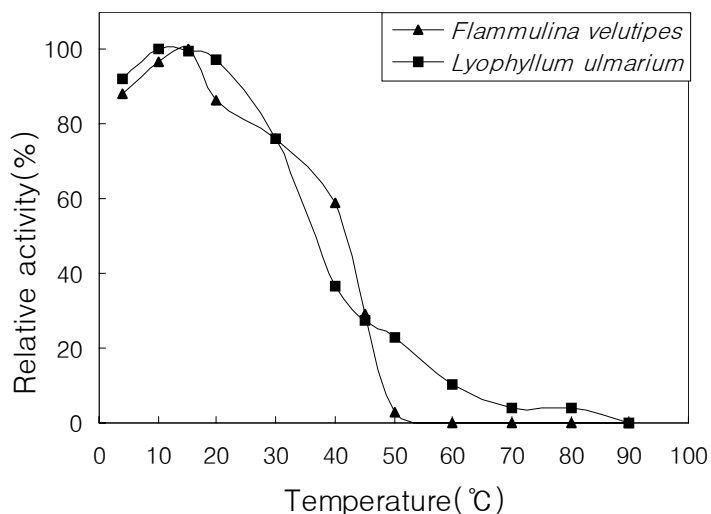


Fig. 12. Effect of temperature on the activity of crude peroxidase from *flammulina velutipes* and *Lyophyllum ulmarium*

40, 50°C에서의 효소 활성은 blanching 시간의 증가에 따라 감소하고, 특히 2분이상 경과시에는 더 큰폭으로 불활성화가 진행되는 현상을 보였으나 60, 70°C에서는 blanching 시간이 증가함에 따른 활성의 감소폭은 40, 50°C에서보다 적다. 그러나 60°C이상에서의 팽이 버섯 peroxidase의 활성은 40°C, 50°C와 비교해 약 75%이상 감소함(blanching time=1분에서)을 알 수 있다. 이런 결과로 미루어 볼 때 60°C이하에서 blanching에 의한 팽이 버섯 peroxidase의 불활성은 시간증가에 의해 좌우되며, 60°C 이상에서는 온도증가에 의해 크게 좌우됨을 알 수 있다.

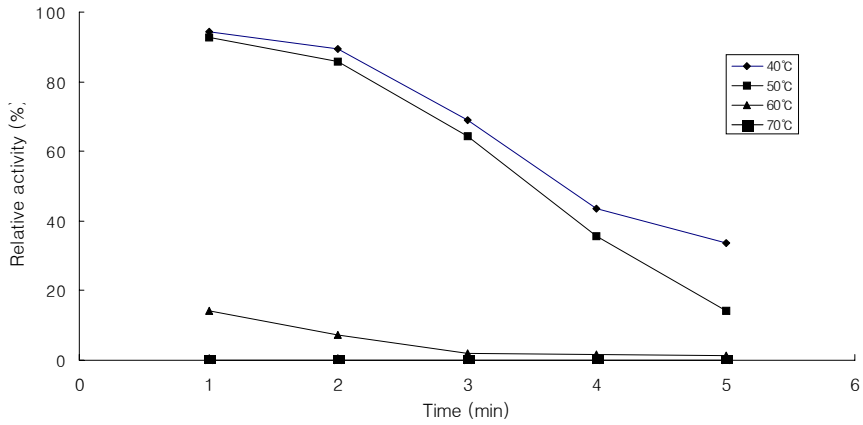


Fig. 13. Thermal inactivation of crude peroxidase from *Flammulina velutipes* at various temperature by hot-water blanching

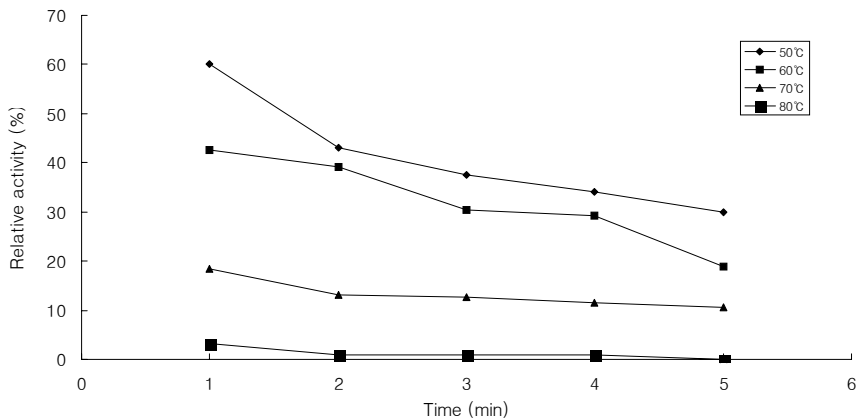


Fig. 14. Thermal inactivation of crude peroxidase from *Lyophyllum ulmarium* at various temperature by hot-water blanching

만가닥 버섯의 경우, 온도 및 blanching 시간 증가에 따라 만가닥 버섯 peroxidase가 불활성화되는 현상은 같지만 만가닥 버섯은 팽이버섯 peroxidase 불활성화와 다른 양상-만가닥 버섯 peroxidase 불활성화는 팽이버섯처럼 특정온도 좌우되지 않는다-을 보인다. 즉, 만가닥 버섯

peroxidase의 활성을 급격히 떨어뜨리는 특정 온도는 나타나지 않고 모든 온도 범위에서 시간의 증가에 따라 효소활성은 감소되며, 10℃ 온도 증가(blanching temp=50℃, blanching time=1분 기준으로)에 따라 만가닥 버섯 peroxidase 활성은 대략 30%내외로 감소한다.

Peroxidase의 열적 특성과는 다르게 실제 blanching시 팽이 버섯의 경우는 70℃, 1분에서 만가닥 버섯은 80℃, 5분에서 효소의 활성은 나타나지 않았다.

2) Blanching에 의한 peroxidase의 열저항성

위와 같은 조건에서 peroxidase의 열저항성을 D, z, k, Ea로 나타내었다. D value는 Fig. 4와 같으며 두 버섯 모두 91% 이상의 신뢰도를 나타내었다. 팽이 및 만가닥 버섯의 blanching 조건은 팽이버섯의 경우 70℃ 이상에서 1분, 만가닥 버섯은 80℃에선 5분, 90℃에선 1분 이상이면 blanching이 완결된다.

팽이 및 만가닥 버섯의 열 저항성 곡선으로부터 D값과 반응속도상수 k값을 구하고 이들 D값의 온도에 대한 영향을 Fig. 15에 표시하여 이로부터 구한 z 값은 팽이 버섯 59.75℃, 만가닥 버섯 74.11℃였다.

그리고 가열에 대한 반응속도상수를 Arrhenious plot으로 나타내어 (Fig. 16) 이로부터 팽이 및 만가닥 버섯의 활성화에너지(E_a)는 각각 7.97 kcal/mol, 6.55 kcal/mol이다.

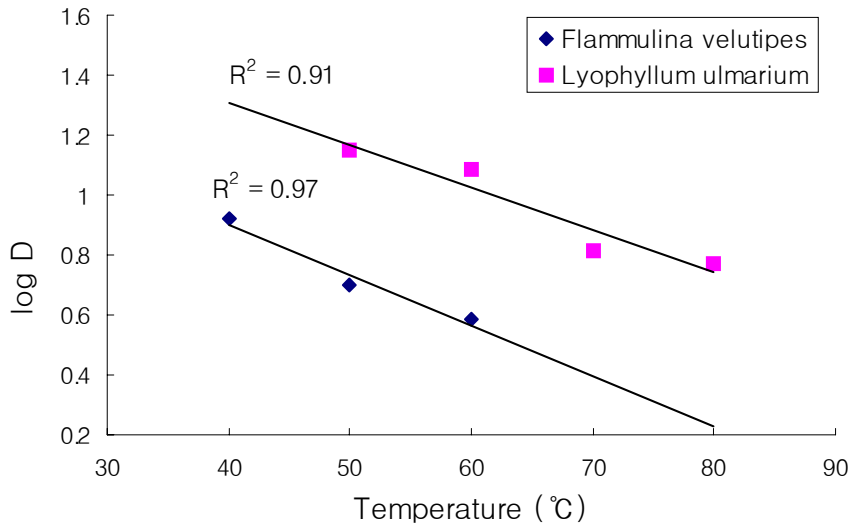


Fig. 15. Thermal destruction curves for inactivation of *Flammulina velutipes* and *Lyophyllum ulmarium*

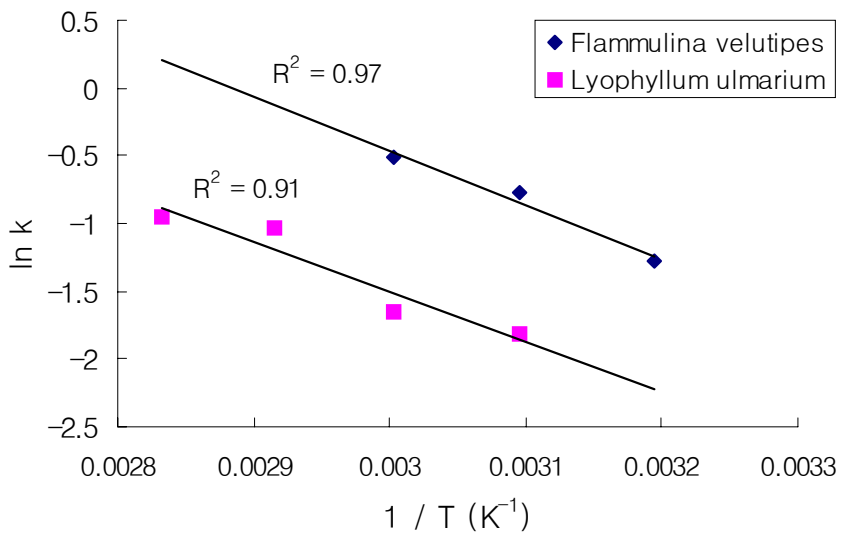


Fig. 16. Arrhenius equation of peroxidase inactivation in *Flammulina velutipes* and *Lyophyllum ulmarium*

Table 9. Thermal inactivation data of peroxidase from *Flammulina velutipes* and *Lyophyllum ulmarium* by water blanching

| Mushroom | Inactivation temp(°C) | $D(\text{min})$ ¹⁾ | $Z(^{\circ}\text{C})$ ²⁾ | $k(\text{min}^{-1})$ ³⁾ | E_a (kcal/mol) ⁴⁾ |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Flammulina velutipes</i> | 40 | 8.30 | 59.75 | 0.28 | 7.97 |
| | 50 | 4.98 | | 0.46 | |
| | 60 | 3.84 | | 0.60 | |
| <i>Lyophyllum ulmarium</i> | 50 | 14.21 | 74.11 | 0.16 | 6.55 |
| | 60 | 12.10 | | 0.19 | |
| | 70 | 6.50 | | 0.35 | |
| | 80 | 5.94 | | 0.38 | |

1) : Decimal reduction time

2) : Thermal resistance constant

3) : Rate constant

4) : Activation energy

나. 팥이 및 만가닥 버섯의 냉동 실험

1) 냉동 속도의 측정

아래 표에 각각의 냉동 온도에 대하여 -5°C 에 도달하는 시간과 냉동 속도를 표시하였다.

Table 10. The time to reach -5°C and the freezing rate of *Flammulina velutipes*

| Freezing temp. | Time to reach -5°C (s) | Freezing rate (cm/h) |
|-----------------------|--|----------------------|
| -15°C | 22560 | 0.32 |
| -20°C | 14520 | 0.50 |
| -35°C | 9660 | 0.75 |

Table 11. The time to reach -5°C and the freezing rate of *Lyophyllum ulmarium*

| Freezing temp. | Time to reach -5°C (s) | Freezing rate (cm/h) |
|-----------------------|--|----------------------|
| -15°C | 21840 | 0.33 |
| -20°C | 18480 | 0.39 |
| -35°C | 12480 | 0.58 |

2) 냉동 속도가 drip의 양에 미치는 영향

냉동속도가 drip 양에 미치는 영향을 조사하였다. Fig. 17, Fig. 18과 같이 냉동 속도가 빨라질수록 drip의 양이 적어진다. 분산분석을 수행한 결과 유의수준 0.05에서 냉동속도에 따라 drip의 양이 유의적인 차를 보이고 있다. drip loss는 15°C 에서 가장 큰 값을 보이며 냉동 온도가 낮아질수록 그 값이 감소한다. 이러한 경향은 팽이버섯이나 만가닥버섯에서 동일하다.

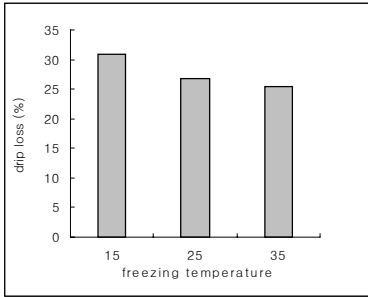


Fig. 17. Effect of freezing rate on the drip loss of *Flammulina velutipes*

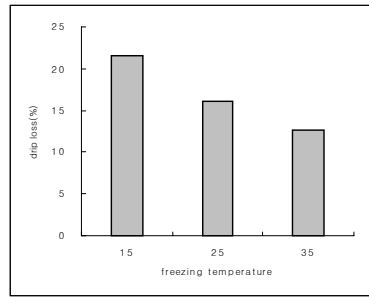


Fig. 18. Effect of freezing rate on the drip loss of *Lyophyllum ulmarium*

3) 해동 방법이 drip에 미치는 영향

Fig. 19, 20에서 해동방법에 따라 drip의 양이 달라짐을 알 수 있다. microwave oven을 사용한 해동 방식이 가장 많은 양의 drip을 발생시키며, 상온에서의 해동 방식이 가장 적은 양의 drip을 유발함을 알 수 있다. 분산분석을 수행한 결과 해동방법에 따라 drip 양에 유의적 차이가 있음을 알 수 있다.

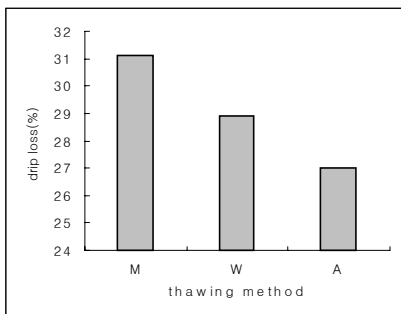


Fig. 19. Effect of thawing method on the drip loss of *Flammulina velutipes*

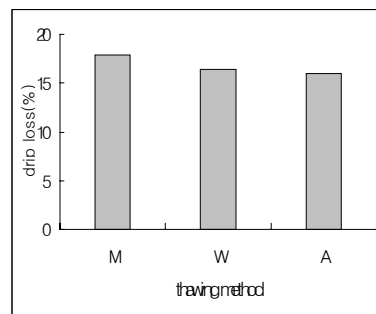


Fig. 20. Effect of thawing method on the drip loss of *Lyophyllum ulmarium*

4) 냉동 온도가 버섯의 texture 에 미치는 영향

냉동 온도에 따른 cutting force를 Fig. 21과 Fig. 22에 나타내었다.

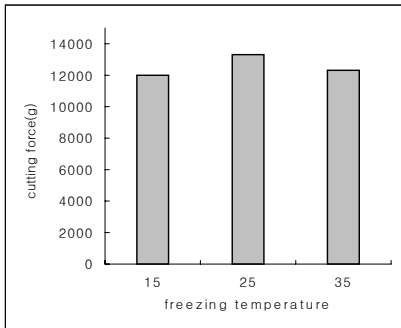


Fig. 21. Effect of freezing rate on the cutting force of *Flammulina velutipes*

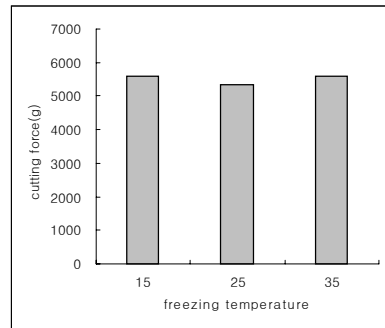


Fig. 22. Effect of freezing rate on the cutting force of *Lyophyllum ulmarium*

팽이버섯의 경우는 25°C 의 경우가 절단력이 가장 크게 나타났으며, 15°C 경우가 가장 작았다. 그러나 만가닥버섯은 15°C 의 경우가 가장 큰 절단력을 보이며, 25°C일 때 가장 작은 값을 보였다. 이와 같이 두 버섯간에 일정한 경향성은 나타나지 않았으며, 각각의 버섯에 대하여 분산 분석을 수행한 결과(유의수준 0.05), 유의차가 인정되지 않았다. 따라서 냉동온도(냉동속도)의 변화는 절단력에 영향을 미치지 못하며, 버섯의 texture에 별다른 차이점을 보이지 못한다는 사실을 알 수 있다.

5) 해동 방법이 버섯의 texture 에 미치는 영향

해동방법이 절단력에 미치는 영향을 조사하였다. Fig. 23, 24에 나타난 바와 같이 해동 방법에 따라 약간의 절단력의 차이가 보이기는 하나, 분산분석 결과 유의차를 인정할만한 차이는 나타나지 않았으며 일정한 경향성도 나타나지 않았다. 해동방법이 버섯의 texture에 미치는 영향은 미미함을 알 수 있다.

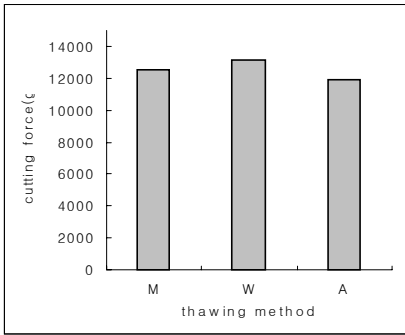


Fig. 23. Effect of thawing method on the cutting force of *Flammulina velutipes*

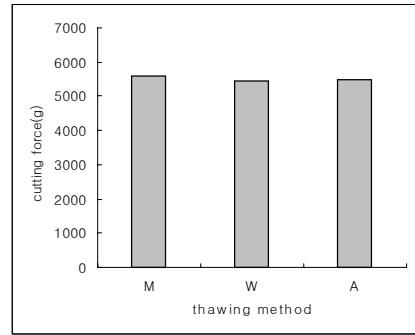


Fig. 24. Effect of thawing method on the cutting force of *Lyophyllum ulmarium*

6) 냉동 및 해동 최적 조건의 확립

위와 같이 냉동온도와 해동조건에 따라 drip loss와 texture를 측정하였다.

drip 에는 수분뿐 아니라 각종 영양성분이 포함되어 있으며, 조직이 변성되었을 때 drip이 많이 발생하게 된다. 따라서 식품의 냉동 및 해동에서는 drip을 최소화시키는 조건을 찾는 것이 여러 가지 면에서 중요하다. 본 실험 결과를 통해서, 냉동 온도와 해동 방법이 drip에 영향을

미침을 알 수 있다. 냉동 온도는 낮을수록 drip이 적었으며, 상온에서 공기중에 방치한 해동 방식이 가장 낮은 수치를 나타냈다.

식품의 texture는 입 속에서 느껴지는 조직감을 결정하는 요소이다. 냉동 방법이나 해동 방법에 따른 texture의 차이가 있을 것으로 예상했으나 고려할만한 차이점은 나타나지 않았다. 따라서, drip을 최소화시키는 방향으로 최적 조건을 확립한다면, 낮은 온도에서 냉동하여 냉동 속도를 최대한 빠르게 해 주며, 해동은 서서히 해 주는 것이 바람직할 것이다.

3. 팽이 및 만가덕 버섯에서 β -glucan 추출

가. Crude β -glucan 추출의 요인 변수

1 g의 버섯 가루로부터 추출을 통해 얻은 crude β -glucan의 양(g)은 Table 12, 13과 같다.

Table 12. Crude beta glucan from *Flammulina velutipes*

(unit : g)

| | <i>Flammulina velutipes</i> : | | | <i>Flammulina velutipes</i> : | | | <i>Flammulina velutipes</i> : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | distilled water | | | distilled water | | | distilled water | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (1 : 20) | | | (1 : 35) | | | (1 : 50) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 25°C | 40°C | | 55°C | 25°C | 40°C | | 55°C | 25°C | 40°C | | 55°C | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 hr | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | | | |
| 4 hr | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | |
| 6 hr | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | |
| 8 hr | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | |
| 10hr | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.02 | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.05 |
| 12hr | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.06 |

Table 13. Crude beta glucan from *Lyophyllum ulmarium*

(unit : g)

| | <i>Lyophyllum ulmarium</i> : | | | <i>Lyophyllum ulmarium</i> : | | | <i>Lyophyllum ulmarium</i> : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------------------------------|------|------|------------------------------|------|------|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | distilled water | | | distilled water | | | distilled water | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (1 : 20) | | | (1 : 35) | | | (1 : 50) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 25°C | 40°C | | 55°C | 25°C | 40°C | | 55°C | 25°C | 40°C | | 55°C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 hr | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | | |
| 4 hr | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | |
| 6 hr | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| 8 hr | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 |
| 10hr | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 12hr | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | |

두 버섯 모두 시료:용매비, 추출온도, 추출시간의 변화에 따라 추출된 β -glucan의 함량은 다소 차이가 남을 알 수 있었으며 각각의 변수에 대한 main effect plot과 interaction plot은 Fig. 25, 26, 27, 28과 같다.

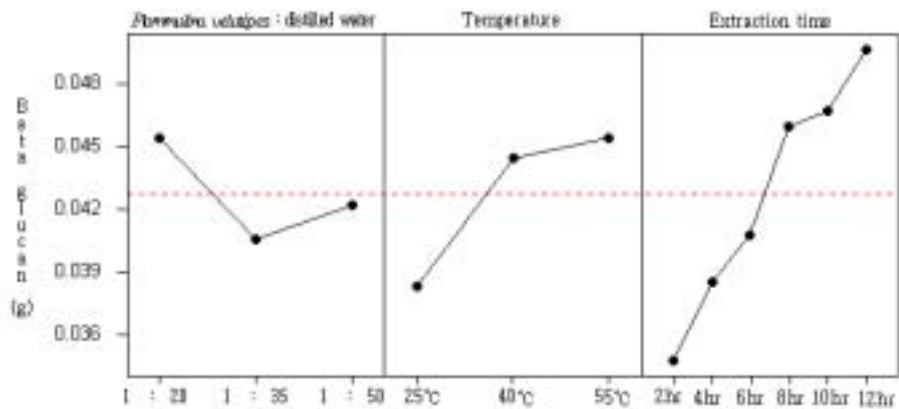


Fig. 25. Main Effects Plot extracted crude beta-glucan from *Flammulina velutipes*

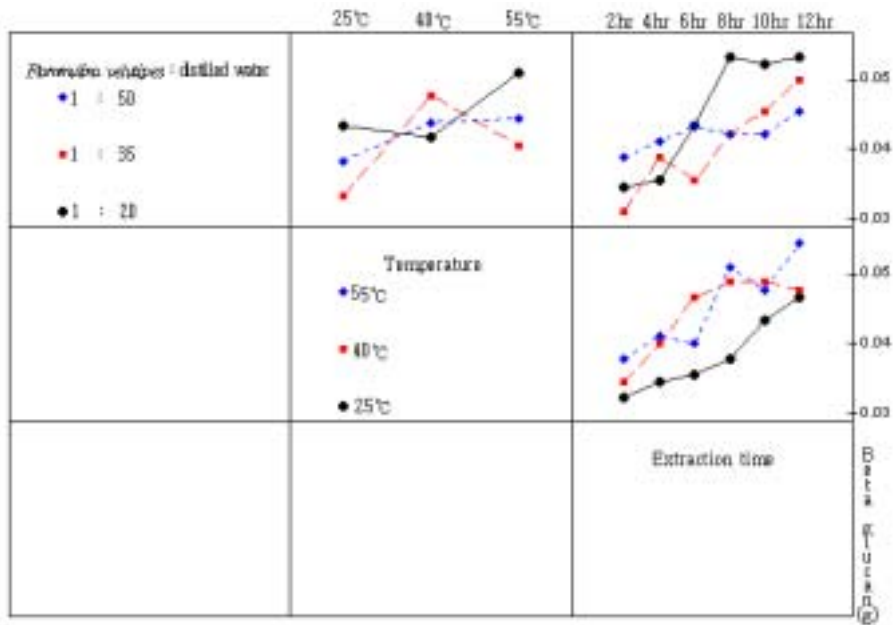


Fig. 26. Interaction Plot of extracted crude beta-glucan from *Flammulina velutipes*

팽이버섯은 시료 : 용매비가 증가하여도 crude β -glucan의 수율은 증가하지 않음을 보이고 있으며 1 : 20의 시료 : 용매 일때 최대 crude β -glucan의 수율을 보인다. 추출온도는 온도가 증가할수록 추출수율이 증가함을 보였고, 추출시간도 시간이 증가할수록 수율이 증가하는 경향을 보인다. 각 변수간의 교호작용은 Fig. 26에 나타나 있으며 용매비, 추출온도, 추출시간간의 영향으로 다양한 추출수율을 보여주고 있다.

만가닥 버섯의 경우 시료 : 용매비가 1 : 20일때 최대 crude β -glucan의 수율을 보인다. 추출온도는 온도가 증가할수록 추출수율이 증가함을 보이나 큰 차이를 보이지 않았고, 추출시간에 따른 최대 수율은 10시간에 최대수율을 보였으며, 이후에는 감소하는 포물선형태를 나타내었다.

각 변수간의 교호작용은 Fig. 28에 나타나 있으며 각 추출 조건에 미치는 온도의 영향을 그리 크지 않음을 보인다.

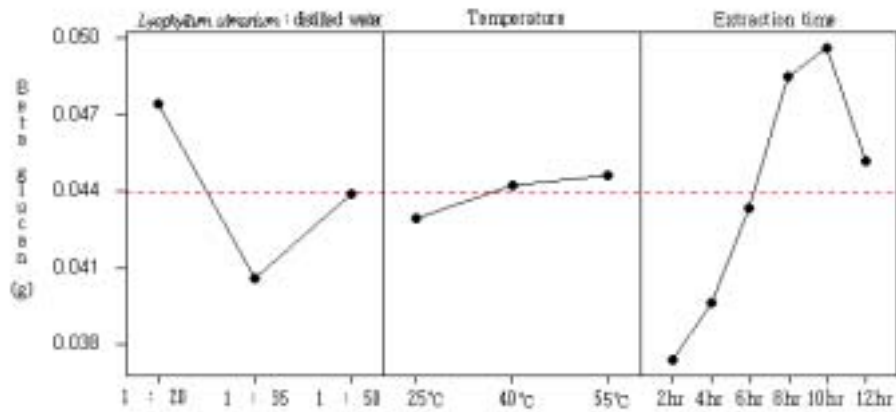


Fig. 27. Main Effects Plot extracted crude beta-glucan from *Lyophyllum ulmarium*

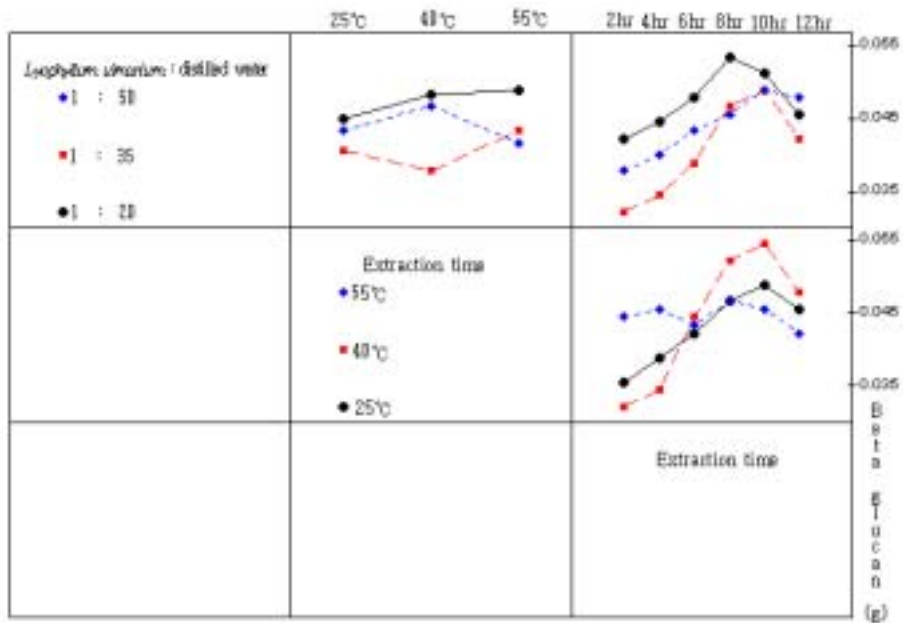


Fig. 28. Interaction Plot of extracted crude beta-glucan from *Lyophyllum ulmarium*

나. crude β -glucan의 최적 추출 조건

Crude β -glucan 추출에 영향을 미치는 변수간의 상관관계를 요인배치법에 의해 분석하였으며 분산분석표는 Table 14, 15와 같다. 통계 처리에 의해 팽이버섯은 시료:용매비, 추출온도, 추출시간의 세가지 변수가 crude β -glucan의 추출수율에 모두 영향을 미치고 있으나 만가닥버섯은 온도가 추출 수율에 크게 영향을 미치지 않음을 알 수 있다. 또한 팽이버섯에서 crude β -glucan의 추출시 B*C(추출온도와 추출시간)간의 영향(교호작용)은 적으며, 만가닥버섯은 A*C(시료:용매비와 추출시간)

간의 교호작용이 적다.

Main effect plot과 interaction plot, Factorial desing에 의한 분산분석에 의해 결정된 crude β -glucan 추출 최적조건은 팽이 버섯의 경우 (Fig. 26) 용매비가 1:20, 추출온도 55℃, 추출시간 8 hr으로 나타났으며, 만가닥 버섯은(Fig. 28) 용매비가 1:20, 추출온도 40℃, 추출시간 8 hr의 결과를 얻었다.

Table 14. Analysis of variance table of crude beta-glucan from *Flammulina velutipes*

(α : 0.05, Fixed model)

| Source | DF | Seq SS | Adj SS | Adj MS | F | P |
|--------|-----|-----------|-----------|-----------|-------|-------|
| A | 2 | 0.0006457 | 0.0006457 | 0.0003228 | 8.57 | 0.000 |
| B | 2 | 0.0015790 | 0.0015790 | 0.0007895 | 20.97 | 0.000 |
| C | 5 | 0.0042568 | 0.0042568 | 0.0008514 | 22.61 | 0.000 |
| A*B | 4 | 0.0016247 | 0.0016247 | 0.0004062 | 10.79 | 0.000 |
| A*C | 10 | 0.0016136 | 0.0016136 | 0.0001614 | 4.29 | 0.000 |
| B*C | 10 | 0.0007469 | 0.0007469 | 0.0000747 | 1.98 | 0.042 |
| A*B*C | 20 | 0.0032716 | 0.0032716 | 0.0001636 | 4.34 | 0.000 |
| Error | 108 | 0.0040667 | 0.0040667 | 0.0000377 | | |
| Total | 161 | 0.0178049 | | | | |

DF: degrees of freedom A: *Flammulina velutipes*:distilled water

SS: adjust sum of square B: Temperature

MS : mean square C : Extraction time

Table 15. Analysis of variance table of crude beta-glucan from *Lyophyllum ulmarium*

(α : 0.05, Fixed model)

| Source | DF | Seq SS | Adj SS | Adj MS | F | P |
|--------|-----|-----------|-----------|-----------|-------|-------|
| A | 2 | 0.0012679 | 0.0012679 | 0.0006340 | 22.33 | 0.000 |
| B | 2 | 0.0000827 | 0.0000827 | 0.0000414 | 1.46 | 0.238 |
| C | 5 | 0.0031457 | 0.0031457 | 0.0006291 | 22.16 | 0.000 |
| A*B | 4 | 0.0005877 | 0.0005877 | 0.0001469 | 5.17 | 0.001 |
| A*C | 10 | 0.0004802 | 0.0004802 | 0.0000480 | 1.69 | 0.092 |
| B*C | 10 | 0.0019099 | 0.0019099 | 0.0001910 | 6.73 | 0.000 |
| A*B*C | 20 | 0.0033309 | 0.0033309 | 0.0001665 | 5.87 | 0.000 |
| Error | 108 | 0.0030667 | 0.0030667 | 0.0000284 | | |
| Total | 161 | 0.0138716 | | | | |

다. (1-3)(1-4) beta-d-glucan의 순도

팽이버섯에서 추출된 crude β -glucan에서 (1-3)(1-4) beta-d-glucan의 순도는 70 mg/g(crude β -glucan) 이상인 것으로 나타났다. 이는 crude β -glucan의 최대 수율인 7%인점을 감안한다면 낮은 함량은 아니라고 판단되어진다.

그러나 대량생산시 경제성을 고려한다면 crude β -glucan을 사용하는 것이 유리할것이며, 따라서 이후 진행되는 캡슐화 실험은 β -glucan 추출 방법에 의해 추출한 crude β -glucan추출물을 감압농축해서 사용하였다. 농축 시료의 (1-3)(1-4) beta-d-glucan의 함량은 170 mg/g(crude β -glucan)이상으로 나타났다.

만가닥 버섯으로부터 추출한 crude β -glucan에서 (1-3)(1-4)

beta-d-glucan의 순도는 61 mg/g(crude β -glucan) 이상인 것으로 나타났으며 캡슐을 위한 농축시료는 138 mg/g(crude β -glucan)의 이상인 농축물을 사용하였다.

4. 버섯 추출물의 미세 캡슐화

가. 버섯 분말의 에탄올에 의한 추출 최적 조건 확립

1) 팽이버섯 (*Flammulina velutipes*)

중심 합성 실험 계획법에 따라 실험을 진행하여 Table 16과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 얻어진 데이터를 SAS program을 사용하여 통계 처리한 결과 시료 1 g에 대하여 ethanol의 양은 52 ml, 추출 온도는 46 °C, 추출시간은 5.47시간에서 가장 높은 수율인 0.205 g을 얻을 수 있는 것으로 계산되었다. 이 때 R^2 값은 0.8102로 1에 가깝다 할 수 있으므로 반응 모형이 자료에 잘 적합됨을 알 수 있다. 반응의 회귀식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Y (\text{Yield, g}) = & -0.421897 \\ & +0.008024X_1+0.012928X_2+0.042162X_3 \\ & -0.000010437X_1X_2-0.000393X_1X_3+0.000168X_2X_3 \\ & -0.000051281X_1^2-0.000143X_2^2-0.0027X_3^2 \end{aligned}$$

정준분석결과는 다음과 같으며,

$$Y \text{ (yield, g)} = 0.205 - 0.023513W_1 - 0.059005W_2 - 0.99532W_3$$

모든 eigenvalue가 음수이므로 정상점인 0.205는 최대값이 된다.

Table 16. Effect of independent variables on yield for extraction of *Flammulina velutipes*

| No. | X ₁ : ethanol(ml) | X ₂ : temp.(°C) | X ₃ : time (hr) | Y : yield (g) |
|-----|------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|
| 1 | 30 (-1) | 30 (-1) | 3 (-1) | 0.1096 |
| 2 | 30 (-1) | 30 (-1) | 7 (1) | 0.1191 |
| 3 | 30 (-1) | 50 (1) | 3 (-1) | 0.1246 |
| 4 | 70 (1) | 30 (-1) | 7 (1) | 0.1255 |
| 5 | 70 (1) | 30 (-1) | 3 (-1) | 0.1369 |
| 6 | 30 (-1) | 50 (1) | 7 (1) | 0.1896 |
| 7 | 70 (1) | 50 (1) | 3 (-1) | 0.1856 |
| 8 | 70 (1) | 50 (1) | 7 (1) | 0.1456 |
| 9 | 50 (0) | 40 (0) | 9 (2) | 0.1790 |
| 10 | 10 (-2) | 40 (0) | 5 (0) | 0.0979 |
| 11 | 90 (2) | 40 (0) | 5 (0) | 0.1543 |
| 12 | 50 (0) | 20 (-2) | 5 (0) | 0.1169 |
| 13 | 50 (0) | 60 (2) | 5 (0) | 0.1851 |
| 14 | 50 (0) | 40 (0) | 1 (-2) | 0.1516 |
| 15 | 50 (0) | 40 (0) | 5 (0) | 0.1861 |
| 16 | 50 (0) | 40 (0) | 5 (0) | 0.2302 |

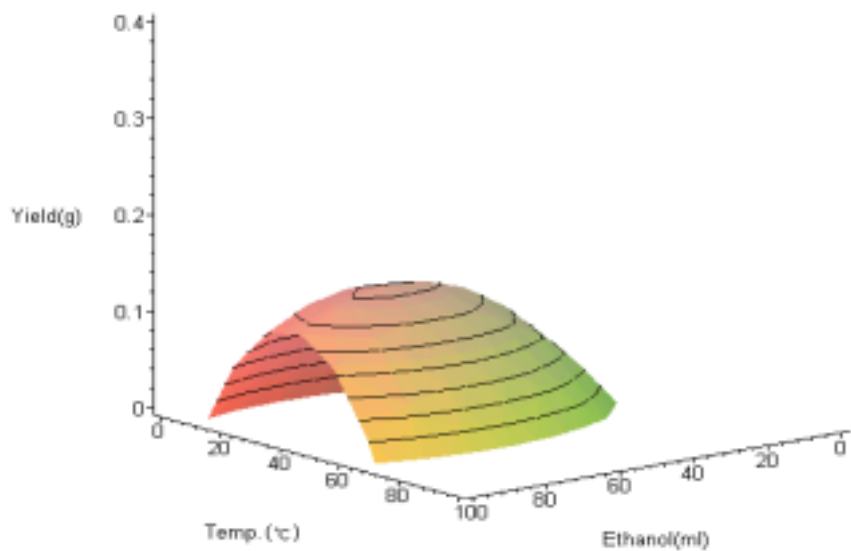


Fig. 29. Response surface plot for the effect of amount of ethanol and temperature on yield

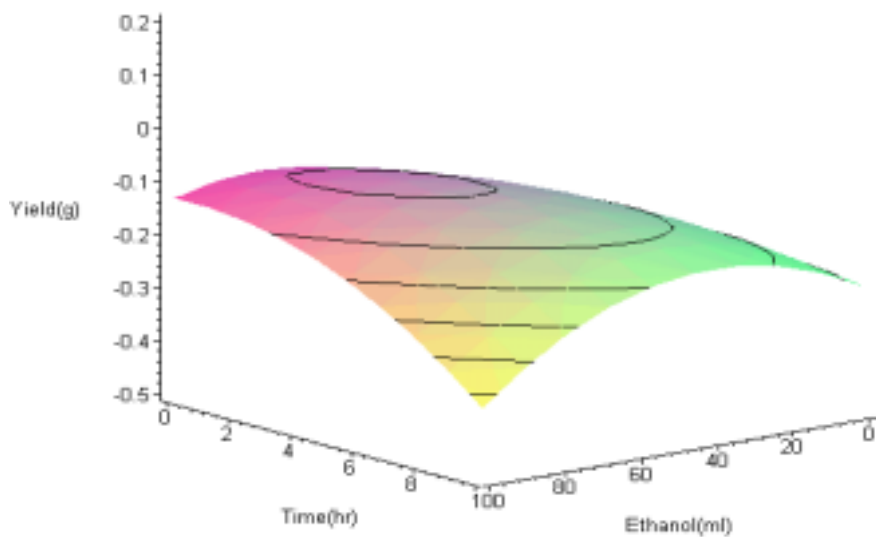


Fig. 30. Response surface plot for the effect of amount of ethanol and time on yield

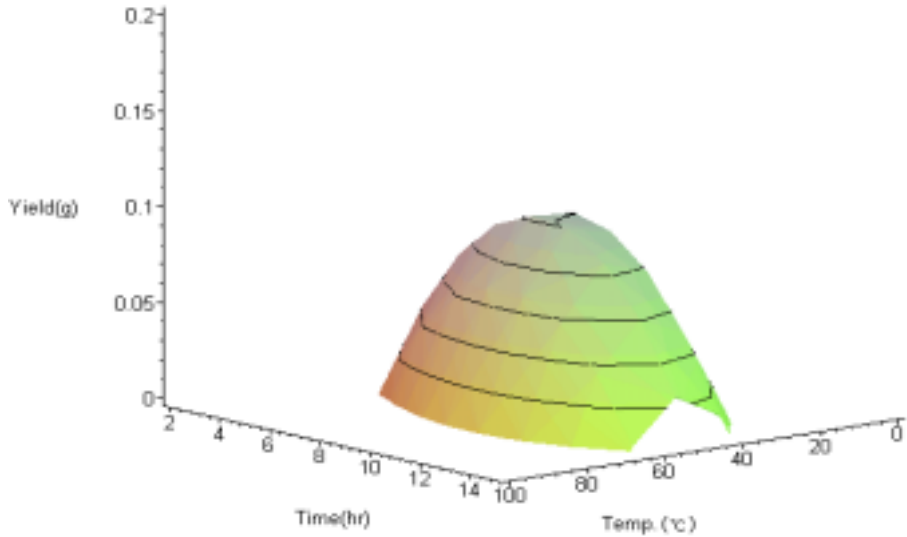


Fig. 31. Response surface plot for the effect of amount of ethanol and time on yield

2) 만가닥버섯 (*Lyopyllum ulmarium*)

중심 합성 실험 계획법에 따라 실험을 진행하여 Table 17과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 얻어진 데이터를 SAS program을 사용하여 통계 처리한 결과 시료 1 g에 대하여 ethanol의 양은 61 ml, 추출 온도는 49 °C, 추출시간은 4.65시간에서 가장 높은 수율인 0.223 g을 얻을 수 있는 것으로 계산되었다. 이 때 R^2 값은 0.9080으로 1에 가깝다 할 수 있으므로 반응 모형이 자료에 잘 적합됨을 알 수 있다. 반응의 회귀식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
Y \text{ (yield, g)} = & -0.340134 \\
& +0.005593X_1+0.011369X_2+0.047694X_3 \\
& +0.000032115X_1X_2-0.000267X_1X_3-0.000217X_2X_3 \\
& -0.000048125X_1^2-0.0001X_2^2-0.0022X_3^2
\end{aligned}$$

정준분석결과는 다음과 같으며,

$$Y \text{ (yield, g)} = 0.223-0.020395W_1-0.053933W_2-0.088022W_3$$

모든 eigenvalue가 음수이므로 정상점인 0.223은 최대값이 된다.

Table 17. Effect of independent variables on yield for extraction of *Lyopyllum ulmarium*

| No. | X ₁ : ethanol(ml) | X ₂ : temp.(°C) | X ₃ : time (hr) | Y : yield (g) |
|-----|------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|
| 1 | 30 (-1) | 30 (-1) | 3 (-1) | 0.1236 |
| 2 | 30 (-1) | 30 (-1) | 7 (1) | 0.1524 |
| 3 | 30 (-1) | 50 (1) | 3 (-1) | 0.1567 |
| 4 | 70 (1) | 30 (-1) | 7 (1) | 0.1455 |
| 5 | 70 (1) | 30 (-1) | 3 (-1) | 0.1540 |
| 6 | 30 (-1) | 50 (1) | 7 (1) | 0.1735 |
| 7 | 30 (-1) | 50 (1) | 3 (-1) | 0.1912 |
| 8 | 70 (1) | 50 (1) | 7 (1) | 0.1869 |
| 9 | 50 (0) | 40 (0) | 9 (2) | 0.2098 |
| 10 | 10 (-2) | 40 (0) | 5 (0) | 0.1069 |
| 11 | 90 (2) | 40 (0) | 5 (0) | 0.1747 |
| 12 | 50 (0) | 20 (-2) | 5 (0) | 0.1326 |
| 13 | 50 (0) | 60 (2) | 5 (0) | 0.2029 |
| 14 | 50 (0) | 40 (0) | 1 (-2) | 0.1552 |
| 15 | 50 (0) | 40 (0) | 5 (0) | 0.2148 |
| 16 | 50 (0) | 40 (0) | 5 (0) | 0.2208 |

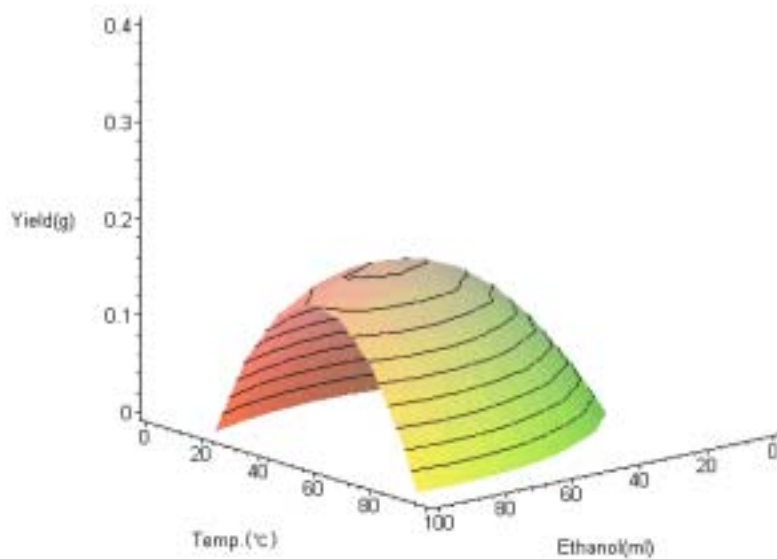


Fig. 32. Response surface plot for the effect of amount of ethanol and temperature on yield

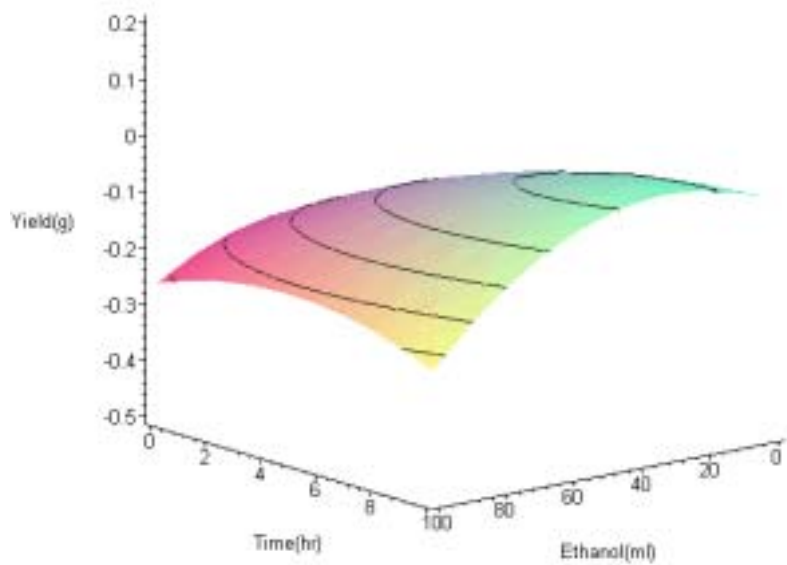


Fig. 33. Response surface plot for the effect of amount of ethanol and time on yield

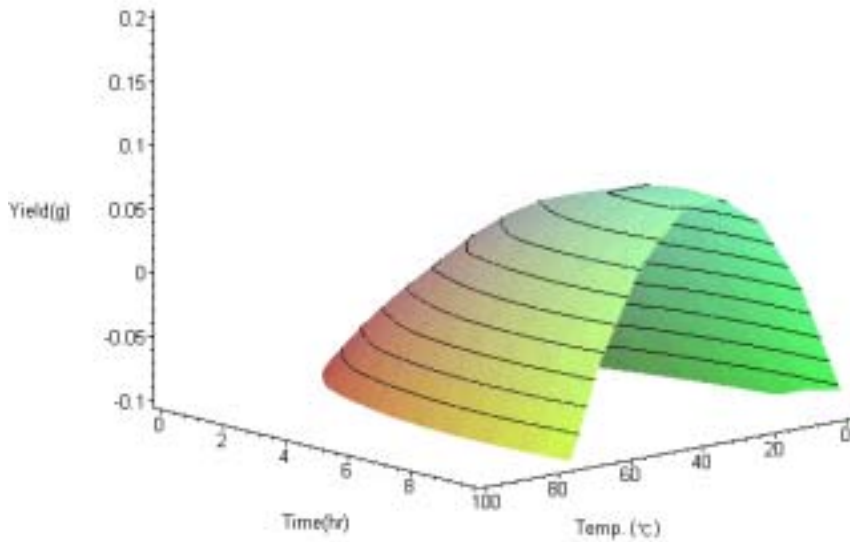


Fig. 34. Response surface plot for the effect of time and temperature on yield

나. 분무 건조에 의한 에탄올 추출물의 미세 캡슐화 최적 조건 확립

버섯 추출물을 미세 캡슐화하기 위해 wall material로 dextrin(type I, SIGMA)을 사용하여 분무 건조하였다. Core material인 버섯 추출물이 encapsulation된 양을 기준으로 최적 분무건조 조건을 중심합성계획법에 따라 실험하였다. 이때, 요인 변수로는 dextrin의 양과 spray dryer의 inlet temperature를 선택하였고, 반응변수는 peak 면적으로부터 계산한 capsule solution의 extract 농도이다.

1) 팽이버섯 (*Flammulina velutipes*)

각 solution의 extract 농도를 계산하기 위해 추출 최적 조건을 적용하여 extract를 제조하였다. 추출 조건의 회귀식으로부터 이 extract의 농도는 6.15×10^{-3} g/ml 로 계산되었고, HPLC로 3회 분석결과 순수 extract의 peak면적은 각각 4374.64 mV · s , 4415.724 mV · s, 4635.128 mV · s 였다. 따라서 extract의 농도는 extract 농도가 6.15×10^{-3} g/ml 일때, peak 면적이 평균값인 4475.164 mV · s 로 측정된다는 것을 알 수 있다. Peak 면적과 extract 농도와의 관계를 알아보기 위하여 농도를 달리한 extract 용액을 제조하여 검량선을 작성하였다(Fig. 35). 이로부터 peak 면적과 extract 농도와의 관계식을 얻었고, peak 면적을 통해 extract 의 농도를 계산할 수 있었다. 조건을 달리하여 제조한 시료 3 g을 증류수 200 ml에 용해시켜 이때의 peak 면적을 구하면 앞서 구한 회귀식으로부터 이 용액의 extract 농도를 계산할 수 있다. 계산된 농도에 200 ml를 곱하면 그 용액의 전체 extract 의 양을 구할 수 있고, 그것은 캡슐 분말 3 g에서 온 것이므로 3 g 으로 나눠주면 capsule powder 1 g 당 extract 의 양을 계산할 수 있다.

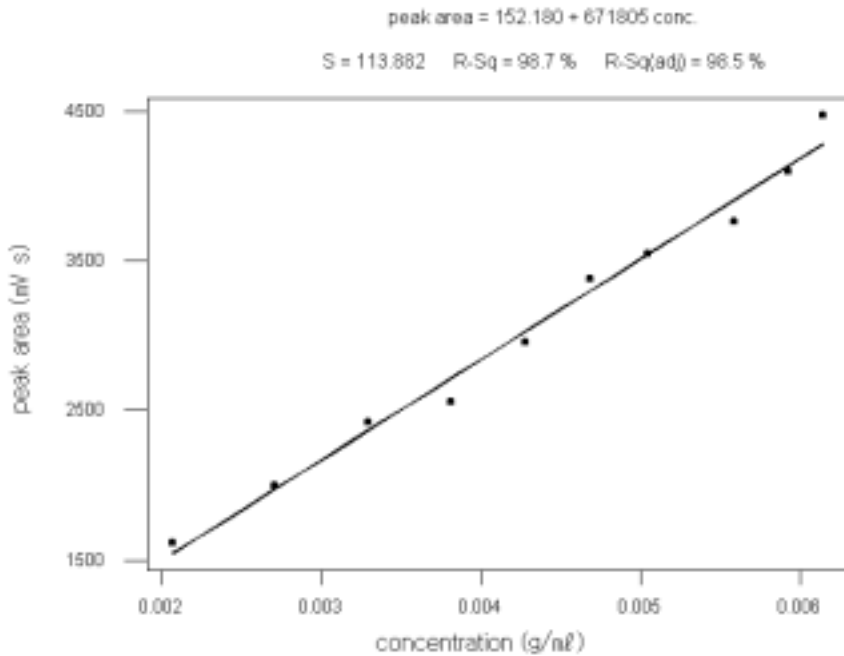


Fig. 35. Fitted line plot : extract concentration versus peak area

중심합성계획법에 의해 실험한 결과 Table 18과 같은 결과를 얻었으며, SAS program을 이용하여 통계 처리한 결과 spray-drying을 이용한 버섯 추출물 encapsulation 최적 조건은 wall material인 dextrin의 양은 45 g, spray dryer의 inlet temperature는 103℃ 였다. 이 때, 예상되는 결과는 capsule powder 1 g 당 0.0824 g 의 extract가 encapsulation되는 것이다. R^2 는 0.75 로 반응 모형이 결과와 완벽하게 부합되지는 않았지만 충분히 신뢰할 만 하다. 반응의 회귀식은 다음과 같다.

$$Y = -1.7147 + 0.0173X_1 + 0.0271X_2 - 0.00007X_1^2 - 0.000105X_1X_2 - 0.000108X_2^2$$

정준분석결과 다음과 같은 식을 얻었으며,

$$Y = 0.0824 - 0.020719W_1 - 0.094048W_2$$

모든 eigenvalue가 음수이므로 정상점 0.0824 가 최대값이 된다.

Table 18. Effect of independent variables on *Flammulina velutipes* extract content of microcapsulated powder

| Sample | Dextrin (g) | Inlet temperature (°C) | Extract (g/g powder) | |
|--------|-------------|------------------------|----------------------|--------|
| 1 | 48 | 80 | 0.0396 | 0.0386 |
| | | | 0.0493 | |
| 2 | 32 | 110 | 0.0271 | 0.0756 |
| | | | 0.0924 | |
| 3 | 48 | 120 | 0.0666 | 0.0504 |
| | | | 0.0679 | |
| 4 | 48 | 100 | 0.0632 | 0.1060 |
| | | | 0.0540 | |
| 5 | 32 | 90 | 0.0342 | 0.0223 |
| | | | 0.1407 | |
| 6 | 16 | 100 | 0.0844 | 0.0075 |
| | | | 0.0930 | |
| 7 | 64 | 110 | 0.0235 | 0.0248 |
| | | | 0.0219 | |
| 8 | 80 | 100 | 0.0217 | 0.0242 |
| | | | 0.0127 | |
| 9 | 64 | 90 | 0.0051 | 0.0390 |
| | | | 0.0049 | |

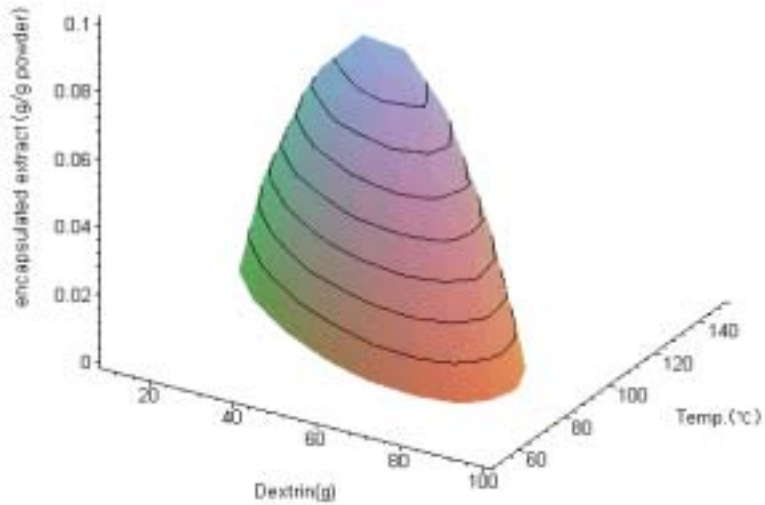


Fig. 36. Response surface plot for the effect of dextrin(g) and temperature on extract contents of capsulated powder

2) 만가닥버섯 (*Lyopyllum ulmarium*)

각 solution의 extract 농도를 계산하기 위해 추출 최적 조건을 적용하여 extract를 제조하였다. 추출 조건의 회귀식으로부터 이 extract의 농도는 6.69×10^{-3} g/ml 로 계산되었고, HPLC로 3회 분석결과 순수 extract의 peak면적은 각각 2096.677 mV · s , 3945.659 mV · s, 3908.366 mV · s 였다. 따라서 extract의 농도는 extract 농도가 6.69×10^{-3} g/ml 일때, peak 면적이 평균값인 3316.9 mV · s 로 측정된다는 것을 알 수 있다. Peak 면적과 extract 농도와의 관계를 알아보기 위하여 농도를 달리한 extract 용액을 제조하여 검량선을 작성하였다(Fig. 37). 이로부터 peak 면적과 extract 농도와의 관계식을 얻었고, peak 면적을 통해 extract 의 농도를 계산할 수 있었다. 조건을 달

리하여 제조한 시료 3 g을 증류수 200 ml에 용해시켜 이때의 peak 면적을 구하면 앞서 구한 회귀식으로부터 이 용액의 extract 농도를 계산할 수 있다. 계산된 농도에 200 ml를 곱하면 그 용액의 전체 extract 의 양을 구할 수 있고, 그것은 캡슐 분말 3 g에서 온 것이므로 3 g 으로 나눠주면 capsule powder 1 g 당 extract 의 양을 계산할 수 있다.

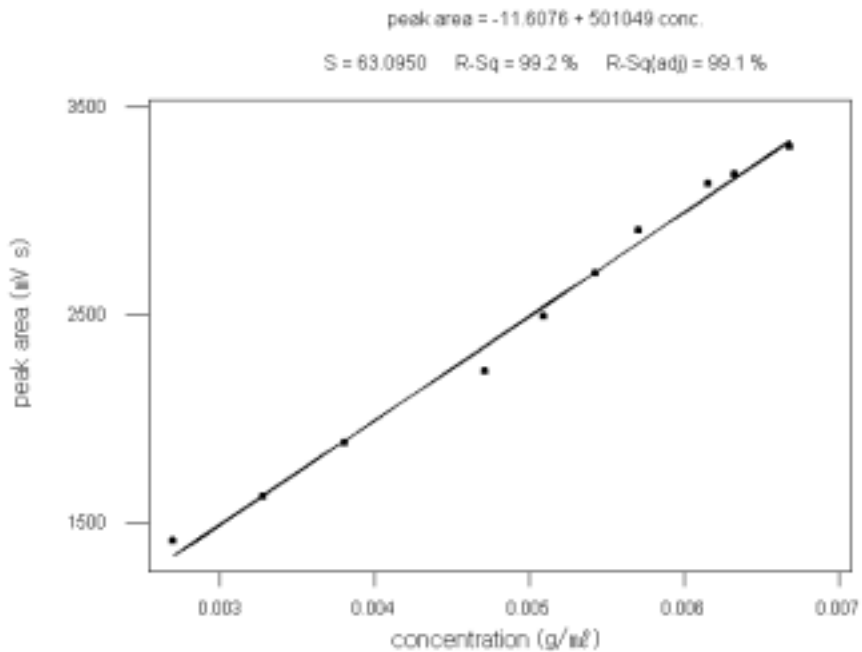


Fig. 37. Fitted line plot : extract concentration versus peak area

중심합성계획법에 의해 실험한 결과 Table 19와 같은 결과를 얻었으며, SAS program을 이용하여 통계 처리한 결과 spray-drying을 이용한 버섯 추출물 encapsulation 최적 조건은 wall material인 dextrin의 양은 39 g, spray dryer의 inlet temperature는 107°C 였다. 이 때, 예상되는

결과는 capsule powder 1 g 당 0.0237 g 의 extract가 encapsulation되는 것이다. R^2 는 0.72 로 반응 모형이 결과와 완벽하게 부합되지는 않았지만 충분히 신뢰할 만 하다. 반응의 회귀식은 다음과 같다.

$$Y = -0.6651 + 0.0059X_1 + 0.0106X_2 - 0.0000223X_1^2 - 0.0000387X_1X_2 - 0.0000423X_2^2$$

정준분석결과 다음과 같은 식을 얻었으며,

$$Y = 0.0237 - 0.007131W_1 - 0.032612W_2$$

모든 eigenvalue가 음수이므로 정상점 0.0237 이 최대값이 된다.

Table 19. Effect of independent variables on *Lyopyllum ulmarium* extract content of encapsulated powder

| Sample | Dextrin (g) | Inlet temperature (°C) | Extract (g/g powder) | |
|--------|-------------|------------------------|----------------------------|--------|
| 1 | 48 | 80 | 0.0017 0.0034 | 0.0028 |
| 2 | 32 | 110 | 0.0033 0.0169 0.0248 | 0.0182 |
| 3 | 48 | 120 | 0.0131 0.0152 0.0076 | 0.0120 |
| 4 | 48 | 100 | 0.0132 0.0314 0.0300 | 0.0307 |
| 5 | 32 | 90 | 0.0307 0.0019 0.0013 | 0.0013 |
| 6 | 16 | 100 | 0.0008 0.0011 0.0008 | 0.0014 |
| 7 | 64 | 110 | 0.0024 0.0018 0.0032 | 0.0019 |
| 8 | 80 | 100 | 0.0009 0.0020 0.0012 | 0.0016 |
| 9 | 64 | 90 | 0.0017 0.0044 0.0033 | 0.0051 |
| | | | 0.0078 | |

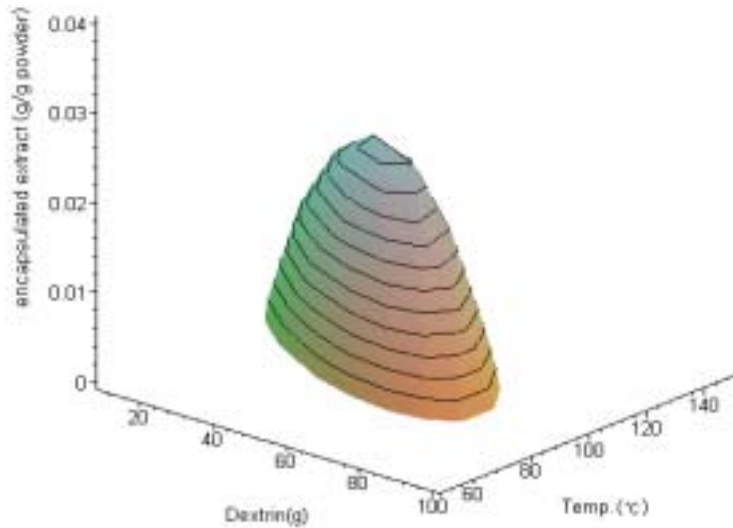


Fig. 38. Response surface plot for the effect of dextrin(g) and temperature on extract contents of capsulated powder

다. 미세캡슐화 분말의 물성

최적조건으로 제조된 버섯 추출물 함유 파우더의 물성이 Table 20과 같이 조사되었다. Bulk density 와 compaction factor를 통해 실제 공정에서 사용될 사일로, 각종 탱크, 건조기 용량등의 설계 기준의 기초 자료를 제공할 수 있고, 안식각등을 측정하여 여러 단계로 연결되는 공정간의 이송장치를 설계하고 시설 장치의 재료를 결정하는데 기초 자료를 제공할 수 있다. 각 data는 신뢰구간 95%에서의 통계값이다.

Table 20. Properties of microencapsulated powder

| | Microencapsulated powder of <i>Flammulina velutipes</i> extract | Microencapsulated powder of <i>Lyopyllum ulmarium</i> extract |
|---------------------|---|---|
| Bulk density | 0.3141 ± 0.0261 g/ml | 0.2857 ± 0.0495 g/ml |
| Compaction density | 0.4922 ± 0.0192 g/ml | 0.3979 ± 0.0246 g/ml |
| Compaction factor | 1.5846 ± 0.1262 | 1.4620 ± 0.2410 |
| Angle of repose | 52.35 ± 0.774 ° | 50.75 ± 0.759 ° |
| Angle of breaking | 36.55 ± 0.867 ° | 34.95 ± 1.174 ° |
| Difference of angle | 15.8 ± 0.942 ° | 15.8 ± 1.746 ° |

5. 팽이 및 만가닥 버섯을 이용한 다양한 신제품 생산

가. 미세 캡슐화 버섯 추출물의 가공식품 적용

1) 관련 시장 동향

최근 건강의 관한 관심이 어느 때보다도 높아지고 있다. 건강관련 주목받고 있는 주요 테마로 노화에 관한 것을 들 수 있다. 노화의 주요 원인은 산소의 자동산화 반응이므로 산화반응을 막아주면 노화현상을 감소시킬 수 있을 것이라 예상된다. 이러한 산화반응을 막아주는 역할을 하는 것들을 항산화제라고 하며, 노화가 일어나기 전에 항산화제를 가해 주는 것이 효과적이라고 알려져 있다. 따라서 노화방지는 치료의 의미보다는 예방의학적인 성격을 더 많이 띠다고 할 수 있겠다. 이러한 항산화제류는 노화가 일어난 후 약제로 섭취하는 것보다는 평소에 상시 복용하는 것이 바람직할 것이다.

체내에서 이러한 역할을 하는 항산화제는 여러 가지 방향으로 탐색이 이루어지고 있는데 그 출처는 버섯류, 조류등의 해양생물, 식물, 동물, 식품 가수분해산물 등으로 매우 다양하다. 현재 효과가 입증되어 있는 항산화제로는 α -tocopherol, vitamin C, carotenoids, flavonoids, 탄닌 등이 있으나 이들 항산화제는 낮은 활성, 용도의 한계성 등으로 사용이 제한되어 있는 경우가 많다. 이에 따라 이들 천연 항산화제가 많이 포함된 식품들에 대한 관심이 고조되는 추세이다.

버섯은 이러한 항산화 활성을 가지는 물질을 다량 포함하고 있는 식품으로서 항산화효과를 방지하는데 매우 효과적인 것으로 널리 알려져 있다. 뿐만 아니라 단백질과 지방, 기타 가용성 무질소물등과 각종 아미노산, 비타민 과 효소들이 포함되어 있어 식품으로서의 가치도 충분하며 최근에는 항산화성분과 항암성분에 관한 연구도 진행되고 있다. 따라서 버섯은 기능성을 중시하는 현대인의 욕구를 충족시킬수 있는 중요한 식품재료로서의 가치가 충분하다.

Table 21은 건강관련 기능성 식품의 출하액과 점유율, 신장율이다.

Table 21. The market survey of various functional foods (출처 : 통계청, 2000년)

| 품목명 | 2000년 | | |
|-----------|------------|--------|--------|
| | 출하액(원) | 점유율(%) | 신장율(%) |
| 알로에식품 | 68,522,066 | 34.36 | 26.48 |
| 키토산가공식품 | 35,110,009 | 17.6 | 35.17 |
| 효소식품 | 11,172,786 | 5.6 | 59.39 |
| 효모식품 | 8,836,482 | 4.43 | 55.15 |
| 정제어유가공식품 | 8,693,683 | 4.36 | -20.24 |
| 자라가공식품 | 6,283,550 | 3.15 | 11.68 |
| 버섯가공식품 | 5,254,810 | 2.63 | 59.41 |
| 배아가공식품 | 4,098,782 | 2.06 | 384.2 |
| 알코시글리세롤식품 | 3,814,626 | 1.91 | -3.19 |
| 화분가공식품 | 2,612,368 | 1.31 | 58.86 |
| 조류식품 | 2,340,902 | 1.17 | 115.42 |
| 로얄젤리가공식품 | 1,523,450 | 0.76 | 69.07 |
| 뮤코다당,단백식품 | 1,358,209 | 0.68 | -31.45 |

버섯관련 식품은 아직까지 출하액과 점유율은 그다지 높지 않은 편이나 신장률을 볼 때 향후 시장 잠재력이 있다고 볼 수 있다.

현재 버섯 관련 시장은 90년대 이후 꾸준히 성장하다가 95년 이후로는 거의 일정한 생산량을 유지하고 있다.

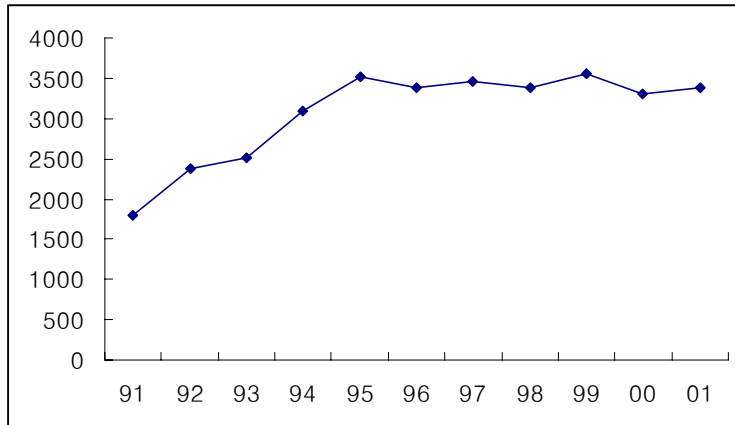


Fig 39. The trend of mushroom production
(출처 : 통계청, 2001년)

버섯의 생산량이 일정수준을 넘어서지 못하는 것은 생버섯의 저장 기간이 길지 못해 수급의 불균형이 야기되고 이 때문에 가격이 불안정하기 때문이다.

현재 버섯의 산업화 실태는 효능에 비해 부실한 편이지만 여러 가지 방면으로 가능성이 충분하며, 수요가 늘어남에 따라 공급을 늘이기 쉬운 편이다. 지금까지는 생버섯의 저장 기간이 길지 못해 수급의 불균형이 문제가 되었으나 가공 식품이 대중화된다면 이러한 문제점도 해결되며 자연스럽게 가격의 폭등, 폭락도 막을 수 있을 것이라 예상된다.

2) 현재 시판되는 상품

현재 시판되고 있는 버섯관련 제품은 주로 식용가치를 강조한 것과 약용가치를 강조한 것 두 부류로 나눌 수 있다.

먼저 식용가치를 강조한 것은 오뚜기에서 발매된 전자렌지용 3분 버섯

죽, 동원F&B의 ‘동원 닭표고버섯죽’ 등의 인스턴트 식품류가 있고, (주)신동방이 국내산 천연재료로 만든 ‘버섯과 멸치 국수’, 포천 버섯 개발에서 만든 표고조림, 버섯 스낵 등이 있다. 또한 쇠고기나 멸치 등을 주재료로 쓰던 조미료를 버섯으로 대체한 청정원의 버섯 감치미, HK 바이오텍의 버섯 음료인 ‘머쉬고’ 등이 있다. 이 외에도 여러 용도로 사용 가능한 건버섯이나 버섯 건조 분말들도 다수 나와 있다.

약용가치를 강조한 것은 주로 건강 보조식품류로 분리되는 것들이 대부분이며, 주로 항암 및 면역 증강성분을 내세운 버섯 추출액이 대부분이다. 시중에 나와 있는 것으로는 운지버섯 추출 단백질 다당체 성분인 이 립 라이프의 PSP, 아가리쿠스 추출물인 HK 바이오텍의 아가리쿠스 M 등이 대표적인 예이다.

3) 버섯캡슐의 특징

본 연구에서 제조한 미세캡슐은 버섯 추출물을 식용 다당류로 미세포장한 것이라 할 수 있다. 버섯추출물은 위에서 서술한 대로 여러 가지 가능성을 가지고 있는데 이 추출물에는 주요 성분이 농축되어 있어 소량의 섭취로도 가능성을 기대할 수 있을 것이다. 또한 보존 및 유통과정에서의 제품의 영양성분 손실을 막을 수 있게 캡슐화 되어있기 때문에 소비자가 제품을 섭취할 때까지 최상의 상태를 유지할 수 있다. 뿐만 아니라 액체상태의 추출물을 분말형태로 전환함으로써 액체상태 식품의 각종 문제점들을 해결하였으므로 다양한 적용이 가능한 중간 제품이라 할 수 있다.

4) 제품 기획

버섯 추출물 캡슐의 다양한 특성을 고려하면서 이 특성을 극대화시킬 수 있는 제품을 기획중이며, 그 활용 범위는 버섯 조미료, 버섯 차, 과자 등 넓은 영역이다.

5) 버섯 국수 제조

국수는 곡류를 가루내어 반죽한 것을 가늘고 길게 뽑은 식품을 총칭하는 우리말로써 한자로는 면(麵)이라고 한다. 국수의 재료는 세계적으로 보면 밀가루가 가장 보편적이고, 이외에 쌀, 메밀가루, 녹말가루가 쓰이고 있는데, 우리나라와 일본에서는 메밀가루도 이용되며, 중국이나 동남아시아에서는 쌀이 쓰이고 있다. 조선 시대 이후 등장한 전통 국수 요리는 60여 종에 이르며, 수제비는 15종이 넘는다. 전통 국수 이외에 1960년대 이후 일반 음식으로 성장한 라면 등이 우리나라 국수 문화에 큰 비중을 차지하고 있다.⁽⁴⁰⁾

면류라 함은 ‘곡분 또는 전분을 주원료로 하고, 필요에 따라 식품 첨가물 등을 혼합한 후 면발을 성형한 것이다, 이를 열처리, 유탕 처리, 건조 등의 방법으로 가공한 것, 또는 이에 스프를 첨가한 것’으로 정의하고 있으며, 원료의 종류, 가공 방법, 제품의 성상 등에 따라 매우 다양하다.

현재 시중에서 유통되고 있는 일반적인 면류로는 건조에 의한 건면, 면이 익은 상태로 밀봉 포장한 생면, 그리고 유탕 처리된 라면 등이 대표적이다. 기능성 식품에의 관심이 높아지면서 면에 각종 첨가물을 첨가한 면류도 현재 유통중에 있다. 따라서 버섯 추출물도 그 풍미와 영양적 가치가 풍부하므로 면류의 반죽에 혼합할 수 있는 식품 첨가물로서의 가치가 충분하다고

할 수 있겠다.

가) 버섯 추출물 함유 instant noodle의 제조^(41,42)

Instant noodle이라 함은 짧은 시간 내에 간편하게 조리할 수 있는 이미 전분이 α -화된 면을 말하는데, 주로 라면등의 면발에 적용되고 있다. Raw material 혼합시에 버섯 추출물 파우더를 첨가하여 면발의 질적 향상을 도모하였다.

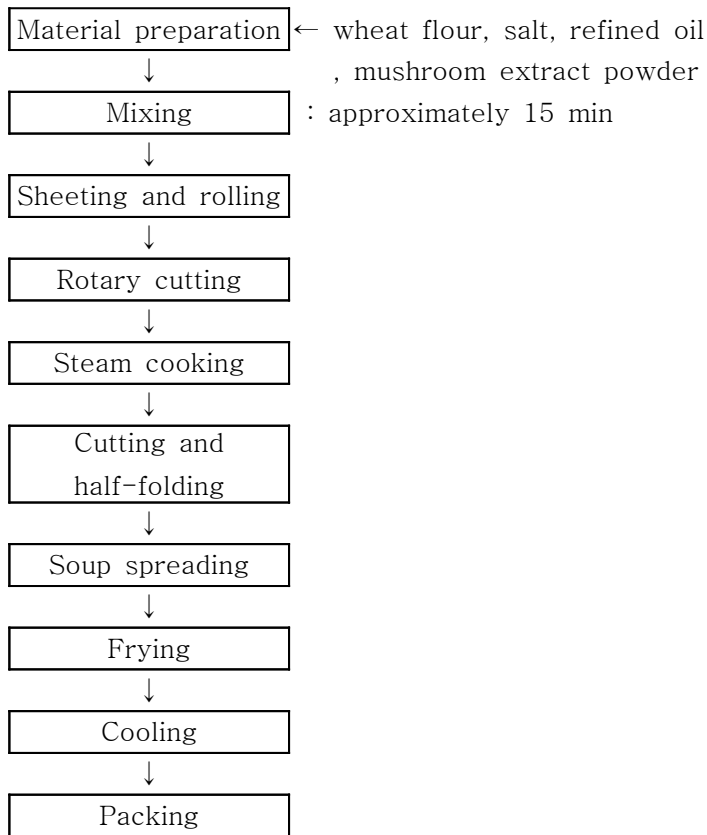


Fig. 40. Schematic diagram of instant noodle production

6) 버섯 추출물 함유 쿠키 제조⁽⁴⁰⁾

우리나라에서 제조되고 있는 과자에는 크게 양과자, 한식 과자, 일본식 과자가 있는데, 가장 보편적으로 소비되는 양과자 중에서도 버섯 추출물 함유 쿠키를 제조해 보았다. 밀가루 혼합시에 버섯 추출물 파우더를 소량 첨가하였는데, 버섯의 풍미보다는 영양적인 측면에 비중을 두도록 하였다.

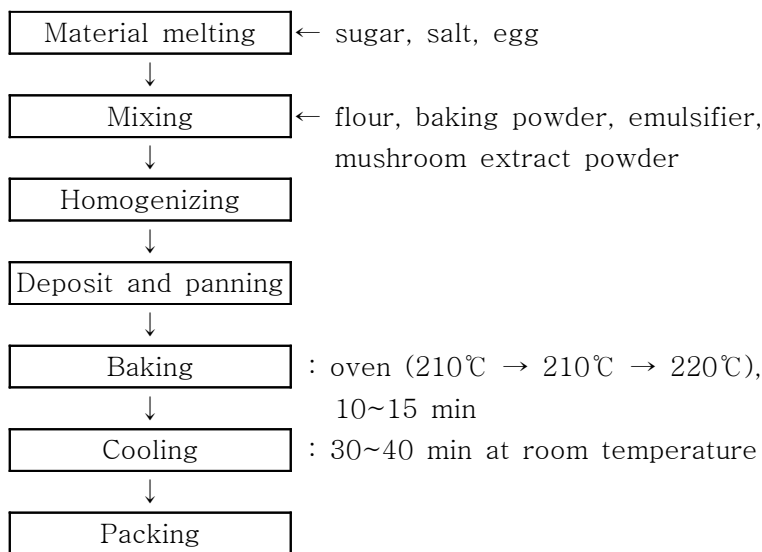


Fig. 41. Schematic diagram of mushroom cookie production

나. 분말화된 버섯의 가공식품 적용

가) 건조된 팽이 및 만가닥 버섯의 분말 조제

1) 가공식품 적용에 적절한 분말 조제 방법 결정

제품 적용을 목적으로 한 버섯 분말을 조제하였다. 1차년도에 버섯 건조실험의 자료를 바탕으로 제품 적용에 적당한 버섯 분말의 물성을 결정하였다.

우선, 건조식품으로서의 상품가치를 충족시키기 위해서는 재수화도가 높아야 하며 갈변도가 적은 것이 좋다. 1차년도 실험 자료를 관찰하면 진공건조의 경우가 재수화도가 가장 낮으며 동결 건조의 경우가 높은 재수화도를 보여 준다(Table 22). 갈변도는 열풍 건조가 가장 높은 값을 보이며 동결건조의 경우 가장 낮은 값을 가진다. 이러한 점을 고려해 볼 때 건조분말로서 높은 상품가치를 유지할 수 있는 것은 동결 건조된 버섯이라 할 수 있겠다. 이러한 데이터 외에도 일반적으로 동결 건조는 식품의 외관을 건조 전과 가장 유사하게 유지시켜주며 낮은 온도에서 공정이 수행되므로 각종 영양소의 파괴가 적어, 매우 우수한 건조공정이다.

Table 22. Effects of drying method and temperature on rehydration of the dried *Flammulina velutipes* & *Lyopyllum ulmarium*

| Drying method | Temp The kind of sample | | 40℃ | 50℃ | 60℃ | 70℃ | |
|---------------|----------------------------------|----------------------|----------------|----------------------------------|----------------------|-------|-------|
| | | | Hot air drying | Rehydration (g water/g solid) | Flammulina velutipes | 3.694 | 3.318 |
| | | Lyopyllum ulmarium | 2.376 | 2.601 | 1.929 | 2.400 | |
| Vacuum drying | Rehydration (g water/g solid) | Flammulina velutipes | 2.576 | 1.730 | 2.428 | 2.896 | |
| | | Lyopyllum ulmarium | 1.040 | 1.555 | 1.424 | 1.229 | |
| | | Temp | | 15℃ | 20℃ | 25℃ | 30℃ |
| Freeze drying | The kind of sample | | | | | | |
| | Rehydration (g water/g solid) | Flammulina velutipes | 4.552 | 4.509 | 4.747 | 5.963 | |
| | | Lyopyllum ulmarium | 5.569 | 5.288 | 5.703 | 5.271 | |

Table 23. Effects of drying method and temperature on browning degree of the dried *Flammulina velutipes* & *Lyopyllum ulmarium*

| Drying method | The kind of sample | Temp | 40℃ | 50℃ | 60℃ | 70℃ |
|----------------|--------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | | |
| Hot air drying | Browning degree | Flammulina velutipes | 0.092 | 0.103 | 0.120 | 0.208 |
| | | Lyopyllum ulmarium | 0.292 | 0.298 | 0.302 | 0.323 |
| Vacuum drying | Browning degree | Flammulina velutipes | 0.088 | 0.127 | 0.165 | 0.172 |
| | | Lyopyllum ulmarium | 0.272 | 0.297 | 0.313 | 0.342 |
| | The kind of sample | Temp | 15℃ | 20℃ | 25℃ | 30℃ |
| | | | | | | |
| Freeze drying | Browning degree | Flammulina velutipes | 0.049 | 0.072 | 0.089 | 0.107 |
| | | Lyopyllum ulmarium | 0.215 | 0.170 | 0.134 | 0.107 |

2) 버섯 분말의 조제

위 자료들을 참고하여 재수화도가 높으며 갈변도가 비교적 낮은 조건으로 팽이 및 만가닥 버섯의 건조 조건을 선정하였다. 충남 천안 소재의 수향농산에서 버섯류를 직접 구입하여 blanching 후 동결 건조하였다. 건조된 시료를 roll mill을 이용, 분쇄하여 -40 mesh 로 분획하고 -20℃에서 보관하며 사용하였다

나) 버섯 분말의 가공식품 적용

현재 버섯 분말은 각종 조미료 및 양념류에 첨가물로써 유통되고 있다. 이것은 주로 버섯으로부터 국물을 우려내어 섭취하는 방식으로써, 버섯으로 인한 국물의 풍미 향상과 영양적 가치의 향상이 주된 이용 목적이라 하겠

다. 따라서 국물 음식이 많은 우리나라에서 버섯 분말이 첨가된 조미료 및 양념류는 그 시장성이 밝을 것이다. 뿐만 아니라 대표적인 인스턴트 식품인 라면등에도 그 면발에 버섯 추출물을 적용할 수도 있지만, 라면 스프에도 버섯 분말을 첨가하여 라면 국물을 질적으로 개선할 수도 있을 것이다. 버섯 분말을 가공하여 티백에 담아 출시하는 형식의 버섯차류도 개발할 수 있을 것으로 기대한다.

1) 분말 라면 스프 제조

현재 라면 스프의 가장 일반적인 형태인 분말 스프에 버섯 분말을 첨가하여 라면 국물의 질적 향상을 시도하였다.

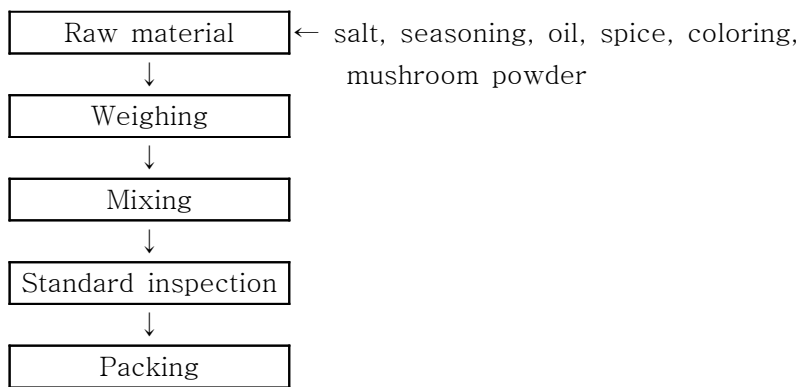


Fig. 42. Schematic diagram of powder soup production

6. 팥이 및 만가닥 버섯을 이용한 가공 신제품을 위한 공장 설계⁽⁴³⁻⁴⁵⁾

본 연구에서는 팥이 및 만가닥 버섯을 이용한 가공 식품으로써 버섯 추출물이 함유된 건면 제조 공장을 설계하였다.

가. 공장 설계를 위한 프로젝트의 범위 설정

1) 제품

국수의 재료는 세계적으로 보면 밀가루가 가장 보편적이고, 이외에 쌀, 메밀가루, 녹말가루가 쓰이고 있고, 국수의 종류는 원료의 종류, 가공 방법, 제품의 성상 등에 따라 매우 다양하다. 본 연구에서는 밀가루를 주원료로 하고 팽이 및 만가닥 버섯의 추출물을 함유한 dextrin powder를 첨가하여 반죽, 성형하고, 건조 가공한 건면을 제조하였다. 여기에 각종 양념등을 첨가, 포장하여 라면과 같은 형태의 한 끼의 식사대용이 가능한 제품도 생각할 수 있고, 버섯 추출물 파우더 또한 판매가 가능한 제품으로 활용할 수 있으나, 본 연구에서는 버섯 추출물 함유 국수라는 단일 품목에 한하여 공장을 설계하였다. 단위 제품의 중량은 약 2인분인 300 g 으로 결정하였다.

2) 공정의 구분

본 제품의 특징은 일반 건면에 버섯 추출물이 함유된다는 것이다. 또한 그 추출물의 형태가 장기보존이 가능한 encapsulated powder이기 때문에, 이것 또한 단일 상품으로써의 가치가 있다. 따라서 전체 공정은 버섯 추출물 powder 제조 공정과, 본격적인 건면 제조 공정으로 구분될 수 있다. 이것은 본 공장은 버섯 추출물 함유 건면 제조뿐만이 아닌, 일반 건면 제조 공장으로도 활용할 수 있을 뿐만 아니라, 이미 가동중인 공장에서도 버섯 추출물 제조 공정을 추가함으로써 같은 효과를 얻을 수 있다는 것을 의미한다.

본 공장 설계에서는 공장을 새로 설계한다는 가정하에 전체 공정을 새

로 설계하였다.

3) 생산량

현재 우리나라 건면 소비 시장은 510억원 규모로서 이를 4,300만 인구로 나누면 국민 1인당 연간 건면에 대한 소비액은 1,186원 정도로 얻어진다. 이를 300 g 포장 단위의 일반적인 판매가 2,500원으로 나뉘려면 1인당 연간 소비량은 약 0.5개 포장, 150 g이다. 그러나 본 제품은 일반적으로 판매되고 있는 건면과는 달리 버섯 추출물 함유 건면이라는 기능성 식품의 특징이 있기 때문에 일반 가격보다 높은 300 g 단위 포장당 3,000원으로 책정하였다.

우리는 처음에 시작하는 공장으로서 판매력이 크게 좌우하는 건면 시장에서 생산 초기에 많은 시장을 점유하기는 어려울 것으로 판단되어 안전 범위로 공장 가동 후 첫해에 시장의 2%를 점유하고, 다음해에 5%, 3년째에 총 8%를 점유하는 것으로 가정하고 공정의 설계 및 공장 설계를 진행하였다.

공장 가동 시간은 1일 7시간, 주 6일, 연간 300일 작업하는 것으로 가정하였다. 하루에 공정 운영은 7시간으로 하고 1시간은 기계 장치의 정리 정돈, 청소 등의 작업을 하여 실제의 근무 시간은 8시간으로 한다. 공장 가동 3년 후 공장이 최종 생산 규모로 완공되었을 때 단위 시간당 생산량을 계산해 보면 시장의 8%의 점유율은 소비자 판매액 기준으로 1년에 $510억 \times 0.05 = 4,080,000,000$ 원이 된다. 이를 판매가 3,000원 기준으로 계산하면 1년에 1,360,000 개의 제품을 생산해야 한다. 이를 300일, 하루 7시간으로 나누면 시간당 648개, 분당 10.8 개의 제품을 생산

하여야 한다. 따라서 우리는 분당 11개를 생산하는 공장으로 설계하였다. 생산 물량에 대한 이러한 가정을 연차별로 최종적으로 정리하여 나타내면 Table 24와 같다.

Table 24. The quantity of products ordered by year

| | Units per year | Units per hour | Units per minute |
|----------|----------------|----------------|------------------|
| 1st year | 340,200 | 162 | 3 |
| 2nd year | 850,000 | 405 | 7 |
| 3rd year | 1,360,000 | 648 | 11 |

4) 포장

건면 제품은 수분 함량을 낮게하여 저장성을 부여한 제품이므로 흡습의 방지 정도가 제품의 품질 수명에 결정적인 영향을 미치므로 수분 차단성이 우수한 포장재를 사용하여야 한다. 현재 면 포장의 일반적인 사양으로, 증착에 의한 광택성과 차단성이 우수하고, 내핀홀성이 우수하고, 환경 친화력도 좋은 OPP/VMCPP 필름을 선택하였다.

날포장의 단위는 300g이 26 × 16 cm의 포장 크기로 결정하였다. 그리고 겉포장은 45 × 36 × 29 cm 크기의 골판지 상자에 30개의 날포장이 포장되게 하였다.

5) 제품의 품질

건면은 일반적으로 수분함량을 10%이하로 유지하여야 하고, 삶아 일정 시간 경과후 면발의 퍼짐성을 최소화해야 한다. 이에 건면의 퍼짐성을 개선하기 위한 방안의 하나로 유화제, 식용유 등을 이용한 유화유 및 결연제 처리 등을 통한 건면의 품질 개선 방안을 적용하였다.

6) 공정의 효율

원료로부터 공정 중의 손실은 공정 기준으로 버섯 추출물 파우더 제조 공정에서 10%, 건면 제조 공정에서 3%로 가정하였다. 아울러 여러 가열 공정의 열효율은 50%로 가정한다. 전기 에너지를 사용하는 모터의 부하율은 0.9로 가정한다. 그리고 건조 공정의 건조 효율은 50%로 가정한다. 이러한 여러 가정은 자료에 나타나거나 알려진 식품 공정 조건이나 현장 조건에 대한 개략치이다.

7) 원료 및 재료의 저장

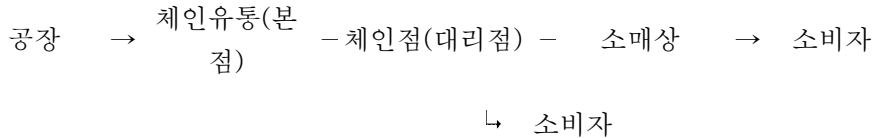
버섯 추출물 제조 공정의 주 재료인 팽이버섯은 선도를 최대한으로 유지해야 하므로 재고량으로 1주일 이내분만 냉동 저장하도록 하고, 당일 소요량의 버섯을 당일에 공급받는 것을 원칙으로 한다. 밀가루의 경우에는 저장시 습한 곳을 피하고 통풍이 잘 되는 창고가 필요하다.

완제품은 오래 두면 풍미가 떨어질 염려가 있으므로 생산 즉시 출하할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 따라서 완제품도 생산 즉시 바로 출하하고 공장에서는 재고량으로 1주일 이내분만 저장하도록 한다.

8) 유통 경로

제품은 일반적인 제품과 같이 다음의 유통 결로를 거쳐 판매되는 것으로

로 가정하였다.



9) 폐기물 처리

건면 제조 공정에서는 많은 양의 물을 사용하지 않으므로 공정히 원활히 운전된다면 폐수나 폐기물 처리의 부담이 크지 않다. 세척수를 포함한 일부의 공장 폐수와 폐기물은 여과, 응집 등의 물리적인 처리와 함께 활성오니법에 의한 생물학적 처리에 의하여 BOD를 충분히 낮추어 하천으로 방류한다.

버섯 추출물 파우더 제조 공정에서는 많은 양의 에탄올이 사용되고, 농축 공정에서 회수된다. 사용하는 에탄올이 순수하고 회수되는 에탄올은 압력과 온도에 따른 비점에 의해 회수되는 것이므로 충분히 재활용이 가능하다. 또한 추출에 사용하고 여과시 걸러지는 버섯들은 세척, 건조 후 필요로 하는 분야에 되팔 수 있을 것으로 판단되어 폐기물 처리 비용에 포함시키지 않았다.

10) 완공 시기

공장 설계가 완료된 후 공장 건축, 기계 설치를 하고 시운전을 거쳐 공장을 가동하는 데 1년을 예상한다.

나. 공정 설계

1) 버섯 추출물 파우더 제조 공정

제품의 원료로는 팽이 버섯을 건조하고 분쇄하여 사용한다. 공정의 기준을 하루로 가정하였을 때, 하루에 필요한 제품인 capsulated powder는 111,100 g 이다. 이 양을 생산하기 위해서는 건조 버섯 분말이 2,572,883 g 이 필요하게 된다. 건조 버섯 분말 2,572,883 g 과 순수한 에탄올 1,983,000 g을 추출장치에 넣고 46℃에서 5.5 시간동안 추출한다. 여과 과정을 거쳐 solid와 extract를 분리한다. 여기서 발생하는 추출이 완료되고 남은 건조 버섯 분말은 다음 추출시에 한번 더 추출하도록 한다. 여과 완료 후 5배 농축한다. 이 과정에서 회수되는 에탄올은 정제 과정을 거쳐 재활용된다. 에탄올 교체 주기는 한달이다. 농축과정을 거친 502,026 g 의 mushroom extract concentrate 는 112,956 g 의 dextrin과 502,026 g 의 물, 753 g 의 sodium lauryl sulfate와 혼합하여 분무 건조 한다. 이 과정에서 약 10%의 손실이 생기게 된다. 전 공정을 거쳐 111,100 g 의 encapsulated powder 가 완성된다. 실제로 공장 운영중에는 powder 또한 독자적인 판매 가능한 상품이 될 수 있어서 판매용과 건면제조첨가물용으로 많은 양을 생산할 수도 있으나, 본 연구에서는 계산의 편의상 건면제조첨가물용의 하루 사용량 기준으로 계산하였다.

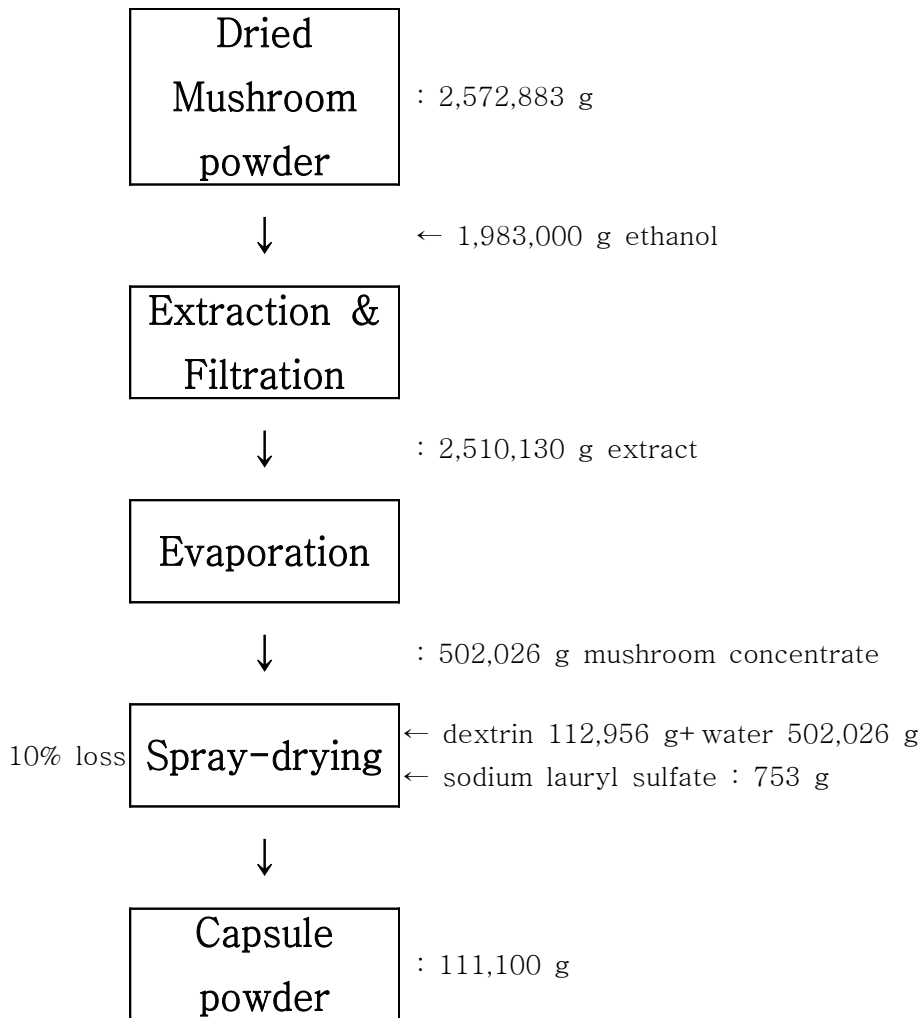


Fig. 43. Powder of mushroom extract producing process flow chart.(per day)

2) 건면 제조 공정

공장 가동후 3년차의 예상 시장 점유율 8%를 기준으로 계산을 하였다. 하루 생산량 기준으로 하루에 300 g 의 제품이 4,620 개 출고가 되어야 하므로 하루 생산량은 1,386,000 g 이다. 따라서 필요한 raw

material 은 중력분 1,111,000 g, 버섯 추출물 파우더 111,100 g, 8.5%의 식염수 555,500 g, 유화제인 polysorbate 20 이 16,665 g 필요하다. Raw material들을 혼합 반죽하여 35℃에서 1시간동안 숙성시킨다. 이 반죽은 7 stage roller를 통과하면서 지름 1 mm의 국수 형태로 성형된다. 성형된 국수는 50℃에서 2시간동안 건조과정을 거쳐 길이 20 cm 로 자른후 계량하여 포장한다. 본 공정에서 전체 손실은 3%로 가정하였다.

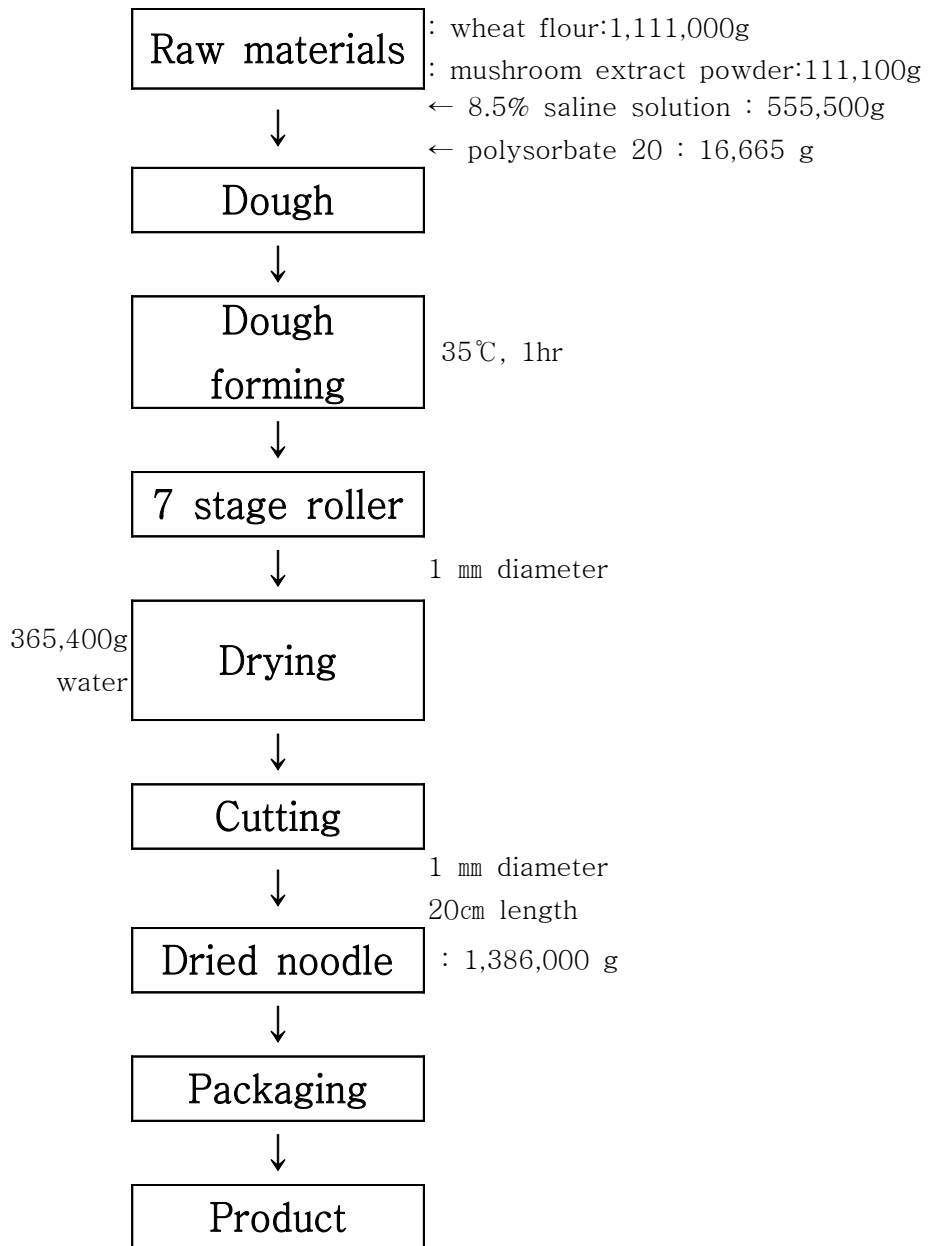


Fig. 44. Flow chat of dried noodle producing process per day. Loss during whole process is 3%.

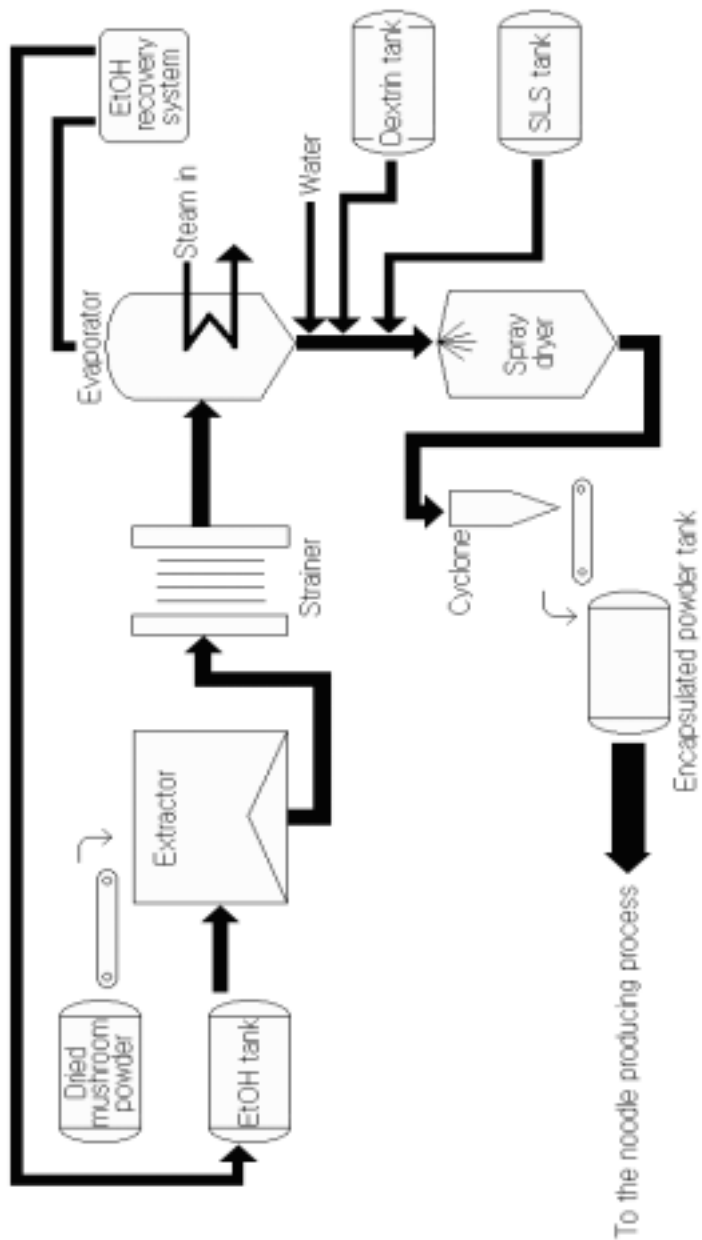


Fig. 45. Flow diagram of encapsulation of mushroom extract process system

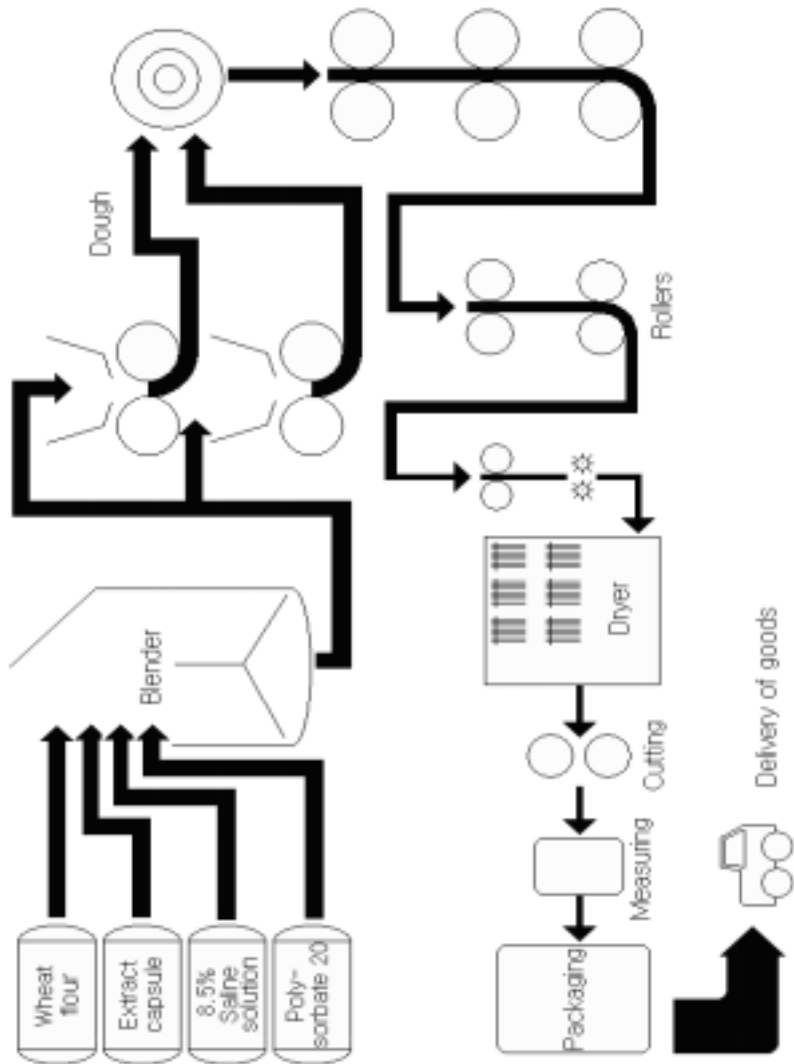


Fig. 46. Flow diagram of encapsulation of mushroom extract process system

다. 기계 목록 및 공장 배치도

Table 25. The machine list for process of mushroom extract encapsulation

| Process | Machine | Units | Specification | Price / unit (1,000 Won) |
|------------------|--------------------------|-------|---|-----------------------------|
| Raw material | Storage tank (for solid) | 1 | Weigher (1.5 kWh) | 5,000 |
| | Storage tank (for fluid) | 1 | Level sensor (0.1 kWh) Solenoid valve (0.1 kWh) Feeding pump (0.75 kWh) | 7,000 |
| | Conveyor belt | 1 | 0.4 kWh | 2,500 |
| | Pipe line | 1 | Lifting pump (0.75 kWh) | 3,000 |
| Extraction | Extractor | 1 | Electric heater (5 kWh) Agitation motor (15 kWh) | 300,000 |
| | Pipe line | 1 | Lifting pump (0.75 kWh) | 3,000 |
| Filtration | Strainer | 1 | | 50,000 |
| | Pipe line | 1 | Lifting pump (0.75 kWh) | 3,000 |
| Evaporation | Evaporator | 1 | 50 kWh | 400,000 |
| | Steam boiler | 1 | 15 kWh | 40,000 |
| | Pipe line | 1 | Lifting pump (0.75 kWh) | 3,000 |
| Solvent recovery | Solvent recovery system | 1 | 15 kWh | 200,000 |
| Spray drying | Storage tank (for solid) | 2 | Weigher (1.5 kWh) | 5,000 |
| | Pipe line | 3 | Lifting pump (0.75 kWh) | 3,000 |
| | Spray dryer | 1 | 200 kWh | 400,000 |
| | Conveyor belt | 1 | 0.4 kWh | 2,500 |

Table 27. Public equipment list

| Equipment | Specification | Price (1000 Won) |
|----------------------|-----------------------------|---------------------|
| Freezing and cooling | 30 kWh | 100,000 |
| Boiler | 30 kWh | 50,000 |
| Waste water | 2 ton / day | 30,000 |
| Compressed air | 40 hp, 5m ³ /min | 20,000 |

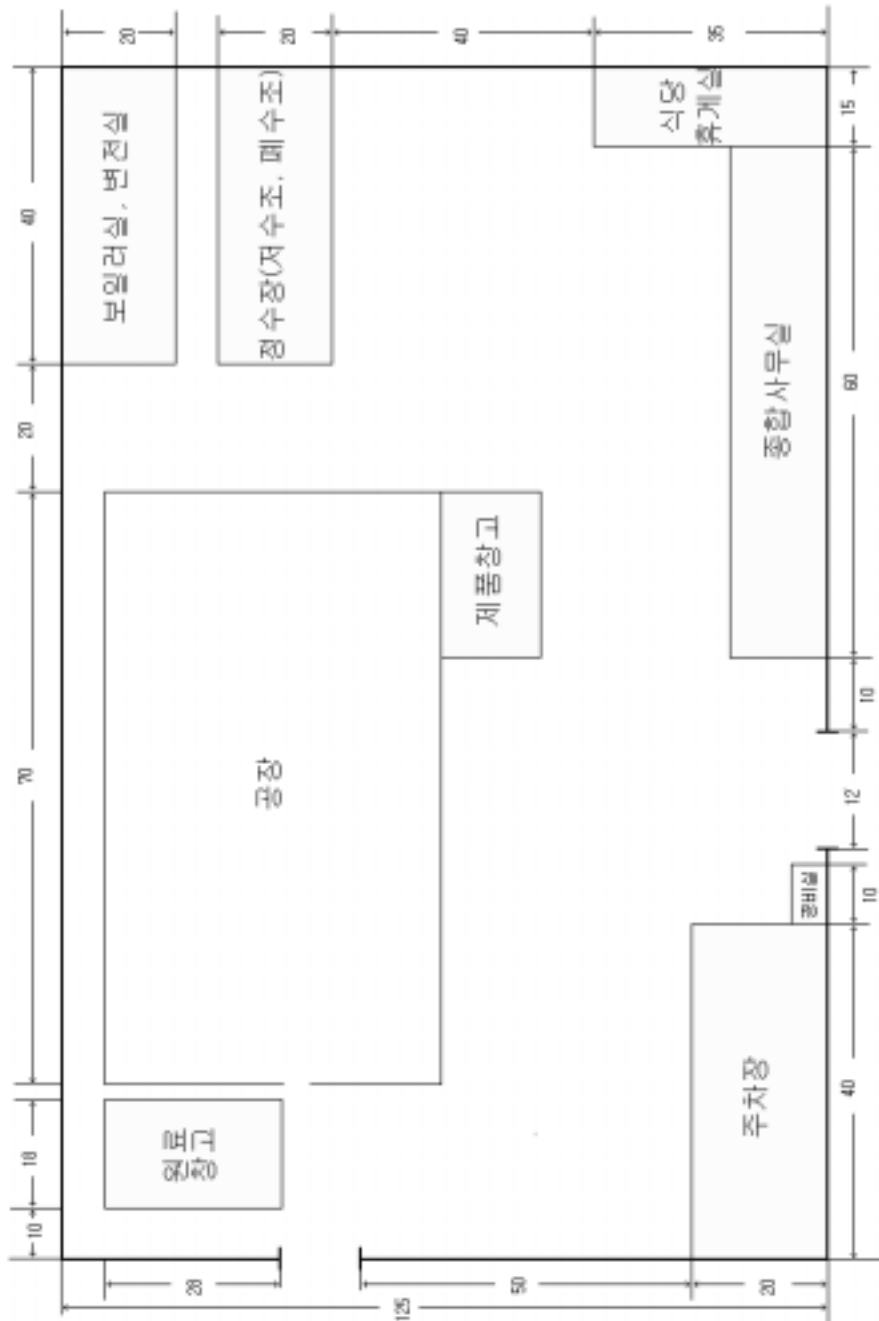


Fig. 47. The arrangement plan of outer plant

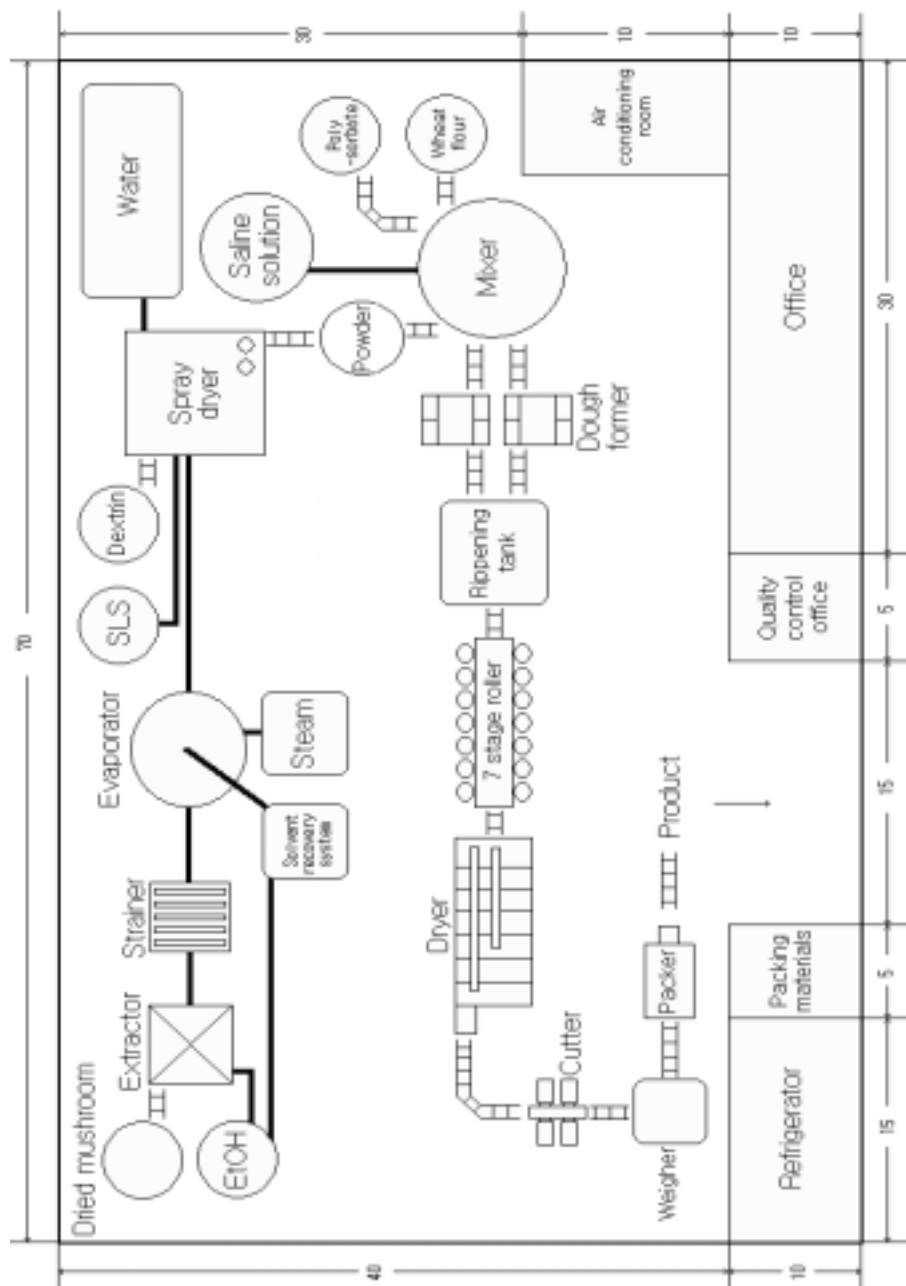


Fig. 48. The arrangement plan of inner plant

라. 에너지 및 유틸리티 수치, 인력 수요의 추정

1) 에너지수치

모터 등의 동력량은 각 기계 장치에서의 동력에 가동 시간을 곱하고 여기에 가정된 부하율 0.9를 곱하여 추정하였다. 그리고 extractor, evaporator, solvent recovery system, spray dryer, packer 등에는 전기 히터가 사용되는데 이들도 가동 시간을 공정 시간의 50% 동안 전기 에너지가 투입되는 것으로 가정하여 전기 에너지 소요량에 포함시켰다. 이렇게 계산할 때 전체적으로 버섯 추출물 파우더 제조 공정에서는 하루 7시간 가동 조건에서 1130.5 kWh가 소요되는 것으로 추정되었고, 건면 제조 공정에서는 하루에 597.8 kWh가 소요된다. 공동 설비에 소요되는 동력은 하루에 420 kWh 가 소비된다.

2) 유틸리티 수치

가) 전력 사용량의 추정

전체 공정에서 하루 소요되는 전기 에너지량은 2148.3 kWh 로 추정되었고, 여기에 공장에 조명용으로 전기가 사용되며 평균 조도를 80 lux 로 형광등 기준으로 공장의 조명 면적에 적용하면 1일 8시간 조명에 176 kWh 로 얻어진다. 따라서 모터 동력을 포함한 모든 전기 에너지를 합하면 이 공장의 전체 전기 에너지 소요량은 하루 2324.3 kWh로 계산되었다.

나) 압축 공기 소요량

포장기를 포함한 압축 공기 사용량에 청소용 압축 공기 20 m³/h를 합하면 32m³/h 이 얻어지고 1일 7시간 작업 기준으로는 224 m³ 이 얻어진 다.

다) 용수 소요량

본 공장에 필요한 용수 요구량은 보일러 용수가 하루 10 ton, 위생수 하루 10 ton, 세척수 하루 5 ton 으로 추정된다.

3) 인력 소요의 추정

공정별 생산 인력은 공정 진행을 고려할 때 Table 28과 같은 것으로 추정된다.

Table 28. Labors for each process

| Part | Expert | Non-skilled | Supervisor | Total |
|------------------|--------|-------------|------------|-------|
| Raw material | | | 1 | 1 |
| Extraction | | 1 | | 1 |
| Filtration | | | | |
| Evaporation | 1 | | | 1 |
| Solvent recovery | | 1 | | 1 |
| Spray drying | 1 | | | 1 |
| Blending | 1 | | | 1 |
| Kneading | | | 1 | 1 |
| Ripening | 1 | | | 1 |
| Rolling | 1 | | | 1 |
| Drying | 1 | | | 1 |
| Cutting | | 1 | | |
| Packing | 1 | | | 2 |

마. 비용 계산

앞에서 확립된 가정과 공정, 기계 목록, 유틸리티 소요량, 인력 수요에 근거하여 원가 계산을 수행하고 이를 평가하였다. 공장 가동 후 3차년도 이후의 생산 물량인 연간 1,360,000 개 (300 g 단위)의 제품을 생산하는 경우에 대한 비용과 원가 계산을 수행하였다.

1) 고정 자본 투자

Table 29에서는 본 공장을 완성시키는 데 소요되는 약 24억 원에 해당되는 기계 장치 구입비의 내역을 보여주고 있다. 건물을 짓고 기계 장치를 설치하고 공장을 가동시키기까지의 고정 자본은 56억 원 정도로 나타난다.

Table 29. 고정 자본 투자 (단위 : 천원)

| 항목 | 비율 | 금액 | 누진합계 |
|------------|------|-----------|--------------------|
| 기계구입비 | | 2,175,500 | 기계구입비 2,375,500 |
| 공동설비 | | 200,000 | |
| 설치비 | 40 % | 950,200 | 공장시설비 4,364,395 |
| 배관 | 13 % | 308,815 | |
| 전기 | 13 % | 308,815 | |
| 건물 | 35 % | 831,425 | |
| 대지조성 | 13 % | 308,815 | |
| 서비스시설 | 15 % | 356,325 | |
| 토지 | | 1,300,000 | |
| 엔지니어링 및 시설 | 20 % | 475,100 | 직접비 4,839,495 |
| 계약자보수 | 5 % | 241,974 | 고정자본 5,565,418 |
| 예비비 | 10 % | 483,949 | |
| 총고정자본투자 | | | 5,565,418 |

2) 원료비

Table 30에서는 본 공장에서의 연간 원료비를 보여주고 있다. 이는 앞의 Fig 11, Fig 12. 에서의 물질 수지에 의한 결과로 1년 원료비는 1,730,590 원으로 계산되었다.

Table 30. 연간 원료비 (3차년도 이후)

| 원료 | 사용량 (kg/년) | 단가 (원/kg) | 금액 (천원/년) |
|----------------|------------|-----------|-----------|
| 건조된 팡이버섯 | 385,950 | 4,000 | 1,543,800 |
| 에탄올 | 24,000 | 1,500 | 36,000 |
| Dextrin | 33,900 | 300 | 10,170 |
| SLS | 230 | 10,000 | 2,300 |
| 중력분 | 333,300 | 250 | 83,325 |
| 식염수 | 166,650 | 300 | 49,995 |
| Polysorbate 20 | 5,000 | 1,000 | 5,000 |
| 합계 | | | 1,730,590 |

3) 포장비

Table 31. 연간 포장 비용

| 항목 | 사용량 | 단가 | 금액(천원/년) | 비고 |
|-----|--------------|--------------|----------|------------|
| 날포장 | 360 km/년 | 160,000 원/km | 57,600 | 포장당 41.5 원 |
| 겉포장 | 46,200 box/년 | 270 원/box | 12,474 | 30 개/box |
| 테이프 | 46,200 m/년 | 7 원/m | 323 | 1 m/box |
| 합계 | | | 70,397 | |

4) 노무비

Table 32. 연간 노무비

| 공정 | 숙련공 | 비숙련공 | 반장 | 합계 |
|------------------|------------|------------|------------|------------|
| | 2,000 원/h | 1,800 원/h | 2,200 원/h | |
| Raw material | | | 1 | |
| Extraction | | 1 | | |
| Filtration | | | | |
| Evaporation | 1 | | | |
| Solvent recovery | | 1 | | |
| Spray drying | 1 | | | |
| Blending | 1 | | | |
| Kneading | | | 1 | |
| Ripening | 1 | | | |
| Rolling | 1 | | | |
| Drying | 1 | | | |
| Cutting | | | | |
| Packing | 1 | 1 | | |
| 총인원수 | 7 | 3 | 2 | 12 |
| 시간당노무비 | 14,000 | 5,400 | 4,400 | 23,800 |
| 연간노무비 | 33,600,000 | 12,960,000 | 10,560,000 | 57,120,000 |
| 복리후생비 | | | | 22,848,000 |
| 상여금 | | | | 19,040,000 |
| 합계 | | | | 41,888,000 |

5) 유틸리티 비용

Table 33. 연간 유틸리티 비용(3차년도 이후)

| 항목 | 단위 | 사용량 (/년) | 단가 (원) | 금액 (천원/년) |
|------|----------------|----------|--------|--------------|
| 전기 | kWh | 697,290 | 46 | 32,075 |
| 압축공기 | m ³ | 67,200 | 5 | 336 |
| 용수 | ton | 7,500 | 18 | 135 |
| 냉동실 | RT | 1,500 | 138 | 207 |
| 냉장실 | RT | 750 | 87 | 652 |
| 합계 | | | | 33,405 |

6) 관리직 노임

Table 34. 관리직 인건비

| 구분 | 인원 | 월간 (천원) | 연간 (천원) |
|-------|----|---------|---------|
| 공장장 | 1 | 1,800 | 21,600 |
| 분석 | 1 | 750 | 9,000 |
| 경리 | 1 | 450 | 5,400 |
| 일반공무 | 1 | 450 | 5,400 |
| 소계 | 4 | | 41,400 |
| 복리후생비 | | | 16,560 |
| 상여금 | | | 13,800 |
| 총계 | | | 71,760 |

7) 제조 원가

Table 35. 제품의 제조 원가

| 비용 | 항목 | 금액 (천원/년) | 제조 원가 (원) |
|----------|-------|-----------|-----------|
| 유동 비용 | 원료비 | 1,730,590 | 1248.6 |
| | 포장재료비 | 70,397 | 50.8 |
| | 노무비 | 41,888 | 30.2 |
| | 유틸리티 | 33,405 | 24.1 |
| 고정 비용 | 감가상각비 | 360,027 | 259.7 |
| | 관리유지비 | 278,270 | 200.7 |
| | 조세와보험 | 111,308 | 80.3 |
| | 관리직노임 | 71,760 | 51.7 |
| 직접 제조 비용 | | 2,697,645 | 1,946 |
| 오버헤드 | | 269,764 | 194 |
| 연간 제조 비용 | | | 2,140 |

바. 경제성 분석

경제성 분석을 위해서는 판매 가격을 결정하여야 한다. 일반적인 건면의 판매 가격이 1,200 ~ 1,500 원대에 형성되어있고, 녹차등이 가미된 건면의 경우 2,500 ~ 3,000 원대를 형성하고 있다. 본 제품의 경우 버섯 추출물 함유 제품이라는 기능성 식품이므로 보통의 건면의 가격보다 가격을 높게 책정하였다. 300 g 단위 포장당 3,500 원을 판매 가격으로 하여 경제성을 평가하여 크게 무리가 없으면 이로 결정하고자 하였다. 1차년도, 2차년도, 3차년도의 운용비와 계산된 수입으로부터 얻어진 현금 흐름과 순현가의 계산을 Table 23.에서 보여주고 있다. 본 공장은 1차년도에는 투자액에 비해서 시장 점유율이 작고 생산량이 작으며 생산 원가 또한 비싸므로 감가 상각을 고려하면 적자를 보이나 2차년도부터

는 흑자를 보이기 시작한다. 현재의 이자율 7.5%에서 본공장은 3,647,335,000 원의 순현가를 보이고 있다. 이 공장의 세금 납부 후의 소득을 기준으로 한 자본 회수 기간은 6.0년, 세금 납부 후 투자 수익률은 34.84%로 나타나며 내부 수익률은 16.57%로 나타났다. 투자 수익률의 계산은 수입에 감가 상각비를 포함한 운용비와 세금을 제하고 얻은 10년간의 연간 평균 이익을 고정 자본과 운영 자본으로 나누어 구하였다. 본 설계에서는 수입원으로 완제품으로 포장된 ‘버섯 추출물 함유 건면’만을 제시하여, 경제성 분석을 하였다. 그러나 이와 같은 공장에서 생산될 수 있는 품목에는 버섯 추출물 함유 파우더도 생각할 수 있을 것이고, 추출에 사용하고 남은 버섯 찌꺼기도 필요로 하는 다른 분야에 제공할 수 있을 것으로 생각된다. 공장의 부지부터 건물의 신축, 각종 기계류 또한 완전히 새로 구입하는 것으로 가정하였기 때문에, 고정자본 투자가 커질 수밖에 없었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 기존 공장의 리모델링이나, 또는 기존 생산라인에 본 연구에서 제시한 공정을 도입하는 등의 방안으로 제품 가격의 저렴화 또는 수입의 극대화 등의 효과가 창출될 수 있겠다.

Table 36. 공장의 현금 흐름과 순현재가 및 내부 수익률의 계산(단위 : 천원)

| 연차별 | 고정자본 | 운영자본 | 운용비 | 세금 | 수입 | 순현재흐름 | 할인율 | 할인된 현금흐름 |
|-----|------------|----------|------------|----------|------------|-------------|-------|-------------|
| 0 | ₩4,265,418 | | | | | -₩4,265,418 | 1,000 | -₩4,265,418 |
| 1 | | ₩767,775 | ₩2,607,382 | | ₩1,323,000 | -₩2,052,157 | 0.930 | -₩1,908,983 |
| 2 | | | ₩2,607,382 | ₩284,333 | ₩3,087,000 | ₩195,285 | 0.865 | ₩168,987 |
| 3 | | | ₩2,607,382 | ₩446,809 | ₩4,851,000 | ₩1,796,809 | 0.805 | ₩1,446,361 |
| 4 | | | ₩2,607,382 | ₩446,809 | ₩4,851,000 | ₩1,796,809 | 0.749 | ₩1,345,452 |
| 5 | | | ₩2,607,382 | ₩446,809 | ₩4,851,000 | ₩1,796,809 | 0.697 | ₩1,251,583 |
| 6 | | | ₩2,607,382 | ₩446,809 | ₩4,851,000 | ₩1,796,809 | 0.648 | ₩1,164,263 |
| 7 | | | ₩2,607,382 | ₩446,809 | ₩4,851,000 | ₩1,796,809 | 0.603 | ₩1,083,036 |
| 8 | | | ₩2,607,382 | ₩446,809 | ₩4,851,000 | ₩1,796,809 | 0.561 | ₩1,007,475 |
| 9 | | | ₩2,607,382 | ₩446,809 | ₩4,851,000 | ₩1,796,809 | 0.522 | ₩937,186 |
| 10 | ₩356,708 | ₩767,775 | ₩2,607,382 | ₩446,809 | ₩4,851,000 | ₩2,921,292 | 0.485 | ₩1,417,393 |

1) 고정자산 : 총고정 자산에서 투자에서 토지 구입비를 뺀 값
 2) 운영자산비 : 총고정 자금을 제외한 고정 자산의 18%, 10년 후 회수되는 것으로 가정
 3) 운영비용 : 각기 상각비를 포함시키지 않은 값
 4) 세액공제 : 손익의 10.8%로 계산
 5) 할인율 : 은행 이자율 7.5%로 가정
 6) 할인기간 : 10년 후 회수되는 것으로 가정
 7) 현금흐름 : 운영 자산의 1/3의 잔존 가치를 가지는 것으로 가정

NPV = 3,647,335
 IRR = 16.57%
 ROI = 34.84%
 자본회수기간 = 6.0년

제 4 절 결론

팽이 및 만가닥 버섯의 장기 저장 방법으로써 각 버섯을 건조 및 냉동하여 특성 변화를 관찰하였다. 우선 식품의 저장 과정에서 식품의 품질에 큰 영향을 주는 효소들의 활성을 억제하기 위해 대표적인 열저항성 효소인 peroxidase를 지표로 선정하여 건조 저장 및 냉동 저장의 전처리 공정인 blanching의 최적 조건을 얻을 수 있었다. 다양한 건조 방법을 통하여 팽이 및 만가닥 버섯을 건조할 때 팽이 및 만가닥 버섯에 가장 적합한 건조 방법을 찾기 위하여 건조시 발생하는 갈변과 건조된 버섯을 재수화 하였을 때의 재수화율을 기준으로 적합한 건조 방법을 탐색한 결과 동결 건조 방법이 갈변도와 재수화에서 가장 우수하였다. 각 버섯을 냉동 저장하였을 때에는 냉동 속도와 해동 방법이 drip loss에 미치는 영향과 냉동 온도와 해동 방법이 각 버섯의 texture에 미치는 영향을 조사하였다. Drip의 양은 냉동 온도가 낮아질수록, 냉동 속도가 빨라질수록, 상온에서 서서히 해동할수록 적어짐을 알 수 있었고, 냉동 온도와 해동 방법이 버섯의 texture에 미치는 영향은 극히 적음을 알 수 있었다. 따라서 drip을 최소화하는 방향으로 냉동 저장을 한다면 냉동 속도를 빠르게 하여 낮은 온도에서 냉동하고, 해동은 서서히 해 주는 것이 바람직 함을 알 수 있었다. 시료:용매비, 추출 온도, 추출 시간을 요인 변수로 하여 버섯의 대표적 항산화 물질인 β -glucan의 최적 추출 조건을 확립하였다. Main effect plot과 interaction plot, factorial desing에 의한 분산분석의 결과 팽이 버섯의 경우 용매비가 1:20, 추출온도 55℃, 추출시간 8 hr, 만가닥 버섯은 용매비가 1:20, 추출 온도 40℃, 추출시간 8 hr에서 crude β -glucan의 최대수율을 얻을 수

있었다. 버섯 추출물을 microencapsulation하기 위해 에탄올에 의한 버섯 extract 제조의 최적 조건을 반응 표면 분석을 통해 확립하였고, 이를 spray-drying을 통해 encapsulation하였다. Dextrin을 wall material로 사용하였고, dextrin의 양과, spray dryer의 inlet temperature를 요인 변수로, 제조된 파우더의 버섯 extract 함량을 반응 변수로 하여 버섯 추출물의 microencapsulation 최적 조건을 반응 표면 분석을 통해 확립하였다. 또한, 버섯 추출물을 encapsulation에 의해 함유한 파우더와 버섯 분말을 제품에 적용하였고, 그 예로써 버섯 추출물 함유 건면 제조 공장을 설계하였다. 경제성 분석 결과 버섯 추출물 함유 건면은 시장성이 있는 것으로 판단되었다.

제 4 장 목표 달성도 및 관련 분야에의 기여도

| 구 분 | 연구개발 목표 | 달성도 및 기여도(*) |
|---------------------|--|---|
| 1세부 과제 (2000) | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 팥이 및 만가닥버섯의 생리활성 성분의 검색 및 유효성분 추출 기술 개발 ◦ 팥이 및 만가닥버섯의 조리방법 및 추출방법에 따른 유효성분 대량 추출기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 생리 활성 (전자공여작용, ACE 저해작용, Tyrosinase 저해작용, 아질산염소거작용) 성분 측정. ◦ 전처리방법, 추출방법에 따른 팥이, 만가닥 버섯의 생리활성 비교 분석. |
| 위탁 과제 (2000) | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 건조에 의한 팥이 및 만가닥 버섯의 저장 기술 개발 ◦ 팥이 및 만가닥 버섯 추출물의 미세 캡슐화 기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 건조 전처리 공정으로서 blanching의 최적조건 확립. ◦ 다양한 방법의 버섯 건조 ◦ 분무건조에 의한 버섯류 추출물의 미세 캡슐화 실험. |

| 구 분 | 연구개발 목표 | 달성도 및 기여도(*) |
|---------------------|---|---|
| 1세부 과제 (2001) | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 추출공정(용매, 추출온도, 시간) 별 팥이 및 만가닥버섯의 특성 비교 ◦ 팥이 및 만가닥버섯의 최적추출 조건 설정 | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 팥이 및 만가닥 버섯의 추출 조건 설정. ◦ 팥이 및 만가닥 버섯의 추출 공정 최적화 확립. ◦ 추출방법에 따른 생리 활성 성분 변화 측정. ◦ 용매제거 제품 평가 시험. |
| 위탁 과제 (2001) | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 냉동에 의한 팥이 및 만가닥 버섯의 저장 기술 개발 ◦ 팥이 및 만가닥 버섯 유효 성분의 미세캡슐화 공정 최적화 및 공정 설계 | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 팥이 및 만가닥 버섯의 냉동 실험 ◦ 시료별 최적캡슐화 조건의 확립 ◦ 캡슐화 제품의 물성 및 안정성 (열, pH) 조사 ◦ 미세캡슐 공정의 산업화를 위한 공장 설계 자료 제시 |

| 구 분 | 연구개발 목표 | 달성도 및 기여도(*) |
|---------------------|--|--|
| 1세부 과제 (2002) | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 생리활성 추출물의 기능성 소재화 및 품질평가 ◦ 팥이 및 만가닥버섯을 이용한 가공식품(음료, 차류)의 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 생리활성 추출물의 기능성 소재화 시험 ◦ 생리활성 추출물의 시제품 제조 시험 ◦ 팥이 및 만가닥 버섯 음료 개발 ◦ 팥이 및 만가닥 버섯의 차류 개발 |
| 위탁 과제 (2002) | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 미세 캡슐화된 버섯추출물 활용 방안 탐색 ◦ 건조 및 냉동된 버섯을 이용한 신제품 생산 ◦ 신제품을 위한 공장 설계 | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 미세캡슐화 버섯추출물의 가공식품 적용 ◦ 건조된 버섯의 분말 조제. ◦ 분말화된 버섯의 가공식품(라면스프 등) 적용. ◦ 버섯을 이용한 가공 신제품을 위한 공정 설계, 기계 장치 선정, 공정배치, 경제성 분석. |

제 5 장 연구개발 결과의 활용 계획

1. 팽이 및 만가닥 버섯의 생리활성 성분의 검색 및 추출공정 최적화 기술 개발
2. 팽이 및 만가닥 버섯의 건조, 냉동기술 확립 및 버섯 추출물의 미세캡슐화 기술 개발
3. 팽이 및 만가닥버섯을 이용한 가공식품(중간 소재화, 라면 스프, 음료, 차류) 개발, 산업화 모델 시스템

팽이 및 만가닥버섯의 생리활성 성분의 검색 및 유효성분의 추출방법을 개발하였고, 전처리 방법이나 추출조건에 따른 생리활성 성분을 비교분석하였다. 팽이 및 만가닥버섯의 생리 활성 성분을 추출 방법, 용매, 온도, 시간에 따라 비교하여 최적 추출조건을 설정하였다.

또한, 팽이 및 만가닥버섯의 다양한 제품 개발을 위해 버섯과 어울리는 소재를 선정하고, 선정한 소재의 적절한 농도를 결정하여 다양한 종류의 음료와 차를 개발하였다. 또, 버섯의 장기간 저장을 위해 저장에 가장 크게 영향을 미치는 인자들을 알아보고, 장기간 저장을 위한 바람직한 조건을 설정하였으며 미세 캡슐화 및 공정의 최적화를 위한 공정을 설계하였다.

팽이 및 만가닥버섯의 최적 추출조건 즉, 추출 방법, 용매, 온도, 시간 등의 조건이나 팽이 및 만가닥버섯을 소재로 다양하게 개발된 제품들과 미세 캡슐화 및 최적화된 공정은 산업체나 농협 등에 기술 이전을 시도할 것이다.

본 연구과제의 수행 결과 얻어진 성과는 다음과 같이 활용할 계획이다.

o 연구 결과 및 결과별 활용가능영역

1) 국내외 관련 학회 논문 게재

- 마이크로 웨이브 추출공정에 의한 팽이버섯 추출물의 기능적 특성. 한국식품과학회지, 제34권 6호, 1013-1017 (2002)
- 팽이 및 만가닥버섯에서 추출한 peroxidase 의 열 불활성과 특성. 한국식품과학회지, 제 34권, 6호, 1067-1072 (2002)
- 마이크로웨이브 추출공정에 의한 만가닥버섯의 기능적 특성. 한국식품저장유통학회지, 제9권 4호, 385-390 (2002)
- 반응표면분석에 의한 팽이버섯의 microwave 추출조건 최적화. 한국식품과학회지, 제 35권 2호, 222-228 (2003)
- 반응표면분석에 의한 만가닥버섯의 추출조건 최적화. 한국식품영양과학회지, 제32권 4호, 574-580 (2003)

2) 국내외 관련 학회 논문 발표

- 용매별 마이크로웨이브 추출조건에 따른 팽이버섯의 생리활성 변화, 제 17차 한국농산물저장유통학회, 동국대학교 (2001.11.3)
- 마이크로웨이브 추출조건에 따른 만가닥버섯의 생리활성 변화, 제20차 한국농산물저장유통학회, 상주대학교(2002.4.26)
- 냉동속도 및 해동방법이 버섯의 texture 및 drip loss에 미치는 영향. 한

국산업식품공학회, 2002년도 추계 학술발표회, 천안상록리조트
(2002.11.16)

- 반응표면분석에 의한 팽이 및 만가닥버섯 β -glugan의 추출 특성. 한국 산업식품공학회, 2002년도 추계 학술발표회, 천안상록리조트(2002.11.16)
- 반응표면분석에 의한 팽이 및 만가닥버섯의 에탄올 추출조건 최적화. 제 70차 한국식품과학회, 경주교육문화회관 (2003.6.26-6.28)

제 6 장 연구개발 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

1. Gray, J.I. and Dugan, Jr.L.R., : Inhibition of N-nitrosamine formation on model food system. *J. Food Sci.*, 40, 981-984(1975).
2. Cushman, D.W. and Chung, H.S. : Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.* 20, 1637-1648(1971).
3. Wong, T.C., Luh, B.S. and Whitaker, J.R. : Isolation and characteristics of polyphenol oxidase of clingstone peach. *Plant Physiol.*, 48, 19-23(1971).
4. Poulsen, R.L., "Optimization of vegetable blanching", *Food Technol.*, 40(6), pp.122, 1986).
5. Langdon, T. T., "Preventing of browning in fresh prepared potatoes without the use of sulfiting agents", *Food Technol.*, 41(5), pp.64, 1987).
6. Berstain, C. I., Azuara, E., Cortes, R. and Garcia, H. S., "Mass transfer during osmotic dehydration of fineapple rings. *Inter. J. Food Sci. Tech.*, 25, pp.576, 1990.
7. Chong-Kook Kim, Yong-Sang Yoon, Jae Yang Kong, "Preparation and evaluation of flurbiprofen dry elixir as a novel dosage form using a spray-drying technique", *International Journal of Pharmaceutics*, 120, pp.21-31, (1995)

제 7 장 참고문헌

1. 김경숙, 쉽게 찾는 우리 버섯, 현암사, 1999.
2. 김병각, 버섯 건강요법, 가림출판사, 1995.
3. 박완희, 한국의 버섯, 교학사, 1991.
4. 이지열, 버섯, 경원출판사, 1999.
5. 엄병헌, 아가리쿠스 버섯, 서일, 1997.
6. Artz, W.E., A.L. Branen, P.M. Davidson. and S. Salminen(Editors),
Food Additives, Marcel Dekker, Inc., New York. 347-393(1990).
7. Avena-Bustillos, R.J., Cisneros-Zevallos, L.A., Krochta, J.M., and
Saltveit, M.E., Am. Soc. Agric. Eng., 36, 801-805(1993).
8. Baker R.A., Baldwin, E.A., and Nisperos-Carriedo, M.O., In Krochta
et al. 89-104(1994).
9. Balachandran, W. and Bailey, A.G., IEE Meeting of the Industrial
Application Society, 971(1982).
10. Baldwin, E.A., In Krochta et al., 25-64(1994).
11. Baldwin, E.A., Nisperos-Carriddo, M.O., Shaw, P.E., and Burns, J.K.,
J. Agric. Food Chem. 43, 1321-1331(1995).
12. Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O., and Bader, R.A., HortSci.
30, 35-38(1995)
13. Barbosa-Canovas, G.V., Malave-lopez, J., and Peleg, M., J Food
Process Engineering, 10, 1-19(1987).

14. Bayat, A., Zeren, Y., and Ulusoy, R.M., *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 25, 35(1994).
15. Berger, B. B., C. D. Miller, and Langer, G., U. S. Patent 3,208,951 (Sept. 28, 1965).
16. Bolin, H.R., *J. Food Sci.* 41, 1316(1976).
17. Bradley, A. and J. P. Hames, *J. Electrochemical Soc.* 110(1), 15-22(1963).
18. Brockett. B. W., U. S. Patent 3,179,600 (April 20, 1965).
19. Brown. E., *Plant Dis.* 68, 415-418(1984).
20. Brynko, C., U. S. Patent 2,969,330 (Jan. 24, 1961).
21. Ota, S. *New Food Industry*, 26, 49(1984).
22. Rural Nutrition Institute. *Food Composition Table*, 4th ed., RDA, Seoul, Korea(1991).
23. Yoshida, S., Sugahara, T. and Hayashi, J. *J. Japanese Soc. Food Sci. & Technol.*, 26, 356(1979).
24. Kabir, Y., Yamaguchi, M. and Kimura, S. *J. Nutr. Sci. Vitaminol*, 31, 341(1987).
25. Suzuki, S. and Ohshima, S. *Mushroom Science, Processing of the Ninth International Scientific Congress on the Cultivation of Edible Fungi*, Tokyo,(1974).
26. Broze, G. J. and Miletich, J. P. *Proc. National Acad. Sci. USA*, 84, 1886(1987).

27. Kang, Y.H., Park, Y.K. and Lee, C.D. : The nitrite scavging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(2), 232-239(1996).
28. Gray, J.I. and Dugan, Jr.L.R., : Inhibition of N-nitrosamine formation on model food system. *J. Food Sci.*, 40, 981-984(1975).
29. Cushman, D.W. and Chung, H.S. : Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.* 20, 1637-1648(1971).
30. Wong, T.C., Luh, B.S. and Whitaker, J.R. : Isolation and characteristics of polyphenol oxidase of clingstone peach. *Plant Physiol.*, 48, 19-23(1971).
31. Poulsen, R.L., "Optimization of vegetable blanching", *Food Technol.*, 40(6), pp.122, 1986).
32. Min-Kyung Lee, Ji-oeun Kil and Insik Park., "Thermostability and reactivation of peroxidase from soybean sprouts", *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28(1), pp.81, 1999.
33. 최연호, 정동선, "가열 및 화합물에 의한 후지 사과 Peroxidase의 활성 억제", *한국농화학회지*, 30(2), pp.285, 1987.
34. Gorin, N., Heiedma, F.T., *J. Agric. Food Chem.*, 24(1), pp.200, 1976.
35. Philip G. Miles 외, 1997, *Mushroom biology*, World scientific.
36. Langdon, T. T., "Preventing of browning in fresh prepared potatoes without the use of sulfiting agents", *Food Technol.*, 41(5), pp.64,

1987).

37. 김명환, Effects of pretreatment prior to conventional dehydration on dried product quality", *생물화공*, 4(4), pp.30, 1990.
38. 윤광섭, 배동호, 최용희, "전처리 방법에 따른 채소류의 열풍건조특성", *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29(2), pp.292-294, 1997.
39. 박재덕, 강현아, 장규섭, "마이크로 컴퓨터 제어장치를 이용한 표고버섯의 열풍건조", *Korean J. Food Sci. Technol*, 28(1), pp.72~73, 1996.
40. Berstain, C. I., Azuara, E., Cortes, R. and Garcia, H. S., "Mass transfer during osmotic dehydration of fineapple rings. *Inter. J. Food Sci. Tech.*, 25, pp.576, 1990.
41. 김명환, "양송이의 삼투압 건조에 따른 물질이동 특성과 갈변억제", *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27(5), pp.904, 1998.
42. 윤광섭, 최용희, "사과의 삼투압건조시 물질이동 특성", *한국식품영양과학회지*, 25, pp.824, 1998.
43. 안용근, 2000, 효소단백질 정제법, 양서각.
44. 채수규외, 1999, 표준 식품분석학, 지구문화사.
45. 성재모, 유영복, 차동열, 2000, 버섯학, 교학사.

(위탁과제)

1. 성재모 · 유영복 · 차동열, 버섯학, pp.435~437, pp.456, 교학사
2. Hyun Jung Kim, Jung Jin Lee, Mee Jung Cheigh and Shin Yang Choi, Amylase, Protease, Peroxidase and ascorbic acid oxidase activity of

- Kimchi* ingredient, *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 30(6), pp.1333, (1998)
3. Beak, H.H., Lee, C.H., Woo, D.H., Park, K.H., P다, U.H., Lee, K.S and Nam, S.B., Prevention of pectinolytic softening of *Kimchi* tissue., *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 21(1), pp.149, (1989)
 4. M. Pilar Cano., Begona de Ancos and M. Gloria Lobo., Mariana Santos., Improvement of frozen banana colour by blanching : relationship between browning, phenols and polyphenol oxidase and peroxidase activities., *Z Lebensm Unter Forsch A.*, 204, pp.60, (1997)
 5. Eon Ho Choi and Dong Sun Jung, Inactivation of peroxidase from Fuji Apples by heat and chemical treatments., *J. Korean Agricultural Chemical Society.*, 30(3), (1987)
 6. Hae Ik Rhee., Kyung Suk Park, Yong Soon Choi and Sang Young Lee., Purification and characterization of peroxidase from Chinese Cabbage., *Kor. J. Appl. Microbiol Biotechnol.*, 19(5), pp.470, (1991)
 7. Min Kyung Lee, JiOeun Kil and In Shik Park, Thermostability and reactivation of peroxidase from Soybean Sprouts., *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, pp.81, (1999)
 8. Mi Jin Jang, Il Young Cho and Si Kyung Lee., Effects of drill pickling process, H₂O₂ and storage duration on lipoxygenase, peroxidase, catalase activity in Cucumber and Brine., *Agricultural chemistry and Biotechnology.*, 39(3), pp.222, (1996)
 9. 권용주 · 권중호 · 박근형 · 박양균 · 양희천, 식품화학, pp.255~257, 영

지문화사

10. 김명환, Effect of pretreatment prior to conventional dehydration on dried product quality, *생물화공*, 4(4), pp.40, (1990)
11. Kim, B. K., J. E. Robber, K. S. Chung, H. S. Chung, and E. C. Choi, Antitumor components of cryptoporus volvatus, *Kor. J. Mycol.*, 10(3), pp. 111, (1982)
12. Seong-Gu Lee, Tae-Hyun Kim, Byeong-Hwa Park, Sang-Rin Lee, Kyung-Mok Park and Min-Seong Kim., Production and cosmetic activities of β -1,3/ β -1,6-Glucan by the liquid culture of schizoiophyllum commune, *균화학회소식*, 11(1), pp.28, (1999)
13. 조영희 · 신동석 · 박지용, 향기성분 미세캡슐화를 위한 유화 및 분무 건조 공정 최적화, *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 32(1), pp.132, (2000)
14. Chong-Kook Kim, Yong-Sang Yoon, Jae Yang Kong, "Preparation and evaluation of flurbiprofen dry elixir as a novel dosage form using a spray-drying technique", *International Journal of Pharmaceutics*, 120, pp.21-31, (1995)
15. Chong-Kook Kim, Yong-Sang Yoon, Jae-Yoon Choi, Beom-Jin Lee, "Enhanced Bioavailability of poorly water-soluble drugs using dry elixir", *Proceedings of FIP Post-Satellite symposium*, pp.33-39, (1993)
16. Han-Gon Choi, Chong-Kook Kim, "Application of dry elixir

- system to oriental traditional medicine : Taste masking of peonjahwan by coated dry elixir", *Arch Pharm Res*, 23(1), pp.66-71, (2000)
17. Poulsen, R.L., "Optimization of vegetable blanching", *Food Technol.*, 40(6), pp.122, (1986)
 18. 최언호, 정동선, "가열 및 화합물에 의한 후지 사과 Peroxidase의 활성억제", *한국농화학회지*, 30(2), pp.285, (1987)
 19. 안용근, 효소단백질 정제법, 양서각, (2000)
 20. Gorin, N., Heiedma, F.T., *J. Agric. Food Chem.*, 24(1), pp.200, (1976)
 21. 윤광섭, 배동호, 최용희, "전처리 방법에 따른 채소류의 열풍건조특성", *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29(2), pp.292-294, (1997)
 22. 박재덕, 강현아, 장규섭, "마이크로 컴퓨터 제어장치를 이용한 표고버섯의 열풍건조", *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(1), pp.72~73, (1996)
 23. Berstain, C. I., Azuara, E., Cortes, R. and Garcia, H. S., "Mass transfer during osmotic dehydration of fineapple rings. *Inter. J. Food Sci. Tech.*, 25, pp.576, (1990)
 24. Langdon, T. T., "Preventing of browning in fresh prepared potatoes without the use of sulfiting agents", *Food Technol.*, 41(5), pp.64, (1987)
 25. 이가순, 이주찬, 한규홍, 황용수, 송진, "생표고의 저온 및 냉동저장

- 시 선도유지의 최적 화”, *Korean J. Post-harvest sci. Technol. agri. Products*, 4(2), pp.115-122
26. L. Tehada, E. Sanchez, R. Gomez, M. Vioque and J. Fernandez-Salguero, "Effect of freezing and frozen storage on chemical and microbiological characteristics in sheep milk cheese", *Journal of food science*, 67(1), (2002)
27. 이종경, 박지용, "915 MHz를 이용한 동결 돈육의 급속 해동", *Food Sci. Technol.*, 31(1), pp.54-61, (1999)
28. 이영춘, 이경혜, "Blanching, Chemical dipping, 냉동방법 및 저장기간이 냉동 양송이의 품질에 미치는 영향", *Food Sci. Technol.*, 20(4), pp.536-540, (1988)
29. C. Gomez., A. Navarro., P.Manzanares., A. Horta & J. V. Carbonell., "Physical and structural propertoes of barley (1-3)(1-4) beta-d-glucan. Part II. Viscosity, chain stoffness and macromolecular dimensions", *Carbohydrate Polymers.*, 32, pp.17-22, (1997)
30. 김미옥, 차희숙, 구성자, "보리 β -Glucan [mixed-linked (1-3),(1-4)- β -D-Glucan]의 리올리지 특성", *Korean J. Food Sci. Technol.*, 25(1), pp.15-21, (1993)
31. Lee, Y.T. " β -glucan from hull-less barley: Isolation, chemical and reological characterization as a food gum", North Dakota State Univ. USA., (1992)

32. 박성현, 1999, 현대실험계획법, 민영사
33. Zvonko Burkus and Feral Temelli., " Effect of Extraction Condition on Yield, Compstion, and Viscosity Stability of Barley β -glucan Gum", *Cereal Chem.*, 75(6), pp.805-809, (1998)
34. Wood, P.J., Paton, D. and Siddique. I.R., "Determination of β -glucan in oats and barleys", *Cereal Chem.*, 54, pp.524-533, (1977)
35. 김성란, 최희돈, 석문호, 김성수, 이영택, " 보리로부터 분리한 β -glucan의 이화학적 특성", *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31(5), pp164-1170, (1999)
36. 이기동, 이정은, 권중호, "식품공업에서 반응표면분석의 응용", *식품과학과 산업*, 33(1), pp.33-45, (2000)
37. Sa-Won Lee, Moon-Hee Kim, Chong-Kook Kim, "Encapsulation of ethanol by spray drying technique : effects of sodium lauryl
38. 이영수, 강희호, 장규섭, 장영일, "흐름성 개선제가 건조 마늘 분말의 유동성에 미치는 효과", *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.*, 30(6), pp.1357-1361, (1998)
39. 김유호, 조영길, 한충수, "벼의 기하학적·기계적 성질 측정", *한국농기계협회*, pp261-268, (1998)
40. 한국 직업 능력 개발원, "농산 식품 제조 응용", 교육부, (1998)
41. Metal industries development centre, "Preliminary project proposal for instant noodle making plant", 072, (1985)

42. Metal industries development centre, "Preliminary project proposal for instant rice noodle making plant", 073, (1985)
43. Alfred Bartholomai, "Food factories", VCH, (1987)
44. 李東善, 鄭態然, "食品工場設計", 修學社, (2000)
45. 化學工業社. "食品製造工程図集"

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구 보고서입니다.
2. 이 보고서는 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.