

발 간 등 록 번 호

11-1541000-000514-01

보안과제(), 일반과제(○)

과제번호 107071-03

왕겨 탄화 초액의 고부가가치 활용 기술개발

Development of technology for practical utilization and adding value acidic liquid with carbonized rice hull

한국식품연구원

농림수산식품자료실



0005607



농림수산식품부

Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “왕겨 탄화 초액의 고부가가치 활용 기술개발”의 보고서로 제출합니다.

2010년 5월 29일

주관연구기관 : 한국식품연구원

주관연구책임자 : 이세은

세부연구책임자 : 성기승

연구 원 : 김동철

연구 원 : 김상숙

연구 원 : 김의웅

연구 원 : 김 훈

연구 원 : 박완수

연구 원 : 남궁배

연구 원 : 전기홍

연구 원 : 장종근

연구 원 : 김정화

연구 원 : 민춘기

연구 원 : 조중연

위탁연구기관 : 대원GSI

위탁연구책임자 : 서용교

위탁연구기관 : 용인송담대학

위탁연구책임자 : 신준섭

요 약 문

I. 제 목

왕겨 탄화 초액의 고부가가치 활용 기술개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

본 연구의 목적은 미국 부산물 왕겨 탄화공정에서 생성되는 왕겨 초액을 이용하여 식품산업의 고부가가치 소재로 활용될 수 있도록 유효효능 구멍과 활용방법의 개발이다. 이를 통하여 환경 유해물질로 인식되던 왕겨의 활용성을 높일 수 있는 기반이 구축되고 환경 친화적 유기농법에 이용되고 있는 왕겨의 제한적 활용성을 고부가가치 식품 소재화로 활용도를 높여 쌀산업의 중심인 RPC의 운영 활성화 및 관련 식품소재 산업의 발전에 기여함에 있다.

2. 연구개발의 필요성

국내 쌀 생산에서 얻어지는 주요 부산물은 벃짚, 왕겨, 미강, 미숙립 및 싸라기 등이 있으며, 싸라기, 미숙립, 벃짚 및 미강은 식용이나 가축의 사료로 활용되고 있지만, 왕겨의 경우 퇴비, 가축갈래 및 과수농과 잡초방지 등에 제한적으로 이용되고 있다. 국내 왕겨 생산량은 '07년 벼 총생산량인 5,961천톤을 기준할 때, 약 20% 정도인 연간 약 120만톤의 왕겨가 생산이 되고 있다.

왕겨는 퇴비, 농자재 등으로 활용이 제한되고 있어 Kg당 약 10원 정도로 업체에게 판매되고 있는 반면, 일부지역에서의 경우에는 왕겨 운반비 및 인건비를 지불하는 조건으로 왕겨를 처리하고 있는 등 왕겨처리 방법에 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다.

최근에 땅 살리기 운동과 함께 토양개선 및 원예, 화훼작물의 재배에서 상토용으로 왕겨탄화기술이 보급되기 시작하였다. 탄화왕겨는 토양의 물 흡수보관능력이 우수하고, 통기성이 높아 친환경농업이 각광받고 있는 실정에서 탄화시설의 보급은 확대될 것이다. 왕겨 탄화시설은 차별화된 안전한 고품질쌀 생산 정책에 힘입어 통합 RPC 및 임도정공장에서 설치를 계획하고 있다.

이때 발생하는 왕겨초액의 용도가 아직 명확하게 구명되지 있지 않다. 왕겨 중량의 약 16~20% 정도의 왕겨초액이 생산되므로 국내에서는 약 20(만톤/년) 정도 왕겨초액을 얻을 수 있어 상품화가 가능한 물량이다.

왕겨 탄화시설은 매우 고가(약 8억원) 시설로 왕겨초액을 고기능 고부가가치 소재화 기술을 개발할 경우, 왕겨 kg당 약 200g의 왕겨초액으로 왕겨의 부가가치를 5~10배 이상 향상시킬 수 있을 것이다.

특히, 건강 지향적인 소비자의 욕구를 충족시키기 위한 안전 고품질 농식품 생산에 유용한 식품 소재로 개발이 가능하다. 왕겨초액은 다양한 기능성 식품소재로 개발하면 우리 쌀산업의 중심인 RPC의 경영개선 및 쌀의 품질 및 가격 경쟁력 향상 크게 기여할 것이다.

다양한 목재를 탄화시키는 과정에서 얻어지는 목초액은 그 성분이 원료목재에 따라 다르게 나타는 등 품질이 균일하지 못한 성분조성임에도 이용방법에 대한 연구개발이 국내외서 이루어져 왔다. 반면 왕겨초액은 균일한 성분조성과 목재가 갖는 오일성분이 없는 초액을 얻을 수 있다.

목초액은 항균성, 황산화성, 항당뇨 및 항암성 등 다양한 기능을 갖는 것으로 보고되고 있으며 건강음료, 식품첨가제(햄, 소시지 등) 및 일부 식용이 가능한 것으로 홍보되고 있다. 반면, 왕겨초액은 성분조성, 식품첨가물, 기능성 및 활용에 관한 체계적인 연구가 전무한 실정이다.

왕겨초액 응축물을 일정기간 방치하면 페놀류등 분자량이 가벼운 상층 경질유 부분과 타르 물질등 분자량이 비교적 큰 하층부 그리고 초산, 페놀 및 무기물 등 유용한 물질이 풍부한 중간 수용액 층으로 분리된다. 왕겨초액은 왕겨의 탄화온도, 탄화방법에 따라 생산량과 품질에 많은 차이가 있는 것으로 예측되고 있다. 따라서 식품 소재화 용도에 따라 적정 탄화 방법과 탄화조건을 확립하여 용도에 부합되는 소재 생산을 위해 운영 및 정제분리 기술개발이 필수적이다.

일본의 경우 토양살균, 축산 분뇨화, 탈취, 작물 해충 퇴치, 퇴비발효 촉진, 식물생장 및 뿌리생육 촉진 효과 등 환경 정화분야에 활용하고 있으며, 일부 식품첨가제로 시판되고 있는 등 초기연구 단계로 국내의 기술개발이 시급하게 요구되고 있는 실정이다.

왕겨초액을 이용하여 절임식품 제조 공정에서 이상 발효에 의한 불쾌취 발생을 방지할 수 있고, 조식의 연부현상을 억제할 수 있는 등 전통식품에서 활용이 가능할뿐더러 강한 살균력을 이용한 과채류 세척수로 개발이 가능하고 왕겨초액에 함유되어 있는 항산력을 이용한 가공제품 또는 식용유지의 저장성을 향상시킬 수 있는 보존제로의 개발이 가능할 것이다.

따라서 왕겨초액의 항산화력, 항균력, 항당뇨성 등의 효과를 구명하고, 이 기능을 이용한 농식품의 절임, 세척, 보존제 및 항균 기능성 포장재 등 소재화 관련 연구가 필요하다.

개발된 실용화 기술은 실용화하여 대량생산 체계 기반구축 통해 차별화된 농식품 유통기술 보급에 이바지하고 쌀산업 중심지인 RPC의 경영개선과 품질차별화에 기여할 것이다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

가. 왕겨탄화 초액의 소재화기술개발

- 왕겨활용 기술 조사 분석
- 정제 분리기술 개발
- 소재화 제품의 효과 구명

- 김치의 절임 및 발효 특성
- 기능성 음료 제조 기술
- 열채류의 세정 효과
- 식용유 항산화 효과
- 갈변 억제 효과
- 과일 선도 유지효과

나. 왕겨 탄화 초액의 기능 특이성 구명

- 항산화활성구명
- 항균 활성 구명
- 세포독성활성구명
- 면역활성 구명
- 항당뇨 효능 구명
- 장기독성 및 유전독성
- 알콜 분해성 구명
- 살균 소독력 구명

다. 왕겨 초액을 이용한 기능성포장재개발

- 항균 포장봉지 개발
- 항균 골판지상자개발
- 왕겨 초액을 이용한 천연항균용기 개발

라. 왕겨탄화 초액의 생산기술확립

- 왕겨초액 생산 및 품질특성구명
- 왕겨 초액의 대량생산 및 운영시스템 확립

IV. 연구개발결과

본 연구는 왕겨초액의 고부가가치 활용을 위한 관련 기술개발과제로 주요 연구결과를 살펴보면 왕겨초액에 함유된 유해물질의 효율적인 제거를 위한 정제방법의 개발과 항산화, 항균, 살균 및 항당뇨 등의 기능적 특이성 효능을 확인하였다. 이러한 결과를 이용 식품소재로 적용성을 구명하였다. 식품 발효에 미치는 영향, 건강음료 개발 가능성, 열채류의 세척수 활용, 지방 항산화제 적용성 및 갈변 억제 효과 등을 분석하였다. 이와 함께 포장재에 왕겨초액 첨가방법을 개발하였으며 과채류 선도 유지효과를 구명하였다. 그리고 왕겨초액이 인체에 미치는 영향을 확인하기 위하여 동물 독성실험을 통한 안전성 실험을 수행하였다. 본 연구 결과는 다음과 같다.

1. 왕겨초액 생산을 위한 적정 탄화 및 응축수 온도는 350~360℃, 20~35℃ 범위로 이때 산량은 5.82%로 목초액과 죽초액의 3.1%, 3.19%, 일본 목초액의 경우 3.21%에 비하여 높은 함량을 보였다.
2. 가용성 무기물의 함량은 왕겨초액의 경우 4.2%Brix로 가장 높은 값을 보였다. 국내 목초액은 참나무가 2.6%Brix, 죽초액이 3.0%Brix를 보였다.
3. 왕겨초액의 유기물질 성분중 phenol과 cyclopentanone 등이 주요 성분이었다. phenol은 항산화 효과 및 미생물 생육억제 효과의 주요 원인 물질이다. 산성성분은 acetic acid와 propionic acid가 주성분이며 butyric acid 비율도 높은 것으로 나타났다.
4. 정제방법은 감압증류와 유기산을 산화 처리한 처리구들의 정제 효과가 비교적 우수한 것으로 나타났으며 정제한 초액에는 잔류 농약은 불검출되었다.
5. 초액의 무기물중 유해물질인 Pb, Cd, As, Hg는 검출되지 않았다. 이외의 Dimethylamine, o-Cresol, Methyl ethyl ketone 등은 검출되지 않았다.
6. 항균력 측정 결과 병원성 균주 및 *Escherichia coli* 모두에 대해서 일정 농도 이상에서는 항균활성이 있는 것으로 나타났다. 왕겨초액은 효모와 세균에 대한 항균 활성을 나타내는 것으로 확인되었으며, 효모 보다는 세균에 대한 항균력이 높은 것으로 조사되었다.
7. 항산화 활성 측정 결과 높은 항산화 효과를 보였으며 암세포 성장 억제율을 MTT assay 분석 결과 낮은 농도에서도 높은 억제정도를 가지는 것으로 나타났다. QR의 활성이 높아지는 것이 확인되어 암예방에 효과가 있을 것으로 사료된다.
8. 식품 첨가물 기준 정제 왕겨 초액의 품질은 기준에 적합한 범위에 속하였으며 페놀(2,6-디메톡시페놀로서)과 카르보닐(Carbonyls) 함량 기준은 적합하였으며 벤조피렌, 카드뮴과 비소 등은 LOQ 이하로 검출이 되지 않았다.
9. 살균소독력 시험법에 따라 시험한 결과 청정조건, 오염조건에서 살균효과가 있는 것으로 나타났으며 주요 유효성분은 Phenol (1,1-dimethylpropyl), Acetic acid 및 Propanoic acid로 확인이 되었다.

10. 항산화성 효가를 분석한 결과 대조구에 비하여 2~3배 산화지연 효과가 있는 결과를 보였다. 이와함께 갈변 억제 효과가 있음을 확인 할 수 있었다.
11. 발효식품 김치의 경우 첨가구에서 pH 변화가 늦고 미생물수가 낮게 나타났다. 발효 말기 조직감에서 왕겨초액을 첨가한 처리구가 대조군에 비해 아삭함이 높게 평가되었다. 따라서 왕겨초액을 첨가할 경우 김치의 발효 속도 및 향균성과 조직감에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.
12. 한약재를 첨가한 음료의 기호성은 비교적 높게 나타났으며 백미 유통 중 품질에 미치는 영향을 분석한 결과 왕겨초액을 처리한 실험구가 대조구에 비하여 지방산가 증가속도가 늦은 결과를 보였다.
13. 상추를 이용하여 세정 후 미생물 제거는 초기 총균수의 1/200 수준, 대장균수는 1/500 수준으로 감소폭이 비교적 크게 나타났다.
14. 딸기 표면에 초액을 처리한 구의 경우 부패율이 47% 정도 감소하는 효과가 있음을 확인하였다. 포도의 경우에는 갈변이 억제되는 결과를 보였다.
15. 기능성 포장재 제조시 종이의 물성과 내구성 그리고 선도유지 효능을 종합할 때 원지에 라텍스 배리어 코팅 후 왕겨초액을 도공하는 방식이 효능을 극대화시키는 방법으로 판단된다.
16. 골판지상자에 딸기의 선도유지 효능을 분석하였던 결과 50% 정도 감소되는 효과를 얻을 수 있었다. 과실봉지에 감귤을 저장한 경우 저장중 중량감소는 30%, 부패율 30% 이상 낮은 결과를 보여주었다.
17. 왕겨초액 이용해 천연 향균 펄프몰드(MFP ; Molded Fiber Pack)를 제조하여 계란의 유통 중 품질유지 효과를 분석한 결과 감량 방지 효과와 총균수가 안정적으로 변화하는 결과를 보였다. 그리고 관능분석 결과 냄새와 종합적 기호도에서도 대조구에 비해 전반적으로 높은 평가를 보였다.
18. 왕겨초액의 독성시험결과 단회 투여구의 경우 이상이 없는 결과를 보였으며, 장기독성 실험결과 투여량이 3ml/kg 이상 높은 투여구에서는 독성에 의한 폐사동물이 일부 발생하였다. 그러나 2ml/kg 이하의 투여구에는 별다른 이상조건이 관찰되지 않았다.

19. 유전독성 실험결과 분만 후 어미와 새끼 모두 이상 소견 없이 모두 건강한 상태였으며 왕겨초액을 투여한 처리구의 분만 마리수가 대조구에 비하여 33% 이상 높은 결과를 보였다.
20. 혈당 저하 실험을 수행한 결과 왕겨초액을 급여한 모든 처리구는 처음에 비하여 낮아지는 결과를 보였다. 대조구 경우에는 초기에 비하여 혈당이 지속적으로 높아지는 결과를 보였다.
21. 알콜 해독 효능 평가 결과 왕겨초액 급여구의 혈중 농도가 낮아지는 결과를 보여 알콜 분해 능력이 있는 것으로 확인이 되었다.
22. RPC의 백미 가공공정을 기준으로 하여 탄화기의 처리능력은 2.5톤과 4.5톤으로 하였다. 탄화 방식은 자체열원으로 탄화를 하는 직접 탄화방식으로 하였다.
23. 정제시스템은 감압증류장치에서 본 증류 후 산화 및 흡착공정 과정을 통하여 정제된다. 진공도 조절이 가능한 시설이며 초기, 중기 및 말기 증류액의 분리 회수가 가능한 구조로 구성이 되어있다. 생산능력은 시간당 100~150kg이다. 재료비와 시설투자비를 고려한 왕겨초액의 경제성 분석 결과 가격 경쟁력을 확보한 것으로 판단되었다.
24. 지금까지 본 연구에서 개발된 기술에 관하여서는 특허를 출원하였으며 국내의 전문학술지에 발표를 하였다. 본 기술은 참여업체에 기술이전을 추진중에 있으며 개발된 기술은 활용이 되도록 정책건의와 교육을 통해 벼, 생산 중심체인 RPC 등에서 활용토록 한다.

V. 연구성과 및 성과활용 계획

본 연구결과에서 도출된 왕겨초액의 정제기술과 향균, 항산화, 면역활성 등 기능성 결과와 부가가치를 향상 할 수 있는 식품소재화 활용기술 및 기능성 포장재개발 그리고 탄화시설의 개발 연구결과는 환경 유해물질로 인식되던 왕겨의 활용성을 높일 수 있는 기반이 구축되고 환경친화적 유기농법에 이용되고 있는 왕겨의 제한적 활용성을 고부가가치 식품 소재화로 활용도를 높혀 쌀산업의 중심인 RPC의 운영 활성화 및 관련 식품소재 산업의 발전에 기여 할 수 있을 것으로 판단된다. 이에 따라 개발된 기술은 활용이 되도록 정책건의와 교육을 통해 벼, 생산 중심체인 RPC 등에서 활용토록 한다.

주요 연구결과는 논문발표를 추진하고 본 연구결과 새로운 기술적 측면은 산업재산권을 출원하고 향후 관련 업체에 기술이전을 통한 산업화를 추진할 계획이다. 이와함께 국내 RPC의 효율적 운영을 위한 통폐합 및 처리능력 증대를 위한 개보수에 발맞추어 RPC 설계 전문엔지니어링사에 자료를 제공하여 RPC 공정에 반영토록 하여 시설 기능의 효율적 설치에 활용하도록 한다.

SUMMARY

I . Title

Development of technology for the value added practical utilization of acidic liquor from carbonized rice hull

II . Object and Importance

1. Object

The purpose of this study is to utilize the rice hull acidic liquor produced from the carbonization of rice hull as a food additives and investigate the function and utility of it. As a result of this study, rice hull recognized as a pollution origin could be utilized as a food resources so that contribute for the activation of RPC industry and development of food industry.

2. Importance

It is reported that the wood carbonized acid liquor has the anti microbial, anti oxidation, anti diabet and anti cancer activity so that it can be used as an food additives for the health stimulating beverage and meat products such as sausage and ham. But there is no detail study and reports on the functionality and food additives of rice hull carbonized acid liquor.

Rice hull acid liquor could be separated as a small molecules of phenol in the supernatant and large molecules of tar in the bottom layer and medium molecules of acetic acid, phenol, mineral in the central layer by the holding up process.

In Japan, rice hull acid liquor is used for the environmental refinery system such as soil sanitization, odor and insect removal, activation of compost fermentation and growth stimulation of plant root and commercial products for the food additives.

It is possible to prevent the pickled foods from the off odor and softening the texture. And rice hull acid liquid can be used for the washing agent and natural food preservatives of processed foods and edible oil with strong sanitizing and anti oxidation activity.

It is necessary to investigate the anti-oxidation, anti-microbial and anti-diabet effect of rice hull acidic liquor and continue to study on the utility as a food resources for the brining, washing, food preservatives and anti microbial functional packaging material in the agro food industries.

III. Contents and Scope

A. Technology developemt for the rice hull carbonized acidic liquor

1. Survey on the rice hull utilization
2. Separation & purification technology
3. Effect of rice hull acidic liquor
 - . Brining & fermentation on Kimchi
 - Functional beverage production
 - Washing effect on vegetable
 - Antioxidation activity of edible oil
 - Prevention of browning reaction
 - Freshness extension of fruit

B. Functionality of rice hull carbonized acidic liquor

1. Anti oxidation activity
2. Anti microbial activity
3. Toxicological activity
4. Immuno modulating activity
5. Anti diabet activity
6. Organic and genetic toxicology
7. Alcohol removal activity
8. pasteurization & sanitization activity

C. Development of Functional packaging film

1. Anti microbial paper bag
2. Anti microbial corrugated cardboard
3. Anti microbial container

D. Establishment of rice hull carbonized acidic liquor production

1. Production & characteristics of rice hull acidic liquor
2. Mass production & operation system of rice hull acidic liquor

IV. Results and Suggestion

This study tried to develop the technology for the value added utility of rice hull acidic liquor. The main results are composed of purification of rice hull acidic liquor and identification of anti-oxidation, anti-microbial, food sanitary and anti-diabet activity together with the development of functional packaging film. To confirm the toxic effect to the human health, safety study on the laboratory animal test has done.

The results obtained were summerized as follows :

1. The optimun temperature of carbonization and cooling water for the production of rice hull acidic liquor was 350~360°C, 20~35°C respectively. The acid level of rice hull acidic liquor was 5.82% and it was higher than that of 3.1% of wood acidic liquor, 3.19% of bamboo acidic liquor and 3.21% of Japanese wood acidic liquor, respectively.
2. The soluble mineral contents of rice hull acidic liquor was 4.2%brix and it was higher than 2.6%Brix of oak acidic liquor and 3.0%Brix of bamboo acidic liquor, respectively.
3. The major organic components of rice hull acidic liquor was phenol responsible for the anti-oxidation and anti microbial activity and cyclopentene. The main acidic components of rice hull acidic liquor were acetic acid and propionic acid with the high level of butric acid.
4. Vacuum evaporation and organic acid oxidation treatment was effective for the purification of rice hull acidic liquor and agricultural chemical was not found in the rice hull acidic liquor.
5. Pb, Cd, As and Hg in the minerals together with Dimethylamine, o-Cresol, Methyl ethyl ketone was not detected from the rice hull acidic liquor.
6. Based on the anti -microbial effect test, rice hull acidic liquor was effective on the pathogenic microorganism and *Escherichia coli*. in the certain level of concentration.
It was found that the rice hull acidic liquor has shown anti microbial activity on yeast and bacteria and higher on the bacteria.

7. Rice hull acidic liquor has shown high anti oxidation activity and based on the MTT assay of cancer cell, due to the increased trends of QR activity. it could be effective to prevent the cancer disease.
8. Rice hull acidic liquor was satisfied the food additive standard with the optimum level of phenol(2,6-dimethoxyphenol) and carbonyl contents. Benzopyrene, Cadmium and Arsenic was below LOQ and didn't detected.
9. Based on the pasteurization & sanitization test in the clean and infected condition, phenol(1,1-dimethylprophyl), acidic acid and propanoic acid were effective for the pasteurization and sanitization.
10. Based on the anti oxidation test, oxidation was delayed 2-3 times by the use of rice hull acidic liquor together with the anti browning activity.
11. The rice hull acidic liquor delayed the pH decline of Kimchi with the lower number of lactic bacteria. The hardness of Kimchi texture was increased by the addition of rice hull acidic liquor. As a result of Kimchi study, rice hull acidic liquor gives good effect on the fermentation speed, microbial activity and texture of Kimchi.
12. Palatability of oriental herb added beverage was higher than control and based on the quality test of white rice during marketing, the speed of increasing acid value of of rice hull acidic liquor added rice was slower than control.
13. Through the microbial test of different washing solution, rice hull acidic liquor added washing solution decreased the total bacterial count level and coliform bacterial level to 1/200 and 1/500, respectively.
14. By the surface spray of rice hull acidic liquor, the spoilage of strawberry decreased to 47% and browning reaction was prevented in grape.
15. Based on the texture, endurance and shelf life test of functional packaging material, after coating the latex barrier, continued by the coating with rice hull acidic liquor was best way for the functional packaging material.

16. Through the corrugated cardboard test, shelf life of strawberry was increased 50%. And weight loss and spoilage rate of orange in the paper bag was decreased 30% and 30%, respectively.
17. Through the quality test of fresh egg, off odor was improved by the storage in the rice hull acidic liquor added natural molded fiber pack.
18. Based on the toxicity test of rice hull acidic liquor, there was no toxicity in the single use. Several animals were died of feeding 3ml/Kg of high level but there was no significant death in the feeding of 2ml/Kg of low level.
19. There was no genetic toxicity and healthy in the rice hull acidic liquor fed mother and child animal, and the number of childbirth of rice hull acidic liquor fed animal was 33% higher than control.
20. Based on the disbet test, the blood sugar level of rice hull acidic liquor fed animal was decreased but continuously increased in the control animals.
21. Through the alcohol test, the blood alcohol level of rice hull acidic liquor fed animal was lower than control animals.
22. Regarding the rice processing system of RPC, the capacity of carbonization system was decided 2.5 ton and 4.5 ton with the direct fire carbonization of self heat sources.
23. Purificaton procees is composed of distillation with vacuum evaporation continued by the oxidation and adsorption with the capacity of 100–150Kg per hour.
24. All kinds of developed technology was applied for the patent, domestic and international journals. Developed technology is on the way of technology transfer to the participated company. Finally developed technology can be utilized for the national policy and education so that utilized in the RPC of rice processing center.

CONTENTS

| | |
|---|----|
| Chapter 1. Preface and introduction | 19 |
| 1. Objectives | 19 |
| 2. Significance | 19 |
| 3. Scope | 22 |
| A. Technology developemt for the rice hull carbonized acidic liquor | 22 |
| B. Functionality of rice hull carbonized acidic liquor | 22 |
| C. Development of Functional packaging film | 22 |
| D. Establishment of rice hull carbonized acidic liquor production | 22 |
| Chapter 2. Research development status | 23 |
| A. Technology on the by products from rice processing industry | 23 |
| 1. Principles of technology | 23 |
| 2. Scope of technology | 23 |
| 3. Overall technology trends & situation of related industry | 24 |
| 4. Comparison of domestic & international technology & industry | 28 |
| 5. Major of research field | 29 |
| B. Characteristics of rice hull | 29 |
| C. Utilization of rice hull and wood acidic liquor | 33 |
| Chapter 3. Results and discussion | 40 |
| A. Purification and characteristics of rice hull acidic liquor | 40 |
| B. Functionality of rice hull acidic liquor | 57 |
| 1. Survey on the natural anti microbial and anti oxidants | 57 |
| 2. Anti oxidation activity of rice hull acidic liquor | 59 |
| 3. Anti microbial activity of rice hull acidic liquor | 61 |
| 4. Anti oxidation, Immuno modulating and toxicological test results | 66 |
| C. Materialization of rice hull acidic liquor | 75 |
| 1. Quality standard of food additives | 75 |
| 2. Sanitization activity of rice hull acidic liquor | 80 |
| 3. Anti oxidation effect of edible oil | 83 |
| 4. Prevention of browning reaction | 85 |

| | |
|---|-----|
| 5. Effect on the Kimchi quality | 89 |
| 6. Effect on the beverage | 97 |
| 7. Quality changes of rice during marketing | 101 |
| 8. Effect of removal of surface microorganism in the lettuce | 105 |
| 9. Quality changes of strawberry during marketing | 106 |
| 10. Quality changes of grape during marketing | 112 |
| 11. Discussion | 116 |
| | |
| D. Development of functional packaging film using rice hull acidic liquor | 118 |
| 1. Optimization of concentration | 118 |
| 2. Rheological properties of packaging film at different concentration | 120 |
| 3. Production of functional packaging envelop | 121 |
| 4. Feasability study on the slime control agent for the packaging paper | 124 |
| 5. Storage quality of orange with functional packaging paper | 125 |
| 6. Production & characteristics of functional packaging film | 129 |
| 7. Quality changes of strawberry with functional packaging paper | 140 |
| 8. Quality changes of grape with functional packaging paper | 146 |
| | |
| E. Anti diabet & toxicological test of rice hull acidic liquor | 185 |
| 1. Toxicological study in rat of oral supplied with rice hull acidic liquor | 185 |
| 2. Organ & genetic toxicological study in rat | 194 |
| 3. Blood sugar level of db/db mouse of oral supplied | 201 |
| 4. Effect of alcohol degradation in rat of oral supplied | 211 |
| | |
| F. Facility for the carbonization and refinery of rice hull acidic liquor | 220 |
| 1. Carbonization Apparatus | 220 |
| 2. Refinery facilities | 225 |
| 3. Analysis of economy | 227 |
| | |
| (appendix) | |
| Operation manual of carbonization of rice hull | 236 |
| | |
| Chapter 4. Accomplishment & contribution in research area | 251 |
| | |
| Chapter 5. Application of research results | 252 |
| | |
| Chapter 6. Foreign information collected from this study | 253 |
| | |
| Chapter 7. Reference | 256 |

목 차

| | |
|---------------------------------|----|
| 제 1 장 연구개발과제의 개요 | 19 |
| 제 1절 연구개발의 목적 | 19 |
| 제 2절 연구개발의 필요성 | 19 |
| 제 3절 연구내용 및 범위 | 22 |
| 가. 왕겨탄화 초액의 소재화기술개발 | 22 |
| 나. 왕겨 탄화 초액의 기능 특이성 구명 | 22 |
| 다. 왕겨 초액을 이용한 기능성포장재개발 | 22 |
| 라. 왕겨탄화 초액의 생산기술확립 | 22 |
| 제 2 장 국내외 기술개발 현황 | 23 |
| 제 1절 미곡 부산물 활용 기술 | 23 |
| 1. 기술 분야 | 23 |
| 2. 기술 범위 | 23 |
| 3. 국내외 기술개발 동향 및 관련 산업 현황 | 24 |
| 4. 국내외 기술 및 관련 산업비교 | 28 |
| 5. 관련 분야 전망 | 29 |
| 제 2절 왕겨의 특성 | 29 |
| 제 3절 왕겨 초액, 목초액 현황 | 33 |
| 1. 국내외 왕겨 초액의 활용 | 33 |
| 2. 목초액의 활용 | 34 |
| 제 3 장 연구 개발 수행 내용 및 결과 | 40 |
| 제 1절 왕겨 초액의 정제 및 품질 특성 | 40 |
| 1. 서언 | 40 |
| 2. 재료 및 방법 | 41 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 제 2절 왕겨 초액의 기능 특이성 | 57 |
| 1. 천연 항균, 항산화제 현황 | 57 |
| 2. 왕겨 초액의 항산화 활성 | 59 |
| 3. 왕겨 초액의 항균 활성 | 61 |
| 4. 왕겨 초액의 항산화, 면역, 독성 실험결과 | 66 |
| | |
| 제 3절 왕겨초액의 소재화 기술개발 | 75 |
| 1. 식품첨가물 기준 품질 특성 | 75 |
| 가. 재료 및 방법 | 75 |
| 나. 결과 및 고찰 | 79 |
| 2. 왕겨초액의 살균소독력 | 80 |
| 가. 재료 및 방법 | 80 |
| 나. 결과 및 고찰 | 80 |
| 3. 식용유의 항산화 효과 | 83 |
| 가. 재료 및 방법 | 83 |
| 나. 결과 및 고찰 | 84 |
| 4. 갈변 억제 효과 | 85 |
| 가. 재료 및 방법 | 85 |
| 나. 결과 및 고찰 | 85 |
| 5. 김치의 품질 특성 | 89 |
| 가. 재료 및 방법 | 89 |
| 나. 결과 및 고찰 | 90 |
| 6. 음료의 품질 특성 | 97 |
| 가. 재료 및 방법 | 97 |
| 나. 결과 및 고찰 | 99 |
| 7. 백미 유통 중의 품질 변화 | 101 |
| 가. 재료 및 방법 | 101 |
| 나. 결과 및 고찰 | 102 |
| 8. 상추의 표면 미생물 세정효과 | 105 |
| 가. 재료 및 방법 | 105 |
| 나. 결과 및 고찰 | 105 |
| 9. 딸기 유통중의 품질변화 | 106 |
| 가. 재료 및 방법 | 106 |
| 나. 결과 및 고찰 | 107 |
| 10. 포도 유통 중의 품질변화 | 112 |
| 가. 재료 및 방법 | 112 |
| 나. 결과 및 고찰 | 113 |
| 다. 결론 | 116 |
| 11. 종합 결론 | 116 |

| | |
|--|-----|
| 제 4절 왕겨초액을 이용한 기능성 포장지 개발 | 118 |
| 1. 초액의 적정 첨가량 | 118 |
| 2. 초액 첨가에 따른 원지의 물성 변화 | 120 |
| 3. 기능성 봉지 제조 | 121 |
| 4. 왕겨초액의 제지용 슬라임 콘트롤제 적용성 | 124 |
| 가. 재료 및 방법 | 124 |
| 나. 결과 및 고찰 | 125 |
| 5. 왕겨초액으로 제조한 과일봉지에 저장한 감귤의 저장성 | 125 |
| 가. 재료 및 방법 | 126 |
| 나. 결과 및 고찰 | 127 |
| 다. 결론 | 129 |
| 6. 왕겨초액을 이용한 기능성 포장재 제조 및 특성 | 129 |
| 가. 재료 및 방법 | 129 |
| 나. 실험방법 | 130 |
| 다. 결과 및 고찰 | 132 |
| 라. 결론 | 135 |
| 7. 왕겨초액 도공 골판지상자의 선도 실험 | 136 |
| 가. 재료 및 방법 | 136 |
| 나. 측정항목 | 136 |
| 다. 실험결과 | 137 |
| 라. 결론 | 140 |
| 8. 기능성 포장재에 저장한 포도의 품질특성 | 140 |
| 가. 실험방법 | 140 |
| 나. 측정항목 | 140 |
| 다. 실험결과 | 142 |
| 라. 결론 | 145 |
| 9. 천연 펄프몰드(MFP)에 저장한 계란의 품질 특성 | 146 |
| 가. 재료 및 실험방법 | 146 |
| 나. 결과 및 고찰 | 148 |
| 10. 결론 및 요약 | 184 |
| | |
| 제 5절 왕겨초액의 항당뇨 독성 실험 | 185 |
| 1. 왕겨초액을 단회 경구 투여한 랫드의 독성시험 | 185 |
| 가. 시험물질 및 대조물질 | 185 |
| 나. 재료 및 방법 | 185 |
| 다. 실험 결과 | 187 |
| 2. 왕겨초액을 급여한 랫드의 장기독성 및 유전독성시험 | 194 |
| 가. 실험동물 | 194 |
| 나. 검역 및 순화 | 194 |
| 다. 처리구 분리 | 194 |

| | |
|---|------------|
| 라. 사육환경 | 194 |
| 마. 시험 결과 | 196 |
| 3. 왕겨초액을 급여한 db/db mouse의 혈당강하 효과 | 201 |
| 가. 재료 및 방법 | 201 |
| 나. 실험 결과 | 203 |
| 4. 왕겨초액을 투여한 흰쥐의 알콜 해독에 대한 효능평가 | 211 |
| 가. 처리구 분리 | 211 |
| 나. 사육환경 | 211 |
| 다. 사료 및 물의 급여방법 | 212 |
| 라. 알콜 및 왕겨초액 투여 | 212 |
| 마. 혈액 채취 | 213 |
| 바. 분석항목 | 214 |
| 사. 실험 결과 | 214 |
| 5. 결론 및 요약 | 219 |
| | |
| 제 6절 왕겨 탄화시설 및 정제시설 | 220 |
| 1. 탄화 설비 | 220 |
| 2. 왕겨초액 정제시설 | 225 |
| 3. 왕겨초액 경제성 | 227 |
| 가. 초기 설비투자 | 227 |
| 나. 제조원가 | 228 |
| 4. 왕겨초액 판매가격 추정 | 234 |
| 5. 결론 및 요약 | 235 |
| | |
| (부록) 왕겨탄화기 운전메뉴얼 | 236 |
| | |
| 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 | 251 |
| | |
| 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획 | 252 |
| | |
| 제 6 장 연구개발 과정에서의 수집한 해외과학 기술정보 | 253 |
| | |
| 제 7 장 참고문헌 | 256 |

제1장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발의 목적

본 연구의 목적은 미곡의 부산물인 왕겨 탄화공정에서 부수적으로 얻어지는 왕겨 초액을 이용하여 식품산업의 고부가가치 소재로 활용될 수 있도록 유효효능과 활용방법을 개발하여 환경 유해물질로 인식되던 왕겨의 활용성을 높일 수 있는 기반기술을 확립하고 환경 친화적 유기농법에 이용되고 있는 왕겨 탄화에 국한되던 산업을 탄화 부산물인 왕겨 초액을 고기능 고부가가치 소재화로 개발하고 쌀 산업의 중심인 RPC의 운영 활성화 및 관련 식품소재 산업의 발전에 기여함에 있다.

제 2절 연구개발의 필요성

국내의 쌀 생산에서 얻어지는 주요 부산물은 벃짚, 왕겨, 미강, 미숙립 및 싸라기 등이 있으며, 싸라기, 미숙립, 벃짚 및 미강은 식용이나 가축의 사료로 활용되고 있지만, 왕겨의 경우 퇴비, 가축깔개 및 과수농과 잡초방지 등에 제한적으로 이용되고 있다.

국내 왕겨 생산량은 '05년 벃 총생산량인 6,434,972톤을 기준할 때, 약 20% 정도인 연간 약 120만톤의 왕겨가 생산이 되고 있음. 또한, 종래에는 소규모도정공장에서 생산되어 활용방법에 제한을 받았으나 현재는 328개소 RPC와 약 200개소 임도정공장에서 생산되고 있으며, 정부의 RPC 규모화정책으로 100개소의 대규모 도정공장이 2010년까지 설치될 계획이다.

왕겨는 퇴비, 농자재 등으로 활용이 제한되고 있어 Kg당 약 10원 정도로 업체에게 판매되고 있는 반면, 일부지역에서의 경우에는 왕겨 운반비 및 인건비를 지불하는 조건으로 왕겨를 처리하고 있는 등 왕겨처리 방법에 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다.

왕겨는 내·외피가 규소로 치밀하게 구성되어 있어서 사료로는 소화 효율이 낮기 때문에 퇴비나 가축의 사료제조에 제한적으로 이용됨. 한편, 조사료로 소화율을 높이고 퇴비제조 과정에서 부식성을 높이기 위해 압축성형기로 팽연화시켜 소화율과 퇴비의 부식성 높인다.

최근에 땅 살리기 운동과 함께 토양개선 및 원예, 화훼작물의 재배에서 상토용으로 왕겨탄화기술이 보급되기 시작하였다. 탄화왕겨는 토양의 물 흡수보관능력이 우수하고, 통기성이 높아 친환경농업이 각광받고 있는 실정에서 탄화시설의 보급은 확대될 것이다.

왕겨 탄화시설은 지방정부의 차별화된 쌀 브랜드 육성사업과 함께 차별화된 안전한 고품질쌀 생산 정책에 힘입어 통합 RPC 및 규모화된 임도정공장에서 설치를 계획하고 있다. 반면, 탄화과정에서 왕겨 중량의 약 20% 정도 부산물로 얻어지는 왕겨초액은 아직 용도가 명확하게 구명되지 있지 않다.

총 탄화시킨 왕겨 중량의 약 16~20% 정도의 왕겨초액이 생산되므로 국내에서는 연간 약 20만톤 이상의 왕겨초액을 얻을 수 있어 상품화가 가능한 물량이다. 특히, 건강 지향적인 소비자의 욕구를 충족시키기 위한 안전 고품질 농식품 생산에 유용한 식품 소재로 개발이 가능하다.

현재 정부정책 사업으로 추진되고 있는 통합 RPC 100개소가 설치될 경우 미곡종합처리 시설로 1일 20~40톤 정도로 발생하는 왕겨 탄화시설을 설치할 것이다. 따라서 부수적으로 발생하는 4~8톤 정도 발생하는 왕겨 초액의 활용기술 개발이 필수적으로 요구될 것이다.

왕겨 탄화시설은 국내 3개 업체와 수입시설에 의존하고 있고, 현재 약 6개소 정도가 설치되어 있으며, 생산된 왕겨 초액은 살균력이 있는 것으로 알려지고 있다. 따라서 친환경 유기농업에서의 농약 대체 효과를 홍보하고 있는 정도이다.

왕겨는 국내에서 연중 생산되는 부존자원으로서 활용성이 제한되어 왔으나 친환경유기농업이 확대되고, 과채류 등 하우스 재배가 확충되면서 탄화왕겨의 우수성이 농업기술센터 중심으로 입증되고 있어 왕겨 탄화시설의 확대보급이 예측되고 있다.

왕겨 400kg을 탄화하면 탄화왕겨 약 100kg(25%), 왕겨초액은 약 80kg(20%) 그리고 약 25만 Kcal의 열에너지를 얻을 수 있다. 왕겨를 300~500℃로 탄화할 때 발생하는 연기와 수증기를 냉각, 응축시켜 pH 3~4 정도인 산성액체 왕겨초액을 얻을 수 있다. 왕겨 탄화시설은 매우 고가(약 8억원) 시설로, 탄화왕겨 생산에 의한 부가가치를 한층 더 높일 수 있으나 왕겨초액을 고기능 고부가가치 소재화 기술을 개발할 경우, 왕겨 kg당 약 200g의 왕겨초액으로 왕겨의 부가가치를 5~10배 이상 향상시킬 수 있을 것이다.

탄화왕겨는 토양개선을 통한 지력 향상과 가볍고 물 흡수보관이 우수한 상토로 활용하고, 부수적으로 얻어지는 왕겨초액은 다양한 기능성 식품소재로 개발하면 우리 쌀산업의 중심인 RPC의 경영개선 및 쌀의 품질 및 가격 경쟁력 향상 크게 기여할 것이다.

다양한 목재를 탄화시키는 과정에서 얻어지는 목초액은 그 성분이 원료목재에 따라 다르게 나타는 등 품질이 균일하지 못한 성분조성임에도 이용방법에 대한 연구개발이 국내외에서 이루어져 왔다. 반면 왕겨 초액은 균일한 성분조성과 목재가 갖는 오일성분이 없는 초액을 얻을 수 있다.

목초액은 향균성, 황산화성, 방향성, 항 당뇨 및 항암성 등 다양한 기능을 갖는 것으로 보고되어 한약재, 식품첨가제(햄, 소시지 등) 및 일부 식용이 가능한 것으로 홍보되고 있다. 반면, 왕겨초액은 성분조성, 식품첨가물, 기능성 및 활용에 관한 체계적인 연구가 전무한 실정이다.

왕겨 초액 응축물을 일정기간 방치하면 페놀류등 분자량이 가벼운 상층 경질유 부분과 타르 물질 등 분자량이 비교적 큰 하층부 그리고 유기산이 풍부한 수용액 층으로 분리되며, 초산, 유기산, 칼슘, 마그네슘 및 나트륨 등의 무기물질과 비타민 B1, B2 등이 함유되어 있는 등 우수한 소재이다.

왕겨 초액은 왕겨의 함수율 및 탄화온도(배기가스), 탄화방법에 따라 생산량과 성분에 많은 차이가 있는 것으로 예측되고 있다. 따라서 식품 소재화 용도에 따라 적정 탄화 방법과 탄화조건을 확립하여 용도에 부합되는 소재생산을 위해 운영 및 정제분리 기술개발이 필수적이다.

현재 목초액은 강한 살균력과 황산화력으로 농약을 대체하는 친환경농법의 엽면살포제 또는 토양 관주용 등과 공업용 탈취제, 공해제거제와 식용으로 음료, 사료, 훈제와 콩나물재배, 버섯재배, 김양식장 등에 이용하고 있으나 왕겨초액은 농업에서 시험 초기단계이다.

또한, 목초액은 건강음료, 탈취제 등으로 이용되며 당뇨병, 빈혈에 효과가 있는 것으로 보고되고 있으며 정제과정에 따라 사료용, 농업원예용, 환경 및 생활용, 음료용(식용)으로 구분하고 있으나 왕겨초액은 그 기능에 대한 연구자료가 거의 없는 상태이다.

건강 지향적인 소비자의 요구에 충족하기 위해 천연물로부터 산화방지제를 개발하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 왕겨초액은 유기산과 다양한 유효성분을 함유하고 있어 살균, 보존, 방항제 및 기능성 식품소재로 개발이 가능할 것으로 예측된다.

식품 유통 중의 선도 유지를 위한 용도로 사용되는 항균지 제조에 사용되는 항균물질로는 무기계, 유기계, 천연계 항균물질이 있으며 현재 유기계 항균물질이 주로 사용되고 있어서 왕겨 초액의 조성성분을 이용한 항균 포장재를 개발이 가능할 것으로 판단된다.

일본의 경우 토양살균, 축산 분뇨화, 탈취, 작물의 해충 기피, 퇴비발효 촉진, 식물생장 및 뿌리생육 촉진효과 등 환경 정화분야에 활용하고 있으며, 일부 식품첨가제로 시판되고 있는 등 초기연구 단계로 국내의 기술개발이 시급하게 요구되고 있는 실정이다.

왕겨초액은 탄화과정에서 얻어지는 부산물이고 생산수율이 높아 생산가격이 저렴하고 다양한 유기 및 무기류 성분을 함유하고 있어 목초액 성분조성을 기초할 때, 왕겨초액의 생산 조건별 성분조성 구명과 유효성분 정제분리 기술이 확립되면 식품 소재화는 매우 용이할 것이다.

특히, 절임식품 제조 공정에서 이상 발효에 의한 불쾌취 발생을 방지할 수 있고, 조직의 연부현상을 억제할 수 있는 등 전통식품에서 활용이 가능할뿐더러 강한 살균력을 이용한 과채류 세척수로 개발이 가능함 왕겨초액에 함유되어 있는 항산력을 이용한 가공제품 또는 식용유지의 저장성을 향상시킬 수 있는 보존제로의 개발이 가능할 것이다. 따라서 왕겨초액의 항산화력, 항균력, 항당뇨성 등의 효과를 구명하고, 이 기능을 이용한 농식품의 절임, 세척, 보존제 및 항균 기능성 포장재 개발이 필요하다.

개발된 실용화 기술은 실용화하여 대량생산 체계 기반구축 통해 차별화된 농식품 유통기술 보급에 이바지하고 쌀산업 중심지인 RPC의 경영개선과 품질차별화에 기여할 것이다.

제 3절 연구내용 및 범위

본 연구는 3차 년도에 걸쳐 다음과 같은 연구범위에서 실시되었다. 주요 내용은 다음과 같다.

가. 왕겨탄화 초액의 소재화 기술개발

- 왕겨활용 기술 조사 분석
- 정제 분리기술 개발
- 소재화 제품의 효과 구명
 - 김치의 절임 및 발효 특성
 - 기능성 음료 제조 기술
 - 열채류의 세정 효과
 - 식용유 향산화 효과
 - 갈변 억제 효과
 - 과일 선도 유지효과

나. 왕겨 탄화 초액의 기능 특이성 구명

- 항산화활성구명
- 항균 활성 구명
- 세포독성활성구명
- 면역활성 구명
- 항당뇨 효능 구명
- 장기독성 및 유전독성
- 알콜 분해성 구명
- 살균 소독력 구명
- 안전성 분석

다. 왕겨 초액을 이용한 기능성포장재개발

- 항균 포장봉지 개발
- 항균골판지상자개발
- 왕겨 초액을 이용한 천연항균용기 개발

라. 왕겨탄화 초액의 생산기술확립

- 왕겨초액 생산 및 품질특성구명
- 왕겨 초액의 대량생산 및 운영시스템 확립

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1절 미곡 부산물 활용 기술

1. 기술 분야

미곡 가공과정 중 왕겨와 미강(쌀겨)은 쌀 가공량에 약 25~30% 비율로 생산되는 주요 부산물로 물리·화학적 특성과 유효한 기능성 물질을 구명, 이용하여 부가가치가 높은 새로운 소재 개발과 자원화하는 관련 기술을 말한다.

2. 기술 범위

가. 기술 범위

- 농가의 연료, 퇴비, 축사의 바닥 깔개, 월동작물의 보온재, 축분과 혼합된 발효퇴비 등에 제한적으로 활용되고 있는 왕겨 이용방법 확대 기술
- 왕겨의 수분흡수력 및 생분해성 증진을 위하여 팽연화 및 초미세 분쇄기술을 적용하여 환경친화적 천연 소재화로 개발
- 친환경 유기농법에 활용되는 탄화왕겨 제조와 왕겨초액 정제 및 식품소재화 기술
- 왕겨 셀룰로오스계 자원을 이용한 환경 친화적인 온실가스 감축 바이오에너지 자원화 기술
- 왕겨를 이용한 생분해성 플라스틱 소재기술(나노구조실리카)과 투수성, 탄력성이 우수한 왕겨포장재 및 왕겨재 혼입한 콘크리트 혼화재료 기술
- 미강 안정화를 위하여 펠렛 가공하는 기술과 미강의 생리활성 유용성분의 생리활성 성분 추출 및 활용 기술
- 고식이섬유와 높은 단백질 함량을 이용한 탈지미강의 건강지향적인 웰빙식량 소재화 기술

나. 기술영역 및 요소기술

- 왕겨 유효 소재화 기술 →
 - 팽연화 기술
 - 초미세분쇄 기술
- 부산물 활용기술 →
 - 탄화소재 개발기술
 - 바이오에너지자원화 기술
- 미강 유효성분 자원화 기술 →
 - 고품질 신선 유통 기술
 - 건강 기능성 가공제품개발

3. 국내외 기술개발 동향 및 관련 산업 현황

가. 국내 기술개발 동향 및 관련 산업 현황

- 국내 왕겨 생산량은 '07년 벼 총생산량인 5,961,693톤을 기준할 때, 약 20% 정도인 연간 약 120만톤의 왕겨가 생산이 되고 있음. 종래에는 소규모도정공장에서 생산되어 활용방법에 제한을 받았으나 현재는 328개소 RPC와 약 200개소 임도정공장에서 생산되고 있으며, 정부의 RPC 규모화정책으로 100개소의 대규모 도정공장이 2010년까지 설치될 계획임
- 왕겨는 수분 9%, 회분13%, 지방0.5%, 단백질1.0%, 조섬유50%, 전분 12%를 비롯하여 식이 섬유, 경유 불용성 식이 섬유가 70%, 가용성 식이 섬유가 1~2%이며, 그 밖에 K, Ca, Na 등의 무기질이 함유되어 있음
- 왕겨는 내·외피가 규소로 치밀하게 구성되어 있어서 사료로는 소화 효율이 낮기 때문에 퇴비나 가축의 사료제조에 제한적으로 이용됨. 한편, 조사료로 소화율을 높이고 퇴비제조 과정에서 부식성을 높이기 위해 압축성형기로 팽연화시키는 기술이 필요함

표 1. 왕겨의 화학적 조성 성분

| 구분 | 회분 (%) | 수분 (%) | 탄소 (%) | 수소 (%) | 질소 (%) | 황 (%) | 산소 (%) | 기타 (%) | 합계 (%) |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 평균 (국내) | 14.76 | 10.19 | 36.10 | 5.54 | 0.34 | 0.03 | 32.3 | 0.74 | 100 |
| 평균 (외국) | 15.9 | 7.5 | 37.9 | 5.3 | 0.9 | 0.06 | 31.8 | 0.64 | 100 |
| 목재 | 1.0 | 10.1 | 50 | 6 | 0.9 | 0.06 | 31.8 | 0.64 | 100 |

- 최근에 땅 살리기 운동과 함께 토양개선 및 원예, 화훼작물의 재배에서 상토용으로 왕겨탄화 기술이 보급되기 시작하였음. 탄화왕겨는 토양의 물 흡수보관능력이 우수하고, 통기성이 높아 친환경농업에 각광받고 있는 실정에서 탄화시설의 보급은 확대될 것임
- 왕겨 탄화시설은 지방정부의 차별화된 쌀 브랜드 육성사업과 함께 차별화된 안전한 고품질쌀 생산 정책에 힘입어 통합 RPC 및 규모화된 임도정공장에서 설치를 계획하고 있음.
- 총 탄화시킨 왕겨 중량의 약 20% 정도의 왕겨초액이 생산되므로 국내에서는 연간 약 24만톤 정도의 왕겨초액을 얻을 수 있어 상품화가 가능한 물량임. 특히, 건강 지향적인 소비자의 욕구를 충족시키기 위한 안전 고품질 농식품 생산에 유용한 식품 소재로 개발이 가능함
- 왕겨초액에 함유되어 있는 항산화력을 이용한 가공제품 또는 식용유지의 저장성을 향상시킬 수 있는 보존제로의 개발이 가능할 것임. 따라서 왕겨초액의 항산화력, 항균력, 항당뇨성 등의 효과를 구명하고, 이 기능을 이용한 농식품의 절입, 세척, 보존제 및 향균 기능성 포장재 개발이 필요함
- 미강(米糠, rice bran)은 현미 중량의 약 8% 정도로 국내 쌀 생산량을 감안할 때, 연간 50만톤 정도가 발생되고 있음. 미강의 성분조성은 품종, 도정 방법 등에 따라 다소 차이가 있음

- 수분함량 14%를 기준으로 할 때, 조단백질 11~15%, 조지방15~20%, 조섬유 7~11%, 조회분 7~10%, 탄수화물 34~52% 등이 함유되어 있음. 일반적으로 단백질은 주로 글루텐이며, 식이섬유는 20~25% 이며 지방산의 70% 이상이 올레인산, 리놀레산, 리놀렌산 중성지질로 구성되어 있음
- 미강은 표 1과 같이 비타민과 미네랄이 풍부하게 함유되어 있는 것으로 보고되어 있음. 국내에서 발생하는 50만톤의 미강은 약 30%가량이 미강유 착유원료로 이용되고 있고 나머지는 사료 또는 유기질 퇴비로 부가가치가 낮게 이용되고 있는 실정임.

표 2. 미강의 주요 생리조절 물질들

| Vitamins | ppm | Minerals | ppm |
|------------------|-----------|------------|-------------|
| Vitamin A | 4 | Aluminum | 53-369 |
| Thiamin | 10-28 | Calcium | 140-1310 |
| Riboflavin | 2-3 | Iron | 190-530 |
| Niacin | 236-590 | Magnesium | 8650-12300 |
| Pyridoxine | 10-32 | Manganese | 110-877 |
| Pantothenic acid | 28-71 | Phosphorus | 14800-28700 |
| Choline | 1300-1700 | Potassium | 13650-23900 |
| Vitamin E | 150 | Zinc | 80 |

- 미강에는 비타민 E, 페놀 화합물, phytic acid, oryzanol(triterpene alcohol과 ferulic acid의 ester) 등이 함유되어 있으며 lectin 및 이와 유사한 당단백질이 존재함
- 항산화능, 수면효과 사람의 기분상태를 변화시키는 등 여러 가지 생리활성을 나타내는 것으로 알려진 멜라토닌(N-acetoxy-5methoxy-tryptamine) 도 함유되어 있는 것으로 보고되고 있음.
- 고콜레스테롤, 고중성지방 혈중을 나타내는 사람에게 미강유를 1개월간 섭취시켰을 때 혈중 콜레스테롤 및 중성지방농도가 현저히 감소하였고 고콜레스테롤 혈중 햄스터에게 미강을 주어 3주간 사육한 결과 혈중 및 간장에서 콜레스테롤의 저하효과가 역시 현저하게 감소한 것으로 보고됨
- 미강의 콜레스테롤 저하효과를 나타내는 성분으로서는 tocotrienols, oryzanols, β -sitosterol, hemicellulose, β -glucan등이 추측되어 지고 있으나 양적인 문제와 더불어 그 작용 기전에 대해서도 명확하지 않음
- 최근 여러 가지 유효성분들을 함유하고 있는 미강의 생리적 기능특성 검증과 함께 미강의 부분가공 및 식이섬유를 비롯한 유효성분을 추출해서 간편하게 먹을 수 있는 가공제품 기술이 개발되고 있음
- 미강식이섬유를 6% 첨가하여 만든 국수, 식빵, 미강식이섬유를 10% 첨가한 고추장 등이 개발되어 물성개선 및 기호도 측면에서 우수한 제품으로 인정되고 있음

나. 국외 기술개발 동향 및 관련 산업 현황

- 일본의 경우 환경 친화적인 온실가스 감축 바이오에너지원으로 셀룰로오스계 자원으로 왕겨 활용 연구가 진행되고 있음.
- 이와 함께 왕겨를 이용 플라스틱 제조업체가 왕겨, 목재펄프 등을 이용해 생분해성 플라스틱 소재를 제조하여 천연물 용기를 개발하고 있음.
- 왕겨를 이용한 천연물 소재의 가공성이나 유연성이 기존의 석유합성 플라스틱보다 떨어지는 단점을 개선하여 일부 제품에만 한정돼 사용되던 것을 개선한 기술임.
- 왕겨로부터 나노구조실리카를 생산 응용하는 기술을 개발로 입자크기를 20~50nm 실리카 입자로 분리, CMP(Chemical Mechanical Planarization), 슬러리원료, 광학부품의 코팅재료, 유기무기 하이브리드 재료 등으로 사용할 수 있는 나노 실리카 분말을 제조하는 기술이 개발되고 있음.
- 일본 환경성에서는 환경 친화적이고 투수성, 탄력성이 우수한 왕겨 완충재 제조기술을 개발함. 투수성, 탄력성이 높고 단열효과가 있는 것으로 나타남.
- 탄화 왕겨재를 이용하여 콘크리트용 혼화재료로 개발하여 콘크리트의 강도와 내구성이 높고 경제성이 있는 기술 개발이 추진되고 있음.
- 탄화왕겨에서 생산되는 왕겨 초액의 경우 토양살균, 축산 분뇨화, 탈취, 작물의 해충 기피, 퇴비발효 촉진, 식물생장 및 뿌리생육 촉진효과 등 환경 정화분야에 활용하고 있으며, 일부 식품첨가제로 시판되고 있음.
- 미국 등에서는 가공된 미강을 제품화하여 밀가루와 같이 건강식품재료로서 판매하고 있으며 이러한 가공미강의 이용도에 관해서도 일부 연구가 이루어지고 있음.
- 미강을 이용한 신제품 개발도 증가추세에 있으며 1989년에는 미강을 활용한 신상품이 24품목이었던 것이 1995년에는 45품목으로 증가하였음.
- 미국에서 안정화된 미강의 대부분은 corn-flake같은 즉석 cereal의 재료로 이용되고 있고 약 40%정도 까지 첨가된 제품이 개발되어 판매되고 있음. 그러나 조직감, flavor 개선의 문제점이 있는 것으로 보고되고 있음.
- 미강의 영양적, 유용성분 기능적 특성으로 고식이섬유 빵, 머핀, 쿠키 등의 재료로 이용하기에 적합하며 고식이섬유원으로서의 이용 가능성이 높아 현재 상업적으로 많이 이용되고 있는 oat bran과 비교한 결과 색깔, 향미, 맛, 조직감 등에서 oat bran보다 더 우수하였다는 보고도 있음.
- Sharp Kitchen 등은 제빵시 안정화미강을 15~30% 정도 밀가루대신 사용시 15% 첨가시 관능검사 결과 대조구(100% 밀가루)와 거의 차이가 없는 것으로 나타났다고 보고하였음.
- 일본의 경우는 피부 보습효과를 목적으로 미강을 미생물 발효시킨 발효액을 화장품 및 입욕제에 이용하고 있음. 압출공정처리한 후 효소를 첨가하여 ferulic acid, polyphenols, arabinoxylan 등 유용한 생리활성물질 제조하는 연구 진행되고 있음.

- 이외에도 미강에는 들연변이를 억제하는 효과가 있다고 보고되어 있으며 최근 일본에서 미강에 항암효과가 있는 성분을 분리하기도 하였음.
- 미강에서 분리한 가용성 단백질의 가수분해물(peptide)은 혈압상승 관련 효소인 angiotensine converting enzyme의 활성을 저해하여 혈압상승을 억제하는 것으로 나타났음.

표 4. 핵심 요소 기술

| 기술 명 | 핵심 기술 명 | 요소 기술 명 | 국내기술 현황 | 비 고 (기술수준이 낮은 원인) |
|----------------------|-------------------|-------------|---------|--|
| 왕겨 유효 소재화 기술 | 왕겨 팽연화 기술 | 압출기술 | 성장기 | 원천 기술분야 연구수행 미흡 해당산업의 저조한 R&D 투자 |
| | 초미세 분쇄 기술 | 분쇄기술 | 도입기 | |
| | 탄화왕겨 제조기술 | 탄화기술 | 도입기 | |
| | 왕겨초액의 정제기술 | 증류, 흡착기술 | 도입기 | |
| | 바이오 에너지화 기술 | 당화, 발효기술 | 도입기 | |
| 미강의 유효성분 자원화기술 | 미강 안정화 기술 | 압축, 성형기술 | 성장기 | 해당산업의 저조한 R&D 투자 |
| | 기능성 식품 소재화 | 추출, 정제기술 | 도입기 | 원천 기술분야 기술경쟁력 미흡 대형 국책 전문연구 수행실적 미흡 |

4. 국내외 기술 및 관련 산업비교

가. 각 기술별 주요 국가와의 비교

| | | | | | | |
|-------|-----------|--------|---------|----------|-------------|-------------|
| 구분 | 왕겨 유효 소재화 | | | | 미강 유효성분 자원화 | |
| | 팽연화 기술 | 초미세 분쇄 | 탄화왕겨 | 바이오 에너지 | 신선 유통 기술 | 기능성 소재화 기술 |
| 주요기술 | 압출 시스템 | 입자 최적화 | 저에너지 기술 | 당화 발효기술 | 압축기술 | 기능성 구멍 |
| | 압출조건 | 분쇄 시스템 | 균일탄화 | 혼합재 사용기준 | 불활성화 기술 | 유용성분 추출, 정제 |
| | 품질관리 | 원료 전처리 | 탄화시스템 | 원료전처리 | 품질유지 | 원료 전처리 |
| | 핵심기술 | 핵심기술 | 핵심기술 | 핵심기술 | 핵심기술 | 핵심기술 |
| 한일 비교 | 한국 | 일본 | 한국 | 일본 | 한국 | 일본 |
| | 50 | 80 | 20 | 80 | 50 | 70 |
| 한일 비교 | 한국 | 일본 | 한국 | 일본 | 한국 | 일본 |
| | 30 | 60 | 50 | 90 | 40 | 90 |

나. 전체적인 기술차이 :

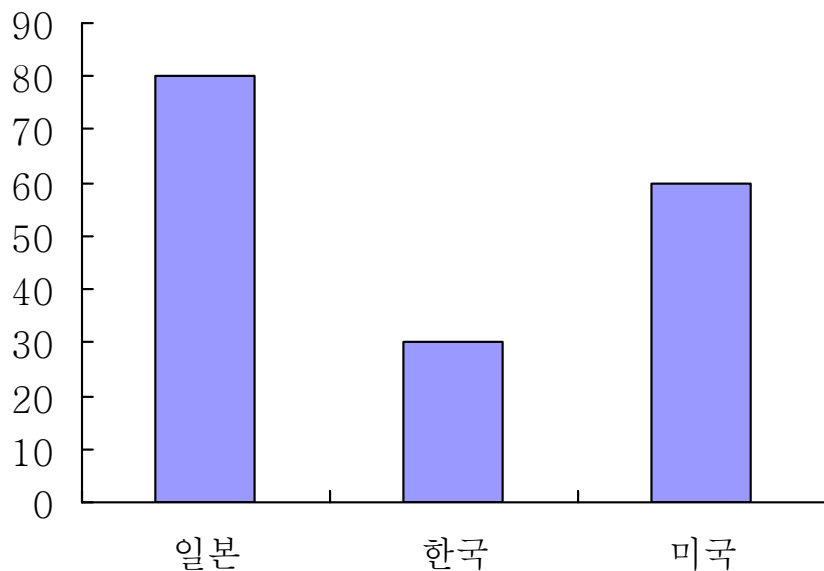


그림 2. 한국과 외국과의 기술 차이 비교

5. 관련 분야 전망

- 미곡 산업에서 발생하는 부산물 왕겨와 미강은 연중 균일하게 대량으로 생산되고 원료의 안정적인 수급이 가능한 장점이 있음.
- 왕겨의 경우 산업 폐기물로 분류되어 처리의 어려움이 있는 부산물로 활용성을 높이는 관련 기술이 개발될 경우 자원 재활용 및 고부가가치 기술로 활용이 될 것으로 판단됨.
- 왕겨의 경우 최근 친환경 유기농법에 이용되고 있으며 탄화왕겨, 왕겨 초액, 생분해성이 제고되는 팽연화 및 초미세 분쇄기술이 개발될 경우 다양하고 넓은 범위로 사용이 될 것으로 판단됨.
- 미강의 경우에는 유용성분이 풍부하고 고식이섬유 식품으로 외국의 경우 다양한 가공제품이 개발되고 있는 바, 국내에서도 관련 기술개발이 이루어질 경우 미강의 활용도는 매우 높아질 것으로 판단됨.

제 2절 왕겨의 특성

왕겨는 현재 폐기물로 분류되고 있다. 이러한 왕겨는 에너지원으로서 적당한 특성을 가지고 있지만, 단순히 농업의 폐기물로 여겨질 정도로 농민들의 소득증대에의 기여도가 매우 낮다. 왕겨는 내외피가 규소로 치밀하게 피복되어 있으므로 부식이나 소화 효율이 낮기 때문에 퇴비나 가축의 사료로는 부적합한 것으로 알려져 있다. 벼 중에서 왕겨가 차지하는 중량 비율은 벼의 품종, 경작지의 기후조건, 토질, 경작법에 따라 차이가 있으나 보통 20 % 정도로 계산하는 것이 일반적이다. 김 등(1981)은 약 16.3~26 %, Beagle(1978)은 14~27 % 정도라고 보고한 바 있다.

벼는 그림 1과 같이 왕겨, 과피, 종피, 호분층 및 배유 순서로 구성되어 있으며, 품종과 재배환경에 따라 그 비율은 다소 차이가 있다. 왕겨는 간단하게 외피 제거로 얻을 수 있는 반면, 미강(쌀겨)은 왕겨를 제거한 현미의 과피에서 호분층까지 가공하여 얻어지는 부산물이다. 왕겨는 약 천년 전부터 중국과 우리나라 등에서 취사용 또는 단열재로 사용되어 왔으며, 그 외에 흡수제 및 퇴비로 사용되어 왔다. 1880년 C.K Cowie에 의해 왕겨 연소기가 처음으로 만들어져 도정공장의 보일러에 이용되었고, 1923년 미국에서 소성왕겨를 시멘트와 혼합하여 건축용 저장도 벽돌을 만들었다는 기록이 소성 왕겨를 콘크리트용 혼화재료로 개발하려는 최초의 문헌상의 기록이다. 1951년에 브라질에서 왕겨의 이용에 대한 광범위한 연구가 수행되었으나, 도정공장이 전기와 내연기관을 이용하는 체제로 전환되면서 왕겨에 대한 연구도 중단되었다(윤, 1997).

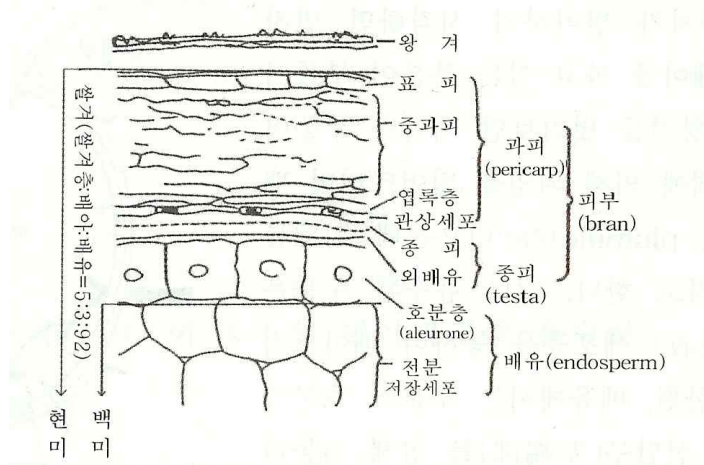


그림 1. 벼의 구조

1950년대 다시 왕겨에 대한 관심이 높아졌는데 그것은 폐기물로서 왕겨의 처리 때문이었다. 왕겨는 잘 부패되지 않아 경작지에서 바로 태워 처리하는 방법을 생각하였으나 이것은 환경오염의 원인이 되어 왕겨 처리가 중요한 문제로 대두되었다.

그래서 1970년대부터 경제적이고 환경 친화적인 혼화재의 개발 및 보급에 관한 연구의 일환으로서 여러 사람이 왕겨에 대해 연구하였는데, Mehta는 왕겨를 약 600°C로 저온 소성할 경우 90~95%의 비정질 실리카를 함유하고 다공성 벌집형태로 인해 그 비표면적이 50~100ml/g인 실리카흡과 유사한 포졸란 재료로 이용될 수 있다고 주장하였다.

1980년대 이후 미국, 호주, 태국, 대만, 네팔, 말레이시아, 이란 등 세계 여러 나라에서 활발히 왕겨의 활용방안 연구가 진행되었고, 소성 왕겨를 혼입 콘크리트의 내구성능 등을 다각적으로 연구하고 있는 실정이다.(Sygita, 1992)

최근 국내에서도 농업 폐기물 재활용 방안으로서 소성왕겨에 대한 개발연구(배, 1996, 1999)가 농어촌연구원, 건설기술연구원에 의해 수행된 바 있다.

왕겨에는 섬유소와 식이섬유가 풍부하고 Silica(silicon dioxide)가 다량 함유되어 있는 것으로 알려져 있다. 또한 왕겨의 2% 내외로 함유되어 있다는 phytic acid는 강한 cheloding agent이고 산화 방지력을 가지고 있다고 보고되고 있으므로(Hilmer, 1983) 왕겨내의 phytic acid를 이용하여 효용가치를 높이고 부가가치가 높은 식품소재로 이들이 갖고 있는 유용물질을 이용하는 방안이 절실히 요구된다.

국내에서 왕겨는 많은 양이 생산되고 있으나 유기물질 등 비료화 소재의 함유량이 적고 미생물 분해에 저항적인 구조를 하고 있어 유기질 재료로 적합한 특성을 가지고 있다고 보고되어 있다(Jo, 1992; Yun, 1996; 8. Sato 등, 1977; 9. Jung, 1994). 또한 왕겨의 이용은 주로 토양의 물리성을 개량하기 위한 측면에서 이루어져 왔으며 최근 국내에서도 육묘 및 액재배용 배지로 이용할 수 있는 지에 대한 연구가 많이 수행되고 있다(Ryu 1996; Song, 1996; Choi, 1997). 보고에 의하면 국내에서 생산된 왕겨의 이화학적 특성은 pH가 약 6.6정도이고 전기전도

도가 2.10dSm^{-1} , 양이온치환용량이 약 $6.5\text{cm}^+/\text{Kg}$, 총공극이 약 83.8% 정도라고 하였다(이, 2000). 왕겨를 가공하지 않고 시용하게 되면 생육저해, 잡초발생, 모잘록병 및 곰팡이의 발생, 생장억제물질의 생성 등 많은 문제점을 가지고 있다(Sato, 1997).

왕겨는 셀룰로오스 32.24%, 헤미셀룰로오스 21.34%, 리그닌 21.44% 등으로 구성된 물질로 물에 녹지 않으며, 화학적 안정성이 높아 뛰어난 흡착제가 될 수 있다.(Rahman, 1997; Wan Ngah, 2007; Wong, 2003)에 의해 왕겨에 의한 중금속 흡착 연구에서는 HCl, NaOH, Tartaric acid(타르타르산, 주석산, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_6$) 등의 화학물질을 왕겨에 처리하여 흡착 실험이 수행하였는데 이 중 주석산을 처리 하였을 경우 가장 높은 흡착능을 보였다. 주석산을 처리한 왕겨의 Cu와 Pb의 흡착은 pH가 2에서 3으로 변화할 때 증가하였는데 이러한 현상은 낮은 pH에서 H^+ 이온이 흡착제에 많아 중금속의 흡착부위가 감소되기 때문이다. 왕겨는 pH 4에서 pH 6 사이에서 높은 흡착률을 보였다. Langmuir 모델에 따른 최대 흡착량은 Pb 120.48 mg g^{-1} , Cu 31.85 mg g^{-1} 였다(Wong, 2003a; Wong, 2003b). 우리나라의 주 식량작물은 쌀로서 정미 과정에서 발생하는 왕겨는 쉽게 구할 수 있고 가격이 저렴하므로 중금속 흡착을 위한 상용화 연구가 필요할 것으로 판단된다.

박 등, 2005에 의하면 왕겨의 동마찰계수와 함수율에 따른 동마찰계수의 회귀방정식은 판종류에 상관없이 함수율이 증가함에 따라 동마찰계수는 증가하는 경향을 보였으며 증가율은 연강판과 스텐레스판이 크고, PVC와 아연도금강판이 상대적으로 작고 습량기준 함수율 12.1 %에서 왕겨의 동마찰계수는 0.166(스텐레스), 0.251(연강), 0.258(아연도금강), 0.286(PVC)인 것으로 보고되고 있다.

표 1. 왕겨의 동마찰계수

| 마찰판 재료 | 동마찰계수 (함수율 12.1 % w.b) | 회귀방정식 x: 함수율(소수) y: 동마찰계수 |
|--------|---------------------------|---------------------------------------|
| PVC | 0.286 | $y = 1.2546x + 0.1392$ ($r^2=0.98$) |
| 연강 | 0.251 | $y = 2.5532x - 0.0392$ ($r^2=0.95$) |
| 아연도금강 | 0.258 | $y = 2.4194x - 0.0929$ ($r^2=0.97$) |
| 스텐레스 | 0.166 | $y = 1.4102x + 0.0999$ ($r^2=0.98$) |

또한 왕겨의 산물밀도는 $91\sim 98\text{ kg/m}^3$ 범위로 품종과 함수율에 따라 약간의 차이가 날 수 있다고 보고하였다.

표 2. 왕겨의 산물밀도

| 함수율(% w.b) | 산물밀도 (kg/m ³) | 회귀방정식 x: 함수율(소수) y: 산물밀도(kg/m ³) |
|------------|---------------------------|--|
| 7.4 | 91.7 | $y = 41.7x + 89.5$ ($r^2=0.9$) |
| 12.1 | 95.6 | |
| 17.4 | 97.2 | |
| 22.6 | 98.3 | |

이와 함께 왕겨의 종말속도는 약 1.5 m/s 정도로서 보리짚이나 밀짚(약 1.3 m/s)보다 조금 더 큰 것으로 보고하였다.

표 3. 왕겨의 종말속도

| 함수율(% w.b) | 종말속도(m/s) | 회귀방정식 x: 함수율(소수) y: 종말속도(m/s) |
|------------|-----------|-------------------------------------|
| 7.1 | 1.36 | $y = 2.47x + 1.19$ ($r^2=0.99$) |
| 12.7 | 1.51 | |
| 17.3 | 1.63 | |
| 22.2 | 1.73 | |

왕겨의 열 분해도는 250 °C 부근에서부터 열분해가 발생하기 시작해 350°C까지 가연성 가스의 연소가 비교적 빠르게 이루어지고, 350°C가 지나면서 탄소 성분의 연소가 비교적 서서히 진행되는 것으로 보고하고 있다. 이러한 결과로 왕겨의 점화온도는 약 300°C 범위로 이전의 조명재 등(1981)이 보고한 결과인 300~350°C의 결과와 크게 다르지 않은 것으로 나타났다.

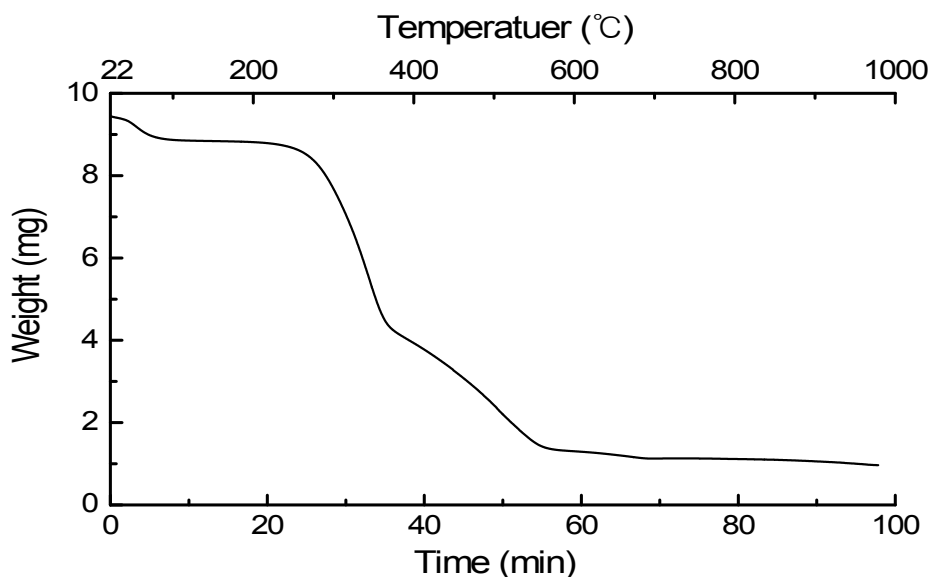


그림. 1 왕겨의 열분해도

제 3절 왕겨 초액, 목초액 현황

1. 국내외 왕겨 초액의 활용

탄화왕겨를 생산 할 때 발생하는 왕겨 초액은 왕겨 중량 대비 약 15~20% 수율로 생산된다. 왕겨 초액 유기물질 함량은 8.5~11.9% 로서 직화식 탄화방법으로 생성한 초액이 간접탄화식보다 높은 것으로 조사되었다.(이등 1999) 왕겨 초액은 주로 수분(90% 이상)과 초산(8~9%)으로 되어있으며 산성액(pH 2~4)이다. 지금까지 알려진 바로는 약 200여종의 미량성분이 포함하고 있으며(谷田, 1998 P1)함량은 목초액에 비하여 5~10배 높은 것인데 이러한 원인은 목초액의 경우 사용하는 원료나 채취방법에 따라 달라지기 때문인 것으로 보고되고 있다.(Fujimaki, 1989)

왕겨 초액은 목초액과 유사한 살균력과 방부 및 항산화 효과를 가지고 있어 농약을 대체하는 친환경농법에 일부 이용하고 있으며 토양의 살균, 축산 분뇨화, 탈취, 작물의 해충 기피, 퇴비발효 촉진, 식물생장 및 뿌리생육 촉진효과 등 환경 분야에도 함께 부분적으로 활용이 되고 있다. (김, 1998)

고농도(300~500배)에서는 살균력, 해충 기피력, 경엽의 생장억제의 촉진 등의 효과가 있으나 저농도(400~700배)에서는 엽록소 강화, 병원균 생육저해, 식물의 저항성 강화, 생육촉진 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

왕겨 초액의 경우 버려 가공하는 부산물로서 생산되는 왕겨를 원료로 하기 때문에 원료의 연중 지속적인 확보 및 공급이 용이하며 최근에는 쌀 가공시설인 RPC가 대형화되어가는 추세로 원료의 모집 및 확보 등이 매우 원활한 장점을 가지고 있다. 목재를 원료로 하는 목초액의 경우 에는 다양한 원료에 의하여 최종 품질의 균일한 관리가 어려운 것으로 나타나고 있다. 일본에서의 왕겨 초액의 생산과 활용은 농가규모에서 소규모 탄화시설을 이용하여 왕겨 탄화를 생산할 때 소량 얻어지는 초액을 토양의 살균과 생육 촉진 용 비료로 일부 사용이 되고 있는 정도로 아직까지는 매우 미비한 수준으로 이용이 되고 있는 실정이다.



그림 1. 탄화왕겨 및 왕겨초액

2. 목초액의 활용

참나무(*Quercus* spp.), 뽕나무(*Morus alba* Linne), 소나무(*Pinus densiflora*) 등의 목재를 300~700℃ 정도의 온도에서 탄화하는 과정에서 생성된 연기를 냉각시켜 생성된 응축물을 목초액이라고 한다. 진한 적갈색을 띠고 있는 목초액은 채취 후 일정기간 정제과정을 거쳐 상층과 하층을 분리하고 중간층의 수용액을 말하며 향균, 살균, 보존성, 항산화 효과 등에 관한 연구가 국내외에서 진행이 되고 있으며 가공식품의 향취 개선 등에 식품용 첨가제로 사용이 되고 있다.(Maga, Chen, 1985)

국내에서는 주로 참나무류를 사용하고 있으며 일부는 삼나무 등의 침엽수를 사용하여 제조를 한다. 일본에서는 떡갈나무, 졸참나무, 산벚나무 등 활엽수를 이용하고, 유럽이나 미주지역에서는 hickory(*Caryatomentosa*)를 사용하고 있다(Jodai, 1989).

목재의 주요 구성성분은 cellulose, hemicellulose, lignin으로서 이들의 조성비율은 목재의 종류에 따라 상당히 다르기 때문에 목초액의 제조에 사용된 원료에 따라 얻어지는 목초액의 품질이나 성분조성이 달라질 뿐 아니라 탄화방법, 탄화온도, 목재 중의 수분함량 등에 따라서도 달라지게 된다(Maga, 1985).

국내에서의 목초액 활용은 농업용(엽면살포, 토양관주), 공업용(탈취제, 공해제거제), 식용(음료, 사료, 훈제), 특수용도(콩나물재배, 버섯재배, 김양식, 골프장)로 이용하고 주방, 악취제거 행주 살균 등에 사용되고 있다. 목초액은 사용되는 목재의 원료에 따라 품질과 성분조성이 차이를 나타내 품질 균일성에서 문제점이 나타나며 최근 산림자원의 고갈로 우수한 재료의 확보에 어려움이 있는 것으로 조사되고 있다.

국내 목초액 생산업체는 약 55여개 회사가 있으며 목초액 생산량('06)은 총 3,457톤으로 '98년도 총 2,462톤 (기계식 1,031톤, 재래식 1,431톤)에 비하여 볼 때 생산량과 소비량은 계속 증가를 하고 있는 것으로 나타났으며, 일본의 경우 2005년도 기준 약 4,000톤 정도 생산되고 있다. 목초액의 경우 표 1, 2와 같이 규격과 품질기준을 국립산림과학원 고시 제2004-4호(2001. 7. 1.)에 의거하여 고시를 하였으며 일본 목초액은 일본 목초액 협회에 의하여 규격을 제정하여 사용하고 있다.

목초액은 해독, 면역, 향균 및 정화작용 등의 부가적인 가치가 입증되면서 건강생활용품으로 우리 생활 속에서 다양하게 활용되고 있다.

강한 산성액인 목초액은 향균력이 있는 것으로 알려져 있어 유기농업자들로부터 천연농약으로 많이 사용되어 왔다. 서구에서는 약 17세기경 부터 사용했다는 기록이 있고 중국에서는 대나무로 만든 죽력(竹瀝)이라는 물질로 한약을 만들어 썼는데 이것이 목초의 일종이며 일본에서는 1920년경부터 이것을 식품으로 사용한 기록이 있다(성, 1998).

목초액 탄화기의 종류는 재래식, 개량식 탄화로, 이동식 탄화로 및 기계식 등이 있으며 탄화온도가 600~800℃에서 진행되는 재래식토요와 1,000~1,200℃에서 진행되는 기계식 탄화로를 이용한 탄화방법이 많이 이용되고 있다. 최근에는 목초액의 수요증가에 따라 자동화된 제탄시설인 기계식 전용 탄화로를 갖춘 전문회사들에 의해 생산되고 있다.

목초액의 구성성분으로는 cellulose, hemicellulose, lignin의 열분해산물로 유기산, 페놀류, 카

아보닐화합물류, 알콜류, 알데히드류 등 유기화합물과 미네랄성분 등이 함유되어 있는 물질로 알려져 있다(Yatagai, 1989).

농업이나 축산업, 수산업에만 제한적으로 사용이 되던 목초액은 최근에는 식품가공, 농축산업 및 환경정화 분야, 의약품 및 화장품 등 그 활용 범위가 넓어지고 생산량도 증가 추세에 있다.

목초액은 스모크향(smoke flavor)이라는 이름의 첨가물로 사용이 허가된 실정이나 정제 정도에 따라 엄격히 규제되고 있다. 구미지역에서는 향균, 살균, 보존성 향상, 항산화 효과, 가공식품의 향취개선 등을 목적으로 식품첨가제로 지금까지 사용되고 있다(Toth, 1997).

일본에서는 농업 및 환경정화 분야에서 연구가 수행되어 토양살균, 축산분뇨의 탈취, 작물의 해충기피, 퇴비 발효촉진, 식물생장 및 뿌리 생육 촉진효과가 있는 것으로 알려져 있다(Maria, 1998).

목초액의 활용 및 효능성에 관한 연구를 보면 산란계 사료에 목초액을 첨가하여 산란계에 미치는 영향을 보고하였으며(김, 1998), 죽초액을 소나 돼지에게 급여하면 육질이 부드러워지고 지방과 콜레스테롤의 축적이 적어져 고혈압과 동맥경화와 같은 성인병의 예방에 도움이 된다는 연구결과도 있다(Ikesima, 1987).

전 등(1998)은 목초액 처리시 벼입고병, 벼문고병, 콩심식충 피해를 감소시키고, 사과, 배의 맛, 산도, 당도에 영향을 끼치지 않고 호흡강도를 줄여 신선도 유지에도 효과가 있다고 하였다. 그리고 목초액이 겹등근무늬병균(*Alternaria solani*), 잿빛곰팡이병균(*Botrytis cinerea*), 잎곰팡이병균(*Cladosporium fulvum*), 오이잎곰팡이병균(*Cladosporium cucumerrium*)에 대한 항진균활성에서 0.5% 이상의 목초액 농도에서 억제효과가 있으며, 5%에서는 균사가 전혀 성장하지 않는 것으로 보고하는 등 곰팡이 및 병충해방제의 효과가 있는 것으로 나타났다(유, 1998).

목초액을 이용하여 잡초 방제 방법은 물 20 L+목초액 400 mL을 7일 간격으로 2회 살포하도록 추천되고 있고(김, 2000), 대부분의 농가에서는 농약과 목초액을 혼용함으로써 농약 사용량을 절감하면서도 농약 전량을 사용한 효과가 있는 결과를 보고하였다(김, 1999). 목초액에서 분리한 catechol 유도체 화합물(catechol, 3-methyl catechol, 4-methyl catechol)들은 제초활성이 있어 유기농업자들을 중심으로 잡초방제에 이용하고 있으며(김, 2001), 목초액을 첨가하여 제조한 옥토비료를 토양에 사용 시 화학비료를 사용한 것보다 토양보존 및 개량, 식물생장에도 효능이 있는 것으로 보고하였다(오, 2001). 그리고 목초액은 골프 코스에서 잔디 생육을 촉진(구, 2000)시키는 등 생비료, 식물의 생장 촉진 등의 효과뿐만 아니라 감농약의 효과를 지니는 것으로 보고되었고(이, 2001), 이와 같은 이유로 일본에서는 2차 대전이후 농약으로 등록되어 시판되었으며 최근 무공해자재로 활발하게 연구되어 그 효과가 검증되고 있다(이, 2001).

환경정화 면에서는 목초액을 쓰레기 매립지 침출수에서 발생하는 악취를 대상으로 현장 적용실험한 결과, 목초액에 포함되어 있는 페놀류, 산류 등이 중화, 가려움 및 살균효과에 따른 악취 제거에 상당한 효과가 있는 것으로 확인되었다(오, 1999).

하수 처리수(김, 2001)와 축사의 악취제거(한, 2002)에도 큰 효능을 보여 냄새 제거제, 고초제 등의 용도로 개발 사용되고 있다.

식품, 의약품에서의 목초액 생산이 많은 일본에서도 농축산분야에 대한 연구가 대부분이었고

식용에 관한 연구는 불과 수년 전 일이었다. 처음 목초액이 활용되어진 분야가 동물사료용이라는 인식이 강해서인지 음용 목초액에 관한 효능은 연구 자료 이전에 목초액을 음용한 사람들의 임상 효과와 일부 의료인들의 임상사례 또는 비공식적으로 행해진 실험결과가 대부분이었다.

최근에 와서 목초액의 정제 기술 발전으로 식용 목초액이 제품화되고 유통되면서 음용하는 사람들의 체험사례를 토대로 보면 목초액이 인체에 뚜렷한 효능이 있는 것으로 보고되었다.

목초액은 간기능 회복, 항당뇨 효과, 알코올 해독효과, 내분비호르몬 조절작용, 아토피성피부염의 치료효과, 온열작용, 위압과 대장압에 대한 증식 억제효과가 있다는 병례 보고(Chang, 1995)와 같이 우수한 약리 및 임상효능이 있다고 하여 이용되어 왔다. 또한 김 등은 참나무 목초액의 면역조절 효과와 폐암전이 억제와 같은 항종양 효과가 있다고 하였으며(김, 2001), 특히 목초 증류 희석액에 수종의 한약재를 첨가한 복합 목초액이 항암활성 및 항전이 작용을 더욱 증가시키는 synergistic effect를 나타내었다(김, 2001).

식품가공분야에서는 햄, 소시지 제조에 이용하여 왔고(Susumu, 1998), 튀김유에 첨가시 항산화작용이 있는 것으로 보고되고 있다(Hotozyuetsu, 1998).

재래식 발효식품 간장, 된장에 첨가시 저장성이 향상되는 것으로 나타났으며(박, 2003), 목초액 5%을 대두유에 첨가하였을 때 유지 산패가 억제되는 것을 확인하였다(정, 2002). 두부(하, 2001), 계란(이, 2002) 등의 식품에 적용시에도 맛과 보존성, 산패방지 등 품질향상에 기여하였다는 보고도 있다. 또한 superoxide dismutase (SOD) 활성을 증강시켜 주고(거성, 1996), 유전독성을 유발시키지 않는 기능성 음료가 제조 개발되어(이, 2006) 시판되고 있는 등 기능성 식품으로서 활용하기 위한 연구가 폭 넓게 진행되고 있다.

황 등(2002)이 소나무, 잣나무, 신갈나무, 자작나무 목초액 등 4종의 주요 침. 활엽수의 목초액 성분분석을 실시하였으며, 문과 구(문, 2002)는 극성과 무극성 칼럼으로 맹종국, 졸참나무, 소나무 목초액으로부터 총 264종의 화합물을 검출하였다. 그리고 김 등(2001)은 목초액에서 산성, 염기성, 중성, 페놀성 분획물별로 성분분석을 실시한 결과 알콜류, 유기산류, 페놀류, 중성류 화합물을 동정하였다.

Yatagai 등(1988)은 소나무, 참나무, 편백 등 5종으로부터 제조한 목초액에 대해 43종의 각종 화합물을 분리하였으며, 구 등(2002)은 죽초 및 목초액을 장기간 숙성시킨 결과 이화학적 성질은 뚜렷한 변화가 나타나지 않았고 성분은 감소하였다고 보고하였다.

항미생물 연구로는 Ikegami 등(Ikegami, 1988)이 참나무 추출액인 목초산이 *Trichophyton mentagrophytes*에 대하여 *antider-maptophyte*활성이 있음을 보고하였고, 서 등(2000)은 식중독균인 *E. coli* 및 *E.coli* O157, *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella typhimurium*, *Streptococcus mutans*, *Pseudomonas aerignosa*균에 대해서, 이 등(2004)은 *S. cerevisiae*, *P. aerignosa*, *S. aureus*와 *V. vulnificus*에 대해 목초액이 우수한 항균활성을 가진다고 하였다.

현재 목초액의 다양한 활용분야와 관련하여 특히 출원도 많이 이루어지고 있는 중인데 대표적으로 기능성 비누, 피부치료제 조성물, 화장품 조성물, 발모제, 무좀 치료제 등이 있다(민, 2005).

일본의 목초액 생산을 조사하기 위하여 산림자원이 풍부한 북해도에 위치한 카보나이즈주식

회사를 방문하여 생산공정 및 제품 생산현황을 조사하였다. (그림2) 제조공정을 살펴보면 원료가 반입되면 목재 중량을 측정한다. 중량 측정후 분쇄기를 이용하여 1~2 inch 크기로 분쇄를 한다. 분쇄된 원료는 직접 탄화방식으로 탄화온도 약 400~500℃ 온도 범위에서 탄화를 한다.

발생되는 연기는 상부의 연기 냉각장치를 이용하여 조목초액을 채취한다. 목초액 색상은 진갈색으로 곧 바로 80℃에서 감압 증류를 하여 정제된 증류 목초액을 생산한다. 생산하는 품목은 음료와 목욕제 두가지 제품을 생산한다. 음료용은 북해도 나무로만 사용하고 욕제는 일부 폐자재도 함께 사용을 한다. 정부에서 허가를 득하고 판매중이다. 사용방법은 약 30배 정도 희석을 하여 사용하며 취득한 자료에 의하면 일본에서의 식품사용은 음료로만 사용 중이며 음료 소비는 계속 증가 중에 있는 것으로 조사되었다. 자료에 의하면 혈압, 간기능 개선, 콜레스테롤 저하, 당뇨에 효과가 있는 것으로 나타났다. 숯 제조시에는 900℃에서 탄화를 하며 목초액 제조시에는 400℃에서 탄화를 한다. 목재 15~20m³(약 700~800kg/m³)에서 조목초액이 200ℓ(약 25%)가 생산이 되며 증류정제 후에는 150ℓ(약 18%)의 높은 수율로 생산되는 것으로 조사되었다. 일본 목초액 협회자료에 의하면 일반적으로 100kg 목재에서 25kg 탄재와 8kg(약 8%)의 조목초액이 생성되고 최종 정제 후에는 약 5ℓ(60~70%)의 목초액이 생산되는 것으로 보고된 자료와 비교하여 볼 때 높은 수율로 생산을 하고 있는 것으로 조사되었다.

표 1. 목초액의 품질기준

| 항목 | 국내 기준 ²⁾ | 일본 기준 ¹⁾ |
|------------|---------------------|---------------------|
| 원료 | (예)침엽수, 활엽수 | (예)광엽수, 침엽수 |
| 연기온도 | 80~150 | 80~150 |
| 탄화온도 | - | 350~425 |
| 정제기간 | 6개월 이상 | 3개월 이상 |
| pH | 3.5 이하 | 3~3.1 |
| 비중 | 1.0~5.5 | 1.02~1.04 |
| 유기산농도(%) | 3.0 | 4.0 |
| 용해타르 | 5% 이하 | 3.0% 이하 |
| 굴절률(%Brix) | 0.8 이상 | - |
| 메탄올 | - | 함량 기재 |
| 초산량 | - | 함량 기재 |

※ 1) 일본 목초액 협회(목초액의 규격)

※ 2) 국내 임업연구원 고시 기준

표 2. 국내 목초액 품질표시 기재방법

| 목초액(죽초액) 품질 | | |
|------------------|----------------------------|---------------------|
| 상품명 | 생산자(수입자)의 고유 상품명을 기록 | |
| 목초액 종류 | 조목초액, 정제목초액, 증류목초액분류표시(ℓ) | |
| 가마종류 | 전통식, 응용식, 기계식으로 분류하여 표시한다. | |
| 원료 | 침엽수, 활엽수와 대나무로 구분하여 표시한다 | |
| 원산지 | 생산된 국가를 기록한다. | |
| 품질 | 보메비중(°Bé) | 소수점 첫째 자리까지 표시한다. |
| | 산량(%) | 소수소수점 첫째 자리까지 표시한다. |
| | pH | 소수점 첫째 자리까지 표시한다. |
| | 용해타르(%) | 소수점 둘째 자리까지 표시한다. |
| | 굴절률(%Brix) | 소수점 첫째 자리까지 표시한다. |
| 생산자 또는 수입자 | 주소 | 생산된 주소를 표시한다.(전화번호) |
| | 성명(회사명) | 대표자 성명(회사명)을 표시한다. |
| 제조일자 | 목초액이 생산된 년, 월, 일을 표시한다 | |



회사 전경



탄화부



목초액 응축부



목초액 정제부



목초액 증류통



생산 제품

그림 2. 목초액 생산시설 (일본 북해도 카보나이즈주식회사)

제 3 장 연구 개발 수행 내용 및 결과

제 1절 왕겨 초액의 정제 및 품질 특성

1. 서언

왕겨 100kg을 탄화하면 탄화왕겨 약 25kg(25%), 왕겨초액은 약 15~18kg(15~20%) 그리고 약 5만 Kcal의 열에너지를 얻을 수 있다. 왕겨를 300~400℃로 탄화할 때 발생하는 연기와 수증기를 냉각, 응축시켜 pH는 3~4 정도인 산성액체인 왕겨초액을 얻을 수 있다. 왕겨는 국내에서 연중 생산되는 부존자원이므로 활용성이 제한되어 왔으나 친환경유기농업이 확대되고, 과채류 등 하우스 재배가 확충되면서 탄화왕겨의 우수성이 농업기술센터 중심으로 입증되고 있어 왕겨 탄화시설의 확대보급이 예측되고 있다.

왕겨 탄화시설은 현재 설치비용이 많이 들어가는 고가시설로 탄화왕겨 생산에 의한 부가가치를 한층 더 높일 수 있으나 왕겨초액을 고기능 고부가가치 소재화 기술을 개발할 경우, 왕겨 kg당 약 180g의 왕겨초액으로 왕겨의 부가가치를 5~10배 이상 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다. 국내 왕겨 생산량은 '07년 비 총생산량인 5,961,693톤을 기준할 때, 약 20% 정도인 연간 약 120만톤의 왕겨가 생산이 되고 왕겨 초액은 왕겨 중량의 약 18% 정도 생산되므로 국내에서는 연간 약 21만톤 정도의 왕겨초액을 얻을 수 있을 것으로 예측된다.

탄화과정에서 왕겨 중량의 약 20% 정도 부산물로 얻어지는 왕겨 초액은 아직 용도가 명확하게 구명되지 않고 있다. 건강 지향적인 소비자의 욕구를 충족시키기 위한 안전 고품질 농식품 생산에 유용한 식품 소재로 개발이 가능 할 것으로 판단된다. 현재 정부정책 사업으로 추진되고 있는 통합 RPC 100개소가 설치될 경우 미곡종합처리 시설로 1일 20~40톤 정도로 발생하는 왕겨 탄화시설을 설치할 것이며 부수적으로 발생하는 4~8톤 정도 발생하는 왕겨 초액의 활용기술 개발이 필수적으로 요구될 것이다.

다양한 목재를 탄화시키는 과정에서 얻어지는 목초액은 그 성분이 원료목재에 따라 다르게 나타는 등 품질이 균일하지 못한 성분조성임에도 이용방법에 대한 연구개발이 국내외서 이루어져 왔다. 왕겨 초액은 균일한 성분조성과 목재가 갖는 오일성분이 없는 초액을 얻을 수 있다.

초액은 탄화로 인한 탄화냄새와 유해물질을 포함한다. 조초액은 아세트산, 퍼프릴산등을 포함하는 다양한 산류와 메탄올, 에탄올 등 알코올류와 타르, 페놀, 크레졸, 벤조피렌등과 같은 유해성분을 포함하여 이루어진다.

목초액은 향균성, 황산화성, 방향성, 항 당뇨 및 항암성 등 다양한 기능을 갖는 것으로 보고되어 한약재, 식품첨가제(햄, 소시지 등) 및 일부 식용이 가능한 것으로 홍보되고 있다. 반면, 왕겨초액은 성분조성, 식품첨가물, 기능성 및 활용에 관한 체계적인 연구가 전무한 실정이다. 또한, 목초액은 건강음료, 탈취제 등으로 이용되며 당뇨병, 빈혈에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다. 정제과정에 따라 사료용, 농업원예용, 환경 및 생활용, 음료용(식용)으로 구분하고 있으나 왕겨초액은 그 기능에 대한 연구자료가 없는 상태이다. 이와 함께 건강 지향적인 소비자의 요구에 충족하기 위해 천연물로부터

터 산화방지제를 개발하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 왕겨 초액은 유기산과 다양한 유효성분을 함유하고 있어 살균, 보존, 방향제 및 기능성 식품소재로 개발이 가능하다.

따라서 왕겨 초액은 탄화과정에서 얻어지는 부산물이고 생산수율이 높아 생산가격이 저렴하고 다양한 유기 및 무기류 성분을 함유하고 있어 목초액 성분조성을 기초할 때, 왕겨 초액의 생산 조건별 성분조성 구명과 유효성분 정제분리 기술개발이 확립되면 식품 소재화는 매우 용이할 것으로 사료된다.

2. 재료 및 방법

가. 실험 방법

(1) 탄화시설

본 실험에 사용한 탄화시설은 직화식 탄화시설로 탄화설비 (DCH-400, 대원GSI)를 이용하여 초액을 생산하였다. 처리능력은 250/hr 규모이며 탄화온도는 200~360℃ 범위에서 탄화를 하였다. 왕겨초액 응축기 냉각수 온도는 15~43℃ 범위에서 생산을 하였다.(표 1) 생산된 조초액은 본 실험에 사용을 위하여 1차 증류 과정을 거친 후에 시료로 사용을 하였다. 왕겨 탄화설비의 제조공정은 왕겨탱크, 왕겨분리장치, 탄화로, 무연화로 및 냉각장치 그리고 초액 응축장치로 구성이 되어있다.

(2) GC 분석조건

칼럼은 0.32mm의 19091J-413 30M를 이용하였고 칼럼의 온도는 30℃에서 1분간 유지한 후 150℃까지는 분당 2℃씩, 50℃까지 62분간 작동하였다. 이동상 가스는 질소를 분당 3.3ml로 유속 시켰고 injector의 온도는 150℃, FID detector의 온도는 250℃로 하였다.

(3) GC/MS 분석조건

Hewlett-Packard(Calo Alto California U.S.A.)의 HP 5890 II GC를 사용하였다. 시료주입구 온도 120℃, FID의 온도는 300℃로 고정하였으며 column oven의 온도는 50℃에서 1분간 유지한 다음 분당 2.0℃의 비율로 200℃까지 상승시키며 분석을 실시하였다. column은 0.32mm 굵기에 (5%-Phenyl) Methylpolysiloxane이 coating 된 J&W(Folsom, Ca., U.S.A.)의 DB-5 fused silica capillary column을 사용하였으며 column의 길이는 60m이었다.

GC에 의하여 분리된 성분의 동정은 Gas Chromatograph-Mass Spectrometric Detector(GC/MSD:Hewlett-Packard 5972 system, PA, USA)를 이용하였다. interface 온도는 300℃, ionization voltage는 70 eV, resolution은 1000, mass range는 30~300 m/e로 하였으며 column을 통해 분리된 물질의 동정은 Wiley library에 수록된 spectrum과 비교하여 동정하였다.

(4) 보메비중

중(重)보메비중계(범위 : 0~10)를 사용하고, 측정시 온도는 15±1℃에서 측정한다.

(5) 산량

산량은 초산에 의한 것으로 간주하여 계산한다. 시료 1ml를 100배로 희석한다. 이 용액에 페놀프탈레인 지시약을 2~3방울 넣고 0.1N NaOH액으로 적정하여 중화점을 구하거나, pH측정기를 사용하여 pH가 8.15가 될 때까지 0.1N NaOH 용액을 뷰렛으로 서서히 떨어뜨려 그 때 소비량을 구하여 다음 식으로 계산한다.

$$\text{산량(\%)} = \frac{\text{NaOH소비ml수} \times 60.04 \times F \times 0.1}{1000} \times 100$$

여기서 F는 0.1N NaOH 규정용액의 팩터이고, 60.04는 초산(CH₃COOH)의 분자량이다.

(6) pH

소수점 첫째자리까지 읽을 수 있는 전극이 달린 pH 측정기로 측정한다.

(7) 용해타르

시료 20.00g을 증발접시에 넣고 125±5℃로 조절한 건조기 내에서 24시간 이상 건조한 후 고품분 잔사를 칭량하여 중량비를 백분비로 표시한다.

(8) 굴절률(% Brix)

0점 조절계가 달린 Brix 굴절계로 측정한다.

(9) 초액의 정제 방법

왕겨초액에 함유된 유해물질 제거를 위하여 아래와 같은 정제방법으로 정제 효과를 분석하여 보았다. 목초액의 정제방법으로 사용되는 증류법, 활성탄 처리 및 산화처리방법을 참고로 하여 정제방법별 정제 효과를 GC를 이용하여 분석하였다.

표 1. 왕겨초액의 생산 조건

| 처리구 | 탄화부(℃) | 냉각수(℃) |
|-----|--------|--------|
| 1 | 210 | 15 |
| 2 | 250 | 14 |
| 3 | 283 | 15 |
| 4 | 230 | 34 |
| 5 | 290 | 29 |
| 6 | 360 | 34 |
| 7 | 360 | 43 |
| 8 | 350 | 34 |
| 9 | 340 | 30 |

표 2. 왕겨 초액의 정제 방법

| 처리구 | 처리 방법 |
|-----|--|
| 1 | 초액 400ml + 6% H ₂ O ₂ 40ml → boiling 1hr → 여과 → active carbon 1% 첨가 → boiling 1hr → 여과 |
| 2 | 초액 400ml + 6% H ₂ O ₂ 40ml → boiling 1hr → 여과 → active carbon 2% 첨가 → boiling 1hr → 여과 |
| 3 | 초액 400ml + 6% H ₂ O ₂ 40ml → boiling 1hr → 여과 → active carbon 2.5% 첨가 → boiling 1hr → 여과 |
| 4 | 초액 + active carbon 2%첨가 → boiling 1hr → 여과 |
| 5 | 초액 + ash 4.8% 첨가 → boiling 1hr → 여과 |
| 6 | 초액 감압 증류 1회 (23mbar 65rpm 60℃) |
| 7 | 초액 감압 증류 2회 (23mbar 65rpm 60℃) |
| 8 | 초액 감압 증류 (23mbar 65rpm 60℃) → 6% H ₂ O ₂ 40ml → boiling 1hr → 여과 → active carbon 1% → boiling 1hr → 여과 |
| 9 | 초액 감압 증류(23mbar 65rpm 60℃) → 2차 감압 증류(23mbar 65rpm 60℃) → 6% H ₂ O ₂ 40ml → boiling 1hr → 여과 → active carbon 1% → boiling 1hr → 여과 |

나. 실험 결과

(1) 탄화온도 및 냉각수 온도에 따른 초액의 품질

왕겨 초액 생산을 위하여 왕겨탄화기의 탄화온도 및 응축기의 초액생산 냉각수의 온도 조건을 다르게 하여 왕겨 초액 시험생산을 하였다. 생산된 초액의 품질을 분석한 결과를 표 3에 나타내었다. 왕겨의 탄화온도는 최저 210℃에서 최고 340℃ 사이의 범위에서 생산을 하였다. 응축기 냉각수의 온도는 14~43℃ 사이 범위에서 총 9개 시료를 생산하였다. 목초액에서 산량과 굴절을 값이 중요한 객관적 인자로 평가를 하는데 목초액의 표준 품질규격 기준에 의한 분석 결과를 살펴보면 왕겨 탄화온도가 높아질수록 초액의 비중과 산량 및 굴절을 값이 증가하는 경향을 보여주었다.

보메비중은 탄화온도 210℃에서 1.024°Be, 340℃에서는 1.032°Be 값을 보였으며 산량의 경우에도 4.8%과 5.51%으로 탄화온도가 증가 할수록 증가하는 결과를 보였다. 탄화온도가 높고 냉각수 온도가 낮은 즉, ΔT 값이 높은 구의 경우 굴절률과 산량함량이 다른 구에 비하여 비교

적 높은 결과를 보였다. 360℃에서 생산한 초액의 산량이 5.82%로 가장 우수한 값을 보였으며 굴절을 역시 360℃에서 생산한 초액이 14.6%Brix으로 높은 값을 보였다. 일본 목초액 협회에서 표준목초액의 규격을 채취시의 황색연기가 날 때의 숯가마 내부온도 350~435℃ (굴뚝온도는 대략 80~150℃) 인 것으로 하고 있다.

표 3. 왕겨 탄화온도와 응축기온도에 따른 초액의 품질

| 처리구 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| A/B(℃) | 210/15 | 250/14 | 283/15 | 230/34 | 290/29 | 360/34 | 360/43 | 350/34 | 340/30 |
| △T(℃) | 195 | 236 | 268 | 196 | 261 | 326 | 317 | 316 | 310 |
| 보메비중(°Bé) | 1.024 | 1.028 | 1.028 | 1.032 | 1.03 | 1.034 | 1.032 | 1.032 | 1.032 |
| 산량(%) | 4.8 | 5.16 | 5.38 | 5.88 | 5.61 | 5.62 | 5.82 | 5.8 | 5.51 |
| pH | 2.86 | 2.71 | 2.80 | 2.69 | 2.77 | 2.73 | 2.64 | 2.69 | 2.83 |
| 굴절률(%Brix) | 11.8 | 13. | 13.4 | 13.6 | 14.0 | 14.6 | 14 | 14 | 13.9 |

※ A/B: 탄화온도 / 냉각수 온도
 ※ △T: 탄화온도-냉각수 온도

(2) 국내외 목초액의 품질

국내외에서 제품으로 시판되고 있는 목초액, 죽초액과 왕겨초액의 품질을 목초액 품질기준에 의하여 분석을 하여 비교하여 보았다.(표 4) 왕겨초액의 산량은 3.58%로 국내 목초액과 죽초액의 3.1%, 3.19%에 비하여 높은 함량을 보였다. 일본 목초액의 경우 옥제용은 3.21%로 국내 목초액과 유사한 값을 보였으나 음료용의 경우 매우 낮은 0.6%을 보였다. 이러한 결과는 음료용의 경우 유해물질 제거를 위한 정제공정을 거친 결과에 기인하는 것으로 판단되었다.

비중은 전반적으로 왕겨초액 보다 적은 값을 보였으며 음료용의 경우 가장 낮은 결과를 보였다. 용해타르 함량은 왕겨초액의 0.070%에 비하여 모든 처리구가 낮은 값을 보였다. 일본 목초액 음료용의 경우 다른 제품 보다 함량이 비교적 높은 결과를 보였다. 가용성 무기물의 함량(%Brix)은 왕겨초액의 경우 4.2%Brix로 가장 높은 값을 보였다. 국내 목초액은 참나무가 2.6%Brix, 죽초액이 3.0%Brix를 보였다. 일본 목초액이 모든 제품에서 낮게 나타났으며 특히 음료용의 경우 1.0%Brix로 매우 낮은 값을 보였다.

(3) 왕겨초액의 정제

초액은 탄화로 인한 탄화 냄새와 유해물질을 포함한다. 조초액은 아세트산, 퍼프릴산등을 포함하는 다양한 산류와 메탄올, 에탄올 등 알코올류와 타르, 페놀, 크레졸, 벤조피렌등과 같은 유해성분을 포함하여 이루어진다. 정제방법별로 처리한 초액의 품질 분석 결과는 표 5와 같다.

초액 원액의 산량은 3.58%로 증류방법으로 처리한 구의 경우 산량이 모든 구에서 낮아지는 경향을 보였다. 이러한 결과는 증류공정을 통하여 일부 비점이 낮은 휘발산류가 증발이 된 것으로 판단되었다. 초액의 비중은 물보다 높은 1.004~1.010 범위를 보였다. 증류구의 경우 비중이 낮아지는 결과를 보였고 pH는 과산화수소를 처리한 구가 낮아지는 결과를 보였다. 탄화규소를 처리한 구는 이와 반대로 높아지는 결과를 보였다.

용해타르 함량은 원액의 0.037%에 비하여 모든 처리구의 함량이 적어지는 결과를 보였다. 증류구의 경우 유해물질이 효과적으로 제거가 된 것을 확인할 수 있었다. 활성탄 처리구의 경우 모든 구에서 처리 전보다 용해타르 함량이 다소 높아지는 결과를 보였으며 초액의 굴절율은 원액 4.2%Brix에서 처리후에 Brix 함량이 낮아지는 결과를 보였다. 이러한 결과는 정제과정에서 용해물질들이 침전으로 제거된 것으로 판단되며 증류구의 경우 그 값의 감소가 다른 구에 비하여 많은 것으로 나타났다.

표 4. 국내외 목초액의 품질 비교

| | 왕겨초액 | 국내목초액 | | | 일본 ¹⁾ | | 일본 목초액 | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------|--------|-------|-------|
| | | 액티브 | 참나무 | 죽초액 | 목초액 | 죽초액 | 육제용 | 음료용 | 스프레이 |
| 보메비중 (。Be) | 1.008 | 1.001 | 1.004 | 1.005 | 1.010 | 1.011 | 1.004 | 1.000 | 1.004 |
| 산량 (%) | 3.58 | 0.6 | 3.1 | 3.19 | 3.21 | 3.02 | 3.21 | 0.6 | 2.73 |
| pH | 2.61 | 2.78 | 2.66 | 2.49 | 3.62 | 2.96 | 2.56 | 2.78 | 2.59 |
| 용해타르 (%) | 0.070 | 0.028 | 0.030 | 0.072 | 0.61 | 0.56 | 0.042 | 0.062 | 0.026 |
| 굴절률 (%Brix) | 4.2 | 1.0 | 2.6 | 3.0 | - | - | 2.2 | 1.0 | 2.2 |

※ 1) 일본 목초액 협회 분석 자료

표 5. 초액의 품질 특성

| | 원액 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 보메비중 (。Be) | 1.008 | 1.008 | 1.008 | 1.009 | 1.006 | 1.01 | 1.004 | 1.004 | 1.004 | 1.004 |
| 산량 (%) | 3.58 | 5.19 | 3.9 | 4.21 | 3.84 | 3.76 | 2.57 | 2.51 | 2.4 | 2.89 |
| pH | 2.61 | 2.41 | 2.23 | 2.37 | 2.48 | 3.16 | 2.69 | 2.65 | 2.53 | 2.45 |
| 용해타르 (%) | 0.070 | 0.252 | 0.134 | 0.182 | 0.175 | 0.292 | 0.012 | 0.010 | 0.047 | 0.069 |
| 굴절률 (%Brix) | 4.2 | 3.6 | 4.0 | 3.4 | 3.6 | 4.4 | 3.0 | 2.8 | 2.2 | 2.4 |

(4) 왕겨 초액 유기물 분석

왕겨 탄화과정에서 생성된 초액의 성분은 8.5~11.5% 범위로 알려져 있으며 왕겨 초액이 목초액 보다 유기물질 함량이 많은 원인은 목초액 제조에 사용한 목재의 종류, 채취 방법에 따라 달라지기 때문인 것으로 보고되고 있다.(成代, 1989) 또한 유기물질 함량은 페놀 분획물이 약 55%, 산성성분이 25% 그리고 중성분획이 18.5% 그리고 염기성 분획이 1.4%를 차지하는 것으로 보고되고 있다. phenol 분획물은 phenol과 cyclopentanone 등이 주요 성분이었다. phenol은 항산화 효과 및 미생물 생육억제 효과의 주요 원인 물질로 알려져 있다. 산성성분은 acetic acid와 propionic acid가 주성분이며 butyric acid의 함유 비율이 높은 것으로 나타났다.(成代, 1989) 중성분획에서는 3-methylcyclopentanone, furfural 및 2-methyl-2-cyclopenten-1-one 등이 주요 물질로 분리되었다. 이에 따라 본 실험에서는 왕겨초액을 1차 증류한 시료를 이용하여 GC/MS 분석을 하였다.(표 6.)

증류공정을 거친 정제 왕겨초액의 경우 시판되는 목초액에 비하여 비교적 함량의 차이는 다소 차이가 있지만 기존의 목초액에 함유된 주요 성분이 대부분 함유되어있는 것으로 확인이 되었다. 주요 물질은 methyl propionate, 그 다음으로는 methyl isobutyrate, methyl acetate순으로 나타났다. 이외에 당류나 셀룰로오스를 고온에서 가열할 때 생성되는 대표적인 성분으로 구수한 냄새와 카라멜 냄새를 지니고 있는 furan 유도체인 2-acetylfuran이 확인되었다. 이외에 methyl butyrate, cyclopentanone등의 성분과 phenol 및 그 유도체들로서는 p-methylguaiacol, p-ethylguaiacol 등의 초액 특유의 냄새와 밀접한 관계가 있는 성분들이 나타났다. 증류공정을 거친 정제 왕겨초액의 경우 시판되는 목초액에 비하여 비교적 함량의 차이는 다소 차이가 있지만 기존의 목초액에 함유된 주요 성분이 대부분 함유되어있는 것으로 나타났다. 이러한 결과로서 기존 목초액의 대체용으로 사용이 가능할 것으로 판단이 되었다.

표 6. 왕겨초액의 GC/MS 분석

| | Retention time | 성 분 |
|----|----------------|----------------------------------|
| 1 | 4.94 | methyl acetate |
| 2 | 6.07 | diacetyl |
| 3 | 6.57 | ethyl acetate |
| 4 | 7.05 | methyl propionate |
| 5 | 7.72 | 2-butenal |
| 6 | 8.95 | methyl isobutyrate |
| 7 | 9.46 | 2,3-pentadione |
| 8 | 10.21 | propyl acetate |
| 9 | 10.63 | methyl butyrate |
| 10 | 11.47 | trans-3-penten-2-one |
| 11 | 12.90 | methyl crotonate |
| 12 | 14.73 | cyclopentanone |
| 13 | 16.26 | furfural |
| 14 | 17.95 | furfural |
| 15 | 18.18 | methyl 3-pentenoate |
| 16 | 18.36 | 2-methylcyclopentanone |
| 17 | 18.87 | 3-methylcyclopentanone |
| 18 | 20.20 | 2,4-hexadienal |
| 19 | 22.39 | cyclopentanone |
| 20 | 23.15 | 2-methyl-2-cyclopenten-1-one |
| 21 | 23.52 | 2-acetylfuran |
| 22 | 23.81 | 5-methyl-furfuran |
| 23 | 25.70 | 2,5-dimethyl-2-cyclopentenone |
| 24 | 26.32 | 2,5-dimethyl-3-cyclopentenone |
| 25 | 27.76 | 5-methyl-furfuran |
| 26 | 27.94 | benzaldehyde |
| 27 | 28.78 | 2-methyl-5-isopropylfuran |
| 28 | 29.04 | phenol |
| 29 | 29.75 | benzointrite |
| 30 | 30.32 | 4,4-dimethyl-2-cyclopenten-1-one |
| 31 | 30.67 | 2,3-dimethylcyclopent-2-en-1-one |
| 32 | 31.56 | furyl ethyl ketone |
| 33 | 33.90 | 2-3-dimethyl-2-cyclopenten-1-one |
| 34 | 34.83 | salicylic aldehyde |
| 35 | 35.22 | 2-methyl-phenol |
| 36 | 36.61 | acetophenone |
| 37 | 38.28 | guaiaicol |
| 38 | 39.86 | 2,4-xyleneol |
| 39 | 45.48 | dimethoxybenzene |
| 40 | 46.51 | p-methylguaiaicol |
| 41 | 53.02 | p-ethylguaiaicol |

(5) 왕겨 초액의 GC 크로마토그램

그림 1은 정제 전 왕겨 초액의 GC 크로마토그램이며 표 11은 유기물질의 GC 기기분석의 RT 및 비율을 분석한 결과이다. methyl propionate 물질이 가장 높은 함량을 보인 것이 특징으로 나타났으며 그 다음으로는 methyl isobutyrate, methyl acetate 순으로 나타났다. furan 유도체인 2-acetylfuran과 methyl butyrate, cyclopentanone 등의 성분도 비교적 많은 함량을 보였으며 p-methylguaiacol 등 초액 특유의 냄새와 밀접한 관계가 있는 성분이 주를 이루는 것으로 나타났다.

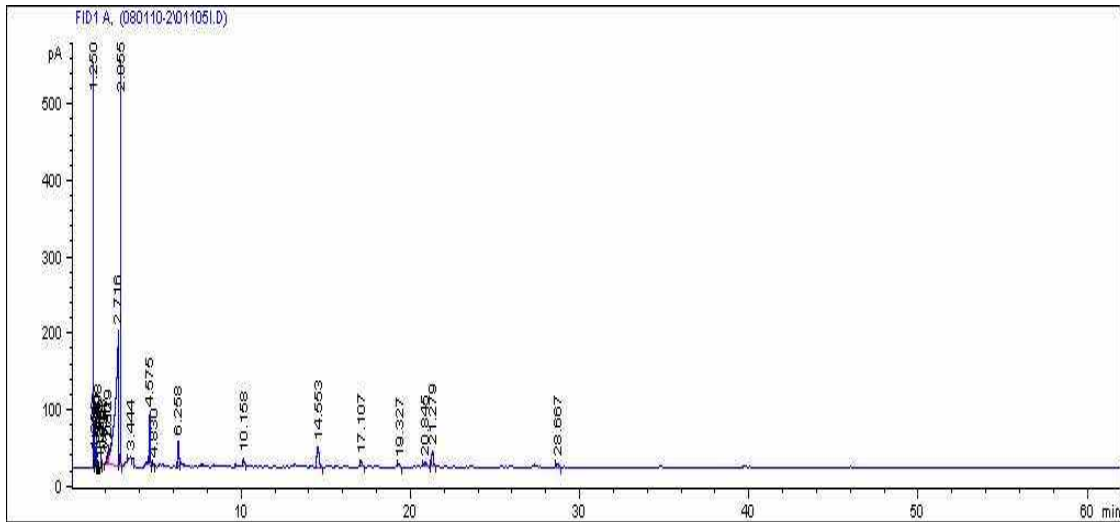


그림 1. 왕겨초액의 GC 크로마토그램

표 7. 왕겨 초액 GC 분석 결과

| | RT(min) | 비율(%) | 성분 |
|----|---------|--------|----------------------------------|
| 1 | 1.250 | 8.572 | methyl acetate |
| 2 | 1.508 | 0.551 | diacetyl |
| 3 | 2.08 | 0.335 | ethyl acetate |
| 4 | 2.080 | 47.538 | methyl propionate |
| 5 | 2.716 | 19.108 | methyl isobutyrate |
| 6 | 2.855 | - | 2,3-pentadione |
| 7 | 3.317 | 0.469 | propyl acetate |
| 8 | 3.444 | 3.874 | methyl butyrate |
| 9 | 4.575 | 0.198 | trans-3-penten-2-one |
| 10 | 4.83 | 2.884 | cyclopentanone |
| 11 | 6.258 | 0.837 | furfural |
| 12 | 10.158 | 5.206 | 2-acetylfuran |
| 13 | 14.553 | 1.176 | phenol |
| 14 | 17.107 | 0.591 | 2,3-dimethylcyclopent-2-en-1-one |
| 15 | 19.327 | 1.379 | guaiacol |
| 16 | 20.845 | 3.491 | p-methylguaiacol |
| 17 | 21.279 | 0.880 | p-ethylguaiacol |

(6) 초액의 정제 효과

과산화수소수를 이용한 산화처리방법 모두 불순물의 제거 효과가 있는 것으로 나타났다. 귀소회분으로 처리한구의 경우 정제 효과가 낮은 결과를 보였다. 우수한 결과를 보인 처리구는 감압증류한 후 과산화수소수로 유기산을 산화 처리한 처리구들 이었으며 그 다음으로 증류공정 없이 과산화수소수만을 처리한구 순으로 정제 효과가 나타났다. 주요 성분 중 methyl propionate는 감압증류구에서 많은 감소를 보였으며 methyl butyrate의 경우에도 유사한 결과를 보였다. trans-3-penten-2-one과 cyclopentanone 성분은 증류처리한 후 비율이 높아지는 현상을 보였으며 furfural의 경우에도 이와 유사한 결과를 보였다. phenol, p-methylguaiacol 및 acetylfuran은 산화처리한 모든 구에서 효과적으로 제거가 되는 결과를 볼 수 있었다. (표 8, 9)

표 8. 정제한 초액의 GC 분석 결과

| | 원액 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 성분 |
|----|--------|-------|--------|-------|--------|-------|----------------------------------|
| 1 | 8.572 | 1.683 | 0.381 | 1.627 | 3.671 | 4.11 | methyl acetate |
| 2 | 0.551 | 0.086 | 0.043 | 0.082 | 0.148 | 0.03 | diacetyl |
| 3 | 0.335 | 0.428 | 1.012 | 0.716 | 2.964 | 1.42 | ethyl acetate |
| 4 | 47.538 | 2.195 | 76.815 | 72.01 | 60.959 | 53.98 | methyl propionate |
| 5 | 19.108 | 64.07 | 17.771 | 20.78 | 22.943 | 21.63 | methyl isobutyrate |
| 6 | - | 21.30 | - | 0.03 | 0.287 | 0.03 | 2,3-pentadione |
| 7 | 0.469 | 1.449 | 0.522 | 0.233 | 0.098 | 0.38 | propyl acetate |
| 8 | 3.874 | 4.348 | 2.271 | 3.03 | 4.208 | 3.82 | methyl butyrate |
| 9 | 0.198 | 0.221 | - | 0.23 | 0.221 | 0.04 | trans-3-penten-2-one |
| 10 | 2.884 | 0.01 | - | 0.01 | 0.207 | 2.10 | cyclopentanone |
| 11 | 0.837 | 1.428 | - | 1.121 | 1.089 | 1.01 | furfural |
| 12 | 5.206 | 2.331 | - | 0.01 | 1.806 | 5.16 | 2-acetylfuran |
| 13 | 1.176 | 0.01 | - | | | 1.24 | phenol |
| 14 | 0.591 | | - | | | 0.31 | 2,3-dimethylcyclopent-2-en-1-one |
| 15 | 1.379 | | - | | | 1.40 | guaiacol |
| 16 | 3.491 | | - | | | 2.71 | p-methylguaiacol |
| 17 | 0.880 | | | | | 0.03 | p-ethylguaiacol |

표 9. 정제한 초액의 GC 분석 결과

| | 원액 | 6 | 7 | 8 | 9 | 성 분 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------------------|
| 1 | 8.572 | 8.304 | 6.532 | 8.336 | 6.704 | methyl acetate |
| 2 | 0.551 | 0.019 | 0.252 | 0.120 | 0.130 | diacetyl |
| 3 | 0.335 | - | 1.833 | 1.984 | | ethyl acetate |
| 4 | 47.538 | 0.235 | | 0.204 | | methyl propionate |
| 5 | 19.108 | 0.036 | | | | methyl isobutyrate |
| 6 | - | - | - | - | - | 2,3-pentadione |
| 7 | 0.469 | 2.250 | | | | propyl acetate |
| 8 | 3.874 | - | 10.741 | - | | methyl butyrate |
| 9 | 0.198 | 30.874 | 9.657 | 55.141 | 37.852 | trans-3-penten-2-one |
| 10 | 2.884 | 15.070 | 20.351 | 22.517 | 29.789 | cyclopentanone |
| 11 | 0.837 | 3.265 | 3.196 | 2.348 | 1.993 | furfural |
| 12 | 5.206 | 0.822 | 0.406 | | 0.480 | 2-acetylfuran |
| 13 | 1.176 | 3.472 | 1.415 | | | phenol |
| 14 | 0.591 | 0.187 | 0.131 | | | 2,3-dimethylcyclopent-2-en-1-one |
| 15 | 1.379 | 0.774 | 0.826 | | | guaiacol |
| 16 | 3.491 | 0.100 | 1.119 | | | p-methylguaiacol |
| 17 | 0.880 | 4.800 | 5.641 | | | p-ethylguaiacol |

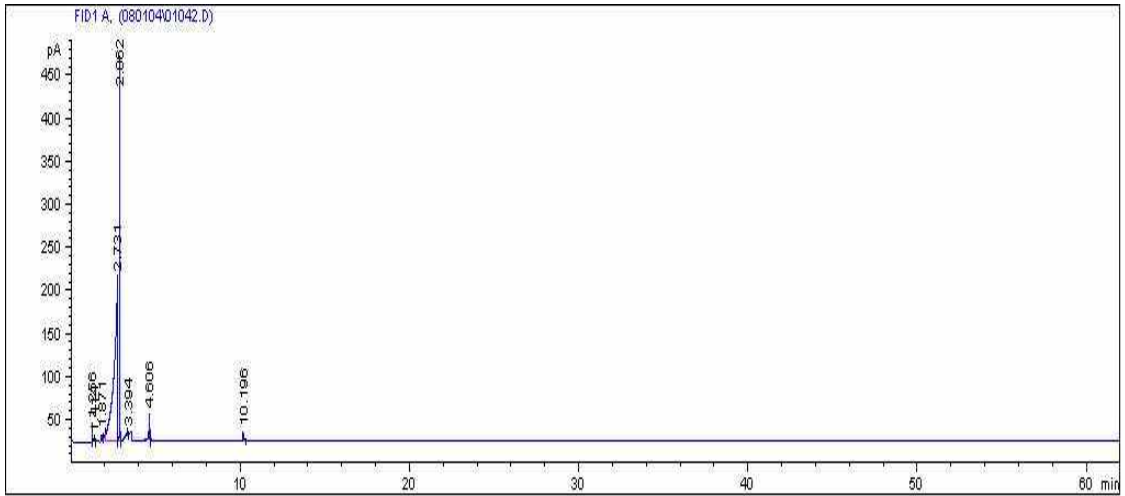


그림 2. 왕겨초액의 GC 크로마토그램(처리구 1)

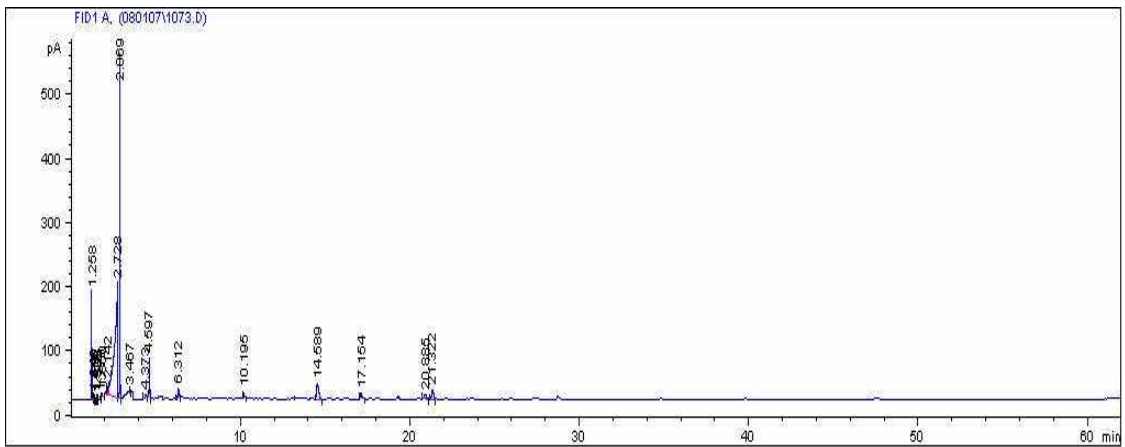


그림 3. 왕겨초액의 GC 크로마토그램(처리구 2)

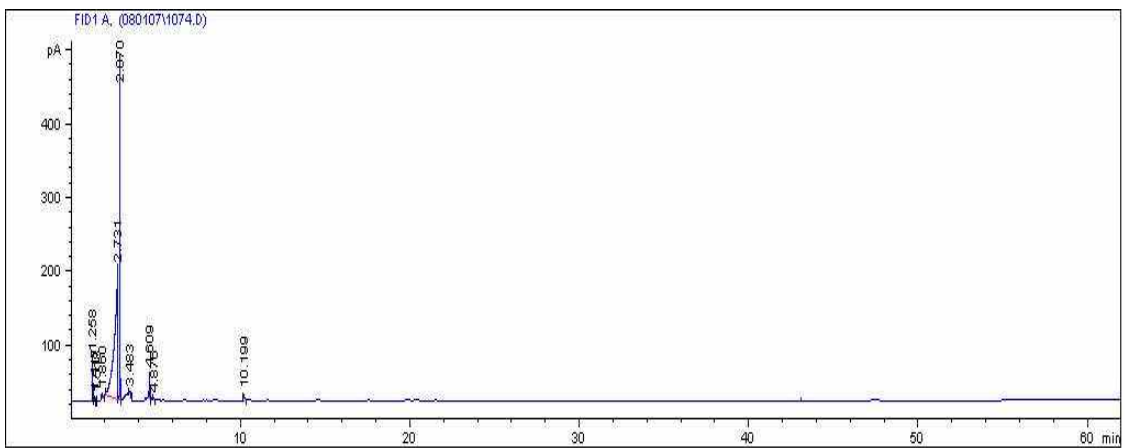


그림 4. 왕겨초액의 GC 크로마토그램(처리구 3)

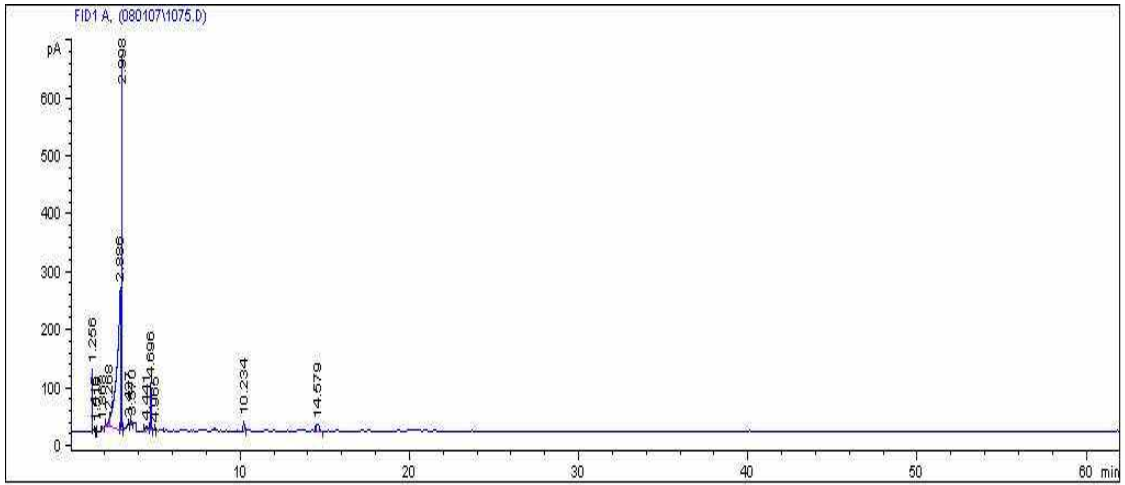


그림 5. 왕겨초액의 GC 크로마토그램(처리구 4)

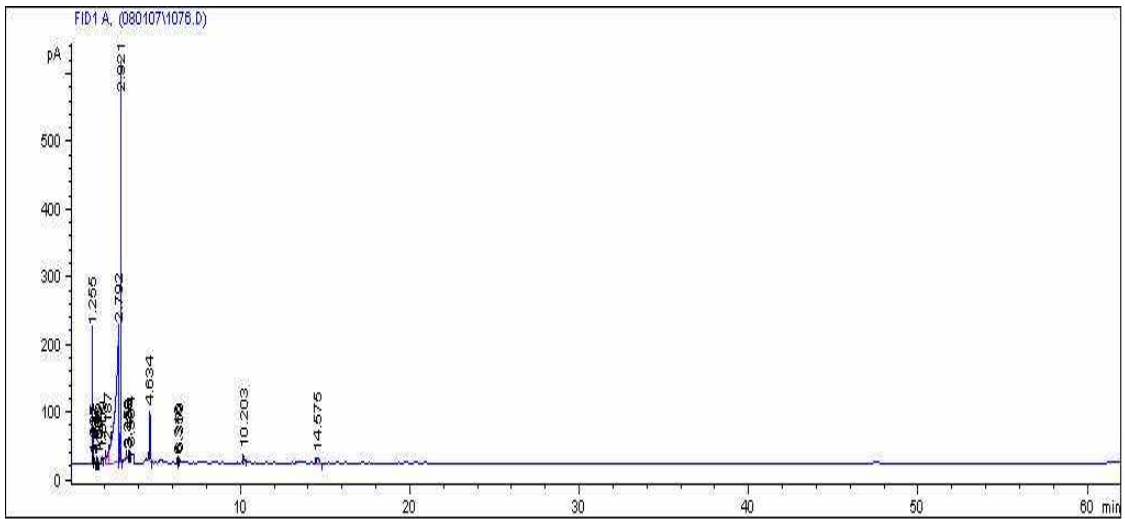


그림 6. 왕겨초액의 GC 크로마토그램(처리구 5)

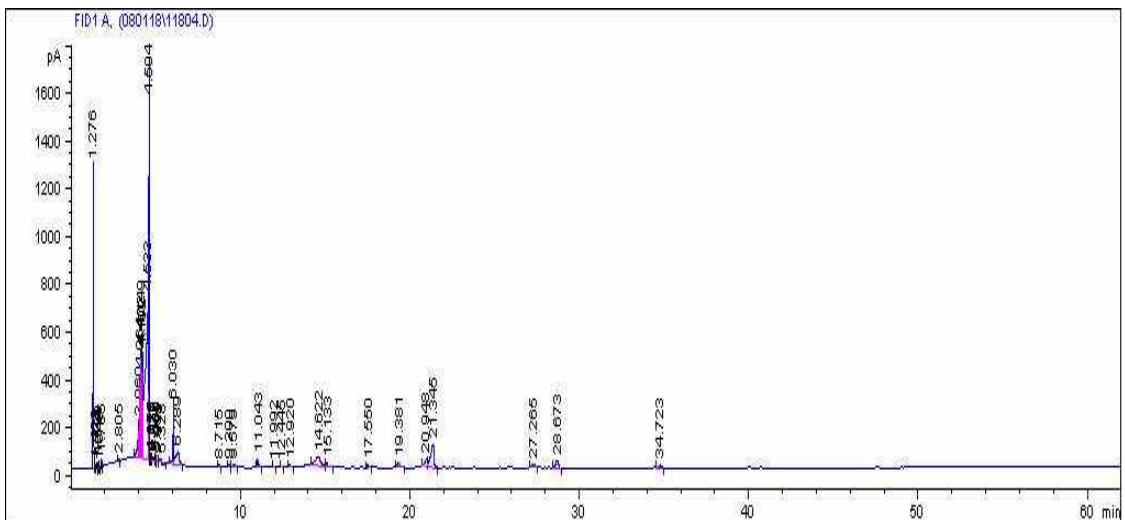


그림 7. 왕겨초액의 GC 크로마토그램(처리구 6)

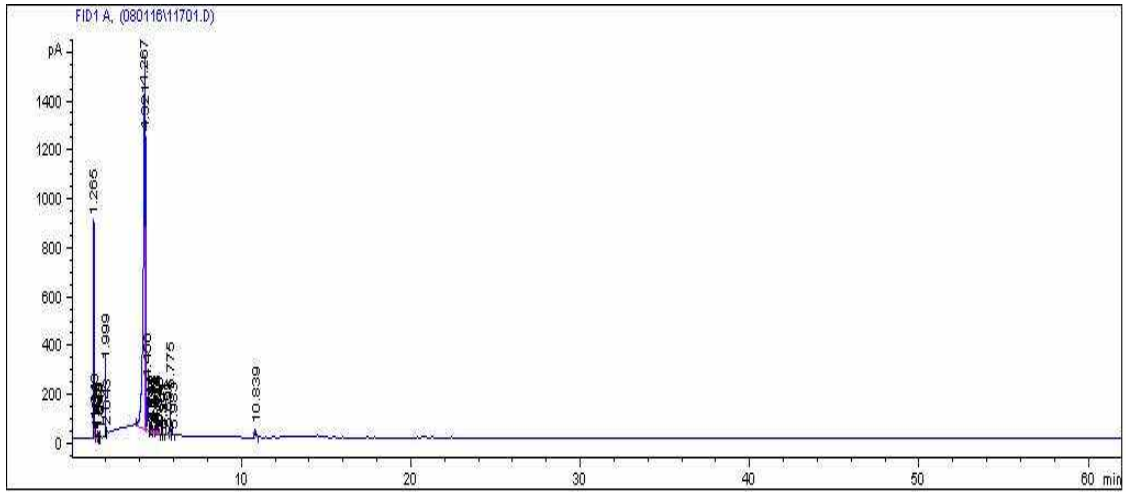
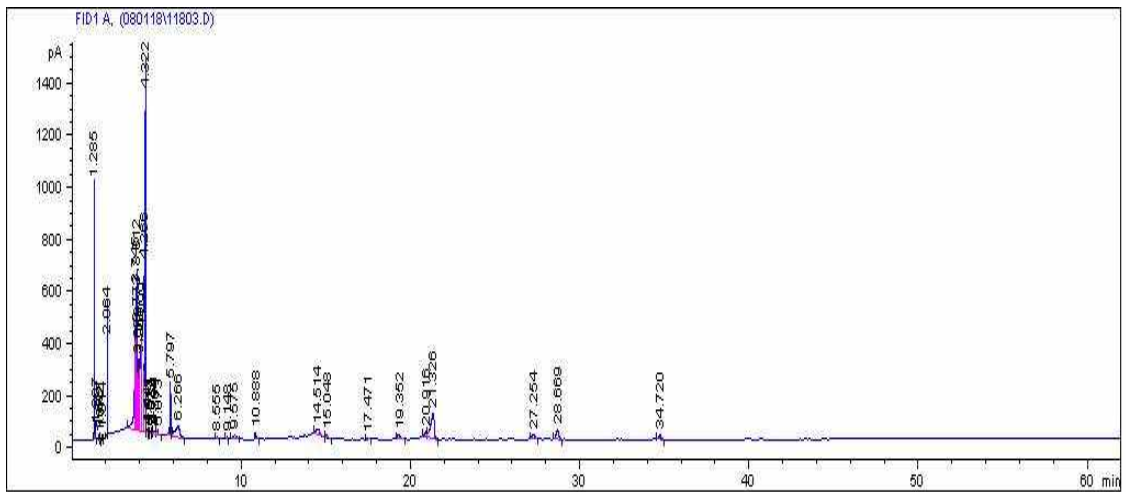


그림 8. 왕겨초액의 GC 크로마토그램(처리구 7)



(7) 정제 초액의 품질

정제 효과가 가장 높은 것으로 나타난 처리구 즉, 감압 증류후 산화 처리한 초액 시료의 잔류농약과 주요 유해물질의 성분을 분석하였다. 표 10은 초액의 잔류 농약 함량을 분석하였던 결과이고 표 11은 중금속등을 분석한 결과이다. 그 결과를 살펴보면 초액에는 잔류 농약은 불검출 되었다. 초액의 무기물 함량과 일반성분을 분석하였던 결과 단백질이 미량 검출되었고 이외의 성분은 검출되지 않았다. 무기물중 유해물질인 Pb는 조초액에서 0.71PPM이 검출되었으나 정제 후에는 검출되지 않았다. 이외의 Cd, As, Hg는 검출되지 않았다.

표 10. 초액의 잔류농약 함량

| 항 목 | 분석결과 | 단 위 | 시험방법 |
|---|------|-------|--------------------|
| BHC($\alpha, \beta, \gamma, \delta$), Vinclozolin, Heptachlor, Aldrin, Chlorpyrifos, Hpetachlor-epoxide, Prothiofos, Dieldrin, Endrin, o,p-DDT, p,p'-DDT, EPN, Fenarimol, Quintozene, Chlorothalonil, Chlorpyrifos-methyl, Tolclofos-methyl, Fipronil, Procymidone, Endosulfan(α, β ,sulfate), p,p'-DDE, Chlorfenapyr, p,p'-DDD, Bifenthrin, Tetradifon, Parathion-methyl, Fenitrothion, Parathion, Phenthoate, Methidathion, Methoxychlor, Pyrazophos, Pyridaben, Acetochlor, Bromopropylate, Bifenox, Fenpropathrin, Cyhalothrin-lamda, Permethrin, Cypermethrin, Fenvalerate, Deltamethrin, Dichlorvos, Ethoprophos, Diazinon, Phosphamidone, Alachlor, o,p-DDE, Imazalil, Myclobutanil, o,p-DDD, Chlorbenzilate, Fluazinam, | 불검출 | mg/kg | 식품공전(2007) 농약잔류시험법 |

표 11. 일반성분 및 무기물 함량

| 항 목 | 분석결과 | | 단 위 |
|-------|------|------|-----------|
| | 원 액 | 증류초액 | |
| 지 방 | 0.0 | 0.0 | g/100g |
| 단 백 질 | 0.03 | 0.02 | g/100g |
| 회 분 | 0.0 | 0.0 | g/100g |
| 열 량 | 0.0 | 0.0 | Kcal/100g |
| 유 리 당 | 0.0 | 0.0 | g/100g |
| Na | 0.29 | 0.37 | mg/kg |
| Ca | 0.23 | 0.24 | mg/kg |
| Fe | 1.15 | 0.10 | mg/kg |
| K | 0.41 | 0.29 | mg/kg |
| Mg | 0.02 | 0.02 | mg/kg |
| P | 0.13 | 0.18 | mg/kg |
| Cu | 0.03 | 0.01 | mg/kg |
| Zn | 0.54 | 0.02 | mg/kg |
| Mn | 0.01 | 0.01 | mg/kg |
| Pb | 0.71 | 불검출 | mg/kg |
| Cd | 불검출 | 불검출 | mg/kg |
| As | 불검출 | 불검출 | mg/kg |
| Hg | 불검출 | 불검출 | mg/kg |

3. 결론 및 요약

본 연구에서는 왕겨 초액의 생산조건에 따른 품질 특성과 정제방법 그리고 국내외 목초액의 품질, 정제방법별 GC/MS 특성에 관한 분석을 하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 왕겨 초액 생산을 위한 적정 탄화 및 응축수 온도는 350~360℃, 20~35℃ 범위로 이때 산량은 5.82%로 목초액과 죽초액의 3.1%, 3.19%, 일본 목초액의 경우 3.21%에 비하여 높은 함량을 보였다.

나. 가용성 무기물의 함량은 왕겨초액의 경우 4.2%Brix로 가장 높은 값을 보였다. 국내 목초액은 참나무가 2.6%Brix, 죽초액이 3.0%Brix를 보였다.

다. 왕겨 초액의 유기물질 성분 중 phenol과 cyclopentanone 등이 주요 성분이었다. phenol은 항산화 효과 및 미생물 생육억제 효과의 주요 원인 물질이다. 산성성분은 acetic acid와 propionic acid가 주성분이며 butyric acid 비율도 높은 것으로 나타났다.

라. 정제방법은 감압증류와 유기산을 산화 처리한 처리구들의 정제 효과가 비교적 우수한 것으로 나타났으며 정제한 초액에는 잔류 농약은 불검출되었다.

마. 초액의 무기물중 유해물질인 Pb, Cd, As, Hg는 검출되지 않았다. 이외의 Dimethylamine, o-Cresol, Methyl ethyl ketone 등은 검출되지 않았다.

제 2절 왕겨 초액의 기능 특이성

1. 천연 항균, 항산화제 현황

가. 천연 항균제

식품에 사용되는 항균제는 편리성과 경제성 등을 고려하여 nitrite, sorbic acid, sodium metabisulfite, 염소제 등의 합성 보존제가 주로 사용되어 왔다. 그러나 사용된 합성 보존제는 인체에 대한 안전성 문제가 지속적으로 대두되어 왔다. 이의 해결을 위하여 최근에는 천연 항균제의 요구가 높아지고 있다.

천연 항균물질은 표 1과(Michael, 2002)같이 지금까지 널리 사용한 소금, 식초 등 일반 식품 소재뿐만 아니라 동물이나 식물에 천연적으로 존재하는 특정 단백질 및 효소류, 감각류의 키틴 질에서 추출한 키토산, 유기산, 식물 정유(essential oil) 및 미생물에서 유래된 nisin, ε-polylysine, natamycin 등이 있다.

표 1. 식품 내에 존재하는 천연 항균물질

| Source | Antimicrobial |
|--|---|
| Animals | |
| Milk | Lactoperoxidase system, Lactoferrin |
| Milk, eggs | Lysozyme |
| Honey | Glucose oxidase |
| Crab, shrimp | Chitosan |
| Plants | |
| Spices, herbs | Essential oil, phenolic, isoprenoid |
| Onions, garlic, horseradish | Sulfur compound |
| <i>Brassica</i> (mustard, Brussels sprouts, etc.) | Isothiocyanate |
| Grapefruit seed | Grapefruit seed extract |
| Hops | Hop oil |
| Microorganisms | |
| <i>Lactococcus</i> | Nisin, lacticin |
| <i>Pediococcus</i> | Pediocin |
| <i>Lactobacillus</i> | Lactocin, helveticin, sakacin, bavaricin, curvacin |
| <i>Leuconostoc</i> | Leucocin, mesentericin |
| <i>Carnobacterium</i> | Carnocin |
| <i>Streptomyces natalensis</i> | Natamycin |
| <i>Streptomyces albulus</i> | ε-polylysine |

항균작용을 갖고있는 식물 유래물질은 phenolic, polyphenolic, quinine, flavone, flavonoid, flavonol, tanine, coumarin, terpenoid, alkaloid, lectin, polypeptide 등으로 분류될 수 있다. 마늘은 thiosulfinate 화합물의 주요 성분인 allicin이 주된 항균활성 물질이며 황련 추출물, 측백, 석창포, 창출은 다양한 세균에 강한 항균력을 나타낸다고 보고되었다. 이 중 주성분이 berberine으로 알려져 있는 황련 추출물은 감초와 혼합되거나 pH가 증가할수록 더욱 강한 항균력을 나타낸다고 알려져 있다. 또 다른 미생물 유래 천연 항균물질로는 Streptomyces albulus를 호기 배양하여 얻는 ϵ -polylysine과 Streptomyces natalensis 배양액에서 얻는 natamycin 등이 있다.

나. 천연 항산화제

식품의 산화를 억제하는 항산화제는 산화에 의해서 일어나는 식품의 냄새, 맛의 변화, 색의 변화 그리고 유지의 산패를 방지하거나 지연할 수 있는 기능을 가진 화합물을 총칭한다.

현재 많이 사용되고 있는 항산화제는 phenolic compound로서 인공 합성물인 butylated hydroxyanisole(BHA), butylated hydroxytoluene(BHT), 그리고 tertiary butylhydroquinone(TBHQ) 등이 알려져 있으며 우리나라에서도 비타민 C 및 비타민 E외에 화학적 합성품으로 9종이 법적으로 허용되어 있다. Ascorbic acid는 채소 및 과실에 많이 분포되어 있는 성분으로 Na, Ca의 염이나 ascorbyl palmitate 혹은 stearate등이 있으며, 화학적으로 합성할 수도 있다.

Tocopherol은 동물성 식품에는 오직 α -tocopherol이 존재하나 식물의 지방 획득에 각종 tocopherol이 함유되어있다. α -tocopherol의 항산화 기작은 수소공여체로 작용하여 tocopherylsemiquinone이 되고 이들이 다시 tocopherol분자를 재생성하는 과정을 거친다. Tocopherol은 구조에 따라 항산화 효과가 다르며, 식물성 기름과 동물성 기름에도 각기 다른 효과를 보인다. Carotenoids는 산화의 억제에 우수한 효과가 있으며, 일중항 산소 제거로 인하여 식품의 빠른 산화를 방지한다.

Flavonoids는 flavonol과 flavone의 존재에 따라 몇가지로 분류된다. Flavonoid의 구조는 phenolic antioxidant와 매우 흡사한 화학구조를 가지고 있어 최초로 항산화 효과를 인정받았다. Flavonoid는 산화촉진제로 알려진 금속과 결합함으로써 금속붕쇄제로 작용하는가 하면 수소공여체로 작용하여 항산화 효과를 낸다. 콩, 호모, 나뭇잎, 어육, 기타 단백질 가수분해물 등은 상당한 항산화 효과가 있으며, 이들 분해물은 인공합성 항산화제와도 상승 효과를 보였다. 아미노산의 경우도 종류에 따라 저농도에서 효과가 좋았으며, 다른 항산화제와도 상승효과가 있었다. 오래 전부터 인지질은 기름의 풍미안정에 중요한 인자로, 혹은 항산화제, synergist, 금속붕쇄제 또는 산화촉진제, 불쾌한 풍미의 전구체 등으로 알려져 왔다. 항산화 효과가 있는 인지질로는 phosphatidyl ethanolamine, phosphatidic acid, phosphatidyl choline, phosphatidyl glycerol, phosphatidyl inositol등이 알려지고 있다.

향신료들에는 오래 전부터 상당한 항산화성 물질이 함유되어 있다는 것이 알려져 왔으며, rosemary 추출물은 현재 상업적으로 이용되고 있다.

Sage에는 항산화성 물질로 rosemary-9-ethylether가 있으며, rosemary에는 carnosol,

rosmariquinone과 rosemaridiphenol 등이 알려지고 있다.

쌀겨의 색소는 anthocyanin으로 cyanidin 3-O- β -D-glucopyranoside peonidin 3-O- β -D-glucopyranoside로 알려졌으며 이들이 BHA에 버금가는 항산화효과가 있고 독특한 향을 가진 방아에서도 항산화성 물질로서 estragole이 확인되었다. 한약재에는 폭넓게 항산화 물질이 함유되어 있고 소목에서는 기존 인공합성 항산화제보다 나은 활성을 보이고 있다. 이들 외에도 앞에서 거론한 식용 식물에서 항산화 효과가 있는 물질들이 상당히 밝혀지고 있으며 앞으로 연구수행에 따라 구조가 확인되는 항산화 물질은 그 수를 크게 더해 갈 것으로 보인다.

2. 왕겨 초액의 항산화 활성

건강 지향적인 소비자의 요구에 충족하기 위해 천연물로부터 항산화 물질을 개발하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 왕겨 초액과 유사한 목초액의 경우 강한 살균력과 항산화력으로 식용으로 음료, 사료, 훈제와 콩나물재배, 버섯재배, 김양식장 등에 이용하고 있으며 당뇨병, 빈혈에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다. 그러나 왕겨초액은 그 기능에 대한 연구 자료가 아직까지 없는 상태이다. 왕겨초액 역시 유기산 등 다양한 유효성분을 함유하고 있어 살균, 보존제 및 기능성 식품소재로 개발이 가능할 것으로 판단된다. 왕겨초액의 항산화 특성을 분석하였다.

가. 재료 및 방법

(1) Oxygen radical absorbing capacity (ORAC) assay를 이용한 Peroxyl radical 소거활성능 오라크(oxygen radical absorbing capacity, ORAC)방법 중 peroxy radical scavenging activity에 의한 항산화 활성의 측정법을 이용하였다. 100 μ L의 75 mM phosphate buffer에 녹인 80 nM fluorescein solution에 10,000배(0.01%) 또는 5,000배(0.02%)로 희석한 목초액 분획 50 μ L의 시료를 첨가하고 50 μ L의 80 mM 2,2'-azobis(2-amidino-propane) dihydrochloride(AAPH) solution을 넣은 다음 GENios fluorescence detector (TECAN Trading AG, Switzerland)를 사용하여 37 $^{\circ}$ C를 유지하며 형광도를 측정하였다(excitation 485nm, emission 535nm). 형광의 측정은 2분 간격으로 실시되었으며 최종 결과는 sample의 형광과 blank의 형광간의 넓이의 차이로 계산하였다. Trolox를 standard로 사용하여 모든 결과는 Trolox 값 (TE, μ M)으로 환산하여 나타내었다.

(2) Oxygen radical absorbing capacity (ORAC) assay를 이용한 Hydroxyl radical 소거활성능 96-well microplate에 75 mM phosphate buffer에 녹인 50 μ L의 160 nM fluorescein solution과 1,000배(0.1%) 또는 2,000배(0.05%)로 희석한 목초액 분획 50 μ L를 넣고 100 μ L의 1.5% H₂O₂ + 10 μ M Cu²⁺를 첨가하여 잘 혼합한 다음 GENios fluorescence plate reader를 사용하여 37 $^{\circ}$ C를 유지하면서 형광을 측정하였다 (excitation 485nm, emission 535nm). 형광의 측정은 2분 간격으로 이루어졌으며 최종 결과는 측정시료의 형광값과 blank의 형광값 간의 넓이 차이로 계산하였다. Trolox를 standard로 사용하여 모든 결과는 Trolox 값 (TE, μ M)으로 환산하여 나타내었다.

나. 실험결과

왕겨 초액의 항산화 활성 정도를 비교하기 위해서 peroxy radical scavenging activity에 의한 항산화 활성의 측정결과는 그림 1에서 보여주는 것과 같다. 그림 1에서 볼 수 있는 것과 같이 왕겨초액의 peroxy radical에 대한 소거활성은 원액의 경우 매우 높은 소거활성을 나타내고 있음을 알 수 있고, 정제된 왕겨 초액의 경우 상대적으로 낮은 항산화 활성을 보여주고 있다. 참고적으로 측정된 젖산균 배양액과 그의 배지인 MRS broth의 항산화 활성을 비교 하였을 때, 정제된 왕겨 초액은 비슷한 측정값을 보여주었으나, 왕겨초액 원액의 경우는 6배 이상의 높은 항산화활성 측정값을 보여주고 있다. 왕겨초액의 항산화 활성 정도를 비교하기 위해서 hydroxyl radical scavenging activity에 의한 항산화 활성 측정결과는 그림 2에서 보여주는 것과 같다. 그림 2에서 보여주는 것과 같이 hydroxyl radical scavenging activity에 의한 항산화 활성은 참고적으로 측정한 젖산균 배양액과 그의 배지인 MRS broth의 항산화활성보다는 약 2 배 높은 항산화 활성을 보여주고 있으나, 왕겨초액 원액과 정제된 왕겨초액은 hydroxyl radical에 대한 소거활성은 차이가 없는 측정값을 보여주고 있다.

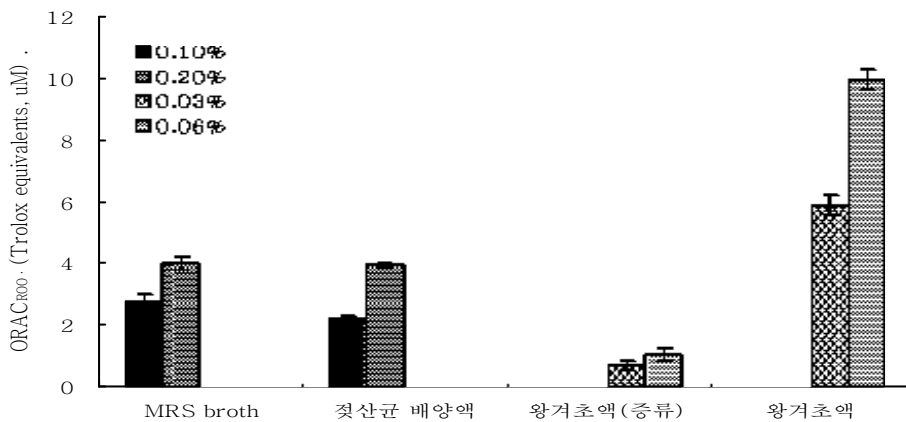


그림1. Peroxyl radical scavenging activity

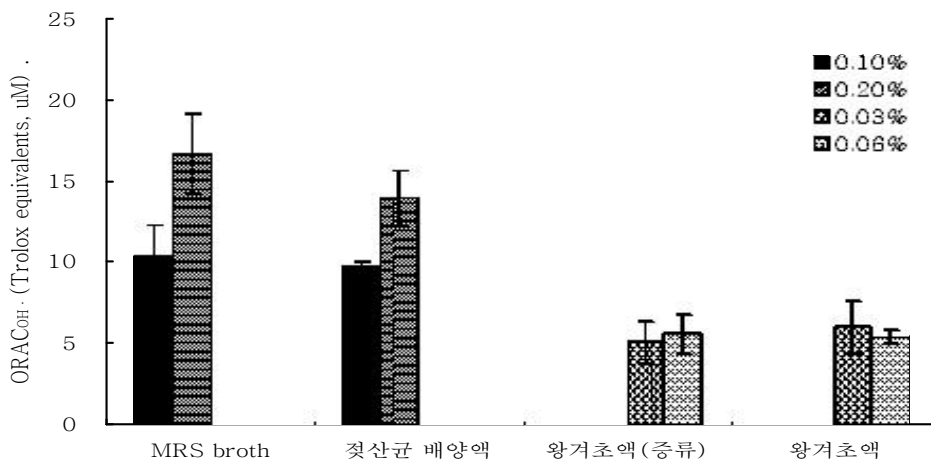


그림2. Hydroxyl radical scavenging activity

3. 왕겨 초액의 항균 활성

항균물질로는 무기계, 유기계, 천연계 항균물질이 있으며 현재 유기계 항균물질이 주로 사용되고 있으나 유기계 항균물질의 경우 화학약품을 사용하기 때문에 안전성의 문제가 제기되어 사용에 제한을 받고 있으며, 무기계 항균물질은 고가이므로 유기계 항균물질에 비해 가격경쟁력이 떨어지는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 극복할 수 있는 방법으로 최근 들어 안전성이 보장되고 친환경적인 천연계 항균물질 개발에 대한 연구가 이루어지고 있다.

가. 재료 및 방법

왕겨초액의 항균활성을 측정하기 위하여 4가지 병원성 균주 (*Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhimurium*)를 이용하여 paper disc 방법에 의한 항균활성을 측정하였다. 각각의 병원성 균주를 배양한 배양배지 및 배양온도 조건은 표 2에서 보여주는 것과 같다. 각각의 병원성 균주는 사용된 배양 평판배지 위에 도말하였고, 왕겨초액 시료는 1, 10, 100, 1000배 희석하여 paper disc에 100 μ l씩 점적하였으며, 37 $^{\circ}$ C에서 24시간 배양 후 나타나는 환의 크기를 측정하였다.

표 2. 실험에 사용된 병원성 균주의 배양조건

| | 배양배지 | 배양온도 |
|-------------------------------|----------------------|-----------------|
| <i>Listeria monocytogenes</i> | Brain Heart Infusion | 37 $^{\circ}$ C |
| <i>Escherichia coli</i> | Brain Heart Infusion | 37 $^{\circ}$ C |
| <i>Bacillus cereus</i> | Neutrient | 37 $^{\circ}$ C |
| <i>Salmonella typhimurium</i> | Neutrient | 37 $^{\circ}$ C |

항균성 및 면역독성 실험결과 기능적 특성이 우수한 결과를 보이고 향후 상업화를 고려하여 경제성이 높고 제조 전처리공정을 비교하여 증류 및 흡착 정제방법으로 제조한 시료를 이용하였다. 항균활성을 측정하기 위하여 4가지 균주 Yeast : *Pichia pastoris* X-33 (배지: YPD), Gram 양성균: *Bacillus subtilis* ISW1214 (배지: LB) 및 Gram 음성균: *Escherichia coli* JM109 (배지: LB)를 이용하여 각 균주를 3mL 적정 배지에 접종한 후 약 16시간 배양하여 3mL 적정 배지에 균주 배양액을 초기O.D. 값이 0.01이 되도록 접종한다. 그리고 왕겨 초액을 농도별로 처리한 후 약 16시간 배양하여 O.D. 600 값을 측정하여 항균력을 평가하였다.

표 3. 실험에 사용된 균주의 배양조건

| | 배양배지 | 배양온도 |
|----------------------------------|------|------|
| <i>Pichia pastoris</i> X-33 | YPD | 37℃ |
| <i>Bacillus subtilis</i> ISW1214 | LB | 37℃ |
| <i>Escherichia coli</i> JM109 | LB | 37℃ |

나. 실험결과

증류하지 않은 왕겨초액의 항균활성은 그림 3에서 보여주는 것과 같다. 그림 3에서 볼 수 있는 것과 같이 사용한 4개의 병원성 균주 *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhimurium* 모두에 대해서 항균활성이 있는 것으로 나타났다. 그렇지만 증류한 왕겨초액의 항균 활성 측정 결과는 그림 4에서 보여주는 것과 같이 각각의 균주의 원액에서는 항균활성이 있는 것으로 나타났으나 환의 크기가 매우 작았으며, 증류하지 않은 왕겨초액과의 차이가 매우 뚜렷하게 관찰되었다.

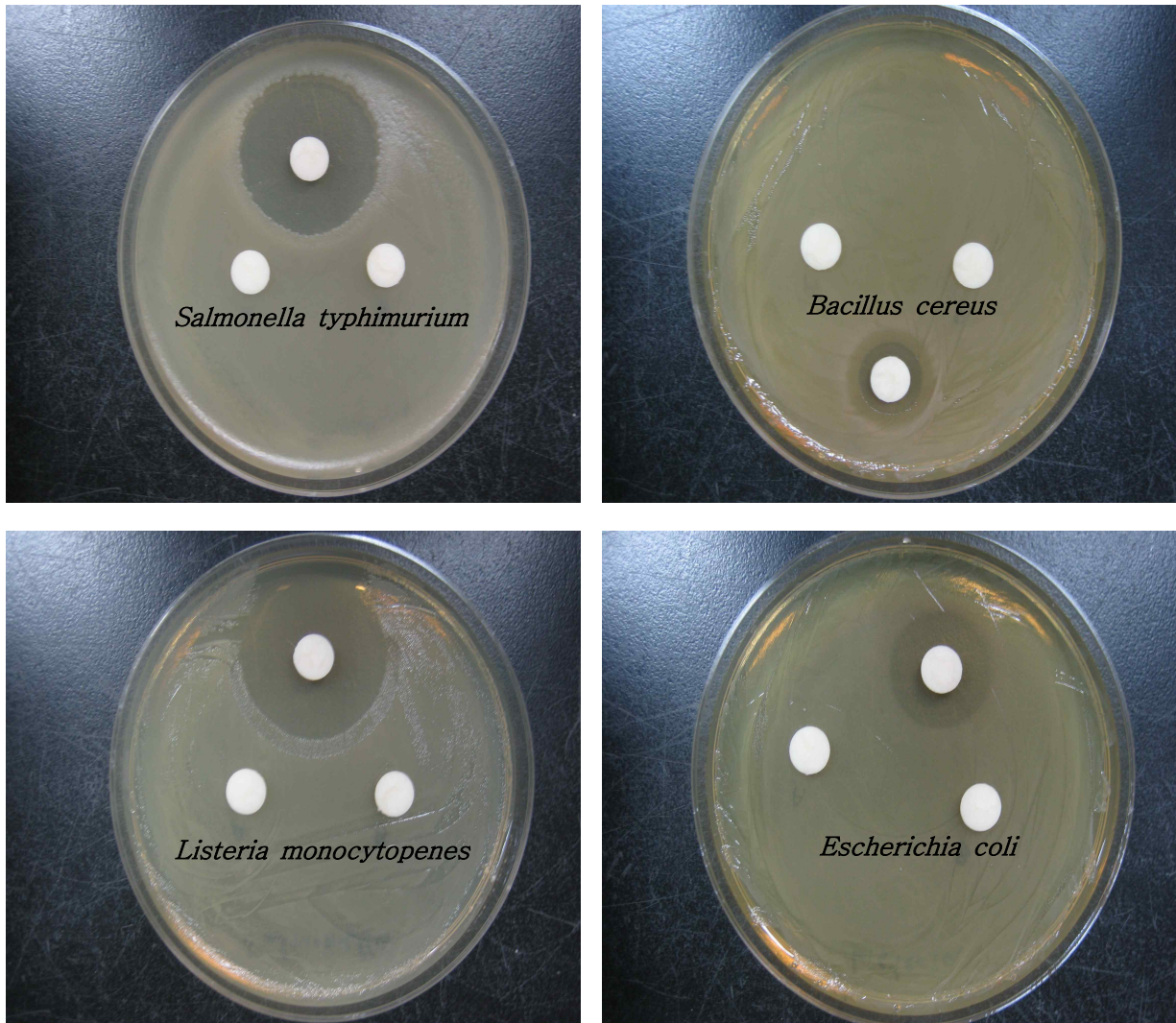


그림 3. 왕겨초액의 항균 활성 측정 결과



그림 4. 정제한 왕겨초액의 향균 활성 측정 결과

이와 함께 균주를 달리하여 향균활성을 측정하였다.

4가지 균주 Yeast : *Pichia pastoris* X-33 (배지: YPD), Gram 양성균: *Bacillus subtilis* ISW1214 (배지: LB) 및 Gram 음성균: *Escherichia coli* JM109 (배지: LB)를 이용하여 왕겨초액의 향균활성은 그림 5에서 보여주는 것과 같다. 그림 5에서 볼 수 있는 것과 같이 사용한 3개의 병원성 균주 *Pichia pastoris* X-33, *Bacillus subtilis* ISW1214 및 *Escherichia coli* JM109 모두에 대해서 일정 농도 이상에서는 향균활성이 있는 것으로 나타났다.

Escherichia coli JM109와 *Bacillus subtilis* ISW1214의 경우 초액 농도 2% 이상에서 향균력이 나타났으며 *Pichia pastoris* X-335는 그 보다 농도가 높은 약 5% 이상에서 향균력이 나타났다.

| Cell growth(OD600) | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------|-----------------|------------|------------|------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | 균주 원액 (0%) | 초액 0.01 % | 초액 0.1% | 초액 0.2% | 초액 0.5% | 초액 1% | 초액 2% | 초액 5% | 초액 10% | 초액 20% |
| <i>E.coli</i> JM109 | 2,107 | 2,114 | 2,114 | 2,128 | 2,165 | 2,197 | 0.005 | 0.007 | 0.006 | 0.006 |
| <i>B. subtilis</i> ISW 1214 | 2011 | 1984 | 2,039 | 1,931 | 1,989 | 2,051 | 0.007 | 0.007 | 0.008 | 0.008 |
| <i>P. pastoris</i> X-33 | 2,069 | 2,107 | 2,225 | 2,232 | 1,989 | 1,510 | 2,157 | 0.022 | 0.048 | 0.043 |

E.coli JM109

B. subtilis
ISW 1214

P. pastoris
X-33



그림 5. 왕겨초액의 항균력

이와 함께 각 균주를 3mL 적정배지에 접종한 후 약 16시간 배양하여 원액과 일정농도로 희석한 균주 균용액 0.1mL를 agar plate에 도말하여 아무것도 처리되지 않은 멸균 disc를 올리고, disc위에 각각 초액을 떨어뜨려 약 24-48시간 후 항균력을 확인하였다. 실험결과 왕겨초액의 항균활성은 그림 6에서 보여주는 것과 같다. 그림 6에서 볼 수 있는 것과 같이 사용한 3개의 병원성 균주 *Pichia pastoris* X-33, *Bacillus subtilis* ISW1214 및 *Escherichia coli* JM109 모두에 대해서 항균활성이 있는 것으로 나타났다. 본 연구를 통해 왕겨초액은 효모와 세균에 대한 항균 활성을 나타내는 것으로 확인되었으며, 효모 보다는 세균에 대한 항균력이 높은 것으로 조사되었다.

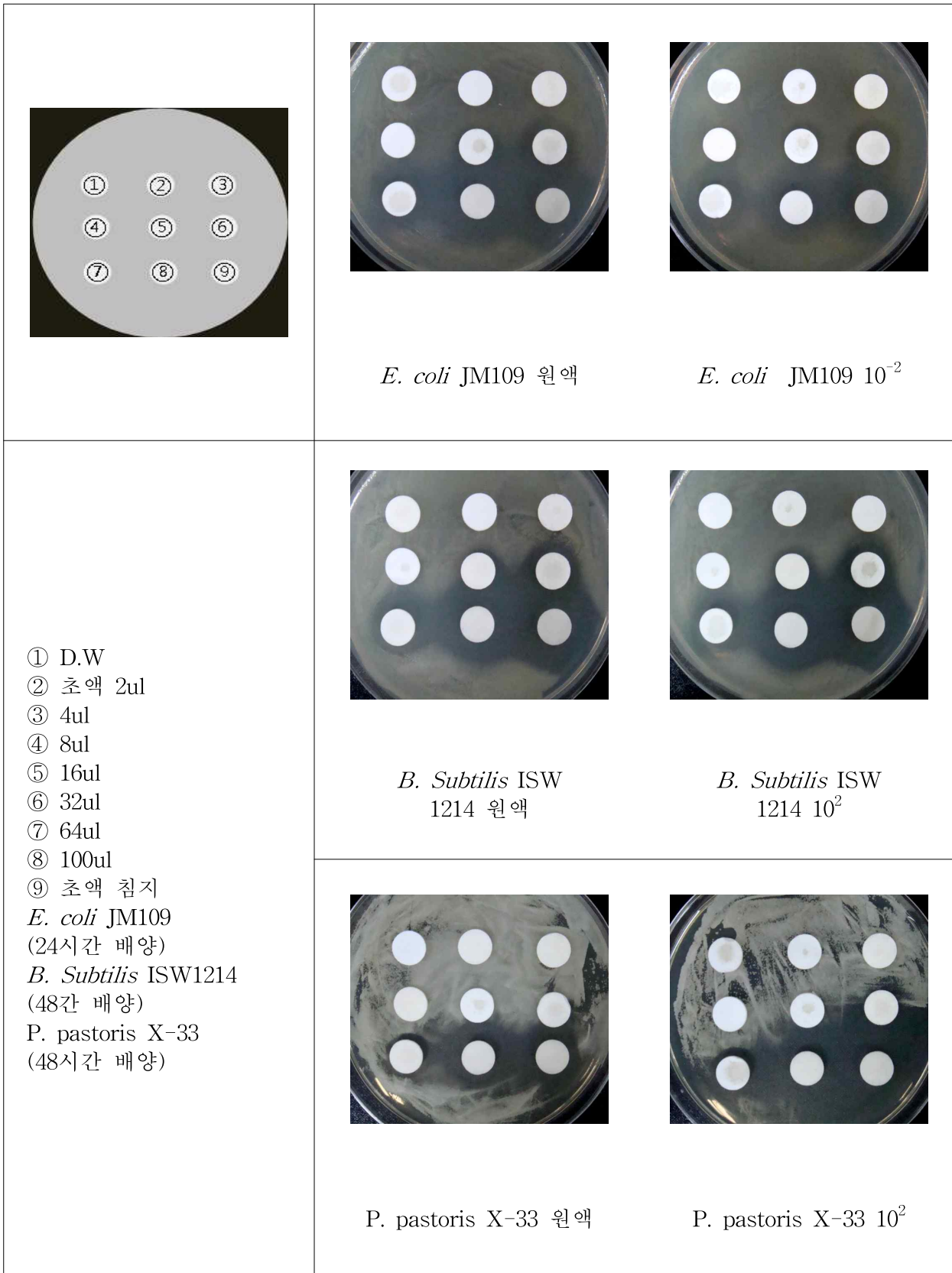


그림 6. 왕겨초액의 항균력

4. 왕겨 초액의 항산화, 면역, 독성 실험결과

가. 재료 및 방법

(1) 실험재료

실험에 사용된 대부분의 시약은 Sigma (St. Louis, MO, USA)사의 제품을 사용하였으며, 이외의 시약은 GR급 이상을 사용하였다. 실험에 사용된 대식세포주인 RAW 264.7와 대장암세포주인 SNU-C4 그리고 간암세포주인 Hepa 1c1c7 세포주는 한국세포주은행 (KCLB, Seoul)에서 분양받아 사용했으며, 세포배양에 사용된 배지와 FBS(fetal bovine serum) 등은 GIBCO(USA)사의 것을 사용하고 면역실험에 사용된 ELISA kit는 PIERCE(USA)사의 제품을 사용하였다. 실험에 사용한 왕겨 초액의 정제방법 및 품질 분석 결과를 표 4에 나타내었다.

(2) 왕겨초액

왕겨초액 생산을 위하여 본 실험에 사용한 왕겨 탄화시설은 직화식탄화시설로 국내에서 제작한 탄화설비(DCH-400, 대원GSI)를 사용하였다. 처리능력은 250/hr 규모이며 탄화온도는 약 340~360℃ 범위에서 탄화를 하였다. 왕겨초액 응축기 냉각수 온도는 30~43℃ 범위에서 생산을 하였다. 생산된 왕겨 초액은 본 실험에 사용을 위하여 정제 후 본 실험 시료로 사용을 하였다.

(3) 실험방법

(가) 보메비중: 중(重)보메비중계(범위: 0~10)를 사용하고, 측정시 온도는 15±1℃에서 측정한다.

(나) 산량 : 산량은 초산에 의한 것으로 간주하여 계산한다. 시료 1ml를 100배로 희석한다. 이 용액에 페놀프탈레인 지시약을 2~3방울 넣고 0.1N NaOH액으로 적정하여 중화점을 구하거나, pH측정기를 사용하여 pH가 8.15가 될 때까지 0.1N NaOH 용액을 뷰렛으로 서서히 떨어뜨려 그 때 소비량을 구하여 다음 식으로 계산한다.

$$\text{산량(\%)} = \frac{\text{NaOH소비 ml 수} \times 60.04 \times F \times 0.1}{1000} \times 100$$

여기서 F는 0.1N NaOH 규정용액의 팩터이고, 60.04는 초산(CH₃COOH)의 분자량이다.

(다) pH : 소수점 첫째자리까지 읽을 수 있는 전극이 달린 pH 측정기로 측정한다.

(라) 용해타르 : 시료 20.00g을 증발접시에 넣고 125±5℃로 조절한 건조기 내에서 24시간 이상 건조한 후 고형분 잔사를 칭량하여 중량비를 백분비로 표시한다.

(마) 굴절률(%Brix) : 0점 조절계가 달린 브릭스 굴절계로 측정한다.

(4) 시료준비

실험에 사용된 샘플은 총 8개로 이들의 pH를 측정해 본 결과 대부분의 시료가 pH 3-3.5 사이로 pH가 상당히 낮은 것으로 나타나 이에 대한 영향을 배제하기 위해 항산화 활성 실험을 제외한 나머지 모든 실험에 1N의 NaOH를 이용해서 pH를 7로 조정된 시료를 사용하였다.

(5) 세포배양

RAW 264.7 세포주는 10% FBS와 1%의 streptomycin-penicillin(100X) 1%를 함유한 DMEM (Dulbecco's modified Eagle's medium)를 사용하였으며, SNU-C4 세포주의 경우 10% FBS와 1%의 streptomycin-penicillin(100X) 1%를 함유한 RPMI 배지를 그리고 Hepa 1c1c7 세포주는 10% FBS와 1%의 streptomycin-penicillin(100X) 1%를 함유한 MEM- α 를 사용하여 3×10^5 - 5×10^5 cells/plate의 농도로 분주한 다음 37°C, 5% CO₂ 그리고 100%RH 상태에서 배양하였으며, 이틀에 한번씩 계대를 실시하였다.

(6) 대장암 세포 SNU-C4에 있어서의 세포독성

세포독성을 알아보기 위해 SNU-C4 세포주를 사용하였으며, 96-well plate를 이용해서 5×10^3 /well 개의 세포를 분주한 다음 4시간 동안 pre-incubation 하였다. 4시간 후 시료는 농도 별로 처리하였고, 다시 72시간 동안 배양시킨 후 MTT assay를 실시하였다. 배양이 끝난 후 50ul의 MTT (3-[4,5 -dimethylthiazol -2-yl]-2,5-diphenyl-tetrazolium bromide)용액을 넣은 후 4시간동안 배양하여 formazan이 형성되면 상등액을 제거하였고, 150ul의 DMSO를 넣은 후, ELISA reader (Multiskan EX, Thermo, USA)를 이용해서 540nm에서 흡광도를 측정하였다.

(7) 대식세포 RAW 264.7에 있어서 NO (Nitric Oxide) 형성능

생쥐 대식 세포인 RAW 264.7 세포주를 이용하여 NO 생성능을 알아보았는데, NO의 농도는 배양 상등액 중의 NO로 Griess 시약을 이용해서 측정하였다. 요약하면, 96 well plate에 well 당 1×10^5 개의 세포를 분주한 다음 4시간 동안 세포를 부착시켰고, 시료를 처리한 후 20시간 동안 다시 배양하였다. 배양이 끝난 후 50 μ L의 상등액을 취해 동일 부피의 Griess 시약 (1% sulfanilamide/0.1% N-(1-naphthyl-ethylenediamine dihydrochloride in 2.5% H₃PO₄)을 첨가하여 실온에서 10분간 반응시켰고, ELISA reader (Thermo, Multiskan EX, USA)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때, 생성된 NO의 함량은 이의 대사물인 nitrite의 생성정도를 측정하였으며, sodium nitrite를 이용한 검량선으로부터 산출하였다.

(8) 시료의 IL-1 α 생성능

RAW 264.7 세포주는 96- well plate에 1×10^5 cells/well의 농도로 2시간 동안 부착시키고 시료 농도별로 첨가하여 다시 20시간 동안 배양하여 상등액을 취하였다. 취한 상등액은 -70°C에

보관하여 실험에 사용하였다. 실험에 사용한 kit는 Mouse IL-1 α ELISA kit (PIERCE, USA)를 사용하였으며, 실험 방법을 요약하면 다음과 같다. Biotinylated anti-mouse IL-1 α 가 pre-coat 되어 있는 96-well plate에 50ul의 biotinylated anti-mouse IL-1 α antibody를 넣고, 준비된 상등액 또는 표준 IL-1 α 용액을 넣은 다음 실온에서 2시간 동안 반응시켰다. 반응시킨 plate는 세척용 완충액으로 3회 세척하고 1.5ul/ml 농도의 streptavidin-HRP solution 100ul를 넣어 실온에서 30분 동안 배양하였다. 세척용 완충용액으로 3회 세척하고 여기에 발색기질용액인 TMB substrate buffer 100ul를 넣어 30분간 반응시켰다. 100ul의 stop solution을 넣어서 반응을 정지 시킨 다음에 ELISA reader (Thermo, Multiskan EX, USA)를 이용해 파장 450nm에서 흡광도를 측정하고 작성한 표준곡선을 이용해 IL-1 α 의 함량을 계산하였다.

(9) 시료의 TNF- α 생성능

RAW 264.7 세포주는 96-well plate에 1×10^5 cells/well의 농도로 2시간 동안 부착시키고 시료를 농도별로 첨가하여 다시 20시간 동안 배양하여 상등액을 취하였다. 취한 상등액은 -70°C 에 보관하여 실험에 사용하였다. 실험에 사용한 kit는 Mouse TNF- α ELISA kit (PIERCE, USA)를 사용하였으며, 실험 방법을 요약하면 다음과 같다.

Biotinylated anti-mouse TNF- α 가 pre-coat 되어 있는 96-well plate에 50ul의 biotinylated anti-mouse TNF- α antibody를 넣고, 준비된 상등액 또는 표준 TNF- α 용액을 넣은 다음 실온에서 2시간 동안 반응시켰다. 반응시킨 plate는 세척용 완충액으로 5회 세척하고 1.5ul/ml 농도의 streptavidin-HRP solution 100ul를 넣어 실온에서 30분 동안 배양하였다. 세척용 완충용액으로 5회 세척하고 여기에 발색기질용액인 TMB substrate buffer 100ul를 넣어 30분간 반응시켰다. 100ul의 stop solution을 넣어서 반응을 정지 시킨 다음에 ELISA reader (Thermo, Multiskan EX, USA)를 이용해 파장 450nm에서 흡광도를 측정하고 작성한 표준곡선을 이용해 TNF- α 의 함량을 계산하였다.

(10) QR (Quinone reductase) 효소 활성 측정

Hepa 1c1c7 세포주는 100mm plate에 1×10^6 cells/plate의 농도로 분주하고 24시간 동안 미리 배양 한다. 세포가 80%정도 자랐는지 확인하고 시료를 농도 별로 투여한 다음, 24시간 동안 더 배양하였다. 배지를 제거하고 5 ml의 차가운 PBS로 두 번 세척한 다음 0.25% sucrose buffer를 넣어 scrapper로 세포를 수집하고 이것을 ultra sonic cell disrupter (USA)를 이용해 세포를 파쇄 시키고, 10,500 \times g에서 15분간 원심분리 하여 상등액을 분리시키고 실험에 사용하였다. Working solution 2.8 ml (250 mM Tris-HCl pH7.4, 70 mg Bovine serum albumin, 0.1% Tween 20, 0.5 mM FAD, 2 mM NADH)에 세포 추출액 0.2 ml를 잘 섞은 다음, 이것을 2.7 ml 취하여 기질 (0.2 mM 2,6-dichlorophenolindophenol)이 들어 있는 cuvette에 넣어서 600nm에서 1분 동안의 변화량을 측정하였다. 단백질량은 Lowry법을 이용하여 측정하였다.

나. 결과 및 고찰

(1) 왕겨초액의 품질

왕겨초액에 함유된 유해물질 및 냄새제거를 위하여 목초액에서 사용중인 정제방법을 참고로 하여 정제를 하였다. 감압증류, 산화법, 흡착처리, pH 보정 및 활성탄 처리 방법을 이용하여 정제 후 품질을 비교분석하였다. 왕겨초액 원액의 산량은 5.06%로 국내 목초액과 죽초액의 산량 3.19~3.80% 보다 높은 값을 보였다. 정제과정인 증류, 산화, 활성탄 처리 등 정제공정에 의한 이물질 제거공정을 거치면서 다소 감소하여 4.01~5.02% 범위의 값을 보여주고 있다. 증류 및 산화처리구가 다른구에 비하여 산량이 비교적 많이 감소하는 결과를 보였으며 산화처리구의 경우는 처리 전보다 다소 산량이 증가되는 경향을 보이기도 하였다. 왕겨초액의 비중은 물보다 높은 1.006~1.010 범위를 보였으며 증류구의 경우 비중이 다른 처리구에 비하여 낮아지는 결과를 보였다. pH는 산화처리구가 다소 낮아지는 결과를 보였다. 용해타르 함량은 일정조건으로 증류공정을 거친 초액은 원액의 0.111%에 비하여 0.006%로 매우 낮아지는 결과를 보였다. 초액의 굴절율은 원액 5.0%Brix에서 처리 후에 모든 처리구가 낮아지는 결과를 보였다. 이러한 결과는 정제과정에서 용해물질들이 효율적으로 제거된 것으로 판단되며 증류, 산화처리구의 경우 그 값의 감소가 다른 구에 비교적 높은 것으로 나타났다. 활성탄 처리구의 경우 모든 구에서 처리 전보다 용해타르 함량이 다소 높아지는 결과를 보였다. 중금속 함량은 원액에서 Pb가 0.25(mg/kg) 함량을 보였으며 Cd와 As는 모든 구에서 LOQ 이하의 값을 보였다.

표 4. 왕겨초액의 품질 특성

| | tratment | 산량(%) | pH | 비중 | brix | 용해타르 | 중금속(mg/kg) | | |
|----|---|-------|------|-------|------|-------|------------|--------|--------|
| | | | | | | | Pb | Cd | As |
| 원액 | non-treatment | 5.06 | 2.34 | 1.01 | 5 | 0.111 | 0.25±0.02 | LOQ 이하 | LOQ 이하 |
| 1 | Oxidation + Active carbon. 1% | 5.16 | 2.18 | 1.01 | 3.9 | 0.275 | LOQ 이하 | LOQ 이하 | LOQ 이하 |
| 2 | Oxidation + Active carbon. 2% | 5.13 | 2.16 | 1.01 | 3.7 | 0.247 | | | |
| 3 | Active carbon. 2% | 5.02 | 2.29 | 1.01 | 4.3 | 0.210 | | | |
| 4 | dil.1 treatment | 4.89 | 2.31 | 1.007 | 3.4 | 0.024 | | | |
| 5 | dil. 2 treatment | 4.03 | 2.3 | 1.007 | 3.3 | 0.006 | | | |
| 6 | dil. 1 treatment Oxidation + Active carbon. 1% | 4.01 | 2.21 | 1.006 | 2.7 | 0.085 | | | |
| 7 | dil. 2 treat, Oxidation + Active carbon. 1% | 4.41 | 2.18 | 1.007 | 2.9 | 0.091 | | | |

* LOQ(mg/kg) = Pb, 0.0458/ Cd, 0.0001/ As, 0.0116

(2) 왕겨초액의 항산화

(가) Peroxyl radical 소거활성능

각각 다른 정제방법으로 제조한 왕겨초액의 항산화 활성 정도를 peroxyl radical scavenging activity에 의한 항산화 활성의 측정결과는 그림 7에서 보여주는 것과 같다. 그림 7에서 볼 수 있는 것과 같이 왕겨초액의 peroxyl radical에 대한 소거활성은 원액의 경우 매우 높은 소거활성을 나타내고 있음을 알 수 있고, 정제 왕겨초액의 경우 정제방법에 따라 상대적으로 항산화 활성 차이를 보여주고 있다. 모든 시료가 농도 의존적으로 peroxyl radicals를 소거하는 것으로 나타났으며 항산화 활성의 크기는 2 < 7 < 1=6 < 3 < 4 < 원액=5 순서로 증가하는 것으로 나타났다.

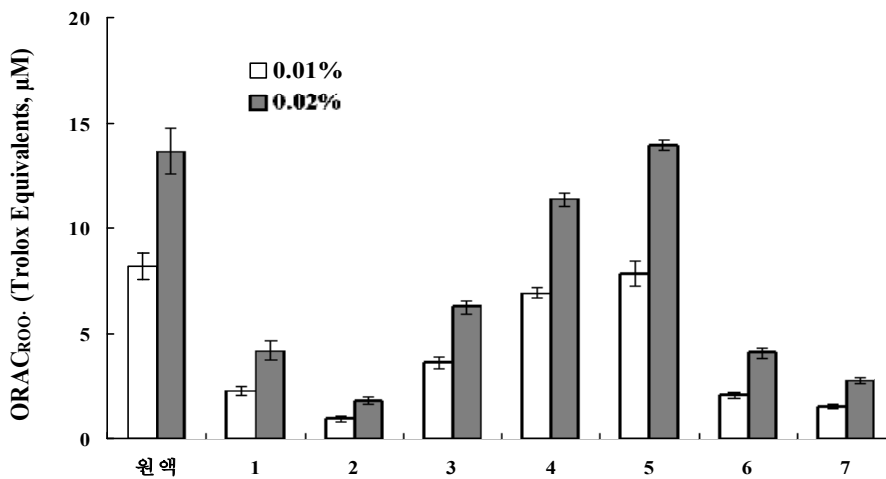


그림 7. Peroxyl radical 소거활성능

(나) hydroxy radical에 대한 소거활성능

모든 시료가 농도 의존적으로 hydroxy radicals를 소거하는 항산화 활성을 갖고 있었으며, 항산화 활성의 크기는 1 =2 < 3 = 6 = 7 < 원액 = 4 < 5 순서로 증가하는 것으로 나타났다.

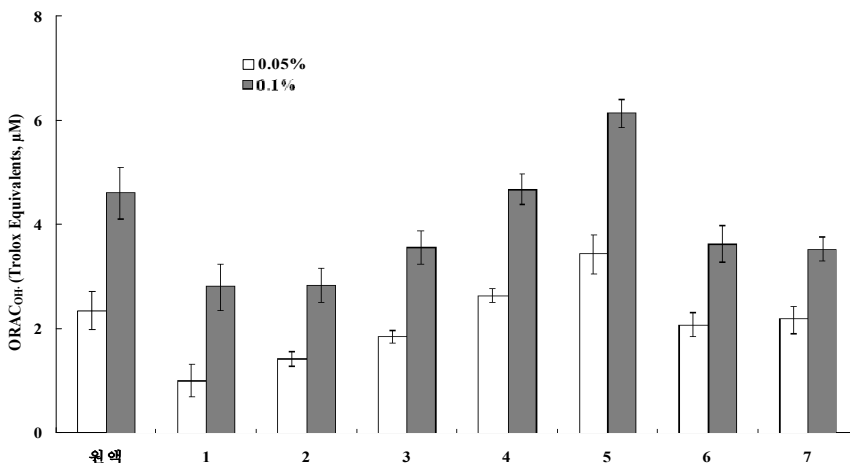


그림 8. Hydroxyl radical 소거활성능

(다) 결론 및 요약

ORAC assay를 이용하여 항산화 활성을 측정하였으며 free radical인 peroxy radical과 hydroxyl radical의 소거정도를 측정하였다. 체내의 free radical은 매우 불안정하여 반응성이 강하기 때문에 세포와 반응했을 시 산화적 스트레스를 야기하기 쉽다. 산화적 스트레스를 받은 세포는 여러 질병을 유발할 가능성이 높으며 대표적인 예로 노화, 암 등을 들 수 있다. 항산화 물질은 이러한 free radical과 빠르게 반응하여 무독화 상태로 체내에서 배출되어 세포의 산화적 스트레스를 줄이는 역할을 하고 있다. 시료를 이용해 항산화 활성을 측정한 결과 모든 시료에서 항산화 효과를 보이는 것으로 나타났으며, 특히 5번 시료의 경우 peroxy radical과 hydroxyl radical 소거활성에서 가장 좋은 효과를 가지는 것으로 나타나 매우 좋은 항산화 물질로써의 가능성을 시사했다.

(3) 시료의 세포독성

시료의 농도를 조절해서 세포독성을 관찰한 결과 대부분의 시료에서 20-1%까지 높은 세포독성을 가지는 것으로 나타났으며, 0.5%를 투여했을 경우 현저하게 독성이 주는 것으로 나타났다. 특히 7번 시료의 경우는 가장 낮은 농도에서도 90%가 넘는 치사율을 보임으로 가장 독성이 강한 것으로 나타났다.

(4) 시료의 세포독성

시료의 농도를 조절해서 세포독성을 관찰한 결과 대부분의 시료에서 20-1%까지 높은 세포독성을 가지는 것으로 나타났으며, 0.5%를 투여했을 경우 현저하게 독성이 주는 것으로 나타났다. 특히 7번 시료의 경우는 가장 낮은 농도에서도 90%가 넘는 치사율을 보임으로 가장 독성이 강한 것으로 나타났다.

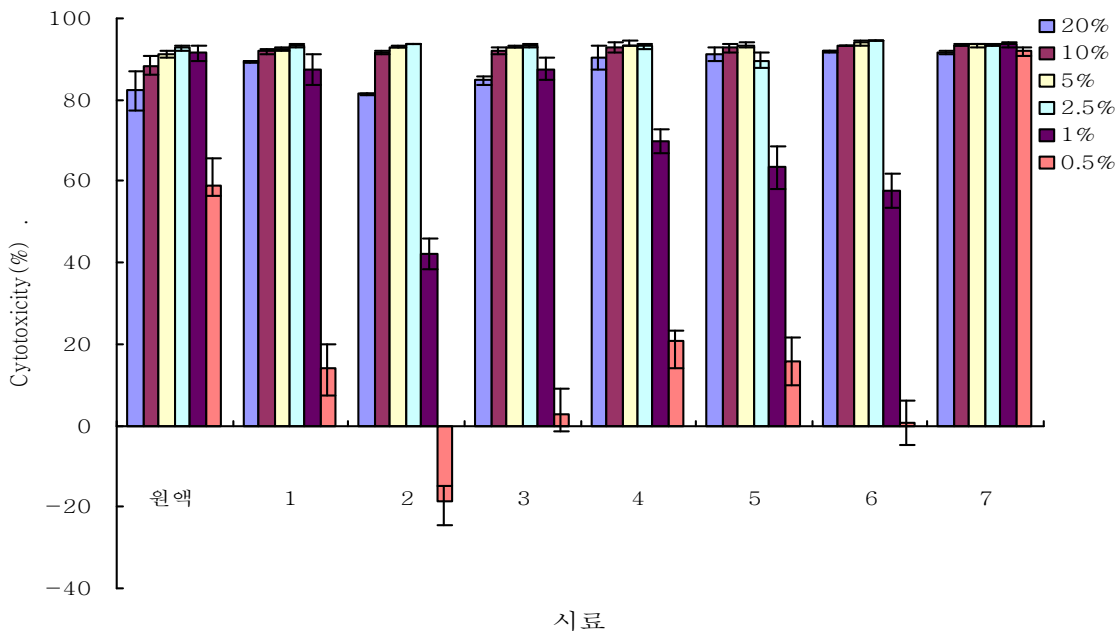


그림 9. 대장암 세포주에 있어서 시료의 세포독성

(5) 시료의 NO 생성 활성능

거의 모든 시료에서 NO의 형성능은 나타나지 않았다. 농도가 낮아짐에 따라 약간의 상승이 보이고 있지만 대조군과 비교해 봤을 때 모든 시료에서 대조군과 같거나 낮은 결과가 나타났다. 세포독성에 의한 영향을 보기 위해 MTT assay를 실시해 본 결과 20, 10%의 시료를 처리했을 때만 높은 세포독성을 보였으나 나머지 농도에서는 독성이 아주 낮거나 보이지 않았다. 하지만 낮은 독성에서도 NO의 형성능은 차이가 없는 것으로 보아 시료 모두에서 NO의 형성능은 없는 것으로 나타났다.

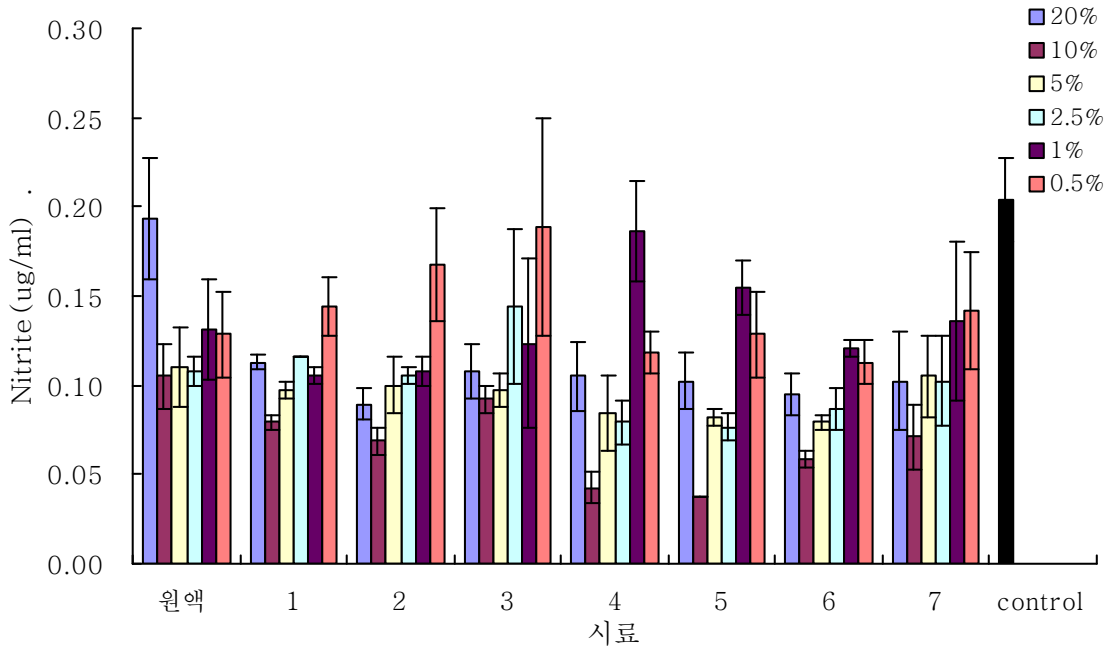


그림 10. 대식세포주에 있어서 시료의 NO 생성활성능

(6) 농도별로 처리한 시료의 IL-1a 생성정도

실험에 사용된 시료를 농도별로 RAW 264.7 세포주에 처리하여 생성되는 IL-1a를 측정 한 결과, 대부분의 시료에서 생성된 IL-1a가 대조군과 비슷한 수준인 것으로 나타났다.

표 5. RAW 264.7 세포주에 농도별로 처리한 시료에서의 IL-1 α 생성정도

| 시료 | | Abs(450nm) | | | | IL-1 α (pg/ml) | 표준편차 |
|---------|----|------------|-------|--------|--------|-----------------------|------|
| 원액 | 2% | 0.200 | 0.206 | -11.69 | -9.81 | -10.75 | 1.33 |
| | 1% | 0.197 | 0.199 | -12.63 | -12.00 | -12.31 | 0.44 |
| 1 | 2% | 0.197 | 0.205 | -12.63 | -10.13 | -11.38 | 1.77 |
| | 1% | 0.208 | 0.214 | -9.19 | -7.31 | -8.25 | 1.33 |
| 2 | 2% | 0.207 | 0.221 | -9.50 | -5.13 | -7.31 | 3.09 |
| | 1% | 0.232 | 0.231 | -1.69 | -2.00 | -1.84 | 0.22 |
| 3 | 2% | 0.223 | 0.227 | -4.50 | -3.25 | -3.88 | 0.88 |
| | 1% | 0.240 | 0.234 | 0.81 | -1.06 | -0.12 | 1.33 |
| 4 | 2% | 0.203 | 0.226 | -10.75 | -3.56 | -7.16 | 5.08 |
| | 1% | 0.241 | 0.233 | 1.13 | -1.38 | -0.12 | 1.77 |
| 5 | 2% | 0.217 | 0.215 | -6.38 | -7.00 | -6.69 | 0.44 |
| | 1% | 0.225 | 0.232 | -3.88 | -1.69 | -2.78 | 1.55 |
| 6 | 2% | 0.198 | 0.205 | -12.31 | -10.13 | -11.22 | 1.55 |
| | 1% | 0.211 | 0.225 | -8.25 | -3.88 | -6.06 | 3.09 |
| 7 | 2% | 0.232 | 0.198 | -1.69 | -12.31 | -7.00 | 7.51 |
| | 1% | 0.203 | 0.208 | -10.75 | -9.19 | -9.97 | 1.10 |
| control | | 0.203 | 0.208 | -10.75 | -9.19 | -9.97 | 1.10 |

(7) 농도별로 처리한 시료의 TNF- α 생성정도

실험에 사용된 시료를 농도별로 RAW 264.7 세포주에 처리하여 생성되는 TNF- α 를 측정 한 결과, 대부분의 시료에서 TNF- α 의 생성정도가 대조군에 비해 오히려 줄어드는 것으로 나타났다.

표 6. RAW 264.7 세포주에 농도별로 처리한 시료에서의 TNF- α 생성정도

| 시료 | 농도 | Abs(450nm) | | | | TNF- α (pg/ml) | 표준편차 |
|---------|----|------------|-------|--------|--------|-----------------------|------|
| 원액 | 2% | 0.064 | 0.060 | 1.83 | -4.83 | -1.50 | 4.71 |
| | 1% | 0.059 | 0.056 | -6.50 | -11.50 | -9.00 | 3.54 |
| 1 | 2% | 0.054 | 0.056 | -14.83 | -11.50 | -13.17 | 2.36 |
| | 1% | 0.056 | 0.054 | -11.50 | -14.83 | -13.17 | 2.36 |
| 2 | 2% | 0.058 | 0.060 | -8.17 | -4.83 | -6.50 | 2.36 |
| | 1% | 0.062 | 0.062 | -1.50 | -1.50 | -1.50 | 0.00 |
| 3 | 2% | 0.058 | 0.063 | -8.17 | 0.17 | -4.00 | 5.89 |
| | 1% | 0.065 | 0.069 | 3.50 | 10.17 | 6.83 | 4.71 |
| 4 | 2% | 0.060 | 0.058 | -4.83 | -8.17 | -6.50 | 2.36 |
| | 1% | 0.065 | 0.069 | 3.50 | 10.17 | 6.83 | 4.71 |
| 5 | 2% | 0.060 | 0.060 | -4.83 | -4.83 | -4.83 | 0.00 |
| | 1% | 0.070 | 0.070 | 11.83 | 11.83 | 11.83 | 0.00 |
| 6 | 2% | 0.057 | 0.062 | -9.83 | -1.50 | -5.67 | 5.89 |
| | 1% | 0.069 | 0.067 | 10.17 | 6.83 | 8.50 | 2.36 |
| 7 | 2% | 0.061 | 0.060 | -3.17 | -4.83 | -4.00 | 1.18 |
| | 1% | 0.064 | 0.068 | 1.83 | 8.50 | 5.17 | 4.71 |
| control | | 0.071 | 0.069 | 13.50 | 10.17 | 11.83 | 2.36 |

(8) 시료의 암예방 효과

간암 세포주인 Hepa 1c1c 세포주를 이용해 암예방 효소계의 일종인 QR의 활성정도를 측정하였다. 그 결과 모든 시료에서 QR의 활성을 높이는 데 효과가 있는 것으로 나타났으며, 특히 원액의 경우 가장 많이 활성화 시키는 것으로 나타났다.

표 7. Hepa 1c1c7 세포주에 농도별로 처리한 시료의 QR 활성 효과

| | | QR activity(nmoles/min/mg protein) | | | mean | SD |
|---------|-------|------------------------------------|--------|--------|--------|-------|
| Control | | 20.804 | | 30.006 | 25.405 | 6.507 |
| 원액 | 0.25% | 38.825 | | 43.249 | 41.037 | 3.129 |
| | 0.5% | | 69.699 | 79.157 | 74.428 | 6.688 |
| 1 | 0.25% | 36.572 | 40.684 | 43.834 | 40.363 | 3.642 |
| | 0.5% | | 46.263 | 46.046 | 46.155 | 0.154 |
| 2 | 0.25% | 35.527 | 24.896 | 33.710 | 31.378 | 5.686 |
| | 0.5% | 42.456 | 40.714 | 38.697 | 40.622 | 1.881 |
| 3 | 0.25% | 38.719 | 29.065 | 38.217 | 35.334 | 5.435 |
| | 0.5% | 29.953 | 33.947 | 34.473 | 32.791 | 2.472 |
| 4 | 0.25% | 32.256 | 30.071 | 27.574 | 29.967 | 2.343 |
| | 0.5% | 41.518 | 37.125 | 40.749 | 39.797 | 2.346 |
| 5 | 0.25% | 32.321 | 31.663 | 31.663 | 31.883 | 0.380 |
| | 0.5% | 34.345 | 39.093 | 36.995 | 36.811 | 2.380 |
| 6 | 0.25% | 38.734 | 40.986 | 31.866 | 37.195 | 4.751 |
| | 0.5% | 30.617 | 28.313 | 28.560 | 29.163 | 1.265 |
| 7 | 0.25% | 35.974 | 34.334 | 34.443 | 34.917 | 0.917 |
| | 0.5% | 38.076 | 39.346 | 40.730 | 39.384 | 1.327 |

(9) 결론 및 요약

암세포에 있어서의 성장 억제율을 MTT assay를 이용해 조사하였다. 그 결과 낮은 농도에서도 높은 억제정도를 가지는 것으로 나타났으며, 특히 7번의 경우에서 가장 높은 효과를 가지는 것으로 나타났다. 두 번째로 면역활성능을 조사하였으며, 이를 위해 대식세포의 면역에 관련된 cytokine의 일종인 TNF- α 와 IL-1 α 의 생성정도와 NO를 측정하였다. Cytokine은 면역계와 비면역계에서 생성되는 여러 단백질로 염증과 면역반응에 중추적인 역할을 하고 있다. 정상시에는 여러 cytokine들이 평형을 이루고 있지만 외부의 자극이나 물질의 침입에 있을 시 이들의 분비가 늘어나면서 림프구의 분화 및 다른 cytokine의 형성에 영향을 준다. TNF- α 와 IL-1 α 는 생체내에 면역반응, 염증작용, 조혈작용과 같은 작용을 가져 숙주의 방어기작에 중요한 매개체 역할을 하는 것으로 알려져 있다. RAW 264.7 세포주에 시료를 농도별로 처리하고 cytokine 생성정도를 측정한 결과 TNF- α 와 IL-1 α 의 생성정도가 대조군과 비교했을 시 크게 차이가 없고 NO의 생성능 역시 없는 것으로 면역강화에는 크게 효과가 없는 것으로 사료된다. 세 번째로 시료가 가지는 암예방 효과를 측정하였다. 2상 효소계의 일종인 QR는 몸속에 있는 quinone과 반응해 무독화시켜 배출해 줌으로써 암등과 같은 질병을 예방해 주는 효소로 알려져 있다. 모든 시료에서 차이가 있기는 하나 QR의 활성이 높아지는 것이 확인되었으며, 특히 원액의 경우 다른 시료에 비해 2배 정도의 효과가 더 뛰어난 것으로 보아 이것은 암예방에 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

제 3절 왕겨초액의 소재화 기술개발

1. 식품첨가물 기준 품질 특성

식품첨가물명 스모크향 (식품공전 160. 식품의약품안전청공고 제2003-20호) 품질기준에 의한 정제 왕겨초액의 품질 특성을 분석하였다. 스모크향(Smoke Flavours)의 다른 표기는 Wood smoke flavours, Pyroligneous acid, Smoke condensates로 표기를 한다. 이 품목은 가공하지 않은 나무의 경질부분을 공기량이 제한되거나 조절된 상태에서 열분해하거나, 약 200~800℃에서 건식증류한 것 또는 약 300~500 에서 강열증기로 처리하여 얻어지는 혼합물이며, 검은색의 점조한 반고체 옅은갈색의 액체로 연기냄새 및 연기와 같은 자극성의 맛이 있는 혼합물로 정의를 한다. 주성분은 카르복실산, 카르보닐기를 가진 화합물 및 페놀성화합물이다. 다만, 품질 보존 등을 위하여 물, 식물성 기름, 프로필렌글리콜 및 유화제 첨가를 허가하고 있다.

따라서 왕겨초액의 활용도를 증진하여 부가가치를 높이기 위하여서는 식품 소재로의 활용이 가능하여야 한다. 앞장에서와 같이 왕겨초액은 항산화, 항균력 및 돌연변이 세포의 억제 효과 등의 기능성 유용성분이 풍부한 소재로 현재 식약청에서 허용하고 있는 식품첨가물 항목별 기준에 적합성 여부를 확인하여 보았다.

가. 재료 및 방법

(1) 중금속

이 품목 5g을 석영제 또는 도가니에 넣고 조용히 약하게 가열하여 탄화시킨다. 식힌 다음 질산 2ml 및 황산 5방울을 가하여 흰 연기가 발생하지 않을 때까지 가열한 후 450~550°에서 회화가 될 때까지 강열한다. 식힌 다음 염산 2ml를 가하여 수욕상에서 증발 건조하고 잔류물에 염산 3방울을 가하여 주고 열탕 10ml를 가하여 2분간 가온하고 식힌 후 페놀프탈레인시액 1방울을 가하고 암모니아시액을 액이 옅은 홍색이 될 때까지 가해주고 나서 물을 사용하여 네슬러관에 옮겨주고 다시 희석한 초산(1→20) 2ml 및 물을 가하여 50ml로 한 것을 시험 용액으로 하여 중금속시험을 할 때, 그 양은 4ppm 이하이어야 한다. 다만, 표준색은 시료와 재질이 같은 도가니에 질산 2ml, 황산 5방울 및 염산 2ml를 넣고 가열하여 증발건고하고 잔류물에 염산 3방울을 가하여 이하 시험용액의 조제와 같이 처리하여 네슬러관에 옮겨주고 이에 납표준용액 2ml, 희석한 초산(1→20) 2ml 및 물을 가하여 50ml로 한 것을 사용하였다.

(2) 산 도

이 품목 1ml를 정밀히 달아 250ml 비이커에 넣고 물 100ml를 가한 다음 0.1N 수산화나트륨 용액을 pH 8.15가 될 때까지 가해 주고 그 소비 ml수를 구한 다음, 다음 식에 따라 산도를 구할 때, 그 값은 2~20%이어야 한다.

$$\text{산도}(\%) = \frac{a \times F \times 6.005}{\text{검체의 채취량}(g)} \times \frac{100}{1,000}$$

a : 0.1N 수산화나트륨용액의 소비 ml수

F : 0.1N 수산화나트륨용액의 규정농도 계수

6.005 : 0.1N 수산화나트륨용액 1ml에 대응하는 초산의 양(mg)

(3) 벤조피렌

이 품목을 잘 섞은 후 약 200g을 정밀히 달아 이소옥탄 100ml를 사용하여 1,000ml 분액여두에 옮겨주고 이에 5.6% 수산화칼륨용액 450ml를 가하여 잘 섞은 다음 층이 분리되도록 정치한다. 이소옥탄층을 취한 다음 다시 아래의 물층을 이소옥탄 100ml씩으로 2회 반복 추출하고 이소옥탄층을 앞의 이소옥탄층에 합한 다음 다시 이소옥탄층을 5.6% 수산화칼륨용액 50ml씩으로 2회 수세하고 물 50ml씩으로 2회, 인산 50ml씩으로 3회 및 물 100ml씩으로 3회를 각각 수세한다. 이소옥탄액을 미리 이소옥탄으로 적셔 놓은 플로리실 및 무수황산 나트륨을 함유하는 칼럼(230×38mm ID, 하층은 플로리실 60g, 상층은 무수황산나트륨 50g)을 통과시킨다. 이어서 벤젠 50ml를 사용하여 분액여두를 2번 수세한 액을 칼럼에 통과시켜 용출시키고 용출된 액을 모아 둔다. 추가로 벤젠 75ml를 사용하여 칼럼에 잔류된 용출물을 용출시켜 얻은 용출액을 앞의 용출액과 합한다. 합쳐진 용출액으로부터 용매를 제거시키기 위해 질소가스하의 수욕상에서 약 5ml가 될 때까지 농축시킨 다음 벤젠을 사용하여 닦아주면서 50ml의 유리마개가 달린 삼각플라스크에 옮겨주고 질소가스하의 수욕상에서 주의하면서 0.2~0.3ml가 될 때까지 농축시킨다.

이어서 잔류물을 125ml 비이커에 뜨거운 메틸알콜 5~10ml씩으로 4회 씻어주면서 옮겨준 다음 감압하에서 50ml 플라스크에 여과한다. 여액을 40 에서 회전농축기로 3~5ml로 농축시킨 다음 이소옥탄 1ml 씩으로 3회 씻어주면서 15ml 시험관에 옮겨주고 질소가스하에서 증발건고시킨 다음 잔류물을 아세트니트릴: 메틸알콜: 물 (2 : 2 : 1)의 혼합용액 0.25ml로 녹인 액을 시험용액으로 한다. 따로, 벤조피렌(Benzo(a)pyrene)표준품 일정량을 취하여 1ml당 0.5~4.0 μ g 사이의 벤조피렌을 함유하도록 물로 희석한 액을 표준용액으로 한다. 시험용액 및 표준용액 각각 20 μ l 씩을 다음의 조작조건으로 액체크로마토그래프에 주입하고 다음 식에 따라 벤조피렌의 양을 구할 때, 그 양은 0.002ppm 이하이어야 한다.

$$\text{벤조피렌의 양(ppm)} = \text{표준용액의 농도}(\mu\text{g/ml}) \times \frac{\text{Au} \times \text{희석배수}}{\text{As} \times \text{Wu}}$$

Au : 시험용액의 피크면적

As : 표준용액의 피크면적

Wu : 검체의 채취량(g)

(HPLC 조건)

검출기 : UV 289nm

칼 럼 : ODS(250×4.6mm) 또는 이와 동등한 것

이동상 : A액 : 물 B액 : 메틸알콜 : 아세토니트릴 (50:50)

유 속 : 1.0ml/min

(4) 디에틸에테르

이 품목 10g을 정밀히 달아 분액여두에 톨루엔 1ml를 가해주고 진탕, 추출한 후 정치시킨 다음 톨루엔층을 취하고 이에 무수황산나트륨 소량을 가하여 탈수한 것을 시험용액으로 한다. 디에틸에테르를 톨루엔을 사용하여 250µg/ml의 농도가 되도록 조제한 액을 표준용액으로 한다. 시험용액과 표준용액 각각 일정량을 가스크로마토그래프에 주입하고 다음 식에 따라 디에틸에테르의 양을 구할 때, 그 양은 20ppm 이하이어야 한다.

$$\text{디에틸에테르의 양(ppm)} = \text{표준용액의 농도}(\mu\text{g/ml}) \times \frac{\text{Au} \times \text{회석배수}}{\text{As} \times \text{Wu}}$$

Au : 시험용액의 피크면적

As : 표준용액의 피크면적

Wu : 검체의 채취량(g)

(GC 조작조건)

칼 럼 : HP-FFAP (50m×320µm×0.5µm) 또는 이와 동등한 것

검 출 기 : 수소염이온화검출기(FID)

주입구온도 : 150°

컬 럼 온 도 : 40°

검출기온도 : 230°

(5) 메틸알콜

이 품목 50g을 취하여 식품첨가물공전 80. 파프리카추출색소의 순도시험 (4)중 시험용액B(메틸알콜)에 따라 시험할 때, 50ppm 이하이어야 한다.

(6) 페 놀

이 품목의 0.2% 수용액 5ml를 시험관에 정확히 취하고 다른 시험관에 공시험용으로서 물 5ml를 취한 다음 각 시험관에 0.05% 황산구리(CuSO4 5H2O)용액 1ml, 붕산나트륨완충액 5ml, 2,6-디브로모-N-클로로-파라-벤조퀴노나이민시액 4방울을 각각 가해준 다음 마개를 하여 격렬히 흔들어 주고 나서 각 시험관을 어두운 곳에서 정확히 10분간 발색시킨 후 n-부틸알콜

10ml를 각 시험관에 가해준 다음 마개를 하여 6~8번 거꾸로 세웠다 바로 세웠다가 반복한다 (이때 흔들지는 말아야 한다). 이어서 700rpm에서 5분간 원심분리시킨 후 610nm에서 공시험용액을 대조액으로 하여 흡광도를 측정하여 표준곡선으로부터 페놀(2,6-디메톡시페놀로서)양을 구할 때, 그 양은 16% 이하이어야 한다. 표준곡선은 2,6-디메톡시페놀(2,6-Dimethoxyphenol)표준품 20mg을 정밀히 달아 물을 가하여 1,000ml로 한 다음 이 액을 사용하여 1~20 μ g/ml의 농도가 되도록 각각 희석하여 조제한 것을 각 표준용액으로 하여 시험용액과 동일하게 조작한 다음 610nm에서 각각 흡광도를 측정하여 표준곡선을 작성한다.

(7) 카르보닐(Carbonyls)

이 품목 1ml를 정확히 취하여 카르보닐이 제거된 알콜을 가하여 50ml로 한 다음 다시 이 액 5ml를 취하여 에틸알콜톨루엔혼합용액(카르보닐이 제거된 알콜 : 톨루엔 = 1 : 9)을 가하여 100ml로 한 것을 시험용액으로 한다. 시험용액 1ml 및 공시험용으로서 톨루엔 1ml를 각 플라스크에 취하고 이에 톨루엔 1ml, 포화 2,4 DNPH용액 2ml, TCA용액 2ml를 각각 가해준 다음 유리마개를 덮고 60 $^{\circ}$ C에서 30분간 가열한 후 즉시 얼음 수욕에서 식힌다. 이어서 수산화칼륨용액 5ml, 카르보닐이 제거된 알콜 25ml를 가해준 다음 정확히 10분간 발색시킨 후 파장 430nm에서 공시험용액을 대조액으로 하여 흡광도를 측정하여 표준곡선으로부터 카르보닐(헵타날로서) 양을 구할 때 그 양은 2~25% 이하이어야 한다.

(8) 고형분 함량

이 품목 0.5g(액체의 경우는 0.5ml)을 정밀히 달아 105 $^{\circ}$ C에서 16시간 건조할 때, 총 고형분함량은 18% 이하이어야 한다.

(9) 납

이 품목 0.8g을 취하여 조용히 가열하여 탄화시킨 다음 500 를 넘지 않는 온도에서 회화하고 묽은질산 20ml를 주의하여 가하고 5분간 조용히 끓인 다음 식히고 필요하면 여과한다. 잔류물은 물로 씻고 씻은 액은 여액과 합치고 물을 가하여 50ml로 한 것을 시험용액으로 하여 Pb시험을 할 때, 그 양은 2ppm 이하이어야 한다.

나. 결과 및 고찰

표1은 항목별 분석 결과이다. 중금속 허용치는 4ppm 이하이어야 하는데 정제 왕겨초액의 경우 검출이 되지 않았다. 산도 기준은 2~20% 범위로 왕겨초액은 4.01%로 범위 안으로 들어가는 것을 확인 할 수 있었다. 유독성 발암물질인 벤조피렌의 양은 0.002ppm 기준으로 본 실험 시료에서는 검출이 되지 않았다. 디에틸에테르 역시 검출되지 않았다. (20ppm 이하)

메틸알콜은 식품첨가물공전 파프리카추출색소의 순도시험에 따라 시험할 때, 그 범위는 50ppm 이하이어야 한다. 정제 왕겨초액의 함량은 38.2ppm의 값을 보였다. 페놀(2,6-디메톡시페놀로서)양 기준은 0.1~16%로 분석결과 1,24%로 적합한 것으로 나타났다. 카르보닐(Carbonyls) 함량 기준은 2~25% 이하이어야 한다. 결과는 2.09%로 적합한 결과를 보였다. 고형분 함량은 0.026%로 18% 이하 기준에 적합하였다.

마지막으로 납의함량은 LOQ 함량((mg/kg)=Pb,0.0458 이하) 이하 값을 보여 2ppm 이하의 기준에 적합한 것으로 나타났다. 이외의 카드뮴과 비소 등은 LOQ 이하로 검출이 되지 않았다. 따라서 식품 첨가물 기준에 의한 실험 결과 모든 항목에서 정제 왕겨 초액은 적합한 범위에 속하는 것으로 나타났다.

표 1. 식품 첨가물 기준에 의한 분석 결과

| 시료 \ 구분 | 허용치 | 결과 | Method |
|----------------|-----------|---------|--|
| Heavy metals | <4.0ppm | NT | 식품첨가물 공전 No. 160 스모크향 분석법 |
| Total acidity | 2~20% | 4.01% | |
| Benzopyrene | <0.002ppm | NT | " |
| Diethyl ether | <20ppm | NT | " |
| Methyl alcohol | <50ppm | 38.2ppm | " |
| Carbonyls | 2~25% | 2.09ppm | " |
| Phenol | 0.1~16% | 1,24% | " |
| Total solid | <18% | 0.026% | " |
| Pb | <2ppm | LOQ 이하 | ICP * LOQ(mg/kg)=Pb,0.0458/Cd, 0.0001/As,0.0116 |
| Cd | - | LOQ 이하 | |
| As | - | LOQ 이하 | |

*NT : Not detected

2. 왕겨초액의 살균소독력

기구 등에 사용되는 살균 소독제는 유효성분에 따라 염소계, 요오드계, 4급 암모늄계, 과산화물계 및 알코올계 등으로 구분하기도 한다. 왕겨 초액과 유사한 목초액은 강한 살균력과 항산화력으로 식용으로 음료, 사료, 훈제와 콩나물재배, 버섯재배, 김양식장 등에 이용하고 있으며 당뇨병, 빈혈에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다. 왕겨초액 역시 유기산과 다양한 유효성분으로 항산화력과 항균력 등의 효과가 있는 결과를 확인 할 수 있었다. 왕겨 초액의 살균 소독력 특성을 분석하였다.

가. 재료 및 방법

(1) 식품 등의 한시적 기준 및 규격인정기준(식품의약품안전청고시 제 2008-13호) 살균소독력 시험법에 따라 시험균주[*Escherichia coli* ATCC 10536 (또는 *Escherichia coli* ATCC 11229) 및 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538] 현탁액에 시험용액을 첨가하여 희석중화시험법(Dilution-neutralization method) 20±1℃에서 5분±10초간 반응시킬때, 시험균주 현탁액의 생균수(CFU/ml)를 99.999%이상 감소시킬 수 있는 활성(activity)을 측정하였다.

(2) GC/MS 분석조건

Hewlett-Packard(Calo Alto California U.S.A.)의 HP 5890 II GC를 사용하였다. 시료주입구 온도 120℃, FID의 온도는 300℃로 고정하였으며 column oven의 온도는 50℃에서 1분간 유지한 다음 분당 2.0℃의 비율로 200℃까지 상승시키며 분석을 실시하였다. column은 0.32mm 굵기에 (5%-Phenyl) Methylpolysiloxane이 coating된 J&W(Folsom, Ca., U.S.A.)의 DB-5 fused silica capillary column을 사용하였으며 column의 길이는 60m이었다.

GC에 의하여 분리된 성분의 동정은 Gas Chromatograph-Mass Spectrometric Detector(GC/MSD:Hewlett-Packard 5972 system, PA, USA)를 이용하였다. interface 온도는 300℃, ionization voltage는 70 eV, resolution은 1000, mass range는 30~300 m/e로 하였으며 column을 통해 분리된 물질의 동정은 Wiley library에 수록된 spectrum과 비교하여 동정하였다.

나. 결과 및 고찰

왕겨초액을 원액으로 하여 식품 등의 한시적 기준 및 규격인정기준(식품의약품안전청고시 제 2008-13호) 살균소독력 시험법에 따라 시험한 결과 청정조건, 오염조건에서 20℃, 5분동안 *Escherichia coli* ATCC 10536, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538에 대하여 살균효과가 있는 것으로 나타났다. 왕겨 초액 희석액 1ℓ에 lecithin 3g/ℓ; polysorbate 30g/ℓ (V/V); sodium thiosulfate 5g/ℓ; L-histidine 1g/ℓ; saponone 30g/ℓ이 들어있는 기본 혼합중화제에 중화가 되었으며, 시험방법의 확인과 각 검증시험인 실험조건 검증, 중화제 독성 검증, 희석중화 검증에 적절한 것으로 나타났다. (표 2, 3)

왕겨초액에 함유된 성분중 살균 소독력 효과가 있는 성분을 확인하기 위하여 GC 크로마토

그램으로 분석하여 본 결과(그림 1.) 살균소독제 주요 유효성분은 CAS No. 80-46-6의 Phenol (1,1-dimethylpropyl), CAS No. 64-19-7 Acetic acid 및 CAS No. 79-09-4 Propanoic acid로 확인이 되었다. 그림 2는 살균소독제 시제품을 제작한 것으로 농기계전시회에 출품을 하였던 제품이다.

표 2. 왕겨초액의 청정조건에서의 살균소독력 시험결과

| 시험균주 | | <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 | | | <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 | | |
|----------------------|----------------------------------|---|----------------------|------------------|---|----------------------|------------------|
| 검증 시험 | 세균현탁액 | V _c :215,218 N _v :2.2×10 ³ | | | V _c :190,186 N _v :1.9×10 ³ | | |
| | 시험조건 검증(A) | V _c :216,221 A:2.2×10 ² | | | V _c :188,193 A:1.9×10 ² | | |
| | 중화제 독성 검증 또는 여과과정 검증(B) | V _c :218,223 B:2.2×10 ² | | | V _c :193,190 B:1.9×10 ² | | |
| | 희석중화 검증 또는 여과법 검증(C) | V _c :216,224 C:2.2×10 ² | | | V _c :190,199 C:1.9×10 ² | | |
| 시험균 현탁액 | | 10 ⁶ :217,213 10 ⁷ :21,24 N:2.2×10 ⁸ | | | 10 ⁶ :188,195 10 ⁷ :18,19 N:1.9×10 ⁸ | | |
| 시험용액 농도 %(v/v) | | V _c | Na | R | V _c | Na | R |
| | 1 | >300, >300 | >3.0×10 ³ | <10 ⁵ | >300, >300 | >3.0×10 ³ | <10 ⁵ |
| | 50 | 0,0 | <1.5×10 ² | >10 ⁵ | 0,0 | <1.5×10 ² | >10 ⁵ |
| | 80 | 0,0 | <1.5×10 ² | >10 ⁵ | 0,0 | <1.5×10 ² | >10 ⁵ |

표 3. 왕겨 초액의 오염조건에서의 살균소독력 시험결과

| 시험균주 | | <i>Escherichia coli</i> ATCC 10536 | | | <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 | | |
|----------------------|-------------------------------|---|----------------------|------------------|---|----------------------|------------------|
| 검증 시험 | 세균현탁액 | Vc :210,207 Nv:2.1×10 ³ | | | Vc:157,160 Nv:1.6×10 ³ | | |
| | 시험조건 검증(A) | Vc:207,216 A:2.1×10 ² | | | Vc:161,158 A:1.6×10 ² | | |
| | 중화제 독성 검증 또는 여과과정 검증(B) | Vc:209,217 B:2.1×10 ² | | | Vc:159,161 B:1.6×10 ² | | |
| | 희석중화 검증 또는 여과법 검증(C) | Vc:215,213 C:2.1×10 ² | | | Vc:162,165 C:1.6×10 ² | | |
| 시험균 현탁액 | | 10 ⁶ :210,214 10 ⁷ :21,19 N:2.1×10 ⁸ | | | 10 ⁶ :166,159 10 ⁷ :17,16 N:1.6×10 ⁸ | | |
| 시험용액 농도 %(v/v) | | Vc | Na | R | Vc | Na | R |
| | 1 | >300, >300 | >3.0×10 ³ | <10 ⁵ | >300, >300 | >3.0×10 ³ | <10 ⁵ |
| | 50 | 0,0 | <1.5×10 ² | >10 ⁵ | 0,0 | <1.5×10 ² | >10 ⁵ |
| | 80 | 0,0 | <1.5×10 ² | >10 ⁵ | 0,0 | <1.5×10 ² | >10 ⁵ |

| | |
|---|--|
| Vc= 집락수 N=시험균 현탁액의 생균수(cfu/ml) Nv=세균현탁액의 생균수(cfu/ml) Na=반응혼합액의 생균수(cfu/ml) | R=생균수 감소율 A=시험조건 검증의 생균수(cfu/ml) B=중화제 독성 검증 또는 여과과정 검증(cfu/ml) C=희석중화 검증 또는 여과법 검증(cfu/ml) |
|---|--|

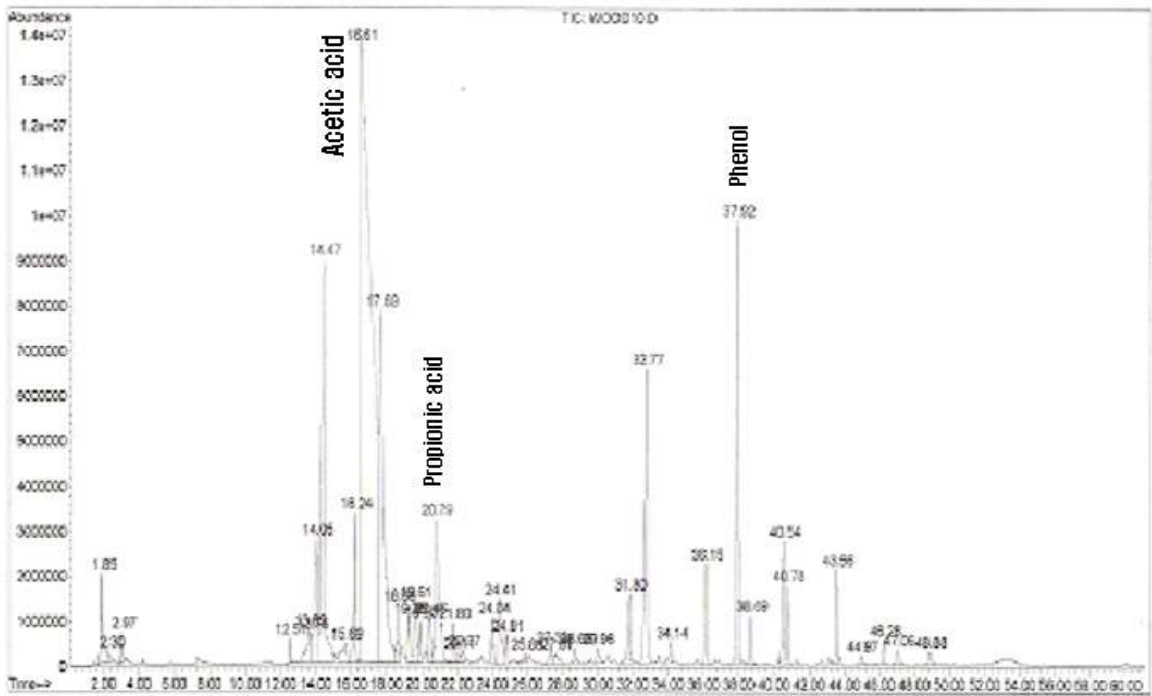


그림 1. GC 크로마토그램

표 4. 살균소독제 성분 및 CAS No.

| CAS No. | 성분명 | 함량 | 용도별 사용범위(농도/ppm 이하) | | |
|---------|--|-------|---------------------|-------|--------|
| | | | 음식소 접객업소등 | 유가공설비 | 식품가공설비 |
| 80-46-6 | Phenol,(ppm) 4-(1,1-dimethylpropyl) | 1,236 | - | - | 80 |
| 64-19-7 | Acetic acid(%) | 2.74 | 290 | 686 | 686 |
| 79-09-4 | Propanoic acid(ppm) | 4,653 | - | 297 | 297 |



그림 2. 살균 소독제 시제품

3. 식용유의 항산화 효과

식품의 산화를 억제하는 항산화제는 산화에 의해서 일어나는 식품의 냄새, 맛의 변화, 색의 변화 그리고 유지의 산패를 방지하거나 지연할 수 있는 기능을 가진 화합물을 총칭한다.

현재 많이 사용되고 있는 항산화제는 phenolic compound로서 인공 합성물인 BHA, BHT 및 TBHQ 등이 알려져 있으며 비타민 C, E외에 화학적 합성품으로 9종이 법적으로 허용되어 있다. BHA, BHT 같은 합성 항산화제는 탁월한 효과와 경제성 때문에 널리 사용되고 있으나 열안정성과 발암과 기형의 위험성이 제기되면서 합성항산화제의 안전성에 대한 법적 사용 규제가 더욱 강화됨에 따라 안정성이 확보된 천연 항산화제에 대한 관심이 고조되고 있다. 강한 황산화 활성을 가진 물질을 천연물 또는 부산물 소재에서 탐색하려는 연구가 현재 활발히 수행되고 있다. 왕겨초액의 황산화 활성을 이용하여 대두유를 이용하여 황산화 효과를 분석하였다.

가. 재료 및 방법

대두유는 시판품(동방유량), 참기름은 CJ회사 제품을 구입하여 냉동(-75℃) 보관하며 사용하였다. 왕겨초액의 황산화 정도를 측정하기 위하여 Rancimat(Metrom 743, Switzerland)을 사용하였다. 즉, 반응용기에 해당 기질 유지를 2.5g을 취한 후 가열온도 100±0.1℃에서 aluminum

heating block상에서 공기의 유속 20L/hr 조건에서 실험을 실시하였다. 이때 발생하는 휘발성 산화생성물에 의한 conductivity가 급격히 증가하는 시점까지를 유도기간(IP)으로 계산하여 항산화 정도를 측정하였다. 초액을 첨가하지 않은 것을 대조구로하여 항산화 활성을 Antioxidant Index(AI=추출물을 첨가한 유도시간/무처리한 유지의 유도시간)로 비교 표시하였다. 왕겨 초액 첨가량은 원액을 100(1.0%) 및 1000배(0.1%)로 희석한 용액을 제조하여 실험 식용유에 대하여 2, 4 및 6% 농도로 첨가하고 용해화 시킨 후 실험에 사용하였다.

나. 결과 및 고찰

대두유의 산화유도 기간은 지방의 산화정도를 측정하는 지표로서, 왕겨초액 100배 희석액을 200, 400, 및 600ppm 농도로 대두유에 첨가하고 산화정도를 측정한 결과, 대조구의 경우 산화유도 시간은 14.18시간을 보였으나, 왕겨초액 첨가구 200, 400 및 600ppm 첨가한 구의 경우 산화유도 시간은 32.09, 20.78 및 43.36 시간으로 대조구에 비하여 AI는 2.3, 1.5 및 3.1배 정도로 산화지연 효과가 있는 경향을 보였다. 왕겨초액 농도를 적게한 1,000배 희석액을 이용하여 20, 40, 및 60ppm 농도로 대두유에 첨가한 경우에도 대조구에 비하여 AI는 1.9, 1.8 및 3.2배 정도로 유의적인 차이를 보이며 산화지연 효과를 보였다. 이러한 결과는 천연 식물 우롱차, 유자, 계피 등과 BHT의 항산화 활성지표 결과(Kim 등, 2001)와 비교하여도 우수한 것으로 나타났다. 본 실험결과 왕겨초액의 희석비 100배 및 1,000배 처리구간의 차이가 없는 것으로 나타났다. 왕겨초액의 사용량을 최소화하면서 항산화 효과를 고려 할 때 1,000배 희석액을 이용한 저농도의 사용이 식용유의 산화방지제로 바람직할 것으로 판단되었다.

표 5. 대두유 산화방지 실험 결과

| 시료 | 왕겨초액 농도(%) | 농도(ppm) | Induction time(hr) | AI | |
|-------------|------------|---------|--------------------|-------|------|
| Soybean oil | - | con. | 14.18 | - | |
| | | 1.0 | 200 | 32.09 | 2.26 |
| | | | 400 | 20.78 | 1.47 |
| | | | 600 | 43.36 | 3.06 |
| | 0.1 | 20 | 28.12 | 1.98 | |
| | | 40 | 25.28 | 1.78 | |
| | | 60 | 45.51 | 3.21 | |

참기름의 경우에는 왕겨초액 100 및 1,000배 희석액을 첨가한 경우, 대조구에 비하여 모두 산화진행 정도가 빠르게 진행한 결과를 보였다. 이러한 결과는 본 유지 산화 지연실험에 사용한 Rancimat 방법이 유지의 산화 후 생성되는 휘발성 물질의 양을 측정하여 산화정도를 분석하는 방법이기 때문에, 볶음처리 후 착유한 참기름에서 휘발성 성분의 함량이 크게 증가되었기 때문인 것으로 사료된다.

표 6. 참기름 산화방지 실험 결과

| 시료 | 왕겨초액 농도(%) | 첨가농도(ppm) | Induction time(hr) |
|-----|------------|-----------|--------------------|
| 참기름 | 100 | con. | 29.43 |
| | | 200 | 6.88 |
| | | 400 | 14.11 |
| | | 600 | 5.93 |
| | 1,000 | 20 | 4.92 |
| | | 40 | 6.07 |
| | | 60 | 11.51 |

4. 갈변 억제 효과

일반적으로 갈변이 심한 것으로 알려진 감자 및 사과를 대상으로 항산화력이 있는 것으로 확인된 왕겨초액을 이용하여 갈색화 반응에 미치는 영향을 살펴 보았다.

가. 재료 및 방법

감자와 사과를 박피 후 절단하여 대조구는 증류수에 수침하였으며 왕겨초액 실험구는 0.5% 및 1.0% 농도로 제조하여 각 용액에 2분간 침지 후 표면의 물기를 제거하여 30분, 1시간, 2시간, 3시간 별로 경시적인 색도변화를 관찰한 결과는 표 9 및 표 10와 같았다. 색도는 색차계 (CM-2600d, Conica Minolta, Japan)를 이용하여 'L', 'a', 'b'값을 측정하였다. 한 시료당 3번씩 측정하였다.

나. 결과 및 고찰

(1) 사과 갈변 억제 효과

사과의 처리 후 'L'값의 변화는 대조구의 경우 가장 큰 폭으로 변화가 되면서 감소하는 결과를 보였으며 왕겨초액 처리구간에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 'a'값의 경우는 0.5%처리구의 증가 폭이 비교적 적은 것으로 나타났으며 대조구와 1.0% 처리구간에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 'b'값의 경우에도 역시 모든 실험구간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 색차계에 있어 'L', 'a', 'b' 공간에 있는 두 점간의 직선거리로 표시되는 색차(ΔE) 값을 비교한 결과, 처리 후 1시간 경과 ΔE 값이 0.5% 처리구의 경우 2.18, 1.0% 처리구의 경우 3.02로 나타났으나 대조구의 경우에는 비교적 높은 5.24 값을 보였다. 왕겨초액을 처리한 구의 경우 시간이 경과 하면서 초기에 비하여 색차 변화가 대조구에 비하여 적은 변화를 보였음을 확인 할 수 있었다.

표 7. 사과 색도 변화

| 처리구 | 항목 | 유통시간 | | | | |
|------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 30분 | 1시간 | 2시간 | 3시간 |
| 대조구 | L | 78.52 | 76.37 | 74.66 | 75.69 | 75.61 |
| | a | 1.04 | 1.82 | 2.46 | 2.25 | 3.19 |
| | b | 23.97 | 25.19 | 27.55 | 26.25 | 30.59 |
| | ΔE | - | 2.28 | 5.24 | 5.66 | 6.94 |
| 0.5% | L | 79.85 | 78.96 | 77.83 | 77.85 | 77.32 |
| | a | 0.59 | 1.32 | 2.04 | 2.15 | 2.10 |
| | b | 24.09 | 25.17 | 25.94 | 26.87 | 25.98 |
| | ΔE | - | 0.86 | 2.18 | 2.92 | 2.54 |
| 1.0% | L | 80.14 | 78.93 | 78.18 | 77.56 | 76.55 |
| | a | 1.23 | 1.93 | 2.21 | 2.84 | 3.16 |
| | b | 22.31 | 24.45 | 24.49 | 25.82 | 27.86 |
| | ΔE | - | 2.48 | 3.02 | 4.48 | 5.31 |

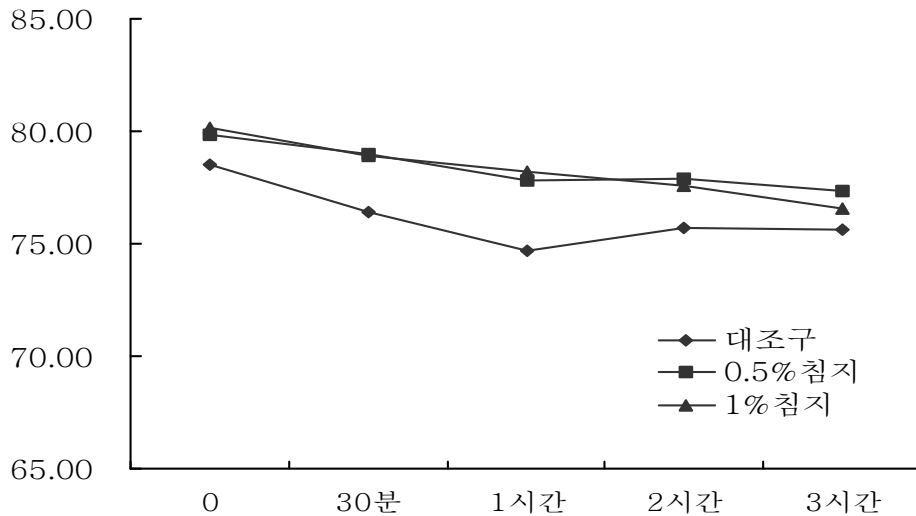


그림 3. 사과 색도 변화('L'값)

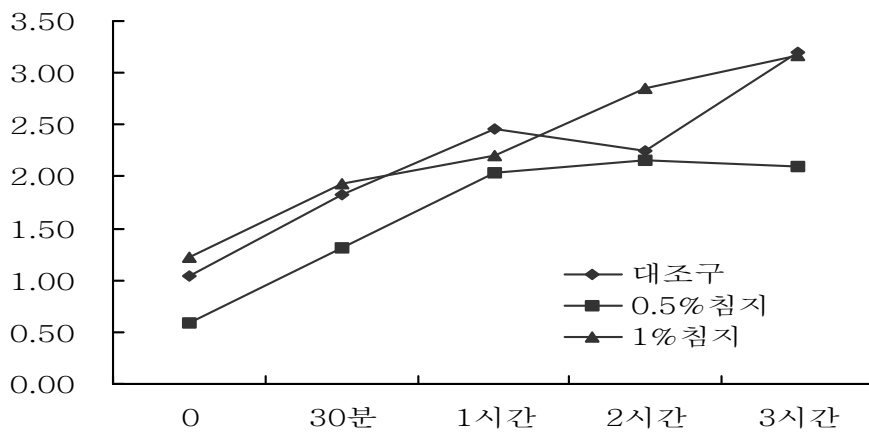


그림 4. 사과의 색도 변화('a'값)

(2) 감자 갈변 억제 효과

감자의 경우 'L'값 변화는 왕겨초액에 침지한 처리구가 대조구에 비하여 변화 속도가 적은 것으로 나타났다. 'a'값의 경우에서도 처리구에 비하여 대조구의 증가 속도가 가장 높게 나타났으며 왕겨초액 농도별 처리구간의 차이는 뚜렷히 나타나지 않았다. 2시간 이후에는 다소 처리 농도가 높은 구가 적은 증가를 보이는 결과를 보였다. 색차(ΔE) 값을 비교한 결과 처리구에 비하여 대조구는 변화 폭이 매우 크게 나타나 1시간 경과 후에는 5.71로 왕겨초액 처리구 0.5%와 1.0%의 1.94와 2.64에 비하여 약 2.1~2.3배 이상 높은 증가율을 보였다. 그 이후 시간이 더 경과되면서 색상의 변화 속도는 더 크게 나타나 3시간 후에 대조구는 9.67로 많은 색상 변화를 확인 할 수 있었으며 처리구 0.5%가 1.0% 처리구에 비하여 변화 폭이 적은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 사과와 유사한 결과를 보였으며 사과 및 감자의 갈변 억제에 효과가 있었음을 확인 할 수 있었다.

표 8. 감자의 색도 변화

| 항목 | 저장시간 | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 30분 | 1시간 | 2시간 | 3시간 |
| 감자 | | | | | |
| L | 71.39 | 69.57 | 65.55 | 62.40 | 60.00 |
| a | -1.65 | 0.47 | 2.73 | 2.93 | 3.59 |
| b | 19.69 | 21.03 | 21.37 | 20.94 | 19.78 |
| ΔE | - | 1.99 | 5.71 | 8.23 | 9.67 |
| L | 72.90 | 71.87 | 70.82 | 69.19 | 67.03 |
| a | -1.40 | -0.01 | 1.37 | 2.61 | 2.45 |
| b | 21.35 | 21.75 | 21.89 | 21.68 | 20.84 |
| ΔE | - | 0.96 | 1.94 | 3.24 | 4.52 |
| L | 71.51 | 70.84 | 68.58 | 66.92 | 66.34 |
| a | -1.44 | 0.12 | 1.20 | 2.12 | 2.60 |
| b | 19.97 | 20.52 | 20.09 | 20.52 | 20.65 |
| ΔE | - | 0.84 | 2.64 | 4.28 | 5.64 |

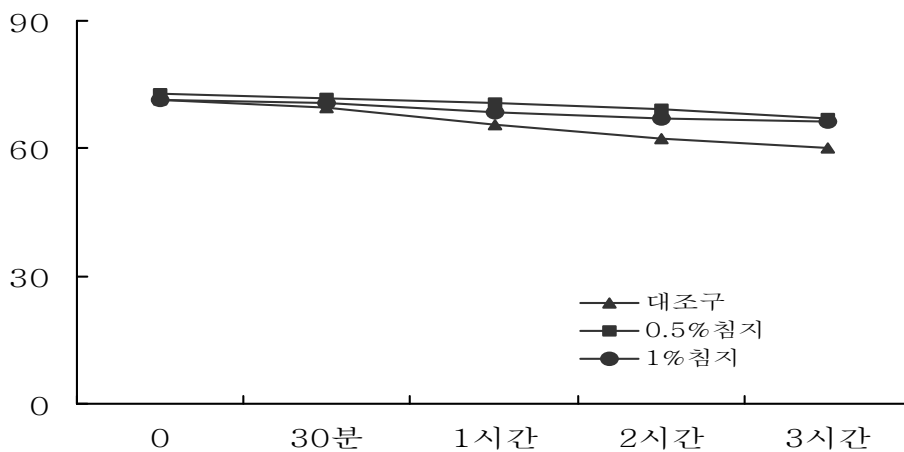


그림 5. 감자의 색도 변화('L'값)

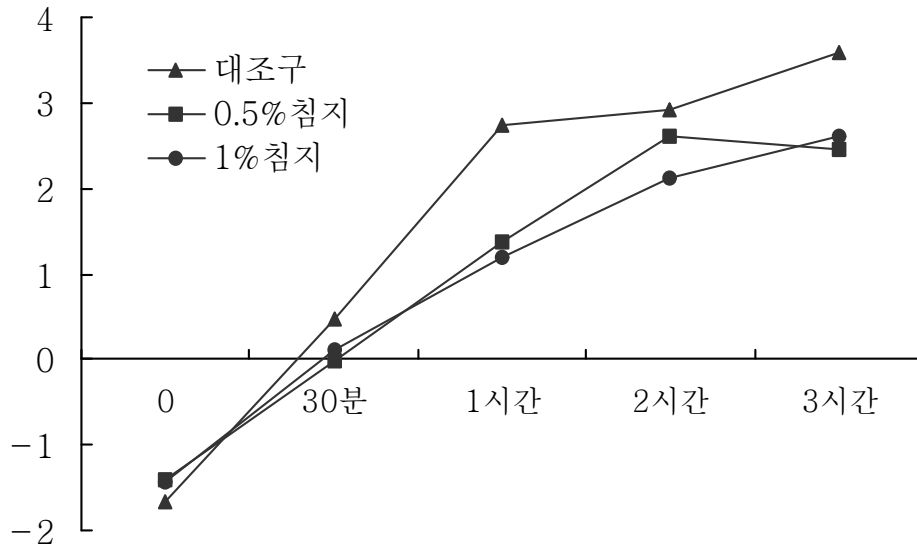


그림 6. 감자의 색도 변화('a'값)

| 처리구 | 0 | 1시간 | 2시간 |
|------|---|-----|-----|
| 대조구 | | | |
| 0.5% | | | |
| 1.0% | | | |

그림 7. 감자의 색도 변화

5. 김치의 품질 특성

김치는 현대인이 담기 어렵다는 점과 일본, 서구에서의 수요가 증가하고 있는 추세로 대량 생산 체제로 제조되어 생산되고 있으나, 수출 생산에 있어 유통 기간이 매우 한정된다. 김치의 유통기간을 연장하는 방법으로 살리신산(salicylic acid), 벤조산(benzoic acid) 등을 첨가하는 방안이 제시되었으나, 이는 처리가 번잡스럽고 효과가 있더라도 실용상 불가능한 방법이다. 또한, 상기 방법에 사용되는 기존의 합성식품보존료인 초산, 이산화황, BHA 은 인체에 유해하여 취급과 사용에 문제가 있다. 이러한 안정성의 문제로 합성식품보존료를 첨가한 김치제품은 소비자들이 기피하는 현상이 두드러지고 있다. 이를 극복하기 위하여, 김치제품에 여러 첨가물의 사용이 시도되고 있으나 보존제로서 사용하기 위해 시도된 천연물질은 대개 향신료나 한약재 혹은 김치 부재료의 범위를 벗어나지 못하고 한정되어 있다. 이에 따라 인체에 무해하면서 지나친 발효 및 변패를 억제하여 유통기한을 늘릴 수 있는 천연보존료의 개발이 필요하였다. 목초액의 경우 김치에 일정량을 첨가하여 미생물의 성장 속도를 감소시킴으로 발효를 지연시켜 저장기간을 연장한 김치의 제조 방법 등에 관한 연구 결과가 일부 보고되고 있다. 이에 따라 왕겨초액을 첨가한 김치를 제조하여 발효 및 저장중의 품질 특성을 분석하여 보았다.

가. 재료 및 방법

배추는 전남 해남산을 사용하였으며 절임염 소금은 천일염(소금사랑), 고춧가루는 음성농협 의 청결고춧가루 가공공장제품을 사용하였다. 이외에 파, 다진 마늘(가나유통), 다진 생강(가나유통)과 정제염은 (주)한주소금 제품을 구입하여 사용하였다. 원료배추는 서울 가락동 농수산물도매시장에서 구입을 하였다. 72시간 실온에 방치한 후 불가식 부분을 제거하고 2등분 하여 절임을 하였다. 절임은 실험 계획에 따라 3가지 방법으로 하였다. 첫째, 10% 절임수 (배추 1kg당 천일염 0.139kg과 물 1.25kg)로 절임 하였고, 둘째, 10%의 절임수에 2차증류한 왕겨초액을 2%의 비율로 넣은 것과 셋째, 10%의 절임수에 2차증류한 왕겨초액을 4%의 비율로 넣은 것 3종 이었으며, 모두 습식법과 건식법을 병행하여 절임하였다. 절임공정을 19시간 한 후 흐르는 물로 2회 세척하였다. 세척 후 실온에서 3시간 탈수하고 김치는 시제공장 식품조리실에서 다음의 배합비(파 3.1, 고춧가루 2.3, 마늘, 1.5, 생강 0.4)로 제조하였다. 김치는 대조군, 2%절임수로 절임한 배추로 제조한 김치, 4% 절임수로 절임한 배추로 제조한 김치, 일반 절임 후 양념에 왕겨초액을 0.5% 첨가하여 제조한 김치로 총 4종 이었으며, 김치 제조 후 개별 PE Pack당 250g 단위로 포장하여 10℃에서 저장하면서 3~4일 간격으로 시료를 분석하였다.

분석항목은 원료 배추의 특성조사, 원료 배추 절임중 절임공정 분석과 김치 발효 중 이화학적 분석으로 pH, 산도, 환원당 및 총균, 젖산균, 효모, 곰팡이 및 대장균군의 변화 양상을 분석하였다. 마지막으로 김치의 관능적 특성을 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

(1) 원료배추의 품질

원료배추의 이화학적 특성은 표 9에 나타난 바와 같다. 원료배추의 수분함량은 94.27%이었으며 원료수율은 75.46%이었다. 원료 배추의 환원당 함량은 41.51로 배추의 평균 28~29% 보다 높은 경향을 보였다.

표 9. 원료배추의 이화학적 특성

| 항목 | 특성 |
|---------------|-------|
| 생산지 | 해남 |
| 전처리 수율 (%) | 75.46 |
| 원료 손폐율 (%) | 24.54 |
| 수분함량 (%) | 94.27 |
| 환원당 함량 (mg/g) | 41.51 |

* 수분함량은 배추의 겉잎과 속잎, 줄기와 잎 부분을 적절히 취해서 실험하였음

(2) 원료배추의 절임중 절임공정 분석

절임수의 염농도는 10%로 효율적인 절임을 위하여 비교적 낮은 염농도를 사용하였다. 절임시간은 총 19시간이었다. 절임후의 환원당 함량은 57.16(mg/g)으로 비교적 높은 경향이었다. 절임 후 염농도는 대조구는 2.6%, 2% 처리군은 3.0% 그리고 4% 처리구는 2.8%로 양호한 편이었다. 최종 김치의 염농도는 대조구를 포함하여 모든 처리구가 2.46% 이었다.

표 10. 김장배추의 절임중 절임공정 분석

| 분석 항목 | 비고 |
|-------------------|-------|
| 절임수의 염농도 (%) | 10 |
| 절임시간 (hr) | 19 |
| 2회 세척 후 탈수조건(hr) | 3시간 |
| 총절임수율 | 70.0 |
| 순절임수율 | 68.0 |
| 절임염 배합비 | 2.0 |
| 절임염 수득율 | 14.1 |
| 원료배추 수득율 | 51.3 |
| 절임에 의한 환원당 농축율(%) | 57.16 |

표 11. 탈수 후 절임배추의 염함량 및 환원당 함량

| | 절임수의 염함량 (%: w/w) | 탈수후 절임배추의 염함량 (%: w/w) | 탈수후 절임배추의 환원당 (g/kg) |
|-----|----------------------|---------------------------|-------------------------|
| 대조군 | 8.2 | 2.6 | 23.73 |
| 2% | 8.7 | 3.0 | 30.82 |
| 4% | 8.3 | 2.8 | 19.98 |

표 12. 최종 김치의 염도

| | 대조군 | 2% | 4% | 양념첨가 |
|-----------|------|------|------|------|
| 염도(%;w/w) | 2.46 | 2.46 | 2.46 | 2.46 |

(3) 김치 발효 중 이화학적 분석

pH의 경우, 모든 처리구에서 발효가 진행됨에 따라 감소하는 경향을 보였다. 김치의 pH는 4.3~4.5가 가장 맛이 좋은 범위이다. 김치의 초기 pH는 대조군이 5.63으로 일반적인 김치 pH 5.9 보다 다소 낮은 경향이였다. 왕겨초액 첨가 김치의 초기 pH 5.24~5.56 범위로 대조구 보다 다소 낮았다. 이러한 원인은 초액을 첨가한 영향으로 판단된다. 발효 중기인 14일 경과 후 대조구의 pH 4.23으로 다른 처리구의 5.01~5.51 보다 빠르게 낮게 나타났고, pH 변화가 가장 늦은 구는 4% 처리구이였다. 그 다음으로 2% 첨가 처리구순으로 나타나 왕겨초액을 첨가한 처리구의 발효가 늦어지는 경향을 보였다. 그러나 발효 말기로 가서는 처리구에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. pH 변화를 살펴 본 바 양념에 첨가한 처리구의 경우 절임수 첨가농도로 비교할 때 약 2.5% 정도로 첨가한 효과가 있는 것으로 판단하였다.

산도의 경우 초기 값은 0.23~0.27 범위로 잘익은 김치의 적정 산도는 0.6~0.8% 범위이다. 실험 결과 pH 변화와 마찬가지로 발효 중기까지는 대조군에 비해 왕겨초액을 첨가한 처리구가 발효가 늦어지는 경향을 보였으나, 발효 말기로 갈수록 처리구간 차이를 보이지 않았다. pH와 산도의 분석 결과 김치에 첨가하는 방법은 절임공정에 첨가하는 것 보다는 양념에 직접 첨가하는 방법이 효율적인 것으로 판단되었다.

표 13. 왕겨초액을 첨가한 김치의 발효중 pH의 변화

| 발효기간(일) | 대조군 | 2%첨가 | 4%첨가 | 양념첨가 |
|---------|------|------|------|------|
| 0 | 5.63 | 5.56 | 5.24 | 5.48 |
| 3 | 5.71 | 5.49 | 5.47 | 5.49 |
| 7 | 5.68 | 5.50 | 5.45 | 5.55 |
| 10 | 5.11 | 5.49 | 5.38 | 5.46 |
| 14 | 4.23 | 5.01 | 5.31 | 5.51 |
| 17 | 4.27 | 4.63 | 5.51 | 5.57 |
| 21 | 4.51 | 4.22 | 5.30 | 4.05 |
| 24 | 4.37 | 4.12 | 4.90 | 4.69 |
| 28 | 4.10 | 4.07 | 4.54 | 4.34 |
| 31 | 4.03 | 4.07 | 4.09 | 4.16 |
| 35 | 3.98 | 3.97 | 3.94 | 3.86 |
| 38 | 4.00 | 3.93 | 3.89 | 3.80 |
| 43 | 3.98 | 3.91 | 3.71 | 3.90 |
| 50 | 3.95 | 3.79 | 3.64 | 3.63 |

표 14. 왕겨초액을 첨가한 김치의 발효중 산도의 변화 (%;w/w)

| 발효기간(일) | 대조군 | 2%첨가 | 4%첨가 | 양념첨가 |
|---------|------|------|------|------|
| 0 | 0.27 | 0.23 | 0.27 | 0.23 |
| 3 | 0.32 | 0.27 | 0.23 | 0.18 |
| 7 | 0.32 | 0.32 | 0.27 | 0.32 |
| 10 | 0.32 | 0.23 | 0.23 | 0.27 |
| 14 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.27 |
| 17 | 0.41 | 0.36 | 0.32 | 0.23 |
| 21 | 0.41 | 0.50 | 0.23 | 0.68 |
| 24 | 0.50 | 0.81 | 0.41 | 0.45 |
| 28 | 0.72 | 0.50 | 0.45 | 1.04 |
| 31 | 0.68 | 0.54 | 0.68 | 0.90 |
| 35 | 0.99 | 0.54 | 0.90 | 0.95 |
| 38 | 0.68 | 0.72 | 0.72 | 1.26 |
| 43 | 0.68 | 0.81 | 1.04 | 1.13 |
| 50 | 0.77 | 1.17 | 1.31 | 1.40 |

표 15. 왕겨초액을 첨가한 김치의 발효중 환원당의 변화 (mg/g)

| 발효기간(일) | 대조군 | 2%첨가 | 4%첨가 | 양념첨가 |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 40.39 | 30.93 | 33.10 | 36.83 |
| 3 | 39.84 | 30.85 | 38.49 | 37.42 |
| 7 | 36.32 | 39.54 | 35.46 | 39.60 |
| 10 | 30.21 | 34.41 | 39.62 | 36.83 |
| 14 | 26.44 | 34.47 | 38.00 | 38.32 |
| 17 | 30.99 | 25.98 | 31.07 | 35.41 |
| 21 | 34.41 | 29.77 | 37.28 | 18.21 |
| 24 | 29.06 | 26.50 | 25.84 | 27.04 |
| 28 | 31.03 | 27.50 | 21.67 | 22.02 |
| 31 | - | - | - | - |
| 35 | 23.18 | 17.32 | 19.28 | 14.72 |
| 38 | 20.23 | 15.01 | 15.84 | 14.04 |
| 43 | 17.91 | 17.05 | 12.42 | 15.05 |
| 50 | 15.30 | 11.02 | 8.63 | 11.13 |

(4) 미생물학적 분석

미생물 군수의 변화를 측정한 결과, 총균수와 젖산균수 모두 발효가 진행됨에 따라 증가하다 발효 말기에 약간 감소하는 경향을 보였다. 왕겨초액을 첨가한 처리구는 대조군에 비해 발효 전반에 걸쳐 낮게 나타났는데, 2% 첨가군과 양념 첨가군 보다는 4% 첨가군의 미생물 군수가 낮게 나타났다. 효모 및 곰팡이는 양념첨가 처리구는 검출되지 않았으며, 다른 처리구는 발효 초기에 나타났다가 발효 중기가 되어서는 검출되지 않았고, 대장균군은 유의적인 범위내에서 검출되지 않았다.

표 16. 원료배추 및 절임배추의 미생물학적 분석 (cfu/ml)

| | PCA | MRS | PDA | E-coli |
|----------|-------------------|------|--------------------|--------------------|
| 원료배추 | 3.1×10^6 | N.D. | N.D. | 1.5×10^2 |
| 대조군 절임배추 | 1.3×10^5 | N.D. | N.D. | 5.0×10 |
| 2% 절임배추 | 9.7×10^3 | N.D. | $<2.0 \times 10$ | N.D. |
| 4% 절임배추 | 1.1×10^4 | N.D. | $<5.0 \times 10^0$ | $<5.0 \times 10^0$ |

표 17. 왕겨초액을 첨가한 김치의 발효중 총균수의 변화 (cfu/ml)

| 발효기간(일) | 대조군 | 2%첨가 | 4%첨가 | 양념첨가 |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 0 | 2.4×10^5 | 8.7×10^4 | 8.8×10^4 | 2.3×10^5 |
| 3 | 7.7×10^5 | 4.4×10^5 | 2.2×10^5 | 8.5×10^5 |
| 7 | 1.9×10^7 | 3.8×10^6 | 5.9×10^5 | 8.8×10^5 |
| 10 | 6.5×10^8 | 6.5×10^7 | 4.1×10^5 | 2.0×10^7 |
| 14 | 4.8×10^8 | 8.5×10^7 | 1.6×10^6 | 6.5×10^7 |
| 17 | 5.2×10^7 | 4.6×10^7 | 1.2×10^7 | 8.0×10^5 |
| 21 | 2.9×10^8 | 2.9×10^8 | 8.2×10^6 | 1.1×10^8 |
| 24 | 1.7×10^8 | 5.7×10^8 | 7.5×10^7 | 9.4×10^7 |
| 28 | 5.3×10^8 | 1.5×10^8 | 1.9×10^8 | 1.4×10^8 |
| 31 | 3.2×10^8 | 1.8×10^8 | 5.6×10^7 | 4.0×10^8 |
| 35 | 4.8×10^7 | 3.8×10^8 | 1.9×10^7 | 3.3×10^8 |
| 38 | 6.2×10^7 | 4.9×10^7 | 2.5×10^6 | 3.8×10^7 |
| 43 | | 4.6×10^7 | 5.5×10^6 | 3.9×10^7 |
| 50 | 1.0×10^8 | 2.7×10^7 | 4.5×10^6 | - |

표 18. 왕겨초액을 첨가한 김치의 발효중 젖산균수의 변화 (cfu/ml)

| 발효기간(일) | 대조군 | 2%첨가 | 4%첨가 | 양념첨가 |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 0 | N.D. | 7.5×10^2 | N.D. | 1.5×10^2 |
| 3 | 2.0×10^3 | 1.4×10^3 | 2.7×10^2 | 5.3×10^2 |
| 7 | 1.3×10^7 | 3.6×10^6 | 1.1×10^3 | 1.2×10^3 |
| 10 | 5.0×10^8 | 4.1×10^7 | 3.7×10^5 | 4.8×10^5 |
| 14 | 7.9×10^8 | 1.2×10^8 | 2.5×10^6 | 5.6×10^7 |
| 17 | 5.4×10^8 | 6.2×10^7 | 2.1×10^7 | 2.1×10^6 |
| 21 | 2.5×10^8 | 1.5×10^8 | 5.0×10^6 | 2.1×10^8 |
| 24 | 3.5×10^8 | 7.7×10^8 | 4.8×10^7 | 1.9×10^8 |
| 28 | 3.9×10^8 | 1.8×10^8 | 9.0×10^7 | 1.3×10^8 |
| 31 | 4.1×10^8 | 2.6×10^8 | 7.7×10^7 | 3.3×10^8 |
| 35 | 4.5×10^7 | 2.5×10^8 | 1.8×10^7 | 4.0×10^8 |
| 38 | 4.5×10^6 | 4.6×10^7 | 2.9×10^8 | 1.1×10^8 |
| 43 | 1.5×10^8 | 2.1×10^7 | 1.8×10^6 | 1.5×10^7 |
| 50 | 1.2×10^8 | 1.3×10^7 | 1.4×10^6 | - |

표 19. 왕겨초액을 첨가한 김치의 발효중 효모 및 곰팡이의 변화 (cfu/ml)

| 발효기간(일) | 대조군 | 2%첨가 | 4%첨가 | 양념첨가 |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|------|
| 0 | 6.0×10^4 | 1.9×10^4 | 1.6×10^3 | N.D. |
| 3 | 1.5×10^2 | N.D. | 5.5×10^2 | N.D. |
| 7 | 2.9×10^5 | 9.0×10^3 | 2.0×10^2 | N.D. |
| 10 | N.D. | N.D. | 2.7×10^2 | N.D. |
| 14 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 17 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 21 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 24 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 28 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 31 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 35 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 38 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 43 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 50 | N.D. | 1.4×10^2 | N.D. | N.D. |

표 20. 왕겨초액을 첨가한 김치의 발효중 대장균군의 변화 (cfu/ml)

| 발효기간(일) | 대조군 | 2%첨가 | 4%첨가 | 양념첨가 |
|---------|------------------|------|--------------------|--------------------|
| 0 | $<1.5 \times 10$ | N.D. | $<5.0 \times 10^0$ | $<5.0 \times 10^0$ |
| 3 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 7 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 10 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 14 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 17 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 21 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 24 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 28 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 31 | N.D. | N.D. | $<1.5 \times 10$ | $<5.0 \times 10^0$ |
| 35 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 38 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 43 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 50 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |

(5) 김치의 관능적 특성조사

발효 단계별 관능적 특성을 조사하는, 평가하고자 하는 특성을 15점 척도법을 사용하여 조직감은 0점을 아삭하다, 15점을 질기다, 냄새, 맛, 후미에서는 0점을 적다, 15점을 많다고 평가하였다. 전반적인 평가 항목에서 대조군이 왕겨초액을 첨가한 처리구에 비해 높은 점수를 얻었으나, 발효 중기와 발효 말기 조직감 평가에서는 왕겨초액을 첨가한 처리구가 대조군에 비해 아삭함이 높게 평가되었다.

이상의 결과로 보아, 왕겨초액을 첨가할 경우 김치의 발효 속도 및 향균성과 조직감에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

표 21. 왕겨초액을 첨가한 김치의 발효초기 관능적 특성 조사 (제조 0일)

| | 냄새 | | | 맛 | | | | 조직감 | 후미 | | | 종합적 기호도 |
|------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 김치냄새 | 신냄새 | 이취 | 김치맛 | 신맛 | 쓴맛 | 이미 | | 신맛후미 | 쓴맛후미 | 이미 | |
| 대조군 | 7.2±2.7 | 4.7±3.7 | 3.2±2.2 | 6.5±3.2 | 2.9±2.1 | 5.2±2.7 | 3.6±2.4 | 3.9±2.8 | 3.2±2.7 | 5.0±3.5 | 2.6±1.6 | 8.0±4.1 |
| 2%첨가 | 4.2±3.4 | 3.2±2.4 | 9.6±3.4 | 3.4±1.2 | 2.8±1.5 | 7.7±4.2 | 8.9±2.8 | 5.1±1.9 | 3.0±2.6 | 7.2±4.4 | 7.9±3.0 | 4.1±2.6 |
| 4%첨가 | 3.4±3.9 | 2.8±1.8 | 11.1±2.8 | 4.4±2.5 | 3.7±2.6 | 6.5±3.7 | 7.8±3.7 | 4.2±1.5 | 3.7±3.3 | 6.8±4.3 | 7.7±4.0 | 4.2±2.4 |
| 양념첨가 | 3.4±2.3 | 3.2±1.8 | 9.2±2.8 | 4.8±1.5 | 3.1±3.0 | 7.7±4.4 | 8.1±2.5 | 5.6±2.6 | 3.7±3.7 | 7.6±5.3 | 7.3±3.2 | 4.4±2.8 |

표 22. 왕겨초액을 첨가한 김치의 발효중기 관능적 특성 조사 (제조 28일)

| | 냄새 | | | 맛 | | | | 조직감 | 후미 | | | 종합적 기호도 |
|------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|
| | 김치냄새 | 신냄새 | 이취 | 김치맛 | 신맛 | 쓴맛 | 이미 | | 신맛후미 | 쓴맛후미 | 이미 | |
| 대조군 | 8.7±1.8 | 9.1±2.7 | 3.2±2.2 | 8.7±1.9 | 7.4±3.1 | 4.0±2.8 | 3.1±2.0 | 8.1±3.5 | 7.1±2.7 | 2.6±2.8 | 3.0±1.9 | 8.1±2.0 |
| 2%첨가 | 5.3±3.0 | 7.5±4.1 | 8.2±3.0 | 4.7±2.2 | 8.4±3.4 | 5.3±2.6 | 9.4±1.7 | 5.5±2.8 | 7.5±3.0 | 5.2±3.6 | 8.8±2.0 | 4.1±2.3 |
| 4%첨가 | 3.5±1.9 | 6.4±3.9 | 10.4±1.8 | 3.4±2.1 | 6.0±3.4 | 5.9±4.4 | 10.9±2.6 | 6.1±4.4 | 4.3±3.3 | 6.3±4.4 | 10.9±2.7 | 2.9±2.4 |
| 양념첨가 | 7.0±2.7 | 7.1±2.9 | 7.2±2.9 | 5.6±3.7 | 6.6±3.3 | 4.0±3.9 | 8.2±3.5 | 6.7±5.3 | 5.7±3.2 | 5.0±4.2 | 8.7±3.8 | 5.4±3.3 |

표 23. 왕겨초액을 첨가한 김치의 발효말기 관능적 특성 조사 (제조 50일)

| | 냄새 | | | 맛 | | | | 조직감 | 후미 | | | 종합적 기호도 |
|------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 김치냄새 | 신냄새 | 이취 | 김치맛 | 신맛 | 쓴맛 | 이미 | | 신맛후미 | 쓴맛후미 | 이미 | |
| 대조군 | 9.7±2.3 | 7.8±3.3 | 3.5±2.1 | 10.8±1.9 | 8.6±3.3 | 3.1±2.8 | 3.2±1.4 | 7.1±3.1 | 8.7±3.4 | 3.1±3.4 | 2.9±1.9 | 9.0±2.1 |
| 2%첨가 | 5.3±3.1 | 5.7±3.8 | 9.2±2.3 | 5.5±2.1 | 8.1±3.1 | 5.2±3.4 | 9.2±2.1 | 6.2±2.3 | 8.0±3.1 | 5.7±4.0 | 8.2±2.8 | 4.1±1.8 |
| 4%첨가 | 4.1±1.4 | 6.4±4.2 | 10.2±2.3 | 4.6±1.8 | 8.9±3.5 | 6.5±3.9 | 9.4±3.1 | 5.1±2.0 | 8.0±2.6 | 6.5±4.0 | 8.8±3.4 | 3.0±1.3 |
| 양념첨가 | 7.1±2.8 | 7.7±3.4 | 7.3±2.9 | 7.7±2.5 | 9.9±3.1 | 4.7±2.6 | 6.9±1.8 | 5.5±3.0 | 9.5±3.1 | 5.0±3.9 | 5.8±1.6 | 6.2±2.3 |

6. 음료의 품질 특성

가. 재료 및 방법

(1) 음료제조

왕겨초액을 이용한 음료 제조는 2가지 type 즉, 초액의 첨가 농도 5% 범위로 첨가한 저배합 (A)구와 8% 이상의 고배합 농도로 첨가한 (B)구로 제조를 하였다. 소비자의 기호도를 높이기 위하여 구연산과 과당, 과일즙 및 비타민 C 등의 부재료를 첨가하여 제조를 하였다. 표 24은 제조한 음료의 품질 특성을 분석하였던 결과이다.

표 24. 왕겨 초액 음료 배합비

| 원료명 | 배합비 (W/W, %) | | 비고 |
|----------|--------------|--------|----------------------------------|
| | A | B | |
| 원액 | 5 | 8 | 식품첨가물 기준 적합 초액 |
| 액당 과당 | 5 | 8 | |
| 과일즙, 생약즙 | 5 | 8 | 솔잎, 작약, 당귀, 인삼 등 |
| 과일향 | 0.2 | 0.4 | 배, 사과, 오렌지, 포도즙 |
| 구연산 | 0.04 | 0.08 | 식품 첨가물급 |
| 구연산 나트륨 | 0.02 | 0.04 | " |
| 생강즙 | 5 | 8 | " |
| 정제수 | 79.74 | 67.48 | 음용수 기준 적합 |
| 합 계 | 100.00 | 100.00 | 저배합: 일반음료용(A) 고배합: 기능성 음료용(B) |

(2) 색도

색도계(Color and colocal difference meter, Model No. CR-300. Minolta Co., Japan)를 이용하여 제조된 음료의 색택의 변화를 측정하여 Hunte의 색계인 밝은 정도를 나타내는 'L'값 (Lightness), 붉은 색의 정도를 나타내는 a값(Redness) 및 노란색의 정도를 나타내는 'b'값 (Yellowness)으로 나타내어 변화된 값을 비교하고, ΔE 값을 구하였다. 이때 백색판(white calibration plate)의 'L', 'a' 및 'b'값은 각각 96.86, -0.07, 2.02 이었다.

(3) 관능검사 및 통계처리

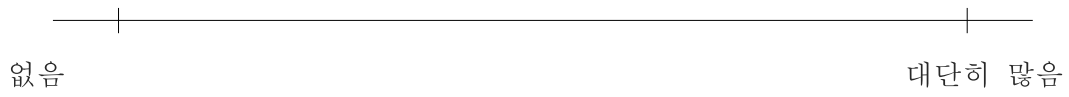
관능검사는 연구원 패널 10명을 선정하여 강도 및 기호도로 조사하였다. 평가는 9점 및 12점 척도법으로 실시하였으며, 통계적 유의성은 SAS프로그램을 이용하여 ANOVA 분산분석과 Duncan의 다범위 검정을 사용하여 유의성 검정을 시행하였다.

부서명 : _____ 이름 : _____ 날짜 : 2009. . . .

색의 강도



향



점성



맛



전반적인 품질



그림 8. 관능검사지

나. 결과 및 고찰

(1) 당도 및 산도

제품의 당도는 5.8~6.8%, 산도는 3.6~3.8% 범위이었으며 일반세균과 대장균은 검출이 되지 않았으며 이외의 항목은 음용수 기준에 적합한 것으로 나타났다.

표 25. 음료의 품질 특성

| 항 목 | 규 격 | | 비 고 |
|----------|-------------------------------|-------|--------|
| | A | B | |
| pH | 4.0 | 3.7 | 저장성 |
| 당도(brix) | 5.8 | 6.8 | 맛 |
| 비 중 | 1.030 | 1.036 | |
| 산 도 | 3.8 | 3.6 | 저장성, 맛 |
| 색 상 | 연노랑 | | |
| 일반 세균 | 음성 | | 음용수기준 |
| 대장균 | 음성 | | 음용수기준 |
| 중금속 | 주석, 납, 카드뮴 불검출 | | |
| 침전물 | 불검출 | | |
| 성 상 | 투명하고 연한 노란색을 띠며, 약간의 탄 냄새와 신맛 | | 과일향 사용 |

(2) 색도

표 26은 음료제품의 색도 측정 결과를 나타내었다. 시제품의 색도는 'L', 'a', 'b' 값 모두 유의적인 값의 차이를 보였다. 'L'값은 63.51~65.27 범위의 값을 보였으며 'a'값은 -0.33~0.76 그리고 'b'값은 9.12~20.26으로 나타났다.

표 26. 음료의 색도값

| | A type | B type |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| L value ^{***} | 63.51±0.25 ^a | 65.27±0.32 ^e |
| a value ^{***} | 0.76±0.10 ^a | -0.33±0.02 ^c |
| b value ^{***} | 20.26±0.46 ^e | 9.12±0.57 ^a |

^{a,b,c,d} Means with different superscript in the same column differ significantly

^{***} p<0.001

(3) 관능검사

관능검사 결과는 표 27과 같다. 색의 강도와 향 및 점성에서 유의적인 차이를 보이며 전반적인 품질에서도 A type 제품이 B type 제품에 비하여 우수한 결과를 보였다. 본 실험에서는 음료에 첨가되는 일반적인 재료를 사용하였는데 이외의 한약재와 방향성 소재 등 다양한 재료를 이용하여 제조 할 경우 맛과 향이 개선되고 유용성분이 풍부한 기능성 음료의 제품 개발이 가능할 것으로 판단하였다. 그림 9는 음료를 제조하는 공정도를 나타냈다. 그림 10은 제조한 음료의 시제품이다.

표 27. 음료의 관능검사

| | A | B |
|-----------|--------------------|--------------------|
| 색의 강도*** | 9.11 ^a | 5.43 ^a |
| 향*** | 6.11 ^b | 3.76 ^a |
| 점성*** | 4.12 ^b | 6.57 ^a |
| 맛* | 6.44 ^{ab} | 3.02 ^a |
| 전반적인 품질** | 7.27 ^a | 4.68 ^{ab} |

^{a,b,c,d} Means with different superscript in the same column differ significantly
^{*}p<0.05; ^{**}p<0.01; ^{***}p<0.001

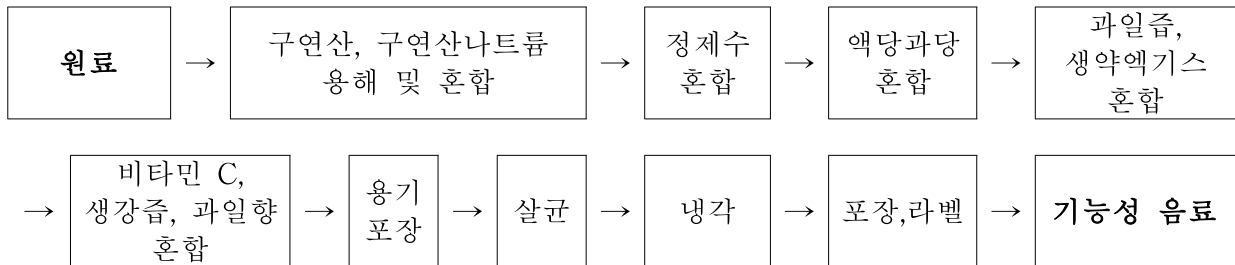


그림 9. 기능성 음료 제조 공정도



그림 10. 음료 시제품

7. 백미 유통 중의 품질 변화

쌀은 유통 중 기간과 온습도 조건에 따라 품질변화가 발생한다. 유통 중의 품질 변화를 억제하기 위하여 최근에는 기능성 포장재를 이용하거나 가공 시 백미 표면에 남아있는 자유미강과 전분 미세가루 등의 이물질을 기계적인 습식, 건식방법으로 제거하여 유통을 한다. 지금까지 실험 결과 확인된 왕겨 초액의 항산화성과 항균성 그리고 살균 소독력 등의 기능성을 이용하여 백미 표면에 코팅처리한 후 유통 중의 품질 변화를 분석하여 보았다.

가. 재료 및 방법

(1) 재료

실험에 사용한 시료는 경기도 화성군 비봉지역에서 재배한 추청품종으로 실험 24시간 전에 시료를 밀봉상태로 상온에 방치하여 주위 공기온도와 평형을 이루도록 한 후 실험에 사용하였다.

(2) 실험방법

정제 왕겨 초액을 10%와 20% 용액으로 제조를 하여 회전식 분무 코팅기를 이용하여 백미 표면에 코팅을 하였다. 국내 습식 및 건식 연미기의 통과 전후의 함수율과 천립중 차이 결과 (Lee, 등 2006)를 참고하여 백미 표면 코팅처리량을 결정하였다. 연미기 전후의 함수율과 천립중의 차이는 국내외 모두 평균 0.1%와 0.1g 증가를 보이는 것으로 보고되고 있다. 표면 처리후 10% 처리구의 천립중은 20.2g에서 20.34g으로 0.14g 증가하였으며 20%구는 19.84g에서 19.97g으로 0.13g 증가하였다. 10% 처리구는 140ppm, 20% 처리구는 260ppm의 농도로 처리를 하였다. 제조한 백미 약 2kg을 PE재질의 포장재로 밀봉한 후 색상변화를 최소화하기 위해 통기성이 있는 갈색 봉투에 담아 상온에서 저장실험 하였다. 저장실험은 3주간 실시하였으며, 저장 중 1주일 간격으로 일정량의 시료를 채취하여 지방산가, 백도 및 색도 등 품질변화를 측정하였다. 또한, 대조구로 전처리를 실시하지 않은 백미를 동일한 조건에서 품질변화를 측정하였다.

함수율 측정은 10g의 곡립을 135℃의 온도에서 24시간 건조하는 10g-곡립-135℃-24시간 표준측정법으로 측정하여 5g분쇄-105℃-5시간 표준 측정법으로 환산하였다. 환산식은 다음의 식 (1-1)과 같다.

$$M_{105} = 100 - 1.0133 (100 - M_{135}) \dots\dots\dots (1-1)$$

여기서, M_{105} : 105℃ 건조법에 의한 함수율(%w.b.)

M_{135} : 135℃ 건조법에 의한 함수율(%w.b.)

지방산가는 A.A.C.C(1983)방법에 준하여 측정하였다. 시료 40g 이상을 분쇄기(Cyclotec sample mill 1093, Tecater, Co. Ltd., Sweden)로 분말을 만들어 그 중 10g을 원통여지에 담아

탈지면으로 가볍게 증진한 후, 지방분해효소에 의한 변화 방지를 위해 분쇄 후 1시간 이내 soxhlet방법으로 지방을 추출하였다. 추출용 용매로는 petroleum ether를 사용하였으며, siphoning 속도(3분당 1회)와 끓는점 범위(30~60℃)를 맞추어 16시간 동안 추출하였다. 추출된 용액은 rotary evaporator로 용매를 제거하여 지방성분만을 취한 후 제조한 BAP(Benzene Alcohol Phenolphthalen) 용액 50ml로 재용해시키고 표준색인 분홍색이 될 때 까지 0.0178N KOH로 적정하였다. 위에서 얻어진 결과를 이용하여 다음의 식(1-2)에 의해 지방산가로 환산하였다.

$$Fat\ acidity\ value = \frac{(T-B) \times 10}{100 - W} \times 100 \ (ml\ KOH/100g) \ \dots\dots\dots (1-2)$$

여기서, T : 시료 적정시 0.0178N KOH의 요구량

B : 공시험 적정시 0.0178N KOH의 요구량

W : 시료 100g에 대한 수분함량(g)

색도는 뚜껑이 있는 원통형 용기(Dia×H, 41×12.5mm)에 시료를 넣은 후, 흑색 패드에서 색차계(CM-2600d, Conica Minolta, Japan)를 이용하여 a값을 측정하였다.

백도는 백도계(CR 300-3, Kett JAP)를 이용하여 5회 측정된 후 최대값 및 최소값을 제외한 3회 측정치의 평균값을 이용하였다.

나. 결과 및 고찰

(1) 색도

그림 11은 백미의 유통기간 중 “L” 값의 변화를 나타낸 것이다. 그림11에서와 같이 유통기간이 경과하면서 “L”값이 감소하는 결과를 보였는데 20% 처리구의 경우 유통기간중 변화폭이 가장 적게 나타났으며 대조구의 경우 “L”값의 감소폭이 비교적 높은 결과를 보였다. 그림 12는 백미의 저장기간 중 “b”값의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 유통기간 동안 모든 처리구 “b”값이 서서히 증가하는 경향을 나타내었다. 20% 처리구의 경우 “b”값 변화 폭이 가장 적게 나타났으며 대조구와 5% 처리구의 경우 20% 처리구에 비하여 증가 폭이 비교적 큰 변화 양상을 보이며 유통기간에 따라 증가하는 것으로 나타났다.

“a”값 역시 유통기간 중에 증감을 반복하는 것으로 나타났으며 20% 처리구에서 가장 변화가 적게 나타났다. 백미의 색도값(“L”, “a”, “b”)과 밥의 품질과는 부의 상관관계를 갖는다고 알려져 있다(이 등, 1995). 또한, 백미의 저장에 의한 갈변의 “a”값과 “b”값이 관여되는데 특히 “b”값이 크게 영향을 미치며, 이때 색의 변화가 쌀알의 외부에서 점차 내부로 진행된다고 하였다(조와 김, 1990). 이상의 결과로 백미의 유통중 색상 변화 억제에 효과가 있는 것을 확인 할 수 있었다.

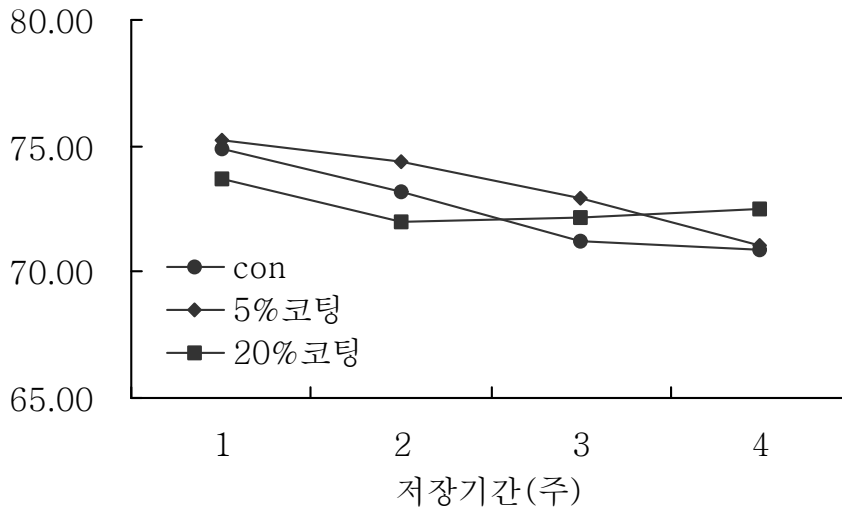


그림 11. 백미의 유통기간중의 색상 변화('L'값)

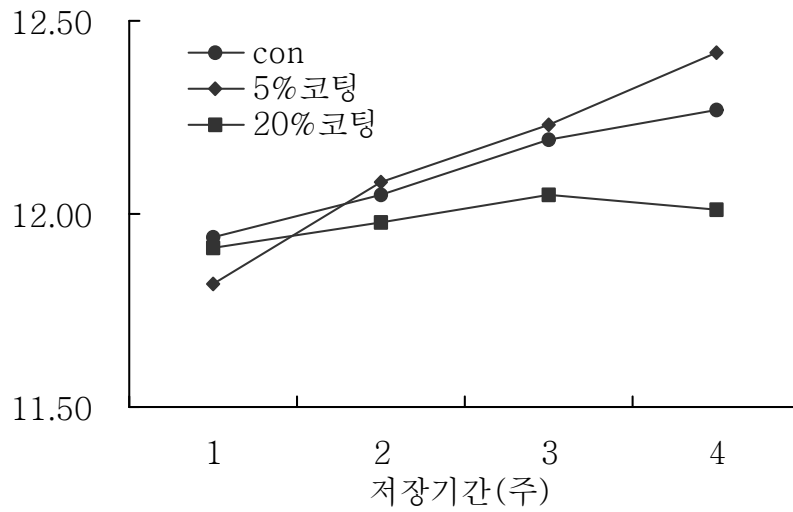


그림 12. 백미의 유통기간중의 색상 변화('b'값)

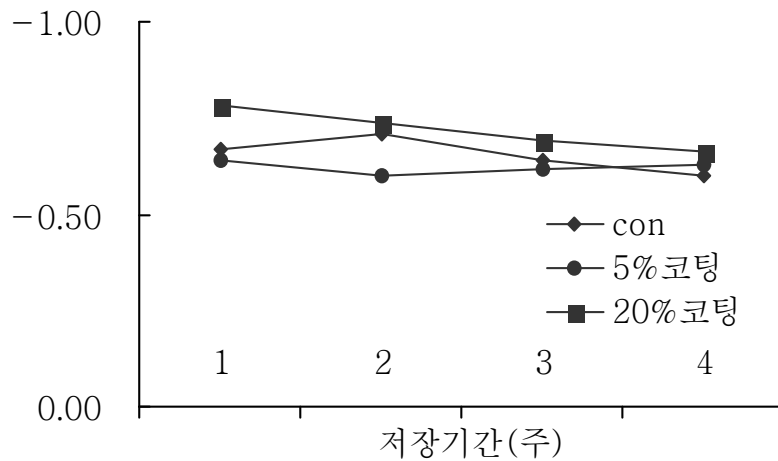


그림 13. 백미의 유통기간중의 색상 변화('a'값)

(2) 지방산가

쌀에는 oleic acid와 linoleic acid가 주 지방산인 중성지질로 구성된 약 1% 정도의 지방질이 있다(Juliano, 1985). 곡물의 저장중 지방은 쉽게 가수분해하나 자동산화를 일으켜 고미취를 생성하거나 산가 증가에 영향을 미친다(이 등, 1991). 유통중의 백미의 지방산화는 쌀에 함유된 지방이 공기중 산소와 결합하여 산화되어 hexanal이나 pentanal 등 알데하이드나 케톤 물질이 증가하면서 묵은 냄새가 나며, 밥의 찰기와 식미에 나쁜 영향을 미치는 현상이다.(Lee, 등 1991; Kwun, 1991) 가수분해는 지방질의 에스테르 결합에 작용하여 유리지방산을 생성하게 하는데 여기에는 lipase, lipoxidase 등의 여러 가지 효소들이 관여하고 있는 것으로 알려져 있으며(한 등, 1996), 특히 곡물의 온도와 함유율이 높을 경우 급속하게 진행된다.(Sauer, 1992). 일본의 경우에는 지방산가로 식미 허용기준을 지표로 삼고 있다.(農林廳 食品研究所, 1969)

그림 14는 백미의 유통기간 3주후 지방산가의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 유통기간 3주후 초기의 5.4(mg KOH/100g)에서 대조구는 9.3(mg KOH/100g), 5% 처리구 9.2, 20% 처리구 8.3(mg KOH/100g)으로 20% 처리구가 가장 낮은 증가율을 보였다. 지방산가 20(mg KOH/100g)을 기준으로 실험결과를 정리하면 모든 처리구에서 그 기준을 상회하지는 않았다.

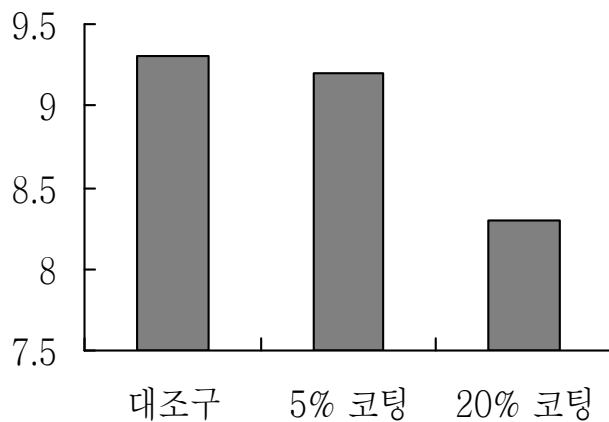


그림 14. 백미의 유통기간중의 지방산가

(3) 백도

표 28은 백미의 유통기간에 따른 백도의 변화를 나타낸 것이다. 아래 결과와 같이 유통기간이 경과함에 따라 백도는 서서히 감소하는 결과를 보였는데 비교적 감소 폭이 적은 구는 5% 처리구였으며 그 다음으로 대조구, 20% 처리구로 나타났다.

표 28. 유통기간중의 백도 변화

| 백도 | con | 5%코팅 | 20%코팅 |
|----|-------|-------|-------|
| 0 | 42.00 | 42.17 | 41.79 |
| 1주 | 41.90 | 42.03 | 41.52 |
| 2주 | 41.65 | 41.87 | 41.34 |
| 3주 | 41.37 | 41.50 | 41.30 |

8. 상추의 표면 미생물 세정효과

일반적으로 신선 과채류의 표면에 오염되어 있는 대부분의 위해 요소들은 수도수를 이용한 간단한 세척과정으로는 거의 제거되지 않기 때문에 대부분의 가정이나 급식소에서는 초기 미생물의 오염을 최소화하기 위한 방안으로 100~200 ppm의 고농도 염소수를 사용하고 있으며, 미국 Centers for Disease Control and Prevention(CDC) 및 Enviromental Protection Agency(EPA)는 과채류 세척에 50~200ppm의 염소용액을 사용할 것을 권장하고 있다 (Beuchat 등,2001). 그러나 염소용액의 항균작용은 그 광범위성이나 속효성에서는 인정받고 있지만 염소자체가 가지는 관능적 품질의 저하, 과채류의 조직손상 및 잔류염소에 의한 2차적 위해요소 발생과 반드시 여러 번의 행균 과정을 거쳐야만 하는 번거로움 등이 문제점으로 지적되고 있는 실정이다. 內藤(1991)은 과일 및 채소의 표면 미생물수가 과일은 $10^6 \sim 10^8$ CFU/g, 채소는 $10^4 \sim 10^8$ CFU/g으로 높은 수준으로 존재하며 일반적으로 청과물에 가장 많은 미생물 Micrococcus속으로 통상 $10^4 \sim 10^7$ CFU/g이 검출되었고, 대장균군도 $10 \sim 10^4$ CFU/g 정도가 검출되었다고 하였다. 또한 김 등(1996)은 청과물의 오염실태를 측정한 결과, 각 품목별 및 유통단계에 따라 다소 차이는 있었지만 공시 시료의 오염정도는 총균수가 $10^3 \sim 10^9$ CFU/g, 효모 및 곰팡이가 $10^3 \sim 10^8$ CFU/g 수준이었고, 오염지표로 활용되고 있는 대장균군도 표고버섯을 제외하고는 $10^3 \sim 10^7$ CFU/g에 달하여 생육기의 시비 및 토양균에 의한 오염과 2차오염이 상당히 심하였고, 상추, 표고버섯, 딸기 등은 타 품목에 비하여 유통단계별 미생물의 증가가 비교적 높았으며, 미생물의 오염 정도는 동일 품목의 생산지별로는 편차가 그다지 크지 않았으나 시료의 상태, 채취부위에 따라서는 편차가 비교적 크게 나타났다고 보고 한 바 있다.

일반적으로 과채류의 세척방식은 침지식, 유수식 및 분사식으로 나누며, 단순 침지식의 효율성을 높이기 위하여 와류 및 공기 분사 등의 물리력을 가하거나 상부에서 세정수를 살수하는 방식을 혼합하여 사용하고 있다. 그러나 조직이 연약한 상추와 같은 엽채류에 과도한 물리력을 가하는 세정방식은 오히려 품질손실을 초래할 가능성이 높다. 따라서 위생적이며 품질손실을 최대한 억제시킬 수 있도록 침지식을 이용하여 왕겨초액의 살균 소독력을 이용하여 살균효과를 검토하였다.

가. 재료 및 방법

상추 중량 대비 왕겨 초액 1.0% 용액 침지수량은 10, 25, 50배 그리고 침지시간은 5분, 10분, 20분 처리하면서 상추의 처리 전 후의 총균수, 대장균군수를 측정하였다.

나. 결과 및 고찰

표 29은 처리시간에 따른 미생물수의 변화 양상을 나타냈다. 전반적으로 침지수량과 침지시간이 증가할수록 상추의 미생물수는 점차 감소하였다. 침지수량 10배구의 경우 20분에서 초기에 비하여 1/21배, 침지수량 25배, 20분에서 총 균수는 초기균수의 1/200 수준, 침지수량 50배, 침지시간 10분에서 총 균수는 초기균수의 1/210 수준으로 감소를 하였으며, 대장균수는 침지수

량 25배, 20분에서 1/500 수준, 침지수량 50배, 침지시간 10분에서 1/206 수준으로 감소폭이 비교적 크게 나타났다.

표 29. 처리시간에 따른 미생물의 변화

| Immersion condition | | Total count (CFU/g) | Coliform count (CFU/g) |
|---------------------|-----------|------------------------|---------------------------|
| Volume(V/W) | Time(min) | | |
| Initial | | 7.8×10^5 | 3.1×10^5 |
| ×10 | 5 | 4.6×10^5 | 2.7×10^3 |
| | 10 | 5.1×10^4 | 4.1×10^3 |
| | 20 | 3.7×10^4 | 7.1×10^3 |
| ×25 | 5 | 8.2×10^4 | 3.9×10^3 |
| | 10 | 4.1×10^4 | 2.2×10^3 |
| | 20 | 3.9×10^3 | 6.2×10^2 |
| ×50 | 5 | 2.4×10^4 | 3.8×10^5 |
| | 10 | 3.7×10^3 | 1.5×10^3 |
| | 20 | 7.1×10^3 | 3.4×10^2 |

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

9. 딸기 유통중의 품질변화

가. 재료 및 방법

왕겨 초액 1% 희석액에 딸기를 담궜다가 꺼내 딸기 표면에 묻어있는 왕겨초액이 딸기의 선도에 미치는 영향을 분석하기 위해, 왕겨 초액을 증류수로 희석하여 1% 농도로 만들어 딸기를 5분간 침지한 후 천연 건조하여 유통 중의 품질변화 실험을 실시하였다.

(1) 색도

색차계를 이용하여 2일 간격으로 'L', 'a', 'b'값을 측정하였다. 한 시료당 3번씩 잎 꼭지와 끝의 중간부분을 기준으로 잡아 측정하였다.

(2) 중량 변화

전자저울을 이용하여 2일 간격으로 중량변화를 측정하였다. 한 시료당 3번씩 측정하였다.

(3) Texture

Texture analyzer를 이용하여 2일 간격으로 딸기의 강도를 측정하였다. 한 시료당 5번씩 크기와 모양이 비슷한 것을 골라 정확하게 반으로 쪼개어 측정하였다.

(4) 가용성 무질소물

당도계를 이용하여 꼭지를 제외한 부분을 믹서로 10초간 마쇄하여 거즈로 여과한 후에 당도를 측정하였다.

(5) 산도

꼭지를 제외한 부분을 믹서로 10초간 마쇄하여 거즈로 여과한 후 시료 10g을 증류수로 2배 희석 한 다음 pH meter를 이용하여 pH 8.2까지 적정하여 소비된 0.1N NaOH의 양을 구연산으로 환산하여 %로 측정하였다.

(6) 관능검사

- 부패율 : 과육이 연화되고 부패되는 상태를 판단하였다.(딸기 한 개체의 전체를 100%로 봄)
- 갈변화(신선도) : 꽃받침 부위를 신선도의 지표로 삼고 갈변되는 증상을 관찰하였다.

나. 결과 및 고찰

(1) 중량감소율

8일 후 중량 감소율에 있어서는 대조구와 큰 차이를 나타내지 않았다.(그림 15)

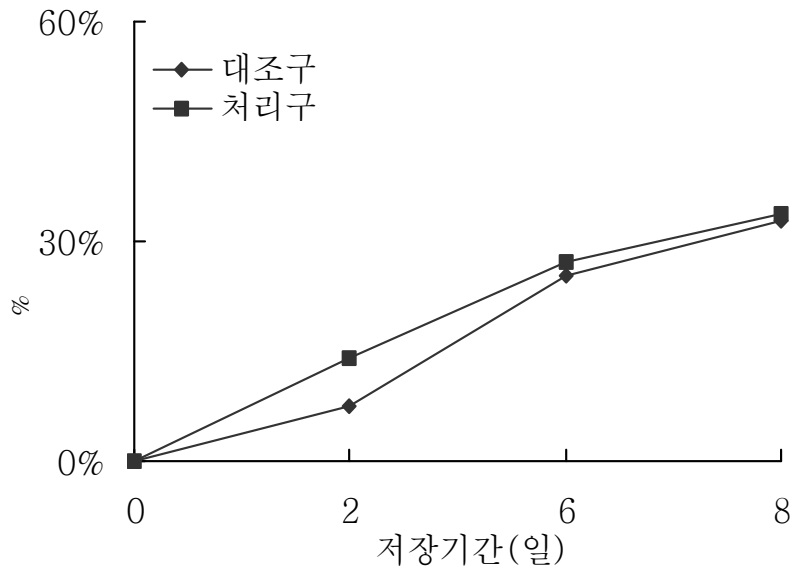


그림 15. 저장기간에 따른 딸기 중량감소율

(2) 색도

유통중의 'L', 'a', 'b' 값의 모두 대조구에 비하여 처리구의 변화폭이 높은 경향을 보였다. 이러한 결과는 산성용액인 왕겨초액을 표면에 처리한 영향으로 딸기의 색상에 약간의 영향을 준 결과로 판단되었다.

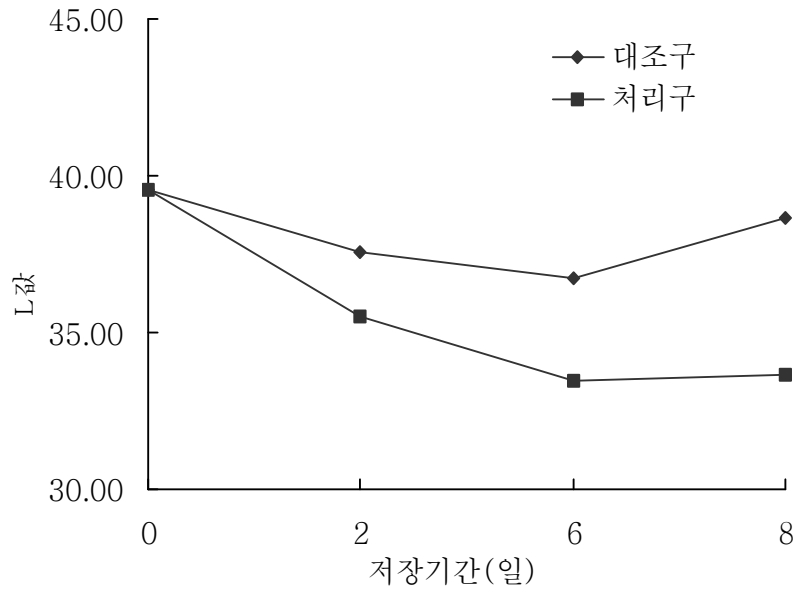


그림 16. 저장기간에 따른 딸기 'L' 값

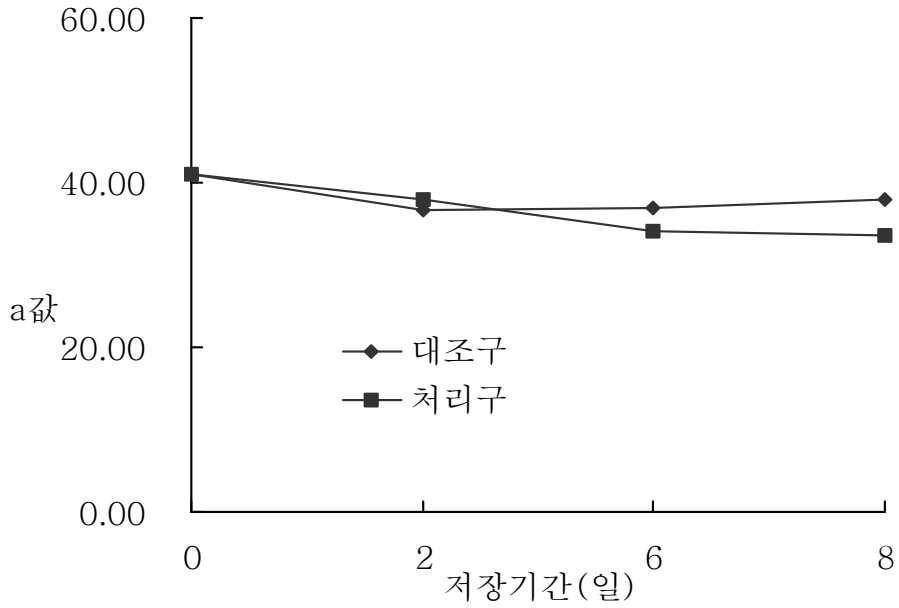


그림 17. 저장기간에 따른 딸기 'a' 값

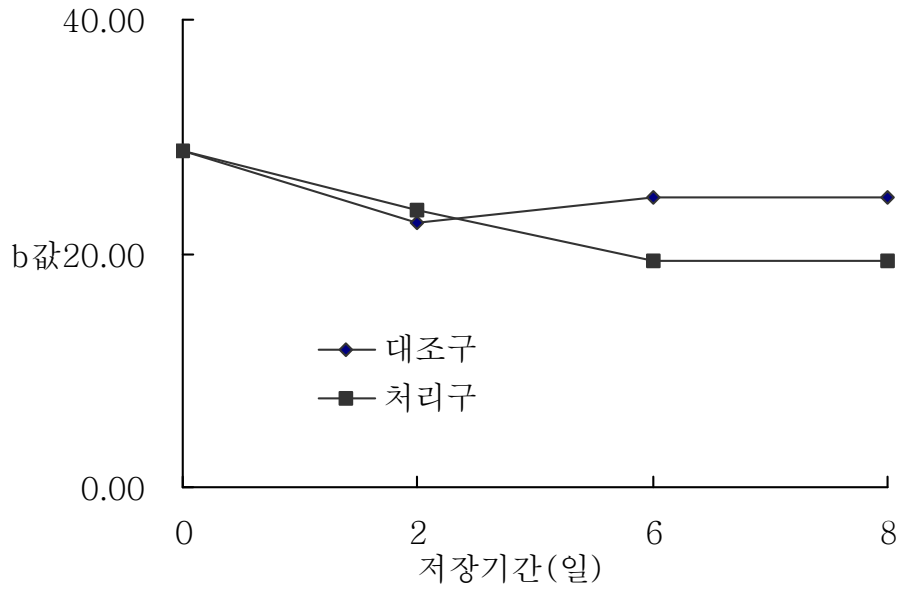


그림 18. 저장기간에 따른 딸기 'b'값

(3) 경도 (Texture)

유통중의 경도변화를 살펴보면 처리구가 대조구에 비해 우수한 조직감을 보였다.

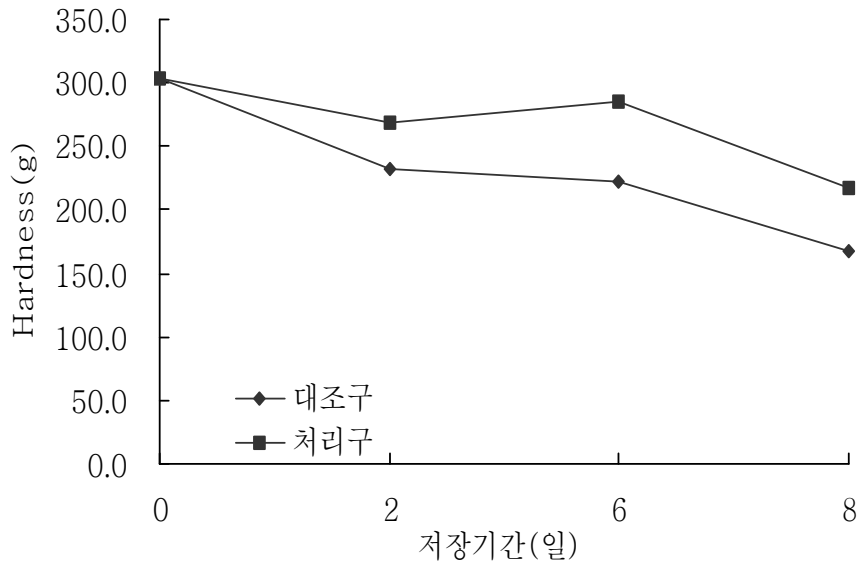


그림 19. 저장기간에 따른 딸기 경도

(4) 당도 및 산도

처리구가 대조구에 비하여 경도 억제 효과가 있는 것과 함께 당도 및 산도유지 즉, 변화폭이 대조구에 비하여 처리구가 비교적 적은 경향을 보였다.

유통 중의 딸기는 호흡과 생체 생리작용을 통하여 후숙과정을 거치게 되는데 이때 조직이 연화되고 당도와 산도는 낮아지게 된다. 실험 결과 왕겨초액을 처리한 구의 경우 유통 중의 딸기 후숙 과정이 다소 지연이 되었던 것으로 판단된다.

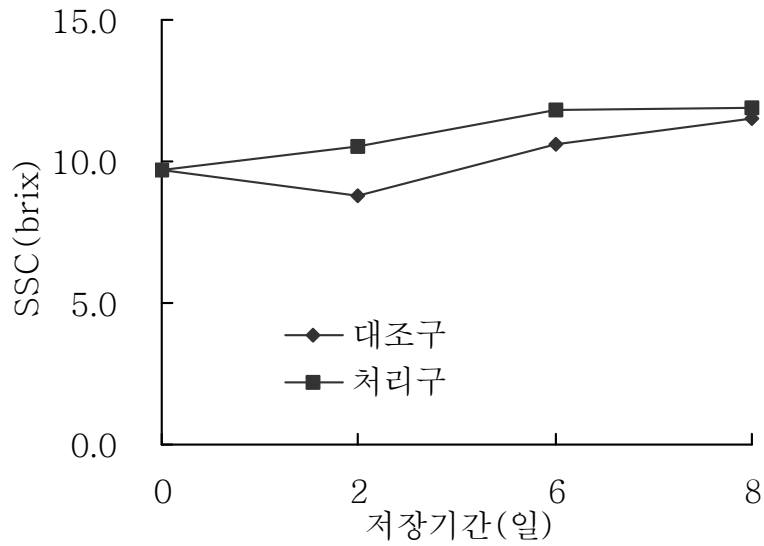


그림 20. 저장기간에 따른 딸기 당도

(5) 산도

산도에 있어서는 처리 효과를 확인할 수 없었다.(그림 21)

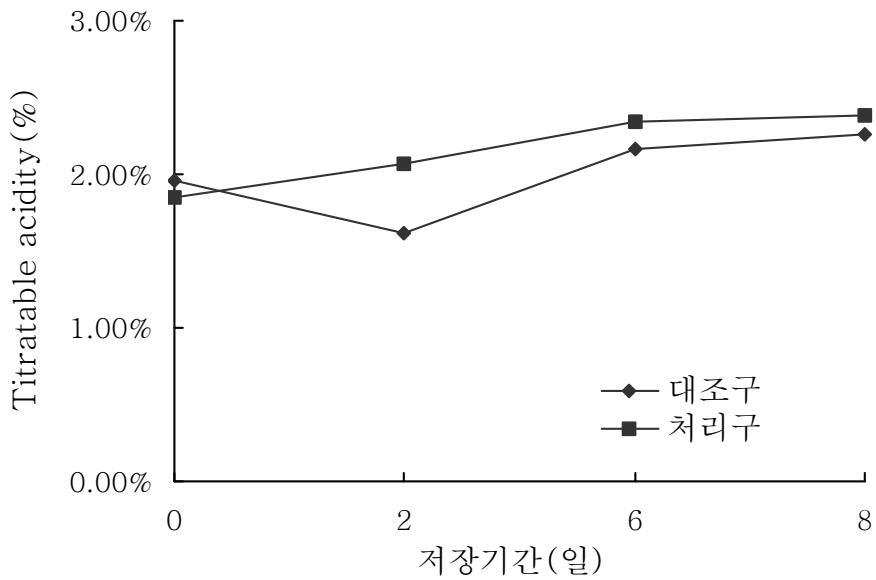


그림 21. 저장기간에 따른 딸기 산도

(6) 갈변율

갈변율(신선도)은 딸기의 꽃받침 부위를 신선도의 지표로 삼고 갈변되는 증상을 관찰하였던 결과이다. 유통 중의 갈변율을 조사한 결과 처리구가 대조구에 비하여 변화 양상이 비교적 적게 발생한 것을 확인 할 수 있었다.

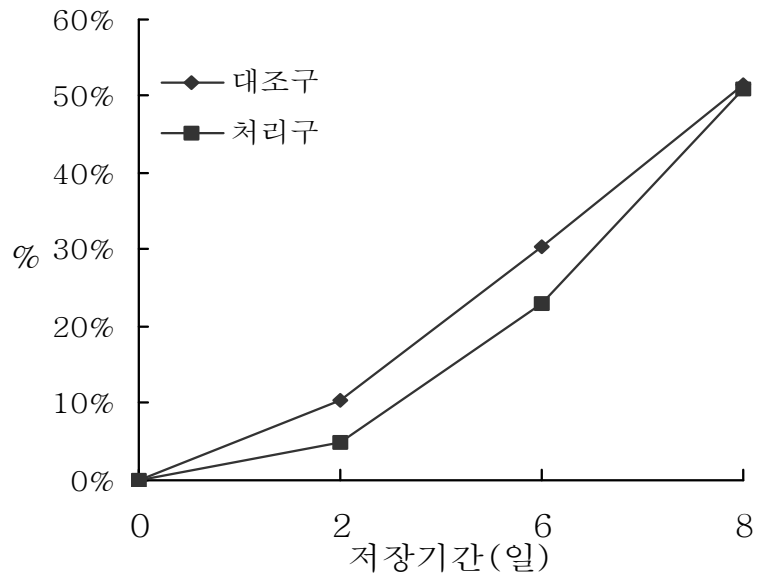


그림 22. 저장기간에 따른 갈변율

(7) 부패율

유통 8일 경과 후 부패율은 처리구가 대조구에 비해 47% 정도 감소하는 선도유지 효과가 있음을 볼 수 있었다.(그림 23)

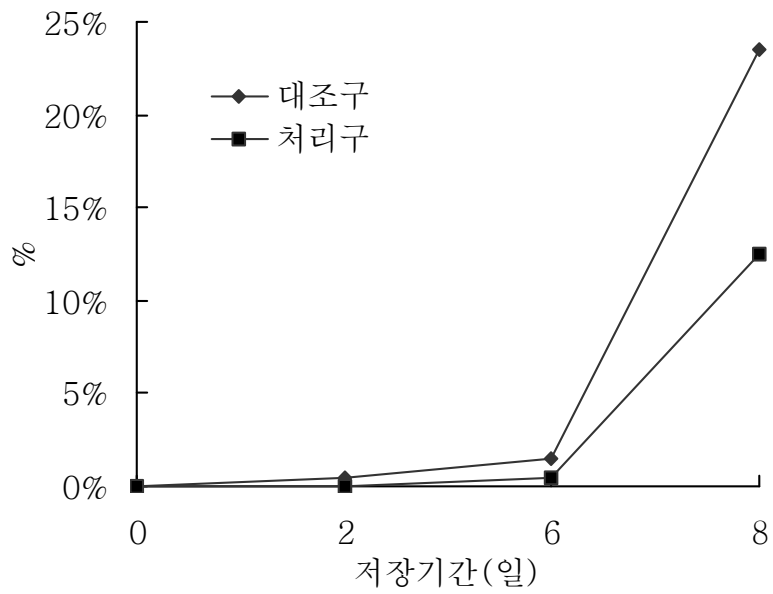


그림 23. 저장기간에 따른 딸기 부패율



그림 24. 저장기간에 따른 딸기의 외관 변화(처리구)

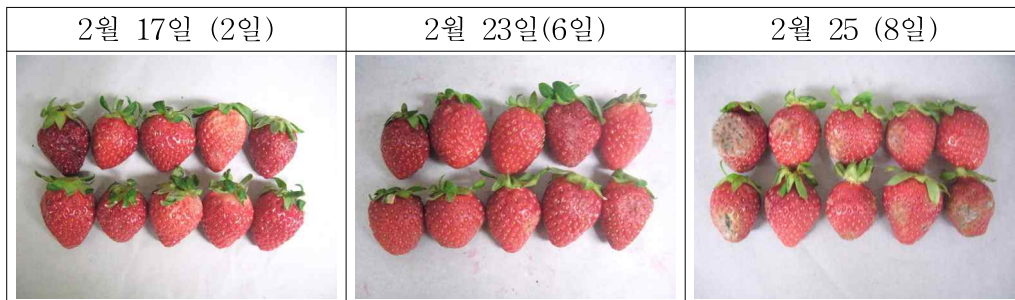


그림 25. 저장기간에 따른 딸기의 외관 변화(대조구)

10. 포도 유통 중의 품질변화

가. 재료 및 방법

왕겨초액 1% 희석액에 포도를 담궜다가 꺼내 포도 표면에 묻어있는 왕겨초액이 포도의 선도에 미치는 영향을 분석하기 위해, 왕겨초액을 증류수로 희석하여 1% 농도로 만들어 포도를 5분간 침지한 후 천연 건조하여 동일한 선도시험을 실시하였다.

(1) 색도

색차계를 이용하여 2일 간격으로 'L', 'a', 'b'값을 측정하였다. 포도 알의 이물질을 제거 한 후 윗부분 중앙을 기점으로 색도 측정을 측정하였다. 한 시료 당 3번 반복하였다.

(2) 중량 변화

전자저울을 이용하여 2일 간격으로 중량변화를 측정하였다. 한 시료 당 3송이씩 반복 측정하였다.

(3) Texture

Texture analyzer를 이용하여 2일 간격으로 포도의 강도를 측정하였다. 한 시료 당 5번씩 크기와 모양이 비슷한 것을 골라 측정하였다. 최고점을 포도의 껍질이 터지는 순간으로 잡아서 측정하였다.

(4) 가용성 무질소물

당도계를 이용하여 씨를 제거하지 않고 껍질을 포함하여 거즈로 싸서 착즙한 후 당도 측정을 하였다.

(5) 산도

씨를 제거하지 않고 껍질을 포함하여 거즈로 싸서 짠 후 시료 10g를 증류수로 2배 희석 한 다음 pH meter를 이용하여 pH 8.2까지 적정하여 소비된 0.1N NaOH의 양을 구연산으로 환산하여 측정하였다.

(6) 관능검사

- 부패율 : 과육이 연화되고 탈립 현상으로 판단.

(포도 한 개체의 전체를 100%로 봄)

- 갈변도(신선도) : 포도의 초록색 줄기전체를 100%로 보고 갈변되는 정도를 판단.

나. 결과 및 고찰

(1) 중량감소율

포도 유통중의 중량감소율은 전반적으로 처리구가 대조구에 비하여 적은 변화를 보였다.

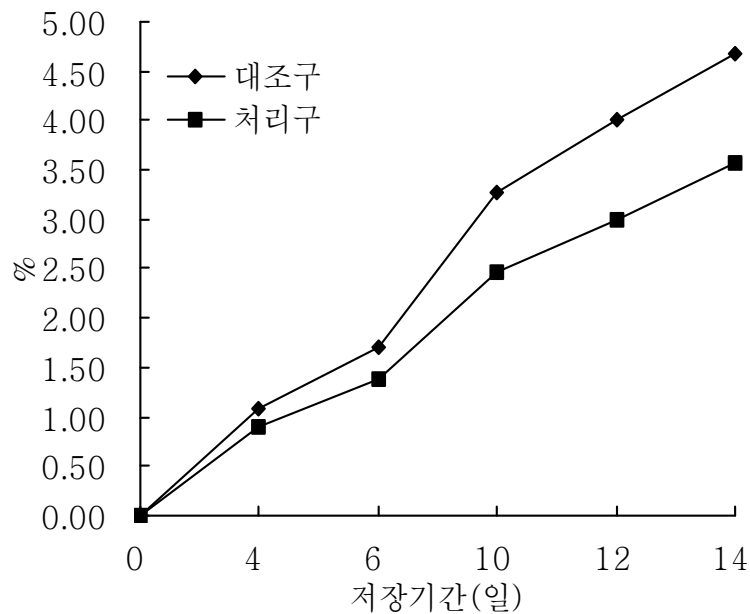


그림 26. 저장기간에 따른 포도 중량감소율

(2) 경도 (Texture)

경도 변화는 처리구와 대조구 유의적인 차이를 보이지 않았다.

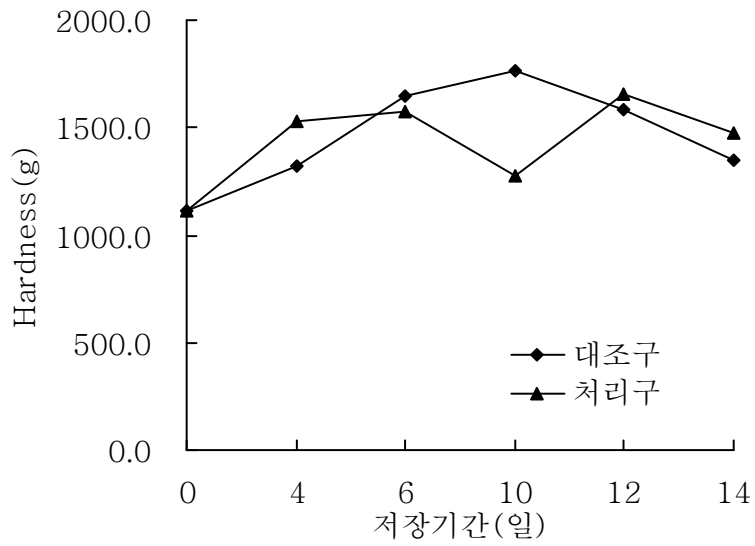


그림 27. 저장기간에 따른 포도 경도

(3) 당도 및 산도

유통기간 초기에는 다소 처리구의 당도가 높은 경향을 보였으나 유통기간이 경과하면서 처리구간에 유의적인 결과를 보이지 않았다. 산도의 변화 역시 유사한 결과를 보였다.

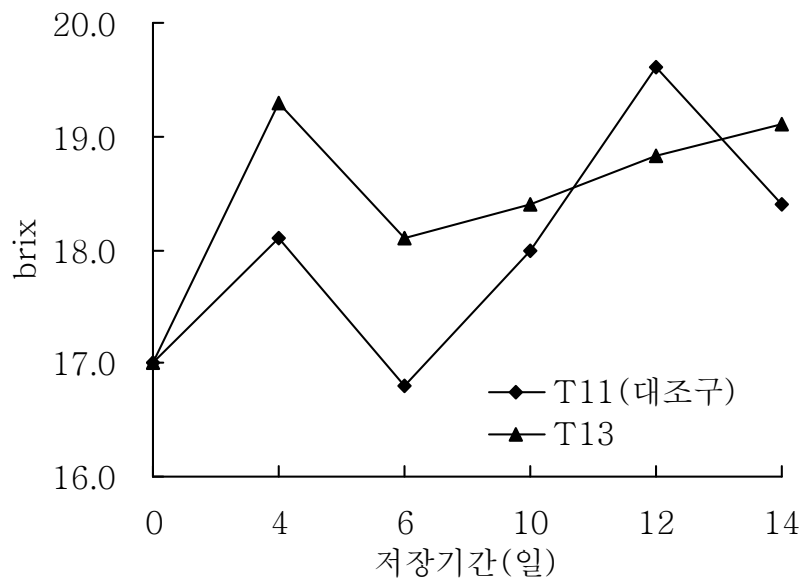


그림 28. 유통기간에 따른 포도 당도

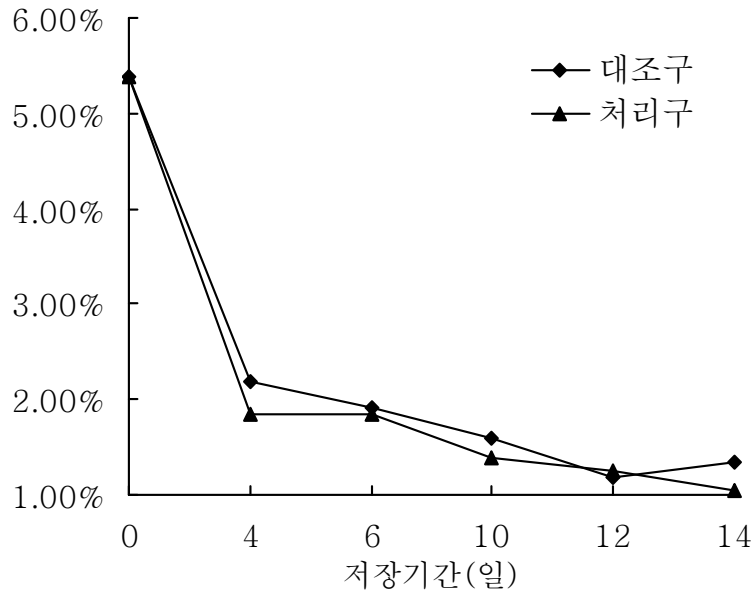


그림 29. 유통기간에 따른 포도 산도

(4) 갈변율

포도의 초록색 줄기전체를 100%로 보고 갈변되는 정도를 조사하였던 결과(그림30) 처리구가 대조구에 비하여 갈변이 지연된 결과를 보였다. 사진31은 유통 10일 경과 후의 포도줄기의 사진이다.

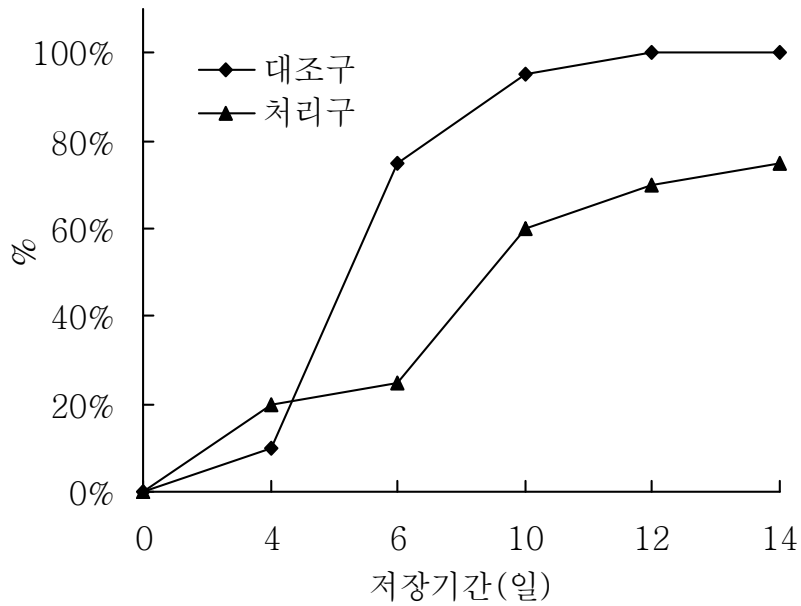


그림 30. 저장기간에 따른 갈변율



대조구

처리구

그림 31. 포도 유통 10일째 줄기의 갈변 현상

다. 결론

왕겨 초액을 처리한 포도의 유통기간 중 품질 변화에 미치는 영향을 분석한 결과 대조구에 비하여 처리구가 중량 감소율이 다소 억제되는 결과를 보였으며 이와 함께 갈변을 역시 억제되는 효과가 있음을 확인 할 수 있었다. 이외의 포도의 색상과 산도, 경도 등은 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다.

11. 종합 결론

본 연구에서는 왕겨 초액의 기능 특이성에 관한 실험을 수행하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 항균력 측정 결과 병원성 균주 및 *Escherichia coli* 모두에 대해서 일정 농도 이상에서는 항균활성이 있는 것으로 나타났다. 왕겨 초액은 효모와 세균에 대한 항균 활성을 나타내는 것으로 확인되었으며, 효모 보다는 세균에 대한 항균력이 높은 것으로 조사되었다.

나. 항산화 활성 측정 결과 높은 항산화 효과를 보였으며 암세포 성장 억제율을 MTT assay 분석 결과 낮은 농도에서도 높은 억제정도를 가지는 것으로 나타났다. QR의 활성이 높아지는 것이 확인되어 암예방에 효과가 있을 것으로 사료된다.

다. 식품 첨가물 기준 정제 왕겨 초액의 품질은 기준에 적합한 범위에 속하였으며 페놀(2,6-디메톡시페놀로서)과 카르보닐(Carbonyls) 함량 기준은 적합하였으며 벤조피렌, 카드뮴과 비소 등은 LOQ 이하로 검출이 되지 않았다.

라. 살균소독력 시험법에 따라 시험한 결과 청정조건, 오염조건에서 살균효과가 있는 것으로 나타났으며 주요 유효성분은 Phenol (1,1-dimethylpropyl), Acetic acid 및 Propanoic acid로 확인이 되었다.

마. 항산화성 효과를 분석한 결과 대조구에 비하여 2~3배 산화지연 효과가 있는 결과를 보였다. 이와 함께 갈변 억제 효과가 있음을 확인 할 수 있었다.

바. 발효식품 김치의 경우 첨가 구에서 pH 변화가 늦고 미생물수가 낮게 나타났다. 발효 말기 조직감에서 왕겨 초액을 첨가한 처리구가 대조군에 비해 아삭함이 높게 평가되었다. 따라서 왕겨 초액을 첨가할 경우 김치의 발효 속도 및 항균성과 조직감에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

사. 한약재를 첨가한 음료의 기호성은 비교적 높게 나타났으며 백미 유통 중 품질에 미치는 영향을 분석한 결과 왕겨초액을 처리한 실험구가 대조구에 비하여 지방산가 증가속도가 낮은 결과를 보였다.

아. 상추를 이용하여 세정 후 미생물 제거는 초기 총균수의 1/200 수준, 대장균수는 1/500 수준으로 감소폭이 비교적 크게 나타났다.

자. 딸기 표면에 초액을 처리한 구의 경우 부패율이 47% 정도 감소하는 효과가 있음을 확인하였다. 포도의 경우에는 갈변이 억제되는 결과를 보였다.

제 4절 왕겨초액을 이용한 기능성 포장지 개발

1. 초액의 적정 첨가량

가. 재료 및 방법

왕겨초액은 왕겨초액 원액을 증류하여 1차 정제된 것을 사용하였으며 과실봉지 제조업체에서 현재 가장 많이 사용하고 있는 wax 계통의 발수제를 본 연구에 사용하였으며 그 특성은 표 1과 같다. 발수제는 wax 성분을 음이온계면활성제로 유화시킨 제품으로 에멀션의 분산안정성을 위해 알칼리 상태로 제조되는 것이 일반적이다.

표 1. 발수제의 특성

| 주성분 | pH | 고형분(%) | 외관 | 점도(cps) | 이온성 |
|-----|------|--------|---------|---------|-----|
| Wax | 10.5 | 35 | 유백색 에멀션 | 100 | 음이온 |

왕겨초액과 발수제를 혼합 사용시 혼합액의 pH 변화 및 발수제 에멀션의 안정성을 확인하기 위해 혼합액 중 왕겨초액의 농도에 따른 혼합액의 pH 변화 및 발수제의 분산안정성을 분석하였으며 그 결과를 표 2와 그림 1에 나타내었다. 왕겨초액의 첨가량이 증가함에 따라 혼합액의 pH가 저하되었고, 초액농도가 0.5% 이상이 되면 혼합액의 pH가 급격히 저하되는 것으로 나타났다. 또한 초액농도가 0.5% 보다 증가되면 육안으로 혼합액 중 응집 발생이 관찰되므로 발수제 에멀션의 안정성이 급격히 저하되는 것으로 판단된다. 따라서 혼합액 중 초액의 농도는 0.5% 수준이 적절할 것으로 생각된다. 왕겨초액과 발수제 혼합시 왕겨초액의 적정한 희석농도를 파악하고자 초액원액(100%)에서부터 500배 희석액(0.2%)까지 증류수로 희석한 후 모든 혼합액의 최종 초액농도가 0.5% 되도록 두 약품을 혼합하였다. 각 혼합액의 pH와 응집발생 여부를 측정하여 그 결과를 표 20에 나타내었다. 혼합액의 pH는 초액의 희석농도에 영향을 받지 않았으며, 초액의 희석농도가 0.2%에서 혼합액에 응집이 발생되었고 그 이외의 희석농도에서는 응집은 관찰되지 않았다. 따라서 혼합액의 왕겨초액 농도가 0.5%인 경우에는 초액을 원액 또는 1.0% 이상으로만 희석하여 발수제와 혼합 사용하면 혼합액에 응집발생 없이 적용이 가능하리라 판단된다.

표 2. 왕겨초액 농도에 따른 혼합액의 특성

| 구분 | 혼합액의 조성 | pH | 응집발생 | 혼합액 외관 |
|---------------|------------------------------------|------|------|----------|
| 왕겨초액 0.1% | 발수제 희석액* 10ml + 왕겨초액(0.2%) 10ml | 9.85 | NO | |
| 왕겨초액 0.25% | 발수제 희석액 10ml + 왕겨초액(0.5%) 10ml | 9.66 | NO | |
| 왕겨초액 0.5% | 발수제 희석액 10ml + 왕겨초액(1.0%) 10ml | 9.33 | NO | |
| 왕겨초액 1.0% | 발수제 희석액 10ml + 왕겨초액(2.0%) 10ml | 7.40 | YES | 미세 응집 발생 |
| 왕겨초액 2.0% | 발수제 희석액 10ml + 왕겨초액(4.0%) 10ml | 5.36 | YES | 응집 발생 |
| 왕겨초액 50% | 발수제 희석액 10ml + 왕겨초액(원액) 10ml | 3.27 | YES | 거대 응집 발생 |

* 발수제 희석액 : 발수제 농도가 8.8%가 되도록 메탄올로 희석



초액 농도 0%(발수제 원액 35%)



초액 농도 0%(발수제 희석액 8.8%)



초액 농도 0.1%



초액 농도 0.25%



초액 농도 0.5%



초액 농도 1.0%



초액 농도 2.0%



초액 농도 50%

그림 1. 발수제와 왕겨초액 혼합액의 외관

표 3. 왕겨초액의 희석농도에 따른 혼합액의 특성

| 왕겨초액의 희석 농도(%) | pH | 응집발생 |
|----------------|------|------|
| 100 | 9.42 | NO |
| 20 | 9.43 | NO |
| 10 | 9.12 | NO |
| 5 | 9.42 | NO |
| 1 | 9.61 | NO |
| 0.2 | 9.7 | YES |

2. 초액 첨가에 따른 원지의 물성 변화

왕겨초액의 첨가량에 따른 원지의 평량, 내절도, 발수도 변화를 분석하였으며 그 결과를 표 1에 나타내었다. 이를 위해 전술한 방식에 의해 초액 농도에 따른 혼합액을 제조하고, 실험실용 bar coater를 사용하여 복사용지에 도공한 후 105℃에서 30분 건조하여 왕겨초액 박막처리 용지를 제조하였다. 제조된 용지는 평량 측정 후 50℃, 95% RH가 유지되는 항온항습기에서 7일간 보관한 후 조습처리하여 내절도 및 발수도를 TAPPI 방식에 따라 측정하였다. 제조된 용

지를 고온 고습조건에서 저장하므로 인공열화를 유도하여 초액농도에 따른 강도의 변화를 살펴본 결과 초액의 농도가 증가할수록 내절도가 감소하는 경향을 나타내었으며 이는 초액의 양이 증가할 경우 발수제 에멀션의 안정성이 저하되고, 종이 표면을 산성화 시키므로 용지의 내구성이 저하되는 것으로 해석되었다. 용지의 발수도는 초액의 농도가 1.0%까지는 R10 수준을 유지하는 것으로 나타났다.

표 4. 초액농도에 따른 원지의 물성 변화

| 초액농도(%) | 평량(gsm) | 내절도(횃수) | 발수도 | 비고 |
|---------|---------|---------|-----|---------|
| 50.00 | 84.10 | 242.5 | R7 | |
| 2.00 | 82.60 | 275 | R8 | |
| 1.00 | 83.10 | 314 | R10 | |
| 0.50 | 85.50 | 307 | R10 | |
| 0.25 | 84.70 | 448 | R10 | |
| 0.10 | 84.10 | 338 | R10 | |
| 0.00 | 84.10 | 453 | R10 | 발수제만 도공 |
| 무처리 | 82.00 | 614 | R0 | 약품 미도공 |

3. 기능성 봉지 제조

가. 왕겨초액의 박막처리

실험실용 rod(#20)를 사용하여 위의 약품배합에 따라 원지에 양면 코팅하였다. 이때 염색면을 먼저 코팅한 다음 천연건조 후 뒷면을 코팅하였다. 도공된 용지는 105℃에서 30분간 오븐에서 건조시켰다. 원지에 처리된 발수제와 왕겨초액 혼합액의 도공량이 증가할수록 도공층이 두꺼워져 수분증발이 차단되므로 중량감소율이 적어질 것으로 예측된다. 왕겨초액이 혼합액에 0.1~0.5% 정도로 소량 첨가된 경우 발수제와 왕겨초액 간의 interaction이 발생하여 혼합액의 점도가 발수제만을 사용할 경우(blank)에 비해 증가하므로 결과적으로 도공량이 늘어나 용지의 최종 평량이 증가되는 것을 그림 1을 통해 확인할 수 있다. 또한 초액 첨가량이 2.0% 수준에서는 발수제와 왕겨초액간의 interaction이 과도하여 미세한 응집이 발생하므로 도공층의 불균일화로 인해 수분증발 차단효과가 소량 첨가에 비해 다소 저하되는 것으로 해석되었다.(그림 2) 표 5와 같이 각 각의 초액 농도에 따른 혼합액을 조제하였다.

표 5. 혼합액의 종류 및 조성 방법

| | 초액농도(%) | 발수제 희석액 ¹⁾ 첨가량(ml) | 초액 희석액 농도 ²⁾ (%) | 초액 희석액 첨가량(ml) | 도공시험편수량 | |
|-------|---------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|---------|--------|
| blank | 0 | 120 | 0 | 0 | 10 | 발수제 도공 |
| T1 | 0.05 | 20 | 0.1 | 20 | 3 | |
| T2 | 0.1 | 60 | 0.2 | 60 | 10 | |
| T3 | 0.25 | 20 | 0.5 | 20 | 3 | |
| T4 | 0.5 | 60 | 1.0 | 60 | 10 | |
| T5 | 1.0 | 20 | 2.0 | 20 | 3 | |
| T6 | 2.0 | 60 | 4.0 | 60 | 10 | |

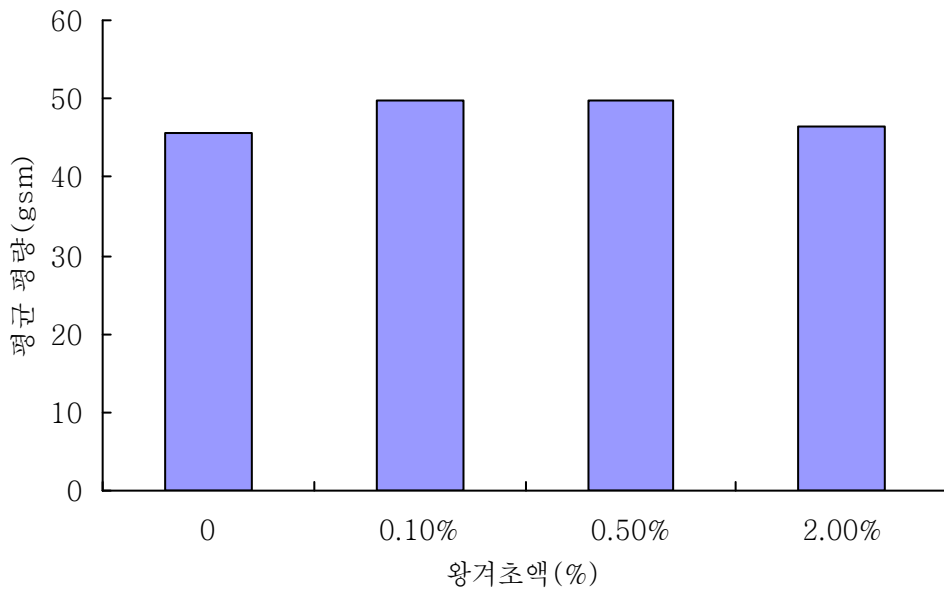


그림 2. 왕겨초액 첨가량에 따른 용지의 평량 변화



Blank(발수제 원액)

T2(발수제 + 왕겨초액 0.1%)



T4(발수제 + 왕겨초액 0.5%)

T6(발수제 + 왕겨초액 2.0%)

그림 3. 발수제 및 왕겨초액 혼합액의 외관

실험결과를 종합할 때 과실봉지의 시험생산시 현장의 작업성 및 과실봉지의 기능성 정도를 고려하여 T4 배합(왕겨초액 0.5%)이 적정한 것으로 판단되어 과실봉지원지 가공업체인 T사에서 발수제에 왕겨초액을 혼합하여 원지에 왕겨초액을 박막 도공하여 봉지용 원지를 제조하고, 이것을 가져다가 봉지생산업체인 D사에서 배봉지를 제조하였다. 원지의 도공, 봉지의 제조과정 및 생산된 봉지는 각각 그림 4와 같다.



원지의 도공



봉지의 제조과정



생산된 봉지

그림 4. 과일봉지 시험생산 장면

4. 왕겨초액의 제지용 슬라임 콘트롤제 적용성

가. 재료 및 방법

왕겨초액의 살균 성능을 파악하기 위하여 제지회사에서 일반적으로 사용 중인 슬라임 조절제와 효능을 비교하였다. 시판 슬라임 조절제로는 송강산업의 DS-404와 DBNPA를 사용하였으며, 약품의 특성을 표 6에 나타내었다. 신문용지를 생산하고 있는 D사의 Silo 백수를 채취하여 본 실험의 공시 지료로 사용하였으며 그 특성은 표 7과 같다. 지료 속 미생물의 정량에 건조필름법을 사용하였다.

표 6. 슬라임 조절제의 특성

| 약품명 | 주성분 | pH | 특장점 |
|--------|---------------|-----|-----|
| DS-404 | Isothiazoline | 3.0 | 지속성 |
| DBNPA | Bromic acid | 2.5 | 속효성 |

표 7. 공시지료의 특성

| 생산지종 | 주원료 | pH | 온도 |
|------|------|-----|-------|
| 신문용지 | KONP | 7.3 | 20 °C |

나. 결과 및 고찰

표 8에 각 왕겨초액과 시판 슬라임 조절제의 살균 효능을 나타내었다. 시판 슬라임 조절제는 지료의 상태에 따라 50ppm 정도 첨가되는 것이 일반적인데, 본 실험에서는 실제 투입량의 10배인 500ppm까지 단계적으로 증량하여 왕겨초액의 살균 효능을 살펴보았다. 왕겨초액은 동일 투입량에서 뿐만 아니라 10배 증량된 상태에서도 뚜렷한 살균효능을 나타내지 못하는 것으로 확인되었다.

표 8. 왕겨초액의 살균 효능

| 구 분 | Dosage (ppm) | 4시간 후 미생물의 수 | 24시간 후 미생물의 수 |
|-----------|--------------|--------------------|--------------------|
| 왕겨초액 | 50 | 7.40×10^7 | 6.50×10^7 |
| | 100 | 6.80×10^7 | 6.50×10^7 |
| | 200 | 6.50×10^7 | 6.70×10^7 |
| | 500 | 6.70×10^7 | 7.30×10^7 |
| 송강 DS-404 | 50 | 6.80×10^7 | 2.30×10^7 |
| 송강 DBNPA | 50 | 1.74×10^6 | 1.62×10^6 |
| Blank | | 7.80×10^7 | 7.95×10^7 |

5. 왕겨초액으로 제조한 과일봉지에 저장한 감귤의 저장성

왕겨초액을 발수제와 혼합액 제조시 왕겨초액의 농도를 변화시켜 과일봉지 원지에 박막처리하여 과일포장용지를 제조하여 왕겨초액의 혼합비율에 따른 과일포장용지의 물성 분석과 왕겨초액의 혼합비율에 따른 감귤의 선도유지 효능 분석을 수행하였다.

가. 재료 및 방법

(1) 발수제/왕겨초액 혼합액(이하 혼합액)의 조성 및 도공

정제한 왕겨초액을 공시재료로 사용하였으며, 표 9와 같이 초액의 농도를 변화시켜 4종류의 혼합액을 조제하였다. 이때 발수제는 메탄올로 희석하여 8.8%로 조제하였으며, 왕겨초액은 증류수로 희석하여 초액 희석액을 제조하였다.

표 9. 혼합액의 종류 및 조성 방법

| | 초액농도 (%) | 발수제 희석액 ¹⁾ 첨가량(ml) | 초액 희석액 농도 ²⁾ (%) | 초액 희석액 첨가량(ml) | 도공시험편 수량 | 비고 |
|-------|----------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|----------|--------|
| blank | 0 | 120 | 0 | 0 | 10 | 발수제 도공 |
| T2 | 0.1 | 60 | 0.2 | 60 | 10 | |
| T4 | 0.5 | 60 | 1.0 | 60 | 10 | |
| T6 | 2.0 | 60 | 4.0 | 60 | 10 | |

(2) 왕겨초액의 박막처리

실험실용 rod(#20)를 사용하여 배합비에 따라 과실봉지 원지(45 g/m²)에 혼합액을 양면에 코팅하였다. 이때 원지 염색면에 먼저 코팅한 다음 천연건조 후 뒷면에 코팅하였다. 도공된 용지는 105°C에서 30분간 오븐에서 건조시켰다. 건조된 용지는 항온 항습실에서 조습처리 후 평량을 측정하여 혼합액의 도공량을 계산하였다.

(3) 감귤의 중량감소율 및 부패율 시험

과채류 중 감귤이 단시간에 가장 빠른 부패 속도를 보이는 특성이 있으므로, 본 연구에 감귤류를 시험용 과채류로 선정하여 사용하였으며, 다음과 같은 방법으로 감귤의 중량감소율 및 부패율을 측정하였다.

(가) 손상되거나 부패 부위가 없는 감귤을 임의로 10개씩 선택하여 대조구, T2, T4, T6 원지로 감귤을 하나씩 포장한 후 무게를 측정하였다. 이때 원지의 흑색면이 감귤 표면과 접하도록 하였다.

(나) 항온항습실(20°C, 65% RH)에 저장하며 24시간 마다 포장된 감귤의 중량을 측정하여 다음과 같이 중량감소율을 계산하였다.

$$\text{중량감소율} = \frac{(\text{최초중량} - \text{측정한 중량}) \times 100}{\text{최초중량}}$$

(다) 15일 정도 경과 후 포장을 개봉하여 감귤의 부패정도를 확인 후 부패율을 계산하였다.

$$\text{부패율} = \frac{\text{부패된 감귤수} \times 100}{\text{최초감귤수}}$$

이때 부패정도에 따라 다음과 같이 가중치를 적용하여 계산하였다.

- 완전부패 한 경우(육안으로 부패가 파악되는 상태) : 부패 감귤 개수 x 1.0
- 부분 부패한 경우(감귤의 일부가 부패되어 껍질이 물러진 상태) :
부분 부패 감귤 개수 x 0.5

나. 결과 및 고찰

왕겨초액 박막처리지에 감귤을 포장하여 일정 조건하에서 저장하였을 때 감귤의 생체중 변화를 그림 5에 나타내었다. 그림 5에서 보는 바와 같이 왕겨 초액을 첨가한 용지로 포장된 감귤의 중량감소율이 무첨가에 비해 보관 기간이 증가함에 따라 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 왕겨초액 첨가량이 0.1%, 0.5%의 경우 비슷한 중량감소율을 나타낸 반면, 2.0%로 증량한 경우 중량감소율이 다소 증가하는 결과를 나타내었다. 저장기간 동안 감귤의 생체중 변화는 감귤자체의 수분 증발에 의해 발생하는 것으로 추정되므로, 원지에 처리된 발수제와 왕겨초액 혼합액의 도공량이 증가할수록 도공층이 두꺼워져 수분증발이 차단되므로 중량감소율이 감소한 것으로 판단된다. 왕겨초액 0.1~0.5% 정도로 소량 첨가된 경우 발수제와 왕겨초액 간의 interaction이 발생하여 혼합액의 점도가 발수제만을 사용할 경우(대조구)에 비해 증가하므로 결과적으로 혼합액의 도공량이 늘어나 용지의 최종 평량이 증가되는 것으로 해석된다(그림 6). 또한 초액 첨가량이 2.0% 수준에서는 발수제와 왕겨초액간의 interaction이 과도하여 미세한 응집이 발생하므로 도공층의 불균일화로 인해 수분증발 차단효과가 소량 첨가(0.1~0.5%)에 비해 다소 저하되는 것으로 해석되었다(그림 7). 그림 8은 왕겨초액의 첨가량에 따른 저장 감귤의 부패율을 나타낸 것이다. 왕겨초액을 첨가한 경우 미첨가한 것에 비해 부패율이 감소하는 것으로 나타났으며, 소량 첨가(0.1%,0.5%) 보다는 투입량을 2.0%로 증가시켰을 때 부패율이 더욱 감소하는 것으로 나타났다.

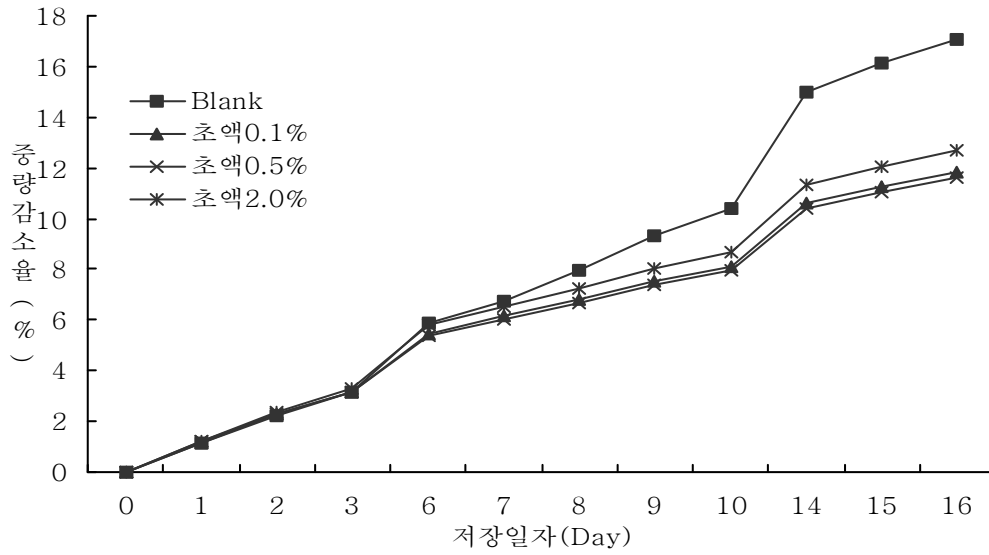


그림 5. 저장기간에 따른 감골의 생체중 변화

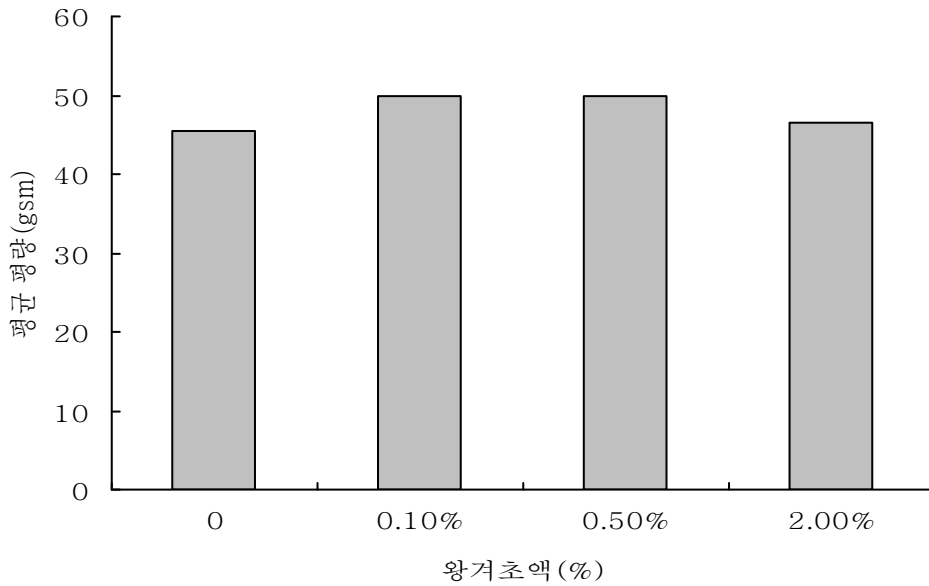


그림 6. 왕겨초액 첨가량에 따른 용지의 평량 변화

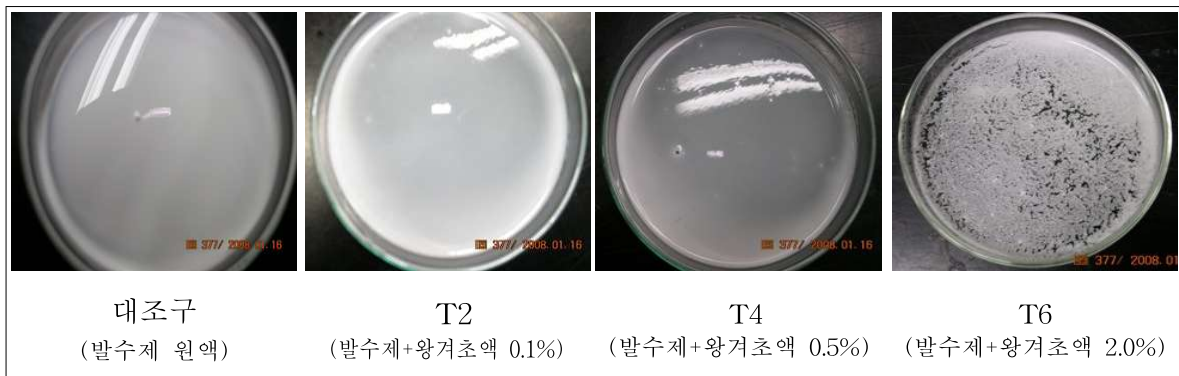


그림 7. 발수제 및 왕겨초액 혼합액의 외관

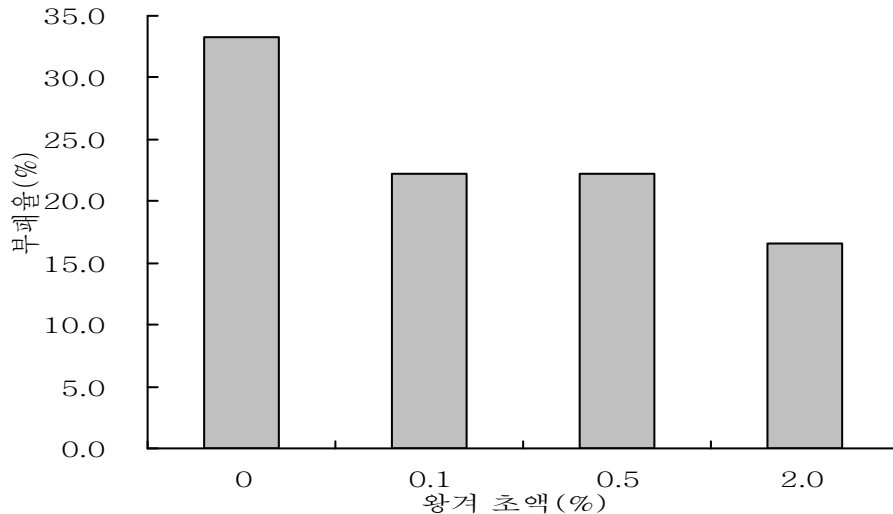


그림 8. 16일 저장 후 왕겨초액의 첨가에 따른 감귤의 부패율

다. 결론

본 실험을 통해 왕겨초액을 발수제와 적절히 혼합하여 과실봉지 원지에 도공한 결과 발수제만을 도공하여 제조된 기존의 과실봉지에 비해 감귤의 경우 저장중 수분증발로 인한 중량감소를 30% 정도 감소시킬 수 있었다. 또한 대조구에 비해 감귤의 부패율이 30% 이상 낮은 결과를 보여주었다.

6. 왕겨초액을 이용한 기능성 포장재 제조 및 특성

가. 재료 및 방법

(1) 왕겨초액 도공 용지의 제조 및 물성 평가

왕겨초액은 acetic acid와 propionic acid 등 다양한 유기산을 함유하고 있어 pH가 2~3 정도의 강산성을 나타내고 있다. Cellulose가 주성분인 종이에 직접 도공할 경우 셀룰로오스의 산가수분해를 유도하여 시간이 지남에 따라 황변(yellowing), 강도의 저하 등 종이에 열화(aging)를 유발시키는 문제가 발생한다. 따라서 왕겨초액을 종이에 적용할 경우 종이의 열화를 최소화하는 방안이 강구되어야 하며, 특히 골판지와 같이 강도가 중요한 품질인자인 산업용지의 경우에는 왕겨초액의 적용에 앞서 품질열화에 대한 대책이 필수적이다. 왕겨초액을 골판지원지에 도공할 경우 원지의 물성 변화를 분석하고, 원지의 품질열화를 최소화시키는 방안으로 원지에 1차적으로 배리어 도공(barrier coating)을 실시하여, 그 위에 왕겨초액을 2차 코팅하는 방법을 채택하였다. 이를 통해 원지 위에 고분자 배리어층을 형성하여 용지의 강도를 향상시키는 동시에 왕겨초액이 원지로 침투되는 것을 저지하므로 왕겨초액의 기능성 발현과 원지의 강도향상을 함께 기대할 수 있다.

(2) 재료

(가) PVA(Poly Vinyl Alcohol)

동양제철화학에서 제조한 완전검화된 제품을 사용하였으며 그 특성은 표 10와 같다.

표 10. PVA의 특성

| 외관 | 진비중 | Tg | pH | 점도(cps) (4%수용액) | 검화도 |
|--------|-----|----|----|--------------------|-----|
| 백색의 분말 | 1.2 | 85 | 6 | 30 | 98% |

(나) SB(Styrene Butadiene) Latex

한솔 케미칼에서 제조한 Hitex S-107를 사용하였으며 그 특성은 표 11과 같다.

표 11. SB Latex의 특성

| 외관 | 고형분(%) | pH | 표면장력 (dyne/cm) | 점도(cps) | 입자경(nm) |
|--------|--------|-----|-------------------|---------|---------|
| 유백색 액체 | 50 | 8.0 | 55 | 200 | 150 |

(다) 원지

왕겨초액을 도공할 원지로 과실봉지 제조용 박엽지(배봉지 겉지 40g/m²)와 골판지 제조용 표면라이너(SK 200g/m²)를 사용하였다.

나. 실험방법

(1) 왕겨초액 도공 용지 시험생산

경기도 화성에 소재하고 있는 T사에서 원지에 roll coating 방식의 가공기를 사용하여 표 12과 같은 조건에서 왕겨초액 도공 용지를 제조하였으며 그 결과를 표 13에 나타내었다.

표 12. 왕겨초액 도공 용지 생산시 조건

| | |
|------------------------|-----|
| Machine Speed(m/min) | 24 |
| Heating Roll Temp.(°C) | 220 |
| PVA 농도(%) | 5 |
| 라텍스 농도(%) | 48 |
| 왕겨초액 농도(%) | 100 |

표 13. 생산된 용지의 종류

| 용지 번호 | 원지 | 라텍스(원액) | PVA(5%) | 왕겨초액(원액) | 비고 |
|-------|-----|---------|---------|----------|----------------|
| 1 | 박엽지 | O | | | 라텍스 배리어 코팅 |
| 2 | 라이너 | O | | | “ |
| 3 | 박엽지 | | O | | PVA 배리어 코팅 |
| 4 | 라이너 | | O | | “ |
| 5 | | 1번 용지 | | O | 1번 용지 위에 초액 도공 |
| 6 | | 3번 용지 | | O | 3번 용지 위에 초액 도공 |
| 7 | | 2번 용지 | | O | 2번 용지 위에 초액 도공 |
| 8 | | 4번 용지 | | O | 4번 용지 위에 초액 도공 |
| 9 | 박엽지 | | | O | |
| 10 | 라이너 | | | O | |
| 11 | 박엽지 | | | | 무처리(control) |
| 12 | 라이너 | | | | 무처리(control) |



그림 9. 왕겨초액 도공 용지 시험생산 장면

(2) 물성 분석

제조된 용지는 항온항습실(Temp. 20℃, RH 65%)에서 48시간 조습처리 후 TAPPI 표준 분석법에 의해 평량, 두께, 인장강도, 내절도, 흡수도, 사이즈도를 측정하였다. 또한 용지를 105℃ 건조기에 보관하면서 시간 경과에 따른 강도 변화를 측정하는 강제노화방식을 적용하여 왕겨

초액 도공에 따른 종이의 내구성 변화를 비교 분석 하였다.

다. 결과 및 고찰

제조된 왕겨초액 도공용지(이하 용지)중 5번용지(라텍스+초액), 6번용지(PVA+초액), 9번용지(초액)는 대조구로 11번용지(박엽지 무처리)와 비교하였고, 7번용지(라텍스+초액), 8번용지(PVA+초액), 10번용지(초액)는 대조구로 12번용지(라이너 무처리)와 물성을 비교 분석하였다.

(1) 평량

박엽지와 라이너 각각 5번, 7번 용지의 평량이 가장 높게 나타났으며, 라텍스와 더불어 초액이 이 용지에 상대적으로 많이 도공된 것으로 해석된다.(그림 10,11)

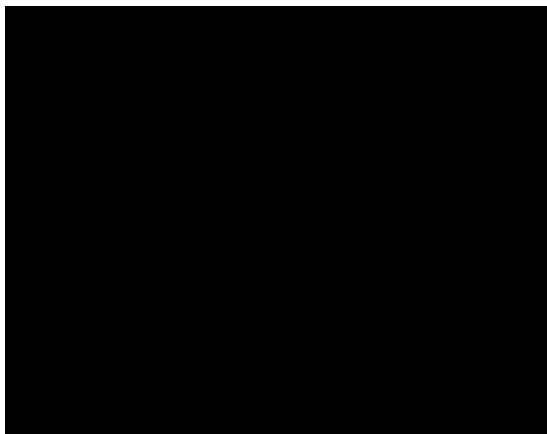


그림 10. 박엽지의 평량

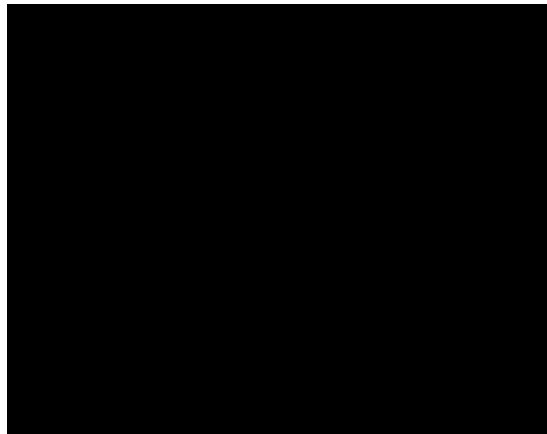


그림 11. 라이너의 평량

박엽지의 인장강도는 배리어코팅을 실시한 5번, 6번 용지가 상대적으로 높게 나타났으며, 이는 라텍스와 PVA가 종이표면에 필름을 형성하여 인장강도를 향상시킨 것으로 해석된다. 5번 용지의 경우 대조구에 비해 인장강도가 25% 정도 증가하는 결과를 나타냈다.(그림 12) 반면 라이너에서는 용지 간 인장강도의 차이가 크게 나타나지 않았다.(그림 13)

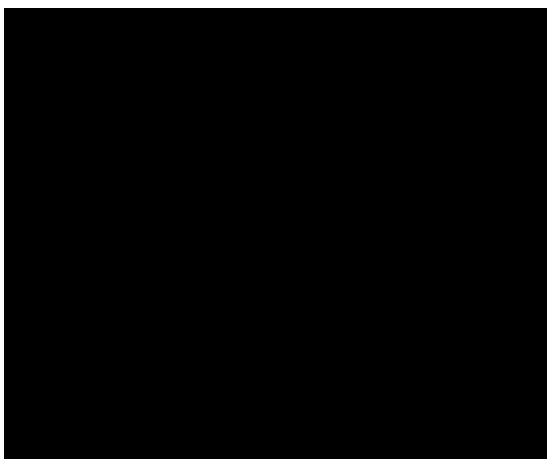


그림 12. 박엽지의 인장강도

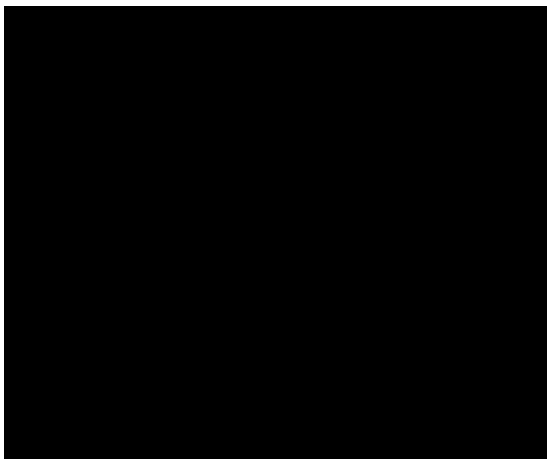


그림 13. 라이너의 인장강도

용지의 내절도는 박엽지의 경우 5번용지가 다른 용지에 비해 매우 높게 나타났으며, 대조구에 비해 170% 정도 향상되는 것으로 나타났다.(그림 14) 라이너의 경우에도 라텍스+초액 처리 용지의 내절도가 가장 높게 나타났다.(그림 15)

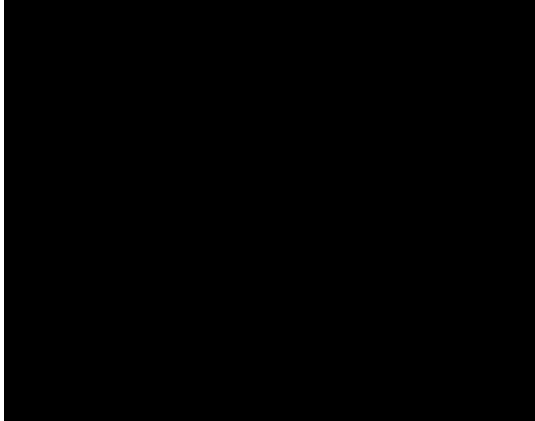


그림 14. 박엽지 용지의 내절도

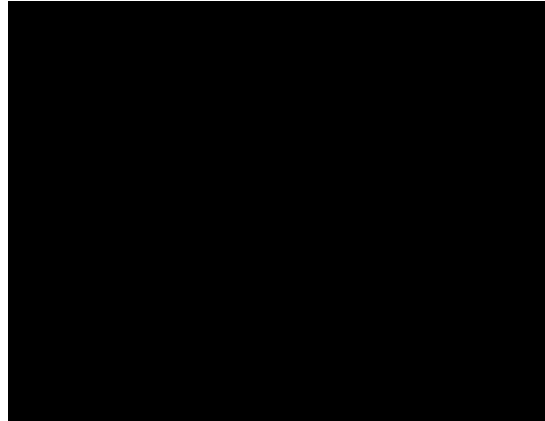


그림 15. 라이너의 내절도

용지의 두께는 PVA+초액 처리용지(6,8번)가 가장 높은 것으로 나타났다.(그림 16, 17)

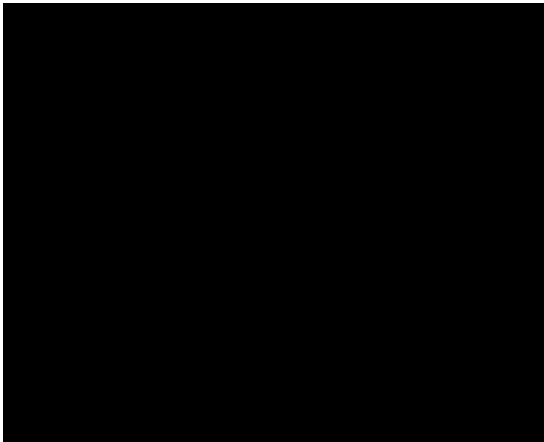


그림 16. 박엽지의 두께

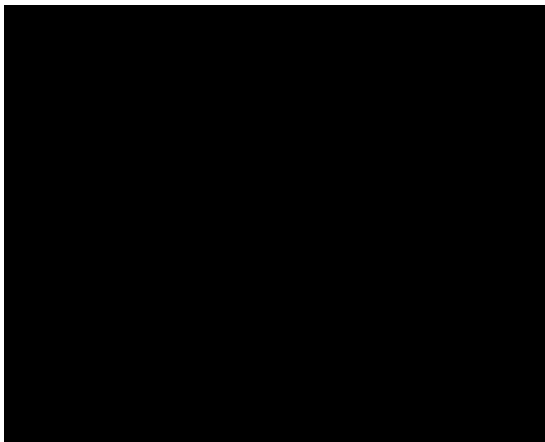


그림 17. 라이너의 두께

라이너의 압축강도 증가 효과는 PVA+초액 도공 방식(8번용지)이 가장 높게 나타났다.

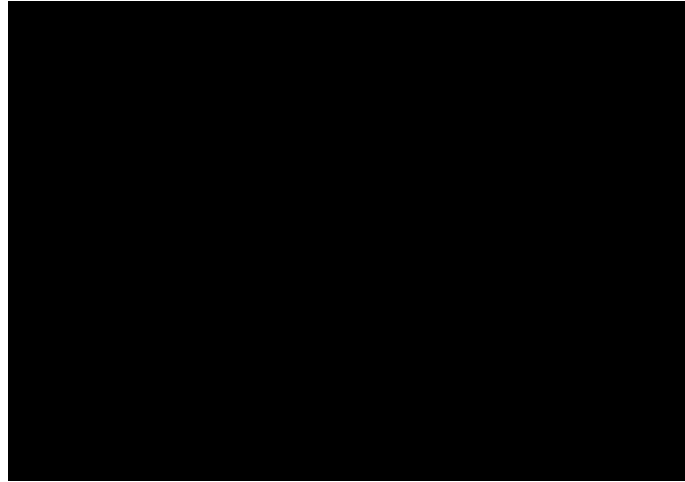


그림 18. 라이너의 압축강도

용지의 내수성을 Cobb법과 스테키히트법으로 분석하였으며 그 결과를 그림 19, 20, 21, 22에 나타내었다. 라텍스 도공(5번, 7번)이 용지의 내수성을 가장 효율적으로 향상시킬 수 방법으로 확인되었으며, 대조구에 비해 2배 이상의 효과를 나타냈다.

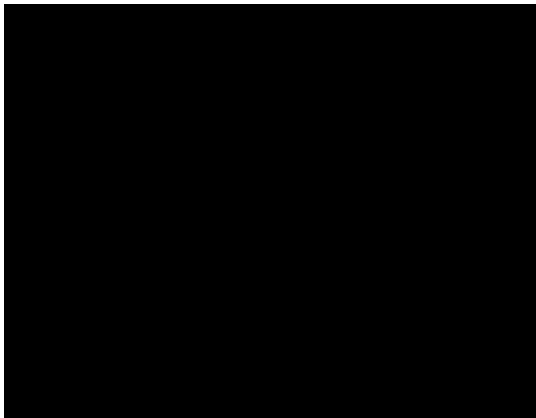


그림 19. 박엽지의 흡수도

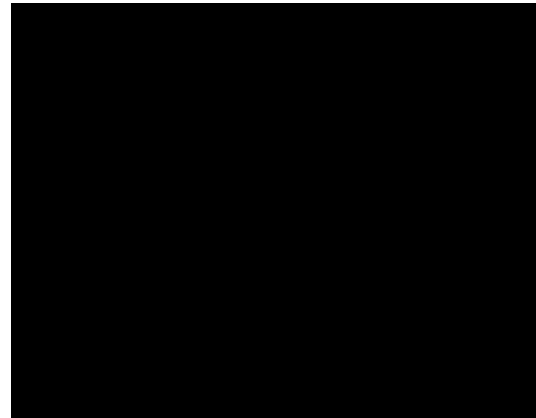


그림 20. 라이너의 흡수도

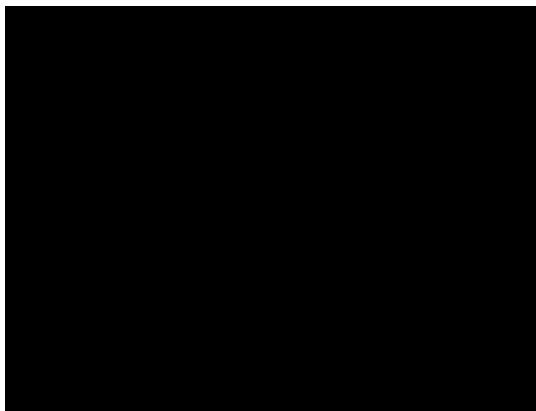


그림 21. 박엽지의 스테키히트 사이즈도

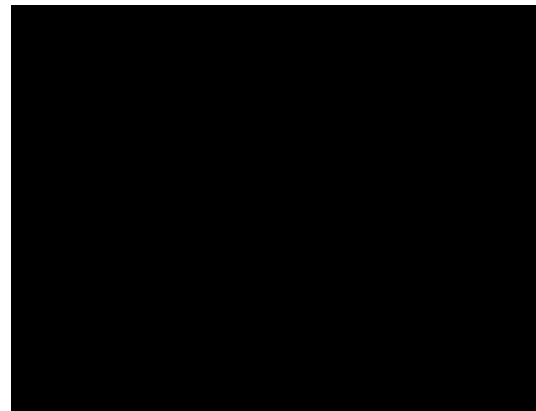


그림 22. 라이너의 스테키히트 사이즈도

105℃의 건조기에 용지를 보관하여 가속노화를 진행시키면서 일정한 주기로 인장강도를 측정하였다. 박엽지의 경우 72시간 후의 결과를 비교할 때 초액 도공용지(9번)는 무처리 용지(11번) 보다 인장강도가 낮게 나타났는데, 이는 왕겨초액의 산성성분이 종이의 셀룰루오스 가수분해를 유도하여 품질열화가 발생했기 때문으로 해석된다. 또한 초액으로 인한 품질열화는 배리어코팅을 통해 감소되었으며, 라텍스 도공(5번)이 PVA 도공(6번) 보다 효율적인 것으로 조사되었다. 라이너의 경우도 박엽지와 비슷한 경향을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 라텍스로 primary coating을 실시하고 왕겨초액으로 top coating을 실시하므로 초액을 종이 처리시 발생하는 강도저하 문제를 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

표 14. 가속노화 시 용지의 인장강도의 변화

| 용지 (MD) | 0시간 | 24시간 | 48시간 | 72시간 | 용지 (CD) | 0시간 | 24시간 | 48시간 | 72시간 |
|---------|------|------|------|------|---------|------|------|------|------|
| 5 | 5.48 | 6.00 | 6.23 | 6.30 | 5 | 2.40 | 2.35 | 2.60 | 2.65 |
| 6 | 5.60 | 4.25 | 4.48 | 4.50 | 6 | 2.18 | 1.68 | 1.85 | 1.83 |
| 9 | 4.50 | 4.05 | 3.90 | 3.83 | 9 | 2.00 | 1.80 | 1.75 | 1.75 |
| 11 | 4.55 | 3.85 | 4.30 | 4.08 | 11 | 1.90 | 1.88 | 1.88 | 1.75 |

| 용지 (MD) | 0시간 | 24시간 | 48시간 | 72시간 | 용지 (CD) | 0시간 | 24시간 | 48시간 | 72시간 |
|---------|-------|-------|-------|-------|---------|------|------|------|------|
| 7 | 24.10 | 26.73 | 28.18 | 25.28 | 7 | 8.43 | 9.25 | 9.08 | 8.65 |
| 8 | 23.95 | 25.50 | 23.38 | 24.58 | 8 | 8.35 | 8.75 | X | 8.35 |
| 10 | 23.65 | 24.38 | 24.00 | 23.75 | 10 | 7.85 | 7.73 | 7.93 | 7.95 |
| 12 | 24.80 | 22.40 | 23.35 | 22.43 | 12 | 8.20 | 8.25 | 8.55 | 8.25 |

라. 결론

라이너와 박엽지를 원지로 사용하여 6가지 종류의 왕겨초액 도공 용지를 시험 생산하였으며, 용지의 물성을 측정하고 가속노화 조건에서 품질열화 정도를 분석하였다. 그 결과 왕겨초액을 단독으로 도공한 용지 보다는 라텍스를 원지에 1차도공하고 그 위에 왕겨초액을 2차도공하는 방식이 용지 자체의 물성이 개선되고 가속노화시 품질 열화가 가장 적게 일어나는 것으로 나타났다. 따라서 왕겨초액을 종이에 도공시 라텍스와 병용하는 것이 종이의 물성 측면에서 가장 유리한 방법으로 조사되었다.

7. 왕겨초액 도공 골판지상자의 선도 실험

가. 재료 및 방법

시험용 딸기는 시중에서 구입하여 손상되거나 부패 부위가 없는 것을 사용하였으며, 딸기를 각 상자에 넣어 실온에서 밀폐된 환경에 저장하였다. 실험구는 T1(라이너+라텍스+초액), T2(라이너+PVA+초액), T3(라이너+초액), T4(무처리 라이너), T5(초액처리딸기+라이너+라텍스+초액), T7(무처리 라이너+비이커 초액원액) 6가지로 구분되어 실험을 수행하였다. 저장기간은 2일 간격으로 시료를 채취하여 딸기의 품질변화 특성을 분석하였다.

나. 측정항목

(1) 온도 및 상대습도 측정

유통기간중의 상자내외의 온도 습도를 측정하였으며, 그 결과는 그림 23과 같다.

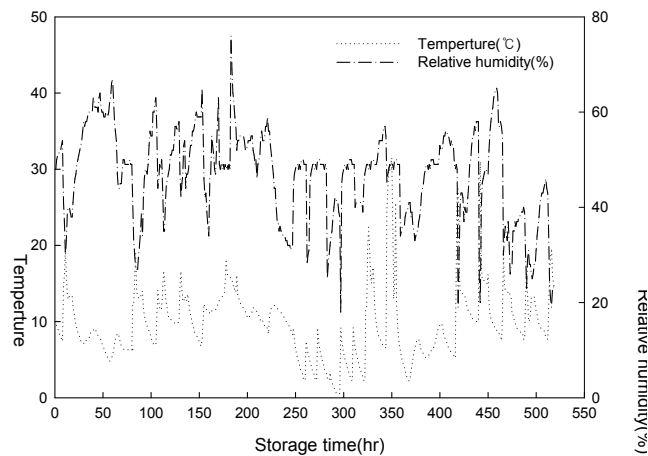


그림 23. 유통기간에 따른 온 · 습도의 변화

(2) 색도

색차계를 이용하여 2일 간격으로 'L', 'a', 'b'값을 측정하였다. 한 시료당 3번씩 잎 꼭지와 끝의 중간부분을 기준으로 잡아 측정하였다.

(3) 중량 변화

전자저울을 이용하여 2일 간격으로 중량변화를 측정하였다. 한 시료당 3번씩 측정하였다.

(4) Texture

Texture analyzer를 이용하여 2일 간격으로 딸기의 강도를 측정하였다. 한 시료당 5번씩 크기와 모양이 비슷한 것을 골라 정확하게 반으로 쪼개어 측정하였다.

(5) 가용성 무질소물

당도계를 이용하여 꼭지를 제외한 부분을 믹서로 10초간 마쇄하여 거즈로 여과한 후에 당도를 측정하였다.

(6) 산도

꼭지를 제외한 부분을 믹서로 10초간 마쇄하여 거즈로 여과한 후 시료 10g을 증류수로 2배 희석 한 다음 pH meter를 이용하여 pH 8.2까지 적정하여 소비된 0.1N NaOH의 양을 구연산으로 환산하여 %로 측정하였다.

(7) 관능검사

- 부패율 : 과육이 연화되고 부패되는 상태를 판단하였다.

(딸기 한 개체의 전체를 100%로 봄)

- 갈변화(신선도) : 꽃받침 부위를 신선도의 지표로 삼고 갈변되는 증상을 관찰하였다.

다. 실험결과

(1) 중량감소율

유통기간 중의 각 상자별 중량감소율은 표 15에 나타냈다. 라텍스처리 상자(T1,T5)의 딸기가 중량감소율이 가장 적은 것으로 나타났으며, 이는 라텍스가 라이너 표면에 필름을 형성하여 과일 수분 증발을 억제시킨 결과로 해석된다.

표 15. 유통기간중의 중량감소율

| 저장기간 | T1 | T2 | T3 | T4 (대조구) | T5 | T7 |
|------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 18.25 | 19.43 | 20.01 | 19.91 | 18.87 | 20.08 |
| 5 | 24.38 | 27.58 | 26.52 | 27.00 | 24.29 | 26.00 |
| 7 | 31.03 | 36.33 | 33.97 | 35.35 | 30.98 | 33.29 |

(2) 색상

딸기의 밝기를 나타내는 L값의 변화를 표16에 나타내었다. 유통중의 품질이 열악할수록 ‘L’값이 낮아진다. 유통중의 딸기 색상 변화를 분석하였던 결과 유통 5일 경과 후 ‘L’값은 대조구에 비하여 T1, T3 및 T7구의 딸기 색상 변화가 다소 적은 것으로 나타났다. 유통 7일 후에는 T3, T7 변화가 가장 적은 결과를 보였다. 딸기 붉은색과 초록색 정도를 나타내는 ‘a’값의 변화는 “-” 값이 클수록 초록색의 색상이 강하며, “+” 값은 붉은색이 강하다. L값 변화 양상과 유사하

계 유통 7일 후 T3, T7 처리구가 비교적 안정된 색상을 유지하는 것으로 나타났다. b값 변화에서도 같은 결과를 보였다.

표 16. 유통기간중의 색상변화

| 항목 | 저장기간 | T1 | T2 | T3 | T4 (대조구) | T5 | T7 |
|----|------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| L | 0 | 36.29 | 36.29 | 36.29 | 36.29 | 36.29 | 36.29 |
| | 3 | 37.05 | 39.12 | 37.00 | 40.20 | 35.97 | 40.04 |
| | 5 | 36.67 | 34.37 | 34.89 | 34.09 | 35.09 | 36.07 |
| | 7 | 35.90 | 33.93 | 39.40 | 37.17 | 35.36 | 39.57 |
| a | 0 | 39.81 | 39.81 | 39.81 | 39.81 | 39.81 | 39.81 |
| | 3 | 39.18 | 39.84 | 38.85 | 41.10 | 41.03 | 42.07 |
| | 5 | 38.63 | 36.44 | 36.57 | 36.14 | 38.45 | 35.68 |
| | 7 | 35.34 | 36.11 | 38.50 | 37.60 | 37.49 | 41.27 |
| b | 0 | 23.27 | 23.27 | 23.27 | 23.27 | 23.27 | 23.27 |
| | 3 | 26.72 | 22.48 | 21.87 | 28.43 | 23.44 | 26.86 |
| | 5 | 21.38 | 20.83 | 19.05 | 18.21 | 22.48 | 20.02 |
| | 7 | 22.04 | 18.56 | 25.72 | 22.27 | 20.46 | 26.24 |

(3) 경도

딸기의 조직감을 나타내는 경도는 숙성이 진행될수록 낮아지게 된다. 경도 측정결과 시험구의 처리효과가 유의적인 차이를 나타내지 않았다.(표 17) 가용성 무질소물 처리구의 효과가 일정한 경향을 나타내지 않았다.

표 17. 유통기간중의 경도 및 당도의 변화

| 항목 | 저장기간 | T1 | T2 | T3 | T4 (대조구) | T5 | T7 |
|----|------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| 경도 | 0 | 205.6 | 205.6 | 205.6 | 205.6 | 205.6 | 205.6 |
| | 3 | 224.1 | 205.5 | 259.3 | 255.2 | 221.8 | 269.5 |
| | 5 | 240.1 | 190.6 | 190.5 | 273.6 | 201.8 | 238.1 |
| | 7 | 254.2 | 129.6 | 132.9 | 316.0 | 205.3 | 245.2 |
| 당도 | 0 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 |
| | 3 | 12.2 | 11.8 | 12.2 | 12.3 | 11.3 | 11.2 |
| | 5 | 12.4 | 12.4 | 12.4 | 12.9 | 11.1 | 12.3 |
| | 7 | 12.6 | 12.8 | 12.7 | 12.0 | 12.5 | 13.6 |

(4) 갈변율

유통기간에 따라 딸기 잎의 갈변율은 그림 24와 같다. 유통기간 7일 경과 후 대조구에 비하여 초액을 처리한 포장구에 보관한 딸기의 갈변율이 다소 억제되는 효과가 있는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 유통기간 10일 경과 후에도 유사한 결과를 보였다.

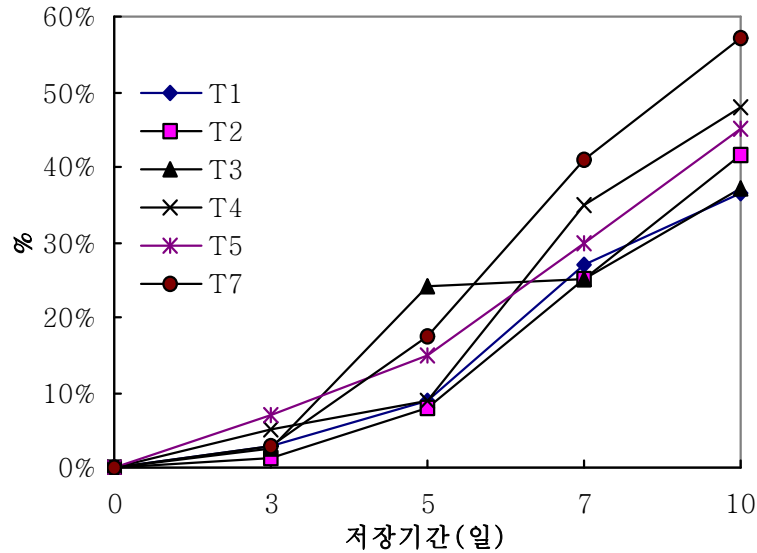


그림 24. 유통기간에 따른 갈변율

(5) 부패율

유통기간에 따라 딸기의 부패율을 분석한 결과는 그림 25와 같다. 유통 10일 후 딸기의 부패율은 T1>T7>T3>T2>T5>T4 순으로 양호하게 나타났으며, 라텍스+초액 도공 골판지의 부패가 가장 적게 진행되었다. T1의 경우 대조구에 비해 부패율이 50% 정도 감소되는 효능을 나타내었다.

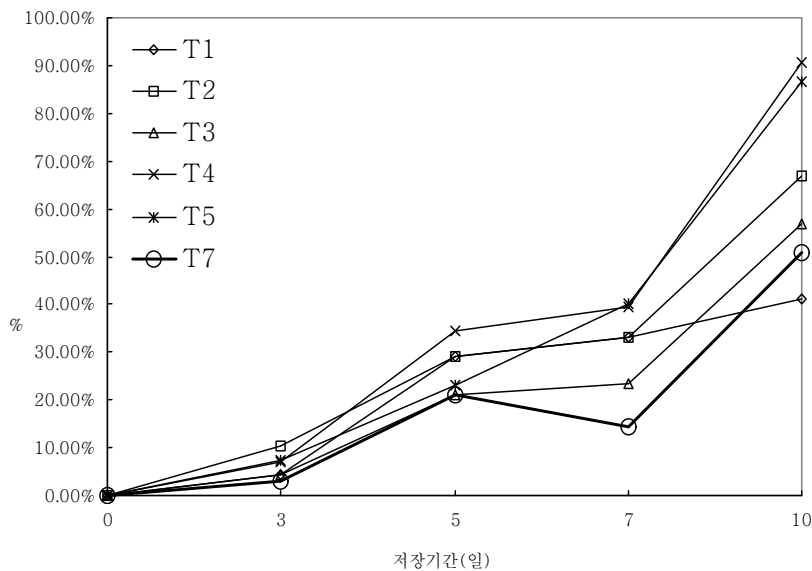


그림 25. 유통기간에 따른 딸기의 부패율



대조구

T1 포장구

그림 26. 유통기간 7일 경과후의 딸기 외관 변화

라. 결론

왕겨초액 도공 용지를 사용하여 골판지상자를 제조하고 왕겨초액 처리방법에 따른 딸기의 선도유지 효능을 분석하였다. 그 결과 골판지 원지에 1차적으로 라텍스를 도공하고 그 위에 왕겨초액을 2차 도공하여 제작된 용지를 사용한 골판지상자의 선도유지효능이 가장 우수하게 나타났다. 무처리 상자에 비해 부패율이 50% 정도 감소되는 효과를 얻을 수 있었다. 따라서 종이의 물성과 내구성 그리고 선도유지 효능을 종합할 때 원지에 라텍스 배리어 코팅후 왕겨초액을 도공하는 방식이 왕겨초액의 효능을 극대화시키는 방법으로 판단된다.

8. 기능성 포장재에 저장한 포도의 품질특성

가. 실험방법

시험용 포도는 시중에서 구입하여 손상되거나 부패 부위가 없는 것을 사용하였으며, 포도는 전장에서 제조된 왕겨초액 도공 박엽지를 종류별로 포장하여 골판지상자에 넣어 실온에서 밀폐된 환경에 유통을 하였다. 실험구는 T8(라텍스+초액), T9(PVA+초액), T10(초액), T11(무처리), T12(초액처리포도+라텍스+초액), T14(비이커 초액원액) 7가지로 구분하여 실험을 수행하였다. 유통기간중 2일 간격으로 시료를 채취하여 포도의 품질변화 특성을 분석하였다.

나. 측정항목

(1) 온도 및 상대습도 측정

유통기간 중 상자내 · 외의 온도 습도를 측정하였으며, 그 결과는 그림 27과 같다.

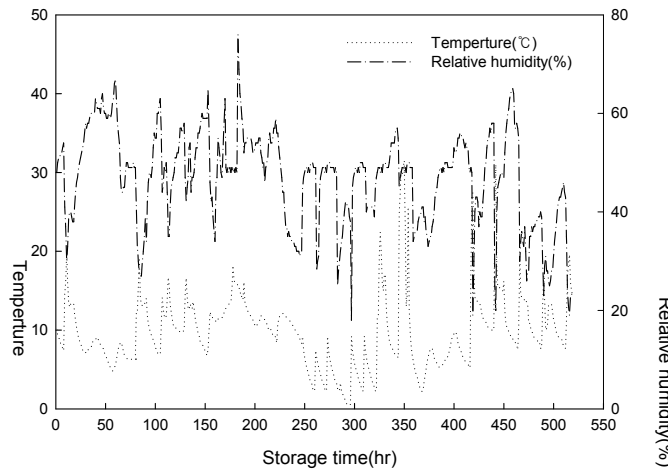


그림 27. 저장기간에 따른 실온 온습도의 변화

(2) 품질 분석

(가) 색도

색차계를 이용하여 2일 간격으로 'L', 'a', 'b'값을 측정하였다. 포도 알의 이물질을 제거 한 후 윗부분 중앙을 기점으로 색도 측정을 측정하였다. 한 시료당 3번 반복하였다.

(나) 중량 변화

전자저울을 이용하여 2일 간격으로 중량변화를 측정하였다. 한 시료당 3송이씩 반복 측정하였다.

(다) Texture

Texture analyzer를 이용하여 2일 간격으로 포도의 강도를 측정하였다. 시료당 5번씩 크기와 모양이 비슷한 것을 골라 측정하였다. 최고점을 포도껍질이 터지는 순간으로 잡아서 측정.

(라) 가용성무질소물

당도계를 이용하여 씨를 제거하지 않고 껍질을 포함하여 거즈로 착즙 후 당도 측정하였다.

(마) 산도

씨를 제거하지 않고 껍질을 포함하여 거즈로 싸서 짠 후 시료 10g를 증류수로 2배 희석 한 다음 pH meter를 이용하여 pH 8.2까지 적정하여 소비된 0.1N NaOH의 양을 구연산으로 환산 하여 %로 측정하였다.

(바) 관능검사

- 부패율 : 과육이 연화되고 탈립 현상으로 판단.

(포도 한 개체의 전체를 100%로 봄)

- 갈변도(신선도) : 포도의 초록색 줄기전체를 100%로 보고 갈변되는 정도를 판단.

다. 실험결과

(1) 중량감소율

유통기간중의 중량감소율은 그림 28에 나타냈다. 유통기간중의 중량 감소율은 대조구에 비하여 T유통기간 6일 이후부터 T13, T10, T9, T12 포장구가 낮은 감소율을 보였다.

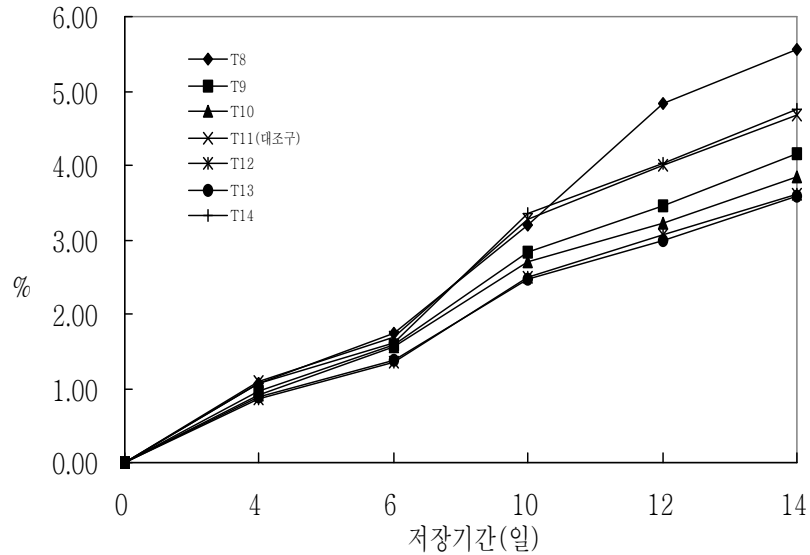


그림 28. 유통기간에 따른 중량감소율

(2) 색상

(가) L값

포도의 밝기를 나타내는 'L'값의 변화를 표 18에 나타내었다. 'L'값의 변화 양상은 대조구에 비하여 초액처리 포장구 모두 유통기간내 비교적 적은 변화 폭을 보여주었다.

표 18. 'L'값

| 유통기간 (일) | T8 | T9 | T10 | T11 (대조구) | T12 | T13 | T14 |
|----------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| 0 | 24.42 | 24.42 | 24.42 | 24.42 | 24.42 | 24.42 | 24.42 |
| 4 | 25.00 | 25.26 | 25.77 | 25.11 | 25.40 | 25.14 | 24.86 |
| 6 | 24.83 | 24.47 | 24.42 | 24.39 | 24.30 | 24.38 | 24.46 |
| 10 | 25.89 | 24.61 | 24.21 | 24.56 | 24.33 | 24.97 | 25.16 |
| 12 | 25.88 | 25.18 | 25.27 | 23.99 | 24.19 | 25.47 | 25.84 |
| 14 | 23.98 | 25.30 | 24.86 | 24.33 | 24.95 | 24.75 | 25.29 |

(나) a, b값

포도 붉은색과 초록색 정도를 나타내는 'a'값의 변화를 표 19에 나타내었다. "-" 값이 클수록 초록색의 색상이 강하며, "+" 값은 붉은색이 강하다. a값의 변화는 처리구간 뚜렷한 경향을 보여주지 않았다.

포도 색상의 푸른색의 정도를 나타내는 'b'값의 변화를 표 19에 나타내었다. “-” 값이 클수록 검정색의 색상이 강하며, “+” 값은 노란색이 강하다. b값의 변화는 초액 포장구 보다 대조구의 변화폭이 다소 적은 것으로 나타났다.

표 19. 'a', 'b' 값

| 항목 | 유통기간 (일) | T8 | T9 | T10 | T11 (대조구) | T12 | T13 | T14 |
|----|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| a | 0 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 |
| | 4 | 1.50 | 1.03 | 1.45 | 1.20 | 1.37 | 1.10 | 1.71 |
| | 6 | 1.37 | 0.94 | 1.06 | 0.98 | 0.73 | 1.35 | 1.83 |
| | 10 | 1.56 | 1.40 | 0.66 | 1.05 | 1.16 | 1.16 | 0.96 |
| | 12 | 1.11 | 0.90 | 0.69 | 1.03 | 0.94 | 0.62 | 0.99 |
| | 14 | 1.10 | 1.52 | 1.15 | 1.36 | 0.57 | 0.86 | 1.35 |
| b | 0 | -0.38 | -0.38 | -0.38 | -0.38 | -0.38 | -0.38 | -0.38 |
| | 4 | -1.04 | -1.08 | -0.94 | -1.01 | -0.84 | -0.80 | -0.82 |
| | 6 | -0.55 | -0.67 | -0.31 | -0.57 | -0.62 | -0.54 | -0.60 |
| | 10 | -0.85 | -0.53 | -0.73 | -0.81 | -0.78 | -0.83 | -1.06 |
| | 12 | -1.62 | -0.89 | -0.98 | -0.89 | -1.35 | -0.88 | -1.14 |
| | 14 | -0.66 | -0.44 | -0.57 | -0.48 | -0.93 | -0.56 | -0.54 |

(다) 경도와 당도

유통기간동안 처리구간의 유의적인 차이를 보이지 않았다.

표 20. 경도, 당도 및 산도 변화

| 항목 | 유통기간 (일) | T8 | T9 | T10 | T11 (대조구) | T12 | T13 | T14 |
|---------------|-------------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|
| 경도 | 0 | 1112.8 | 1112.8 | 1112.8 | 1112.8 | 1112.8 | 1112.8 | 1112.8 |
| | 4 | 1270.1 | 2362.7 | 1270.6 | 1322.4 | 1516.1 | 1528.1 | 1657.7 |
| | 6 | 1032.4 | 1485.9 | 1369.6 | 1648.6 | 1486.9 | 1573.2 | 2032.6 |
| | 10 | 1305.8 | 1597.7 | 1405.4 | 1765.5 | 1470.3 | 1278.8 | 1483.7 |
| | 12 | 1473.5 | 1819.7 | 1531.4 | 1580.2 | 1994.3 | 1657.2 | 1453.6 |
| | 14 | 1958.0 | 1670.9 | 1933.8 | 1345.4 | 1845.1 | 1477.1 | 1653.0 |
| 당도 (°Brix) | 0 | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 17.0 |
| | 4 | 17.8 | 17.6 | 19.7 | 18.1 | 18.2 | 19.3 | 17.2 |
| | 6 | 16.9 | 18.4 | 19.0 | 16.8 | 18.1 | 18.1 | 17.9 |
| | 10 | 17.0 | 17.2 | 19.2 | 18.0 | 18.7 | 18.4 | 18.1 |
| | 12 | 18.8 | 16.3 | 17.1 | 19.6 | 18.7 | 18.8 | 19.5 |
| | 14 | 17.9 | 19.0 | 18.6 | 18.4 | 18.2 | 19.1 | 18.4 |
| 산도 (%) | 0 | 5.39 | 5.39 | 5.39 | 5.39 | 5.39 | 5.39 | 5.39 |
| | 4 | 1.97 | 1.81 | 1.72 | 2.20 | 1.62 | 1.86 | 2.02 |
| | 6 | 1.87 | 1.50 | 1.61 | 1.92 | 1.43 | 1.85 | 1.70 |
| | 10 | 1.92 | 1.62 | 1.28 | 1.60 | 1.27 | 1.38 | 1.49 |
| | 12 | 1.33 | 1.37 | 1.61 | 1.19 | 1.32 | 1.25 | 1.32 |
| | 14 | 1.29 | 1.30 | 1.36 | 1.35 | 1.35 | 1.06 | 1.39 |

(라) 갈변율

유통기간 포도줄기의 갈변율을 조사한 결과 대조구에 비하여 초액처리한 포장구의 갈변율이 낮게 나타났다.

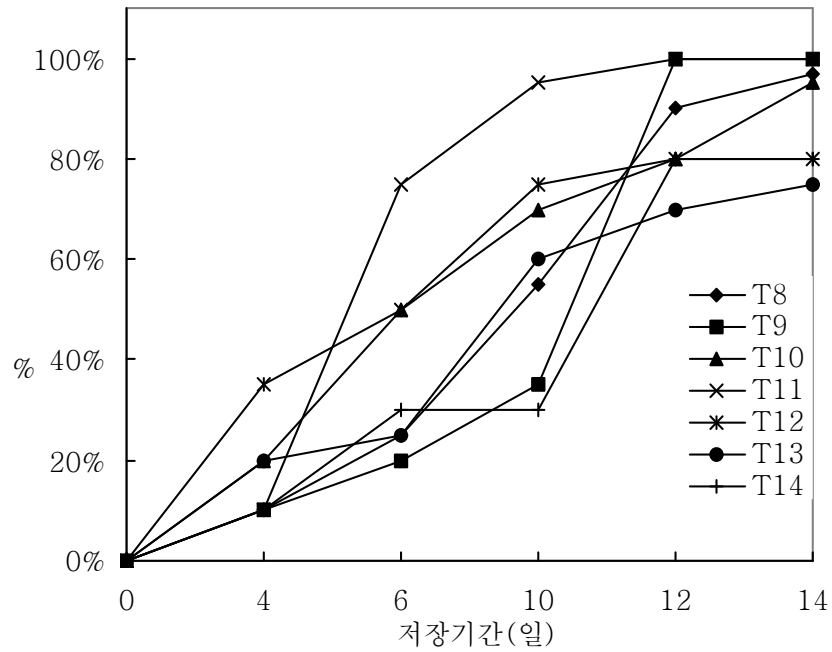


그림 29. 유통기간에 따른 갈변율

(마) 탈립율

유통기간중의 포도 개체 탈립율 변화는 처리구간 유의적인차이를 보이지 않았다.

표 21. 저장기간에 따른 포도의 탈립율

| | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 |
|----|----|------|-----|-------|------|------|-----|
| 0 | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 4 | 0% | 0% | 0% | 2% | 0% | 0% | 0% |
| 6 | 0% | 0% | 0% | 2% | 0% | 0% | 0% |
| 10 | 5% | 11% | 0% | 1.4% | 2.0% | 5.6% | 0% |
| 12 | 0% | 1.6% | 0% | 1.8% | 0% | 0% | 0% |
| 14 | 0% | 0% | 0% | 3.51% | 0% | 0% | 0% |

라. 결론

왕겨초액 처리 박엽지의 포도에 대한 선도 유지력을 조사하였으나, 전반적으로 실험구의 처리 효과가 뚜렷이 나타나지 않았다. 그 이유는 포도의 개체별 변이의 정도가 딸기에 비해 크기 때문에 일관성 있는 결과를 얻기가 상대적으로 어려운 것으로 해석되었다.

9. 천연 펄프폴드(MFP)에 저장한 계란의 품질 특성

왕겨 초액을 적용하는 경우 계란의 저장성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 본 시험을 수행하였다. 계란은 작은 중량에 비하여 단백질을 비롯한 영양소가 풍부하고 가격이 저렴하여 남녀노소 누구에게나 영양을 공급하기에 좋은 식품이다. 고급 단백질을 많이 함유하고 있어 식품 단백질의 영양가치 연구에서 표준물질로 사용되고 있으며, 올레산과 같은 불포화지방산, 철분, 인, 미량 광물질, 비타민 A·E·K와 비타민B·D의 풍부한 공급원이다. 다른 모든 식품의 경우와 마찬가지로, 저장기간이 지남에 따라 계란의 품질은 떨어지게 되며 이에 따라, 각종 처리를 통해 계란의 품질 저하를 낮추기 위한 여러 연구가 진행되어 왔다. 대표적인 것으로서는 저장온도에 따른 저장 중 계란의 품질변화, 계란 코팅을 통한 저장성 연장 방법, 계란 저장 장소에 따른 품질특성 분석 등이 있다. 계란의 품질을 측정하기 위해서 사용되는 항목으로 난백계수, 난황계수, 호우 유니트(Haugh Unit), pH 등이 있으며 본 연구과제에서는 왕겨 초액을 처리구별로 첨가하여 제작한 난좌에 계란을 온도처리구별로 저장하면서 계란의 품질 변화를 평가하였다.

가. 재료 및 실험방법

(1) 재료

(가) 계란

실험에 공시시료로 사용한 계란은 동일한 날짜에 생산된 것으로서 모계의 품종은 하이브라운, 주령은 25주령이었다. 현지에서 생산 및 GP 처리한 계란을 처리장에서 구입하여 냉장 상태로 실험실로 보관하여 정해진 분석 방법에 따라 저장하면서 실험에 사용하였다.

(나) 난좌

저장실험에 사용한 난좌는 왕겨초액을 난좌를 만드는 주 재료와 혼합하여 성형하거나, 성형한 후 분무하여 도포하여 제작하였으며 각각 처리구에 따라 혼합 처리구와 도포 처리구에 따라 각각 0%, 20%, 40% 농도로 처리하였다. 이 때 대조구는 플라스틱 난좌에 저장한 계란을 사용하였다.

(2) 실험 방법

(가) 난중변화

저장기간 중 난중의 변화는 디지털 저울 Ara520 (OHAUS사, USA)을 이용하여 측정하였다. 각 처리구 별로 계란 10개를 지정하였고, 이후 저장 기간별로 지정된 동일 계란의 무게를 측정하여 난중의 변화를 살펴보았다. 저장 2주째의 난중을 100%하여 기준으로 하였고, 이후 저장 기간 동안의 중량변화를 비교하였다.

(나) 난황계수

난황의 높이는 Digimatic indicator (Mitutoyo사, Japan)을 이용하여 측정하였고, 난황의 직경은 digimatic caliper (mitutoyo사, Japan)를 이용하여 가로 및 세로로 측정하고 평균값을 내었다. 각 측정값은 다음 식에 의하여 난황계수를 얻었다. 이를 4회 반복하여 측정하였다.

$$\text{난황계수} = \text{난황높이(mm)}/\text{난황직경(mm)} \times 100$$

(다) 난백계수

농후난백의 높이는 Digimatic indicator을 이용하여 측정하였고, 농후난백의 직경은 digimatic caliper을 이용하여 장축과 단축을 서로 90도의 방향으로 측정하고 두 값의 평균을 내었다. 각 측정값은 다음 식에 의하여 난백계수를 얻었다. 이를 4회 반복하여 측정하였다.

$$\text{난백계수} = \text{농후난백의 높이(mm)}/\text{농후난백의 직경(mm)} \times 100$$

(라) Haugh unit

Haugh unit은 난중 무게를 잰 후, 수평으로 놓여진 평판 위에 할란하여 농후난백의 높이를 측정하였다. 이 후, 다음 공식의 대입하여 haugh unit 값을 구하였다. 이를 4회 반복하여 측정하였다.

$$\text{Haugh unit} = 100 * \log(\text{농후난백의 높이} + 7.57 - 1.7 * \text{난중}^{0.37})$$

(마) 난각두께

난각두께는 1/150 mm까지 측정할 수 있는 digimatic caliper를 이용하여 계란의 둔단부, 첨단부, 적도부의 난각의 내막을 제거한 후 측정하였다. 이를 각각 4회 측정값을 내었다.

(바) pH

난황과 난백을 분리한 후, 난백과 난황을 비이커에 채취하여 Thermo Scientific Orion Star Series pH Meter (Orion사, USA)를 이용하여 측정하였다. 이를 4회 반복하여 측정하였다.

(사) 난황과 난백의 색도

난황과 난백을 분리한 후, 색차계 (Model:CR-400/410, Konica Minolta사, Japan)를 이용하여 Hunter's color value을 측정하였다. 표준 백판의 L, a, b의 값은 각각 96.98, -0.11, 2.1, 이었다. 이를 4회 반복하여 측정하였다.

(아) 총균수 측정

총균수의 측정은 3M사의 Petifilm™을 이용하였다. 시험용액 1mL을 접종하여 37°C에서 24시간 배양한 후, colony수를 측정하였다.

(자) 비중

8%, 10%, 11% 식염수 2L을 제조하여 비이커에 담고, 측정하고자 하는 검체를 식염수에 띄어 부유되는 정도를 통해 측정하였다. 측정치 산출은 다음의 순서대로 행하였다.

- 1) 8%의 식염수에 떠오르는 경우 : 비중 1.058
- 2) 8%의 식염수에 가라앉고 10%의 식염수에 떠오르는 경우 : 비중 1.060
- 3) 10%의 식염수에 가라앉고 11%의 식염수에 떠오르는 경우 : 비중 1.073
- 4) 11%의 식염수에 가라앉는 경우 : 비중 1.080

(차) 관능검사

관능평가는 20~50대의 훈련된 패널 15여명을 대상으로 실시하였다. 평면에 계란을 할란한 후, 모양, 냄새, 퍼지는 정도, 기호도에 대하여 9점 척도법으로 평가하였다.

나. 결과 및 고찰

(1) 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란의 기간별, 온도별 무게 변화

각 처리 온도 (5℃, 10℃, 20℃)에서 처리구별로 무작위로 계란 10개를 지정한 후, 저장 기간에 따른 난중 변화를 비교하였다. 측정은 저장 2주째부터 실시하였고, 2주째 측정된 값(g)을 100%으로 환산하여 이후의 저장 기간별로 변화한 값을 g 및 %로 표시하였다. 계란에는 약 75%의 수분이 있는데, 저장중에 내부의 수분이 난각에 있는 기공을 통해 외부로 수분이 증발하기 때문에 무게가 감소하게 된다. 감량의 정도는 온도, 습도, 풍속, 난각의 다공성 등에 따라 다르지만, 이중 온도의 변수가 가장 큰 영향을 미치게 되어 온도가 높을수록 무게가 빨리 감소하게 된다. 따라서 취급 및 저장온도를 낮출수록 감량을 막을 수 있는 효과가 있다. 표 22에서 나타난 난중 변화를 보면, 대조구와 혼합처리구 그리고 분무처리구 사이의 큰 변화를 보이지 않았고 이는 저장기간에 따라서도 큰 차이를 나타내지 않았다. 하지만 온도처리구에 따라서는 20℃ 처리구가 5℃ 처리구에 비해 급격히 난중의 감소가 발생하였음을 알 수 있었고, 이 때 혼합처리구의 40%처리구가 0%와 20% 처리구 그리고 대조구에 비해 보다 우수한 저장효과를 갖고 있었음을 알 수 있었다. 분무처리구의 경우에서도 40% 처리구가 0%, 20% 그리고 대조구에 비해 보다 우수한 저장효과를 갖고 있다고 판단되었다. 따라서 왕겨초액을 농도별로 처리하여 계란을 기간별 및 온도별로 보관하였을 때, 저장기간이 길고 저장온도가 높고 또 처리 농도가 높을수록 계란의 저장 중 감량 방지효과가 있는 것으로 사료되었다.

표 22. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란의 기간 및 온도에 따른 무게 (g)

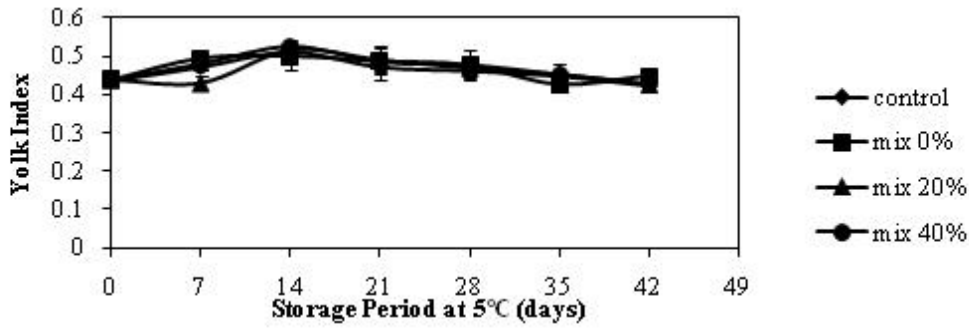
| Temp. | treatment | 2 weeks | 3 weeks | 4 weeks | 5 weeks | 6 weeks |
|-----------|----------------------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 5℃ | Control | 56.53 (100%) | 56.56 (100.06%) | 56.25 (99.51%) | 56.11 (99.26%) | 55.95 (98.99%) |
| | Mix 0% ¹⁾ | 56.66 (100%) | 56.51 (99.74%) | 56.31 (99.38%) | 56.12 (99.05%) | 55.94 (98.73%) |
| | Mix 20% | 56.71 (100%) | 56.55 (99.72%) | 56.39 (99.43%) | 56.20 (99.11%) | 56.0114 (98.77%) |
| | Mix 40% | 56.66 (100%) | 56.57 (99.84%) | 56.34 (99.44%) | 56.15 (99.10%) | 55.96 (98.76%) |
| | Spray 0% | 56.72 (100%) | 56.46 (99.53%) | 56.38 (99.39%) | 56.21 (99.10%) | 56.01 (98.74%) |
| | Spray 20% | 57.40 (100%) | 57.26 (99.75%) | 57.06 (99.40%) | 56.90 (99.12%) | 56.70 (98.78%) |
| | Spray 40% | 55.85 (100%) | 55.60 (99.55%) | 55.33 (99.07%) | 55.06 (98.59%) | 54.75 (98.03%) |
| | 10℃ | Control | 56.42 (100%) | 56.02 (99.29%) | 55.51 (98.38%) | 55.04 (97.55%) |
| Mix 0% | | 55.80 (100%) | 55.41 (99.30%) | 54.91 (98.39%) | 55.28 (99.06%) | 54.02 (98.73%) |
| Mix 20% | | 55.94 (100%) | 55.77 (99.70%) | 55.02 (98.35%) | 54.53 (97.48%) | 54.04 (98.77%) |
| Mix 40% | | 57.22 (100%) | 56.95 (99.54%) | 56.33 (98.45%) | 55.83 (97.58%) | 55.35 (98.76%) |
| Spray 0% | | 57.30 (100%) | 56.36 (98.36%) | 56.27 (98.20%) | 55.75 (97.29%) | 55.19 (98.74%) |
| Spray 20% | | 55.60 (100%) | 55.10 (99.09%) | 54.58 (98.17%) | 54.11 (97.32%) | 53.62 (98.78%) |
| Spray 40% | | 57.08 (100%) | 56.59 (99.14%) | 56.03 (99.00%) | 55.56 (97.34%) | 55.06 (98.03%) |
| 20℃ | | Control | 56.92 (100%) | 56.08 (98.53%) | 55.21 (97.00%) | 54.33 (95.45%) |
| | Mix 0% | 56.53 (100%) | 55.72 (98.56%) | 54.82 (96.97%) | 53.90 (95.33%) | 52.98 (93.72%) |
| | Mix 20% | 54.32 (100%) | 53.40 (98.29%) | 52.43 (96.51%) | 51.40 (94.62%) | 50.38 (92.73%) |
| | Mix 40% | 55.83 (100%) | 55.08 (98.65%) | 54.31 (97.28%) | 53.44 (95.71%) | 52.60 (94.21%) |
| | Spray 0% | 56.82 (100%) | 55.94 (98.45%) | 55.12 (97.00%) | 54.22 (95.42%) | 53.28 (93.77%) |
| | Spray 20% | 55.12 (100%) | 54.31 (98.53%) | 53.46 (96.98%) | 52.53 (95.30%) | 51.63 (93.65%) |
| | Spray 40% | 55.37 (100%) | 54.62 (98.63%) | 53.81 (97.18%) | 53.03 (95.77%) | 52.16 (94.20%) |

(2) 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란의 기간별, 온도별 난황계수 변화

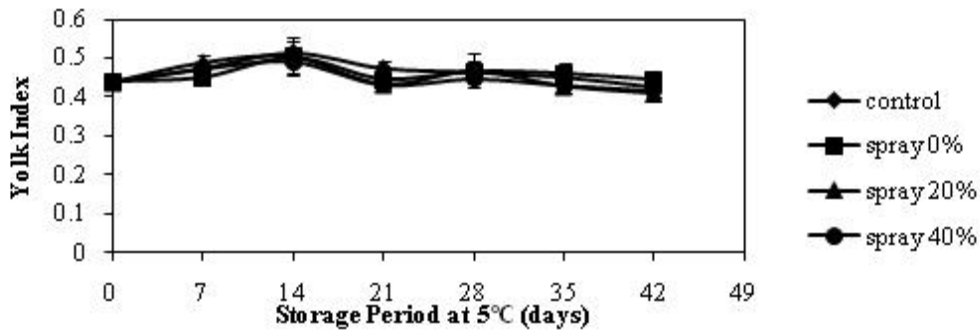
각 처리 온도 (5℃, 10℃, 20℃)에서 처리구별로 무작위로 계란 10개를 지정한 후, 저장 기간에 따른 난황계수의 변화를 살펴보았다. 난황의 품질은 일반적으로 색깔, 모양 그리고 난황막의 강도로 평가한다. 선도가 저하되면 난황내의 수분이 난백으로 이전되고 따라서 난황막의 두께가 얇아지고 약해져서 난황의 높이는 낮아지고 폭은 넓어지게 된다. 따라서 난황계수는 저장기간이 늘어날수록 낮아지게 된다. 일반적으로 신선란의 난황계수는 0.36~0.44 정도를 나타내고

있다. 아래 그림 30의 A, B, C, D, E 그리고 F에서 보는 바와 같이, 전체 처리구에 걸쳐 대조구와 처리구 사이의 저장기간 및 온도별 차이는 크게 보이지 않았으며 혼합 및 분무 처리구에서도 농도별 차이를 나타내지 않았다. 하지만, 분무처리구에 비해서 혼합처리구가 전체 저장기간별로 좀 더 안정한 저장효과를 나타내는 것으로 판단되었다.

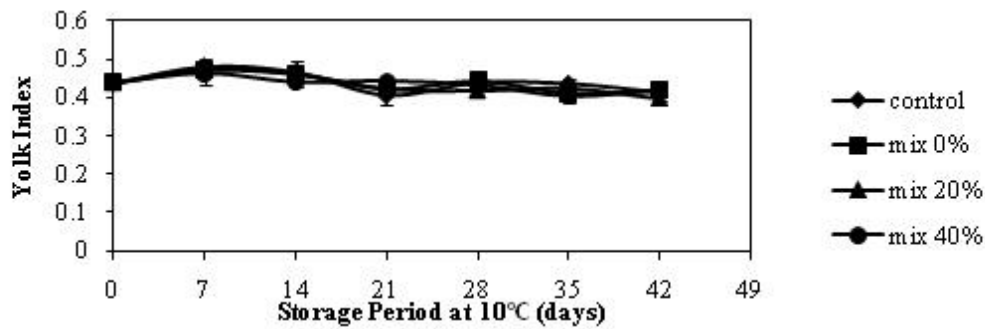
A.



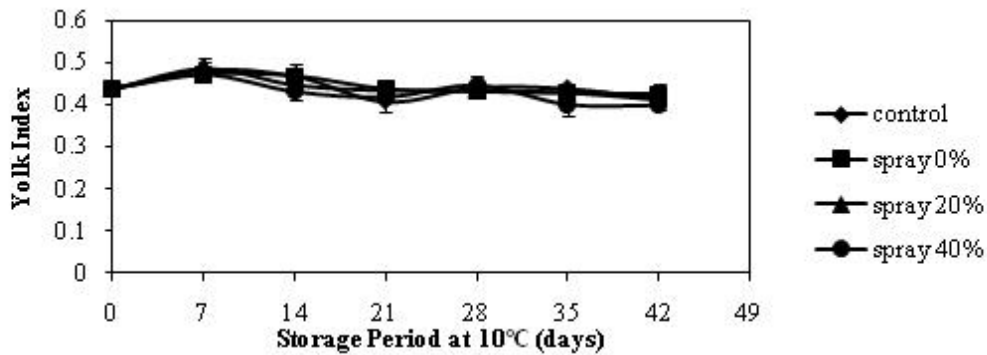
B.



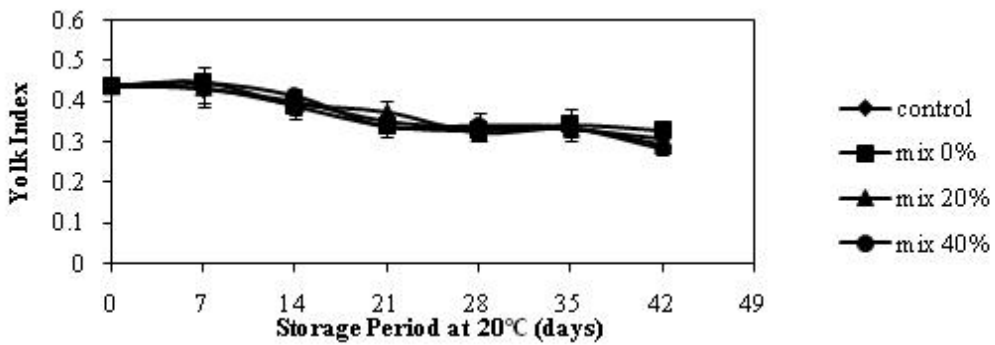
C.



D.



E.



F.

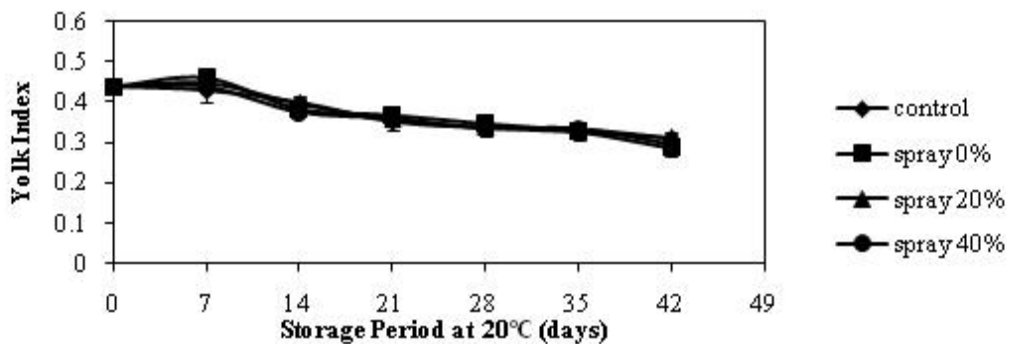


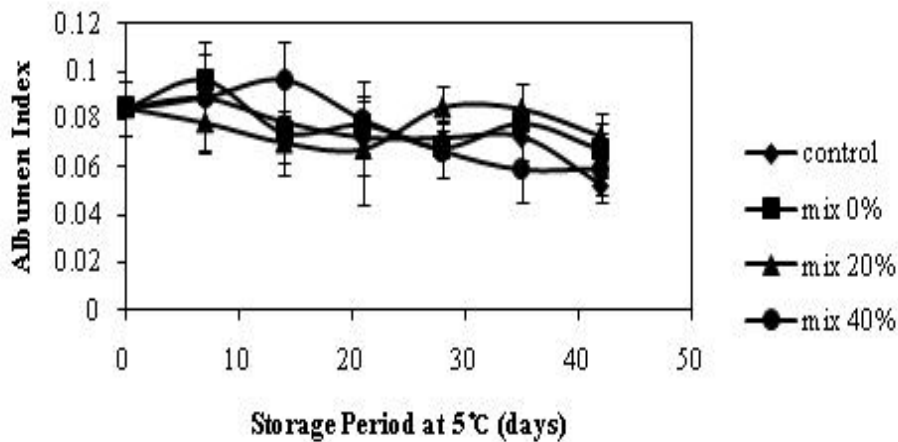
그림 30. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란을 5°C, 10°C 및 20°C에서 42일간 보관하였을 때 난황계수의 변화

(3) 왕겨초액 함유 난좌에 저장한 계란의 기간별, 온도별 난백계수 변화

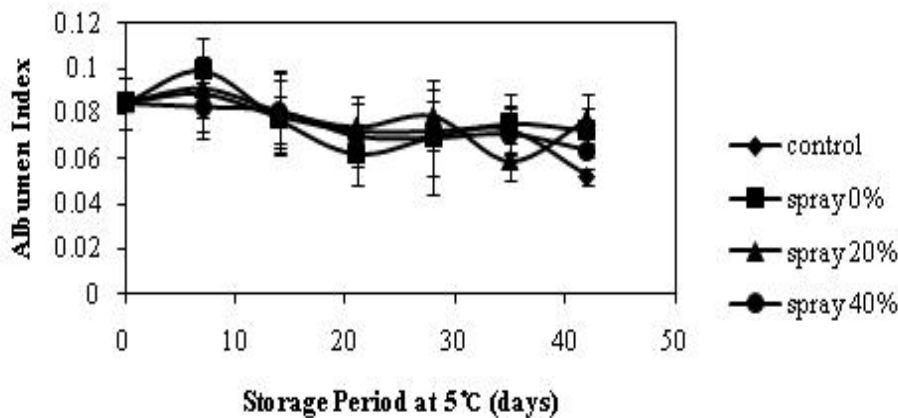
각 처리 온도 (5°C, 10°C, 20°C)에서 처리구별로 무작위로 계란 10개를 지정한 후, 저장 기간에 따른 난백계수의 변화를 살펴보았다. 저장기간이 길어지면서 계란의 자체 품질선도가 저하되는 현상이 발생한다. 난백과 난황 그리고 농후난백과 수양난백 사이의 부위별 수분함량이 각각 다르기 때문에 삼투압 현상으로 고농도에서 저농도로 이동현상이 발생하게 된다. 특히 난황 성분이 난백으로 이동하여 난각막이 약해지거나 파열되는 경우가 있고, 난백내에서도 농후난백의 수분이 수양난백으로 이동함으로써 액화가 발생하기 때문이다. 신선란의 경우, 농후난백과

수양난백의 비율은 6:4 가량이나 수양화가 진행되면서 농후난백이 감소되고 수양난백의 수분함량이 증가하게 되어 난백이 퍼지게 되는 현상이 발생하게 된다. 난백계수는 저장기간이 늘어날수록, 저장온도가 높을수록 급속하게 낮아지게 된다. 아래 그림 31에서 보는 바와 같이 저장 온도별로 계란을 저장하였을 때 일주일 단위로 6주간 난백계수를 측정하였으며 혼합 및 분무 처리구의 농도별에 따른 난백계수의 차이를 비교하였다. 그림 31의 A, B, C, D, E 그리고 F에서 보는 바와 같이, 전체 처리구에 걸쳐 저장기간이 증가함에 따라 난백계수가 점차 감소하는 경향을 보였으며, 20℃ 처리구가 5℃ 및 10℃ 처리구에 비해 급격한 변화를 보였음을 알 수 있었다. 대조구와 처리구 사이의 저장기간 및 저장온도에 따른 난백계수의 차이는 크지 않았을 뿐 아니라 저장기간 중 일정한 경향을 보이지는 않았고 또한 혼합처리구와 분무처리구에서도 같은 결과를 나타냈다. 이는 무작위로 선택한 계란의 개체별 차이가 있었던 것으로 판단되며 결과적으로 난좌의 재질 차이에 따라 저장 중 난백계수에 미치는 영향을 발견하기 어렵다고 판단되었다.

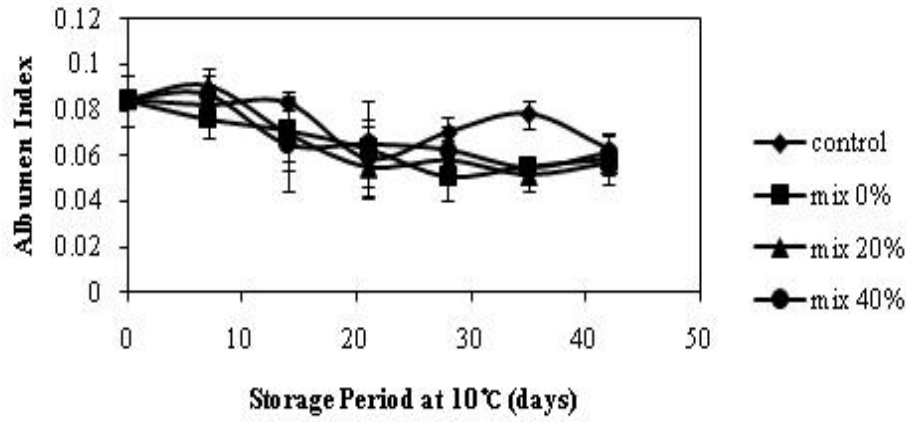
A.



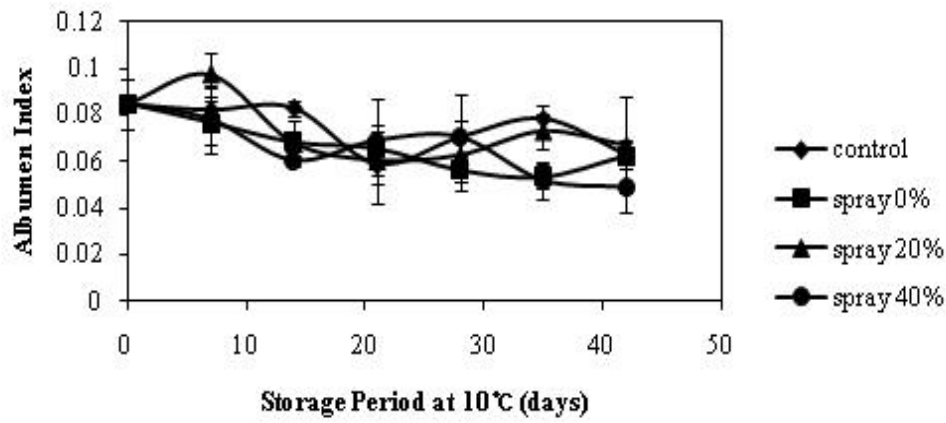
B.



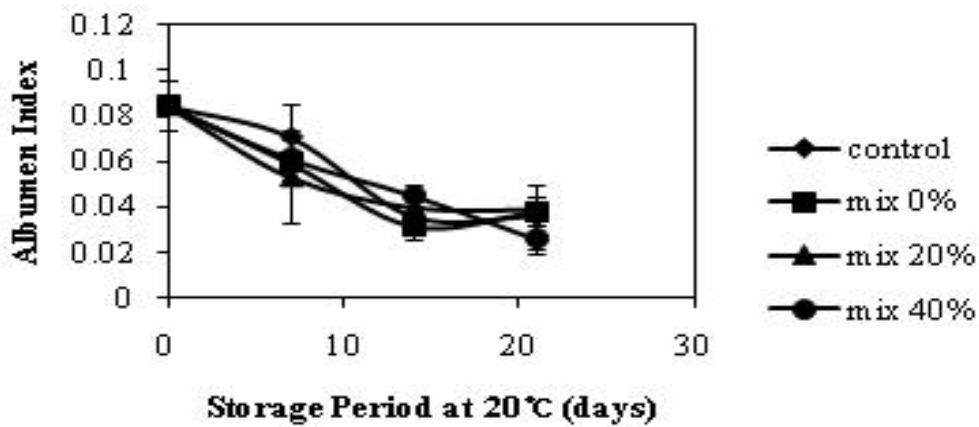
C.



D.



E.



F.

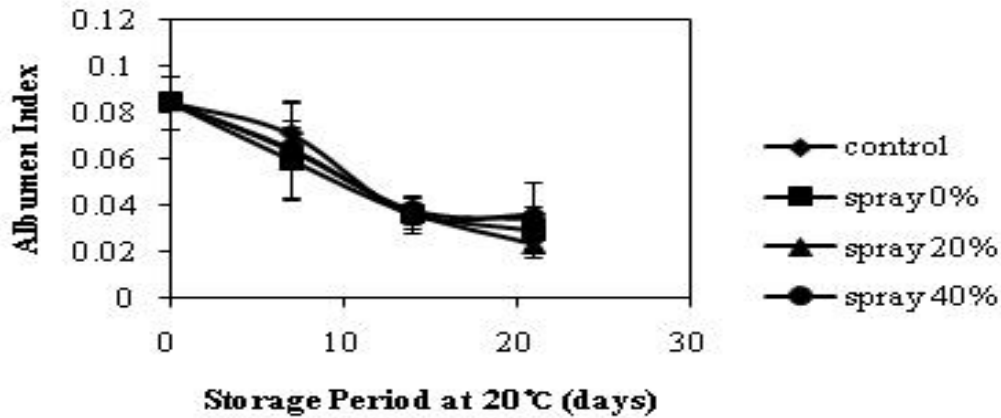
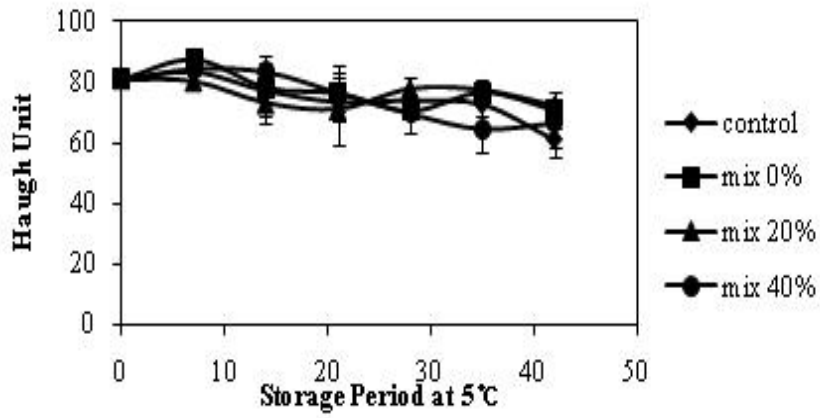


그림 31. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란을 5°C, 10°C 및 20°C에서 42일간 보관하였을 때 난백계수의 변화

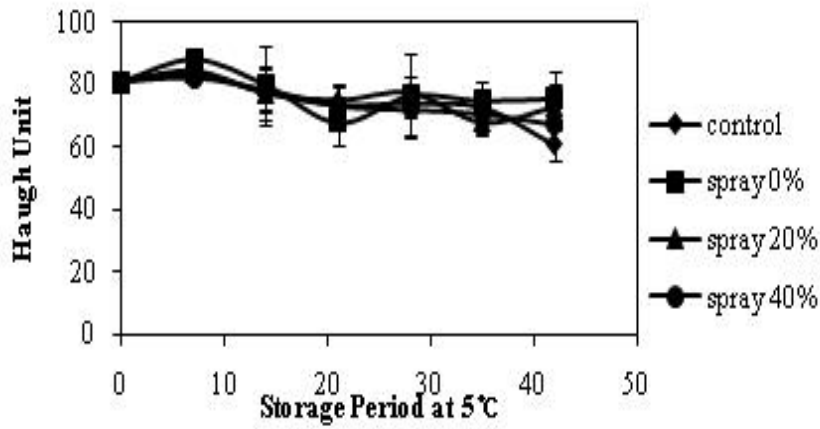
(4) 왕겨초액 함유 난좌에 저장한 계란의 기간별, 온도별 Haugh Unit 변화

각 처리 온도(5°C, 10°C, 20°C)에서 처리구별로 무작위로 계란 10개를 지정한 후, 저장 기간에 따른 호우유니트 단위의 변화를 살펴보았다. 저장기간이 길어지면서 계란의 자체 품질선도가 저하되는 현상이 발생하면서 호우유니트도 낮아지게 된다. 농후난백의 품질저하와 밀접한 관계를 갖는 호우유니트는 기실이나 중량 변화와 다른 형태의 변화를 보이고 있다. 온도가 높을수록 저하속도는 빨라지지만 고온에서 직선적이 아니라 곡선으로 감소하는 특징을 보여준다. 신선란을 4~6°C 냉장고에서 3개월 보관하였을 때, 호우유니트는 60정도의 기준을 보이는 것으로 보아 온도와 호우유니트의 상관관계는 매우 밀접하다고 할 수 있다. 호우유니트 수치에 따른 품질기준은 일반적으로 72이상이면 우수, 60이상이면 보통, 40미만이면 가공용으로 사용이 가능한 정도이며 40미만인 경우에는 신선도가 매우 낮다고 할 수 있다. 아래 그림 3에서 나타난 바와 같이 호우유니트의 변화는 저장 온도에 따라 각각 다른 변화를 보였고 20°C 처리구가 5°C 또는 10°C 처리구에 비해 급격한 저하 현상을 보였다. 5°C 처리구의 경우 대조구의 호우유니트가 혼합처리구 또는 분무처리구에 비해 저장기간이 증가함에 따라 보다 낮은 경향을 유지하였고 혼합 및 분무처리구 사이의 차이는 발견되지 않았다. 또한 10°C 온도에서 저장한 경우, 분무처리구는 오히려 대조구에 비해 낮은 결과를 보여 처리구에 의한 호우유니트 결과에 큰 차이를 나타내지 못하였다.

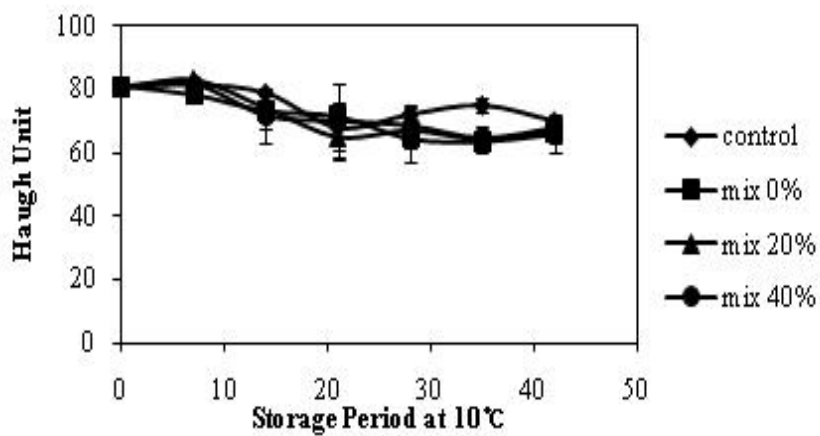
A.



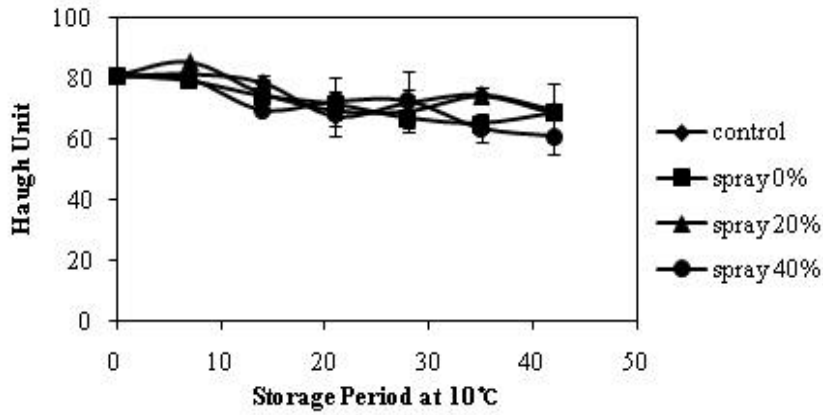
B.



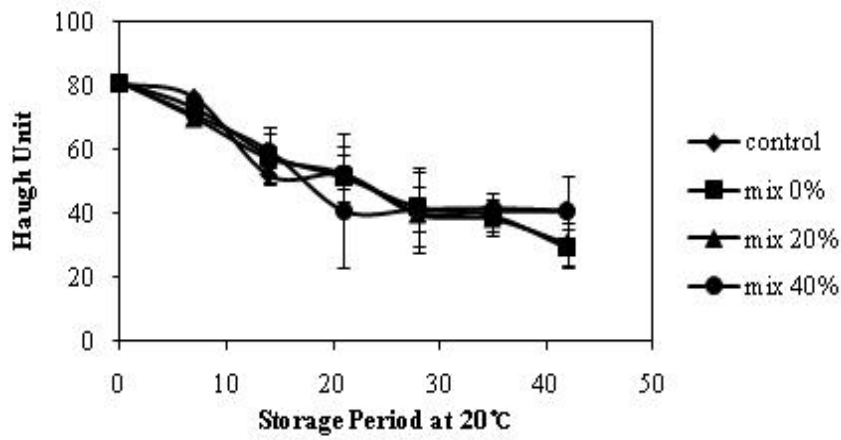
C.



D.



E.



F.

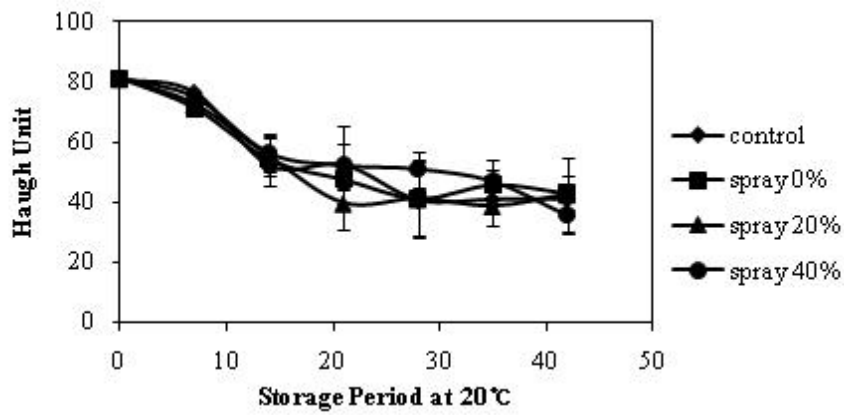


그림 32. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란을 5°C, 10°C 및 20°C에서 42일간 보관하였을 때 호우유니트의 변화

(5) 왕겨초액 함유 난좌에 저장한 계란의 기간별, 온도별 난각 두께의 변화

각 처리 온도(5℃, 10℃, 20℃)에서 처리구별로 무작위로 계란 10개를 지정한 후, 저장 기간에 따른 부위별 난각의 두께 변화를 살펴보았다. 계란을 선택하는 첫 번째 요인으로는 계란의 외관이며 특히 난각의 성상은 구매 선택에 많은 영향을 미친다. 일반적으로 계란의 외부를 이루고 있는 난각은 그 모양이 타원형이고 폭과 길이의 비는 3:4가 좋으며 침부와 둔부가 명확하여야 한다. 또한 난각질과 두께는 단단하고 매끈하며 균일하고 두꺼울수록 품질이 우수하다고 할 수 있다. 두께는 최소 0.33mm 이상이어야 고급 품질로 인정받을 수 있으며 이는 모계의 주령, 건강상태, 사료에 의한 영향 등에 따라 기인하기도 한다. 난각 두께가 기준에 미치지 못 하면 유통 중 깨지기 쉽고 외부환경에 노출되기 쉽기 때문에 계란의 품질을 유지하는데 많은 제한 요인을 갖게 된다. 왕겨초액 처리에 따른 저장 중 품질변화를 살펴보기 위해서 5℃, 10℃ 및 20℃에서 6주간 보관하였을 때, 침단부, 둔단부 및 중간부의 난각두께를 측정함으로써 다음 표 23과 같이 그 결과를 확인하였다. 침단부 난각두께의 변화는 대조구와 처리구의 구분없이 저장 기간이 경과함에 따라서 얇아지는 현상을 보이고 있었으며, 특히 저장온도 5℃에서 40% 농도 혼합처리구가 0% 농도 및 20% 농도 처리구 그리고 대조구에 비해 높은 결과를 보였다. 하지만 다른 온도처리구 및 농도처리구에서는 큰 결과를 보이지 않았다. 둔단부 난각두께도 저장기간이 경과함에 따라서 그리고 온도가 높은 저장구 일수록 얇아지는 경향을 보였으며 특히 10℃ 처리구에서는 20% 농도 혼합처리구에서 가장 양호한 결과를 보였음을 알 수 있었다. 20℃ 처리구에서는 혼합 및 분무처리구에서 대조구와 큰 차이를 보이지 않았다. 중간부 난각두께의 경우에서도 5℃ 저장 중 40% 농도 혼합처리구에서 가장 우수한 결과를 보였으며 분무처리구에서는 대조구와 큰 차이를 보이지 않거나 오히려 낮은 경향을 보였다. 또한 10℃ 및 20℃ 처리구에서도 혼합처리구 및 분무처리구의 농도별 변화가 대조구에 비해 큰 차이를 보이지 않았다.

표 23. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란의 기간 및 온도에 따른 침단부 난각두께 변화 (mm)

| Storage Temp. | Storage Period (day) | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
|---------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5℃ | Control | 0.455 | 0.408 | 0.378 | 0.382 | 0.415 | 0.380 | 0.392 |
| | Mix 0% ¹⁾ | 0.455 | 0.423 | 0.372 | 0.368 | 0.397 | 0.310 | 0.357 |
| | Mix 20% | 0.455 | 0.408 | 0.378 | 0.365 | 0.378 | 0.335 | 0.395 |
| | Mix 40% | 0.455 | 0.368 | 0.408 | 0.375 | 0.400 | 0.303 | 0.403 |
| | Spray 0% | 0.455 | 0.402 | 0.372 | 0.375 | 0.393 | 0.305 | 0.378 |
| | Spray 20% | 0.455 | 0.416 | 0.388 | 0.375 | 0.383 | 0.318 | 0.387 |
| | Spray 40% | 0.455 | 0.408 | 0.383 | 0.397 | 0.370 | 0.323 | 0.358 |
| 10℃ | Control | 0.455 | 0.403 | 0.387 | 0.383 | 0.415 | 0.357 | 0.390 |
| | Mix 0% | 0.455 | 0.417 | 0.415 | 0.387 | 0.402 | 0.352 | 0.382 |
| | Mix 20% | 0.455 | 0.408 | 0.388 | 0.358 | 0.383 | 0.355 | 0.395 |
| | Mix 40% | 0.455 | 0.427 | 0.470 | 0.347 | 0.372 | 0.358 | 0.380 |
| | Spray 0% | 0.455 | 0.420 | 0.412 | 0.360 | 0.388 | 0.363 | 0.408 |
| | Spray 20% | 0.455 | 0.417 | 0.413 | 0.363 | 0.412 | 0.360 | 0.350 |
| | Spray 40% | 0.455 | 0.433 | 0.423 | 0.337 | 0.372 | 0.362 | 0.380 |
| 20℃ | Control | 0.455 | 0.388 | 0.417 | 0.383 | 0.382 | 0.370 | 0.373 |
| | Mix 0% | 0.455 | 0.412 | 0.445 | 0.373 | 0.377 | 0.353 | 0.370 |
| | Mix 20% | 0.455 | 0.395 | 0.422 | 0.343 | 0.378 | 0.335 | 0.385 |
| | Mix 40% | 0.455 | 0.412 | 0.432 | 0.367 | 0.403 | 0.340 | 0.367 |
| | Spray 0% | 0.455 | 0.388 | 0.423 | 0.388 | 0.365 | 0.352 | 0.358 |
| | Spray 20% | 0.455 | 0.392 | 0.395 | 0.355 | 0.372 | 0.325 | 0.373 |
| | Spray 40% | 0.455 | 0.407 | 0.432 | 0.383 | 0.370 | 0.297 | 0.380 |

표 24. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란의 기간 및 온도에 따른 둔단부 난각두께 변화(mm)

| Storage Temp. | Storage Period (day) | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
|---------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5℃ | Control | 0.453 | 0.490 | 0.367 | 0.355 | 0.377 | 0.380 | 0.375 |
| | Mix 0% ¹⁾ | 0.453 | 0.397 | 0.358 | 0.345 | 0.368 | 0.317 | 0.340 |
| | Mix 20% | 0.453 | 0.408 | 0.345 | 0.333 | 0.355 | 0.305 | 0.377 |
| | Mix 40% | 0.453 | 0.372 | 0.365 | 0.350 | 0.365 | 0.275 | 0.380 |
| | Spray 0% | 0.453 | 0.370 | 0.365 | 0.348 | 0.368 | 0.303 | 0.352 |
| | Spray 20% | 0.453 | 0.393 | 0.382 | 0.358 | 0.362 | 0.298 | 0.337 |
| | Spray 40% | 0.453 | 0.387 | 0.352 | 0.398 | 0.367 | 0.320 | 0.367 |
| 10℃ | Control | 0.453 | 0.407 | 0.372 | 0.360 | 0.378 | 0.343 | 0.343 |
| | Mix 0% | 0.453 | 0.402 | 0.382 | 0.363 | 0.367 | 0.332 | 0.362 |
| | Mix 20% | 0.453 | 0.363 | 0.402 | 0.333 | 0.325 | 0.342 | 0.388 |
| | Mix 40% | 0.453 | 0.420 | 0.412 | 0.340 | 0.348 | 0.355 | 0.360 |
| | Spray 0% | 0.453 | 0.375 | 0.377 | 0.333 | 0.383 | 0.353 | 0.382 |
| | Spray 20% | 0.453 | 0.392 | 0.450 | 0.337 | 0.382 | 0.343 | 0.335 |
| | Spray 40% | 0.453 | 0.423 | 0.368 | 0.333 | 0.332 | 0.333 | 0.363 |
| 20℃ | Control | 0.453 | 0.395 | 0.388 | 0.342 | 0.353 | 0.333 | 0.360 |
| | Mix 0% | 0.453 | 0.403 | 0.400 | 0.353 | 0.348 | 0.312 | 0.355 |
| | Mix 20% | 0.453 | 0.365 | 0.398 | 0.337 | 0.348 | 0.323 | 0.397 |
| | Mix 40% | 0.453 | 0.368 | 0.405 | 0.343 | 0.375 | 0.315 | 0.347 |
| | Spray 0% | 0.453 | 0.365 | 0.413 | 0.345 | 0.348 | 0.338 | 0.352 |
| | Spray 20% | 0.453 | 0.377 | 0.383 | 0.328 | 0.330 | 0.310 | 0.383 |
| | Spray 40% | 0.453 | 0.375 | 0.398 | 0.348 | 0.330 | 0.265 | 0.353 |

표 25. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란의 기간 및 온도에 따른 중간부 난각두께 변화(mm)

| Storage Temp. | Storage Period (day) | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
|---------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5℃ | Control | 0.456 | 0.413 | 0.373 | 0.372 | 0.385 | 0.390 | 0.390 |
| | Mix 0% ¹⁾ | 0.456 | 0.412 | 0.385 | 0.353 | 0.372 | 0.315 | 0.368 |
| | Mix 20% | 0.456 | 0.408 | 0.352 | 0.343 | 0.358 | 0.320 | 0.383 |
| | Mix 40% | 0.456 | 0.378 | 0.393 | 0.358 | 0.368 | 0.298 | 0.398 |
| | Spray 0% | 0.456 | 0.385 | 0.367 | 0.372 | 0.375 | 0.308 | 0.375 |
| | Spray 20% | 0.456 | 0.402 | 0.388 | 0.377 | 0.382 | 0.288 | 0.373 |
| | Spray 40% | 0.456 | 0.388 | 0.380 | 0.390 | 0.370 | 0.335 | 0.355 |
| 10℃ | Control | 0.456 | 0.407 | 0.390 | 0.373 | 0.397 | 0.352 | 0.382 |
| | Mix 0% | 0.456 | 0.408 | 0.398 | 0.373 | 0.373 | 0.347 | 0.372 |
| | Mix 20% | 0.456 | 0.382 | 0.387 | 0.360 | 0.367 | 0.357 | 0.388 |
| | Mix 40% | 0.456 | 0.398 | 0.433 | 0.343 | 0.373 | 0.365 | 0.378 |
| | Spray 0% | 0.456 | 0.403 | 0.388 | 0.352 | 0.387 | 0.363 | 0.398 |
| | Spray 20% | 0.456 | 0.402 | 0.425 | 0.368 | 0.408 | 0.363 | 0.333 |
| | Spray 40% | 0.456 | 0.415 | 0.415 | 0.340 | 0.382 | 0.345 | 0.375 |
| 20℃ | Control | 0.456 | 0.408 | 0.407 | 0.357 | 0.383 | 0.370 | 0.370 |
| | Mix 0% | 0.456 | 0.410 | 0.417 | 0.358 | 0.375 | 0.348 | 0.365 |
| | Mix 20% | 0.456 | 0.387 | 0.423 | 0.373 | 0.373 | 0.312 | 0.425 |
| | Mix 40% | 0.456 | 0.417 | 0.412 | 0.363 | 0.387 | 0.343 | 0.343 |
| | Spray 0% | 0.456 | 0.392 | 0.413 | 0.377 | 0.358 | 0.370 | 0.353 |
| | Spray 20% | 0.456 | 0.385 | 0.390 | 0.352 | 0.360 | 0.335 | 0.360 |
| | Spray 40% | 0.456 | 0.383 | 0.418 | 0.360 | 0.372 | 0.300 | 0.357 |

(6) 왕겨초액 함유 난좌에 저장한 계란의 기간별, 온도별 난백과 난황의 pH 변화

각 처리 온도(5℃, 10℃, 20℃)에서 처리구별로 무작위로 계란 10개를 지정한 후, 저장 기간에 따른 난백과 난황의 pH 변화를 살펴보았다. 신선란 속에는 이산화탄소가 다량 포함되어 있는데, 산란직후부터 난각의 미세한 구멍을 통해 외부로 방출하게 된다. 산란 후 저장초기에는 다량 방출되다가 나중에는 서서히 방출하게 된다. 산란직후 pH는 7.5~7.6 사이를 나타내고 있으나 저장기간에 따라 이산화탄소의 증발에 의해 산란 1일만에 8.6~8.7 정도를 나타내고 10일째에 이르러서는 9.5~9.7까지 증가하게 된다. 이러한 이유는 계란 내부의 이산화탄소 가스가 세공을 통해 외부로 방출하면서 산성 탄산염(bicarbonate) 이온이 감소하고 탄산염(carbonate) 이온이 증가함으로써 단백질과 평형을 이루기 때문이다. pH는 온도가 높을수록 급히 증가하고 난황보다 난백에서 변화가 심하다. 이와 같이 온도가 높을수록 계란내의 이산화탄소가 난각을 통해 외부로 많이 방출하게 되며 따라서 급격한 pH의 저하가 이루어진다. 따라서 pH는 계란의 초기 신선도를 판단하기 좋은 품질자료인 것으로 판단된다. 아래 표 5에서 나타난 바와 같이 저장 초기에는 pH 9.11의 결과를 보였고 저장기간이 늘어나고 저장 온도가 증가할수록 pH가 높아지는 결과를 알 수 있었다. 대조구와 처리구사이의 관계를 볼 때 큰 차이를 나타내지는 않았으며 혼합 및 분무 처리구사이에서도 차이를 찾지 못 하였다. 이 때 초기 pH 값이 9.11을 나타낸 것은 계란의 유통 특성상 산란 직후 유통이 이루어지는 것이 아니라 검란 및 세척 포장 등의 단계를 거치기 때문인 것으로 판단되었다. 또한 표 6에서 나타난 바와 같이 난황의 pH 변화에 있어서도 초기 6.17의 값에서 저장기간이 늘어나고 저장온도가 증가하면서 난황 pH 값이 증가하였음을 알 수 있었다. 일부 저장 온도 및 저장 기간동안 처리구가 대조구에 비해 낮은 난황 pH 결과를 보이기는 하였으나 전체적으로 큰 차이를 발견할 수는 없었다.

표 26. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란 난백의 기간 및 온도에 따른 pH 변화

| Storage Temp. | Storage Period (day) | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
|---------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 5℃ | Control | 9.11 | 9.10 | 9.21 | 9.27 | 9.12 | 9.30 | 9.12 |
| | Mix 0% ¹⁾ | 9.11 | 9.14 | 9.23 | 9.27 | 9.17 | 9.29 | 9.13 |
| | Mix 20% | 9.11 | 9.12 | 9.22 | 9.26 | 9.13 | 9.32 | 9.09 |
| | Mix 40% | 9.11 | 9.09 | 9.24 | 9.32 | 9.16 | 9.31 | 9.13 |
| | Spray 0% | 9.11 | 9.04 | 9.23 | 9.31 | 9.17 | 9.30 | 9.14 |
| | Spray 20% | 9.11 | 9.22 | 9.52 | 9.33 | 9.14 | 9.33 | 9.12 |
| | Spray 40% | 9.11 | 9.40 | 9.25 | 9.29 | 9.16 | 9.30 | 9.13 |
| 10℃ | Control | 9.11 | 9.29 | 9.54 | 9.48 | 9.31 | 9.39 | 9.29 |
| | Mix 0% | 9.11 | 9.25 | 9.51 | 9.51 | 9.32 | 9.45 | 9.27 |
| | Mix 20% | 9.11 | 9.25 | 9.52 | 9.48 | 9.31 | 9.47 | 9.27 |
| | Mix 40% | 9.11 | 9.29 | 9.54 | 9.53 | 9.32 | 9.40 | 9.15 |
| | Spray 0% | 9.11 | 9.29 | 9.54 | 9.48 | 9.31 | 9.39 | 9.29 |
| | Spray 20% | 9.11 | 9.43 | 9.51 | 9.48 | 9.34 | 9.46 | 9.23 |
| | Spray 40% | 9.11 | 9.26 | 9.55 | 9.44 | 9.35 | 9.40 | 9.21 |
| 20℃ | Control | 9.11 | 9.29 | 9.49 | 9.59 | 9.50 | 9.55 | 9.32 |
| | Mix 0% | 9.11 | 9.27 | 9.59 | 9.59 | 9.48 | 9.54 | 9.31 |
| | Mix 20% | 9.11 | 9.43 | 9.67 | 9.61 | 9.52 | 9.59 | 9.35 |
| | Mix 40% | 9.11 | 9.37 | 9.65 | 9.56 | 9.51 | 9.60 | 9.26 |
| | Spray 0% | 9.11 | 9.42 | 9.68 | 9.62 | 9.51 | 9.57 | 9.35 |
| | Spray 20% | 9.11 | 9.40 | 9.65 | 9.62 | 9.44 | 9.62 | 9.28 |
| | Spray 40% | 9.11 | 9.12 | 9.68 | 9.61 | 9.49 | 9.58 | 9.30 |

표 27. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란 난황의 기간 및 온도에 따른 pH 변화

| Storage Temp. | Storage Period (day) | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
|---------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 5℃ | Control | 6.17 | 6.26 | 6.32 | 6.28 | 6.33 | 6.30 | 6.33 |
| | Mix 0% ¹⁾ | 6.17 | 6.30 | 6.37 | 6.51 | 6.37 | 6.33 | 6.24 |
| | Mix 20% | 6.17 | 6.21 | 6.56 | 6.35 | 6.31 | 6.47 | 6.46 |
| | Mix 40% | 6.17 | 6.37 | 6.49 | 6.24 | 6.50 | 6.42 | 6.41 |
| | Spray 0% | 6.17 | 6.18 | 6.21 | 6.33 | 6.31 | 6.41 | 6.37 |
| | Spray 20% | 6.17 | 6.32 | 6.30 | 6.34 | 6.43 | 6.40 | 6.35 |
| | Spray 40% | 6.17 | 6.17 | 6.27 | 6.25 | 6.30 | 6.47 | 6.33 |
| 10℃ | Control | 6.17 | 6.21 | 6.29 | 6.30 | 6.58 | 6.50 | 6.39 |
| | Mix 0% | 6.17 | 6.16 | 6.29 | 6.33 | 6.74 | 6.51 | 6.35 |
| | Mix 20% | 6.17 | 6.29 | 6.37 | 6.58 | 6.41 | 6.47 | 6.43 |
| | Mix 40% | 6.17 | 6.29 | 6.44 | 6.35 | 6.69 | 6.46 | 6.46 |
| | Spray 0% | 6.17 | 6.20 | 6.29 | 6.57 | 6.19 | 6.47 | 6.36 |
| | Spray 20% | 6.17 | 6.43 | 6.23 | 6.40 | 6.43 | 6.47 | 6.43 |
| | Spray 40% | 6.17 | 6.36 | 6.38 | 6.35 | 6.47 | 6.39 | 6.46 |
| 20℃ | Control | 6.17 | 6.23 | 6.34 | 6.59 | 6.54 | 6.60 | 6.62 |
| | Mix 0% | 6.17 | 6.12 | 6.34 | 6.62 | 6.52 | 6.45 | 6.59 |
| | Mix 20% | 6.17 | 6.43 | 6.48 | 6.58 | 6.42 | 6.51 | 6.56 |
| | Mix 40% | 6.17 | 6.12 | 6.45 | 6.62 | 6.67 | 6.50 | 6.62 |
| | Spray 0% | 6.17 | 6.20 | 6.39 | 6.45 | 6.47 | 6.57 | 6.53 |
| | Spray 20% | 6.17 | 6.30 | 6.57 | 6.57 | 6.52 | 6.69 | 6.71 |
| | Spray 40% | 6.17 | 6.20 | 6.41 | 6.36 | 6.46 | 6.48 | 6.55 |

(7) 왕겨초액 함유 난좌에 저장한 계란의 기간별, 온도별 난백과 난황의 색도 변화

각 처리 온도(5, 10, 20)에서 처리구별로 무작위로 계란 10개를 지정한 후, 저장 기간에 따른 난백과 난황의 색도 변화를 살펴보았다. 일반적으로 난백의 품질은 난백의 굳기, 응집성 등을 기준으로 하고, 색깔에는 큰 의미를 두지 않는 것으로 알려져 있다. 하지만, 건강하지 못한 계란 난백은 저장기간이 증가함에 따라 혈반의 생성, 이산화탄소 영향에 의한 혼탁성이 증가하게 되는 경향이 있다. 또한, 난황 품질의 경우, 고유 색깔, 모양 그리고 난황막의 강도로 평가하게 된다. 난황색의 판단은 할란 이후에만 평가할 수 있고 또한 난황의 색은 소비자의 기호도, 섭취하는 사료의 성분배합비 등에 따라 영향을 받기 때문에 일정한 품질지표로 삼기 어려운 점이 있다. 하지만 저장중의 품질변화와 상관되어 판단되는 색깔의 변화는 온도 및 기간 등 외부 환경에도 본래의 색을 유지할 수 있을 정도로 건강한 계란인 것으로 평가될 수 있다. 표 28에서 나타난 바와 같이 난백의 명도(L 값)은 저장초기에 비해 점차 증가하다가 감소하는 경향을 보였으며 저장 온도에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다. 또한 대조구와 왕겨초액 처리구사이에서도 큰 차이가 없었다. 또한 난백의 적색도(a 값)는 저장기간이 늘어날수록 증가하는 경향을 보였으며 온도별 처리구에서는 20℃ 처리구에서 왕겨초액 처리구가 대조구에 비해 적색도가 더 증가하는 것으로 나타났다. 난백의 황색도(b 값)에서 저장기간이 감소하는 경향을 보였으며 이는 20℃ 처리구에서 5℃ 처리구보다 더 많은 변화를 보였다. 한편 대조구에 비해서 혼합 및 분무 처리구에서는 변화의 경향을 보이지 않았다. 난황의 명도변화는 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며 온도에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다. 한편 혼합처리구와 분무처리구에서도 저장기간 및 온도차이에 대한 큰 차이를 보이지 않았다. 난황의 적색도 변화는 저장기간이 늘어날수록 점차 감소하는 경향을 보였으며, 높은 온도일수록 그 감소의 폭이 크다는 것을 알 수 있었다. 또한 대조구와 왕겨초액 처리구의 차이에서도 혼합 및 분무 등 처리방법과는 관계없이 점차 적색도가 감소하는 것으로 나타났다. 난황의 황색도는 품질에 영향을 미치는 중요한 요인으로서 저장기간이 증가할수록 상승하는 것으로 나타났고, 저장온도가 높을수록 증가폭도 커졌다. 이는 저장 중 난황내부의 수분이 외부로 배출되면서 난황이 갖고 있는 고유의 황색 성분인 크산토폰(xanthophyll)의 농도가 진해졌기 때문일 것으로 판단되었다.

표 28. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란의 기간 및 온도에 따른 난백의 명도(L 값) 변화

| Storage Temp. | Storage Period (day) | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
|---------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5℃ | Control | 75.25 | 74.87 | 77.14 | 79.88 | 76.35 | 74.69 | 73.89 |
| | Mix 0% ¹⁾ | 75.25 | 75.14 | 78.02 | 77.52 | 75.09 | 74.91 | 74.46 |
| | Mix 20% | 75.25 | 75.62 | 76.93 | 79.14 | 76.88 | 77.00 | 73.74 |
| | Mix 40% | 75.25 | 77.61 | 78.39 | 81.14 | 76.14 | 74.88 | 73.33 |
| | Spray 0% | 75.25 | 78.36 | 76.84 | 81.03 | 76.22 | 76.78 | 74.81 |
| | Spray 20% | 75.25 | 78.32 | 78.36 | 79.62 | 75.23 | 77.38 | 75.02 |
| | Spray 40% | 75.25 | 76.55 | 77.22 | 80.67 | 77.44 | 74.44 | 76.56 |
| 10℃ | Control | 75.25 | 78.83 | 77.68 | 82.14 | 76.57 | 73.47 | 75.63 |
| | Mix 0% | 75.25 | 70.29 | 78.00 | 80.68 | 76.32 | 75.68 | 75.82 |
| | Mix 20% | 75.25 | 78.96 | 77.41 | 81.55 | 76.16 | 77.66 | 76.02 |
| | Mix 40% | 75.25 | 77.87 | 78.83 | 82.30 | 77.30 | 75.00 | 77.06 |
| | Spray 0% | 75.25 | | 78.30 | 81.94 | 76.48 | 75.21 | 74.41 |
| | Spray 20% | 75.25 | 77.19 | 78.02 | 81.32 | 78.44 | 76.12 | 75.59 |
| | Spray 40% | 75.25 | 79.40 | 79.34 | 82.65 | 75.48 | 76.38 | 74.73 |
| 20℃ | Control | 75.25 | 79.61 | 76.17 | 77.52 | 76.36 | 77.55 | 74.65 |
| | Mix 0% | 75.25 | 78.53 | 75.21 | 78.36 | 76.96 | 75.92 | 76.41 |
| | Mix 20% | 75.25 | 78.19 | 78.59 | 78.30 | 78.85 | 78.36 | 74.54 |
| | Mix 40% | 75.25 | 81.56 | 77.83 | 79.35 | 77.30 | 76.05 | 75.01 |
| | Spray 0% | 75.25 | 78.60 | 78.58 | 78.10 | 75.90 | 76.21 | 76.31 |
| | Spray 20% | 75.25 | 78.84 | 76.79 | 79.44 | 76.11 | 77.09 | 75.32 |
| | Spray 40% | 75.25 | 79.09 | 76.76 | 78.81 | 76.11 | 75.77 | 74.30 |

표 29. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란의 기간 및 온도에 따른 난백의 적색도(a 값) 변화

| Storage Temp. | Storage Period (day) | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
|---------------|----------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 5℃ | Control | -4.16 | -4.24 | -3.57 | -3.20 | -2.83 | -3.12 | -3.74 |
| | Mix 0% ¹⁾ | -4.16 | -3.92 | -2.83 | -3.52 | -3.38 | -3.23 | -3.20 |
| | Mix 20% | -4.16 | -3.66 | -2.97 | -3.27 | -3.17 | -1.81 | -2.65 |
| | Mix 40% | -4.16 | -3.13 | -2.59 | -2.703 | -3.17 | -2.81 | -3.27 |
| | Spray 0% | -4.16 | -2.83 | -3.50 | -2.44 | -3.09 | -2.06 | -2.36 |
| | Spray 20% | -4.16 | -3.46 | -2.59 | -3.25 | -4.00 | -1.99 | -2.62 |
| | Spray 40% | -4.16 | -4.53 | -3.44 | -2.83 | -3.01 | -2.06 | -1.69 |
| 10℃ | Control | -4.16 | -2.88 | -3.42 | -2.73 | -2.29 | -3.21 | -1.87 |
| | Mix 0% | -4.16 | -3.35 | -3.48 | -3.16 | -3.25 | -2.02 | -2.73 |
| | Mix 20% | -4.16 | -2.76 | -3.38 | -2.72 | -3.59 | -1.23 | -2.39 |
| | Mix 40% | -4.16 | -3.44 | -2.14 | -2.22 | -2.75 | -2.81 | -1.56 |
| | Spray 0% | -4.16 | -2.63 | -3.18 | -2.76 | -3.29 | -3.06 | -2.66 |
| | Spray 20% | -4.16 | -4.27 | -2.85 | -2.80 | -2.56 | -2.28 | -2.45 |
| | Spray 40% | -4.16 | -2.88 | -2.63 | -2.13 | -3.29 | -1.97 | -3.11 |
| 20℃ | Control | -4.16 | -2.63 | -3.64 | -3.93 | -3.53 | -1.58 | -3.07 |
| | Mix 0% | -4.16 | -2.85 | -4.46 | -4.28 | -3.33 | -2.34 | -2.52 |
| | Mix 20% | -4.16 | -2.28 | -3.10 | -4.74 | -2.67 | -1.31 | -3.41 |
| | Mix 40% | -4.16 | -1.74 | -3.46 | -3.54 | -3.51 | -2.49 | -3.80 |
| | Spray 0% | -4.16 | -2.89 | -3.82 | -4.19 | -4.01 | -2.25 | -2.19 |
| | Spray 20% | -4.16 | -3.50 | -3.20 | -3.61 | -3.34 | -1.95 | -3.23 |
| | Spray 40% | -4.16 | -2.99 | -3.42 | -3.74 | -3.91 | -2.24 | -3.30 |

표 30. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란의 기간 및 온도에 따른 난백의 황색도(b 값) 변화

| Storage Temp. | Storage Period (day) | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
|---------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5℃ | Control | 12.75 | 14.09 | 11.48 | 9.68 | 9.43 | 11.78 | 13.59 |
| | Mix 0% ¹⁾ | 12.74 | 12.97 | 9.42 | 10.62 | 11.20 | 11.92 | 11.77 |
| | Mix 20% | 12.74 | 12.23 | 9.68 | 10.12 | 10.51 | 7.50 | 10.47 |
| | Mix 40% | 12.74 | 9.89 | 8.59 | 7.75 | 10.30 | 10.90 | 12.29 |
| | Spray 0% | 12.74 | 8.94 | 11.63 | 6.96 | 10.21 | 8.30 | 9.59 |
| | Spray 20% | 12.74 | 10.69 | 8.47 | 9.72 | 13.44 | 7.97 | 9.89 |
| | Spray 40% | 12.74 | 14.16 | 11.05 | 8.31 | 9.78 | 8.75 | 7.05 |
| 10℃ | Control | 12.74 | 8.86 | 11.11 | 7.08 | 10.73 | 12.10 | 7.63 |
| | Mix 0% | 12.74 | 10.47 | 11.23 | 9.50 | 10.61 | 8.02 | 10.38 |
| | Mix 20% | 12.74 | 8.52 | 10.56 | 7.75 | 11.55 | 5.62 | 9.20 |
| | Mix 40% | 12.74 | 10.57 | 6.90 | 6.18 | 8.94 | 10.57 | 6.57 |
| | Spray 0% | 12.74 | 10.47 | 10.23 | 7.89 | 10.62 | 11.39 | 10.18 |
| | Spray 20% | 12.74 | 13.25 | 9.22 | 8.22 | 8.45 | 8.85 | 9.63 |
| | Spray 40% | 12.74 | 8.80 | 8.49 | 5.82 | 10.97 | 7.85 | 11.67 |
| 20℃ | Control | 12.74 | 7.96 | 11.73 | 12.41 | 11.64 | 6.69 | 12.01 |
| | Mix 0% | 12.74 | 9.16 | 14.64 | 13.23 | 11.02 | 9.26 | 10.01 |
| | Mix 20% | 12.74 | 7.62 | 10.00 | 14.67 | 8.48 | 5.98 | 13.03 |
| | Mix 40% | 12.74 | 5.15 | 11.23 | 10.93 | 11.36 | 9.68 | 14.34 |
| | Spray 0% | 12.74 | 8.83 | 12.35 | 12.74 | 12.99 | 8.73 | 9.09 |
| | Spray 20% | 12.74 | 10.68 | 9.88 | 10.87 | 11.10 | 7.99 | 12.19 |
| | Spray 40% | 12.74 | 9.01 | 10.91 | 11.42 | 12.54 | 9.17 | 13.25 |

표 31. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란의 기간 및 온도에 따른 난황의 백색도(L 값) 변화

| Storage Temp. | Storage Period (day) | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
|---------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5℃ | Control | 70.00 | 68.20 | 67.04 | 69.19 | 68.58 | 68.27 | 67.99 |
| | Mix 0% ¹⁾ | 70.00 | 67.36 | 68.66 | 69.97 | 66.78 | 68.34 | 68.04 |
| | Mix 20% | 70.00 | 69.41 | 69.04 | 69.38 | 68.81 | 67.90 | 69.20 |
| | Mix 40% | 70.00 | 70.35 | 69.23 | 70.80 | 67.71 | 68.99 | 67.10 |
| | Spray 0% | 70.00 | 76.88 | 68.81 | 70.56 | 68.36 | 68.15 | 67.95 |
| | Spray 20% | 70.00 | 68.11 | 69.12 | 70.41 | 68.68 | 68.58 | 66.20 |
| | Spray 40% | 70.00 | 70.74 | 68.97 | 70.38 | 69.62 | 69.17 | 68.23 |
| 10℃ | Control | 70.00 | 68.47 | 68.50 | 71.06 | 68.25 | 68.74 | 65.91 |
| | Mix 0% | 70.00 | 78.40 | 67.87 | 68.78 | 69.31 | 66.85 | 68.78 |
| | Mix 20% | 70.00 | 69.79 | 68.36 | 70.14 | 68.38 | 68.41 | 69.40 |
| | Mix 40% | 70.00 | 69.62 | 67.68 | 68.75 | 69.12 | 66.85 | 67.95 |
| | Spray 0% | 70.00 | | 69.84 | 69.61 | 69.04 | 68.38 | 66.91 |
| | Spray 20% | 70.00 | 68.84 | 68.44 | 70.11 | 69.83 | 68.60 | 67.39 |
| | Spray 40% | 70.00 | 69.67 | 68.68 | 71.15 | 70.19 | 68.32 | 68.68 |
| 20℃ | Control | 70.00 | 70.59 | 70.61 | 70.65 | 70.22 | 69.28 | 69.27 |
| | Mix 0% | 70.00 | 70.11 | 69.91 | 70.14 | 70.80 | 68.26 | 68.86 |
| | Mix 20% | 70.00 | 68.97 | 69.58 | 70.57 | 69.58 | 68.64 | 68.93 |
| | Mix 40% | 70.00 | 69.65 | 70.32 | 70.29 | 71.71 | 68.82 | 68.57 |
| | Spray 0% | 70.00 | 70.32 | 70.92 | 71.65 | 70.15 | 68.35 | 67.83 |
| | Spray 20% | 70.00 | 69.86 | 68.92 | 71.91 | 71.19 | 67.48 | 67.13 |
| | Spray 40% | 70.00 | 69.46 | 70.45 | 71.24 | 70.56 | 69.10 | 67.85 |

표 32. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란의 기간 및 온도에 따른 난황의 적색도(a 값) 변화

| Storage Temp. | Storage Period (day) | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
|---------------|----------------------|------|-------|------|------|-------|------|-------|
| 5℃ | Control | 3.75 | 3.26 | 4.10 | 3.39 | 2.72 | 2.00 | 3.36 |
| | Mix 0% ¹⁾ | 3.75 | 4.69 | 2.13 | 2.95 | 5.18 | 2.33 | 2.80 |
| | Mix 20% | 3.75 | 1.88 | 2.38 | 2.13 | 3.97 | 2.46 | 0.79 |
| | Mix 40% | 3.75 | 3.23 | 2.63 | 0.81 | 5.39 | 1.53 | 3.45 |
| | Spray 0% | 3.75 | 2.08 | 3.41 | 2.31 | 2.88 | 3.19 | 3.76 |
| | Spray 20% | 3.75 | 4.87 | 3.53 | 1.14 | 2.66 | 1.83 | 2.51 |
| | Spray 40% | 3.75 | 1.16 | 3.25 | 1.83 | 2.22 | 0.83 | 0.79 |
| 10℃ | Control | 3.75 | 4.40 | 3.60 | 1.45 | 2.81 | 2.52 | 1.64 |
| | Mix 0% | 3.75 | -3.35 | 4.81 | 4.52 | 0.77 | 2.65 | 0.23 |
| | Mix 20% | 3.75 | 2.12 | 4.48 | 1.79 | 2.33 | 1.66 | 0.87 |
| | Mix 40% | 3.75 | 3.30 | 5.21 | 2.68 | 1.92 | 3.67 | 2.93 |
| | Spray 0% | 3.75 | | 0.72 | 3.31 | 1.82 | 2.19 | 0.18 |
| | Spray 20% | 3.75 | 3.83 | 4.41 | 3.60 | 2.58 | 1.55 | -0.17 |
| | Spray 40% | 3.75 | 1.99 | 4.60 | 3.38 | 0.45 | 1.91 | 1.81 |
| 20℃ | Control | 3.75 | 1.54 | 2.28 | 2.09 | 0.37 | 1.41 | 0.47 |
| | Mix 0% | 3.75 | 2.82 | 2.21 | 3.95 | -0.27 | 2.73 | 1.68 |
| | Mix 20% | 3.75 | 3.19 | 4.09 | 2.09 | 1.35 | 0.81 | 1.70 |
| | Mix 40% | 3.75 | 2.61 | 1.66 | 2.48 | -0.17 | 2.52 | 1.71 |
| | Spray 0% | 3.75 | 2.01 | 1.48 | 0.94 | 0.42 | 2.82 | 1.96 |
| | Spray 20% | 3.75 | 2.35 | 3.61 | 0.61 | -1.74 | 3.42 | 2.22 |
| | Spray 40% | 3.75 | 3.07 | 2.32 | 1.46 | 0.05 | 0.64 | -0.05 |

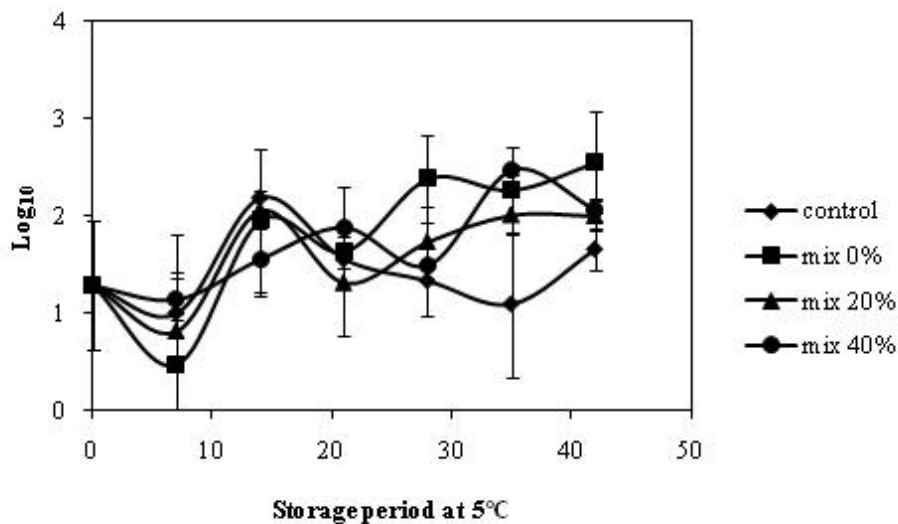
표 33. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란의 기간 및 온도에 따른 난황의 황색도(b 값) 변화

| Storage Temp. | Storage Period (day) | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
|---------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5℃ | Control | 39.17 | 42.61 | 42.28 | 42.35 | 40.56 | 41.86 | 42.58 |
| | Mix 0% ¹⁾ | 39.17 | 40.84 | 42.94 | 40.61 | 41.29 | 42.86 | 42.49 |
| | Mix 20% | 39.17 | 43.52 | 43.32 | 41.87 | 43.01 | 41.65 | 42.51 |
| | Mix 40% | 39.17 | 43.34 | 43.23 | 43.74 | 41.74 | 42.78 | 42.03 |
| | Spray 0% | 39.17 | 33.45 | 43.50 | 40.78 | 41.07 | 42.34 | 42.63 |
| | Spray 20% | 39.17 | 42.22 | 43.97 | 43.14 | 41.97 | 42.28 | 41.45 |
| | Spray 40% | 39.17 | 44.02 | 43.10 | 42.40 | 43.84 | 42.63 | 41.89 |
| 10℃ | Control | 39.17 | 42.72 | 42.85 | 41.39 | 42.10 | 42.53 | 40.62 |
| | Mix 0% | 39.17 | 43.00 | 42.54 | 42.67 | 42.99 | 41.17 | 42.57 |
| | Mix 20% | 39.17 | 43.03 | 42.87 | 41.96 | 42.66 | 41.78 | 43.14 |
| | Mix 40% | 39.17 | 43.50 | 41.57 | 40.21 | 43.49 | 41.08 | 42.45 |
| | Spray 0% | 39.17 | 43.00 | 42.17 | 42.64 | 42.95 | 42.53 | 41.44 |
| | Spray 20% | 39.17 | 43.01 | 42.54 | 43.07 | 42.22 | 42.57 | 41.35 |
| | Spray 40% | 39.17 | 43.81 | 43.48 | 40.87 | 43.91 | 42.01 | 42.95 |
| 20℃ | Control | 39.17 | 43.52 | 44.54 | 43.12 | 43.71 | 42.35 | 42.70 |
| | Mix 0% | 39.17 | 43.59 | 42.13 | 43.97 | 43.84 | 41.70 | 42.15 |
| | Mix 20% | 39.17 | 42.85 | 43.38 | 44.01 | 43.29 | 41.38 | 42.84 |
| | Mix 40% | 39.17 | 43.62 | 43.80 | 44.06 | 43.34 | 42.09 | 42.63 |
| | Spray 0% | 39.17 | 43.85 | 44.16 | 44.14 | 43.40 | 41.54 | 41.97 |
| | Spray 20% | 39.17 | 42.86 | 42.50 | 44.71 | 43.42 | 41.87 | 41.24 |
| | Spray 40% | 39.17 | 43.59 | 44.27 | 44.29 | 43.42 | 42.41 | 41.29 |

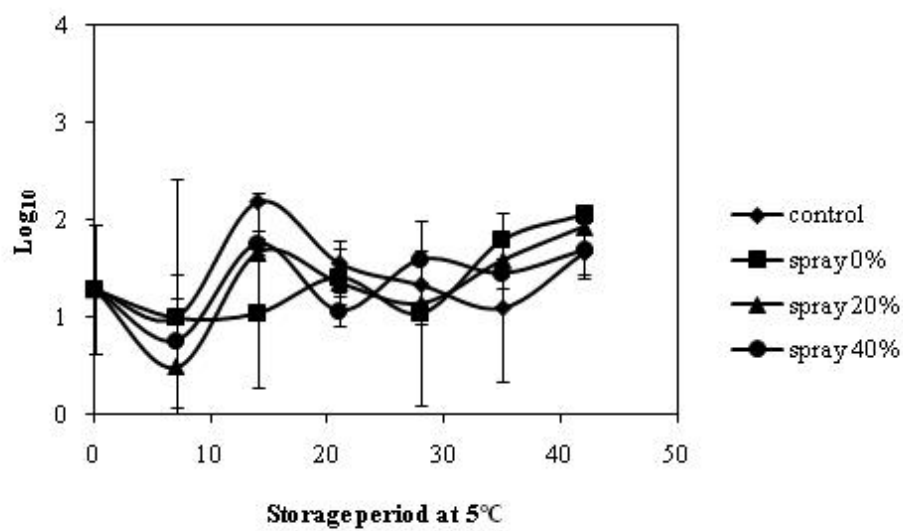
(8) 왕겨초액 함유 난좌에 저장한 계란의 기간별, 온도별 난백과 난황의 총균수 변화

각 처리 온도(5°C, 10°C, 20°C)에서 처리구별로 무작위로 계란 10개를 지정한 후, 저장 기간에 따른 계란의 총균수 변화를 살펴보았다. 계란은 구조적으로 외부 미생물을 억제하는 기능을 갖고 있다. 특히 난각의 큐티클 구조는 내부에서 외부로 수분을 방출할 수 있으나 외부에서 내부로 미생물 등이 침투하지 못 하게 하는 기능을 갖고 있다. 계란 난백에는 미생물 억제 및 항균효과가 있는 리소짐 등 유용한 물질이 존재하고 있을 뿐 아니라 또한 미생물의 생육에 필요한 물질을 차단하여 간접적으로 성장억제에 관여하는 단백질이 포함되어 있다. 전반적으로 저장기간이 늘어날수록 저장온도 또는 처리구의 농도와 관계없이 총균수는 증가하였다. 하지만, 저장 온도가 증가할수록 총균수의 증가속도는 비례하여 증가해야 하나 본 시험결과에서는 20°C 처리구의 총균수가 10°C 처리구보다 오히려 일부 구간에서 적게 나타났음을 알 수 있었다. 이는 왕겨추출 초액의 영향일 것으로 판단된다. 또한 처리구 농도에 따른 차이에 있어서도 혼합처리구 및 분무처리구에서 농도가 높을수록 그리고 저장온도가 높을 수록 총균수의 변화에 더욱 안정적이었음을 알 수 있었다. 따라서 왕겨추출 초액을 첨가한 난좌를 계란의 저장에 이용하는 경우, 총균수 증가에 대한 억제 효과가 있을 것으로 판단된다.

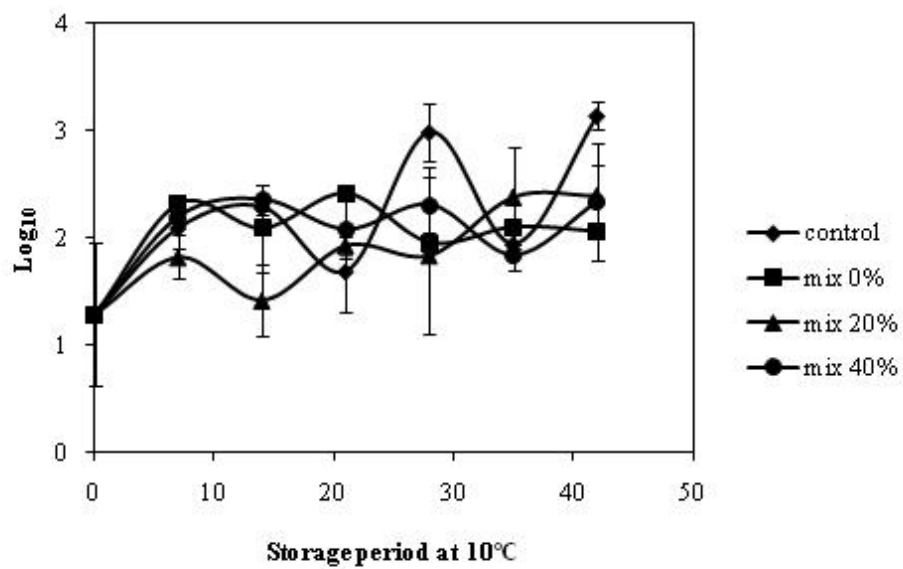
A.



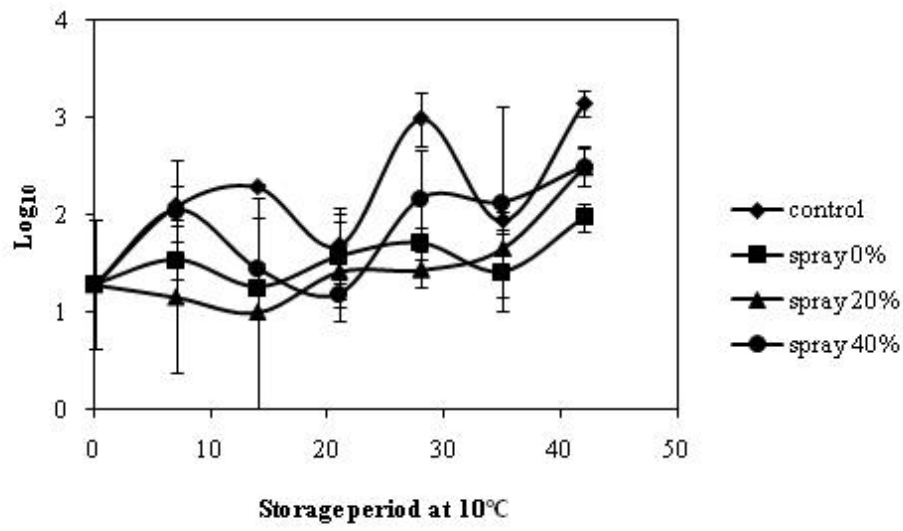
B.



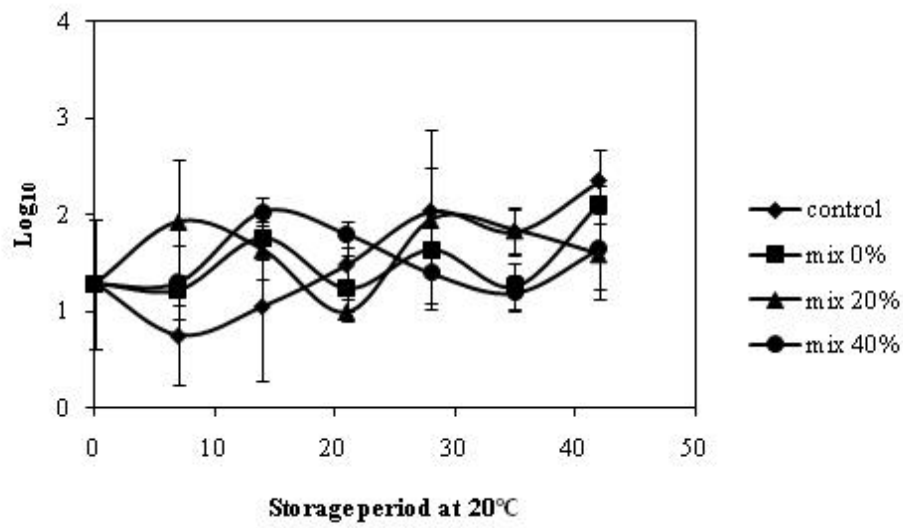
C.



D.



E.



F.

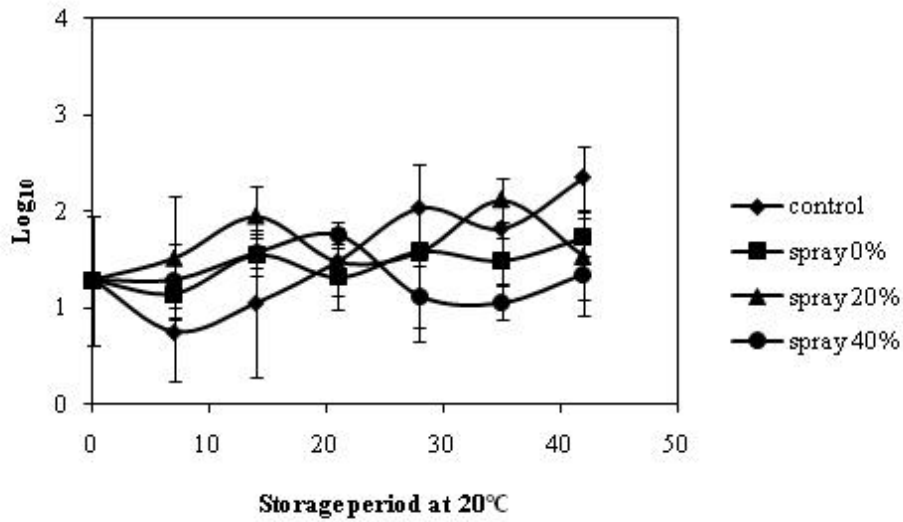


그림 33. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란을 5°C, 10°C 및 20°C에서 42일간 보관하였을 때 총균수의 변화

(9) 왕겨초액 함유 난좌에 저장한 계란의 기간별, 온도별 비중 변화

각 처리 온도(5°C, 10°C, 20°C)에서 처리구별로 무작위로 계란 10개를 지정한 후, 저장 기간에 따른 계란의 비중 변화를 살펴보았다. 저장기간이 증가할수록 비중은 점차 감소하였으며, 저장 온도에서도 5°C 처리구에 비해 20°C 처리구에서 더욱 빨리 비중이 감소하는 것으로 나타났다. 한편 왕겨추출 처리구의 경우, 대조구에 비해 저장중 품질변화가 보다 안정적이었으나 저장 20일이 경과한 이후에는 대조구와 처리구, 또한 혼합 및 분무처리구 사이의 차이는 없는 것으로 나타났다

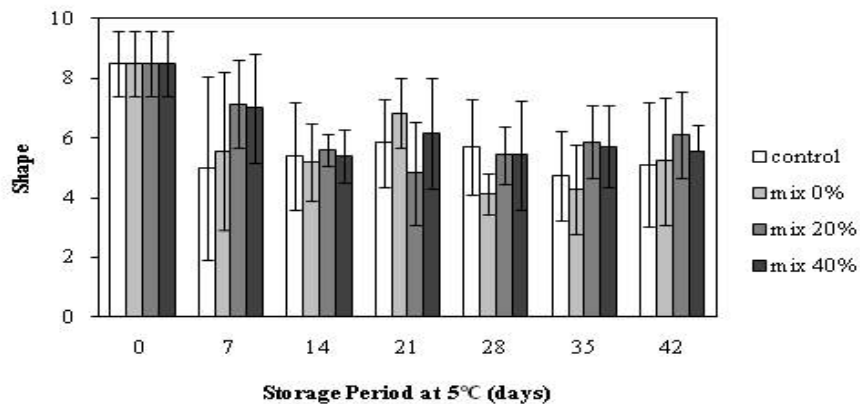
표 34. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란의 기간 및 온도에 따른 비중 변화

| Storage Temp. | Storage Period (day) | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
|---------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5℃ | Control | 1.078 | 1.075 | 1.067 | 1.074 | 1.065 | 1.065 | 1.060 |
| | Mix 0% ¹⁾ | 1.078 | 1.077 | 1.072 | 1.075 | 1.063 | 1.063 | 1.064 |
| | Mix 20% | 1.078 | 1.080 | 1.070 | 1.073 | 1.067 | 1.067 | 1.069 |
| | Mix 40% | 1.078 | 1.077 | 1.073 | 1.069 | 1.060 | 1.068 | 1.06 |
| | Spray 0% | 1.078 | 1.074 | 1.067 | 1.068 | 1.067 | 1.062 | 1.064 |
| | Spray 20% | 1.078 | 1.080 | 1.075 | 1.073 | 1.064 | 1.060 | 1.064 |
| | Spray 40% | 1.078 | 1.079 | 1.071 | 1.075 | 1.060 | 1.065 | 1.060 |
| 10℃ | Control | 1.078 | 1.063 | 1.064 | 1.059 | 1.058 | 1.058 | 1.058 |
| | Mix 0% | 1.078 | 1.073 | 1.059 | 1.058 | 1.058 | 1.058 | 1.058 |
| | Mix 20% | 1.078 | 1.068 | 1.062 | 1.060 | 1.058 | 1.058 | 1.058 |
| | Mix 40% | 1.078 | 1.070 | 1.067 | 1.058 | 1.058 | 1.058 | 1.058 |
| | Spray 0% | 1.078 | 1.077 | 1.063 | 1.059 | 1.058 | 1.058 | 1.058 |
| | Spray 20% | 1.078 | 1.067 | 1.060 | 1.059 | 1.058 | 1.058 | 1.058 |
| | Spray 40% | 1.078 | 1.065 | 1.060 | 1.058 | 1.058 | 1.058 | 1.058 |
| 20℃ | Control | 1.078 | 1.075 | 1.060 | 1.058 | 1.058 | 1.058 | 1.058 |
| | Mix 0% | 1.078 | 1.075 | 1.060 | 1.058 | 1.058 | 1.058 | 1.058 |
| | Mix 20% | 1.078 | 1.063 | 1.059 | 1.058 | 1.058 | 1.058 | 1.058 |
| | Mix 40% | 1.078 | 1.060 | 1.058 | 1.058 | 1.058 | 1.058 | 1.058 |
| | Spray 0% | 1.078 | 1.063 | 1.059 | 1.058 | 1.058 | 1.058 | 1.058 |
| | Spray 20% | 1.078 | 1.073 | 1.059 | 1.058 | 1.058 | 1.058 | 1.058 |
| | Spray 40% | 1.078 | 1.063 | 1.058 | 1.058 | 1.058 | 1.058 | 1.058 |

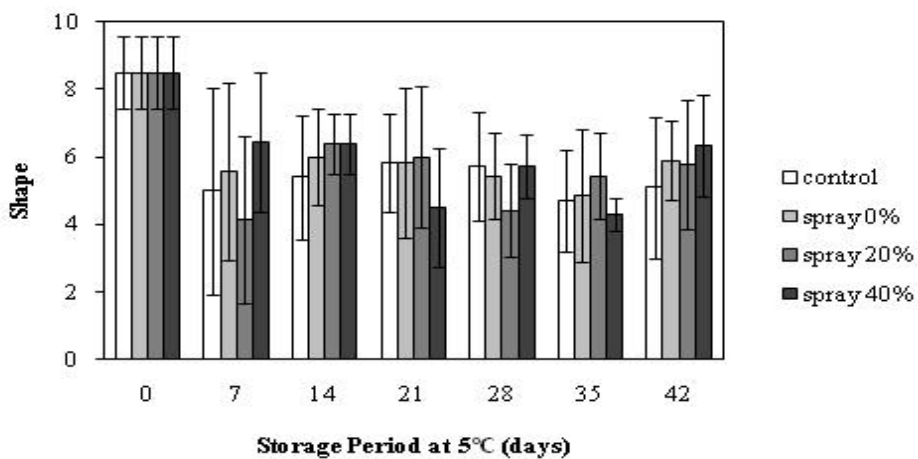
(10) 왕겨초액 함유 난좌에 저장한 계란의 기간별, 온도별 관능검사 결과의 변화

각 처리 온도(5°C, 10°C, 20°C)에서 처리구별로 무작위로 계란 10개를 지정한 후, 저장 기간에 따른 계란의 관능적 변화를 살펴보았다. 각 시료의 모양, 퍼짐성에 대한 탄력도, 냄새 및 전반적인 기호도에 대한 평가를 수행한 결과, 저장기간이 증가하고 온도가 높을수록 관능적 품질은 낮게 평가되었다. 하지만 5°C 저장 시험에서 시간이 증가할수록 대조구보다 처리구의 관능적 평가가 우수한 것으로 나타났으며 혼합처리구와 분무처리구 사이에는 큰 차이가 없었다. 하지만 10°C 처리구에서는 오히려 처리구가 대조구에 비해 낮은 평가를 보였다. 또한 퍼짐성 정도에서 보관온도와 관계없이 저장기간이 증가하면서 기호도는 떨어지는 것으로 평가되었다. 냄새항목에서도 저장기간이 증가하고 저장온도가 높을수록 기호도는 떨어졌으나, 대조구에 비해서 처리구가 혼합 및 분무처리와 관계없이 보다 높은 점수를 확보하였다. 종합적 기호도에서도 마찬가지로 저장기간이 증가하고 저장온도가 높을수록 기호도는 떨어졌으며 분무처리구를 제외하고 나머지 처리구에서 대조구에 비해 전반적으로 높은 평가를 얻는 것으로 판단되었다.

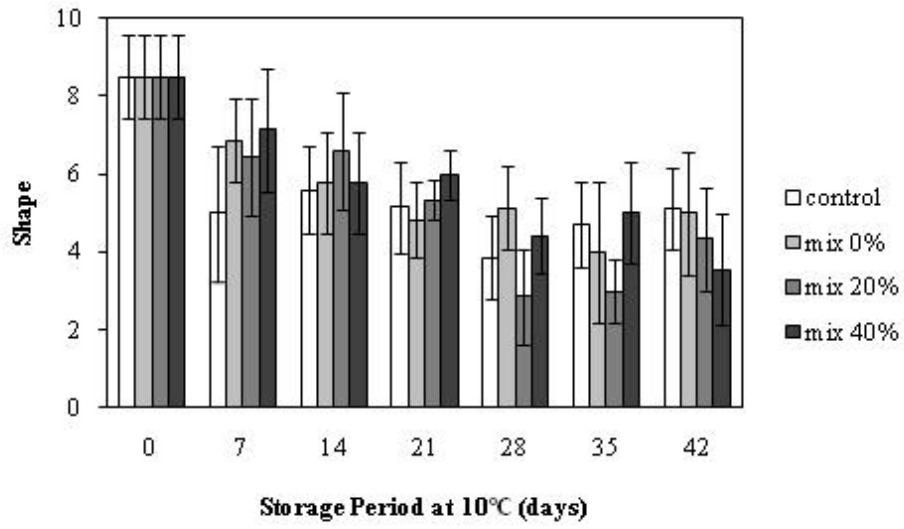
A.



B.



C.



D.

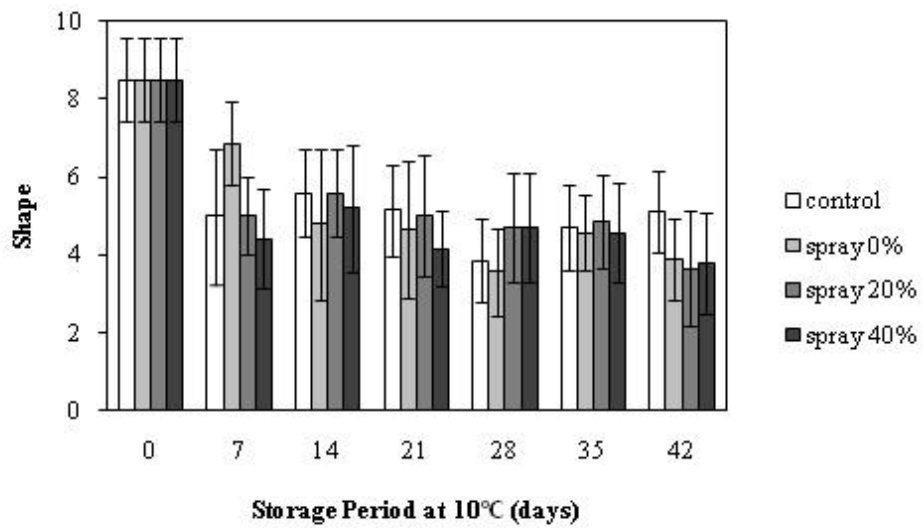
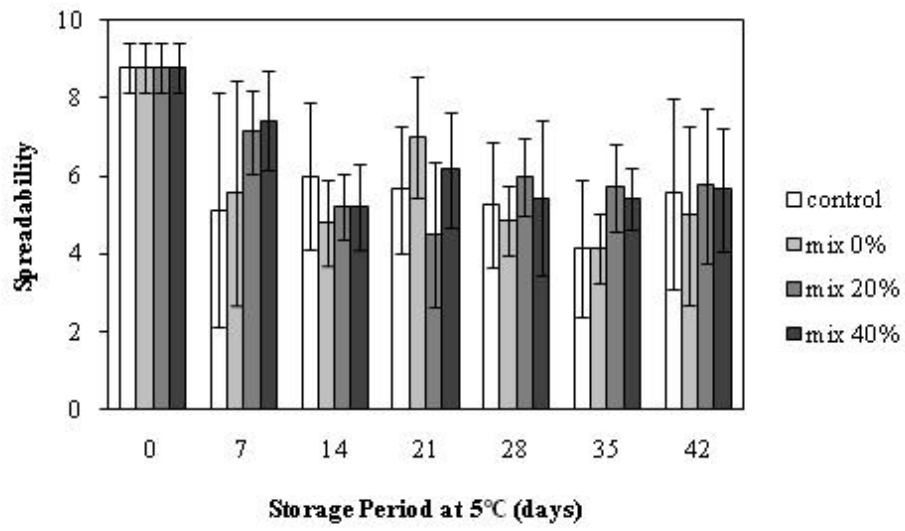
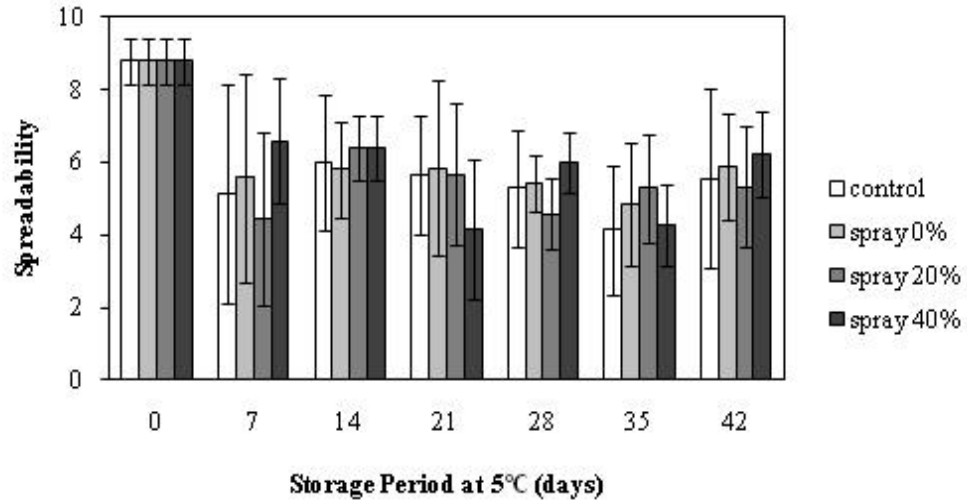


그림34. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란을 5°C, 10°C 및 20°C에서 42일간 보관하였을 때 관능검사(모양)의 변화

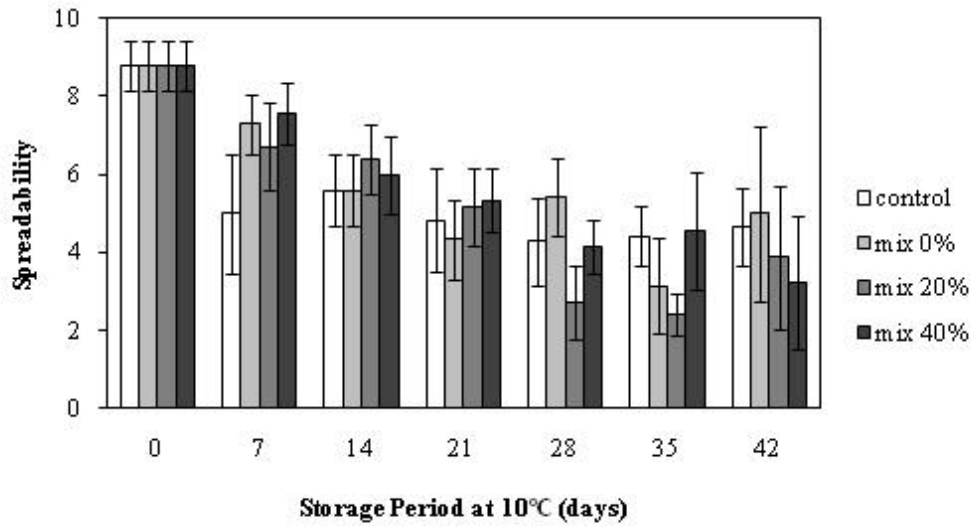
A.



B.



C.



D

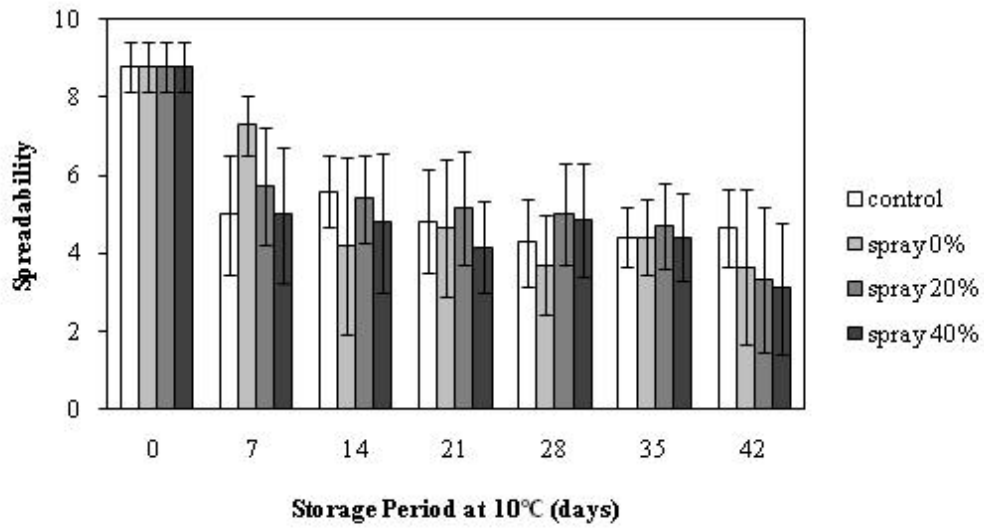
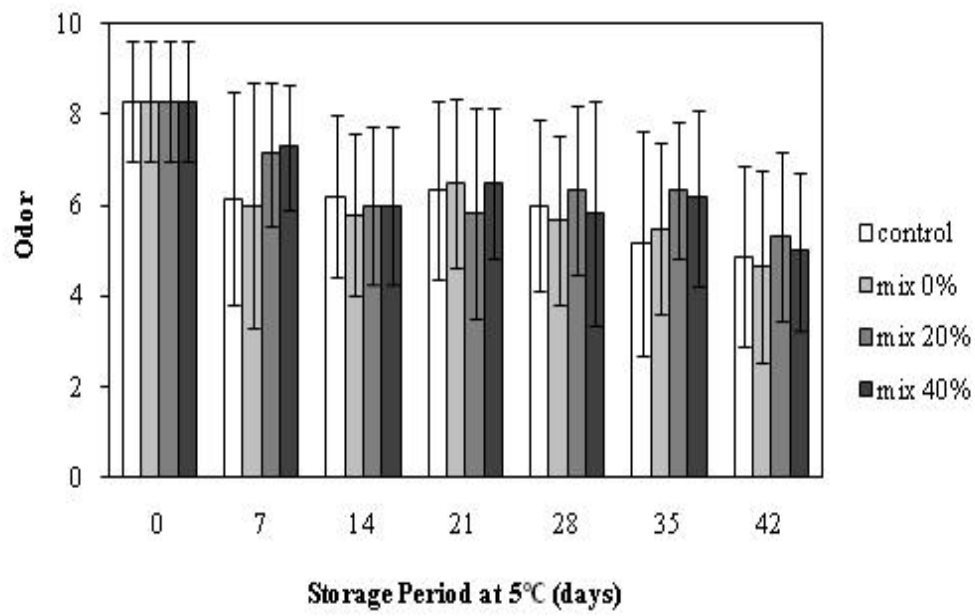
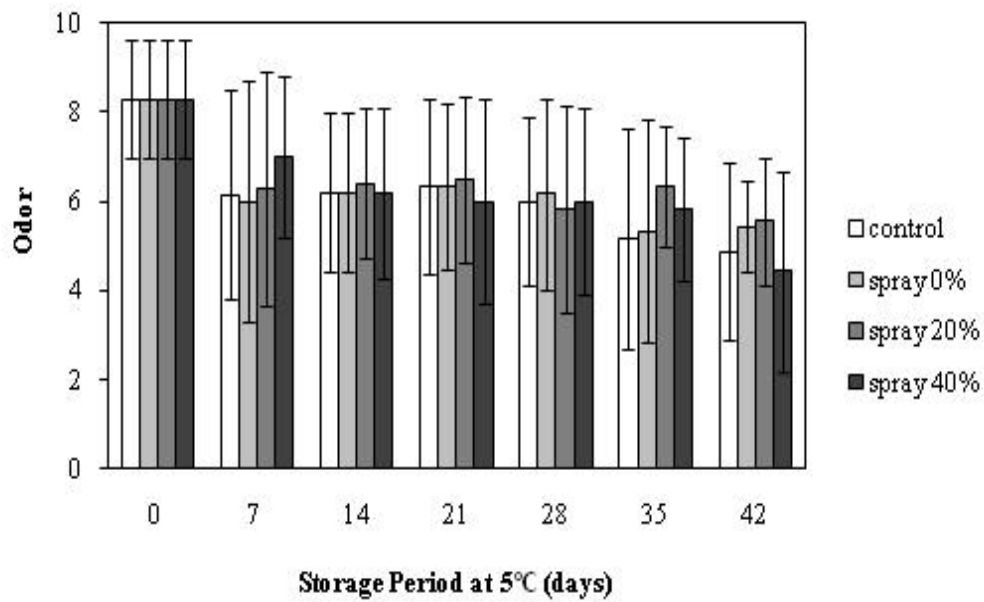


그림 35. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란을 5°C, 10°C 및 20°C에서 42일간 보관하였을 때 관능검사(탄력도)의 변화

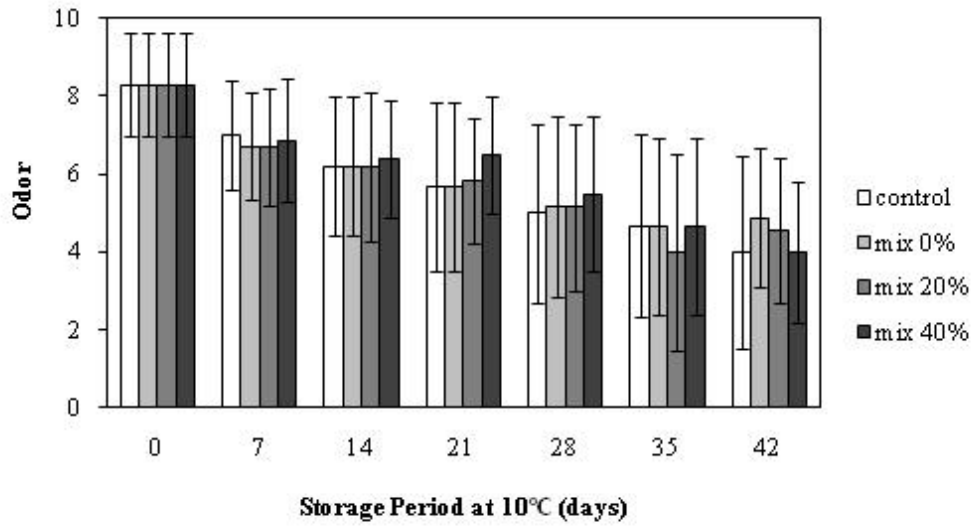
A.



B.



C.



D.

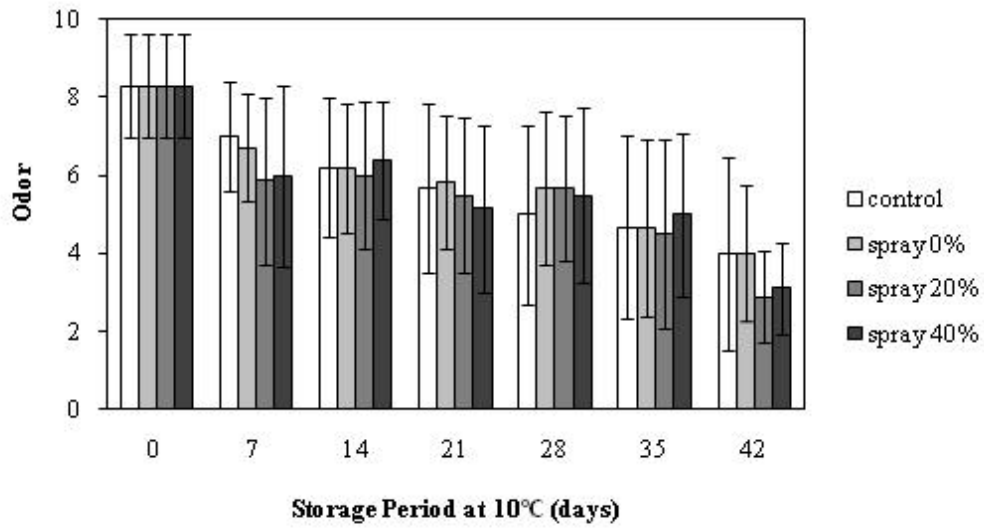
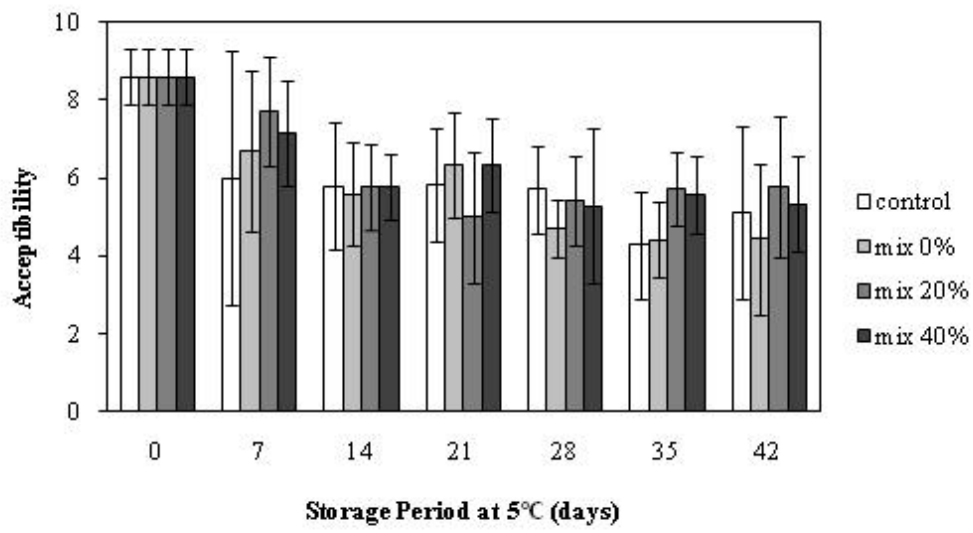
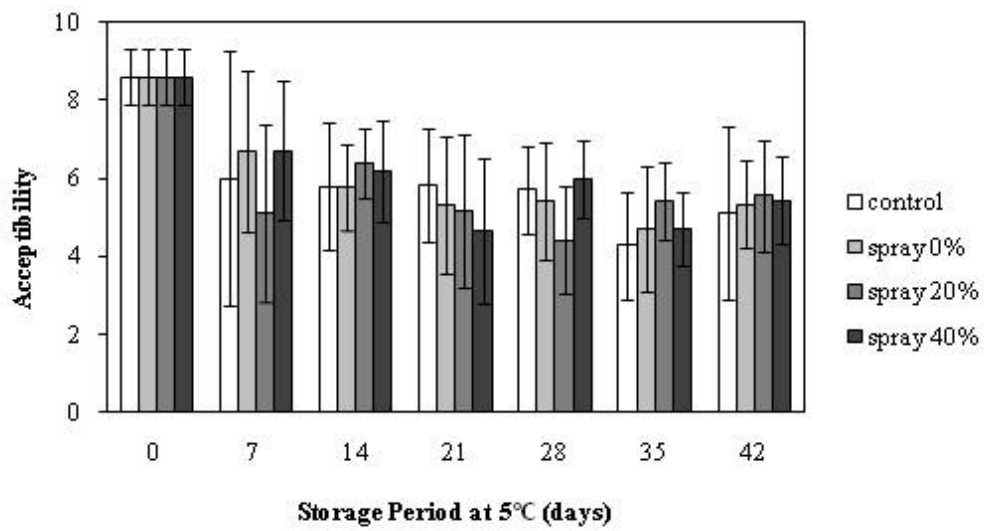


그림 36. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란을 5°C, 10°C 및 20°C에서 42일간 보관하였을 때 관능검사(냄새)의 변화

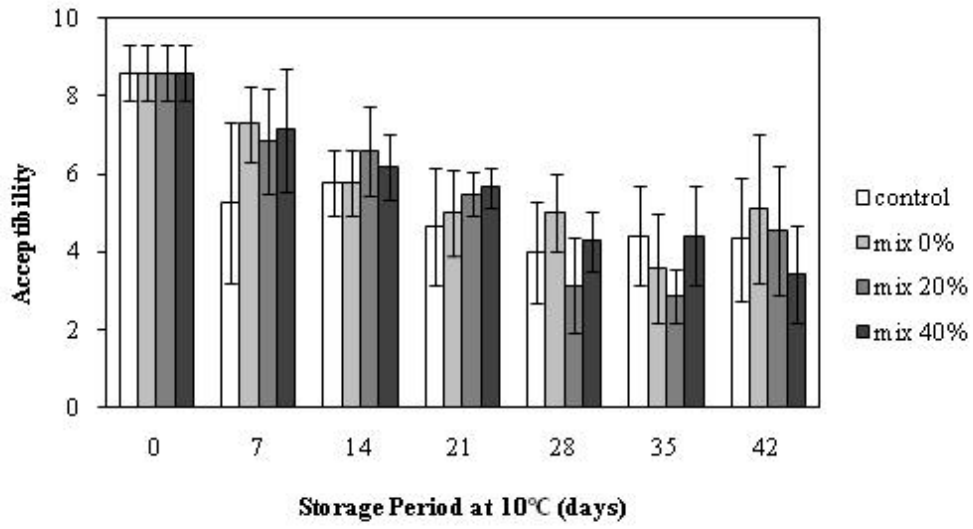
A.



B.



C.



D.

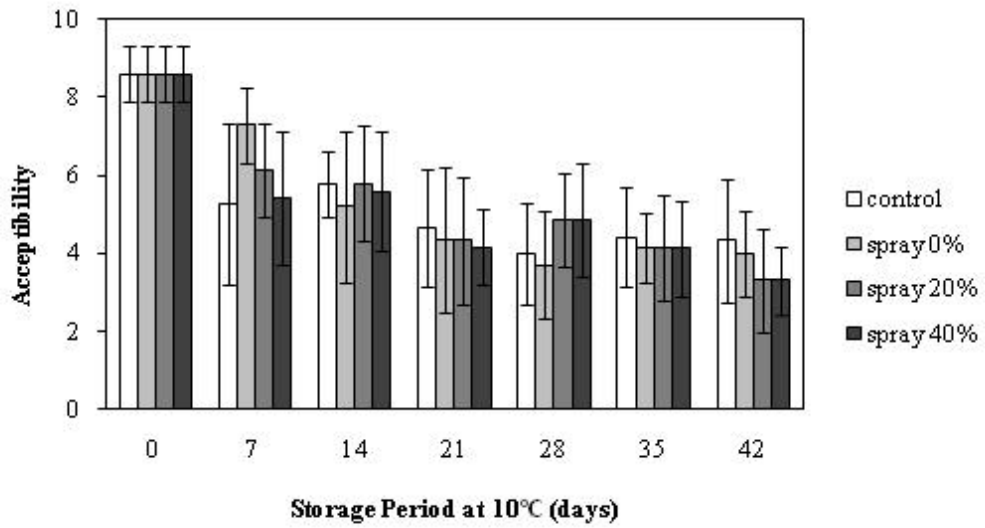


그림 37. 왕겨초액 처리 난좌에 저장한 계란을 5°C, 10°C 및 20°C에서 42일간 보관하였을 때 관능검사(전반적 기호도)의 변화

10. 결론 및 요약

본 연구에서는 왕겨초액을 이용하여 제조한 기능성 포장재의 효능에 관한 실험을 수행하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 기능성 포장재 제조시 종이의 물성과 내구성 그리고 선도유지 효능을 종합할 때 원지에 라텍스 배리어 코팅후 왕겨초액을 도공하는 방식이 효능을 극대화시키는 방법으로 판단된다.

나. 골판지상자에 딸기의 선도유지 효능을 분석하였던 결과 50% 정도 감소되는 효과를 얻을 수 있었다. 과실봉지에 감귤을 저장한 경우 저장중 중량감소는 30%, 부패율 30% 이상 낮은 결과를 보여주었다.

다. 왕겨초액 이용해 천연 항균 펄프몰드(MFP ; Molded Fiber Pack)를 제조하여 계란의 유통중 품질유지 효과를 분석한 결과 감량 방지 효과와 총균수가 안정적으로 변화하는 결과를 보였다. 그리고 관능분석 결과 냄새와 종합적 기호도에서도 대조구에 비해 전반적으로 높은 평가를 보였다.

제 5절 왕겨초액의 항당뇨 독성 실험

1. 왕겨초액을 단회 경구 투여한 랫드의 독성시험

왕겨 초액을 흰쥐(S.D rat♂)에게 처리구 별로 단회 경구투여하고 2주일 동안 독성이 유발되는 것을 관찰하였다. 왕겨 초액은 쥐 체중 kg당 1.5ml, 2ml, 3ml, 4ml, 5ml로 5처리구로 처리구당 8수를 이용하였으며, 이것은 왕겨초액을 쥐 체중 kg당 2ml에서는 영향이 없는 것으로 보고되었기에 2ml를 중심으로 많은 량과 적은 량을 투여하여 안정한 것을 알기 위하여 실시하였다.

가. 시험물질 및 대조물질

(1). 시험물질

(가) 명칭 : 왕겨초액

(나) 외관 및 성상 : 투명 액체

(다) 순도 : 시험물질 100%

(라) 보관조건 : 실온

나. 재료 및 방법

(1) 실험동물

SD(Sprague-Dawley) 계통의 특정병원균 부재(SPF) 랫드 ♂(생후 7주령)을 (주)한림실험동물센터에서 구입하였으며, 입수 시 공급처에서 제공한 시험계의 병원체 검사 성적서를 참고로 하여 입수동물의 검수·검역을 실시하였으며 동물입수 후 한 케이지 당 두 마리씩 넣어 7일간 한국식품연구원 동물실험실에서 적응시켰다.

(2) 동물실험실 사육환경

본 시험은 온도 $22\pm 2^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $50\pm 5\%$, 조명시간 12hr (08:00 점등 ~ 20:00 소등) 및 조도 150~300lux로 설정된 한국식품연구원의 동물 실험 실험실에서 수행되었다. 시험자들은 모두 작업복과 보호 장구를 착용하였다. 시험기간 중 동물실의 온·습도는 컴퓨터시스템을 이용한 자동 온·습도측정기에 의하여 10분마다 측정되었으며, 환기회수 및 조도 등의 환경조건도 정기적으로 측정되었다. 본 시험기간 중에 사육환경의 이상은 관찰되지 않았다.

(3) 사료 및 물의 급여방법

사료와 물은 자유 급여하였다.

(4). 처리구 및 왕겨 초액 급여량 설정

표1. 처리구 및 왕겨 초액 급여량

| 처리구 | 성별 | 동물수(마리) | 투여량(ml/kg체중) |
|-----|----|---------|--------------|
| A | 수컷 | 8 | 1.5 |
| B | 수컷 | 8 | 2 |
| C | 수컷 | 8 | 3 |
| D | 수컷 | 8 | 4 |
| E | 수컷 | 8 | 5 |

(가) 처리구 분리: 투여개시 전일의 체중을 이용하여 무작위법(군당 평균 체중 값을 산출 후 군당 체중이 균일하도록 조정)으로 5군으로 8마리씩 배치하였다.

(나) 식별법: 개체식별은 유성매직을 이용한 꼬리 표시법과 실험케이지 군별 라벨을 부착하였다.

(5) 왕겨초액 투여방법

(가) 투여경로 : 경구투여

(나) 투여횟수 및 투여기간 :1회 투여/투여 당일

(다) 투여부위 및 투여법 : 투여 전 하룻밤 절식시켜 위내를 비게 한 후 sonde를 이용하여 위내에 강제 경구투여 하였으며, 투여 3~4 시간 후에 사료를 급여하였다.

(라) 투여량 설정이유 : 본 실험물질인 랫드에 대한 최소치사량은 2ml/kg을 상회하는 것으로 알려져 있어 B군을 2ml/kg으로 설정 하였다. B군을 기준으로 저용량구(A)은 1.5ml/kg으로, 중간용량구(C,D)은 각각 3ml/kg, 4ml/kg을, 고용량구 (E)은 5ml/kg으로 설정하였다.

(6) 통계학적 방법

SPSS 12.0 KO를 이용하여 일원배치분산분석(DUNCAN test)으로 비교하여 수행하였다.

다. 실험 결과

(1) 사망동물

왕겨 초액을 처리구별로 단회 투여 후 특별한 이상은 발견되지 않았으며 외관상도 문제가 없어 보였다. 또한 사망한 동물도 전혀 발생하지 않았다. 이것은 왕겨 초액을 조금 많은 양으로 단회 투여하여도 이상은 없는 것으로 판단된다.

표 2. 왕겨 초액 단회 투여 후 14일간 조사표

| 구분 | 왕겨 초액 급여 후 경과 | | | | | | | |
|--------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0일 | 1일 | 3일 | 5일 | 8일 | 10일 | 12일 | 14일 |
| A(1.5) | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 |
| B(2) | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 |
| C(3) | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 |
| D(4) | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 |
| E(5) | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 | 8/8 |

values are expressed as survival number / total number of femal rat

TS : terminal sacrifice

-A.1.5ml, B.2ml, C.3ml, D. 4ml, E. 5ml (ml/kg/체중)

(2) 일반증상

전 동물에 대하여 투여 후 14일째까지 일반 증상을 관찰했다. 단, 투여당일에는 투여 후 매시간 일반상태의 변화를 면밀히 관찰하였으나 특별히 문제가 되는 것은 발견하지 못했다.

(3) 체중측정

시험에 사용된 시험동물의 체중측정은 시험기간 중 주 3회 측정하였으며, 시험물질 투여 전 및 부검당일에도 체중을 측정 하였다. 체중 증가는 기간이 지남에 따라 점차 증가하였으며 3ml를 급여한 C처리구가 체중 증가가 높았다. 그 외 다른 그룹들은 비슷한 경향을 보였다.

표 3. 체중 측정표

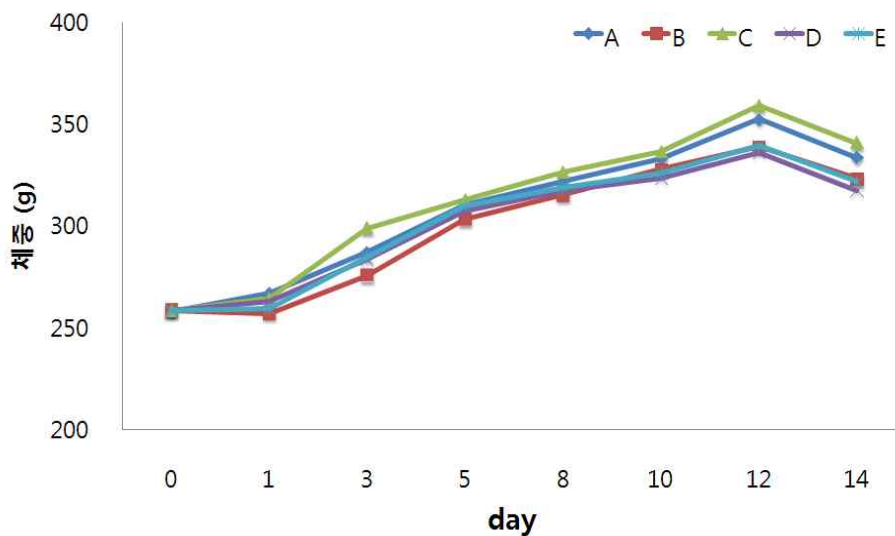
| 구분 | 체중(g) | | | | | | | |
|--------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | 0일 | 1일 | 3일 | 5일 | 8일 | 10일 | 12일 | 14일 |
| A(1.5) | 258.2 ±9.2 ^{ns} | 266.9 ±8.9 ^{ns} | 287.1 ±6.5 ^{ab} | 310.4 ±8.7 ^{ns} | 321.7 ±9.2 ^{ns} | 333.3 ±10.6 ^{ns} | 352.6 ±12.2 ^{ns} | 333.7 ±10.7 ^{ns} |
| B(2) | 258.5 ±9.8 | 257.3 ±13.2 | 275.6 ±18.9 ^a | 303.4 ±15.3 | 315.3 ±11.1 | 327.9 ±11.9 | 339.0 ±27.9 | 323.4 ±28.4 |
| C(3) | 258.7 ±7.0 | 264.6 ±17.4 | 299.1 ±23.0 ^b | 313.1 ±16.9 | 326.6 ±17.5 | 336.6 ±20.0 | 359.4 ±22.9 | 340.8 ±18.8 |
| D(4) | 258.6 ±9.4 | 263.0 ± 12.9 | 283.8 ±17.4 ^{ab} | 307.6 ±15.3 | 317.2 ±33.0 | 323.5 ±42.0 | 336.2 ±59.3 | 317.3 ±54.6 |
| E(5) | 258.4 ±7.1 | 259.6 ±17.6 | 284.6 ±18.8 ^{ab} | 310.0 ±16.0 | 319.2 ±23.6 | 326.1 ±37.8 | 339.5 ±48.4 | 321.8 ±47.1 |

values represent means ± S.D. for rat

^{ns} Not significant (P<0.05)

Significantly different from the mean for group A (p<0.05)

-A.1.5ml, B.2ml, C.3ml, D. 4ml, E. 5ml (ml/kg/체중)



A: 1.5ml, B: 2ml, C: 3ml, D: 4ml, E: 5ml

그림 1. 체중 측정표

(4) 사료 섭취량

사료섭취량도 3ml를 급여한 처리 구에서 가장 높았으며 4ml를 급여한 처리 구는 가장 섭취량이 낮았다. 체중도 많이 섭취한 그룹이 증가가 높았으며 섭취량이 적은 그룹이 낮은 증가율을 보였다. 이것은 왕겨 초액이 소화를 촉진하여 쥐가 사료를 조금 더 섭취하는 것으로 판단된다.

표 4. 사료 섭취량

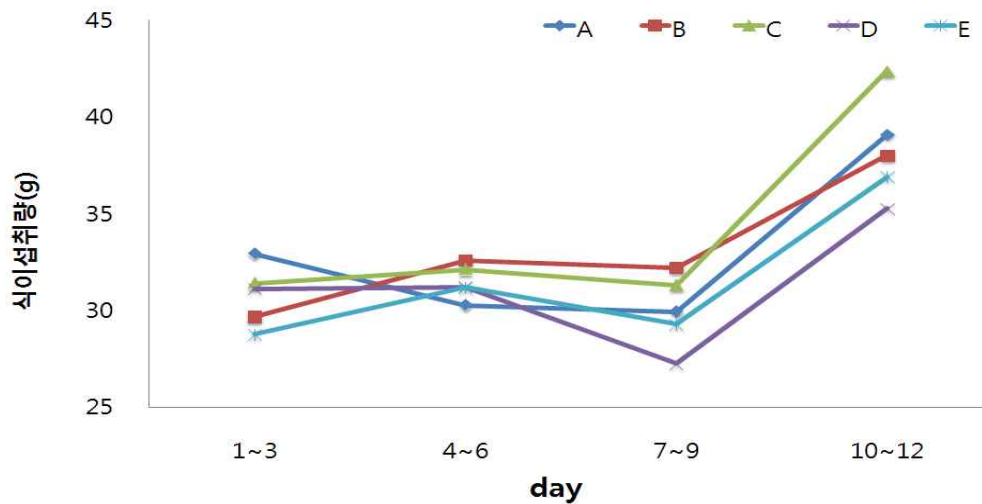
| 구분 | 사료섭취량(g) | | | |
|--------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | 1~3일 | 4~6일 | 7~9일 | 10~12일 |
| A(1.5) | 32.9 ± 0.4 ^{ns} | 30.3 ± 1.1 ^a | 29.9 ± 1.1 ^{ab} | 39.1 ± 1.8 ^{ns} |
| B(2) | 29.7 ± 7.2 | 32.6 ± 1.4 ^c | 32.2 ± 1.2 ^b | 38.0 ± 5.1 |
| C(3) | 31.4 ± 5.1 | 32.1 ± 1.4 ^{bc} | 31.3 ± 1.9 ^{ab} | 42.4 ± 2.4 |
| D(4) | 31.1 ± 3.6 | 31.2 ± 0.6 ^{ab} | 27.2 ± 5.9 ^a | 35.3 ± 8.6 |
| E(5) | 28.8 ± 7.7 | 31.2 ± 0.8 ^{ab} | 29.3 ± 7.2 ^{ab} | 36.9 ± 12.1 |

values represent means ± S.D. for rat

^{ns} Not significant (P<0.05)

Significantly different from the mean for group A (p<0.05)

-A.1.5ml, B.2ml, C.3ml, D. 4ml, E. 5ml (ml/kg/체중)



A: 1.5ml, B: 2ml, C: 3ml, D: 4ml, E: 5ml

그림 2. 사료 섭취량

(5) 부검 및 장기무게 측정

한 처리구당 8마리씩 총 5처리구 40마리의 랫드를 시험물질(왕겨초액)투여 후 2주간 기간이 경과한 뒤 부검을 실시하였다. 부검 하루 전 절식시키고 부검 직전에 체중을 측정하였으며, 경추 탈골하여 폐, 심장, 간, 신장, 비장, 정소를 적출하여 무게를 측정하고 포르말린 용액에 처리하여 수의사(한동운 천안 연암대 동물 보호과 교수)에게 분석을 의뢰하였다. 분석의뢰 결과 모든 처리구에서 아무런 증상이 발견되지 않았다.

(6) 각종 장기무게

왕겨 초액을 경구투여 후 14일이 지나 모든 실험동물을 부검하였다. 부검 시 각종 장기를 적출하여 독성이 있는가를 분석의뢰 하였으며 각종 장기에 대한 부검결과 간을 비롯한 신장, 비장, 정소, 심장, 폐 등에서 아무런 이상을 발견하지 못하였다.

표 5. 각종 장기 무게

| 구분 | 간 | 신장 | 비장 | 정소 | 심장 | 폐 |
|--------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| A(1.5) | 10.99 ±0.69 ^{ns} | 1.31 ±0.09 ^{ns} | 0.69 ±0.10 ^{ns} | 1.50 ±0.11 ^{ns} | 1.13 ±0.09 ^{ns} | 1.42 ±0.09 ^a |
| B(2) | 11.68 ±1.24 | 1.37 ±0.15 | 0.61 ±0.12 | 1.54 ±0.16 | 1.21 ±0.10 | 1.49 ±0.08 ^{ab} |
| C(3) | 12.56 ±0.66 | 1.43 ±0.12 | 0.78 ±0.08 | 1.57 ±0.11 | 1.20 ±0.08 | 1.70 ±0.17 ^{bc} |
| D(4) | 10.84 ±2.47 | 1.28 ±0.22 | 0.67 ±0.27 | 1.51 ±0.19 | 1.09 ±0.14 | 1.52 ±0.20 ^{ab} |
| E(5) | 11.12 ±2.38 | 1.32 ±0.21 | 0.68 ±0.16 | 1.56 ±0.14 | 1.08 ±0.17 | 1.84 ±0.44 ^c |

values represent means ± S.D. for male rat

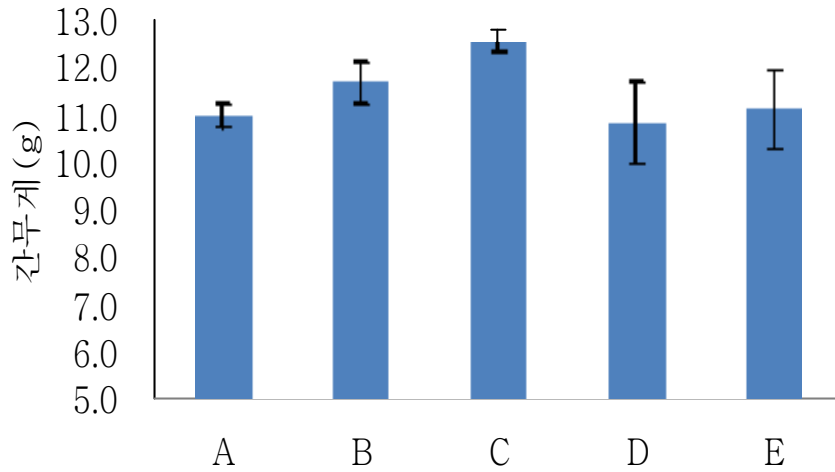
^{ns} Not significant (P<0.05)

Significantly different from the mean for group A (p<0.05)

()의 숫자는 왕겨 초액 용량 숫자임

(7) 간 무게

간 무게를 측정한 결과 왕겨초액을 3ml를 급여한 그룹과 2ml를 급여한 처리구에서 가장 무겁게 나타났으며 가장 많이 급여한 5ml급여구에서 가장 가벼운 결과를 보였다.

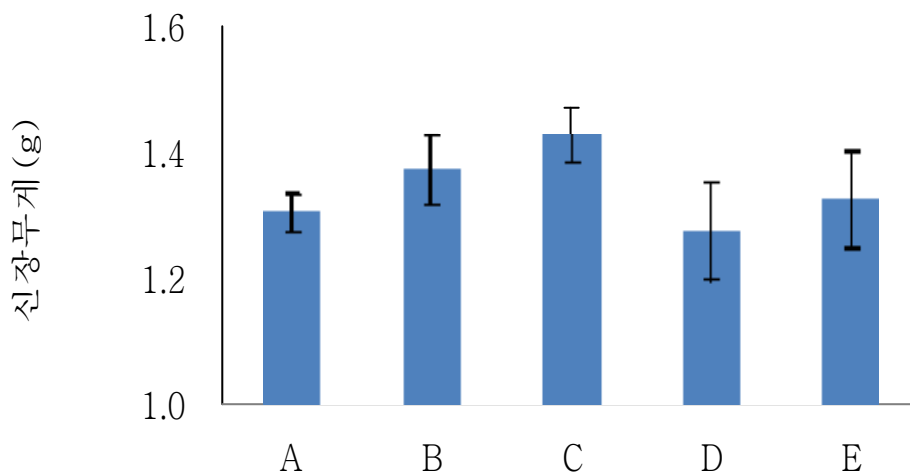


A: 1.5ml, B: 2ml, C: 3ml, D: 4ml, E: 5ml

그림 3. 간 무게

(8) 신장무게

신장무게를 측정한 결과 2ml, 3ml를 급여한 처리구가 가장 무거웠으며 5ml로 가장 많은 용량을 투여한 그룹에서 가볍게 나타났다.

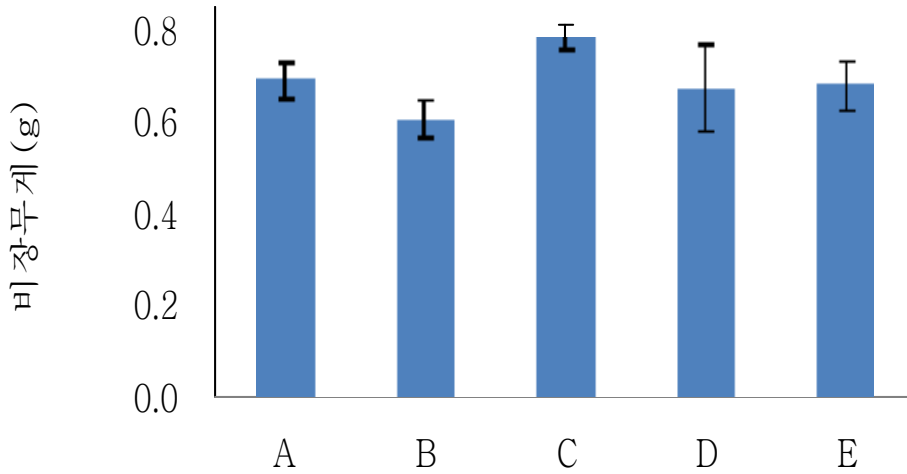


A: 1.5ml, B: 2ml, C: 3ml, D: 4ml, E: 5ml

그림 4. 신장 무게

(9) 비장 무게

비장에서는 3ml를 급여한 그룹이 가장 무거웠으며 반대로 2ml를 급여한 처리구에서 가장 가볍게 나타났으며, 또한 가장 많은 용량을 급여한 처리구인 5ml를 급여한 처리구에서도 2ml를 급여한 처리구와 비슷한 경향을 보였다.

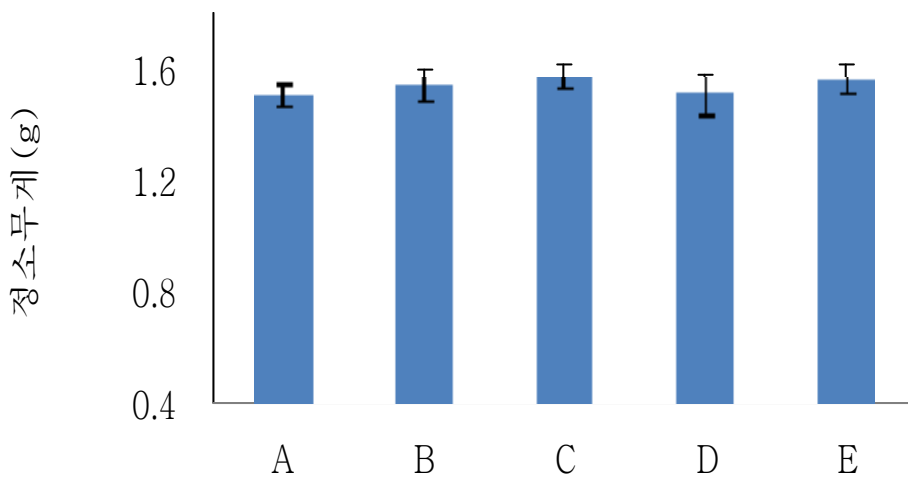


A: 1.5ml, B: 2ml, C: 3ml, D: 4ml, E: 5ml

그림 5. 비장 무게

(10) 정소무게

정소무게는 4ml를 급여한 처리구가 가장 무거웠으며 그 다음으로 2ml, 3ml 급여구 순으로 나타났다. 그러나 5ml를 급여한 처리구에서 가장 가볍게 나타났다.

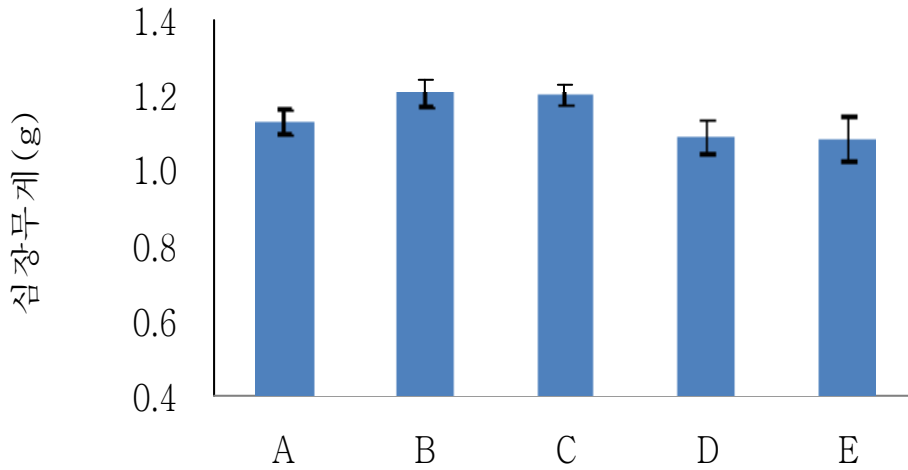


A: 1.5ml, B: 2ml, C: 3ml, D: 4ml, E: 5ml

그림 6. 정소 무게

(11) 심장무게

심장 무게를 측정한 결과 2ml를 급여한 처리구가 가장 무거웠으며 3ml, 4ml 급여구가 그 뒤를 이었다. 그러나 5ml를 급여한 처리구는 1.5ml를 급여한 처리구보다도 가볍게 나타났다.

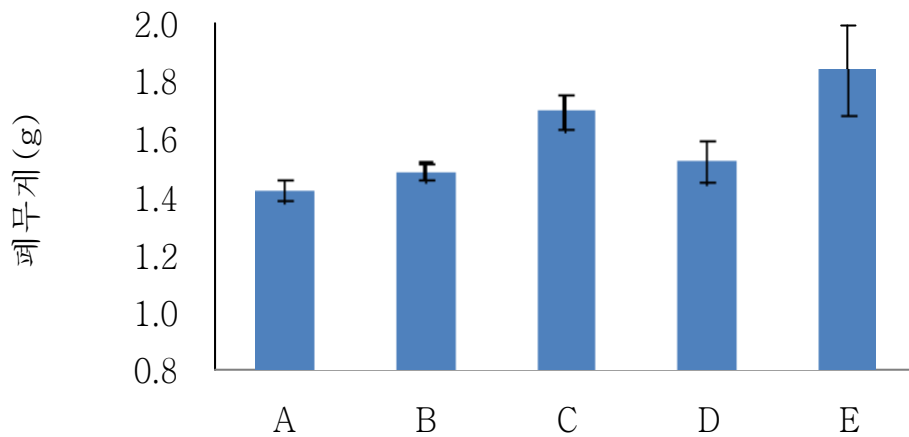


A: 1.5ml, B: 2ml, C: 3ml, D: 4ml, E: 5ml

그림 7. 심장 무게

(12) 폐 무게

폐 무게를 측정한 결과 5ml 급여한 처리 구에서 무겁게 나타났으며 적은 용량일수록 가볍게 나타나 다른 장기와 다르게 뚜렷한 경향이 나타났다. 하지만 부검 소견으로는 아무 이상이 발견되지 않았다.



A: 1.5ml, B: 2ml, C: 3ml, D: 4ml, E: 5ml

그림 8. 폐 무게

2. 왕겨초액을 급여한 랫드의 장기독성 및 유전독성시험

가. 실험동물

왕겨 초액에 대한 장기독성과 유전독성 실험을 실시하고자 오리엔트바이오에서 S.D (Sprague-Dawley)계통의 특정병원균 부재(SPF) 랫드(♂과우)를 구입하여 독성실험에 사용하였다. s.d rat는 독성시험에 널리 사용되고 있는 동물로서, 풍부한 시험 기초자료가 축적되어 있어서 시험결과를 해석하고 평가할 때 자료를 활용할 수 있기 때문이다. 구입 시 암컷 6주령 50수, 수컷 6주령 50수를 구입하여 왕겨 초액을 급여하였다.

나. 검역 및 순화

입수 시 공급처에서 제공한 시험계의 병원체 검사 성적서를 참고로 하여 입수동물의 검수·검역을 실시하였으며 동물입수 후 한 케이지 당 두 마리씩 넣어 10일간 시험을 실시하는 동물실 내에서 순화시켰다. 순화기간 중 일반증상을 관찰하여 건강한 동물만을 시험에 사용하였다.

다. 처리구 분리

투여개시 전일의 체중을 이용하여 무작위법(군당 평균 체중 값을 산출 후 체중이 균일하도록 조정)으로 각각 5군으로 10마리씩 배치하였다. 개체식별은 유성매직을 이용한 꼬리표시법과 실험케이지 구별 라벨 하였다.

라. 사육환경

(1) 환경조건

본 시험은 검역, 순화, 사육기간 및 시험기간 중 동물은 온도 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $50\pm 5\%$, 환기 횟수 10~12회/hr, 조명시간은 오전 7시부터 오후 7시까지 조도는 150~200Lux로 설정된 한국 식품연구원 동물실험실에서 수행하였다.

(2) 사육환경 모니터링

시험기간 중 동물실의 온·습도는 컴퓨터시스템을 이용한 자동 온·습도측정기에 의하여 10분마다 측정되었으며, 환기회수 및 조도 등의 환경조건은 자동으로 측정되었다. 본 시험기간 중에 사육환경의 이상은 관찰되지 않았다.

(3) 사료 및 물의 급여방법

사육기간은 처음 4주 동안 450g씩 AIN 93G 사료를 급여하였고 물은 자유 급여하였으며, mating 후에는 사료와 물 모두 자유급여 하였다.

(4) 왕겨초액 투여방법

투여방법 :sonde(위 зонде)와 주사기를 이용하여 위내 강제 경구투여를 매일 같은 시간대에 실시하였다.

(5). 급여량 설정

급여량 설정은 본 실험물질에 대한 최소치사량을 2ml/kg을 상회하는 것으로 알려져 있어 A.1.5ml/kg, B 2ml/kg, C.3ml/kg, D4ml/kg, E. 5ml/kg/체중으로 설정하였다. 4주간의 반복투여 기간 동안 체중의 변화를 투여개시일로부터 매주 1회(7일 간격) 측정 후 그룹별 평균체중에 대하여 급여량도 재설정하여 급여하였다. 왕겨 초액을 4주 동안 매일 같은 시간대에 급여하고 4주가 지난 뒤 같은 방식으로 급여한 수컷을 암, 수 한 cage에 한 쌍씩 한 그룹에 6쌍씩 처리 하였으며, 일주일간 합방을 시켰다. 이것을 집중이 된 것으로 간주하여 다시 수컷을 분리하고 분만할 때 까지 암컷만 cage당 1마리씩 사육하였다.

(6) mating(교미)

왕겨 초액 급여 4주 후 같은 용량을 투여한 암수 그룹별로 육안상 건강한 것을 선발하여 mating시켰다.

표 6. 암. 수 처리구 별 왕겨초액 급여량(ml)

| 시험군(kg/체중) | 성별 | 동물수 (마리) | 투여량 (ml/kg/체중) |
|------------|--------|-------------|-------------------|
| A(1.5ml) | Male | 6 | 1.5 |
| | Female | 6 | |
| B(2ml) | Male | 6 | 2 |
| | Female | 6 | |
| C(3ml) | Male | 6 | 3 |
| | Female | 6 | |
| D(4ml) | Male | 6 | 4 |
| | Female | 6 | |
| E(5ml) | Male | 6 | 5 |
| | Female | 6 | |

표 7. 실제 왕겨 초액 급여량(암컷)

| 구분 (kg/체중) | 접종 전 | | | | 접종 후 | | |
|---------------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| | 1주 | 2주 | 3주 | 4주 | 1주 | 2주 | 3주 |
| A(1.5ml) | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| B(2ml) | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.6 |
| C(3ml) | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.9 |
| D(4ml) | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.2 | 1.2 |
| E(5ml) | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.4 |

(7) 통계학적 방법

SPSS 12.0 KO를 이용하여 일원배치분산분석(DUNCAN test)으로 대조군과 비교하여 수행하였다.

(8) 시험방법 및 시험항목

(가) 일반증상 관찰 : 전 동물에 대하여 매일 1회 이상 투여 후 희생 전까지 일반증상을 관찰하였다.

(나) 체중측정 : 모든 동물에 대하여 투여 전, 투여 후 7일 간격으로 전 사육기간 동안 체중 변화를 매주 1회 측정하였다.

(다) 사료섭취량 측정 : mating 전까지 매 주마다 사료잔량을 측정하였고, 사료섭취량(사료 급여량-사료잔량)을 계산하여 각 cage별로 일일섭취량을 산출하였다.

(라) 새끼 수(마리) 측정 : 군별 암컷 분만 후의 새끼수를 기록하였으며 군별로 암수 구분하여 3주 후에 이유시켰다.

(마) 실험동물의 희생 : 이유 1주일 후 암컷과 새끼 모두 경추 탈골하였다.

마. 시험 결과

(1) 사망동물

전 시험기간 중 암컷에서 2주차 진행 중 E (5ml)에서 1수 , 3주차 진행 중 C: 3ml D: 4ml, E: 5ml 급여구에서 한 마리씩 사망하였다. 4주차 진행 중 C:3ml에서 사망동물 한 마리씩 발견되었다. 사망동물을 부검한 결과 복부팽창이 심한 상태였고, 위에 가스가 많이 찬 상태였다. 소장색이 검고 자궁이 비대해진 상태였고 부신도 비대해진 상태였다.

(2) 일반증상

사망동물은 약간의 복부팽창이 나타난 동물과 소장색이 검고 자궁이 비대해진 상태였고 부신도 비대해진 상태였다. 별다른 이상소견이 관찰되지 않았다. 분만 후 육안으로 어미와 새끼 모두 어떠한 이상소견이 나타나지 않았으며 어미와 새끼도 건강한 상태였다.

(3) 병리학적 사망원인

사망한 동물을 부검하여 각종 장기를 포르말린 용액에 처리하여 수의사(한동운/천안 연암대학 동물보호과/교수)에게 의뢰한 결과 위 및 소장 내 가스가 차고 장내 출혈이 있고 부풀어 있었다. 사망동물은 공통적으로 간, 신장, 부신, 자궁, 난소, 심장, 폐, 위, 대장, 소장, 맹장 복부팽만, 강산에 의한 위와 장 손상이 심한 상태의 소견을 보였다.

(4) 체중변화

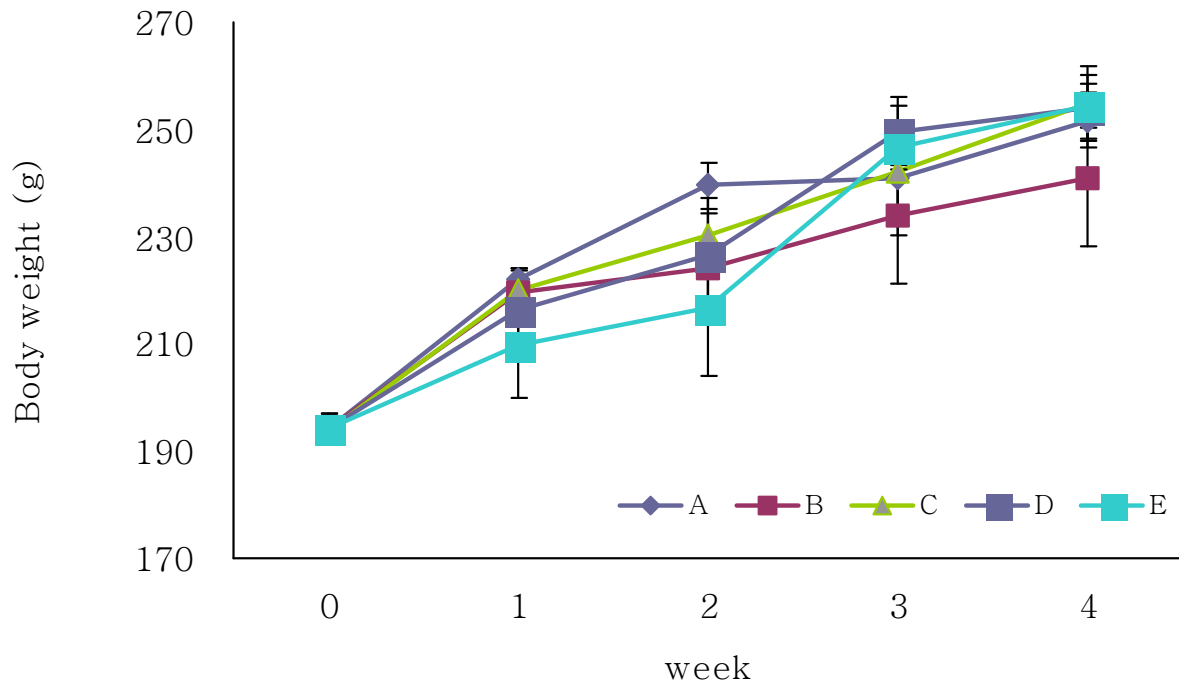
7주간 사육한 암컷의 체중측정은 일주일 간격으로 매주 같은 시간대에 측정하였으며 mating 당일, mating 후 주 1회 총 9회 측정하였다. 체중 측정결과 처음개시 체중은 비슷한 경향을 보였으나 최종 체중은 2ml를 급여한 B그룹이 가장 가벼웠고 가장 많은 5ml를 급여한 E처리구가 가장 체중이 무겁게 나타났다. 아래 표8에서 보는바와 같이 왕겨 초액 급여량이 체중에 영향을 미치는 것으로 볼 수는 없을 것으로 사료된다.

표 8. mating전 체중

| 구분 | mating before 체중 | | | | |
|----|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | 0주 | 1주 | 2주 | 3주 | 4주 |
| A | 194.29 ±9.27 ^{ns} | 221.87 ±7.27 ^{ns} | 239.49 ±13.38 ^{ns} | 241.09 ±20.65 ^{ns} | 251.63 ±15.34 ^{ns} |
| B | 194.16 ±5.36 | 219.58 ±14.92 | 223.97 ±32.43 | 233.77 ±37.78 | 240.78 ±37.85 |
| C | 193.74 ±5.47 | 220.04 ±8.12 | 230.11 ±22.50 | 242.29 ±34.16 | 254.90 ±18.39 |
| D | 194.19 ±7.12 | 216.29 ±23.92 | 226.51 ±39.83 | 249.70 ±18.20 | 254.10 ±16.83 |
| E | 194.27 ±6.91 | 209.81 ±31.43 | 216.54 ±7.93 | 246.78 ±10.58 | 254.34 ±10.14 |

-Significantly different from the mean for group A (p<0.05)

- A: 1.5ml, B: 2ml, C: 3ml D: 4ml, E: 5ml (kg/체중)



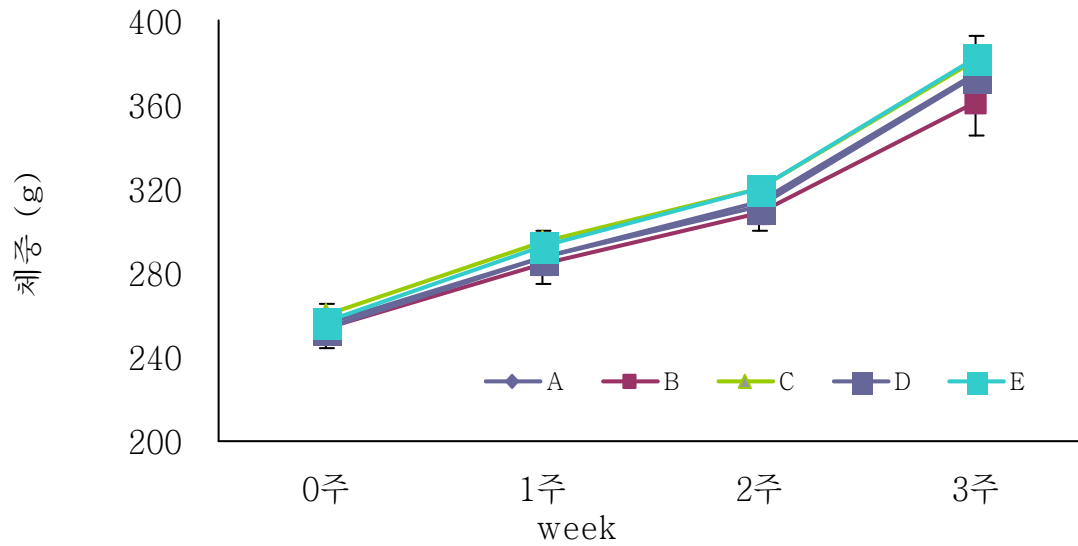
A: 1.5ml, B: 2ml, C: 3ml D: 4ml, E: 5ml (kg/체중)

그림 9. 체중 변화표 (mating 전)

표 9. mating 후 체중

| 구분(kg/체중) | mating after 체중 | | | |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | 0주 | 1주 | 2주 | 3주 |
| A(1.5ml) | 225.50 ±22.06 ^b | 287.70 ±14.6 ^{ns} | 313.57 ±17.49 ^{ns} | 375.18 ±23.82 ^{ns} |
| B(2ml) | 253.29 ±44.75 ^b | 284.67 ±26.6 | 308.88 ±23.75 | 360.73 ±44.78 |
| C(3ml) | 259.53 ±16.74 ^a | 295 ±12.93 | 320.36 ±12.63 | 380.69 ±15.84 |
| D(4ml) | 253.98 ±20.58 ^a | 287.36 ±20.95 | 312.09 ±17 | 374.09 ±23.43 |
| E(5ml) | 256.59 ±9.77 ^a | 292.86 ±8.22 | 320.21 ±15.33 | 381.79 ±29.33 |

-Significantly different from the mean for group A (p<0.05)



A: 1.5ml, B: 2ml, C: 3ml D: 4ml, E: 5ml (kg/체중)

그림 10. 체중 변화표 (mating 후)

(5) 사료 섭취량

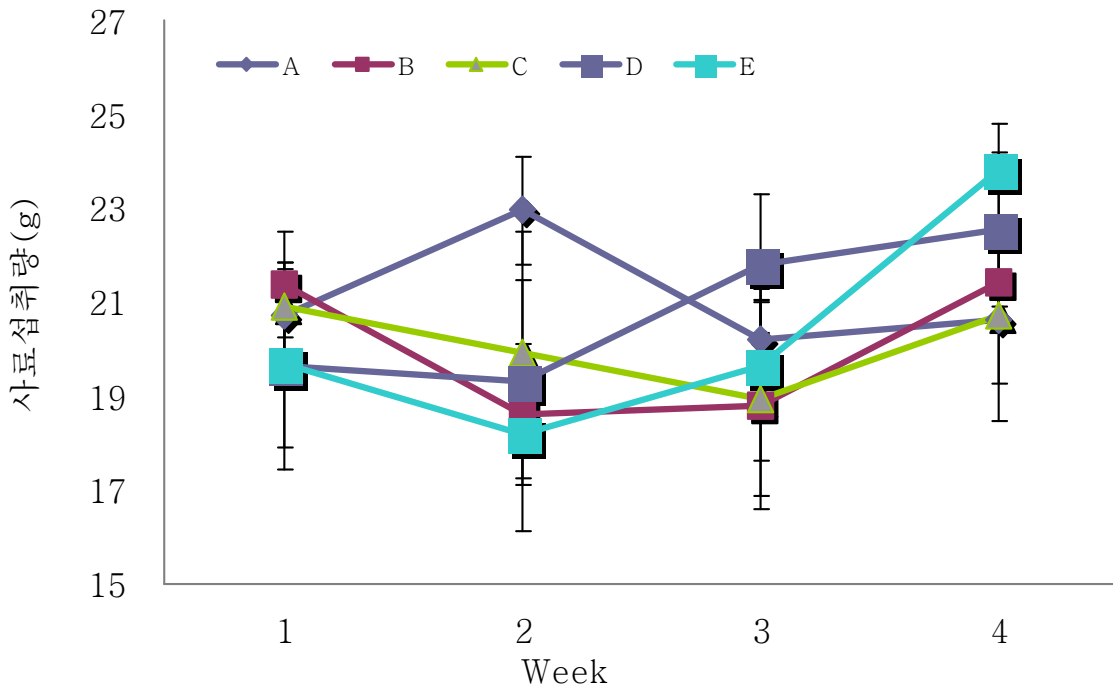
표 10. 사료 섭취량

| 구분 | 일일사료섭취량(g) | | | |
|----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | 1주 | 2주 | 3주 | 4주 |
| A(1.5ml) | 20.73 ±2.07 ^{ns} | 22.96 ±2.43 ^b | 20.22 ±2.25 ^{ns} | 20.61 ±3.69 ^{ns} |
| B(2ml) | 21.39 ±2.36 | 18.61 ±3.15 ^a | 18.80 ±4.26 | 21.41 ±1.64 |
| C(3ml) | 20.91 ±1.66 | 19.93 ±3.29 ^{ab} | 18.96 ±4.29 | 20.71 ±2.95 |
| D(4ml) | 19.63 ±4.65 | 19.31 ±7.17 ^{ab} | 21.81 ±4.19 | 22.55 ±3.73 |
| E(5ml) | 19.70 ±3.76 | 18.21 ±2.87 ^a | 19.65 ±5.00 | 23.81 ±2.43 |

values represent means ± S.D. for daily food intakes in female rat

^{ns} Not significant

Significantly different from the mean for group A (p<0.05)



A: 1.5ml, B: 2ml, C: 3ml D: 4ml, E: 5ml (kg/체중)

그림 11. 사료 섭취량

(6) 분만 새끼 수

분만 후 새끼의 수를 측정한 결과 3ml와 4ml를 계속 경구 투여한 그룹에서 가장 많은 새끼를 분만 하였으며, 가장 많은 5ml를 투여한 그룹에서 가장 적은 70수를 분만 하였다.

표 11. 분만시 새끼를 성별로 분석한 결과

| 구분 | 새끼 수 | | | | | | 총 수 (암, 수) | 총 마리수 |
|----------|-------|-------|-------|------|-------|------|---------------|----------|
| | F(8) | F(13) | F(7) | F(5) | F(7) | F(5) | | |
| A(1.5ml) | F(8) | F(13) | F(7) | F(5) | F(7) | F(5) | 45 | 81수 |
| | M(8) | M(4) | M(0) | M(9) | M(8) | M(7) | 36 | |
| B(2ml) | F(6) | F(3) | F(10) | F(7) | F(6) | F(0) | 32 | 75수 |
| | M(8) | M(10) | M(8) | M(8) | M(9) | M(0) | 43 | |
| C(3ml) | F(7) | F(11) | F(6) | F(4) | F(7) | F(9) | 44 | 86수 |
| | M(6) | M(6) | M(7) | M(7) | M(9) | M(7) | 42 | |
| D(4ml) | F(6) | F(7) | F(7) | F(9) | F(14) | F(7) | 50 | 87수 |
| | M(6) | M(8) | M(5) | M(8) | M(2) | M(8) | 37 | |
| E(5ml) | F(3) | F(5) | F(8) | F(1) | F(7) | F(7) | 31 | 70수 |
| | M(11) | M(8) | M(6) | M(0) | M(8) | M(6) | 39 | |

F : Female M : Male

(7) 분만 후 새끼와 어미의 건강상태

분만 후의 새끼는 모두 건강하였으며 3주간이 지나 이유시 까지 1수도 사망한 새끼가 없었으며 어미 또한 건강한 상태로 왕겨 초액을 섭취하여도 건강한 것으로 볼 때 왕겨 초액을 너무 많이 급여하지만 않는다면 문제가 없을 것으로 판단된다.

(8) 실험동물의 희생

분만 후 3주 후에 암수별로 구별하여 이유하였으며, 이유 일주일 후 수컷은 모두 부검을 실시하였으며 분석은 천안연암대학 동물 보호과 한동운 교수/수의학 박사께 병리소견을 의뢰하였다. 병리소견 결과 살아 있는 건강한 쥐에서는 모두 이상이 없었으나 실험도중 사망한 동물에서는 위, 장 등에 gas가 차고 혈흔이 발견된 점으로 보아 왕겨 초액의 강산에 의한 장 점막에 손상을 주어 사망한 것으로 판단되며 그 외 다른 사망원인은 발견되지 않았다.

3. 왕겨초액을 급여한 db/db mouse의 혈당강하 효과

왕겨 초액의 혈당강하 효능을 시험하기 위하여 (주)중앙실험동물로부터 db/db mouse (체중 $37g \pm 2g$)♂을 구입하여, 한국식품연구원 동물실험실에서 일주일간 환경적응을 시켰다. 동물실험실의 온도 및 습도 등은 공조기를 통하여 자동조절 되었으며, 온도는 $22 \pm 2^\circ C$ 이며, 습도는 $50\% \pm 5$ 로 설정된 곳이다. 사육실내 소독은 일주일에 1회씩 실시하고 천장의 헤파 필터는 6개월에 한 번씩 교체하였으며, 벽면 프리필터 및 카본필터는 15일에 한 번씩 교체하였다. 본 시험에 사용된 db/db mouse는 4번 염색체의 leptin수용체 유전자인 Lepr에 point mutation이 야기되어 당뇨가 유발되는 동물로서 leptin수용체가 감소됨에 따라 신호전달능력이 감소하여 혈당이 증가하며, 인슐린 비의존성 당뇨모델로 확립되어 인정되는 동물로서 기초자료가 풍부하여 시험결과의 평가 및 비교에 적절하여 선택하였다.

가. 재료 및 방법

(1). 처리구별 분리 및 왕겨 초액 급여량

처리구는 모두 5개의 처리구로 나누었으며 1처리구당 6수씩 배치하였다. 왕겨 초액 투여는 sonde(존데)를 이용하여 매일 오전 동일한 시간대에 위내 강제 경구투여 하였으며, 투여량의 설정이유는 실험물질에 대한 최소치사량을 $2ml/kg$ (체중)을 상회하는 것으로 알려져 있어 C 처리구군을 $2ml/kg$ 으로 설정 하였다. C 처리구 기준으로 저 용량군 B는 $1ml/kg$ 으로, 중간 용량군 D는 $3ml/kg$, 고용량군 E는 $4ml/kg$ 으로 설정하였다. 각 처리구별 급여량은 다음 표 12에서 보는 바와 같다.

표 12. 각 처리구별 왕겨 초액 급여량

| 시험군 | 성별 | 동물수 (마리) | 동물번호 | 급여량 (ml/kg체중) |
|-----|------|-------------|-------|------------------|
| A | Male | 6 | A1~A6 | 생수 0.1ml |
| B | Male | 6 | B1~B6 | 1 |
| C | Male | 6 | C1~C6 | 2 |
| D | Male | 6 | D1~D6 | 3 |
| E | Male | 6 | E1~E6 | 4 |

(2) 체중 측정 및 혈당측정, 왕겨 초액 투여량 설정

체중은 매주 1회 같은 요일과 같은 시간대에 측정하였으며 마찬가지로 혈당측정도 같은 시간대에 꼬리의 정맥에서 혈액을 채취하여 Accu-Chek Active 728 칩을 이용하여 측정하였으며, 처음 개시 혈당과 체중을 포함하여 총 7주간 실시하였다. 체중의 증가량에 따라 약간씩 왕겨 초액 급여량은 달라졌다. 매 주별 평균체중 및 왕겨 초액 급여량은 다음 표 13에서 보는바와 같다.

표 13. 주별 평균체중 및 왕겨 초액 급여량

| 구분 | 0주 | 1주 | 2주 | 3주 | 4주 | 5주 | 6주 | 7주 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| weight(g) | 39.86 | 40.26 | 41.88 | 43.00 | 44.14 | 45.38 | 47.25 | 48.15 |
| A (생수) | 0.1ml | 0.1ml | 0.1ml | 0.1ml | 0.1ml | 0.1ml | 0.1ml | 0.1ml |
| B (1) | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| C (2) | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.10 |
| D (3) | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.14 |
| E (4) | 0.16 | 0.16 | 0.17 | 0.17 | 0.18 | 0.18 | 0.19 | 0.19 |

(3) 사료급여 및 물 급여

사료는 (주)피드랩에서 구입한 AIN93G 사료를 급여하였으며 매주 1회씩 잔량을 측정하여 실질적인 섭취량을 계산하였으며, 물은 2중으로 정수시킨 정수기 물을 자유롭게 급여하였다.

(4) 시험물질

(가) 명칭 : 정제 왕겨 초액

(나) 외관 및 색상 : 투명 액체

(다) 순도 : 시험물질 100%

(라) 보관조건 : 실온

(5) 실험 종료 시 채혈 및 실험동물 희생

실험동물의 희생은 7주간 사육 종료 후 최종 7주차 혈당을 측정된 후에 이루어졌다. 실험동물 희생 시, 희생 전 모든 개체에 대한 무게를 측정하였고 모든 동물은 12시간 절식 후 안와 정맥 총 채혈법으로 혈액을 채취해 혈청분리용 tube에 나누어 담았으며, 혈청분리용 tube의 혈액은 7,000rpm에서 10분간 원심분리 후 혈청을 얻어 생화학적 지표 분석을 위한 시료로 이용하였다. 희생 즉시 모든 동물은 간, 신장, 비장, 고환, 심장, 폐를 적출하여 무게를 측정하였으며, 이상 소견을 보이는 장기에 대해서는 10%포르말린 용액을 담은 corn tube에 담아 냉장보관 하였다.

(6) 통계학적 방법

SPSS 12.0 KO를 이용하여 일원배치분산분석(DUNCAN test)으로 대조군과 비교하여 수행하였다.

나. 실험 결과

(1) 왕겨 초액 급여에 따른 혈당변화

혈당의 변화는 시험개시부터 전체적으로 높은 경향이였으며, 생수를 급여한 처리구(A)는 경구 투여 2주 후 510mg/kg 이었으나 가장 많이 투여한 그룹(E)는 440mg/kg 이었다. 그러나 매 주별 측정된 결과 혈당이 올라갔다 떨어지기를 반복하는 경향이였으며 시간이 지날수록 혈당은 전반적으로 올라가는 경향을 보였다. 많은 용량을 투여한 그룹(E)은 시험 5주에는 507mg/kg에서 363mg/kg로 떨어졌다가 6~7주에는 서서히 다시 증가하는 경향을 나타내고 있다.

반면 생수를 급여한 처리구(A)는 5주에 399mg/kg에서 523mg/kg으로 올라가는 경향을 나타냈다. 7주 실험 후에는 생수를 급여한 그룹(A)만 혈당이 높아진 반면 왕겨 초액을 급여한 모든 처리구에서 처음보다는 낮게 나타났다. 자세한 혈당은 표 14과 그림 12에서 보는 바와 같다.

표 14. 주별 혈당 측정표

| 처리구 | 0주차 | 1주 | 2주 | 3주 | 4주 | 5주 | 6주 | 7주 |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| A (생수) | 399 ±34.32 ^{ab} | 426 ±81.24 ^{ns} | 510 ±76.92 ^{ns} | 443 ±61.16 ^{ns} | 447 ±81.44 ^{ns} | 523 ±71.68 ^{ns} | 375 ±78.66 ^{ab} | 416 ±81.74 ^{ns} |
| B (1.0) | 375 ±22.88 ^a | 347 ±117.57 | 451 ±149.25 | 351 ±94.04 | 401 ±53.19 | 474 ±70.98 | 316 ±134.1 ^a | 366 ±76.09 |
| C (2.0) | 450 ±71.78 ^{bc} | 418 ±92.79 | 489 ±46.07 | 402 ±64.78 | 416 ±64.74 | 460 ±112.37 | 447 ±110.48 ^{ab} | 436 ±154.45 |
| D (3.0) | 484 ±51.83 ^c | 343 ±56.60 | 506 ±100.86 | 416 ±110.33 | 459 ±73.27 | 496 ±146.06 | 460 ±97.90 ^b | 434 ±66.99 |
| E (4.0) | 507 ±44.03 ^c | 364 ±126.51 | 440 ±140.70 | 381 ±161.37 | 368 ±123.25 | 363 ±182.67 | 413 ±28.30 ^{ab} | 450 ±24.18 |

values represent means ± S.D. for mouse

^{ns} Not significant

Significantly different from the mean for group A (p<0.05)

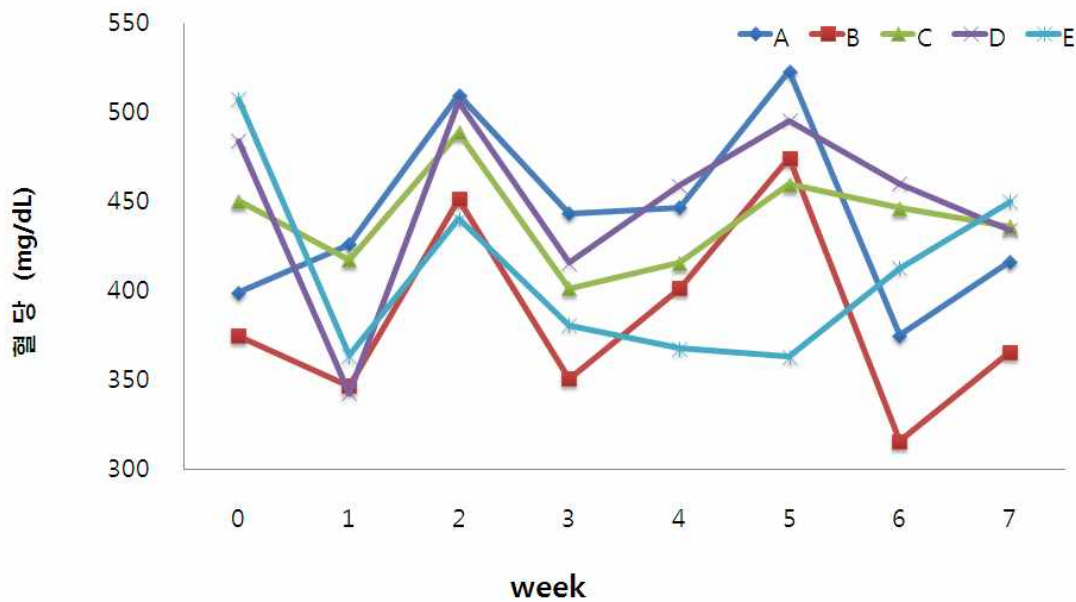


그림 12. 주별 혈당 측정표

(2) 사망 동물

시험기간 중 투여개시 사망동물의 사체는 육안으로 이상은 없어 보였다. 투여개시 24일 후 D 그룹에서 1수, 37일 후 E 그룹에서 1수, 49일 후 B 그룹에서 1수가 관찰되었으나 부검한 결과 육안으로 이상소견은 없었으며, 위와 장에서 GAS가 약간 차는 현상을 보였으며, 이것은 왕겨 초액을 많이 급여하는 그룹이나 적게 급여하는 그룹이나 별다른 것은 없고 아마도 경구투여시 왕겨 초액이 폐로 약간 들어가서 오는 것이 아닌가 사료된다. 더 정확한 독성은 해부를 통하여 정확한 임상소견을 받고자 간, 비장, 부신, 신장, 고환, 심장, 폐를 적출하여 포르말린에 용액을

넣은 tube에 담아 수의사의 부검소건을 위하여 냉장 보관하였다. 표15에서 7주간 실험시 개체 수 변화를 볼 수 있다.

표 15. 왕겨 초액 급여 쥐 개체 수

| 구분 | 0주 | 1주 | 2주 | 3주 | 4주 | 5주 | 6주 | 7주 | 비고 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A (생수) | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | |
| B (1) | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 5/6 | 49일 |
| C (2) | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | |
| D (3) | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 5/6 | 5/6 | 5/6 | 5/6 | 24일 |
| E (4) | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 6/6 | 5/6 | 5/6 | 37일 |

(3) 체중변화

체중측정은 매주 1회씩 총 7주간 체중을 측정하였다. 시험 개시 후 처음 1주 후에는 체중이 생수 급여구(A)와 왕겨초액 2ml/kg 급여구(C) 처리구만 약간 증가하였으나 다른 처리구는 미미하지만 체중이 감소하였다. 그것은 강산인 왕겨 초액을 섭취함에 따라 적응이 덜된 것으로 추정할 수 있다. 그러나 전반적으로 2주 후 부터는 체중이 증가하였으며 생수를 급여한 처리구보다 왕겨 초액을 급여한 모든 처리구에서 생수 급여구보다 체중 증가율이 높았다. 특히 고용량군인 4ml/kg을 급여한(E)그룹에서 5g이상 더 증가한 것으로 나타났다. 자세한 체중 변화는 표 16과 그림13에서 보는 바와 같다.

표 16. 체중 변화

| 구분 | 0주 | 1주 | 2주 | 3주 | 4주 | 5주 | 6주 | 7주 |
|------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| A (생수) | 40.62 ±1.30 ^{ns} | 42.67 ±3.23 ^{ns} | 43.68 ±3.04 ^{ns} | 44.58 ±3.84 ^{ns} | 44.69 ±4.41 ^{ns} | 47.82 ±8.93 ^{ns} | 46.68 ±4.25 ^{ns} | 45.98 ±4.45 ^{ns} |
| B (1.0) | 39.93 ±2.14 | 39.80 ±3.75 | 40.74 ±6.12 | 41.58 ±7.32 | 42.07 ±8.26 | 42.78 ±9.42 | 43.70 ±10.60 | 47.54 ±3.64 |
| C (2.0) | 39.03 ±2.15 | 41.37 ±2.28 | 43.67 ±2.90 | 45.42 ±3.29 | 45.94 ±3.43 | 46.61 ±3.47 | 47.99 ±3.57 | 48.44 ±3.82 |
| D (3.0) | 39.98 ±2.22 | 39.23 ±4.67 | 40.85 ±7.15 | 42.10 ±8.45 | 46.05 ±5.04 | 46.99 ±5.23 | 48.55 ±6.01 | 48.62 ±6.39 |
| E (4.0) | 39.08 ±1.97 | 38.23 ±3.92 | 40.18 ±7.59 | 41.01 ±9.62 | 41.87 ±11.80 | 42.49 ±13.80 | 50.71 ±3.83 | 51.12 ±4.29 |

-values represent means ± S.D. for mouse - ^{ns} Not significant (P<0.05)

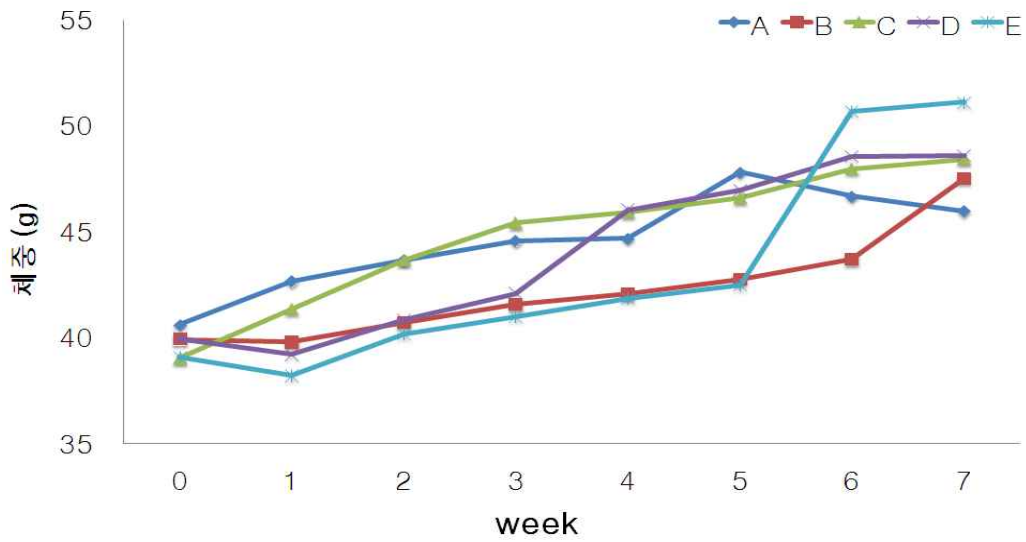


그림 13. 체중변화표(g)

(4) 사료섭취량

사료섭취량은 매주 1회 잔량을 측정하여 섭취량을 계산하였다. 섭취량은 왕겨 초액을 많이 급여한 처리구 (D, E) 처리구가 생수를 급여한 처리구보다 섭취량이 다소 증가하였다. 생수 급여구는 처음 개시와 별 차이가 없었으나 왕겨 초액을 많이 급여한 처리구는 약15%이상 섭취량이 늘어난 것으로 나타났다. 이것은 왕겨 초액이 소화에도 좋은 영향을 미치는 것으로 사료된다. 사료섭취량은 표.17과 그림 14에서 보는바와 같다.

표 17. 주별 일일 섭취량(g/수)

| 구분 | 2주 | 3주 | 4주 | 5주 | 6주 | 7주 |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| A (생수) | 6.76 ±0.50 ^b | 6.40 ±0.72 ^{ns} | 6.47 ±0.41 ^{ns} | 6.91 ±0.44 ^{ns} | 6.42 ±0.48 ^{ns} | 6.56 ±0.30 ^{ns} |
| B (1.0) | 5.42 ±1.01 ^{ab} | 5.42 ±1.11 | 5.43 ±1.10 | 5.94 ±0.85 | 5.31 ±0.54 | 5.49 ±0.69 |
| C (2.0) | 6.31 ±0.58 ^{ab} | 6.27 ±0.80 | 6.21 ±0.61 | 6.26 ±0.85 | 5.64 ±0.38 | 6.12 ±0.74 |
| D (3.0) | 5.43 ±1.30 ^{ab} | 5.36 ±1.53 | 6.19 ±0.25 | 6.66 ±0.62 | 6.00 ±0.39 | 6.36 ±0.56 |
| E (4.0) | 4.98 ±2.00 ^a | 5.31 ±1.85 | 5.18 ±1.96 | 5.62 ±2.22 | 5.24 ±2.13 | 6.40 ±1.52 |

values represent means ± S.D. for mouse

^{ns} Not significant

Significantly different from the mean for group A (p<0.05)

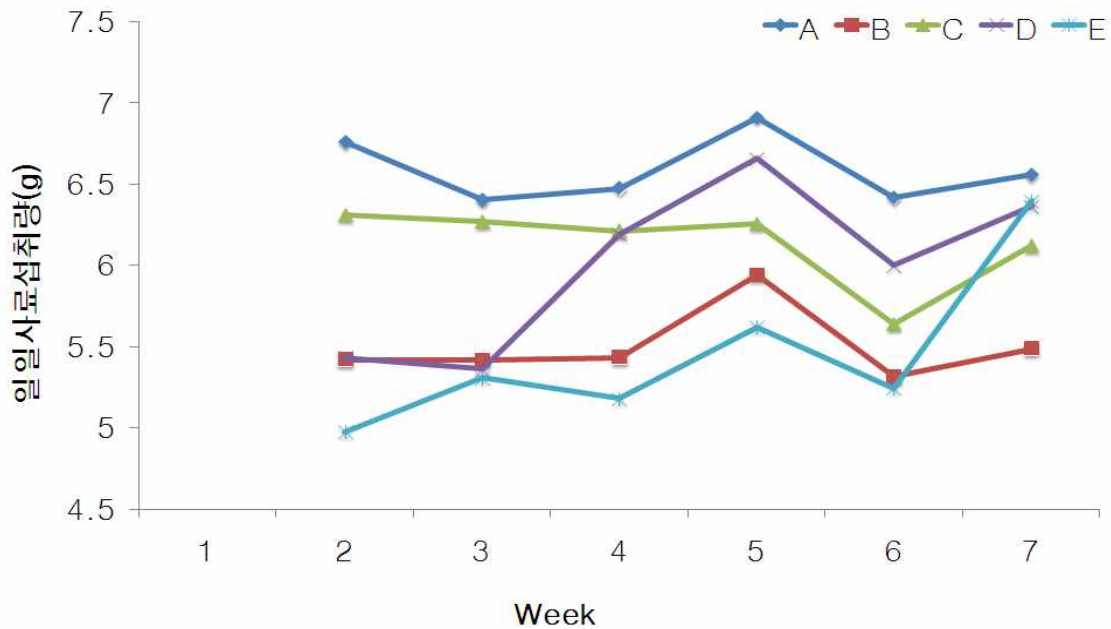


그림 14. 주별 사료섭취량(일일/수당)

(5) 각종 장기 중량

7주간 실험을 실시하고 해부를 통하여 각종 장기를 적출하고 무게를 측정하였다. 그 결과 간은 3ml를 급여한 D 처리구가 가장 무거웠으며 1ml를 급여한 B 처리구가 가장 가벼웠다. 그러나 무게에 따른 문제는 없는 것으로 사료되며, 신장무게의 경우는 생수를 급여한 A 처리구가 가장 무겁고 왕겨 초액을 가장 적게 급여한 B 처리구가 가장 가볍게 측정되었다. 한편 비장은 왕겨 초액을 가장 많이 급여한 E 처리구가 가장 무겁게 나타났으며 왕겨 초액을 가장 적게 급여한 B 처리구가 가장 가볍게 나타났다. 정소무게는 왕겨 초액을 급여한 처리구가 약간 무거웠으며 심장은 왕겨 초액을 가장 적게 급여한 처리구가 가장 무거웠으며 생수를 급여한 처리구나 왕겨 초액을 급여한 처리구 간에 유의차는 없었다. 폐의 무게는 생수를 급여한 처리구가 왕겨 초액을 급여한 처리구 보다 약간 무겁게 측정되었다. 그러나 모든 장기를 수의사(한동운/천암연 암대 동물보호과 교수)에게 의뢰한 결과 별다른 이상은 없는 것으로 판단되었다. 각종 장기무게의 자세한 것은 표 18에서 보는바와 같다.

표 18. 각종 장기무게(g)

| 처리구 | 간 | 신장 | 비장 | 정소 | 심장 | 폐 |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| A (생수) | 3.01 ±0.14 ^{ns} | 0.22 ±0.02 ^{ns} | 0.06 ±0.01 ^{ab} | 0.08 ±0.02 ^{ns} | 0.14 ±0.01 ^{ns} | 0.15 ±0.02 ^b |
| B (1.0) | 2.92 ±0.33 | 0.20 ±0.03 | 0.05 ±0.01 ^a | 0.08 ±0.01 | 0.15 ±0.02 | 0.12 ±0.01 ^a |
| C (2.0) | 3.15 ±0.27 | 0.21 ±0.01 | 0.06 ±0.01 ^{ab} | 0.09 ±0.01 | 0.13 ±0.03 | 0.12 ±0.02 ^a |
| D (3.0) | 3.17 ±0.75 | 0.21 ±0.02 | 0.06 ±0.02 ^{ab} | 0.09 ±0.02 | 0.13 ±0.02 | 0.13 ±0.02 ^{ab} |
| E (4.0) | 3.12 ±0.30 | 0.21 ±0.02 | 0.07 ±0.01 ^b | 0.09 ±0.02 | 0.14 ±0.03 | 0.11 ±0.01 ^a |

value represent means ± S.D. for mouse tissue

^{ns} Not significant (P<0.05)

Significantly different from the mean for group A (p<0.05)

(가) 간 무게(g)

간 무게는 왕겨초액을 1ml/kg(체중)를 급여한 그룹(B)에서 가장 낮은 수치를 보여 줬으며 3ml/kg(체중)(D) 그룹에서 가장 무겁게 나타났다. 일반 생수를 급여한 그룹이 3.01g(A)이었으며, 2 ml/kg(체중) 급여구(C)는 3.15g, 4ml/kg(체중) 그룹(E)은 3.12g으로 큰 차이는 없었다. 그림15에서 보는바와 같이 간 무게도 비슷한 경향을 나타냈다.

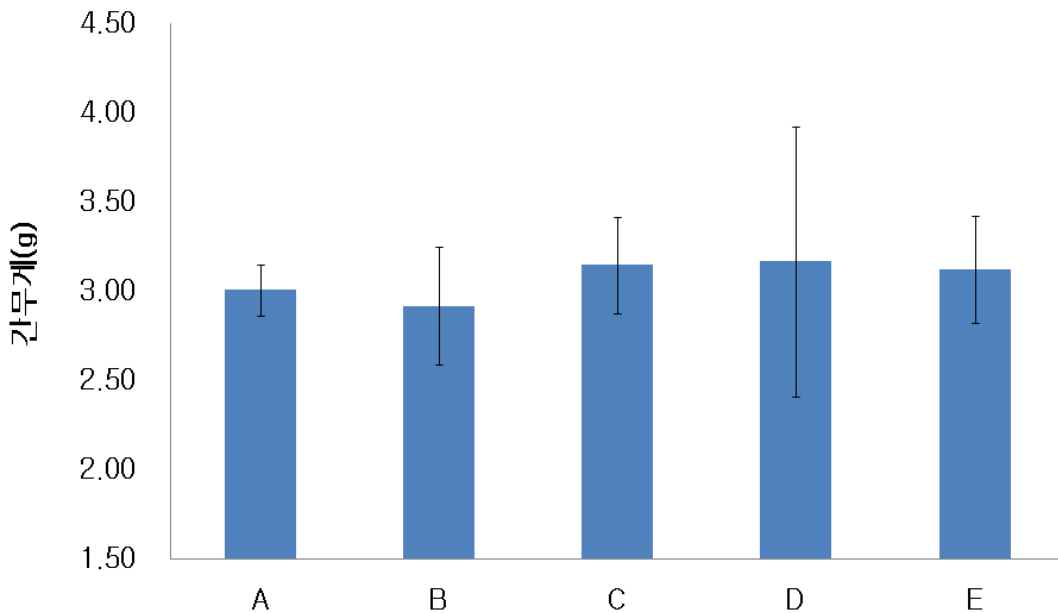


그림15. 간 무게(g)

(나) 신장 무게(g)

신장무게 역시 간 무게와 마찬가지로 왕겨 초액 1ml/kg(체중) 그룹(B)이 가장 낮게 나타났으며 생수를 급여한 (A) 그룹이 가장 무거운 0.22g으로 나타났으며 2~4ml/kg(체중)을 급여한 C, D, E그룹에서는 0.21g으로 차이가 없었다. 그림 16를 보아도 알 수 있다.

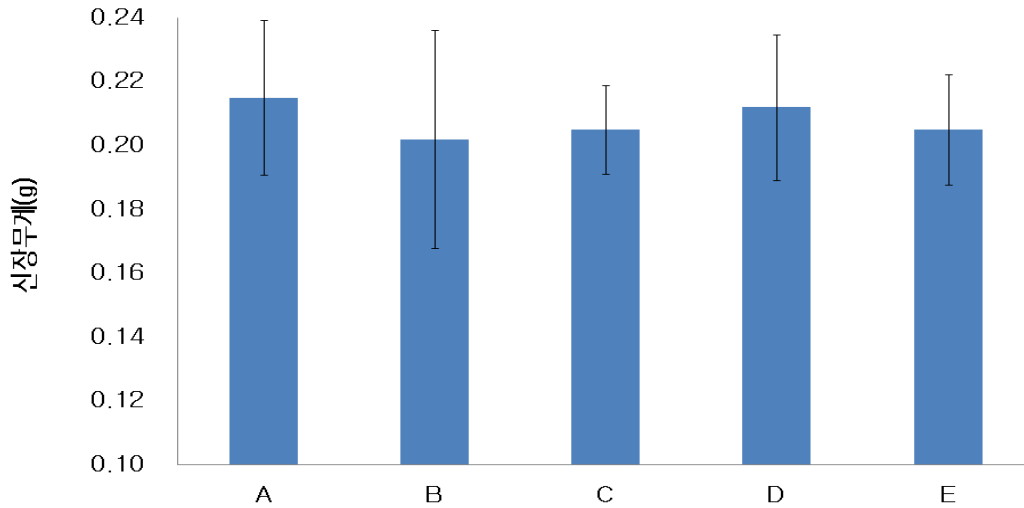


그림 16. 신장무게(g)

(다) 비장 무게(g)

비장무게는 왕겨초액을 가장 많이 급여한 E처리구가 가장 무거웠으며 반대로 가장 적게 급여한 처리구인 B처리구가 가장 가벼웠다. 그러나 생수를 급여한 처리구도 C처리구와 비슷한 경향을 보이고 있다. 자세한 것은 그림 17에서 보는바와 같다.

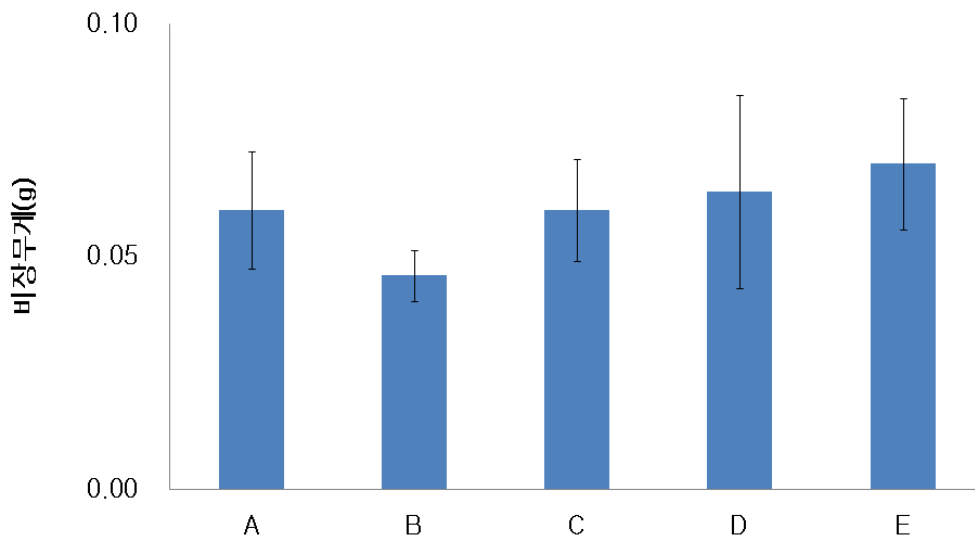


그림 17. 비장무게(g)

(라) 정소 무게(g)

정소의 무게를 측정한 결과 A, B 그룹은 0.08g으로 비슷하였으나 왕겨 초액을 많이 급여한 처리구 C, D, E 그룹은 0.09g으로 약간 무거운 경향을 보였으나 그림 18에서 보는바와 같이 거의 비슷한 경향을 보였다.

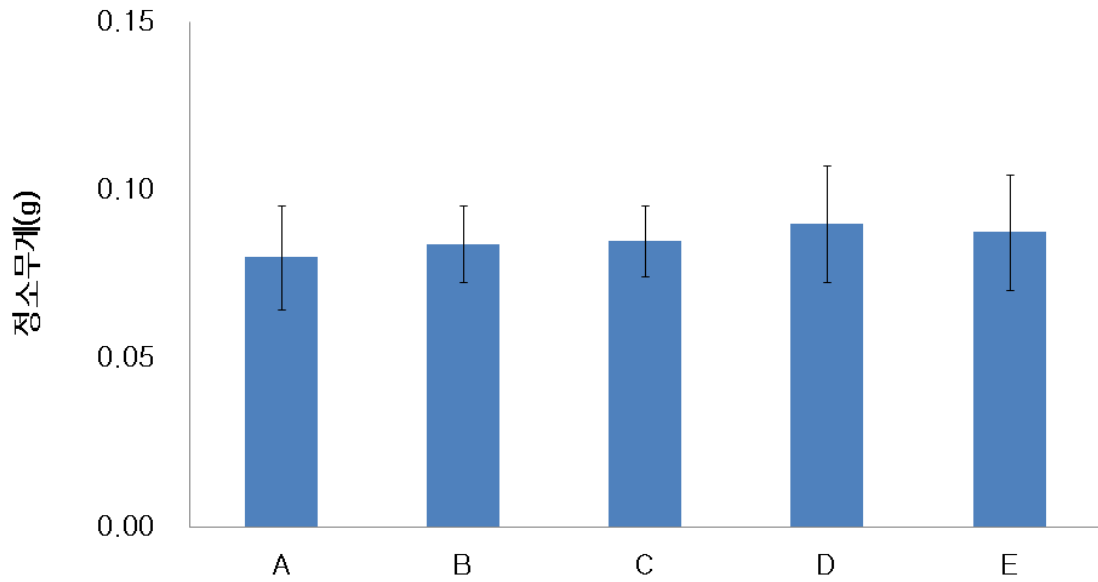


그림 18. 정소무게(g)

(마) 심장무게(g)

심장무게를 측정한 결과 전반적으로 그림 19에서와 같이 정소무게와 비슷한 경향을 보이고 있다.

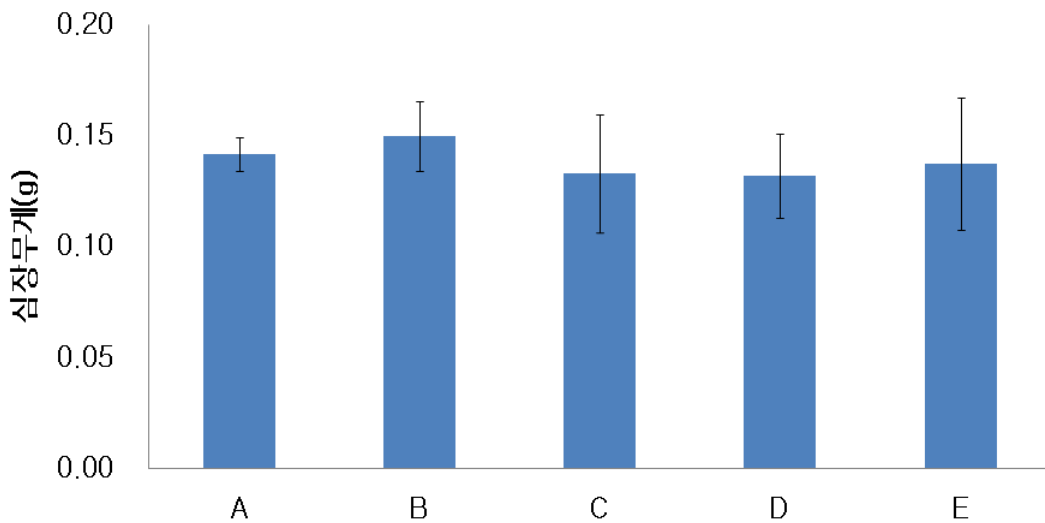


그림 19. 심장무게(g)

(바) 폐 무게(g)

폐의 무게는 생수를 급여한 처리구가 가장 무거웠으며 왕겨 초액을 급여한 처리구는 생수 급여구에 비하여 그림20에서와 같이 약간 가벼웠으며 별다른 이상소견은 없었다.

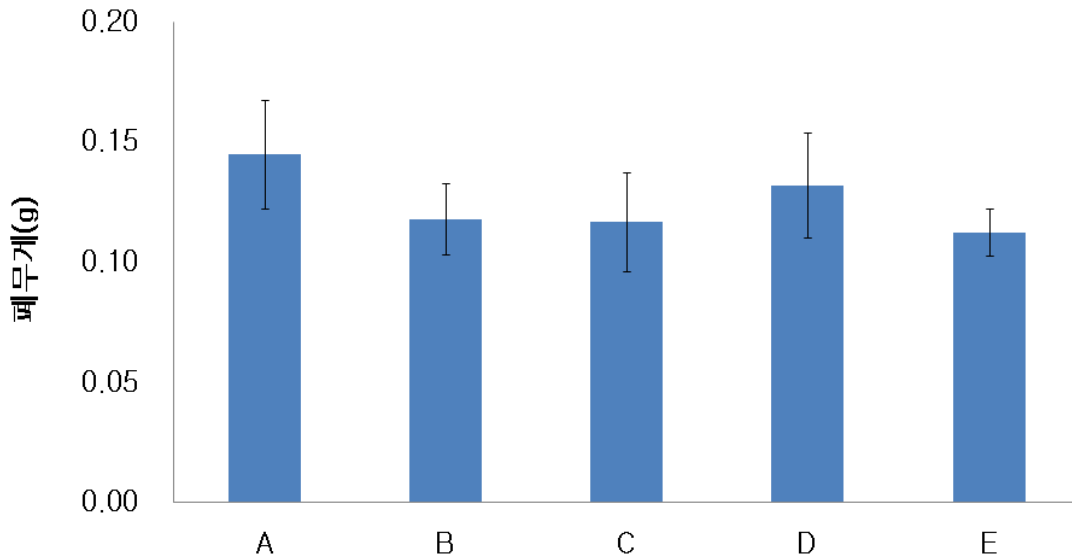


그림 20. 폐 무게(g)

4. 왕겨초액을 투여한 흰쥐의 알콜 해독에 대한 효능평가

알-콜(임페리얼/알콜 함량 40%)을 흰쥐에게 경구투여하고 30분이 지난 뒤 왕겨 초액을 투여하여 왕겨 초액이 알콜 해독에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다. 실험에 사용한 동물은 (주) 나라바이오텍으로부터 S.D(Sprague-Dawley, ♂) 계통의 특정병원균 부재(SPF) 랫드를 구입하여 실험에 사용하였다. 본 시험에 사용된 랫드는 독성시험에 적당한 실험동물로서 일반 독성시험에 널리 사용되고 있다. 또한 본 계통의 랫드는 풍부한 시험 기초자료가 축적되어 있어서 시험결과를 해석하고 평가할 때 자료를 이용할 수 있기 때문이며 입수시 7주령의 쥐를 구입하였으며 입수시 공급처에서 제공한 시험계의 병원체 검사 성적서를 참고로 하여 입수동물의 검수·검역을 실시하였으며 동물입수 후 한 케이지 당 두 마리씩 넣어 7일간 적응을 한국 식품연구원 동물실험실에서 순화시켰다. 순화기간 중 일반증상을 관찰하여 건강한 동물만을 시험에 사용하였다.

가. 처리구 분리

투여개시 전일의 체중을 이용하여 무작위법(군당 평균 체중 값을 산출 후 군당 체중이 균일하도록 조정)으로 5군으로 한 처리구 당 10마리씩 배치하였다.

나. 사육환경

본 시험은 온도 22±2℃, 상대습도 50±5%, 조명시간 12hr (08:00 점등~ 20:00 소등) 및 조도

150~300lux로 설정된 한국식품연구원의 기능성연구단 동물실험실 사육실에서 수행되었다. 시험자들은 모두 작업복과 보호 장구를 착용하였다. 시험기간 중 동물실의 온·습도는 컴퓨터시스템을 이용한 자동 온·습도측정기에 의하여 10분마다 측정되었으며, 환기회수 및 조도 등의 환경조건은 정기적으로 측정되었다. 본 시험기간 중에 사육환경의 이상은 관찰되지 않았다.

다. 사료 및 물의 급여방법

사료와 물은 자유 급여 하였다.

라. 알콜 및 왕겨초액 투여

먼저 알콜(임페리얼 12년산(임페리얼/알콜 도수 40%)을 존데를 이용하여 경구투여하고 30분이 지난 다음 왕겨초액을 경구투여 하였다. 소주 1병을 360ml로 알콜 도수를 20%라고 하면 72ml의 순수 알콜이 있으며 이것을 쥐에게 투여하면 량이 많아 임페리얼(양주/알콜 도수 40%)로 반으로 줄여 경구투여 하였다. 성인 체중을 60kg으로 가정하고 왕겨초액은 2ml, 3ml, 4ml, 5ml를 급여하는 것으로 왕겨초액 농도에 따라 알콜 해독 작용의 효능을 관찰하였다. 또한 대조구로 생수를 소주2병에 해당하는 생수를 급여하여 왕겨초액 급여구와 비교하였다. 알콜 계산은 아래와 같은 방법으로 계산하였다.

(1) 성인 60kg 기준, 소주1병 (360ml용액 내 20%알코올 함량) 섭취시 순수 알콜(알콜100%)

$$*순수 알콜 량(100%) : 소주360ml * 0.2(알콜 도수 20%) = 72ml$$

(2) 300g 랫드에 적용 시(전체평균무게기준) 순수 알콜 섭취량

$$300g : x ml = 60000g : 72ml^*$$

$$x = 300*72/60000$$

$$x = 0.36^{**}$$

(3) 40% 양주로 소주 대체 급여 시 양주 투여량(y)

$$100/40 = 2.5 \text{ (용질/용액 = 농도)}$$

$$y = 0.36^{**} * 2.5$$

$$y = 0.9$$

마. 혈액 채취

혈액은 알콜 급여 후 1시간, 2시간, 3시간, 4시간30분, 6시간으로 총 5회 쥐의 안와 정맥총에서 약1ml씩 E.P Tube에 채취하여 냉장고에 30분 정도 보관 후 원심분리(7,000rpm, 10분) 후 상등액을 취하여 완전히 밀봉하고 분석 전문기관인 (주)녹십자의료재단에 혈중 알콜 농도 분석을 의뢰를 하였다.

표 19. 소주 1병에 대한 왕겨 초액 급여량

| 시험군 (1병) | 동물 수 (마리) | 왕겨 초액 급여량 (ml/kg /체중) | 체중(g) |
|-------------|--------------|--------------------------|------------------|
| A | 10 | 2ml/kg | 289.52 ± 6.02 |
| B | 10 | 3ml/kg | 289.61 ± 8.79 |
| C | 10 | 4ml/kg | 303.31 ±11.91 |
| D | 10 | 5ml/kg | 303.59 ±12.40 |

표 20. 소주 2병에 대한 왕겨 초액 급여량

| 시험군 (2병) | 동물수 (마리) | 왕겨 초액 급여량 (ml/kg/체중) | 체중(g) |
|-------------|-------------|-------------------------|-----------------|
| E | 10 | 2ml/kg | 289.51 ±7.57 |
| F | 10 | 3ml/kg | 288.55 ±5.95 |
| G | 10 | 4ml/kg | 303.73 ±8.33 |
| H | 10 | 5ml/kg | 290.05 ±0.57 |

표 21. 소주 3병에 대한 왕겨 초액 급여량

| 시험군 (3병) | 동물수 (마리) | 왕겨 초액 급여량 (ml/kg/체중) | 체중(g) |
|-------------|-------------|-------------------------|-----------------|
| I | 10 | 2ml/kg | 289.70 ±7.03 |
| J | 10 | 3ml/kg | 303.02 ±8.83 |
| K | 10 | 4ml/kg | 305.46 ±9.89 |
| L | 10 | 5ml/kg | 289.80 ±8.76 |

표 22. 소주 4병에 대한 왕겨초액 급여량

| 시험군 (4병) | 동물수 (수) | 왕겨 초액 급여량 (ml/kg/체중) | 체중(g) |
|-------------|------------|-------------------------|-----------------|
| M | 10 | 2ml/kg | 290.33 ±5.10 |
| N | 10 | 3ml/kg | 290.00 ±5.73 |
| O | 10 | 4ml/kg | 289.85 ±7.55 |
| P | 10 | 5ml/kg | 290.00 ±7.20 |

표 23. 알콜 실험에 대한 대조구로 생수급여량

| 대조군 (생수) | 동물수 (수) | 생수 (ml/kg/체중) | 체중(g) |
|-------------|------------|------------------|------------------|
| Q | 10 | 생수12ml/kg | 289.88 ± 9.60 |

마. 분석항목

분석 전문기관인 주)녹십자의료재단에 혈 중 알콜 농도를 분석의뢰 하였다.

사. 실험 결과

(1) 소주 1병 급여 시 왕겨 초액의 효과

소주 1병 급여 시 왕겨 초액을 3ml(ml/kg/체중)를 급여한 처리구가 1시간 후에는 가장 낮게 나타났으며 생수를 급여한 대조구가 가장 알콜 함량이 높게 나타났다. 시간이 지남에 따라 120분 후에도 대조구가 높게 나타났으며 3시간이 지난 후에도 대조구는 0.0417로 비교적 높게 나타났으나 왕겨 초액을 급여한 처리구는 약간의 알콜이 검출되기는 하였으나 미미한 수준에 머물렀다. 자세한 결과는 표24의 자료에서 보듯 왕겨 초액이 알콜 해독 작용이 높은 것으로 사료된다.

표 24. 소주 1병을 급여한 혈중 알콜 농도

| 구분 | Time (min) | | | | | |
|-------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 왕겨 초액 | 60 | 120 | 180 | 270 | 360 |
| Q(생수) | 2ml/kg | 0.1180 ± 0.0244 | 0.0830 ± 0.0291 | 0.0417 ± 0.0282 | 0.0040 ± 0.0063 | 0.0008 ± 0.0010 |
| A | 2ml/kg | 0.0320 ± 0.0148 | 0.0042 ± 0.0033 | 0.0009 ± 0.0007 | 0.0008 ± 0.0011 | 0.0000 ± 0.0000 |
| D | 3ml/kg | 0.0270 ± 0.0164 | 0.0025 ± 0.0027 | 0.0013 ± 0.0003 | 0.0001 0.0002 | 0.0003 ± 0.0003 |
| G | 4ml/kg | 0.0440 ± 0.0267 | 0.0130 ± 0.0174 | 0.0038 ± 0.0064 | 0.0011 ± 0.0007 | 0.0006 ± 0.0003 |
| J | 5ml/kg | 0.0340 ± 0.0190 | 0.0052 ± 0.0043 | 0.0012 ± 0.0021 | 0.0009 ± 0.0005 | 0.0007 ± 0.0012 |

value represent means ± S.D. for rat

Significantly different from the mean for group A (p<0.05)

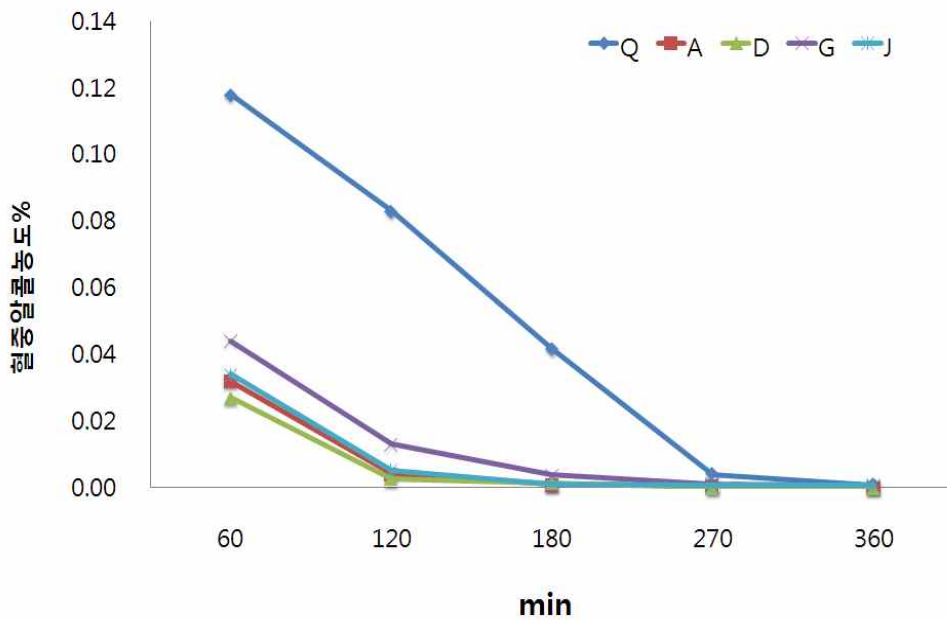


그림 21. 소주 1병을 급여한 혈중 알콜 농도

(2) 소주 2병에 대한 혈 중알콜 농도

소주 2병을 급여하였을 때 처음60분에는 대조구가 가장 높게 나타났으며 왕겨초액을 4ml(ml/kg/체중)를 급여한 처리구가 가장 낮게 나타났다. 알콜 섭취 후 3시간에도 4ml(ml/kg/체중)를 급여한 처리구가 가장 낮은 0.0046으로 나타났으나 4시간 30분 후에는 대조구를 제외한 왕겨초

액 급여구는 거의 미미한 수준으로 나타났다. 소주2병을 급여하였을 때도 왕겨 초액이 효과가 있는 것으로 나타났으며 4ml를 넘지 않는 것이 알콜 분해 능력이 우수한 결과로 나타났다. 자세한 결과는 표25에서 보는 바와 같다.

표 25. 소주 2병 급여한 흰쥐의 왕겨 초액에 대한 혈중 알콜 농도

| 구분 | Time (min) | | | | |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 60 | 120 | 180 | 270 | 360 |
| Q | 0.1180 ± 0.0244 | 0.0830 ± 0.0291 | 0.0417 ± 0.0282 | 0.0040 ± 0.0063 | 0.0008 ± 0.0010 |
| B | 0.0800 ± 0.0221 | 0.0420 ± 0.0253 | 0.0105 ± 0.0157 | 0.0009 ± 0.0008 | 0.0001 ± 0.0003 |
| E | 0.0730 ± 0.0236 | 0.0315 ± 0.0250 | 0.0104 ± 0.0143 | 0.0007 ± 0.0008 | 0.0001 ± 0.0002 |
| H | 0.0720 ± 0.0274 | 0.0263 ± 0.0213 | 0.0046 ± 0.0061 | 0.0014 ± 0.0009 | 0.0013 ± 0.0008 |
| K | 0.0770 ± 0.0254 | 0.0343 ± 0.0255 | 0.0071 ± 0.0122 | 0.0010 ± 0.0006 | 0.0009 ± 0.0007 |

value represent means ± S.D. for rat

Significantly different from group Q (p<0.05)

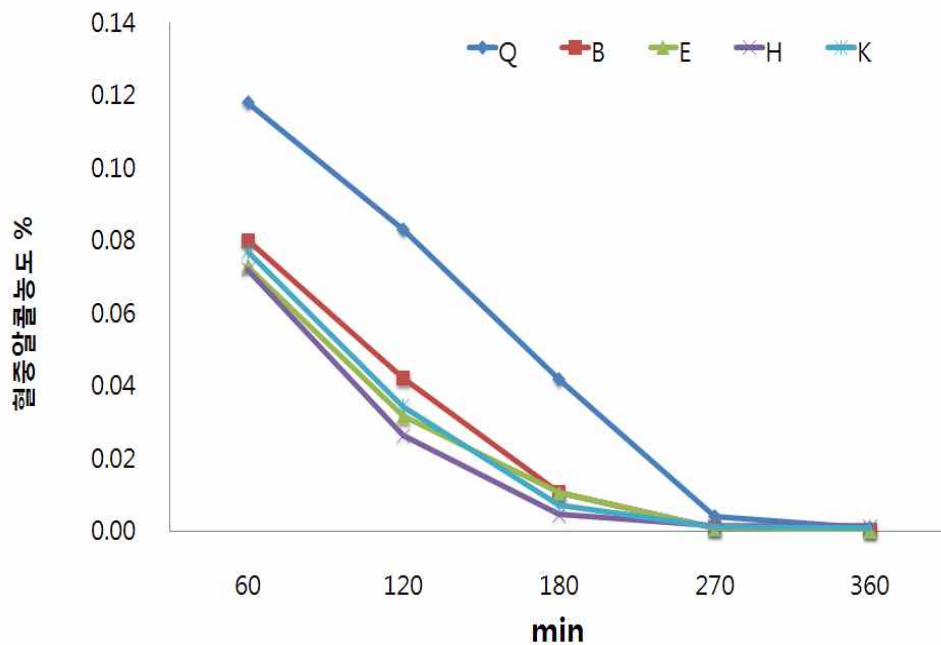


그림 22. 소주 2병을 급여한 흰쥐의 혈중 알콜 농도

(3) 소주 3병에 대한 혈중 알콜 농도

소주3병을 급여 하였을 때 4ml(ml/kg/체중)를 급여한 처리구가 60분 후와 90분에 가장 알콜 분해 능력이 있는 것으로 나타났으나 180분이 지난 후에는 5ml (ml/kg/체중)를 급여한 처리구가 가장 알콜 분해 능력이 있는 결과를 보였으며 오히려 270분 후에는 생수를 급여한 처리구가 더 분해력이 있는 결과를 보였다. 자세한 결과는 표 26에서 보는바와 같다.

표 26. 소주 3병을 급여한 흰쥐의 혈중 알콜 농도

| 구분 | Time (min) | | | | |
|----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 60 | 90 | 180 | 270 | 360 |
| Q | 0.1180 ±0.0244 | 0.0830 ±.0291 | 0.0417 ±0.0282 | 0.0040 ±0.0063 | 0.0008 ±0.0010 |
| C | 0.1360 ±0.0552 | 0.1250 ±0.0443 | 0.0870 ±0.0371 | 0.0483 ±0.0369 | 0.0166 ±0.0250 |
| F | 0.1000 ±0.0271 | 0.0630 ±0.0337 | 0.0389 ±0.0401 | 0.0274 ±0.0309 | 0.0249 ±0.0287 |
| I | 0.0940 ±0.0440 | 0.0710 ±0.0381 | 0.0375 ±0.0331 | 0.0136 ±0.0211 | 0.0114 ±0.0164 |
| L | 0.1100 ±0.0236 | 0.0740 ±0.0263 | 0.0350 ±0.0268 | 0.0093 ±0.0182 | 0.0050 ±0.0089 |

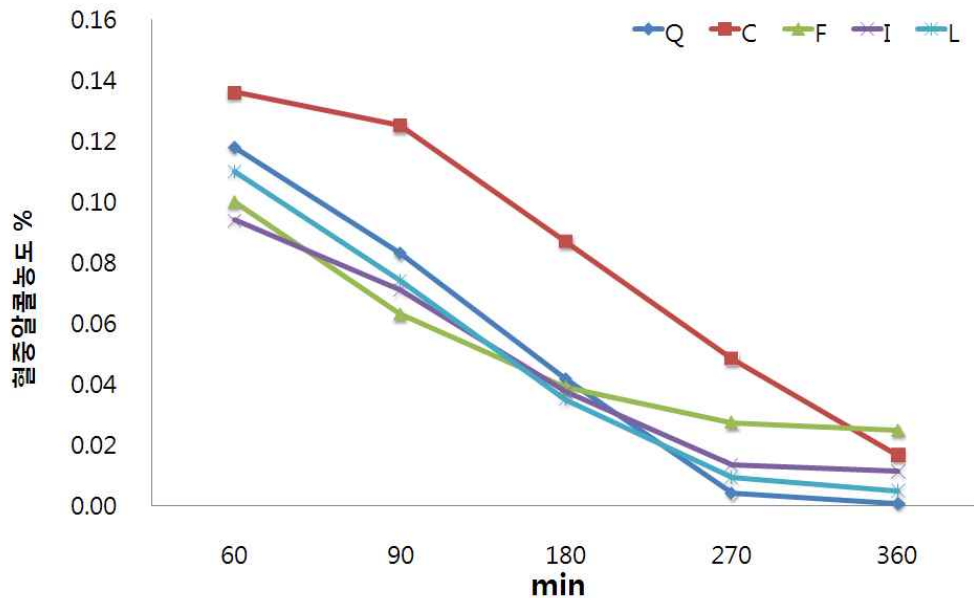


그림 23. 소주 3병을 급여한 흰쥐의 혈중 알콜 농도

(4) 소주 4병에 대한 혈중 알콜 농도

소주 4병을 급여하였을 때 결과를 보면 대체적으로 생수를 급여한 처리구가 왕겨 초액을 급여한 처리구 보다 알콜 분해능력이 높은 것으로 나타났다. 이것은 소주 2병 미만에서는 왕겨초액이 효과가 높은 반면 소주3병 이상에서는 반대로 분해 능력이 떨어지는 결과를 보였다.

표 27. 소주 4병을 급여한 흰쥐의 혈중 알콜 농도

| 구분 | Time (min) | | | | |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 60 | 90 | 180 | 270 | 360 |
| Q | 0.1180 ± 0.0244 | 0.0830 ± 0.0291 | 0.0417 ± 0.0282 | 0.0040 ± 0.0063 | 0.0008 ± 0.0010 |
| M | 0.1330 ± 0.0327 | 0.1170 ± 0.0343 | 0.0940 ± 0.0334 | 0.0570 ± 0.0295 | 0.0468 ± 0.0300 |
| N | 0.1540 ± 0.0427 | 0.1170 ± 0.0462 | 0.0810 ± 0.0463 | 0.0388 ± 0.0445 | 0.0248 ± 0.0318 |
| O | 0.1560 ± 0.0403 | 0.1300 ± 0.0389 | 0.0970 ± 0.0368 | 0.0560 ± 0.0295 | 0.0261 ± 0.0216 |
| P | 0.1330 ± 0.0432 | 0.0980 ± 0.0505 | 0.0719 ± 0.0547 | 0.0352 ± 0.0325 | 0.0191 ± 0.0206 |

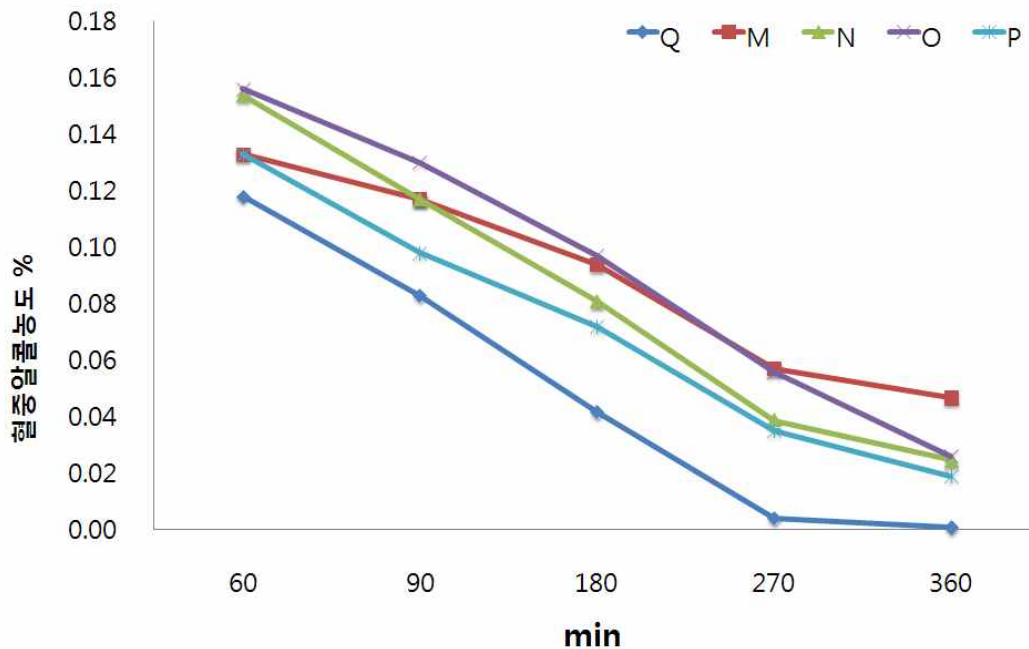


그림 24. 소주 4병을 급여한 흰쥐의 혈중 알콜 농도

5. 결론 및 요약

본 연구에서는 왕겨초액의 기능 특이성에 관한 실험을 수행하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 왕겨초액의 독성시험결과 단회 투여구의 경우 이상이 없는 결과를 보였으며, 장기독성 실험결과 투여량이 3ml/kg 이상 높은 투여구에서는 독성에 의한 폐사동물이 일부 발생하였다. 그러나 2ml/kg 이하의 투여구에는 별다른 이상소견이 관찰되지 않았다.

나. 유전독성 실험결과 분만 후 어미와 새끼 모두 이상 소견 없이 모두 건강한 상태였으며 왕겨초액을 투여한 처리구의 분만 마리수가 대조구에 비하여 33% 이상 높은 결과를 보였다.

다. 혈당 저하 실험을 수행한 결과 왕겨초액을 급여한 모든 처리구는 처음에 비하여 낮아지는 결과를 보였다. 대조구의 경우에는 초기에 비하여 혈당이 지속적으로 높아지는 결과를 보였다.

라. 알콜 해독 효능 평가 결과 왕겨초액 급여구의 혈중 농도가 낮아지는 결과를 보여 알콜 분해 능력이 있는 것으로 확인이 되었다.

제 6절 왕겨 탄화시설 및 정제시설

1. 탄화 설비

국내에서 생산되는 왕겨 탄화 설비는 소규모용 농가용 배치식 탄화용 훈탄제조기가 생산되고 있으며 국내에서는 3개사 정도가 생산을 할 수 있는 것으로 조사되었다. 탄화 방식은 크게 직접연소방법과 간접연소방법으로 구분할 수 있다. 탄화설비는 점화버너 및 무연화로 가열버너의 가동형태에 따라 설비의 연료소요, 왕겨초액 발생량 및 탄화왕겨의 탄화 후의 형태유지 정도 등에서 차이가 있으며, 간접가열 방식에 비해 직접가열방식이 탄화왕겨의 형태유지는 떨어지나 버너의 가동시간이 적어져 연료소비가 낮은 장점이 있다. 탄화설비의 기본공정은 왕겨탱크, 탄화장치(탄화로), 왕겨초액 응축 또는 포집장치, 무연장치(무연화로) 및 냉각장치(열교환)로 구분할 수 있다. 왕겨를 탄화장치에 투입하여 탄화시킨 후 냉각 배출하며, 이때 발생하는 고온의 연기를 냉각응축 또는 물로 포집하여 왕겨초액을 얻고 나머지 통과된 연기와 가스는 무연화로에서 분해된다.

일반적으로 초액의 수율은 탄화가스온도와 응축기 온도 차이가 많을수록 높은 것으로 알려지고 있으며 초액의 품질은 이와 반대로 온도 차이가 비교적 적을수록 우수한 것으로 알려지고 있다. 즉, 고온에서 응축될 경우 응축된 왕겨초액에 더 많은 유해 타르 성분이 함유되는 것으로 조사되었다. 목초액의 경우에도 우수한 목초액을 생산하기 위한 적정 탄화온도는 400~500℃ 범위이며, 탄화용으로 제조시에는 이보다 높은 800~900℃에서 탄화를 하는 것으로 보고되고 있다.

품질이 우수한 왕겨초액 생산을 위하여 왕겨의 탄화온도는 최저 210℃에서 최고 360℃ 조건에서 응축기 냉각수의 온도는 14~43℃ 사이 범위에서 초액을 생산하여 품질을 분석하여 설계의 기본 자료로 사용을 하였다.

목초액의 경우 산량과 굴절율(°BX) 값이 품질 평가의 중요 인자로 왕겨 초액에서도 목초액 표준 품질규격 기준으로 품질 평가를 하였던 결과 탄화온도가 높아질수록 초액의 비중과 산량 및 굴절율 값이 증가하는 경향을 보여주었다. 즉, 탄화온도가 높고 냉각수 온도가 낮은 ΔT 값이 높은 구의 경우 굴절률과 산량함량이 다른 구에 비하여 비교적 높은 값을 보였다. 탄화온도는 최대 360℃ 이하에서 응축기 온도는 약 20~35℃에서 생산한 초액의 산량이 5.82%, 굴절율 14.6%(°BX)의 값을 보였다.

따라서 왕겨 탄화시설의 응축기의 적정 범위는 약 20~35℃, 탄화온도는 360℃ 범위의 온도가 적합한 것으로 나타났다. 이와함께 왕겨탄화기의 생산수율을 분석하였던 결과(표 1) 왕겨 2,530kg을 사용하여 생산된 왕겨숯은 567kg으로 22.4%, 왕겨초액은 400kg으로 15.8% 생산수율을 보였다.

왕겨 탄화설비 기본 설계 조건은 RPC의 백미 가공공정 3톤 및 5톤라인을 기준으로 하였을 경우 왕겨는 1일 4.8톤과 10톤 정도의 양이 생산된다. 생산된 왕겨의 50% 정도는 기존의 사용처인 퇴비, 축사의 바닥 깔개, 월동작물의 보온재, 축분과 혼합된 발효퇴비 및 팽연화 등에 지속적으로 소비가 될 것으로 판단하고 실제로 탄화왕겨에 사용될 수 있는 최대 사용량은 생산량의 50% 정도로 1일 약 2.4~5.0톤 정도가 될 것으로 예측된다.

따라서 탄화기의 처리능력은 1일 8시간 기준 2.5톤과 4.5톤으로 하였다. 탄화 방식은 자

체열원으로 탄화를 하는 직접 탄화방식으로 하였다. 세부적인 탄화설비의 공정은 왕겨탱크, 왕겨 분리장치, 탄화로, 무연화로 및 냉각장치 그리고 초액 응축장치로 구성이 되어있다. 탄화설비 규모는 시간당 약 300~600kg 정도 처리가 가능한 규모로 설계를 하였다. 현재 연 10,000톤 미곡생산을 하는 RPC의 경우 적합한 탄화시설은 약 500kg/hr 처리시설이 적합할 것으로 판단된다. 설계한 탄화시설은 왕겨 400kg을 탄화하였을 때 탄화왕겨 약 92kg(23%), 왕겨초액 약 72kg(18%) 및 열에너지 약 20만 Kcal가 발생하는 것으로 예측되었다.

표 1. 왕겨숯 및 초액 생산 수율

| 항 목 | kg/day | 생산수율(%) |
|----------|--------|---------|
| 생왕겨 | 2,530 | 100% |
| 초액 | 400 | 15.8% |
| 숯 | 567 | 22.4% |
| 가스량(나머지) | 1,563 | 61.8% |

표 2. 왕겨 탄화 및 정제시스템 기본 설계 사양

| 항 목 | | A type | B type |
|------------------|----|----------|----------|
| 탄화기의 탄화온도 | | 350~360℃ | 350~360℃ |
| 냉각기의 냉각수 온도 | | 20~35℃ | 20~35℃ |
| 왕겨 투입량(kg/hr) | | 400 | 600 |
| 탄화 왕겨 생산량(kg/hr) | | 132 | 198 |
| 왕겨 초액 생산량(kg/hr) | | 128 | 180 |
| 냉각수 사용량(ℓ) | | 1,500 | 2,500 |
| 탄화용 버너(kcal/hr) | | 80,000 | 100,000 |
| 탄화로(kg/hr) | | 400 | 600 |
| cooling system | 1차 | 수냉식 | 수냉식 |
| | 2차 | 공냉식 | 공냉식 |
| 1일 가동시간 | | 8 | 8 |
| 규 격(mm) | L | 160,000 | 160,000 |
| | W | 4,300 | 4,300 |
| | H | 4,300 | 4,300 |

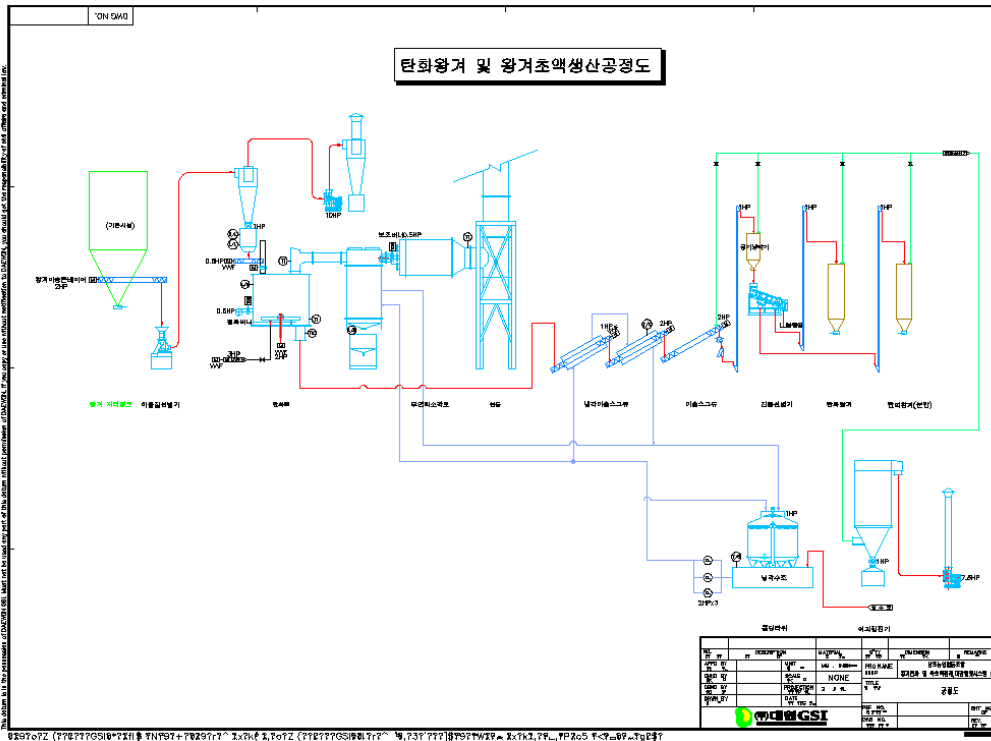


그림 1. 왕겨 탄화 및 초액생산 공정도

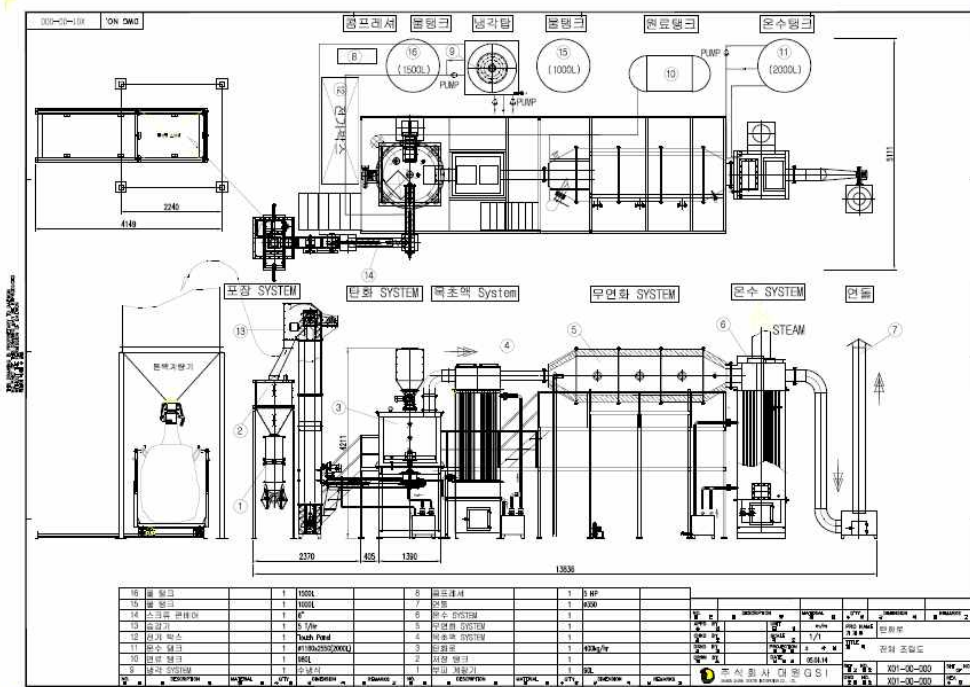


그림 2. 왕겨 탄화 입면도 및 정면도

표 3. 왕겨 탄화기 기기 내역

| | 품명 | 규격 | 설치위치 | 비고 |
|-----|------------|--------------|--------|----|
| 투입부 | 배출스크루콘베이어 | 8"x 4000L | 왕겨사일로부 | |
| | 구동감속기 | 2HP | | |
| | 원료왕겨레벨센서 | | 왕겨사일로부 | |
| | 왕겨공급부수동댐퍼 | 220x220 | 왕겨사일로부 | |
| | 왕겨공급부자동댐퍼 | 220x220 | 왕겨사일로부 | |
| | 왕겨이물질선별기 | | 왕겨사일로부 | |
| | 왕겨이송관 | 200A | 실외 | |
| | 왕겨분리사이클론 | Φ800 | 주공정동 | |
| | 왕겨배출로타리밸브 | 200x200 | 주공정동 | |
| | 왕겨이송웬 | 10HP | 실외 | |
| | 집진사이클론 | Φ800 | 실외 | |
| | 집진분진통 | | 실외 | |
| | 왕겨공급승강기 | 10T/H | 주공정동 | |
| | 구동감속기 | 1HP | | |
| | 왕겨보조탱크 | 800x800x1200 | 탄화로상부 | |
| | 보조탱크상레벨 | | 탄화로상부 | |
| | 보조탱크하레벨 | | 탄화로상부 | |
| | 정량투입콘베이어 | 150A | 탄화로상부 | |
| | 구동감속기 | 0.5HP | | |
| | 왕겨투입댐퍼 | 250A | 탄화로상부 | |
| | 구동유압실린더 | Φ50x300ST | | |
| | 유압유니트 | 2HPx70K | 주공정동 | |
| 탄화부 | 탄화로 | Φ1300x1300H | | |
| | 교반기 | | 탄화로하부 | |
| | 교반기구동감속기 | WU100x1/60 | 탄화로하부 | |
| | 교반기구동모터 | 1HPx1/60 | 탄화로하부 | |
| | 연소공기공급부로워 | DTB-404 | 탄화로하부 | |
| | 점화버너 | GPM 12 | 탄화로측면부 | |
| | 점화버너댐퍼 | 200A | | |
| | 구동실린더 | | | |
| | 왕겨레벨 | | 탄화로상부 | |
| | 차압계 | +/- 20mmAq | 탄화로상부 | |
| | 방폭구 | 500x500 | 탄화로상부 | |
| | 탄화부온도감지기 | CA-1300 20A | 탄화로측면부 | |
| | 배출부온도감지기 | CA-1300 20A | 탄화로하부 | |
| | 배기덕트온도감지기 | CA-1300 20A | 탄화로상부 | |
| | 탄화왕겨배출콘베이어 | 200Ax1500 | 탄화로하부 | |
| | 구동감속기 | 1HP | | |

| | 품명 | 규격 | 설치위치 | 비고 |
|-----------|-------------|-------------|-------|------|
| 응축 및 무연화부 | 탄화가스덕트 | 350x350 | 탄화루상부 | |
| | 왕겨초액응축기 | 100Liter/H | 주공정동 | |
| | 왕겨초액탱크 | | 응축기하부 | |
| | 탱크레벨 | | | |
| | 왕겨초액이송펌프 | 25A 1HP | | 기어펌프 |
| | 왕겨초액저장탱크 | 1000Liter | | |
| | 왕겨초액이송배관 | 25A | | |
| | 무연화소각로 | | 주공정동 | |
| | 보조버너 | GPM 16 | | |
| | 보조버너댐퍼 | 200A | | |
| | 구동실린더 | | | |
| | 투시구 | | | |
| | 무연화로연소공기덕트 | 150A | | |
| | 무연화로연소공기댐퍼 | 150A | | |
| | 무연로출구온도감지기 | CA-1300 20A | | |
| | 연돌 | | | |
| | 연돌차압조절댐퍼 | 200A | | |
| | 연돌드레인밸브 | 25A | | |
| 경유탱크 | 800Liter | | | |
| 포장 및 집진부 | 탄화왕겨이송콘베이어 | 200Ax6000 | | |
| | 탄화왕겨이송콘베이어 | 8"x2500 | | |
| | 이중분배기 | 220x220 | | 수동 |
| | 불량품선별기 | 220x220x600 | | |
| | 승강기 | 10T/H | | |
| | 승강기구동모터 | 1HP | | |
| | 공기냉각기 | | | |
| | 승강기 | 10T/H | | |
| | 승강기구동모터 | 1HP | | |
| | 탄화왕겨탱크 | 1500x1500 | | |
| | 배출댐퍼 | 220x220 | | |
| | 냉각송풍기 | DTB-411 | | |
| 정제부 | 진공감압증류정제기 | 50Liter/H | 탄화루상부 | |
| | 정제초액탱크 | 1000Liter | 주공정동 | |
| | 폐액(슬러지)저장탱크 | 1000Liter | | |



그림 3. 왕겨 탄화설비 사진

2. 왕겨초액 정제시설

그림 4은 정제 왕겨초액 생산과정을 나타낸 공정도이다. 왕겨탄화는 직화식 탄화기를 이용하여 탄화된 후 1차 증류공정을 통하여 조초액을 생산한다. 생산된 조초액은 3개월 이상 정제과정을 통하여 초액의 불안전 물질의 안정화와 타르, 색소 등의 고분자물질의 층 분리를 유도하여 pilot plant 반입전 조정제를 한다. pilot plant 설비에 유입된 조정제초액은 감압증류장치에서 증발 온도 약 60~80℃, 진공도 1-10⁻³ Torr의 중진공(Fine vacuum) 조건으로 본 증류를 실시한다. 본 증류된 초액은 보관탱크로 이송되고 제품 사용용도에 따라 산화 및 흡착공정 과정을 통하여 제품화되는 일관 자동화·기계화화 시설이다. 시설 규모는 원료 초액의 1일 반입 시간은 8시간으로 하고 감압 증류기의 진공도는 1Torr-10⁻³ Torr의 중진공(Fine vacuum)의 진공도 조절이 가능한 시설이며 증류 초기, 중기 및 말기 증류액의 분리 회수가 가능한 구조로 구성이 되어있다. 생산능력은 시간당 100~150kg이다. 제품의 다양화를 위하여 발효 초액공정도 구성이 되어 있다. pilot plant 설비 사진을 보여주고 있다. (그림 5, 6)

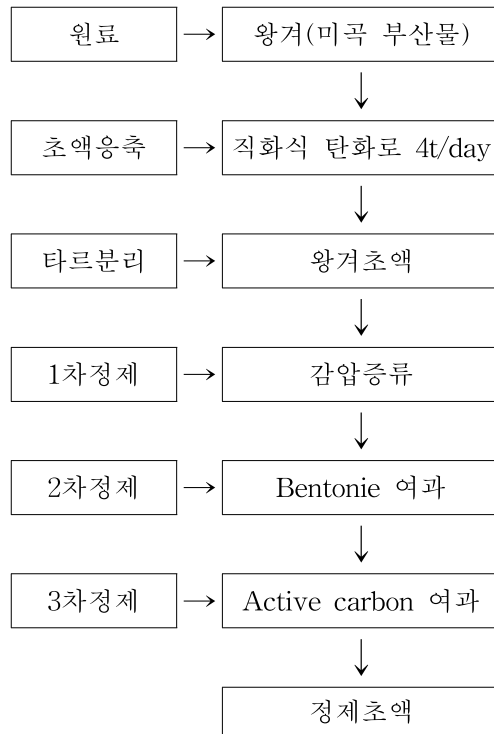


그림 4. 정제 왕겨초액 제조 공정

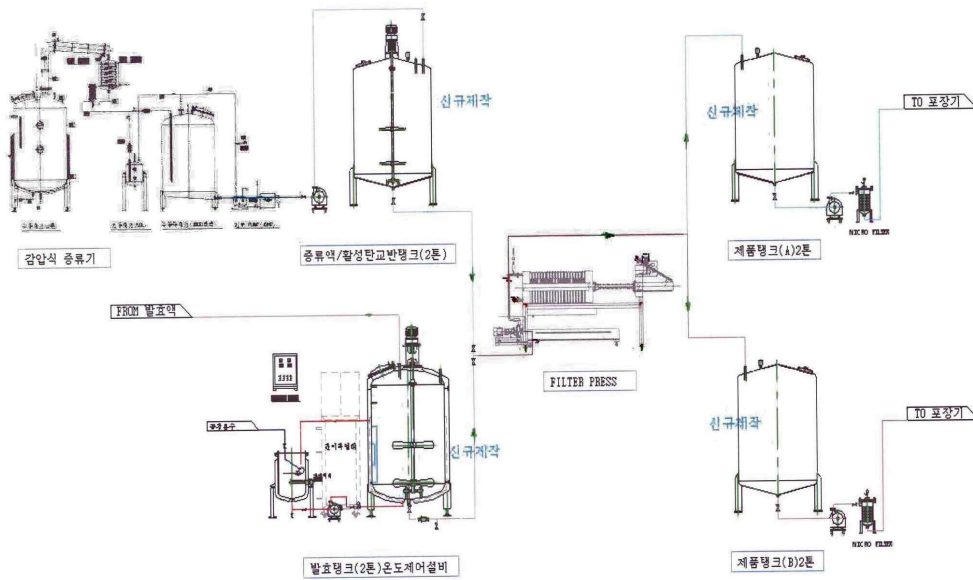


그림 5. 정제 왕겨초액 제조 공정도



그림 6. 왕겨초액 정제시설

3. 왕겨초액 경제성

가. 초기 설비투자

- 본 사업은 미곡도정과정에서 부산물로 발생하는 왕겨를 이용하여 초액을 제조하는 고부가가치 상품화 공정의 경제적 타당성을 검토
- 생산규모는 연 96,000ℓ (월 20일, 12개월 조업을 기준으로 400ℓ/일) 생산을 기준으로 분석
- 먼저, 왕겨초액 제조사업에 필요한 공장은 200평의 부지에 50평의 공장을 가정하였으며, 부속시설로는 사무실 10평, 제품저장창고 20평, 원료저장창고 20평을 가정하였으며 이에 따른 소요비용은 모두 30 백만원에 이르는 것으로 추정됨
 - 토지구입비로는 평당 100 천원하는 200평의 용지구입에 20,000 천원
 - 부지조성 및 토목공사비로 10,000 천원
- 공장 및 부속시설은 주공장 50평, 사무실 20평, 원료저장창고 20평, 제품 저장창고 20평 등 모두 110평을 건설하는 것으로 가정하였으며 이에 따른 소요비용은 143.5 백만원에 이르는 것으로 추정됨
 - 평당 2 백만원이 소요되는 50평의 공장건설비로 100 백만원
 - 평당 75 천원인 사무실 10평의 건설비로 7.5 백만원
 - 평당 1,800천원이 소요되는 원료 및 제품저장창고 20평의 건설비로 36 백만원
- 왕겨초액은 왕겨를 탄화시켜 탄화왕겨(왕겨 숯)을 제조하는 과정에서 발생하는 고온의 연기

를 냉각응축하거나 물로 포집하여 얻어지므로, 왕겨초액 제조에 필요한 시설은 크게는 왕겨를 탄화시키는 탄화설비와, 이때 발생하는 연기를 응축하고 왕겨초액을 생산하는 초액정제설비 두 부분으로 나눌 수 있으나, 보다 구체적으로는 <표 4>와 같이 9개 설비로 구분할 수 있으며, 기계설비비는 모두 595.2백만원이 소요됨

- 따라서 왕겨초액을 생산하는 초기 시설비로 토지구입 및 토목공사비 30백만원, 공장 및 부속시설 건설비 143.5백만원, 기계설비비 595.2백만원 등 모두 768.7백만원 소요됨

표 4. 왕겨 초액 제조공장 시설자금 소요내역

| 항 목 | 수 량 | 평균단가 | 금 액 |
|--------------|-------|------------|------------|
| 토지구입 및 토목공사비 | | | 30,000 천원 |
| 토지구입비 | 200 평 | 100 천원 | 20,000 천원 |
| 토목공사 및 녹지조성 | | | 10,000 천원 |
| 건설공사비 | | | 143,500 천원 |
| 공장건물 | 50 평 | 2,000 천원 | 100,000 천원 |
| 사무실 | 10 평 | 750 천원 | 7,500 천원 |
| 원료 및 제품저장시설 | 20 평 | 1,800 천원 | 36,000 천원 |
| 기계설비비 | | | 595,200 천원 |
| 왕겨투입설비 | 1 | 39,655 천원 | 39,655 천원 |
| 탄화로 | 1 | 160,965 천원 | 160,965 천원 |
| 탄화왕겨저장설비 | 1 | 35,750 천원 | 35,750 천원 |
| 목초액응축설비 | 1 | 80,190 천원 | 80,190 천원 |
| 무연화소각설비 | 1 | 73,095 천원 | 73,095 천원 |
| 폐열회수열교환기 | 1 | 70,400 천원 | 70,400 천원 |
| 통풍설비 | 1 | 33,095 천원 | 33,095 천원 |
| 집진설비 | 1 | 47,575 천원 | 47,575 천원 |
| 부대설비 | 1 | 54,014 천원 | 54,014 천원 |
| 총 계 | | | 768,700 천원 |

나. 제조원가

(1) 재료비

- 왕겨초액 400ℓ를 생산하기 위해서 2,350kg의 왕겨가 필요하다. 연간 96kl의 왕겨초액을 생산하기 위해 왕겨 564톤이 필요하고, 왕겨가격이 100원/kg 이므로 왕겨구입에 소요되는 비용은 56.4백만원 이르는 것으로 추정됨
- 제품의 저장시 필요한 포장용기는 20ℓ 용기 포장으로 가정하면 96kl을 포장하는데 4,800개가 필요하며, 용기가격을 개당 4,300원으로 가정하면 필요한 포장재료비 가격은 20.6백만원에 이르는 것으로 추정됨

표 5. 왕겨초액 생산공장의 재료비 추정

단위 : 원

| 구 분 | 1일 사용량 | 가격 | 연간사용량 | 총 액 |
|------|----------|----------|---------|------------|
| 왕 겨 | 2,350 kg | 100원/kg | 564,000 | 56,400,000 |
| 포장용기 | 20 개 | 4,300원/개 | 4,800 | 20,640,000 |
| 계 | | | | 77,040,000 |

(2) 노무비

- 연간 96kl의 왕겨초액 생산하기 위해서는 공장장 1명과 생산직 직원 2명이 필요한 것으로 가정함
- 직원에 대한 인건비는 월급여 250만원에 상여금 600%를 지급하는 공장장 1인의 급여로 연간 39백만원, 월급여 150만원에 상여금 600%를 지급하는 생산직 직원 2명의 급여로 연간 56.25백만원 등 모두 95.25백만원이 소요되는 것으로 추정됨

표 6. 왕겨초액 생산공장의 노무비 추정

단위 : 원, 인

| 직 급 | 월급여 | 상여금 | 퇴직충당금 | 인원 | 총 액 |
|-----|-----------|------|-----------|----|------------|
| 공장장 | 2,500,000 | 600% | 3,000,000 | 1 | 39,000,000 |
| 생산직 | 1,500,000 | 600% | 2,250,000 | 2 | 56,250,000 |
| 계 | | | | | 95,250,000 |

(3) 제조경비

(가) 전력요금

- 왕겨초액을 생산하기 위한 공장의 계약전력 48kW로 가정
 - 최대 전력이용 시간대에 모든 전력이용 공정이 가동된다고 가정할 경우 기본 전력은 43kW임
 - 여기에 여유전력 10% 정도를 고려하여 계약전력은 48kW로 가정
 - 계약전력을 산업용 저압전력으로 가정할 경우 기본요금의 단가는 4,350원/kW이므로, 48kW에 대한 월 기본요금은 208,800원이며, 연간으로는 2,505,600원에 이룸
- 왕겨초액을 생산하기한 공장의 다음 소요 전력량 산출표에서와 같이 18,720kWh로 추정

- 연간 전력이용량은 18,720kW이며, 저압전력 이용요금은 여름철(7~8월)에는 66.9원/kWh, 봄·가을철(3~6, 9~10월)에는 50.4원/kWh, 겨울철(11~2월)에는 56.7원/kWh이므로 전력량 요금은 1,034,280원에 이르는 것으로 추정됨
- 따라서 전력요금은 기본요금 2,505,600원과 전력량 요금 1,034,280원을 합쳐 3,539,880원에 이르는 것으로 추정됨

표 7. 왕겨초액 생산공장의 이용전력 및 총전력이용량 추정

| 항 목 | 이용전력 (kW/h) | 기계대수 (대) | 총 이용전력 (kW/h) | 이용시간 (h/day) | 이용전력량 (kW) |
|---------|-------------|----------|---------------|--------------|------------|
| 감압증류정제기 | 5 | 1 | 5 | 2 | 2,400 |
| 발효교반기 | 2.5 | 1 | 2.5 | 1 | 600 |
| 스팀보일러 | 4 | 1 | 4 | 1 | 960 |
| 냉 각 기 | 30 | 1 | 30 | 2 | 14,400 |
| 필터프레스 | 1.5 | 1 | 1.5 | 1 | 360 |
| 계 | | | 110.25 | | 18,720 |

(나) 수도요금

- 왕겨초액 생산공정에서 용수가 필요하지만 용수를 재활용하기 때문에 하루 이용량은 1톤으로 가정. 1개월에 20일씩 12개월 조업을 가정하므로 모두 월 20톤, 연간 240톤 이용하는 것으로 가정
- 수도요금은 상수도요금과 하수도요금으로 구분
 - 수도요금은 지역별로 틀리지만, 서울시 수도요금을 참고하면 제조업체에 적용되는 업무용은 월 50톤 이하 사용시 톤당 470원이므로, 용수이용량 240톤에 단가 470원/톤을 적용하면 상수도 요금은 112,800원에 이르는 것으로 추정됨
 - 하수도요금은 업무용으로 월 50톤 이하 사용시 톤당 260원이므로, 용수이용량 240톤에 단가 170원/톤을 적용하면 하수도요금은 62,400원에 이르는 것으로 추정됨
 - 왕겨초액 생산공정에 소요되는 수도요금은 상수도요금 112,800원, 하수도요금 62,400원을 합쳐 175,200원으로 추정됨

(다) 감가상각비

- 본 분석은 연간 가동을 기준으로 산정하였으며 감가상각비를 산출하기 위하여 상각연한을 건물의 경우는 40년, 기계설비의 경우는 11년을 가정하였으며, 각각 잔존가치는 10%로 가정하고 산출
 - 건물 연간 감가상각액 : $(143,500,000 \times 0.9) \div 40 = 3,228,750$
 - 기계 연간 감가상각액 : $(595,200,000 \times 0.9) \div 11 = 48,698,182$
 - 따라서 연간 감가상각비는 모두 51,926,932원에 이르는 것으로 추정됨

(라) 기타 제조경비

- 제조경비는 전력요금, 수도요금, 감가상각비 복리후생비, 세금과 공과, 지급임차료, 보험료, 수선비, 운반하역보관비, 연구개발비, 기타경비 등이 발생함
- 이들 비용 중 위에서 살펴본 전력요금과 수도요금 이외의 항목은 실제 자료에 근거하기 곤란하여 한국은행에서 2009년 발간한 「2008년 기업경영분석」의 자료를 참고로 하여 각 항목별 비용을 추정
 - 「기업경영분석」에 의하면 2009년 왕겨초액이 포함되는 “기타 화학제품 제조업”의 제조원가에서 차지하는 구성비는 20.21%임
 - 「기업경영분석」외주가공비의 비중은 2.13%이며, 감가상각비의 비중은 5.54%임. 제조경비 중 외주가공비는 없는 것으로 가정하였고, 감가상각비는 별도로 추정하였으므로 이 두 항목을 제외한 제조경비가 제조원가에서 차지하는 제조경비의 비중은 12.54%임
 - 「기업경영분석」에 의하면 제조경비에서 차지하는 전력비의 비중은 1.26%, 가스 및 수도비의 비중은 0.95%으로 두 항목이 모두 2.21%의 비중을 차지함. 두 요금의 합이 1,209,480원일 때 2.21%의 비중을 차지하므로, 12.54%일 때 6,862,841원임
 - 6,862,841원을 추정하고자 하는 제조경비 각 항목으로 배분하면 복리후생비 574,640원, 세금과 공과 120,401원, 임차료 202,492원, 보험료 136,819원, 수선비 399,511원, 운반·하역비 974,151원, 경상개발비 284,584원, 기타경비 2,960,763원 등으로 추정됨

표 8. 제조경비 항목별 추정원가

| 항 목 | 기타 항목별 제조원가 비중(%) ¹⁾ | 감가상각비, 외주가공비를 제외한 기타 항목별 제조원가 비중 ²⁾ (A) | 제조경비 항목별 원가 |
|-----------|------------------------------------|--|-------------|
| 계 | 20.21 | 12.54 | 58,799,055 |
| 복리후생비 | 1.05 | 1.05 | 574,640 |
| 전 력 비 | 1.26 | 1.26 | 1,034,280 |
| 가스수도비 | 0.95 | 0.95 | 175,200 |
| 감가상각비 | 5.54 | - | 51,936,214 |
| 세금과공과 | 0.22 | 0.22 | 120,401 |
| 임 차 료 | 0.37 | 0.37 | 202,492 |
| 보 험 료 | 0.25 | 0.25 | 136,819 |
| 수 선 비 | 0.73 | 0.73 | 399,511 |
| 외주가공비 | 2.13 | - | - |
| 운반·하역·보관비 | 1.78 | 1.78 | 974,151 |
| 경상개발비 | 0.52 | 0.52 | 284,584 |
| 기 타 경 비 | 5.41 | 5.41 | 2,960,763 |

주 : 1) 한국은행, 「2008년 기업경영분석」, 2009. p90
 2) 제조원가 중 감가상각비, 외주가공을 제외한 제조원가 비중

- 총 제조경비는 감가상각비 51,936,932원, 그 외 항목별 제조경비 합계 6,862,841을 더하여 모두 58,799,773원에 이를 것으로 추정됨

(마) 제조원가

- 제조원가는 재료비와 노무비, 제조경비의 합계에 기초재공품원가를 더하고 기말재공품원가를 빼서 산출됨. 그러나 기초재공품원가와 기말재공품원가가 같다고 가정하면, 재료비, 노무비, 제조경비의 합계만으로 결정됨
 - 추정된 제조원가는 재료비 77,040,000원, 노무비 95,250,000원, 제조경비 58,789,773원으로 모두 231,079,773원에 이룸
- 그러나 위에서 산출한 제조원가는 왕겨초액 96kl만의 제조원가가 아닌 결합생산되는 탄화왕겨까지를 포함하여 계산된 제조원가임
 - 왕겨초액 400 l 를 생산할 때, 탄화왕겨 570kg이 동시에 생산됨. 따라서 왕겨초액 96kl 생산할 때, 탄화왕겨 136,800kg이 동시에 생산됨
 - 탄화왕겨 판매가격이 80kg 1포대당 13,000원이므로 kg당 단가는 162.5원/kg임. 따라서 탄화왕겨 136,800kg의 판매가격은 22,230,000원에 이르며, 이만큼 부산물 수입이 발생하므로 제조원가에서 차감하여야 함

- 따라서 부산물 수입을 제외한 총제조원가는 208,849,773원에 이릅니다
- 20ℓ 들이 제품 기준 제조원가는 43,510원에 이릅니다
- 1ℓ 당 제조원가는 2,175.5원에 이릅니다

표9. 왕겨초액 제조원가명세

단위 : 원

| 항 목 | 총제조원가 | 20ℓ 제품당 원가 | 1ℓ 당 원가 |
|---------------|-------------|------------|---------|
| 재료비(A) | 77,040,000 | 16,050 | 802.5 |
| 주재료비 | 56,400,000 | 11,750 | 587.5 |
| 포장재료비 | 20,640,000 | 4,300 | 215.0 |
| 노무비(B) | 95,250,000 | 19,844 | 992.2 |
| 제조경비(C) | 58,789,773 | 12,248 | 612.4 |
| 복리후생비 | 574,640 | 120 | 6.0 |
| 전력비 | 1,034,280 | 215 | 10.8 |
| 가스수도비 | 175,200 | 37 | 1.8 |
| 감가상각비 | 51,926,932 | 10,818 | 540.9 |
| 세금과공과 | 120,401 | 25 | 1.3 |
| 지급임차료 | 202,492 | 42 | 2.1 |
| 보험료 | 136,819 | 29 | 1.4 |
| 수선비 | 399,511 | 83 | 4.2 |
| 운반하역보관비 | 974,151 | 203 | 10.1 |
| 연구개발비 | 284,584 | 59 | 3.0 |
| 기타경비 | 2,960,763 | 617 | 30.8 |
| 조 제조원가(A+B+C) | 231,079,773 | 48,142 | 2,407.1 |
| 부산물수입(차감) | 22,230,000 | 4,631 | 231.6 |
| 제 조 원 가 | 208,849,773 | 43,510 | 2,175.5 |

4. 왕겨초액 판매가격 추정

- 가. 이상에서 살펴본 것처럼 왕겨초액 96kl를 생산한다고 가정할 때, 제조원가는 20ℓ들이 대용량 제품 기준 43,510원으로 판매 및 일반관리비와 이윤이 매출액의 50%라고 가정하면 판매가격은 87,020원 정도로 추정할 수 있으며, 이 비율이 매출액의 60%라고 가정하면 108,776원/통 정도로 추정됨. 즉 판매가격은 20ℓ 1통당 108,776원~87,020원 사이에서 형성될 수 있을 것으로 추정됨
- 나. ℓ 당 환산가격은 2,175.5원으로 1ℓ들이 용기제품을 판매한다고 하더라도 1ℓ 포장용기 가격을 개당 250원이라고 하면 포장비가 35원가량 더 추가되므로 1ℓ 소포장 제품당 2,200원 정도로 추정됨. 판매 및 일반관리비와 이윤이 매출액의 50%라고 가정하면 판매가격은 4,400원/개 정도로 추정할 수 있으며, 이 비율이 매출액의 60%라고 가정하면 5,500원/개 정도로 추정됨. 즉 1ℓ들이 소포장 1개당 소비자 가격은 4,400원~5,500원 선에서 형성될 수 있을 것으로 추정됨
- 다. 한편 유사한 품목이라고 할 수 있는 정제 목초액이 ℓ 당 10,000~50,000원 정도의 범위에서 판매되고 있어 가격 경쟁력을 확보한 것으로 판단됨.
- 라. 시중에 판매되고 있는 목초액은 식용으로 이용이 불가능하지만 본 연구에서 개발한 제품은 정제과정을 거쳐 식용 또는 화장품 소재로 이용할 수 있는 것을 최종목표로 한 제품으로서, 식품으로 이용할 수 있기 위해서는 안전성 검사를 거쳐야 하는 과정이 남아있지만 안전성을 통과할 경우 일반적인 기능성 식품가격에 비하여 결코 비싼 가격이 아니며, 기능성식품 소재로서 이용할 수 있는 분야는 매우 광범위하여 제품의 수요가 생산을 제한하지는 않을 것으로 판단됨

5. 결론 및 요약

본 연구에서는 왕겨초액 생산을 위한 탄화시스템과 정제시스템의 기본 설계 사양과 공정도를 작성하고 세부 기기의 내역을 작성하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. RPC의 백미 가공공정을 기준으로 하여 탄화기의 처리능력은 2.5톤과 4.5톤으로 하였다. 탄화 방식은 자체열원으로 탄화를 하는 직접 탄화방식으로 하였다.

나. 정제시스템은 감압증류장치에서 본 증류 후 산화 및 흡착공정 과정을 통하여 정제된다. 진공도 조절이 가능한 시설이며 초기, 중기 및 말기 증류액의 분리 회수가 가능한 구조로 구성이 되어있다. 생산능력은 시간당 100~150kg이다.

다. 왕겨초액의 경제성을 분석하기 위하여 기기, 건축 등 고정 투자비와 인력, 재료비 및 감가상각비 등을 고려하여 생산원가를 분석한 결과 경쟁력을 확보한 것으로 판단된다.

라. 지금까지 본 연구에서 개발된 기술에 관하여서는 특허를 출원하였으며 국내외 전문학술지에 발표를 하였다. 본 기술은 참여업체에 기술이전을 추진중에 있으며 개발된 기술은 활용이 되도록 정책건의와 교육을 통해 베풀. 생산 중심체인 RPC 등에서 활용토록 한다.

(부록)

□ 왕겨탄화기 운전메뉴얼

가. 운전전 점검사항

- 냉각수조의 냉각수 수위
 - * 급수상황을 확인하고 냉각수의 보충이 원활하도록 조치
- 경유탱크의 보조연료량
 - * 경유탱크의 경유량이 충분한지 확인 후(최소 1/3 이상) 모자라면 보충하여야 함
- 왕겨탱크의 원료 왕겨량
- 설비의 이상 유무
 - * 설비중 누수되는 부분은 없는지
 - * 송풍기의 베어링 및 벨트는 정상적인 장력을 유지하는지
 - * 댐퍼 및 슬라이드게이트들은 정상적으로 작동하는지
 - * 펌프 및 노즐(특히 냉각수 분무노즐)은 정상적으로 작동하는지
- 조초액탱크의 유량
- 여과집진기 분진탱크의 청소
- 투입부 사이클론 분진탱크의 청소

나. 자동운전방법

- 메인판넬의 전원을 올리고
- 터치판넬의 전원을 켜 후
- 터치판넬의 초기화면에서 아무 곳을 터치하면 패스워드 입력창이 발생
- 패스워드를 입력한 후 [ENTER]키를 누름
- 왕겨탄화로운전시스템 창이 뜨면 [자동운전기동] 키를 누름
- 탄화왕겨자동운전모드 창이 뜨고 설비가 자동운전 시작됨
- 초기 무연화로의 승온속도를 높이기 위하여 무연화로와 연결된 덕트의 댐퍼를 닫음
- 창의 하단부에 위치한 온도(4개)와 속도(4개)를 수시로 관찰하며 탄화운전
- 수시로 원료왕겨의 잔여량을 확인하고
- 탄화왕겨를 수시로 포장하며
- 왕초조액탱크의 충만상태, 냉각수의 수위 및 순환상태 등을 점검

다. 가동정지방법

- [메인메뉴]-[자동운전정지]키를 누르면 자동으로 투입이 중지되고 일정시간후 가동이 중지됨
- 이때 운전의 특성상 탄화가스의 배출량이 많아져 매연발생의 소지가 있으므로 무연화로와 연결된 댐퍼의 개폐를 적절히 조절하여 매연을 줄일 것

라. 투입공정

표1. 투입공정 구성

| 기기명 | 가 동 | 비 고 |
|-------------|------------------|--|
| 왕겨사일로 | | |
| 왕겨배출스크루콘베이어 | 보조탱크 왕겨보충시 가동 | 보조탱크 상레벨 오프후 설정시간 후 가동시작, 상레벨 온 후 가동정지 하부슈트의 레벨이 작동하면 정지 |
| 왕겨이송관 | | |
| 왕겨분리사이클론 | | 사이클론 하부의 점검창으로 수시로 가동상태 확인 |
| 왕겨배출로타리밸브 | 항시가동 | |
| 왕겨이송승강기 | 항시가동 | |
| 왕겨보조탱크 | | 상하레벨이 설치됨 |
| 보조탱크 상레벨 | | 작동시 왕겨배출스크루가 정지하고 꺼질시 지정시간 이후에 왕겨배출스 크루가 작동함 |
| 보조탱크 하레벨 | | 꺼질시 비상경보가 발생, 알람이울림 |
| 왕겨투입스크루콘베이어 | 탄화로 왕겨보충시 가동 | 인버터구동으로 투입속도를 조절함 |
| 이송휀 | 항시 가동 | |

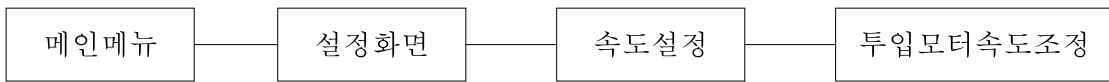
- 원료왕겨사일로에 설치된 스크루콘베이어가 왕겨사일로의 왕겨를 배출하면
- 배출된 왕겨는 이물질선별기를 거쳐 검불이나 나락 등 이물질은 선별되고 왕겨만 이송관을 통해 탄화왕겨공정으로 이송됨
- 이송된 왕겨는 사이클론에서 원심분리되어 왕겨는 하부의 로타리밸브로 배출되고 배출된 왕겨는 승강기를 통해 왕겨보조탱크로 이송
- 사이클론에서 배기된 공기는 이송휀을 거쳐 다시 실외에 설치된 사이클론을 통해 대기로 확산됨
- 왕겨보조탱크는 상 하 레벨이 장치되어 있으며 하레벨이 작동하면 왕겨의 공급이 원활치

않은 상황이므로 경보가 발생하고 부저가 울림

- 이때 사이클론에서 왕겨의 배출이 원활치 않을 경우는 잠시 이송웬을 정지시킨후 다시 가동시키고 왕겨의 보관량이 적어 가동을 중지할 경우에는 중지하도록 한다.
- 왕겨보조탱크의 상레벨은 꺼짐에서 켜짐이 되면 왕겨사일로의 스크루콘베이어의 작동을 중지시키고 다시 꺼짐이 되면 하레벨의 점점작동없이 20초 후(초단위로 설정이 가능, 메인메뉴-설정화면-시간설정-보조상레벨시간설정에서 조절가능) 왕겨사일로의 스크루콘베이어를 작동시킴
- 왕겨투입 상레벨 시간설정방법



- 왕겨투입스크루콘베이어의 속도조절방법



마. 탄화공정

- 탄화로에 투입된 왕겨는 상부에 적체된 후 하부의 왕겨가 탄화되어 배출되면서 이에 따라 서서히 건조되면서 하부로 내려옴
- 탄화된 왕겨는 고온의 상태로 배출되면 수냉 자켓으로 제작된 2개의 스크루 콘베이어와 U형 이송 콘베이어를 거치며 냉각되고 추가로 고압 미세하게 분무되는 냉각수로 완전 냉각되어 배출됨
- 배출된 탄화왕겨는 이중분배기를 거쳐 불량품선별기를 거친후 승강기로 공기냉각기로 이송.
- 이중분배기는 초기 기동시 탄화로 배출구 하부에 적체되어 탄화안되고 배출되는 생왕겨를 분리하며 생왕겨가 분리되면 승강기로 탄화왕겨를 배출시킴
- 탄화왕겨 중 덩어리로 배출되는 왕겨를 선별하기 위한 선별기가 있으며 여기서 선별된 탄화왕겨는 완전 냉각후 분쇄하여 탄화왕겨 제품에 포함시키면 됨
- 공기냉각기에서 수분이 증발되고 냉각된 탄화왕겨는 승강기를 통해 저장사일로 보관됨
- 보관된 탄화왕겨는 오랜 시간 적체하지 말고 바로바로 배출하여 포장 후 보관요만

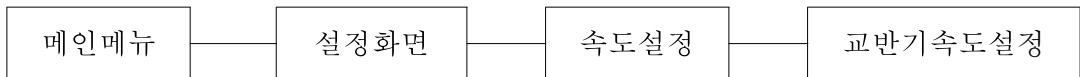
(1) 탄화로

- 탄화로는 내화케스타블로 타설된 원통형 구조물이며
- 탄화로, 교반기, 연소공기공급부로와, 점화버너, 차압계, 투시 구, 배출 콘베이어로 구성
- 탄화로의 구성

표2. 탄화로의 구성

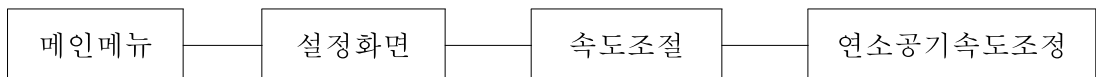
| 기 기 명 | 가 동 | 비 고 |
|----------------|-----------|--------------------------------|
| 점화버너 | 초기 점화시 자동 | |
| 교반기 | 자동운전 | 인버터구동으로 회전속도를 조절함 |
| 연소공기공급부로워 | 자동운전 | 인버터구동으로 투입공기량을 조절함 |
| 온도감지기(탄화부) | | K타입으로 정상운전시 통상 150도 전후를 지시함 |
| 온도감지기(탄화왕겨배출부) | | K타입으로 정상운전시 통상 500도 전후를 지시함 |
| 온도감지기(탄화가스배출부) | | K타입으로 정상운전시 통상 80도 전후를 지시함 |
| 투시구 | | 점화 및 정지시 내부관찰용 |
| 탄화왕겨배출콘베이어 | 자동운전 | 인버터구동으로 배출속도를 조절함 |
| 차압계 | | 디지털로서 정상운전시 통상 5전후를 지시함 |
| 방폭구 | | 탄화로내 이상연소시 폭발방지장치 |

- 교반기의 속도조절방법



* 40으로 설정되어 있으며 속도의 단위는 Hz이며 0~60범위입니다

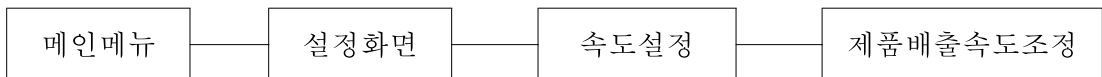
- 연소공기공급부로워의 속도조절방법



* 속도의 단위는 Hz이며 0~60범위입니다

* 연소공기 속도는 수동과 자동운전이 있으며 상기화면에서 설정이 가능함

- 탄화왕겨배출콘베이어의 속도조절방법



* 속도의 단위는 Hz이며 0~60범위입니다

(2) 탄화공정도

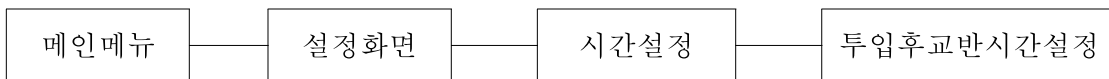
표3. 탄화 공정도

| 공 정 | 설 정 | 비 고 |
|-----------------|----------------|---|
| 무연화로 승온 | 통상 300도 | 무연화소각로에 부착된 보조버너가 가동되어 출구의 온도가 소요온도가 될 때까지 가동함 요구온도가 되면 탄화공정이 자동으로 가동시작 |
| 왕겨투입 | 통상 6분(360초) | 왕겨투입스크루콘베이어의 가동시간이며 투입시간 조절가능함(*1) |
| 왕겨교반 | 통상 6분(360초) | 왕겨의 투입을 중지하고 왕겨의 평탄작업을 수행하는 시간으로 조절이 가능함(*2) |
| 점화버너 점화 | 통상 2분(120초) | 왕겨의 평탄작업후 왕겨를 점화버너를 이용하여 점화하는 공정으로 시간조절이 가능함(*3) |
| 왕겨교반 | 통상 6분(360초) | 점화된 왕겨가 전체면적으로 넓게 불씨가 확산되도록 운전하는 공정으로 시간조절이 가능함(*4) |
| 왕겨투입 | | 왕겨를 탄화로의 상레벨까지 충전하도록 채움 |
| 연소공기공급 브로워가동 | 통상 2분(120초) | 통상 왕겨를 재투입후 연소공기공급부로를 가동하여 탄화를 촉진하는 공정 |
| 왕겨배출시작 | 통상 150도 | 초기 왕겨가 점화된후 일정시간 탄화가 진행된 후 탄화왕겨를 배출하는데 이 배출시점을 정하는 시간이며 온도조절이 가능함(**1) |
| 탄화운전 | | |
| 탄화정지 | 통상40분 | 자동정지를 설정하면 왕겨의 투입이 중지되고 투입 중지후 소요시간까지 잔여탄화왕겨를 배출하고 설비의 운전이 중지되면 가동시간은 조절이 가능함(*5) |

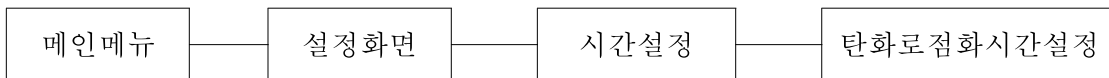
(*1)왕겨투입시간의 설정방법



(*2)왕겨교반시간의 설정방법



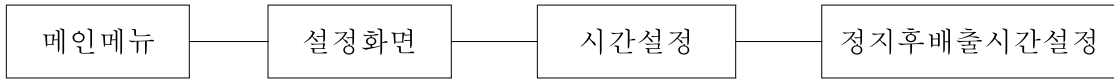
(*3)점화버너 점화시간의 설정방법



(*4)왕겨교반시간의 설정방법



(*5)탄화정지시간의 설정방법

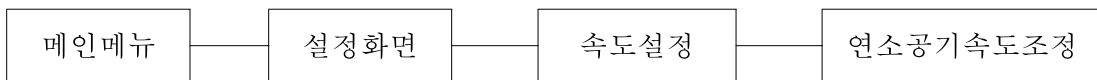


(**1)탄화왕겨배출시작의 설정방법

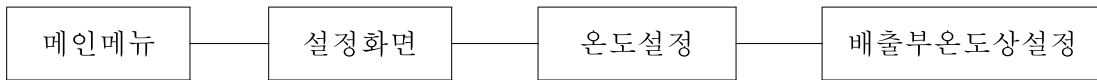


(3) 연소공기공급부로위의 운전

- 탄화공정은 왕겨의 투입속도와 배출속도 그리고 연소에 필요한 공기량의 공급이 상당히 중요한 요소로 연소공기공급부로위의 운전은 다음과 같이 이루어 진다.
- 연소공기공급부로위의 속도는 아래와 같이 설정하고

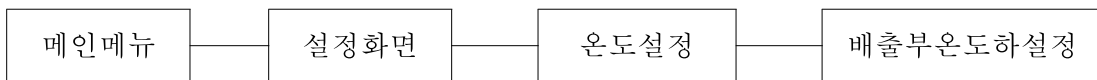


- 운전은 자동과 수동을 선택한다.
수동 운전시에는 탄화되어 배출되는 제품의 상태를 보아 탄화가 미흡하면 속도를 높이고 재가 많이 발생하면 속도를 낮추는 방법으로 운전하면 된다.
- 자동 운전시에는 먼저 탄화왕겨배출부의 온도를 설정하면 온도가 상에 도달하면 부로위의 속도가 느려지고 하에 도달하면 속도가 자동으로 높아지는 방식으로 가동된다.
- 탄화왕겨배출부의 온도 설정방법(상한온도)



* 설정한 온도에 도달하면 연소공기공급부로위의 속도가 자동으로 느려짐

- 탄화왕겨배출부의 온도 설정방법(하한온도)



* 설정한 온도에 도달하면 연소공기공급부로위의 속도가 자동으로 빨라짐

바. 왕겨초액응축공정

- (1) 탄화로에서 발생한 탄화가스는 불완전연소된 미연가스이며 탄화열에 의해 왕겨내의 유효 목초액 성분과 수분이 증발하게 된다.
- (2) 탄화 가스내에 함유된 이 수분을 온도 차이에 의한 응축법으로 응축하게 되면 왕겨 초액이 발생하고 회수할 수 있다.
- (3) 왕겨 초액 응축기는 냉각수로 제작된 몸체에 탄화가스가 지나가는 관을 수직으로 배치한 설비로서 냉각수의 온도 및 순환이 초액의 생산량을 결정하며 탄화가스의 온도(통상

80도)와 냉각수의 온도(통상 30~40도)의 차이가 클수록 생산량은 일정량 많아진다.

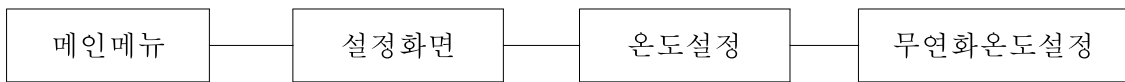
(4) 응축기에서 응축된 초액은 하부의 통에 모여져 왕겨 초액 탱크로 자동 이송된다.

(5) 응축기의 하부에 위치한 목초액탱크는 상하 레벨이 설치되고 이 레벨에 의해 작동되는 목초액 펌프가 있고 목초액 탱크의 상레벨이 작동하면 목초액이송펌프가 작동하고 하레벨이 작동하면 펌프의 가동을 중지함.

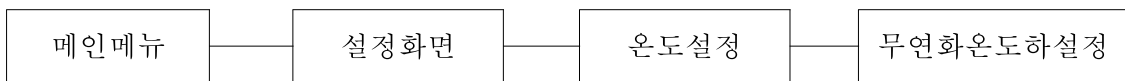
사. 무연화 소각공정

(1) 탄화 공정 중에 발생한 미연가스를 소각하여 무해하고 청정한 상태로 대기로 배출하는 설비이며 다음과 같이 운전 된다.

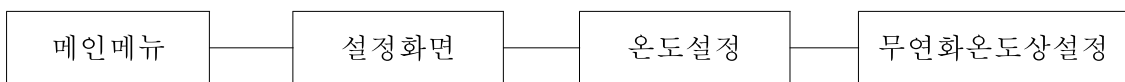
- 무연화로는 자체 온도가 유지될 때 보조연료의 소모 없이 탄화가스의 무연소각이 가능하다.
- 따라서 탄화기를 가동 할 때 먼저 무연화로의 온도를 승온하여야 하며 온도가 높을수록 배기가스중의 매연은 적다.
- 초기승온온도 설정방법



- 가동중 보조버너의 보조연료 투입온도설정



- 가동중 보조버너의 보조연료 투입차단온도설정



- 정상적인 탄화공정중 무연화로의 온도는 약 600도이상으로 보조연료의 소모량은 초기 승온을 제외하고 아주 미량임(1회 가동시 약 50리터 소모됨)

(2) 보조버너의 가동

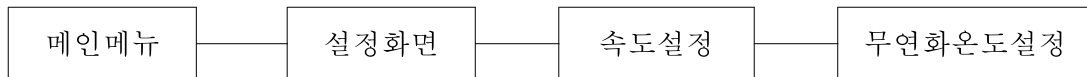
- 보조버너는 자동과 수동모드가 있으며 일반적인 운전시 자동으로 운전되며 자동모드에서는
 - * 버너의 송풍기는 항상 켜진 상태임
 - * 버너의 점화를 위한 트랜스와 연료투입을 위한 솔레노이드밸브는 초기승온시와 무연화로의 출구온도 하락 시 켜지며 이 온도는 설정이 가능함
 - * 버너 수동 운전시는 운전 창에서 버너를 터치하면 [버너운전선택]창이 나오며 여기에서 [수동]을 선택하고 [팬], [버너점화], [솔] 순서로 눌러주면 점화가 되고, 소화하려면 [솔]을 다시 누르면 소화됨.
 - * 버너 수동 운전시에도 버너의 송풍기(팬)은 항상 가동되어야 하며 무연화로의 온도에 의해

버너가 손상된다. 만약 버너의 수리 등으로 인하여 부득이하게 송풍기를 중지하려면 버너댐퍼를 필히 닫고 조치하여야 함.

아. 배출 및 포장공정

(1) 탄화로의 하부로에서 배출되는 탄화왕겨는 스크루콘베이어, 승강기 등을 통하여 저장탱크에 보관된다.

(2) 탄화로 하부에 설치된 1번 스크루콘베이어는 인버터에 의해 배출속도가 조절되며 조절방법



* 배출속도는 탄화왕겨의 생산량과 관련되는 운전요소임

* 속도를 올리면 탄화왕겨 생산량은 증가하나 탄화가 완료되지 않은 상태에서 탄화왕겨가 배출될 수 있으므로 연소 공기공급 브로워의 속도를 수동으로 올리거나 탄화왕겨연소부의 온도를 가감하여도 탄화왕겨의 품질을 조절할 수 있음

(3) 탄화왕겨는 저장탱크에 저장되며 수시로 배출하여 전용 비닐 포장지에 포장할 것

자. 일간 및 주간 점검사항

(1) 일간 점검사항

- 탄화왕겨 이송콘베이어의 냉각수 분무노즐 청소
- 냉각수조의 냉각수량 점검 및 보충
- 왕겨투입부 집진사이클론 분진통의 청소
- 왕겨사일로의 왕겨량 점검
- 왕겨사일로 하부 이물질선별기의 청소
- 각부 구동부위의 체인 및 벨트 점검
- 전일 생산한 탄화왕겨 및 초액의 상태 점검
- 경유탱크의 보조연료량 점검
- 왕겨초액저장탱크의 충만상태 확인
- 냉각수냉각탑의 정상운전 여부 확인

(2) 주간 점검사항

- 왕겨초액응축기의 응축판 청소
- 탄화로에서 응축기 까지의 연결덕트 청소
- 응축기 하부의 초액저장탱크 청소
- 투시구의 유리 청소(경유 등을 이용하여 닦을 것)
- 송풍기 등의 베어링상태 점검
- 여과집진기의 여과포 점검
- 여과집진기의 분진통 청소
- 로타리밸브등 구동기기의 구리스 주입등 유지보수
- 탄화왕겨 이송콘베이어의 냉각수로타리조인트 점검
- 각부 배관의 누수점검
- 각부 펌프의 누수 등 점검

표 4.점검 사항

| 점검항목 | 점검내용 | 조치 |
|---------|---|--|
| 전반 | <ul style="list-style-type: none"> - 이상음 이상한 소리, 연기, 진동은 없는가? | |
| 계측관계 | <ul style="list-style-type: none"> (오감에 의한 점검) - 반대습기, 빗물의 침수 유무 - 반외관에 이상은 없는가? - 계측기 외관의 파손 및 단자의 결선 상태 | |
| 감시제어관계 | <ul style="list-style-type: none"> - 지시동작 상태 - 영점은 정확한가 - 개폐표시 및 동작 상태는 현장과 일치하는가? | |
| 보호장치 | <ul style="list-style-type: none"> - 램프류 상태 - 스위치류의 동작은 원활한가? - 계기류의 커버 - 계기류의 커버 - 유리는 파손되지 않았는가? - 취부는 올바르게 되었는가? - 먼지 등이 없는가? - 외함 단자부에 먼지는 쌓이지 않았는가? - 외함 커버의 온도 - 항상 외함은 차가워야 한다. - 과열은 없는가? - 유리커버에 이상은 없는가? - 이상음이나 진동은 없는가? - 표시기의 정상인가? - 외관상의 이상은 없는가? | |
| 저압회로 | <ul style="list-style-type: none"> - 전선의 단선, 변색, 과열은 없는가? - 단자부의 헐거움 부식상태 - 단자대의 먼지 및 변형 - 권선등의 이상 유무 - PLC의 동작상태 | <ul style="list-style-type: none"> 휴즈점검 휴즈점검 |
| 전압 - 전류 | <ul style="list-style-type: none"> - 휴즈의 단선 유무 - 계전기반 및 현장반의 계기전원은 정상인가? - 단선 유무 - 반내외의 오손 및 먼지는 없는가? | |
| 전 반 | <ul style="list-style-type: none"> - 도어 힌지의 동작 상태 점검 - 계기 취부용 볼트 조임 상태 점검 - 기 타 - 지시계의 영점은 정확한가? | <ul style="list-style-type: none"> - 무전원에서 영점 조절 |
| 계량장치 | <ul style="list-style-type: none"> - 지침의 소손은 없는가? - 계기의 전원 LED는 정상인가? - 기록계의 동작상태는 원활한가? - 스프링의 소손은 없는가? | <ul style="list-style-type: none"> - 전원체크 |

차. 왕초액 탱크 저장 및 운용방법

(1) 탱크의 종류

- (가) 왕겨초액저장탱크 : 총 3개로 실내 정제기 옆에 1개, 옥외에 2개가 설치
- (나) 정제초액저장탱크 : 총 2개로 실내 정제기 옆에 설치
- (다) 폐액(슬러지)탱크 : 1개로 실외에 설치

(2) 운용방법

(가) 왕겨초액을 생산할 때(왕겨탄화기 가동하여 초액을 생산할 때)

- 먼저 실내 정제기 측면의 탱크에 초액을 저장하고 양이 찰 경우 실외의 초액탱크에 초액을 저장함.
- 실외의 초액탱크는 일반숙성(비중분리 및 숙성) 후 판매하기 위한 탱크로서 충분하면 지게차를 이용하여 지정된 보관장소로 옮겨 숙성보관할 것

(나) 초액을 정제할 때

- 실내의 초액탱크는 정제를 하기위한 초액의 탱크로서 초액이 충분하면 계획을 수립하여 탄화기의 가동을 중지하고 초액을 정제하여 탱크를 비울 것.
- 정제된 초액은 소용량의 저장용기(18리터 말통 등)에 소분하여 지정보관 후 판매

(다) 폐액의 보관

- 폐액은 왕겨초액응축기의 하부탱크에서 발생하는 것과 정제기에서 정제 후 부산물, 그리고 숙성초액의 침전물 등이며 이는 모두 폐액탱크에 보관 후 처리하도록 한다.

카. 이상 작동시 조치요령

(1) 왕겨투입이 원활하지 않을 때(탄화기 상부의 보조탱크가 하 레벨일 때)

| 확 인 | 이 유 | 조 치 |
|---|-------------------|--|
| 탄화로 좌측의 사이클론 하부의 점검창을 보고 왕겨가 내려가지 않고 쌓여있는지 여부 | 왕겨가 한꺼번에 들어오는 경우 | 왕겨이송휠을 끄고 왕겨가 다 내려간 후 다시 켤 것 왕겨보관창고의 이물질선별기 앞을 청소 수동댐퍼를 조절해서 투입량을 조절 |
| 왕겨사일로에 왕겨가 없음 | | 가동정지 |
| 왕겨사일로에 왕겨가 있는데 하레벨이 울림 | 왕겨보관창고의 수동댐퍼량이 적음 | 수동댐퍼를 조절해서 투입량을 조절 |

(2) 응축기에서의 왕겨초액생산량이 줄어들 때

- 응축기내부의 응축관에 타르가 많이 부착되면 열교환량이 적어져 생산량이 줄어듬

* 응축기를 청소할 것

- 응축기의 냉각수온도가 충분히 낮지 않을 경우

* 왕겨초액의 응축원리는 탄화가스과 냉각수의 온도차이에 의한 결로현상이며 온도차이가 클수록 효율이 좋음

* 따라서 응축량이 줄어들면 냉각수의 흐름을 확인하고 필요하면 냉각수보조탱크에 신선한 새물을 계속 추가로 공급할 것

(3) 응축기와 무연화로사이에 연소발생

- 탄화공기의 흐름이 원만하지 않음

* 일시적이므로 가동을 중지

- 응축기의 상부점검구로 외부공기가 유입되는 경우

* 점검문을 제대로 조립하여 외부공기의 유입을 차단할 것

(4) 전기판넬의 터치판넬에서 구동모타등의 과부하신호가 울림

- 탄화로의 교반모터 등에서 간혹 울릴 수가 있으며

- 이때 판넬을 열고 해당 마그네트(이상이 붉은색 LED가 켜짐)의 리셋버튼을 누른 후(붉은색 LED가 꺼지고 초록색 LED가 켜짐) 재가동

- 해당 모터의 구동이 인버터구동이면 인버트의 [RUN]버튼을 다시 누름

[각종 메시지 표시]

(가) EOCR TRIP 발생시

(나) 예러내용

| | |
|--|---|
| <p>“ 왕겨투입스크류 과부하입니다. 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요. 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> | <p>“ 냉각팬 과부하입니다. 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> |
| <p>“ 로타리밸브 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> | <p>“ 정량공급기 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> |
| <p>“ 교반기 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> | <p>“ 링브로워 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> |
| <p>“ 배출스크류1 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> | <p>“ 배출스크류2 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> |

| | |
|---|--|
| <p>“ 배출스크류3 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> | <p>“ 냉각펌프 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> |
| <p>“ 목초펌프 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> | <p>“ 쿨링타워 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> |
| <p>“ 투입승강기 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> | <p>“ 정제기펌프 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> |
| <p>“ 백필터로타리밸브 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> | <p>“ 배출승강기1번 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> |
| <p>“ 배출승강기2번 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> | <p>“ 유압펌프 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> |
| <p>“ 쇄미선별기휀 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> | <p>“ 집진휀 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> |
| <p>“ 보조수동운전시 과부하입니다 부저정지를 눌러 부저를 정지하세요 원인확인 및 기기점검을 하세요 과부하 리셋후 재가동하세요.“</p> | |

(다) 기타 동작확인 메시지

투입댐퍼 열림확인 하세요.
댐퍼 확인후 재가동 하세요.

<메시지 화면2>

| | |
|--------------------------------------|--|
| “ 투입댐퍼 열림확인 하세요. 댐퍼 확인후 재가동 하세요.“ | “ 버너댐퍼 열림확인 하세요. 댐퍼 확인후 재가동 하세요.“ |
| “ 왕겨가 투입되지 않습니다. 투입 왕겨탱크를 확인하세요.“ | “ 무연화로댐퍼 열림확인 하세요. 댐퍼 확인후 재가동 하세요.“ |
| “ 제품탱크 상레벨입니다. 제품을 배출해 주십시오.“ | |

타. 왕겨초액 정제장치 사용매뉴얼

- (1) 정제기는 탄화기의 메인전기관넬과 자체 판넬로 구동되며
- (2) 탄화기의 메인판넬에서 냉각수순환펌프와 쿨링타워(냉각첸)를 가동시킨후
- (3) 정제기 자체판넬의 메인전원을 켜면 된다.
- (4) 냉각수순환펌프와 쿨링타워(냉각첸)를 가동방법
- (5) 정제기를 끌 때

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

당초 계획한 연구개발 내용 및 범위를 기준으로 하여 1차년도에는 왕겨 초액의 생산조건에 따른 품질 특성을 분석하여 초액 생산 적정 조건을 구명하였으며 유해물질의 효과적인 제거를 위한 정제기술을 확립하였다. 왕겨초액의 항균 및 항산화 효과를 구명하고 기능성 포장재의 제조방법에 관한 연구를 수행하였다.

2차 년도에는 왕겨 초액의 세포독성활성과 면역활성을 구명하였으며 항산화 활성 측정을 통하여 기능적 특이성을 구명하였다. 이화함께 식품가공분야의 활용성을 구명하기 위하여 식용유 항산화제 효과, 발효식품의 발효에 미치는 영향, 항균력을 이용한 엽채류 세정 효과, 기능성음료제조, 갈변억제 효과 등의 실험을 수행하여 그 효능을 구명하였다. 또한 기능성 포장재의 효능을 구명하여 산업화의 가능성을 확인하고 그 결과를 토대로 산업재산권 출원을 하였다.

3차 년도에는 1, 2차 년도에서 나타난 결과를 활용하여 왕겨 초액의 단회 및 장기독성과 유전독성을 분석하여 안전성을 구명하고 항 당뇨 효능을 분석하였다. 마지막으로 왕겨 탄화시스템의 설계 사양조건을 확립하고 시스템의 기기내역을 작성하고 정제시스템의 기본 설계와 정제방법을 확립하였다. 이와 함께 기기와 건축설비 등을 고려한 왕겨 초액의 생산원가 경제성을 분석하였다.

본 연구결과에서 도출된 결과는 환경 유해물질로 인식되던 왕겨의 활용성을 높일 수 있는 기반이 구축되고 환경 친화적 유기농법에 이용되고 있는 왕겨의 제한적 활용성을 고부가가치 식품 소재화로 활용도를 높여 쌀산업의 중심인 RPC의 운영 활성화 및 관련 식품소재 산업의 발전에 기여 할 수 있을 것으로 판단된다.

본 과제를 수행한 결과를 통하여 출원한 특허 현황은 다음 표1과 같다.

표 1. 출원한 특허 현황

| 특허명 | 왕겨초액이 함유된 과일 포장재 및 이의 제조방법 | 초액이 함유된 꿀벌용 사료용 조성물 및 이의 제조방법 |
|-------|----------------------------|-------------------------------|
| 특허 번호 | 10-2010-0047404 | 10-2009-0085751 |
| 출원일 | 2010.05. 20. | 2009. 9. 11. |

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

본 연구결과에서 도출된 왕겨초액의 정제기술과 향균, 항산화, 면역활성 등 기능성 결과와 부가가치를 향상 할 수 있는 식품소재화 활용기술 및 기능성 포장재개발 그리고 탄화시설의 기본 설계 사양 연구결과는 환경 유해물질로 인식되던 왕겨의 활용성을 높일 수 있는 기반이 구축되고 환경친화적 유기농법에 이용되고 있는 왕겨의 제한적 활용성을 고부가가치 식품 소재화로 활용도를 높혀 쌀산업의 중심인 RPC의 운영 활성화 및 관련 식품소재 산업의 발전에 기여 할 수 있을 것으로 판단된다. 이에 따라 개발된 기술은 활용이 되도록 정책건의와 교육을 통해 비. 생산 중심체인 RPC 등에서 활용토록 한다.

주요 연구결과는 논문발표를 추진하고 본 연구결과 새로운 기술적 측면은 산업재산권을 출원하고 향후 관련 업체에 기술이전을 통한 산업화를 추진할 계획이다. 이의 실용화를 위하여 식약청 신소재식품분야 (식품원료, 첨가물, 기구 및 용기포장 및 기구살균소독제)의 한시적 기준 및 규격인정 허가를 진행중이며 생산시설 관련 영업허가와 제품 제조업 허가를 신고중에 있다.

이와 함께 국내 RPC의 효율적 운영을 위한 통폐합 및 처리능력 증대를 위한 개보수에 발맞추어 RPC 설계 전문 엔지니어링사에 자료를 제공하여 RPC 공정에 반영토록 하여 시설 기능의 효율적 설치에 활용하도록 한다.

제 6 장 연구개발 과정에서의 수집한 해외과학 기술정보

| 제 목 | 출 처 | 주요 내용 | 비고 |
|-----------------|-------------------|---|----|
| 木酢液의 活用과 課題 | 日本 木酢液 協會 | <ul style="list-style-type: none"> · 木酢液 健康飲料 · 木酢液 糖尿病 · 抗菌作用 | |
| 木酢液의 品質 | 日本食品分析 CENTER | <ul style="list-style-type: none"> · 木酢液 중금속 함량 · 목초액 열량 · 목초액 유해중금속 | |
| 木酢液의 表面的 測定 | 北海道立林産試驗場 | <ul style="list-style-type: none"> · 木탄의 세공 특성 · 화학물질 흡착 특성 · 목탄의 흡습기능 | |
| 木酢液의 安全性 | 日本冷凍食品検査協會 | <ul style="list-style-type: none"> · 木酢液 유해물질함량 · 목초액 유기산 함량 | |
| 木酢液의 高血壓, 糖尿 關係 | 木酢液 利用法 研究會 | <ul style="list-style-type: none"> · 고혈압과 당뇨에 미치는 영향 | |
| 木炭의 기능 및 활용 | 北海道carbonize 株式会社 | <ul style="list-style-type: none"> · 목탄을 이용한 제습, 방취효과, 제품 특성 등 | |
| 美健酢(木酢液 稀釋 飲料) | 北海道carbonize 株式会社 | <ul style="list-style-type: none"> · 목초액 기능성 음료 | |
| 木酢液 농업 활용 | 木酢液認證協會 | <ul style="list-style-type: none"> · 목초액 농업 활용 효과 토양 소독, 유용미생물 | |
| 皆葉木酢液 | 愛晩株式會社 | <ul style="list-style-type: none"> · 목초액 식품첨가물로 정제한 청량음료 제품 | |
| 飲料 木酢液 | (주)CFK技術研究所 | <ul style="list-style-type: none"> · 세계최초로 목초액을 식품 정제한 청량음료제조 기술개발 | |
| 木酢液의 毒性 | 東京綜合醫學研究所 | <ul style="list-style-type: none"> · 목초액 독성실험, 동물실험을 통하여 입증 | |

| 제 목 | 출 처 | 주요 내용 | 비고 |
|---|---|--|----|
| 목초 대사전 및 목욕제품 | 大辛TEC株式會社 | · 목초액을 이용한 천연 목욕제 개발, 아토피 및 염증 개선 효과 | |
| Effect of soluble carbohydrates on digestion of cellulose by pure cultures of rumen bacteria. | Appl. Environ. Microbiol. 46:642-648 | · 왕겨의 phytic acid의 항산화 효과 활용도 방안 | |
| By-products of wood carbonization. | Tas from mangrove, sugi ogalite, wheat straw and chishima-sasa. Mokuzai Gakkaishi 32, 467-471 | · 목초액 제조원료(활엽수, 침엽수, 원목, 제재목 등)에 따른 품질 차이 구명 | |
| In Mokuzai Kokyo handbook. Forestry and Forest Res. | Maruzen tokyo p. 930 | · 작물의 해충기피, 퇴비 발효 촉진, 식물생장 및 뿌리 생육촉진효과 | |
| Chemical aspects smoking of meat and meat products. | Adv. Food Research 29:87-158 | · 육제품에 사용되는 훈연제의 항산화 효과 | |
| Utilization of rice hull as media for raising seeding of rice. | Argi. and Hort. 52: 43-48 | · 왕겨를 이용한 유기농법 상토 활용성 | |
| Effect of nitric acid digestion on organic materials and silica in rice husk. | <i>Journal of Material Chemistry</i> , 7(8): 1505. | · Silica Fume 대체 소재기술 | |
| Rice Husk Ash - A unique Supplementary Cement Material | <i>Advances in Concrete Technology</i> , CANMAT, Ottawa, Canada, 1992 | · 왕겨재 혼입한 콘크리트 혼화재료 기술 | |
| Rice husk convention to energy | FAO Agricultural service bulletin | · 왕겨 탄화 시 발생하는 에너지의 자원화 | |
| Physical properties of rice hull as the fuel | J. of Japanese Soc. Agric. Mach. 39(4):477~481 (In Japanese). | · 왕겨를 이용한 바이오 에너지 자원화 기술 | |
| Component of wood vinegar liquor and smoke liquid | Mokais, 16 : 382-387(1989) | · 목초액 유기성분 구성성분 | |

| 제목 | 출처 | 주요내용 | 비고 |
|--|---|---|----|
| Direct combustion properties of rice hull | J. of Japanese Soc. Agric. Mach. 46(1):633~638 (In Japanese). | • 왕겨 탄화방식에 따른 탄화왕겨 특성 | |
| By-products of wood caebonization V. Germination and growth regulation effects of wood vinegar components and their homologs on plant seeds. | <i>Mokuzai Gakkais</i> 35 : 564-571(1989) | • 목초액을 이용한 식물 발아와 성장에 미치는 영향 | |
| Components of wood vinegar liquors and their smoke flavors. | <i>Mokuzai Gakkaishi</i> 35, 555-563. | • 목초액을 구성하고 있는 주요 성분과 훈연제로 사용하기 위한 주요 성분의 분리 | |
| Analysis and comparison of flavor constituent in aqueous smoke condensates from various woods. | Agri. Biol. Chem. 38, 45-52. | • 목재 원료를 달리하여 생산한 목초액의 주요 성분과 향의 비교 분석 | |
| Analysis of condensates from wood smoke : Components derieved from polysaccharides and lignins | <i>Environ. Sci. Technol.</i> 25, 1133-1137. | • 목초액에 포함된 유기산, 페놀류, 카아보닐화합물류, 알콜류 성분 물질의 분리와 함량 분석 | |

제 7 장 참고문헌

1. 강명화, 최창숙, 김장수, 정혜경, 민관식, 박춘근, 박희운 : 각 부위별 활나물 메탄올추출물의 항산화효과, 한국식품과학회지, 34(6) : 1098-1102(2002).
2. 거성바이오주식회사 : 참나무 목초액 영립수. 무공해자연의 천연에너지 건강(1996).
3. 구자운:한국의 숲 및 목초액의 이용연구동향. 숲과 목초액의 이용. 임업연구원보고서 (2000).
4. 구창섭, 문성필, 박상범, 권수덕 : 장기간 숙성에 따른 죽초 및 목초액의 이화학적 변화. 한국목재공학회지, 30(4) : 74-79(2002).
5. 김광은. 박상범, 안경모. 숲과 목초액. 한림저널사 (1998)
6. 김광은, 박상범, 안경모 : 숲과 목초액. 한림저널사 (2000).
7. 김동철, 김의웅, 김 훈. 2006. RPC 종합 운영매뉴얼. 농림부, 한국식품연구원.
8. 김동희, 최주선, 추지희, 송호철, 이은옥, 강인철, 최종원, 김성훈 : 참나무 목초액의 면역조절 작용과 함암효과에 관한 연구. 동의생리병리학회지,15(6): 881-886(2001).
9. 김동희, 최주선, 김성훈 : 목초액과 항암성 본초가 가미된 복합목초액의 항암 및 항전이 활성에 미치는 영향. 동의생리병학회지, 15(1) : 136-142(2001).
10. 김문숙, 신동화, 한지숙 : 국내산 약용식물 추출물에 대한 항균성 검색과 농도별 및 분획별 항균특성. 한국식품과학회지, 29(4) : 808-816(1997).
11. 김성훈, 김한성 : 목초액의 약리 및 이상효능과 연구방향. 한의학논문집, 7 : 831-835(1998).
12. 김영희, 김삼곤, 김근수, 이윤환 : 시판 목초액의 성분조성, 한국응용생명화학회지, 44(4) : 262-268 (2001).
13. 김은영, 백인희, 김정현, 김성란, 류미라 : 항산화활성을 나타내는 약용식물소재탐색. 한국식품과학회지, 34(6) :988-993(2004).

14. 김의정, 김재성, 김재현, 성규철, 정상기, 정하현. 1998. 폐목재의 발생 및 재활용 실태. 임업연구원 연구자료 142호
15. 김종범, 황영수, 김정봉, 박노동, 조강진: 한국산 방아잎(배초향, *Agastache rugosa* O. Kuntze)에서 항산화물질 로즈마린산의 분리, 동정 및 활성. 한국농화학회, 42(3) : 262-266(1999).
16. 김지동 외. 1981. 왕겨로부터 가연성 가스 제조에 관한 실험연구. 에너지 4(2):74~89.
17. 김진석, 김진철, 최정섭, 김태준, 김성문, 조광연: 목초액으로부터 제조활성 성분의 분리 및 동정. 한국잡초학회지, 21(4) : 357-364(2001).
18. 김재일 : 참나무 목초액을 이용한 하수처리구의 악취제거. 강원대 산업대학원학위논문(2001).
19. 대원평연화. 2006.
20. 등록특허공보 : 기초목초액에 함유된 유해성분 제거방법, 대한민국특허청(1999).
21. 문성필, 구창섭 : SPME법에 의한 따른 죽초 및 목초액의 휘발성분 분석. 한국목재공학회지, 30(4): 80-86(2002).
22. 민명이 : 목초액의 미백활성. 중앙대 의약식품대학원 학위논문(2005)
23. 박선영, 이승진, 윤선경, 윤성옥, 전병수, 김학경 : 초임계 이산화탄소로 처리된 목초액 첨가 자료의 품질향상효과 및 보존성 한국생물공학회지, 18(2) : 117-121(2003)
24. 박승제, 김명호, 신현명. 2005. 왕겨의 물리적 성질. 바이오시스템공학 30(4):229-234
25. 박승제, 김명호, 신현명. 2005. 왕겨 및 왕겨재의 화학적 조성 성분과 열적특성. 바이오시스템공학 30(4):235-241
26. 박승제. 2005. 왕겨의 특성과 처리 이용 기술. 기술과 경영(제6호), 한국RPC연구회
27. 박우문, 최원희, 유익중, 지중룡, 정동효 : 목초액 및 보존제가 발효소시지의 품질에 미치는 영향. 한국축산식품학회지, 18(1) : 75-80(1998).

28. 박옥연, 장동석, 조학래 : 한약재 추출물의 항균효과 검색. 한국영양식량학회지, 21(1) : 91-96(1992).
29. 박정호, 전기일, 정창훈 : 축산농가에서 목초액을 이용한 암모니아 가스의 제거특성에 관한 연구. 한국환경과학회지, 12(12) : 1309-1313(2006).
30. 방면호, 송정춘, 김선림, 허한순, 백남인 : 생강(*Zingiber officinale* R.) 근경으로부터 항산화 활성물질의 분리. 한국농화학회지, 44(3) : 202-205(2001).
31. 배수호, “왕겨재를 혼입한 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구”, 한국콘크리트학회 학술발표대회논문집, 제7권 2호, pp.70~76, 1996.
32. 배수호, “콘크리트용 혼화재의 특성에 관한 연구”, 한국콘크리트 학회지, 제11권 2호, pp.115~125, 1999.
33. 백우현. 정의덕, 허광선 : 목초액을 이용한 쓰레기 매립지 침출수의 악취 제거에 관한 연구. 한국 환경과학회지, 8(5) : 607-610(1999).
34. 서권일. 하기정, 배영일, 장진규, 심기환 : 참나무 목초액의 항균효과. 한국식품저장유통학회지, 7(3) : 337-341(2000).
35. 서지우, 조정용, 국주희, 위지향, 문제학, 김성호, 박근형 : GC-MS에 의한 대파의 항산화물질 동정. 한국식품과학회지, 34(6) : 988-993(2003).
36. 석현덕 장철수, 서영완. 1998. 목질탄화물의 농, 축산업적 이용현황과 전망. 목포대학교 심포지엄 129-150
37. 성도제 : 기적의 숯 건강법, 중앙 M and B, 서울(1998).
38. 스기우라 간지 : 일본의 최근 숯과 목초액의 생산기술과 신용도이용. 숯과 목초액, 4 : 11-20(2001).
39. 아이디알시스템.(주) 팽연왕겨 활용방안에 대한 연구. 2005.

40. 오기환 : 목탄 및 목초액 처리가 식물생장 및 토양에 미치는 영향. 중부대 산업과학대학원 학위논문 (2001).
41. 오덕환, 이미경, 박부길 : 식품유해균에 대한 차류추출물의 항균효과. 한국식품영양학회지, 28(1) : 100-106(1999).
42. 오성준, 백남인, 김해영 : 대황(*Rheum undulatum* L.)뿌리의 항산화물질. 한국농화학회지, 44(3) : 208-210(2001).
43. 용전구광극. 1998. 목초액의 특성과 그 이용. 목포대학교 심포지엄 p. 112-118
44. 유승현 : 유기농업에서 무공해 생물자원을 이용한 병충해 종합방제 기술개발 - 키토산, 식초, 목초액의 토마토 잎곰팡이병, 겹등근무늬병, 오이흰가루병 억제 효과와 온실가루 및 토마토 뿌리혹선충 억제효과. 한국식물병리학회지, 14(3) (1998).
45. 유창연, 송원섭, 임요섭, 김명조, 김이훈 : 산들배나무 열매의 항산화 물질 분리 및 구조, 한국약용작물학회지, 7(4) : 303-307(1999).
46. 윤상대, “콘크리트용 혼화재료로서 왕겨 활용에 관한 연구”, 농어촌 진흥공사 농어촌연구원, 1997.
47. 윤인, 조정용, 국주희, 위지향, 장미영. 안태희, 박근형 : 복분자에 함유된 항산화물질의 동정 및 활성. 한국식품과학회지, 34(5) : 898-891(2002).
48. 이경민, 정귀택, 박돈희 : 목초액의 항균 및 DPPH 라디칼 소거 활성에 관한 연구. 한국생물공학회지, 19(5) : 381-384(2004).
49. 이병환, 신동화: 식품 미생물의 증식을 억제하는 천연항균성물질의 검색. 한국식품과학회지, 23(2) : 200-204(1991).
50. 이성모, 김경호, 홍종해. 2002. 계란의 보관방법에 따른 품질변화. 한국가축위생학회지. 25(1):15-22.
51. 이상재, 허근영 : 목초액의 잔디 생육효과 - 용평 골프 코스 그린을 대상으로. 한국조경학회지. 15(4) : 157-168(2001).

52. 이수용, 이광용, 윤호권, 정은정, 김연수, 이해영, 이병훈:목초액(거성Y.L.S-95)의 유전독성에 관한 연구, 한국식품위생안전성학회지, 21(2):107-112(2006).
53. 이신호, 노홍균, 정영희. 1996. Chitosan Coating이 계란의 저장중 품질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 25(2):288-293.
54. 이종철 : 목초액 및 목탄의 토양보존을 위한 이용. 자연자원연구, 1:85-89(1998).
55. 이지원, 이병일, 김광용, 강성희. 2000. 부숙에 따른 왕겨의 이화학적 변화 및 그 추출액에서 오이유묘의 생육반응, 한국원예학회지 41(1) 41-45.
56. 이현우 : 친환경농법. 숲과 농업②. 상업농경영, 2001년 12월호 : 62-68(2001).
57. 이홍룡 : 목초액과 생균제의 급여가 가금의 생산성 및 생리작용인자에 미치는 영향. 전북대학교원학위논문(2002).
58. 이홍룡, 류경선 : 산란계 사료에 목초액의 첨가. 급여가 생산성 및 계란품질에 미치는 영향. 동물 자원학회지, 43(5) : 655-662(2001).
59. 전기홍. 2001, 계란의 꼭 냉장 유통해야 한다. 먹고 사는 행복. 한국식품연구원.
60. 전순자, 이계화, 설계신 : 식물병충해 방제 및 사과, 배 신선도 유지에 목초액의 이용. 자연자원연구, 1 : 91-97(1998).
61. 정대균, 유리나 : 김치 발효미생물에 대한 대나무 잎 추출물의 항균력, 한국식품과학회지. 27(6) : 1035-1038(1995).
62. 정창호, 심기환 : 목초액의 아질산염 소거 및 항산화 활성. 한국식품저장유통학회지, 9(3) : 351-355(2002).
63. 조명제, 박영재, 최경빈, 강점룡. 1981. 왕겨 연소 보일러 개발에 관한 연구.에너지 4(2):65~73
64. 최영인 : 목초액이 사람을 살린다. 성하출판, 60-120(1999).

65. 최창숙, 송은승, 김장수, 강명화 : 밤꽃 메탄올 추출물의 항산화효과. 한국식품과학회지, 35(6) : 1216-1220(2003).
66. 하기정: 참나무 목초액의 기능성 및 두부 저장 효과. 경상대 대학원 학위논문(2001).
67. 한상우 : 목초액을 이용한 축산농가 악취제거에 관한 연구. 진주산업대 산업대학원학위논문(2002).
68. 한용봉, 김미라, 한병훈, 한용남: 갓과 겨자의 항산화 활성성분에 관한 연구.한국생약학회지, 18 : 41-49. (1987).
69. 황병호, 조재현, 배용수 : 주요 침. 활엽수 목초액의 성분분석. 임산에너지,21(2) : 69-76(2002).
70. 홍완표, 정윤화, 안용현. 2007. Sodium Alginate 코팅이 계란의 저장시 품질에 미치는 영향. 동아시아식생활학회지. 17(6):765-077.
71. Alen, R. Kuoppala, E. and Oesch, P. (1996) Formation of the main degradation compound groups from wood and its components during pyrolysis J. Anal. Pyrolysis 36, 137-148.
72. Beagle, E. C. 1978. Rice husk convention to energy. FAO Agricultural service bulletin.
73. Camarero, S., Bocchimi, P., Galletti, G. C. and Mertinez, A. T. (1999) Pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry analysis of phenolic and etherified units in natural and industrila lignins. Rapid Commum. Mass Spectrom. 13, 630-636.
74. Chang, H.Y., Kang, A.S., Cha, D.Y., Sung, J.M. and Morinaga, T. : Effects of wood vinegar on the mycelial growth promotion of some edible mushrooms and Trichoderma pathogen inhibition. J. Agri. Sci., 37(2) : 766-771(1995).
75. Chang, Y., Yoo, J., Han S., and Chang, K. 2001 Quality characteristics of shell eggs stored in the artificial cave for energy saving. Food Engineering Process, 5 : 202-211
76. Chen, Z., Zhou, B. and Yang, L. : Antioxidant activity of green tea polyphenols against lipid peroxidation initiated by lipid-soluble radicals in micelles. Perkin Transaction, 21(9) : 1835-1838(2001).

77. Choi, J.M., J.W. Ahn, J.H. Ku, and Y.B. Lee. 1997. Effect of medium composition on physical properties of soil and seedling growth of red pepper in plug system. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38: 618-624.
78. Delaquis, P., Sholberg, P. and Stanich, K. : Disinfection of mung bean seed with gaseous acetic acid. *J. Food Prot.*, 62 : 953-957(1999).
79. Dickson, J. S. : Acetic acid action on beef tissue surfaces contaminated with *Salmonella typhimurium*. *J. Food Sci.* 57 : 297-301(1992).
80. Edey, L. A, and Richards, G. N. (1991) Analysis of condensates from wood smoke : Components derived from polysaccharides and lignins *Environ. Sci. Technol.* 25, 1133-1137.
81. Farag, R., Badei, A. and Baroty, G. : Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 66 : 792(1989).
82. Fromm, D. and G. Martrone. 1962. A rapid method for evaluating the strength of the vitelline membrane of the hen's egg yolk. *Poult. Sci.* 41 : 1516-1521
83. Fujimaki, M., Kim. K. and Kurata, T. (1974) Analysis and comparison of flavor constituent in aqueous smoke condensates from various woods. *Agri. Biol. Chem.* 38, 45-52.
84. Guillen, M. D. and Manzanos, M. J. (1996) Study of the components of an aqueous smoke flavoring by means of Fourier transform infrared spectroscopy and gas chromatography with mass spectrometry and flame ionization detectors. *Adv. Food Sci. (CTML)* 18, 121-127.
85. Guillen, M. D., Manzanos, M. J. and Zabala, L.,(1995) Study of a commercial smoke flavoring by means of gas chromatography/mass spectrometry and Fourier transform infrared spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.* 43, 463-468.
86. Guillen, M. D. and Ibargoitia, M. L. (1999) Relationship between the maximum temperature reached in the smoke generation process from *Vitis vinifera* L. shoot sawdust and composition of the aqueous smoke flavoring preparations obtained. *J. Agric. Food Chem.* 44. 1302-1307.

87. Guillen, M. D. and Ibargoitia, M. L. (1998) New components with potential antioxidant and organoleptic properties, detected for the first time in liquid smoke flavoring preparations. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 1276–1285.
88. Guillen, M. D. and Ibargoitia, M. L. (1999) Influence of the moisture content on the composition of the liquid smoke produced in the pyrolysis process of *Fagus sylvatica* L. wood. *J. Agric. Food Chem.* 47, 4126–4136.
89. Haugh, R. R. 1937 The haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poult. Mag.*, 43 : 551, 572
90. Himejima, M. and Kubo, I. : Antimicrobial agents from the cashew *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) nut shell oil. *J. Agric. Food Chem.*, 39 : 418–421 (1992).
91. Hotozyuetsu, T. : Edible oli and its manufacturing methods. *Japan Patent*, 10 : 140–177 (1998).
92. Ikegami, F., Sekine, T. and Fujii, Y. : Anti-dermatophyte activity of phenolic compounds in *Mokusku-Eki*. *Yakugaku Zasshi*, 118 : 27–30 (1988).
93. Ikegami, F., Seking, T. and Fujii, Y. : Anti-dermatophyte activity of phenolic compound *mokusaku-eki*. *Journal of the Pharmaceutical Society of Japan*, 118(1) : 128–132 (1998).
94. Ikesima, Y. : Manufacturing process and application of bamboo charcoal and bamboo vinegar. *Hanlim Journal Co.*, 121–158, Seoul (1987).
95. Izumi, A. and Kuroda, K. (1997) Pyrolysis–mass spectrometry analysis of dehydrogenation lignin polymers with various syringyl/guaiacyl ratios. *Rapid Commun, Mass Spectrum*. 11, 1709–1715.
96. Jeog, D., Toshihiko, O. and Mitsuo, N. : Screening for antioxidative activity of crude drugs. *Agric. Biol. Chem.*, 50(1) : 199–203 (1986).
97. Jodai, S., Yano, S. and Uehara, T. : Component of wood vinegar liquor and smoke liquid. *Mokais*, 16 : 382–387 (1989).

98. Jodai, S. Yano. S. and Uehara, T. : Components of wood vinegar liquors and their smoke flavors. *Mokuzai Gakkaishi* 35, 555-563.(1989)
99. Jo, N. J., Y. T. Oh, and T. Y. Kim. 1992. Study on the utilization of expand rice hull. *Res. Rep. of RDA*: 403-407
100. Jung, K. Y. 1994. Counterplan for composting organic wastes. Symposium on the fertilizer development and policy-making 21C. p. 48-90 *J. of Kor. Soc. Soil Sci. Fert.*
101. Kim, H.S. and Kim, S.H., : Medicines physiology and clinical effectiveness of wood vinegar and there are study direction. A collection of learned papers of Chinese medical science. *Res. Inst. Daejeon Univ*, 17 : 831-835(1998)
102. Kim, K., Kurats, T. and Fujimaki, M. (1974) Identification of flavor constituents in carbonyl, non-carbonyl neutral and basic fractions of aqueous smoke condensates. *Agr. Biol. Chem.* 38, 53-63.
103. Kim, M. H., C. S. Kim and S. J. Park. 1997. Performance of a pilot-scale rice husk incinerator. *J. of Korean Soc. Agric. Mach.* 22(1):21~29.
104. Kim, S. H. and Yun, H. B. : Studies on the properties of practical-use materials and effects of them on crop cultivation in organic-natural farming system. National Institute of Agricultural Science and Technology, *RDA*: 45-49(1999).
105. Kishimoto, S., Hirano, K. and Yamakawa, K. : Studies on the smoke odor. I. Smoke odor components of wood vinegar liquors and smoke liquid. *Mokuzai Gakkais*, 16 : 382-387(1970).
106. Lee, H.S. and Ahn, Y.J. : Growth-inhibition effects of *Cinnamomum cassia* bark-derived materials on human intestinal bacteria. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 46 :8-19(1998)
107. Maga, J. A. and Chen, Z. (1985) Pyrazine composition of wood smoke as influenced by wood source and smoke generation variables. *Flavour Fragr. J.* 1, 37-42.

108. Maria, D., Guillen, M. and Ibargoita, L. : New Components with potential antioxidant and organoleptic properties, detected for the first time in liquid smoke flavoring preparations. *J. Agric. Food Chem.*, 46 : 1276-1285(1998).
109. Marion, J. E., J. G. Woodroof, and R. E. Cook. 1965. Some physical and chemical properties of eggs from hens of five different stocks. *Poult. Sci.* 44 : 52-534
110. Meguro, S., Kawachi, S. and Tanaka, T. : Protection of *Lentinus edodes* from mycopaeasites by acetic acid and wood vinegars.
111. Moldoveanu, S. C. (1998) In *Analytical Pyrolysis of Natural Organic Polymers*(1st de.). Elsevier, Amsterdam. p. 238..
112. Oh, D.K., Ham, S.S., Park, B.K., Ahn, C.H. and Yu, J.Y. : Antimicrobial of natural medicinal herbs on the food microorganism. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30 : 957-963(1998).
113. P. K. Mehta, "Rice Husk Ash - A unique Supplementary Cement Material", *Advances in Concrete Technology*, CANMAT, Ottawa, Cacada, 1992
114. P. K. Mehta and K.J. Folliad, "Rice Husk Ash- A unique Supplementary Cement Material : durability Aspect", *Advances in Concrete Technology*, Proceeding of Adam Nevil Symposium, Las Vagas, June 1995.
115. Potts, P. L., Washburn, K. W. 1974. Shell evaluation of white and brown egg strains by deformation, Breaking strength, shell thickness and specific gravity. *Poultry Sci.* 53 : 1123-1128.
116. Pszczola, D. : Tour highlights production and uses of smoke-based flavors. *Food Technol*, 49 : 70-74(1995).
117. Ralph, J. and Hatfield, R. D. (1991) Pyrolysis-GC-MS characterization of forage materials. *J. Agric. Food Chem.* 38, 1426-1437.
118. Rahman, I.A., Ismail, J. and Osman, H. 1997. Effect of nitric acid digestion on organic materials and silica in rice husk. *Journal of Material Chemistry*, 7(8): 1505.

119. Robert, A. and Glenn, S. : In vitro of aqueous extract of garlic on the growth and viability of *Cryby* garlic extract. *Mycologia*, 67 : 409-439(1975).
120. Rodrigues, J., Meier, D., Faix, O. and Pereira, H.(1999) Determination of tree to tree variation in syringlyl/guaiacyl ratio of *Eucalyptus globulus* wood lignin by analytical pyrolysis *J. Anal. Appl. Pyrolysis*. 48, 121-128.
121. Romanoff, A. L. and A. J. Romanoff. 1949. *The Avian Egg*. John Wiley and Sons Co., NY, USA
122. Ryu, B. K., and J. S. Lee. 1996. Property changes in mixed media for flower made of several organic materials. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37: 127-135.
123. Sakuma, H., Munakata, S. and Sugawara, S. Volatile products of cellulose pyrolysis. *Agric. Biol. Chem.* 45. 443-451(1981)
124. Sato, T., H. Yoshida, K. Kimura, and K. Yano. 1977. Utilization of rice hull as media for raising seeding of rice. *Argi. and Hort.* 52: 43-48
125. Senji, S., Mujo, k., Makoto, T., and Takehiko, Y. : Antibacterial substances in japanese green tea extract against *Streptococcus mutans*, a cariogenic bacterium. *Agric. Biol. Chem.*, 53(9) : 2307-2311(1989).
126. Sharp, P. F. and Powell, C. K. 1931. Increase the pH of the white and yolk of hen's eggs. *Ind. Eng. Chem.* Vol. 23, 196-199
127. Sheo, H. G. : The antibacterial action of garlic, onion, ginger, and red pepper juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 35(3) : 540-543(2003).
128. Shimizu, H. A. Kanno and Y. Nishiyama. 1978. Physical properties of rice hull as the fuel. *J. of Japanese Soc. Agric. Mach.* 39(4):477~481 (In Japanese).
129. Shimizu, H. and T. Kimura. 1985. Direct combustion properties of rice hull. *J. of Japanese Soc. Agric. Mach.* 46(1):633~638 (In Japanese).

130. Shimizu, N. 2004. Present status and problems in waste disposal and application of technologies to the agricultural processing residues. *J. of the JSAM*, 66(3).
131. Skrzydlewska, Ostrowska, Stankiewicz, Farbiszewski : Green tea as a potent antioxidant in alcohol intoxication. *Addiction Biology*, 7(3) : 307-314(2002).
132. Smith, J. L. and Marmer, B. S. : Growth temperature and action of lysozyme on *Listeria monocytogens*. *J. Food Sci.*, 56 : 1101-1103(1991).
133. Smith-Palmer, A., Stewart, J. and Fyfe, L. : Antimicrobial properties of plant essential oils and essence against five important food-borne pathogens. *Lett, Appl. Microbiol*, 26 : 118-122(1998).
134. Song, C. Y., J.M. Park, J.m. Choi, C.S. Bang, and J.S. Lee. 1996. Effect of composted rice hull on physicochemical properties of growing media and growth of *Petunia hybrida*. *J. Kor. Soc. hort. Sci.* 37: 451-454
135. Song, G. W., Lee, M. H., Han, J. Y., Lim, J. M., Kim, H. B. 2009 *Revolutionary Eggs*. SNU Press : 21
136. S, Sygita, M. Shoya and H. Tokuda, "Evaluation of Pozzolanic Activity of Rice Husk Ash", ACI SP-132, Proceedings Fourth International Conference Istanbul, Turkey, pp.495~512, 1992.
137. Sugiura, G. : In *Mokuzai Kokyo Handbook*, Forestry and Forest Res Inst(ed), Maruzen Tokyo, 930(1972).
138. Susumu, J., Shoichi, Y. and Toru, U. ; Components of wood vinegar liquors and their smoke flavors. *Mokuzai Gakkaishi*, 35 : 555-563(1998).
139. Toth, L. and Potthast, K. : Chemical aspects of the smoking of meat and meat products. *Adv. Food. Res.*, 29 : 87-158 (1997).
140. Tyler, C. 1961. Studies on egg shells. x v i . Variations in shell thickness over different parts of the same shell. *J Sci Food Agr* 7 : 483-493

141. USDA 1983. : Egg grading manual : USDA, AMS, Agriculture Handbook 75. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
142. Vargas, I., Sanz, I., Moya, P. and Prima-Yufer, E. : Antimicrobial and antioxidant compounds in the nonvolatile fraction of expressed orange essence oil. *J. Food Prot.*, 62 : 929-932 (1999).
143. Voet D, Voet J 1990. Page 69 in : *Biochemistry*. John Wiley and Sons, New York, NY, USA
144. Wang, L. and Johnson, E. : Inhibition of *Listeria monocytogenes* fatty acids and monoglycerides. *Appl. Environ. Microbiol.*, 58(2) : 62-629(1992).
145. Wiley/National Bureau Standards(NBS) (1989) In *Registry of mass spectral data*. Wiley Science, New York.
146. Wong, K.K., Lee, C.K., Low, K.S. and Haron, M.J. 2003a. Removal of Cu and Pb by tartaric acid modified rice husk from aqueous solutions. *Chemosphere*, 50(1): 23-28.
147. Wong, K.K., Lee, C.K., Low, K.S. and Haron, M.J. 2003b. Removal of Cu and Pb from electroplating wastewater using tartaric acid modified rice husk. *Process Biochemistry*, 39(4): 437-445.
148. Yatagai, M., Takahashi, T. and Sakita, M. N,(1986) By-products of wood carbonization II. Wood tars from the trees of Brazil. *Mokuzai Gakkaishi* 32, 626-631.
149. Yatagai, M. and Urinine, G. : By-products of wood carbonization V. Germination and growth regulation effects of wood vinegar components and their homologs on plant seeds. *Acids and naturals*. *Mokuzai Gakkais* 35 : 564-571, 35:1021-1028(1989).
150. Yatagai, M. and Urinine, G. and Sugiura, G. : By-products of wood carbonization Taes from mangrove, sugi ogalite. wheat straw and chisama-sasa. *Mokuzai Gakkais*, 32 : 467-471(1986).
151. Yatagai, M., Urinin, G. and Ohira, T : By-products of wood carbonization IV. : Component of wood vinegars. *Mokuzai Gakkais* 34(2) : 184-188(1988).

152. Yun, S. Y. 1996. Study on composing of the popped rice hulls. J. Kor. Soc. Sci. Fert.
29: 124-129

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.