

GA0384-

최 종
연구보고서

전통 막걸리를 이용한 제과·제빵용
품질개선제 개발

Study on the Development of Quality
Conditioner for Bakery using *Takju*

연구기관

한국식품개발연구원

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “전통 막걸리를 이용한 제과·제빵용 품질개선제 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003. 08. 23.

주관연구기관 : 한국식품개발연구원
총괄연구책임자 : 김 명호(책임연구원)
세부연구책임자 : 정 진웅(책임연구원)
참 여 연 구 원 : 정 승원(선임연구원)
박 기재(선임연구원)
송 영애(위촉연구원)

요 약 문

I. 제 목

전통 막걸리를 이용한 제과·제빵용 품질개선제 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

전통 막걸리를 이용한 제과·제빵용 품질 개선제를 개발함으로써 기존의 가공보존제의 품질개선(전분취 등의 이취 제거 등) 및 수입 대체에 기여함과 아울러 전통 막걸리의 활용도 증대에 이바지하고자 함.

III. 연구개발의 내용 및 범위

- 품질개선제용 막걸리의 최적 생산조건 설정
- 품질개선제 생산의 최적 공정조건 설정시험
- 품질개선제 시제품 생산 및 풍미개선효과 확인
- 품질개선제 시제품의 저장 안정성 확립을 위한 유통조건 설정시험
- 품질개선제 시제품 생산 및 효과 확인시험

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

본 연구는 전통 막걸리를 이용한 제과·제빵용 품질 개선제를 개발함으로써 기존의 가공보존제의 품질개선(전분취 등의 이취 제거 등) 및 수입 대체에 기여함과 아울러 전통 막걸리의 활용도 증대에 이바지하고자 수행한 결과, 그 내용을 요약하면 다음과 같다.

○ 막걸리를 이용한 제빵용 품질개선제 개발을 위해 전분질 원료, 주모첨가 유무 및 발효기간에 따른 막걸리의 품질을 조사한 결과, 담금 직후 pH는 주모를 첨가하지 않은 멥쌀 막걸리의 술덧이 pH 6.16으로 가장 높았고, 주모를 첨가한 멥쌀 막걸리가 4.6으로 가장 낮았으며, 담금 4일 이후 20일까지는 모든 처리구에서 pH 3.54 수준을 유지하였다. 총산은 주모를 첨가하지 않은 멥쌀 막걸리를 제외한 처리구에서 0.40~0.54%로 크게 차이를 보이지 않았으나, 담금 2일째부터 모든 처리구에서 0.83~1.28%로 크게 증가하였고, 밀가루 막걸리가 발효 20일째에 2.35%로 가장 높게 나타났다. 유기산 총량은 담금 초기에 472.23 mg/100mL로 발효 기간이 경과함에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 가장 함량이 많은 유기산은 lactic acid이며 발효 6일째에 1,902.74 mg/100mL로 최고치를 보이다가 서서히 감소하는 경향을 보였다. 밀가루 막걸리와 주모를 첨가하지 않은 멥쌀 막걸리는 발효기간이 길어질수록 심한 산취가 느껴짐과 동시에 표면에 산막이 형성되었고, 밀가루 막걸리는 밀가루취가 강한 것으로 평가되었다. 그리고 발효기간에 따른 주모 첨가 멥쌀 막걸리를 GC-MS에 의하여 동정한 향기성분은 alcohol류, ester류 및 acid 등 39종으로, 향기성분의 수는 담금 직후에 약 30종이었으나 발효 9일째에 최대에 달하였고, 향기성분의 종류 및 peak area도 발효 4~14일까지는 발효기간이 경과함에 따라 증가하였고 그 이후부터는 감소하는 것으로 나타났다.

○ 시판하는 제빵개량제 및 발효 기간을 달리하여 제조한 주모 첨가 멥쌀 막걸리 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 관능검사 결과, 외관, 밀가루취, 발효취, 색에 관한 관능평점은 거의 차이가 없는 것으로 나타났으며, 조직감 및 종합적 기호도에서 시판 제빵 개량제를 첨가하였을 때 가장 낮은 평가를 받은 반면에 막걸리 분말을 첨가하여 제조한 식빵은 모두 양호한 점수를 받았다. 따라서 막걸리의 성분 분석 및 관능평가를 통하여 볼 때, 주모 첨가 멥쌀 막걸리를 30℃에서 4일간 발효시킨 다음 분말화하는 경우가 제빵개량제로서의 특성이 높은 것으로 판단되었다.

○ 막걸리 분말의 첨가량에 따른 dough의 pH는 첨가량이 증가할수록 pH는 감소하였으며, 1차 발효 후 dough의 volume 및 식빵의 높이, 부피, 굽기손실율은 막걸리 분말 1% 첨가까지는 양호한 값을 보였으나 1% 이상의 첨가에서는 그다지 큰 차이를 보이지 않았다. 분말 첨가에 따른 식빵 내부의 L값은 막걸리 분말의 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보여 주었다. 분무건조한 막걸리 분말 첨가량을 달리하여 제조한 식빵을 외관, 색, 밀가루취, 이취, 조직감, 맛, 종합적인 기호도에 대하여 관능검사를 실시한 결과, 식빵에서 중요한 밀가루 취와 이취는 무첨가 식빵에 비해 분말을 첨가한 식빵이 양호한 결과를 보여 막걸리 분말을 0.7~1% 첨가할 경우 식빵의 품질개선제로서 바람직한 것으로 나타났다. 또한, 분무건조 분말 첨가 식빵의 GC 분석 결과에서는 주요 향기성분이 약 23종이 분리되었으며 total peak area도 무첨가 식빵에 비하여 약 2배 정도 높게 나타났다.

○ 주모 첨가 멥쌀 막걸리를 4일 발효 후 분무 및 동결 건조한 막걸리 분말의 저장 50일 동안의 품질변화를 조사한 결과, 수분함량은 분무건조 분말이 6.64%에서 7.38%로, 동결건조 분말은 4.86%에서 6.51%로, 또한 총균수도 분무건조 분말이 초기 1.2×10^3 CFU/g에서 8.2×10^4 CFU/g으로, 동결건조 분말은 초기 2.1×10^5 CFU/g에서 1.7×10^6 CFU/g으로 큰 변화는 없었으나 환원당과 총당은 저장 기간동안 서서히 증가하는 값을 보여주었다. 색도 변화는 저장기간이 경과함에 따라 분무건조 분말은 L 및 b값이 서서히 증가한 반면, 동결건조 분말은 L값은 감소하고 b값은 증가하는 것으로 나타났다. 초기 유기산 함량은 동결건조 분말이 5,171.39 mg/100g, 분무건조 분말이 3,949.97 mg/100g으로 큰 차이를 보여주었고, 저장 기간이 경과함에 따라 분무 및 동결건조 분말 모두에서 감소하는 경향을 보여주었다. 분무 및 동결 건조한 막걸리 분말에서 GC-MS에 의하여 동정한 주요 향기성분은 약 20개로써, total peak area는 분무건조 막걸리 분말이 동결건조 막걸리 분말에 비하여 약 25% 정도 크게 나타났고 향기성분은 저장기간이 경과할수록 감소하였다.

SUMMARY

This study was carried out to develop quality conditioners for confectionery and bakery using *Takju*, so that the quality of the existing quality conditioners for processing and preserving them might be improved (abhorrent smells such as starch odor might be removed), imports replaced, and the utilization of traditional *Takju* enhanced. The following is the summary of the study results.

○ The quality of *Takju* was investigated to develop quality conditioners for bakery that use *Takju* for bakery, depending on the use of starch materials, the addition of starters, and the fermentation period. In nonglutinous rice *Takju* that was not added with starters, pH was 6.16 (the highest) immediately after fermentation and 4.6 (the lowest) in nonglutinous rice *Takju* that was added with starters. pH remained 3.54 at all treatments from four days to 20 days after fermentation. Total acids remained almost the same (0.40~0.54%) at treatments except nonglutinous rice *Takju* that was not added with starters; however, they started to rapidly increase (0.83~1.28%) at all treatments from two days after fermentation and reached the highest (2.35%) on the 20th day after fermentation. The total quantity of organic acid was 472.23 mg/100mL at the early stage of fermentation and increased as times went on after fermentation. Lactic acid was an organic acid, whose content was the greatest and reached the peak (1,902.74 mg/100mL) on the sixth day after fermentation and then reduced slowly. The flour *Takju* and the nonglutinous rice *Takju* that was not added with starters emitted more severely sour odor and produced rancidity membrane

on their surface as the fermentation period was more lengthened. It was judged that the flour *Takju* had strong flour flavor. Volatile flavor components acquired after the starter-added nonglutinous rice *Takju* was identified through GC-MS depending upon the fermentation period, comprised 39 kinds including alcohols, esters and acids; volatile flavor components were 30 kinds just after fermentation and their number reached the peak on the 9th day after fermentation. The kind and peak area of volatile flavor components also gradually increased on the 4th~14th days after fermentation but reduced after that.

○ The sensory test was applied to the bread produced after adding the marketed bakery improvers and the starter-added nonglutinous rice *Takju* manufactured in different fermentation periods. The results of the examination demonstrated that there was little difference in sensory grades of appearance, flour flavor, fermentation flavor and color. In contrast, the lowest grade was got from texture and overall acceptability when marketed bakery improvers were added while all the *Takju* powder-added bread got satisfactory grades. Therefore, it was found from the analysis of *Takju* ingredients and the sensory evaluation, that the characteristics of bakery improvers could take effect the most when the starter-added nonglutinous rice *Takju* was fermented at 30°C for four days and then powdered.

○ As more *Takju* powder was added, pH of dough was more reduced. The height, volume, baking loss rate of flour dough after its first fermentation showed sufficient difference until *Takju* powder was added to 1% of the bread while there was little difference after adding more than 1%. As more *Takju* powder was added, L value within the bread was more increased. A

sensory examination was applied to appearance, color, flour powder of the bread manufactured after different amount of spray dried *Takju* powder was added. The examination results showed that flour powder flavor and off-flavor (important elements in bread) of the bread added with *Takju* powder were better than those of the control bread; when *Takju* powder was added to 0.7~1% of the bread, it was advisable as a quality conditioner for bakery. In GC analysis of the bread added with spray dried powder, about 23 kinds of major volatile flavor components were identified and the total peak area of the bread was two times or so wider than that of the control bread.

○ Investigation was conducted into the change in quality of spray and freeze dried *Takju* powder for 50 days of storage after the starter-added nonglutinous rice *Takju* was fermented for four days. The Investigation results showed that the moisture content of spray dried powder was changed from 6.64% to 7.38% and that of freeze dried powder from 4.86% to 6.51%; and the total cell count of spray dried powder was changed from 1.2×10^3 CFU/g in the early stage of the Investigation to 8.2×10^4 CFU/g and that of freeze dried powder from 2.1×10^5 CFU/g in the early stage to 1.7×10^6 CFU/g. In contrast, the values of reduced sugar and the whole sugar were slowly increased during the storage period. L and b values of color changes were slowly increased in spray dried powder as time passed during the storage while L value was reduced and b value was increased in freeze dried powder. There was big difference in organic acid contents in the early stage of the storage because the organic acid content in freeze dried powder was 5,171.39 mg/100g and spray dried powder 3,949.97 mg/100g. The organic acid was reduced in both spray and freeze dried powder as time passed

during the storage. About 20 major volatile flavor components were identified in spray and freeze dried *Takju* powder through GC-MS; the total peak area of spray dried *Takju* powder was increased about 25% in comparison with freeze dried *Takju* powder and the volatile flavor components were reduced as time passed in storage.

CONTENTS

Chapter I	Introduction
Section 1	Background and objectives
Section 2	Literature review
Chapter II	Materials and Methods
Section 1	Materials and manufacture
1.	Samples and pre-treatment
2.	Manufacture of starter
3.	Manufacture and fermentation of <i>Takju</i>
4.	Manufacture and storage of <i>Takju</i> powder
5.	Manufacture of bread
Section 2	Measurement and analysis
1.	Analysis of <i>Takju</i> and <i>Takju</i> powder
2.	Quality analysis of bread
3.	Volatile flavor component
4.	Sensory test
Chapter III	Results and Discussion
Section 1	Quality evaluation of <i>Takju</i> on marketing
Section 2	Quality evaluation of <i>Takju</i> for test

1. Decision of manufacture method	
2. Quality evaluation of nonglutinous rice <i>Takju</i> added with starter during fermentation	
Section 3 Quality evaluation of <i>Takju</i> powder by fermentation time	
1. Quality comparison	
2. Sensory evaluation	
Section 4 Quality characteristics of bread added with <i>Takju</i> powder	
1. pH	
2. Characteristics of bread	
3. Internal color and cutting section of bread	
4. Sensory evaluation	
5. Volatile flavor component	
Section 5 Changes in quality of <i>Takju</i> powder during storage	
1. pH and total acidity	
2. Amino nitrogen content	
3. Moisture content	
4. Reducing sugar and total sugar	
5. Browning index and color value	
6. Total cell count	
7. Organic acid content	
8. Volatile flavor component	
Chapter 4 Conclusion	
Reference	

목 차

제 I 장 서론	
제 1 절 연구의 필요성	
제 2 절 국내외 관련 기술의 현황	
제 II 장 재료 및 방법	
제 1 절 시료 및 제조 방법	
1. 시료 및 전처리	
2. 주모 제조	
3. 막걸리의 담금 및 발효	
4. 분말의 제조 및 보관	
5. 식빵의 제조	
제 2 절 측정 및 분석	
1. 막걸리 및 분말의 품질 분석	
2. 식빵의 품질 분석 및 평가	
3. 향기성분	
4. 관능 검사	
제 III 장 결과 및 고찰	
제 1 절 시판용 막걸리의 품질 평가	
제 2 절 시험용 제조 막걸리의 품질평가	
1. 제조 조건 선정	
2. 주모 첨가 멥쌀 막걸리의 발효기간에 따른 품질평가	
제 3 절 발효기간에 따른 막걸리 분말의 품질평가	

1. 발효기간별 막걸리 분말의 품질 비교	
2. 발효기간별 막걸리 분말의 관능 평가	
제 4 절 막걸리 분말 첨가에 따른 식빵의 품질특성	
1. pH	
2. 막걸리 분말 첨가량에 따른 제빵 특성	
3. 내부 색도 및 절단면 비교	
4. 관능 평가	
5. 향기성분	
제 5 절 건조방법에 따른 막걸리 분말의 저장중 품질변화	
1. pH 및 총산 변화	
2. 아미노태 질소 함량의 변화	
3. 수분함량의 변화	
4. 환원당 및 총당의 변화	
5. 갈변도 및 색차의 변화	
6. 총균수 변화	
7. 유기산 함량의 변화	
8. 향기성분의 변화	
제 IV 장 요약	
참고문헌	

제 I 장 서론

제 1 절 연구의 필요성

1. 기술적 측면

막걸리는 탁주로 불리우는 서민 대중주로서 우리에게 친숙한 술로 전통주의 계승 발전이란 측면에서 중요한 의미를 가진다. 그러나 일제시대로부터 적용되기 시작한 주세법에 의해 탁주 양조법이 획일화되었고 1964년 공포된 양곡관리법으로 인해 쌀을 이용한 막걸리 제조가 금지되고 수입 밀가루를 이용한 저가의 막걸리가 생산됨으로써 소비자 기호를 충족시키지 못하는 저급한 술로 전락하게 되었다. 즉, 다른 주류가 소비자의 기호에 적합하도록 개발되어온 반면 탁주에 대해서는 이러한 노력이 부족하였으며 이에 따라 막걸리는 같은 자리에 정체되게 됨으로서 상대적으로 타 주류에 비해 뒤쳐지게 되었다.

막걸리의 국내 생산량은 '88년 서울 올림픽을 기점으로 지속적인 감소를 보이고 있으며, 2001년도 약 14만kl를 출고하였으나 출고 감소세가 지속되고 있다. '2001년의 경우 20년 전에 비해 소비량이 1/7 이상 수준으로 감소하였고 매년 감소폭도 10%를 상회하는 큰 폭의 소비 감소를 보이고 있다(표 1). 일부 업체에서 주질 개량 등을 통해 막걸리의 재건에 힘쓰고 있으나 가시적인 성과가 나타나고 있지는 않은 실정이다.

표 1. 막걸리의 출고 동향

(단위 : 억원, %)

구분	'81	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01
소비량	10,101	3,172	3,299	2,461	2,366	2,114	2,052	1,838	1,697	1,383
증 감		-23.4	4.0	-25.4	-3.9	-10.7	-2.9	-10.4	-7.7	-18.5

자료 : 식품유통연감((주)식품저널), 2002

막걸리에 대한 국내의 연구는 주로 식문화적 고찰, 발효, 영양성분, 품질특성, 미생물학적 안전성 등에 대한 내용이 주를 이루고 있으며 주류의 본질을 탈피한 활용도 증진에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 이러한 막걸리를 활용도 제고를 통한 활용 다변화에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

이러한 맥락에서 제과와 제빵은 막걸리의 활용도를 제고할 수 있는 좋은 방안이 될 것으로 생각된다. 빵은 인간이 만들어 낸 과일이라 할만큼 전세계적으로 중요한 식품으로서의 역할을 차지하고 있으며 그 종류 또한 약 1만가지 이상으로 추정되고 있을 정도로 국가별, 지역별로 다양성을 가지고 있다. BC 2000년 경 로마에서 이미 제빵산업 조합이 결성되었다는 기록이 있을 만큼 서구에서의 빵은 기원은 유구하다.

우리나라에서의 제빵산업의 기원은 대략 구한말로 보고 있으나 정확한 전과 경로는 밝혀져 있지 않다. '80년대 이후의 식생활 개선으로 인한 분식 장려정책을 계기로 소득 수준의 향상과 핵가족화 및 식생활 패턴의 변화에 따라 식문화의 서구화의 가속화와 제빵 산업의 특징인 소자본 개업이 가능하다는 장점에 힘입어 비약적인 증가가 이루어져 왔다. 제빵 산업의 시장규모는 표 2에서와 같이 '98년을 기준으로 금액으로 '89년 대비로 양산제빵은 약 2배, 베이커리는 약 3배 정도의 시장 규모가 확대되었고 이러한 시장 성장세는 지속적인 증가를 보일 것으로 예상하고 있다.

표 2. 제빵 시장 규모 변화추이

(단위 : 억원, %)

구 분	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97
양산제빵	2,325	2,640	2,806	3,330	3,927	4,119	4,249	4,730	4,489
베이커리	2,930	3,600	4,200	4,800	5,760	6,630	7,757	8,920	9,830
계	5,255	6,240	7,006	8,130	9,687	10,749	12,006	13,650	14,319
성장율	10.1	18.7	12.3	16.0	19.1	11.0	11.7	13.7	4.9

구 분	'98	'99	'00
양산제빵	4,453	4,503	4,416
베이커리	10,023	10,960	11,820
계	14,476	15,463	16,236
성장율	1.1	6.8	5.0

자료 : 식품유통연감((주)식품저널), 2002

- 주 : 1) 양산제빵은 샤니, 삼립식품, 기린, 서울식품의 4사 발표에 의한 매출액
 2) 베이커리 매출액에는 프랜차이즈 매출액이 포함되어 있으며, 자영베이커리 매출액은 전국의 자영제과점 점포수를 참고하여 추정된 것임

한편, 근년 선진 제국은 자국 산업의 보호와 수입 대체를 위해 새로운 신규 기능성 물질의 탐색과 기존 식재료로부터의 유용 물질의 탐색 및 활용도 증진에 집중적인 연구 투자를 진행하고 있다. 더욱이 화학적 합성품이 가지는 인체 유해성 논란과 부적절한 사용에 따른 소비자의 불신은 천연첨가물 소재 탐색의 필요성을 가속시키고 있으며 기존 소재로부터의 새로운 천연소재의 개발은 소비자들의 안전성과 편이성에 대한 욕구에 부합하기 때문에 지속적인 발전 가능성을 제시하고 있다. 식품소재 중 첨가물류는 소량다품목, 기술집약적, 고부가가치라는 장점으로 인해 최근 괄목할 만한 성과를 이루고 있으며 그 응용범위가 다변화되고 있다는 점으로 인해 발전 가능성이 가장 큰 산업으로 부각되고 있다.

전통적으로 막걸리는 '술빵(밀가루빵)' 형태의 제조에 첨가제로서 민가에서 이용해온 점을 고려할 때 제과 및 제빵이 기본적으로 발효라는 숙성 단계를 거치게 되므로 제과제빵에서의 막걸리의 이용 가능성이 있다. 막걸리는 1.9%의 단백질(건물환산 약 20%), 1.2%의 당질(건물 함량 약 13%)을 함유하고 있으며, 상대적으로 높은 칼슘 및 인 함량을 가지고 있으며, 다량의 젖산균과 효모를 함유하고 있어 기존 상품화된 품질개량제가 가지는 특징중 효모의 생육에 필수적인 유익한 환경을 제공할 수 있을 뿐만 아니라 동결건조된 막걸리분의 경우 발효 및 굽기 공정을 거친 후에도 밀가루의 전분취 등이 잔존하는 것이 품질상의

문제점으로 널리 인식되고 있는 전분취를 주체로 하는 이미, 이취를 제거할 수 있는 효능을 가지고 있는 것으로 알려져 있어 막걸리의 활용도 제고를 위한 적절한 가공방법 및 응용방법에 대한 체계적 연구가 필요하다고 판단된다.

2. 경제·산업적 측면

'97년중 전체 주류 출고량은 285만kl로 전년대비 0.5% 감소하였지만, 이러한 상황에서도 소주는 전년대비 9.7% 증가한 889,000kl가 출고된 반면, 전통주인 막걸리는 그 1/4에도 못 미치는 211,000 kl가 출고되는데 그쳤다. 1980년까지만 하여도 막걸리는 전체 주류 출고량의 56%에 해당하는 1,560,000kl가 출고되었으나, 1987년에는 850,000kl, 1997년에는 210,000kl로 계속 그 출고량이 감소되는 경향을 보여서, 전통주로서의 산업기반이 크게 위축되고 있다.

따라서, 막걸리 산업 자체의 안정적 성장기반을 제공하여 우리나라 전통주로서의 위상을 제고시킬 필요가 있으며, 이를 위하여 막걸리의 활용도 제고를 위한 연구가 필요하다. 한편, 과자류 및 빵류는 전세계적으로 다양한 형태의 제품이 생산·판매되고 있으며, 공통적으로 주원료로 밀가루를 이용하여 반죽 및 발효공정을 거쳐서 생산되는 것이 일반적이며, 반죽의 팽창과 발효조절 및 품질개량을 위하여 여러 가지 가공보조제를 사용하고 있다. 과자류 및 빵류의 경우에는 이러한 가공보조제를 사용하면서 발효 및 굽기공정을 거친 후에도 밀가루의 전분취 등이 잔존하는 것이 품질상의 문제점으로 널리 인식되고 있다. 우리나라 전통주인 막걸리를 제과·제빵용 가공보조제로 개발함으로써 막걸리산업과 제과·제빵 산업의 동시발전을 도모할 필요가 있다.

3. 사회·문화적 측면

막걸리는 탁주, 탁배기라고도 불리며 지방에 따라서는 모주, 젓내기술, 탁주배기라고도 불리어 진다 탁주는 고려도경 및 동문선에 언급이 된 것으로 보아 고려시대에도 서민들이 평상시와 잔치 때 마시던 술이다. 그러나 그 수요가 점

차적으로 크게 감소되는 추세를 보이고 있으므로 이의 활용도를 제고시킬 수 있는 기술개발을 통해 우리 전통주의 계승 발전 및 세계화에 기여할 필요가 있다. 세계의 국가별, 지역별로 식문화는 관습적 경험을 통해 형성되는 관계로 막걸리가 갖는 풍미적 특성 때문에 주류로서 세계화를 추진하는데는 한계가 있다.

우리나라 전통주인 막걸리는 적절한 발효가 이루어지면 과자류 및 빵류에서 발생하는 이취가 전혀 발생되지 않는다는 측면에서 막걸리를 제과·제빵용 가공보조제로 개발함으로써 막걸리산업과 제과·제빵 산업의 동시발전을 도모할 수 있고, 우리 전통식품의 우수성을 세계인의 식탁에서 직접 체득하게 할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다.

한편 과자류 및 빵류는 세계에서 가장 널리 이용되는 식품군이므로 문화적 한계가 거의 없다는 측면에서 동 제품군의 품질개선제로 막걸리를 이용하는 기술의 개발을 통해 우리나라 전통 대중주인 막걸리의 세계화를 추진할 필요가 있다.

제 2 절 국내·외 관련기술의 현황

막걸리는 우리나라 전통 민속주이면서도 산업화 과정에서 관련 기술개발이 소홀하여 제품의 품질특성이 업체별로 차이가 있으며, 보존성도 다른 주류에 비해 떨어지는 문제가 있다. 막걸리의 활용도 제고를 위한 연구도 주류라는 측면에서만 접근되어 온 관계로 원천적으로 그 활용도가 제한될 수 밖에 없었다.

또한, 제과·제빵용 가공보조제는 여러 가지 종류가 있으나 최종 제품에서의 이취 발생 문제는 완전한 제어수단이 전세계적으로 확보되지 않고 있다. 우리나라의 경우 막걸리를 이용한 밀가루빵의 제조는 일부 시도된 적이 있으나, 이에 대한 체계적인 연구는 이루어진 사례가 없다. 이러한 측면에서 본 연구과제를 통하여 제과 및 제빵용 이취 제어 기술을 확립할 수 있는 체계적인 연구와 더불어 산업화가 가능하도록 적절한 가공방법을 확립할 필요성이 있다.

한편, 본 연구와 관련된 국내 연구 현황을 조사한 내용은 다음과 같다.

1. 제과·제빵용 첨가 재료

제빵 및 제과에 사용되는 주원료는 밀가루, 설탕, 계란, 우유, 쇼트닝, 과당, 마가린, 전분, 전분당류 등으로 이들의 대부분이 수입의존도가 높은 원재료들이다. 이들 외에 제과 제빵에서 가장 보편적으로 널리 사용되고 있는 첨가물은 이스트 푸드(yeast food)와 제빵개량제이다. 통상 yeast food는 yeast에 영양을 공급하는 것이 주된 역할이며, 제빵개량제는 주로 밀가루나 반죽에 영향을 주어 반죽의 물리적 성질을 개선시키는 역할을 한다. Yeast food는 크게 무기 푸드와 유기 푸드로 대별할 수 있으며, 이중 무기푸드는 효소제를 함유하지 않은 푸드로 산화제, 염화암모늄 등의 무기 질소제와 황산칼슘 등의 칼슘제가 배합되어 있으며, 건밀, 건포도빵 등에 사용되는 범용성 첨가물이다. 또한 유기 푸드는 효소제, 효소안정제를 사용한 것으로 맥아몰트 등을 말하는 것으로 이들 무기 푸

드와 유기푸드는 상호 혼합하여 다양한 형태로 사용하고 있다. 제빵개량제는 주로 반죽의 물리적 성질을 개선시키는 것으로 특히 단백질 함량이 낮은 밀가루에 사용할 경우 큰 효과를 나타낸다. 효소제에 주로 사용하는 것은 amylase와 protease이며 산성인산칼슘 등은 반죽의 pH를 감소시켜 yeast의 발효를 촉진시키는 역할을 한다. 전형적인 제빵개량제의 구성비와 특징은 다음과 같다. 즉 기본적인 재료는 소금, 설탕, 분유, 유지, 글루텐 성분이며 소금은 맛과, 글루텐 강화 기능을 가지며, 설탕은 yeast의 탄소원으로서 분유는 맛, 색, 부피 증가에는 관여하지 않는 성분이며, 유지는 클루텐을 부드럽게 하는 역할을 하며 노화를 지연시키는 작용을 한다. 글루텐은 반죽강화 작용을 위해 첨가되는 것으로 약 1-3% 정도 첨가된다. 이외 유효제로서는 레시틴, 모노글리세리스, DATA 에스테르, CSL/SSL 등이 주로 부피 증가, 노화지연, 반죽강화의 목적으로 사용되고 있다. 효소제로 주로 사용되는 것은 α -amylase pentosinase, lipoxinase, protease 등으로 주로 발효속도의 증가, 반죽의 점도 강화, 노화지연, 보수력 증가, 글루텐 강화 등의 목적으로 사용되고 있다. 리독스제로 불리는 성분은 L-cystein, glutathion 등을 주성분으로 하고 있다. 이들은 대개 반죽 강화 및 반죽을 부드럽게 하기 위해 사용되고 있는 성분들이다.

비스킷의 경우 밀가루용액 발효과정 중에는 복잡한 물리화학적 변화가 수반되며 이로 인해 비스킷 특유의 독특한 풍미를 부여하게 된다. 발효중 일어나는 효소적 반응은 효소의 복합적인 작용에 의해 일어나는 것으로 밀가루 중에 존재하는 맥아 또는 젖산균의 표면에서 유래한다. 특히 glutein peptide 결합을 무작위적으로 절단하는 proteolytic enzyme인 protease는 glutein을 절단하나 gluten막은 파괴되지 않아 반죽에 적당한 성형적성이 부여된다. 이러한 밀가루용액의 발효에도 관여하는 미생물은 대부분 *Lactobacillus*가 관여하는 것으로 알려져 있다.

2. 첨가 재료에 따른 제빵의 품질개선 연구

1) 한국산 감잎가루를 첨가한 빵의 품질

한국산 감잎가루를 빵 제조시 첨가하여 빵의 품질 특성을 조사하였다. 발효과정 중 반죽의 pH는 감잎가루 첨가량이 증가할수록 저하하였으며 빵의 부피는 감잎가루 첨가량 증가에 따라 감소하였고, 중량은 증가하였으며, 굽기 손실율은 감소하였다, 빵의 텍스처에서 경도는 대조구에 비해 감잎가루 첨가빵이 낮게 유지되어 노화 지연 효과를 알 수 있었다. 탄력성은 낮은 수준으로 유지되었으며, 응집성은 시간이 경과하면서 다소 감소하였고, 3.0, 5.0% 첨가구는 실험기간 중 유의적으로 높게 유지하였다, 점착성과 씹힘성은 빠르게 증가하였으며, 대조구에 비해 감잎가루 첨가구가 유의적으로 낮은 경향을 보였다, 관능평가에서 색상은 감잎 가루 첨가량이 증가할수록 기호도는 유의적으로 낮았고, 향미는 3.0% 첨가구까지는 유의적 차이가 없었으나 5.0% 첨가구는 catechin이나 탄닌 등의 용출이 많아 떫은 맛과 쓴맛이 강하게 느껴져 거부감을 주었다. 조직감은 감잎가루 첨가량이 증가할수록 기호도가 낮았으며, 전체적인 기호도는 0.5% 첨가구는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았고, 3.0% 첨가구까지는 유의적인 차이를 보이면서 낮았다. 그러나 감잎가루를 빵 제조시 첨가했을 때 제품의 품질에 큰 영향을 주지 않고 감잎의 기능성과 영양성을 갖기 위해서 제빵시 감잎가루 0.5% 첨가한 것이 제품의 상품성에 영향을 주지 않아 적정 첨가량임을 알 수 있었다.

2) 아밀로오스 함량이 쌀 식빵의 특성에 미치는 영향

아밀로오스 함량이 서로 다른 7가지(수원조, 수원232, BG276-5, JR44, IR41999-139, 수원230, 용주벼) 쌀 품종을 이용하여, 각각 쌀식빵을 제조한 후 특성을 비교하였다. 아밀로오스 함량은 수원조가 27.07%로 가장 높았고 ($p<0.05$), 용주벼는 17.17%로 가장 낮은 값을($p<0.05$) 나타내었다. 쌀식빵을 제

조한 후 부피를 측정된 결과 수원조는 1116.7mL로 최대값을($p < 0.05$) 나타낸 반면, 용주벼는 903.33mL로 최소값을($p < 0.05$) 나타내었다. 즉, 아밀로오스 함량이 증가할수록 부피도 증가하였다($r = 0.9974$). 쌀식빵의 조직감 및 색도는 아밀로오스 함량과 일정한 양상을 보이지 않았다. 관능검사 결과 쌀식빵의 부피는 아밀로오스 함량이 증가할수록 증가하는 경향을($r = 0.9974$) 나타낸 반면, 쌀식빵 내부의 기공크기, 껍질의 색깔, 향, 맛, 씹힘성, 조직감은 감소하는 경향을 나타내었다. 종합적인 기호도 검사 결과 amylose 함량이 감소할수록 높은 기호도를 나타내었다. 즉, 쌀식빵에는 낮은 아밀로오스 함량을 가진 품종이 가장 적합한 것으로 판명되었다.

3) 부추의 첨가가 식빵의 물리화학적 및 관능적 특성에 미치는 영향

식이섬유를 35%(건량기준) 함유한 부추분말을 이용하여 식빵을 제조하고 물리화학적, 관능적 특성을 조사하였다. 부추첨가에 따라 식빵의 부피가 감소하였으며, 부추 2%, 3% 대체시에 따라 식빵의 부피가 각각 13%, 27% 감소하였다. 부추첨가에 따른 부추식빵의 수분함량은 대조군보다 다소 높았으나 유의적인 차이는 없었으며, 저장기간에 따른 수분 감소경향은 부추 첨가군에서 다소 둔화되었다. 부추 분말의 첨가로 식빵의 경도가 다소 증가하였으나, 저장기간에 따른 경도의 변화는 차이를 보이지 않았다. 부추빵은 열은 녹색을 띠고 독특한 향을 지녔으나 관능검사 결과 2% 부추빵은 외관, 향미, 색, 입안느낌의 항목에서 대조군과 비슷한 점수를 얻었다.

4) 멸치분말을 첨가한 식빵의 품질특성

현대인에게 부족하기 쉬운 영양소인 칼슘의 섭취량을 증가시키기 위한 방안으로 식빵을 대상으로 멸치 분말을 첨가하여 칼슘 강화 식빵의 제조 가능성을 모색하였다. 멸치분말을 0%~9% 식빵에 첨가하여 제빵 특성 및 관능 특성을 분석하였다. 아밀로그래프의 호화개시 온도는 멸치 분말 첨가량이 증가함에 따라 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 최고 점도는 멸치분말 6% 첨가까지는

첨가량이 증가함에 따라 감소하였으나, 9% 첨가시 증가하였다. 또한, 최고점도 온도는 멀치분말이 첨가됨에 따라 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 반죽의 팽창력은 1차 발효의 경우 멀치분말의 첨가량이 증가할수록 감소하여 9% 첨가시에는 감소폭이 현저하였으며, 2차 발효시에도 유사한 경향을 볼 수 있었다. 멀치분말을 첨가하지 않은 식빵의 부피는 2130mL 이었으나 멀치분말을 첨가구에서는 감소하여 9% 첨가구에서는 1650mL로 크게 감소하였다. 식빵의 색도 측정 결과 L값은 멀치분말을 첨가하지 않은 식빵에 비하여 멀치분말의 첨가량이 많을수록 유의적으로 감소하였다. a값은 멀치분말의 첨가량의 증가에 따라 유의적으로 증가하였다. 멀치분말을 첨가한 식빵의 견고성(hardness)은 멀치분말을 3% 첨가시에 증가하였다가 6%와 9%첨가시 다시 감소하여 9% 첨가구는 멀치분말을 첨가하지 않은 대조구보다는 낮은 값을 나타내었으며, 3% 와 9% 첨가구 사이에는 유의적 차이가 있었다. 관능 검사 결과 멀치 분말을 첨가하여 식빵 제조시에 멀치 분말 첨가하지 않은 대조구와 색, 조직감, 맛, 향미 및 전체적인 기호도는 차이가 있으며, 멀치분말의 첨가량이 증가할수록 전체적인 기호도는 감소하는 것으로 나타났으며, 3%와 6% 첨가구 사이에는 유의차가 없었다. 그러므로, 멀치분말을 6% 첨가하여 식빵을 제조하는 것이 칼슘 섭취량의 증가에 가장 유리하다고 본다.

5) 울무 및 녹차의 첨가 함량을 달리한 식빵의 품질특성

건강 증진을 위한 기능성 식품의 개발을 위한 목적으로 녹차가루(1%, 3%, 5%)와 울무가루(10%, 20%)를 첨가하여 식빵의 품질특성을 조사하였다. 관능검사에서는 향미와 씹힘성은 녹차가루량이 증가될수록 높았고 매끈함은 울무가루와 녹차가루 함량이 증가할수록 낮았다. 색도 측정에서 명도(L)값과 적색도(a)값은 울무가루와 녹차가루 함량 높을수록 낮았고 황색도(b)값은 첨가량이 높을수록 높았다. 응집성과 탄력성은 녹차가루만을 첨가한 S1군에서 S3군이 대조군보다 다소 높았고 울무가루와 녹차가루 함량이 높을수록 낮았다. 점착성은 각각의 군에서 울무가루와 녹차가루의 함량이 증가될수록 높아졌으며 경도는 녹

차가루 함량에 따라 증가하였고 울무가루 함량이 10%인 A군이 20%인 B군보다 경도가 높았다. 관능검사와 기계적 검사와의 상관관계에서 관능검사의 촉촉함이 좋을수록 적색도 값이 높아졌으며 매끄러움과 맛이 좋을수록 점착성이 좋은 정의 상관관계를 보여주었으나 기계적 검사의 점착성은 관능검사의 매끄러움과 맛과는 정의 상관관계, 향미와는 부의 상관관계를 보였다. 각 식빵군을 외관과 주사현미경으로 관찰한 결과는 대조군보다 녹차가루량이 첨가할수록 작은 기공을 보였고 울무가루와 녹차가루가 첨가량이 많을수록 거친 표면을 나타냈다. 전반적인 기호도는 녹차가루 1%와 울무가루 10%의 재료 배합시 가장 좋은 기호도를 나타냈다.

6) 보리가루를 이용한 고식이섬유 빵의 제조

겉보리는 17.2%의 식이섬유를 함유하였으며 도정후에는 7.3%를 함유하였다. 도정하지 않은 쌀보리는 14.9%의 식이섬유를 함유하였다. 보리를 Udy cyclone mill로 분쇄한 후 sieve(400mesh)를 사용하여 식이섬유가 풍부한 부분을 분리한 결과 쌀보리는 7.0% 수용성 식이섬유, 13.9% 불용성 식이섬유, 20.9% 총 식이섬유를 함유하였다. 식이섬유가 풍부한 보리가루를 밀가루에 10, 20, 30% 혼합하여 제빵하였을 때 보리가루의 첨가량이 증가함에 따라 수분흡수율, 반죽시간, 빵의 무게는 증가하였으나 빵의 부피는 감소하였다. 밀가루에 보리가루를 10% 혼합하였을 때 밀가루의 식이섬유는 3.0%에서 3.8%로 증가하였으며 빵의 식이섬유 함량도 3.0%에서 5.0%로 증가하였다. 관능 검사 결과 쌀보리가루를 10% 혼합하여 제조한 빵의 관능적 성질은 100% 밀가루빵과 큰 차이를 나타내지 않았다. 제빵 후 수용성 식이섬유의 함량은 변화하지 않았으나 불용성 식이섬유의 함량은 증가하여 총 식이섬유 함량은 증가하였다.

7) 제조방법별 솔잎추출물을 이용한 제빵 적성

제조방법별 솔잎 추출물의 기능성 소재로서 이용 가능성을 조사하고자 솔잎추출물을 일정한 비율로 혼합(밀가루를 기준으로 각각의 추출물은 12.4%,

31% 43.4%, 62% 함유)한 dough의 pH, 1차 발효 후의 dough의 pH, dough의 부피, 제품의 부피, 굽기손실율, hardness, 관능검사를 수행하였다. 가스 발생량을 높여 제품 부피 향상에 연관이 있는 dough의 pH는 CPNP가 낮은 경향을 보였으며, 특히, mixing 직후의 반죽과 1차 발효 후의 dough의 pH도 CPNP가 가장 낮게 나타났었다. 그러나, 전반적으로 dough 부피는 각 첨가구마다 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었다. 제품 부피도 추출물 첨가량이 많아질수록 증가하는 경향을 보였고, 특히, 70%와 100% 첨가구에서는 무첨가구보다 다소 높은 경향을 보여, 가스량 발생을 좌우하는 dough의 pH가 제품 부피에 직접적인 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 또한, 굽기손실율은 추출물 첨가량이 많아질수록 가스 발생량이 높았고 반죽과 제품 부피가 컸던 CPNP에서 가장 높은 손실율을 나타내었다. 그러나, 전분의 노화와 관계있는 hardness는 저장기간에 따라 증가하는 경향이었고, 20% 첨가구에서는 CPNP가 무첨가구보다 다소 낮은 경향이었으나, 50%, 70% 100% 첨가구에서는 무첨가구와 CPNP가 유사한 경향을 보였다. 결론적으로 솔잎추출물 첨가량과 관능검사와의 관계는 0일보다 7일간 저장한 후 맛과 조직감이 떨어지는 경향이었고, 50% 이상 첨가한 FPN의 조직감은 7일간 저장하여도 약간 높은 경향을 나타내었으나, 제품의 솔향 강도는 제조방법에 관계없이 추출물의 첨가가 많아짐에 따라 증가하였다.

8) 비지와 막걸리박을 이용한 고식이섬유 빵의 제조

비지는 59.0%의 식이섬유를, 막걸리박은 26.0%의 식이섬유를 함유하였다. 밀가루에 비지나 막걸리박을 10% 혼합하여 빵을 만들어 제빵 특성을 100% 밀가루 빵과 비교하였다. 비지나 막걸리 박을 10% 혼합하였을 때 반죽의 수분 흡수율과 빵의 무게는 증가하였으나 빵의 부피는 40% 정도 감소하였다. 관능검사 결과 비지빵과 막걸리빵의 색깔, 모양, 속결의 질감 등은 100% 밀가루빵에 비하여 품질이 떨어졌다. 비지빵의 경우 단백질 함량은 밀가루빵의 13.5%에서 15.4%로 증가하였고, 막걸리빵의 경우 16.4%로 증가하였다. 빵의 식이섬유 함량은 비지빵의 경우 밀가루빵의 3배, 막걸리빵의 경우 2배가 증가하였다.

9) 마(*Dioscorea*) 첨가가 우리밀과 수입밀을 이용한 식빵 품질특성에 미치는 효과

점질물을 다량 함유하고 있으며 생리효능이 높다고 알려진 마(Yam, *Dioscorea*)의 첨가가 이스트 발효빵 품질에 미치는 효과를 알아보려고 건조방법을 달리한 열풍건조 마가루(hot air-dried yam powder : HDYP)와 동결건조 마가루(freeze-dried yam powder : FDYP)를 3, 5, 7% 수준으로 수입밀과 우리밀을 이용한 이스트 발효빵 배합비에 첨가하여 빵반죽과 최종빵의 기계적 특성 및 관능적 특성을 살펴보았다. 마 첨가 빵반죽의 특성을 Texture analyzer를 통해 반죽의 stickiness를 측정하고 5점 척도의 주관적인 작업 적성을 평가하였다. 마 첨가 빵 반죽의 적정수분흡수율은 수입밀에 비하여 우리밀이 4-8% 낮으며 마첨가 비율이 높을수록 증가하였다. 반죽의 stickiness는 우리밀반죽이 수입밀 반죽보다 높게 나타났으며 마첨가에 의한 반죽 stickiness변화는 수입밀에서 유의적인 증가를 보였으나 반죽 작업이 어려운 정도는 아니었다. 우리밀 반죽의 FDYP 첨가구는 stickiness의 적은 감소에도 불구하고 반죽작업적성은 가장 열등하게 나타났다. 우리밀은 수입밀에 비하여 낮은 oven spring을 보였으며, 특히 FDYP 첨가 비율이 증가할수록 oven spring이 큰 폭으로 감소하였다. 마첨가 수입밀빵의 최종부피는 FDYP 7% 첨가로 다소 감소하였으나, 다른 모든 첨가구에서는 대조구와 유사하였고, 우리밀빵은 전반으로 FDYP 첨가구가 HDYP 첨가구보다 빵 부피면에서 열등한 것으로 나타났다. 빵의 기계적 조직감은 수입밀빵보다 우리밀빵이 단단하고 부착성이 높았으며 마첨가로 조직감 변화가 우리밀에서 다소 크게 나타나 경도, 씹힘성, 응집성, 점성이 증가하였다. 마 첨가에 따라 빵의 crumb 색은 어두워졌으며, 반죽적성, 빵 부피 및 bread scoring 평가 결과를 기준으로 선택된 각각 5% 마첨가 수입밀빵과 3% 수입밀보다 우리밀에서 뚜렷하게 나타나 빵의 외관이 향상되고, 우리밀 특유의 곡물향이 감소되면, 맛과 조직감이 향상되어 기호 측면에서 우리밀빵의 품질향상 효과가 크게 나타났다. 그러므로 본 연구결과에 의하면 종합적 제빵적성면에서 이스트 발효빵에 마가루 첨가는 HDYP 5%와 FDYP 3%가 가능하다고 할 수 있다.

10) 막걸리와 물의 첨가비율에 따른 증편의 품질특성

막걸리와 물의 첨가비율에 따른 증편의 기계적, 관능적 품질특성을 0, 1, 2, 3 및 4일간 저장하면서 평가하였다. 증편의 높이와 부피는 1:2 시료가 가장 높아 발효가 잘 된 것으로 나타났고 물성특성의 경우 막걸리와 물의 첨가비율과 저장기간에 의해 시료간에 유의적인 차이를 보여, 물 비율의 증가와 저장기간의 증가에 따라 그 값이 증가하는 경향으로 증편이 단단하게 경화되는 것으로 나타났다. 기계적 색도의 경우 물의 비율이 증가할수록 증편의 명도는 증가하였고 저장기간에 따라 감소하였다. a값, b값은 물의 비율이 증가할수록 감소하였고 저장에 따라 증가하다가 감소하는 것으로 나타났다. 관능적 품질의 경우 관능검사 결과 증편의 막걸리와 물의 첨가비율이 1:2인 시료가 가장 관능적 특성이 큰 것으로 나타났다.

11) 울무쌀가루 혼합빵의 제빵 특성 비교

울무쌀가루를 밀가루에 1%, 15%, 30%, 45%, 60% 혼합하여 식빵을 제조한 후 제빵 특성, 일반성분함량, 기계적 및 관능적 품질을 평가하였다. 울무쌀가루의 첨가 비율이 증가함에 따라 식빵의 부피는 감소하였으나 30% 혼합 정도까지는 식빵의 부피 및 제빵 적성이 밀가루식빵과 비슷하였다. 울무쌀가루를 첨가한 식빵은 조단백질, 조지방, 조회분의 함량이 현저히 높게 나타났다. Texture Analyzer에 의해 측정된 울무쌀식빵의 hardness는 울무쌀가루의 첨가량이 증가할수록 증가하였으나, fracturability, adhesiveness, springness, cohesiveness, gumminess, chewiness 및 resilience 등은 감소하였다. 관능검사 결과 울무쌀가루를 15% 혼합하여 제조한 식빵의 향, 맛, 입에서의 촉감 및 후미 등의 관능적 성질은 100% 밀가루 식빵과 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

12) 칩즙 첨가 식빵의 관능적 특성과 향기성분

칩즙 첨가 식빵의 관능적 특성은 색도, 조직감, 관능평가를 통해 조사하였다. 첨가된 칩즙의 양이 증가할수록, L값은 유의적으로 현저히 감소하였고, b

값은 유의적인 증가를 나타냈으며 a값은 유의적으로 현저한 증가를 나타내었다. 경도, 씹힘성과 부착성은 유의성은 없으나 증가한 반면 껌성질은 유의적인 증가를 보였고, 탄력성과 응집성은 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 칙즙 첨가 식빵의 관능평가 결과로 칙즙이 25% 첨가되었을 때, 최적의 배합 비율로 평가되었다. 조직감에 대한 기호도는 칙즙의 양이 증가할수록 식빵이 쫄깃쫄깃한 성질이 증가하나 입안에 붙는 듯한 느낌을 주어 15% 첨가군에서 가장 높게 나타났다. 단맛에 대해서는 식빵의 종류나 관능검사를 실시한 사람들의 연령에 관계없이 유의적인 차이가 거의 없었다. 냄새에 대한 관능검사 결과는 식빵을 먹었을 때, 첨가된 칙즙의 양이 증가할수록 유의적으로 높게 나타났다. 칙즙과 칙즙이 25% 첨가된 식빵의 향기성분 농축물을 GC-MS로서 분리 동정하고, 칙즙의 특징적인 향기 화합물이 칙즙 첨가 식빵의 향기 화합물로 전이된 향기성분을 고찰하였다. 칙즙의 향기 화합물의 특징적인 것으로는 미생물 발효차에서 동정된 methoxy phenol 화합물들, 3-methoxy acetophenone, 녹차 등에서 동정된 β -damascenone, 반 발효차인 오롱차와 포종차에서 동정된 꽃향기 성분의 benzylcyanide, 그 외 menthofuran과 coumarin 등 총 35종이 동정되었다. 칙즙 첨가 식빵의 향기 화합물은 굽기 과정의 갈변 반응에 의해 생성된 구수한 향에 기여하는 pyrazine류, pyrrole류, pyridine류 29종이 동정되었고, 아울러 칙즙 첨가에 의해 전이된 methoxy phenol 화합물과 benzylcyanide, β -damascenone, menthofuran과 coumarin 등의 총 55종이 동정되었다.

13) 연근 분말 첨가가 제빵의 적성에 미치는 영향

연근 분말 첨가가 제빵 적성에 미치는 영향에 대하여 품질의 특성을 파악하고 기능성과 영양적인 면을 고려한 최적의 배합비율을 알아보았다. 연근 첨가 식빵을 제조하였을 때 수분 함량은 첨가량이 증가할수록 점점 증가하였다. 식빵의 crust 색도는 첨가량이 증가할수록 밝기, 적색도, 황색도가 감소하였으며 crumb의 색도는 밝기만 감소하고 적색도와 황색도는 증가하였다. 부피는 연근 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, 높이는 6% 첨가에서 가장 높아 외관상 가

장 좋았다. 유리아미노산은 연근을 첨가할수록 증가하였으며, Glutamic acid, Alanine, Valine, Threonine 등이 많이 검출되었다. 향기성분은 약 60개의 peak가 분리되었으며 고온에서 빵을 구울 때 아미노 카보닐 반응에 의해 생성된 2-Methylbutanal, 3-Methylbutanal은 빵 향기의 주된 성분이며, 2-Ethylfurn, 2, 3-Butandione은 aldehyde류로 이스트의 발효에 생성된 발효취이며 Ethyl acetate, vinyl acetate도 빵의 향기에 영향을 주는 에스테류류의 향기 성분이다. 조직감 측정시 경도와 부서짐성은 첨가량이 증가할수록 탄력성은 큰 변화가 없었으며, 응집성, 점착성, 씹힘성은 감소하였다. 관능검사 결과, 3%, 6% 첨가군은 대조군과 큰 차이가 없었다. 따라서 기능성과 영양적인 면을 고려하여 연근 첨가 식빵을 제조하였을 때 6% 첨가가 가장 적합하리라 사료된다.

3. 막걸리 관련 향기성분에 관한 연구

1) 찹쌀 및 보리쌀 탁주 술덧의 발효과정중 휘발성 향기성분의 특성

찹쌀 및 보리쌀을 원료로 주모를 첨가하여 담금한 발효과정 중의 탁주 술덧을 고체상 추출법으로 추출·농축한 후 극성 column을 사용하여 GC 및 GC-MS로 휘발성 향기성분을 분석, 동정한 결과 다음과 같다. 찹쌀 및 보리쌀 탁주 술덧에서 alcohol 10종, ester 9종, acid 2종, aldehyde 7종 등 28종의 향기 성분이 동정되었다, 향기 성분 수는 담금 직후에 1~14종이었으나 발효 16일에 27~28종으로 증가되었고 찹쌀 탁주는 보리쌀 탁주 술덧보다 향기 성분이 다소 많았다. 찹쌀 및 보리쌀 탁주술덧의 ethyl alcohol, n-propyl alcohol, iso-amyl alcohol, n-hexyl alcohol, hexenyl alcohol, 2-phenylethyl alcohol, ethyl acetate, ethyl succinate, 2-phenylethyl acetate, butyric acid, benzaldehyde, 3-methoxybenzaldehyde의 12종은 발효 전 과정을 통하여 공통으로 검출되었다. 그러나 ethyl propionate, iso-amyl acetate, ethyl caprylate, ethylphenyl acetate 및 acetaldehyde 등 5종의 aldehyde는 발효 16일에서만 검출되었다. 향기 성분

의 면적비율(peak area %)은 시험구와 발효기간에 따라 차이가 있으나 ethyl alcohol, iso-amyl alcohol, 2-phenylethyl acetate, hexenyl alcohol, iso-butyl alcohol이 찹쌀 및 보리쌀 탁주술덧에서 공통으로 높아 탁주술덧의 주 휘발성 향기 성분으로 추측된다. 이들 성분 외에 ethyl acetate, benzaldehyde는 찹쌀 탁주에서, hexenyl alcohol은 보리쌀 탁주술덧에서만 높았다. 찹쌀 탁주 술덧에서 발효 16일에 ethyl acetate의 면적 비율은 ethyl alcohol보다 다소 높아 보리쌀 탁주술덧과 다른 특색을 보였다.

2) 누룩 종류를 달리하여 담금한 탁주 술덧의 휘발성 향기성분

GC와 GC-MS를 사용하여 발효 16일 후 탁주술덧의 휘발성 향기성분으로 alcohol 20종, ester 26종, acid 10종, aldehyde 10종, 기타 6종 등 모두 72종이 검출되었다. *Aspergillus oryzae*구는 68종으로 가장 많았고, 재래누룩구의 술덧은 60종으로 적었다. 72종의 휘발성 향기성분 중 54종의 향기 성분이 모든 시험구에서 공통으로 검출되었다. 휘발성향기성분의 면적비율은 alcohol류 71.28~90.23%, ester류 0.66~9.05%, acid류 0.20~0.60% aldehyde류 0.02~0.09% 순으로 나타났다. 시험구에 따라 차이가 있으나 ethanol, 2-methyl-1-propanol, 3-methyl-1-butanol, 1-hexanol, 2,3-butadienol(D, L), benzeneethanol, acetic acid ethyl ester, succinic acid, diethyl ester, butanoic acid monoethyl ester, acetic acid 그리고 benzene acetic acid 4-acetyloxy-3-methyl ethyl ester 등의 면적 비율이 높아 본 실험 탁주 술덧의 휘발성 향기 주성분으로 나타났다. 재래누룩구는 1-pentanol, hexanoic acid ethyl ester의 면적 비율이 다른 시험구보다 높았고, *Mucor racemosus* 누룩구는 1-hexanol, 1-dodecanol, 1,2-benzendicarboxylic acid dipropenyl ester, acetic acid가, *Rhizopus japonicus* 누룩구는 2-methyl-1-propanol, 3-methyl-1-butanol, benzeneethanol, succinic acid diethyl ester, butanoic acid monoethyl ester, 4-methyl benzeneacetic acid phenyl ester, butanoic acid의 면적 비율이 타 시험구보다 각각 높았다. *Aspergillus oryzae*구는 acetic acid ethyl ester, 3-methyl

butanoic acid, pentanoic acid가 높았으며, *Asperillus kawachii*구에서는 1-butanol이 높았다.

3) *Aspergillus oryzae* 누룩으로 담금한 탁주 술덧의 발효 과정 중 휘발성 향기성분

Aspergillus oryzae 균을 파종하여 만든 누룩으로 담금한 탁주 술덧의 발효과정 중 휘발성 향기성분을 GC와 GC-MS를 사용하여 분석 동정한 결과 ester 24종, alcohol 21종, acid 10종, aldehyde 9종, 기타 4종 등 68종의 향기 성분이 동정되었다. 동정된 향기성분 수는 담금일에 ester 13종, alcohol 12종을 비롯한 총 36종이었으나, 발효 2일에 ester 10종, alcohol 8종을 포함한 29종이 추가 검출되어 65종으로 증가되었다. 발효 12일에는 68종으로 향기 성분수가 최대에 달하였다. ethanol, 3-methyl-1-butanol, 2-methyl-1-propanol, benzeneethanol 등 alcohol류 12종, ethyl acetate, ethyl caprylate, ethyl butyrate 등 ester 류 13종, acetaldehyde, isobutyraldehyde 등 aldehyde 4종, pentanoic acid, acetic acid 등 acid 6종 등 총 35종은 발효 전과정을 통하여 검출되었다. 향기 성분의 면적비율은 ethanol이 79.86~89.54%로 발효 전기간을 통하여 탁주 술덧에서 타 성분 보다 월등히 높았다. ethanol을 제외하고 발효 전과정을 통하여 면적비율이 높은 성분은 ethyl caprylate, 3-methyl-1-butanol, benzeneethanol이었다. 이외 발효기간에 따라서 2-methyl-1-propanol, 1-hexanol, 2,3-butanediol(D.L), 1-dodecanol, 2-phenylethyl acetate, ethyl acetate, monoethyl butanoate, diethyl succinate, ethylbenzoic acid, acetic acid, isobutyraldehyde 등의 성분도 동종 계열간의 향기 성분 중 면적 비율이 다소 높게 나타나기도 하였다.

4) 원료를 달리하여 담금한 탁주 술덧의 향기성분

멥쌀, 찹쌀, 보리쌀, 밀가루로 담금한 발효 16일의 탁주 술덧의 향기 성분을 비극성 column을 이용하여 GC와 GC-MS로 분석, 동정한 결과는 다음과 같

다. 탁주의 향기 성분은 alcohol 7종, ester 15종, acid 10종, aldehyde 1종, benzene 4종, phenol 3종, alkane 8종, ketone 2종 및 기타 5종 등 55종이 검출되었다. 시험구별로는 주모 무첨가 맥쌀주에는 35종, 주모 첨가의 맥쌀주 26종, 찹쌀주 15종, 보리쌀주 23종, 밀가루주 36종이 검출되어 휘발성 향미 성분의 종류는 밀가루주에서 가장 많았고 맥쌀주의 경우 주모 첨가구보다 무첨가구가 많이 나타났다. 검출된 향기 성분 중 acetic acid ethyl ester, 3-methyl-1-butanol, acetic acid, ethyl benzene, acetic acid 3-methyl buthyl ester, 2-phenylethanol, 2,6-야-tert-buthyl-4-methyl phenol, plumbagic acid, 1,2-benzenedicarboxylic acid dibutyl ester 등 9종은 모든 시험구에서 공통으로 존재하였다. 그 외 2,4,6-trimethyl-1,3-benzenediamine은 주모 무첨가의 맥쌀주에서, diethyl sulfide, 4-methoxy benzaldehyde, docosane, 2-methyl propyl octadecanoic acid는 주모 첨가의 맥쌀주에서, propionic acid ethyl ester, acetic acid butyl ester, 20methyl butane, 30methyl pentane은 찹쌀주에서, 2-hydroxy-4-methyl pentanoic acid, 2-methyl tridecane은 보리쌀주에서, 3-(methylthio)-1-propanol, hexanoic acid ethyl ester, butanoic acid mono methyl ester, tridecanoic acid, ethyl tetramethyl cyclopentadiene, 1,8-diaza-2,9-diketocyclotetradecane은 밀가루주에서만 각각 검출되어 담금 원료에 따라 향기 성분이 특이하였다. 향기 성분 중 acetic acid ethyl ester, 3-methyl-1-butanol, acetic acid, 2-phenylethanol 등의 성분이 다른 향기 성분에 비해 면적 비율이 높은 경향을 보였다.

5) 맥쌀 탁주 술덧의 발효 과정 중 휘발성 향기성분

맥쌀로 담금한 주모 첨가 및 무첨가의 탁주 술덧을 발효 과정별로 고체상 추출법으로 추출·농축한 후 극성 column을 사용하여 GC 및 GC-MS로 휘발성 향기성분을 분석, 동정한 결과는 다음과 같다. 맥쌀 탁주 술덧에서 alcohol 10종, ester 9종, acid 2종, aldehyde 7종 등 28종의 향기 성분이 동정되었다. 동정된 향기 성분은 담금 직후에 3~7종이었으나 16일에 26~28종으로 증가되었고 주모 첨가 탁주 술덧에서 담금직후와 발효 3일에 향기 성분의 수가 많았다. 담

금 직후 주모 무첨가 탁주 술덧에서 ethyl acetate, β -phenylethyl acetate, acetic acid의 3종만 검출되었으나 주모 첨가 탁주 술덧에서는 이들 성분 외에 ethyl alcohol 등 4종의 alcohol류가 추가되어 주모에서 유래된 향미성분의 영향으로 분다. 탁주 술덧의 발효 전과정을 통하여 시험구에서 공통으로 검출된 향기 성분은 ethyl acetate, β -phenylethyl acetate, acetic acid였다. 향기 성분의 상대적함량(면적비율, peak area %)은 발효 기간에 따라 차이가 있으나 ethyl alcohol, iso-amyl alcohol, hexenyl alcohol, ethyl acetate, β -phenylethyl acetate, β -phenylethyl alcohol의 면적 비율이 높아 주모 첨가 및 주모 무첨가 탁주 술덧 중 휘발성 향기의 주성분들로 나타났다. 주모 첨가의 탁주 술덧에서 ethyl alcohol이 향기 성분중 상대적 함량이 가장 높았으나 주모 무첨가 탁주의 술덧에서 담금 직후 alcohol류가 검출되지 않았고, 발효 16일에 hexenyl alcohol의 상대적 함량이 가장 높았다. 또한 주모 무첨가 탁주에서 발효 3일까지 ester류의 생성이 극히 적어 주모첨가 탁주와 다른점을 보여주었다.

한편, 지금까지 문헌을 통해 대표적으로 소개되고 있는 신선한 전통 막걸리의 향기성분은 Table 3과 같다.

Table 3. Volatile flavor compounds of fresh *Takju*

Peak No.	Volatile compounds	Fresh <i>Takju</i>
1,2	Pentane(solvent)	985.4
3	Diethyl ether(solvent)	844.2
4	8-Methylisothiazolo[4,5-c]-2,1,3-b	0.6
5	Acetic acid	5.6
6	Ethanol	21.5
7	2-propanol	4.9
8	Cyclotetrasiloxan, octamethyl	108.8
9	1-propanol	11.5
10	2-butanol	115.2
11	2-pentanol	3.9
12	1-butanol, 3-methyl-	2.8
	1-butanol	1.3
13	Benzaldehyde	72.7
14	1-butanol, 30methyl-(impure)	371.5
15	1-octen-3-one	5.9
16	1-hexanol	24.2
	Unknown	4.2
	Unknown	7.2
18	1-propanol, 3-ethoxy-	2.2
19	1-octan-3-ol(IS)	IS
20	Pentadecane	1.0
21	Unknown	4.3
22	Cyclopentane, 1-ethyl-1-methyl-	6.3
23	2-heptene-4-one, 2-methyl-	4.2
24	7a,9c0(Iminoethano)phenanthrol[4,5-	5.6
25	2,3-butanediol	2.5
26	Hexadecane	7.7
27	Dodecane,2,6,11-trimethyl-	4.9
28	Decanoic acid, ethyl ester	6.7
29	1,2-epoxy-1-vinylcyclodecane	6.4

(Continued)

30	Unknown	16.4
31	Heptadecane	0.00
32	Unknown	22.2
33	1-propanol,3-(methylthio)-	6.7
34	Unknown	8.8
35	Hexadecane,2,6,10,14-trtramethyl-	27.2
36	Unknown	35.2
37	2,5-furandione,3-(dodecenyldihyd	22.3
38	Heptadecanoic acid, ethyl ester	22.7
39	Hexanoic acid	18.9
40	(Z)-1,5-dimehylspiro[3,5]nonan-(Z	24.6
41	Unknown	14.7
42	Pyrene, hexadecahydro-	24.5
43	Benzeneethanol	31.3
	Phenol,2,6-bis(1,1-dimethylethyl)	141.9
44	Phenol	22.5
45	1-oxa-4B.beta.,8,8,10A.beta.-tetra	14.2
46	Eicosane	19.9
47	Decane 2-cyclohexyl-	13.0
48	2-N-buthyl-3-N-hexyldecahydronap	7.2
49	ht Benzenepropanol	12.0
50	Hexadecanoic acid, ethyl ester	136.8
51	2,2-dideutero octadecanal	3.1
52	1H-purin-6-amine	2.8
	Unknown	1.4
53	Butanedioid acid, monomethyl ester	2.0
54	Octadecanoic acid, ethyl ester	30.3
55	9-octadecenoic acid(Z)-,ethyl ester	162.4
	Unknown	0.0
56	9-octadecanoic acid, ethyl ester	6.2
57	1H-purin-6-amine, 2-fluorophenyl	0.7
58	Ethyl linoleate	215.5
59	9,12,15-octadecatrienoic acid	7.3
60	Lonoleic acid, buthyl ester	4.3
61	Silicate anion tetra	2.1

(Continued)

62	11-eicosenoic acid, methyl ester	4.4
63	Tetradecanoic acid	9.6
64	Nonane,2,6-dimethyl-	7.4
65	Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-	2.0
66	9,12-octadecadienoic acid(Z,Z)-	11.5
67	3,6-dioxo-2,4,5,7-tetrasilaoctane	1.0
68	Hexadecanoic acid	123.3
69	(+)-15-Hexadecanolide	19.3
70	Tetrasilaoctane	1.1
71	4-methoxymethylphenol	3.4
72	Cyclotetradecane,1,7,11-trimethyl	2.8
73	10-demethylsqualene	21.3
74	Unknown	2.4
75	Octadecanoic acid	24.4
76	Heptadecene	234.1
77	Heptadecene-(8)-carbonic acid-(1)	55.3
78	Unknown	70.1

제 II 장 재료 및 방법

제 1 절 시료 및 제조 방법

1. 시료 및 전처리

막걸리 제조용 원료로 멥쌀은 경기미, 누룩은 경북의 대흥농산에서 생산된 것을 구입하여 사용하였으며, 그밖에 밀가루는 강력분(대한제분(주)), 설탕은 정백당(제일제당(주)), 소금은 천일염(홍일염업), 이스트는 (제니코(주)), 버터는 가염버터(해태유업(주))를 사용하였다. 주모 제조용 효모는 서울여자대학교 식품·미생물공학과 연구실에 보관 중인 *Saccharomyces cerevisiae*를 분양 받아 사용하였다. 그리고, 멥쌀은 세척하여 5시간 물에 침지한 후 물을 자연 탈수한 다음 고압 증기솥에서 121 °C, 20분간 증자하고 30 °C로 냉각하여 사용하였다. 밀가루는 원료 중량비 50 %의 물을 가하여 반죽한 다음 얇게 펴서 위와 같은 방법으로 증자, 냉각하여 사용하였다.

2. 주모 제조

멥쌀 및 밀가루는 원료 200 g을 위의 방법으로 처리하여 Table 4와 같이 물 600 ml, 누룩 80 g 및 *Saccharomyces cerevisiae* 1백금이를 YM 액체배지 10 ml 접종하여 30°C에서 전 배양한 후 YM 액체배지 100 ml에 1일간 증식한 배양액 60 ml를 가하여 잘 혼합한 다음 30°C에서 2일간 발효시켜 주모를 제조하였다.

Table 4. Composition of ingredients for seed mash preparation

	Sample A	Sample B	Sample C
Nonglutinous rice(g)	200g	100g	-
Wheat flour(g)	-	100g	200g
Nuruk(g)	80g	80g	80g
<i>S.cerevisiae</i> (ml)	60ml	60ml	60ml
Water(ml)	600ml	600ml	600ml

3. 막걸리의 담금 및 발효

막걸리의 배합비는 Table 5와 같다. 제빵용 품질개선제 개발을 위한 적정 막걸리 선정시험에 있어서는 Fig 1과 같이 전분질 원료 및 주모 첨가 유무를 달리한 막걸리의 품질평가를 위하여 멥쌀과 밀가루 각각 1.5 kg씩 위의 방법으로 처리하여 증자한 후 30 °C에서 방냉한 다음 이들 증자 원료를 15 L 유리병에 넣고 물 4.5 L와 누룩 600 g, 주모 450 mL를 가해 혼합한 다음 30 °C에서 발효시켰다(Fig. 1).

Table 5. Composition of ingredients for *Takju* preparation

	Sample A	Sample B	Sample C	Sample D
Nonglutinous rice(kg)	1.5kg	0.750kg	-	1.5kg
Wheat flour(kg)	-	0.750kg	1.5kg	-
Seed mash(ml)	450ml	450ml	450ml	450ml
Nuruk(g)	600g	600g	600g	600g
Water(ℓ)	4.5 ℓ	4.5 ℓ	4.5 ℓ	4.5 ℓ

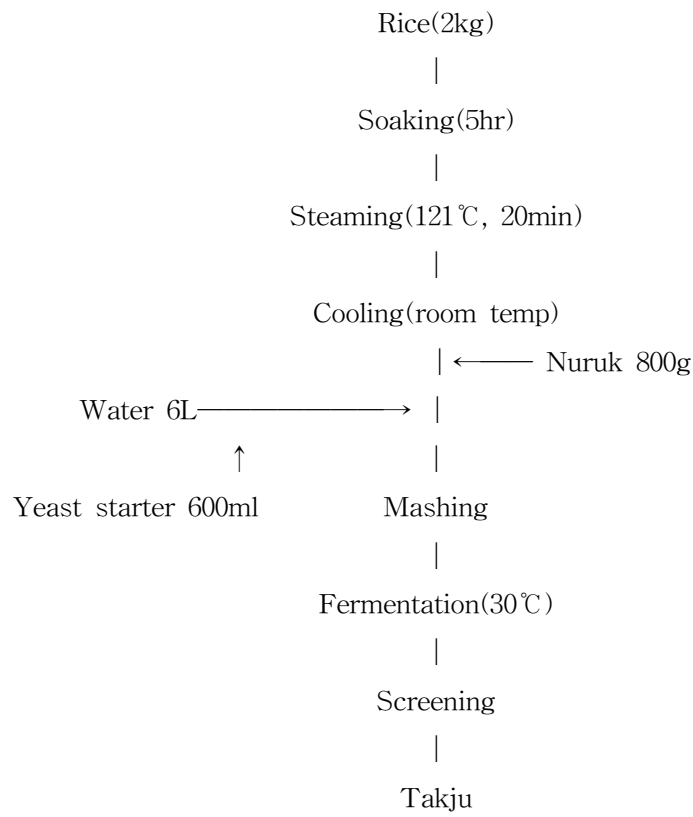


Fig.1. Schematic diagram for the preparation of *Takju*.

4. 분말의 제조 및 보관

제조한 막걸리는 분무건조기(BE-1164, BOWEN ENGINEERING, INC. U.S.A)를 이용하여 분말화 하였으며, 운전조건은 Feeder 25, 내부온도 140~150 °C, 외부온도 110 °C, 분무압력 2.8 psi, 진공압력 0.5 psi 조건에서 작업하였고, 동결건조 분말은 동결건조기(T.D 5070 RR, Il-shin Lab, Co., Korea)를 사용하였다. 건조 처리된 막걸리 분말은 은박과우치(OPP/Al/PE 복합다층필름, 80 μ m)에 70 g 단위로 각각 포장하여 -50 °C의 냉동고에 저장하면서 실험에 사용하였다.

5. 식빵의 제조

가. 적정 막걸리 선정을 위한 제빵시험

적정 막걸리 선정을 위한 실험에 있어 표준으로 채택한 식빵의 원료배합은 다음과 같다.

원료명	합량(g)
Wheat flour	275
Dried yeast	4
Salt	4
White sugar	20
Butter	15
Water	275

그리고 식빵의 제조법은 직접반죽법으로, 반죽은 기계반죽법과 손반죽을 혼용하였으며, 반죽이 끝나면 40 °C에서 1차 발효를 40분간, 그리고 가스를 뺀 후

반으로 나눠 밀대로 밀어 성형한 다음, 식빵 pan에 넣어 50 °C에서 2차발효를 60분간 한 다음 180 °C oven에 넣어 35분간 구운 것을 제품으로 하였다. 제빵 개량제와 막걸리 분말은 주 전분질 원료인 밀가루에 대해 0.7 %의 비율로 첨가하여 제조하였다.

나. 막걸리 분말 첨가에 따른 식빵의 품질특성 시험

본 실험에 있어 식빵에 사용한 반죽의 배합비는 Table 6과 같다. 제빵공정은 직접반죽법(straight dough method)에 준해서 반죽은 수직형 반죽기(K5SS, KitchenAid Europa, Inc., USA)를 이용하였으며, 제조법은 Table 7과 같다. 1차 발효를 발효기(B.O.D. INCUBATOR, 도성과학)에서 90분간 발효시키고 160 g씩 3개의 덩어리로 분할하여 성형, 팬닝을 하였고, 2차 발효 후 윗불 180°C, 아랫불 190°C의 전기 오븐(DAEMYUNG, Korea)에서 25분간 구웠다.

Table 6. Formula of bread added with *Takju* powder

(Unit: g)

Ingredients	Content (%)	Treatments(%) ¹⁾					
		0	0.5	1	2	3	4
Wheat flour	100.00	280.0	278.6	277.2	274.4	271.6	268.8
Dried yeast	1.45	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06
Salt	1.45	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06
White sugar	7.27	20.36	20.36	20.36	20.36	20.36	20.36
Butter	5.45	15.26	15.26	15.26	15.26	15.26	15.26
Water	63.64	178.19	178.19	178.19	178.19	178.19	178.19
Takju powder		0	1.4	2.8	5.6	8.4	11.2

¹⁾ *Takju* powder per flour

Table 7. Flow of a straight dough baking procedure

Flow	Treatments(%) ¹⁾					
	0	0.5	1	2	3	4
(실내, 맥분, 급수) 온도	24 ℃, 22 ℃, 21 ℃	25 ℃, 22 ℃, 20 ℃	25 ℃, 22 ℃, 20 ℃	25 ℃, 22 ℃, 20 ℃	25 ℃, 22 ℃, 20 ℃	25 ℃, 22 ℃, 20 ℃
1) 초배합 믹싱시간	저속: 2분, 중속: 1분 고속: 15초	좌동	좌동	좌동	좌동	좌동
반죽온도	23.5 ℃	24.2 ℃	25.0 ℃	24.0 ℃	23.7 ℃	23.7 ℃
2) 1차발효	90분	좌동	좌동	좌동	좌동	좌동
발효실 온도, 습도	28 ℃, 80 %	좌동	좌동	좌동	좌동	좌동
중점온도	28.0 ℃	28.2 ℃	28 ℃	28.4 ℃	28.5 ℃	28.5 ℃
3) 재배합 믹싱시간	저속: 2분 중속: 1분 고속: 1분 (유지투입) 저속: 2분 중속: 2분 고속: 2분	좌동	좌동	좌동	좌동	좌동
반죽온도	27.6 ℃	27.2 ℃	27.3 ℃	28.2 ℃	27.5 ℃	27.5 ℃
4) 플로어타임	10분	좌동	좌동	좌동	좌동	좌동
5) 분할 (소요시간)	5분	좌동	좌동	좌동	좌동	좌동
6) 벤치타임	10분	좌동	좌동	좌동	좌동	좌동
3) 성형 (소요시간)	5분	좌동	좌동	좌동	좌동	좌동
5) 2차발효 (소요시간)	60분	좌동	좌동	좌동	좌동	좌동
발효실 온도, 습도	35 ℃, 85 %	좌동	좌동	좌동	좌동	좌동
6) Baking (소요시간)	25분	좌동	좌동	좌동	좌동	좌동
Baking 온도 (상/하)	180 ℃ / 190 ℃	좌동	좌동	좌동	좌동	좌동
7) 냉각	60분	좌동	좌동	좌동	좌동	좌동

¹⁾ Takju powder per flour

제 2 절 측정 및 분석

1. 막걸리 및 분말의 품질 분석

가. pH 및 총산

시료 10 g에 증류수 50 mL를 가하고 pH meter(Suntex 2000A, USA)를 이용하여 pH를 측정한 다음, 1 % phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1N NaOH 용액으로 미적색(pH 8.3)이 될 때까지 적정하고 적정 소비량에 0.009를 곱하여 시료 중의 총산을 lactic acid로 계산하였다.

나. 아미노태 질소

시료 5 g을 탄산가스를 제거한 물 250 mL로 희석, 균일화하여 이 중 25 mL를 취하여 Formal법으로 아미노태 질소량을 측정하였다.

다. 환원당 및 총당

환원당은 시료 5 g을 취하여 희석한 액 중 1 mL를 취하여 DNS법으로 환원당량을 정량하였으며, 총당은 시료 10 g에 2.5 % HCl 200 mL를 넣고 100℃에서 2시간 동안 가수분해 한 뒤 10 % NaOH로 pH 6.8~7.2로 중화하고, 희석 정용한 후 1 mL를 취해 정량하여 glucose 함량으로 표시하였다. 시료의 흡광도는 UV/VIS spectrophotometer(V-550, JASCO, Japan)를 사용하여 550 nm에서 측정하였고, 검량곡선은 특급 무수포도당용액으로 구하였다.

라. 고형분

시료 5 g을 취하여 상압가열건조법으로 측정하였다.

마. 색도 및 갈변도 측정

색도는 색도계(Macbeth spectrophotometer color eye 310, USA)를 사용하였으며, Hunter 색차계의 밝은 정도를 나타내는 L값(Lightness), 붉은 색의 정도를 나타내는 a값(redness) 및 노란색의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 조정하여 측정하였으며, 각 처리구간의 색도의 차이는 색차(color difference, ΔE)를 이용하여 분석하였다. 색차(ΔE)값은 두 색의 비교시 매우 유용하게 사용되는데, 색차 값이 0~0.5이면 색차가 거의 없으며, 0.5~1.5는 근소한 차이, 1.5~3.0은 감지할 수 있을 정도의 차이, 3.0~6.0은 현저한 차이, 6.0~12.0은 극히 현저한 차이, 12 이상이면 다른 계통의 색으로 결정한다. 갈변도는 시료 1.3 g을 취하고 40 mL의 증류수를 가한 다음 10 % trichloroacetic acid 용액 10 mL를 첨가하여 실온에서 2시간 동안 방치한 후 여과하여 UV/VIS spectrophotometer(V-550, JASCO, Japan)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

바. 미생물수

막걸리 및 막걸리 분말의 생균수는 Plate count agar(Difco)를 이용하여 측정하였고, 일반세균은 Trypticase soybean agar(Difco)로, 젖산균은 Lactobacilli MRS agar에 sodium azide를 첨가하여 사용하였으며, 효모수는 Potato dextrose agar(Difco)를 이용하여 측정하였다.

사. 유기산

시료 20 g을 취하여 10,000rpm에서 15분간 냉장 원심분리하고 상등액 중 2 mL를 취하여 0.008M H₂SO₄ 용액 10 mL에 넣고 혼합한 후 Sep-pak C₁₈ cartridge를 통과시켜 단백질, 색소, 지방 등의 고분자 물질을 제거시킨 후 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 여과액 20 μ L를 Table 8과 같은 조건에서 HPLC에 주입하여 분석하고, 유기산의 검량곡선으로부터 정량하였다.

Table 8. operation condition of HPLC-UVD for determination of organic acids.

Column	Aminex HPX-87H, 300 mm×7.8 mm
Column temp.	35°C
Detector	JASCO UV-975, 210nm
Flow rate	0.6 ml/min
Injection volume	20 μ l
Mobile phase	Sulfuric acid, 0.008M

2. 식빵의 품질분석 및 평가

가. Dough의 pH

Dough의 pH는 AOAC를 적용하여 mixing을 마친 dough 10g을 취하여 증류수 100 mL와 함께 homogenizer(AM-1, 日本精機製造社, JAPAN)로 10,000 rpm에서 5분간 균질화하여 그 혼탁액을 실온에서 30분간 방치시킨 후 pH meter(Suntex 2000A, USA)로 측정하였다.

나. 1차 발효 후 dough의 volume

제빵 배합비에 따라 반죽한 dough 10 g를 취해 실험조작이 용이하도록 덧가루를 바르고 50 mL mess cylinder에 넣어 식빵 제조용 dough와 함께 1차 발효하여 발효가 끝난 직후 등글게 올라온 dough 윗 부분을 평평하게 하여 부피를 측정하였다.

다. 식빵의 중량, 부피 및 높이 측정

식빵 중량은 빵을 구운 후 실온에서 1시간 동안 냉각한 후 측정하였으며,

빵의 부피는 종실을 이용한 종자치환법(seed displacement)으로 측정하였다. 이것으로부터 비체적(specific loaf volume)을 계산하였다. 식빵의 높이는 구워진 식빵의 3개 봉우리에서 가장 높은 부분을 caliper로 측정(mm)하였다.

라. 식빵의 굽기손실율

오븐에서 꺼낸 빵을 실온에서 1시간 동안 냉각한 후 빵의 중량을 측정하였고, 굽기 손실(baking loss)과 굽기 손실율(baking loss rate)은 다음과 같은 계산식으로 구하였다.

$$\text{굽기 손실(baking loss)} = DW - BW$$

$$\text{굽기 손실율(baking loss rate)} = (DW - BW) / DW \times 100$$

여기에서 DW : 반죽중량(dough weight), BW : 제품중량(bread weight)이다.

마. 식빵 내부의 색도

색도는 식빵을 세로 2 cm 두께로 잘라 중앙 부위를 10회 이상 색차계(Macbeth spectrophotometer color eye 310, USA)로 측정하였으며, Hunter 색차계의 밝은 정도를 나타내는 L값(Lightness), 붉은 색의 정도를 나타내는 a값(redness) 및 노란색의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 측정하였으며, 각 처리구간의 색도의 차이는 색차(color difference, ΔE)를 이용하여 분석하였다. 색차 값이 0~0.5이면 색차가 거의 없으며, 0.5~1.5는 근소한 차이, 1.5~3.0은 감지할 수 있는 정도의 차이, 3.0~6.0은 현저한 차이, 6.0~12.0은 극히 현저한 차이, 12 이상이면 다른 계통의 색으로 결정한다.

바. 식빵의 외관 사진

식빵의 전체 외관과 단면을 디지털카메라(DC 4800 zoom Digital Camera.,

Kodak)로 찍어 막걸리 분말 첨가량에 따른 식빵의 특성을 비교하였다.

3. 향기 성분 분석

가. 막걸리

유리컬럼(I.D. 2.0cm×10.0cm, 80mesh)에 다공성 중합체인 polydivinyl benzene(porapak-Q, 50~80 mesh, Waters) 5.0 g을 충전하여 탈이온수 100 mL로 습윤시킨다. 발효가 진행중인 술덧을 취해 4℃, 8000 rpm, 15 min동안 원심 분리하여 상등액 10 mL을 유리컬럼에 흘려서 흡착시킨 후 elution solvent인 diethyl ether 100 mL를 사용하여 유기 성분을 용출하였다. 용출액 내의 물층은 sodium sulfate anhydrous로 제거한 후 수욕조(40~45℃)에서 Kuderna-Danish 장치를 이용하여 600 μ l로 농축시켰다. 이 농축액 0.2 μ l를 정확히 취하여 gas chromatography를 이용하여 분석하였으며 GC와 GC-MS의 작동조건은 Table 9와 같다.

나. 막걸리 분말

분무건조 막걸리 분말 2 g에 증류수 18 mL을 가하여 완전히 녹인 후, centrifuge에서 4℃, 8000 rpm, 15 min동안 원심분리 하였다. 유리컬럼(I.D. 2.0cm×10.0cm, 80mesh)에 다공성 중합체인 polydivinyl benzene(porapak-Q, 50~80 mesh, Waters) 5.0 g을 충전하여 탈이온수 100 mL로 습윤시킨 다음 원심분리한 상등액 10 mL을 흘려서 흡착시킨 후 elution solvent인 diethyl ether 100 mL를 사용하여 유기성분을 용출하였다. 용출액 내의 물층은 sodium sulfate anhydrous로 제거한 후 수욕조(40~45℃)에서 Kuderna-Danish 장치를 이용하여 600 μ l로 농축시켰다.

다. 식빵

갓 구워낸 식빵 20 g에 diethyl ether 100 mL을 가하여 2시간동안 향기 성분을 추출하였다. 이 용출액 내의 물층은 sodium sulfate anhydrous 2 g을 가하여 냉장고에서 12시간 방치하여 탈수한 후, 수욕조(40~45°C)에서 Kuderna-Danish 장치를 이용하여 600 μ l로 농축시켰다.

Table 9. Operating conditions of GC-FID and GC-MS for analyses of volatile compounds

	GC-FID	GC-MS
Instrument	Hewlett-Packard 5890	GCMS-WP5000 SHIMADZU
Column	J&W GC column (Caltalog:1225032,Serial No:US2476344H)	
· Length(m)	30	30
· I.D(mm)	0.252	0.252
· Film thickness(μ m)	0.25	0.25
Temperature(°C)		
· Injector	210	210
· Detector	210	
Oven program		
· Initial temp(°C)	40	40
· Initial time(min)	5.0	5.0
· Rate(°C/min)	8.0	8.0
· Final temp(°C)	200	200
· Final time(min)	5.0	15.0
Gas flow rate		
· Carrier gas	N ₂ 50 kPa	H ₂
· Hydrogen	50 kPa	50 kPa
· Air	50 kPa	50 kPa
· Split ratio	1 : 67	1 : 100
Library		WILEY138 library

4. 관능검사

식빵의 관능검사는 Table 10과 같이 발효기간을 달리하여 제조한 막걸리를 분무건조시킨 분말을 첨가하여 제조한 식빵 5가지와 시판되고 있는 제빵개량제를 넣어 제조한 식빵, 그리고 아무것도 넣지 않은 무첨가 식빵을 각각 제조하여 Table 11과 같이 균형된 불완비 블록법(balanced incomplete block method)에 의한 다시료 검사의 실험계획에 따라서 관능검사를 실시하였다. 패널은 한국식품개발연구원 식품유통연구본부에 근무하는 연구원 10명을 선정하여 1회에 3가지의 시료를 제시하고 7회에 걸쳐 시료의 반복횟수는 3번으로 하여 시료의 외관, 밀가루취, 발효취, 색, 조직감, 맛 및 종합적 기호도를 다음과 같은 9점 척도법에 의하여 평가하도록 하였다. 이 때 껍질을 제거하지 않은 식빵을 함께 제시하여 외관 및 색의 기호도 판정시 고려하도록 하였으며, 결과는 SAS(statistical analysis system)를 이용하여 ANOVA test후 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의성은 5% 유의수준에서 최소 유의차 검정(least significant difference test)으로 조사하였다.

Table 10. Treatment number according to different kinds of *Takju* powder

Treatment No.	Kinds of sample
1	No addition
2	dough improver
3	<i>Takju</i> powder of 4day fermentation
4	<i>Takju</i> powder of 6day fermentation
5	<i>Takju</i> powder of 8day fermentation
6	<i>Takju</i> powder of 10day fermentation
7	<i>Takju</i> powder of 12day fermentation

Table 11. Balance incomplete block design for 7 treatments in blocks of 10 units

Block	Replication		
	I	II	III
1	1	2	4
2	2	3	5
3	3	4	6
4	4	5	7
5	5	6	1
6	6	7	2
7	7	1	3

* Each cell consists of treatment number

제 III 장 결과 및 고찰

제 1 절 시판용 막걸리의 품질평가

술 중의 향미 성분은 발효원료, 미생물의 종류, 발효조건, 여과/증류방법, 숙성기간에 따라 달리 나타나므로 여러 가지 주류가 나오게 된다. 따라서 주류의 품질관리는 고도의 기술을 요하게 되는 동시에 제조회사마다 양조방법의 비법을 간직하고 있다. 또한 양조방법에서의 많은 기술은 특허로 등록되어 있어서 상세한 방법이 공개되지 않는 경우가 흔히 있다. 따라서 먼저 시중에 유통되고 있는 막걸리를 사용하여 본 연구에 적합한 발효시점을 찾아내고자 하였다.

막걸리의 짧은 유통기한 때문에 포장 후 여러 가지 방법을 사용하여 살균한 막걸리를 판매하고 있어 서울 지역에 납품하는 2개사를 정하여 살균하지 않은 막걸리를 공급받아 실험하였다. E사의 막걸리는 소맥분 100%, 백미 80%와 소맥분 20%로 이루어진 2종류였으며, P회의 막걸리는 백미 100%, 백미 40%와 소맥분 40%와 전분 20%로 이루어진 2종류였다. 각각의 막걸리를 음용하는 시점과 10일, 20일을 저장한 후 pH, 총산, 아미노태 질소 함량을 측정하고, 관능평가로 가장 적합한 막걸리를 선택하였다. 시판되는 막걸리의 경우 알코올 함량이 12~13%정도가 되는 원주를 제조한 다음 포장 전에 알코올 함량이 6% 정도가 되도록 후숙하고, 음용하기 좋도록 올리고당 등의 당분을 첨가하여 판매하고 있기 때문에 환원당 및 총당은 성분 측정에서 제외하였다. 그 결과는 Table 12와 같다. 모든 시험구에서 저장 10일째의 pH가 가장 낮게 나타났으며, 저장 기간이 길어질수록 아주 미세하게 증가하는 경향을 보였고, 각각의 시험구간의 차이는 없었다. 이에 반해 총산 및 아미노태 질소 함량은 저장일수가 길어질수록 증가하는 형태를 나타냈으며, 백미만을 사용한 경우가 가장 적은 증가폭을 나타내고 소맥분을 첨가하였을 때 크게 증가하였다. 저장 중에 총산 함량은 누룩 및 주모로부터 유래한 젖산균 및 효모에 의해 산이 형성되면서 증가되며, 생성되는 유

기산의 종류에 따라 그 향미가 달라지게 된다. 또한 술덧 중의 아미노태 질소 함량은 원료인 멥쌀, 소맥분, 전분 등에 함유되어 있는 단백질이 누룩 중의 미생물이 생산하는 단백질 분해 효소인 acid protease나 peptidase 등의 효소 작용으로 분해되어 생성되며 막걸리의 감칠맛에 영향을 준다. 각각의 시험구를 비교해 본 결과 저장 1일째의 아미노태 질소의 함량에는 큰 차이가 없었으나, 백미만을 사용한 경우 저장 기간이 길어짐에 따라 아미노태 질소의 함량이 가장 소폭 증가하여 산미와 감칠맛이 적절히 어우러져 관능적으로 평가하였을 때 가장 좋은 평가를 받았다. 현재 사용되어 지고 있는 제빵개량제의 경우를 살펴보면 밀가루취를 가장 잘 masking 할 수 있으려면 강한 발효취와 강한 산미가 있어야 한다는 의견이 있다. 따라서 백미만을 사용한 경우에는 발효기간을 다른 전분질 원료를 사용한 경우보다 5일 이상 증가시켜야 하며, 소맥분이나 전분을 첨가하였을 때는 20일 정도가 가장 좋은 것으로 평가되었다.

Table 12. Composition of commercial *Takju*

	Storage time(day)	pH	Total acid(%)	Amino nitrogen (mg%)
Company E (wheat powder 100%)	1	4.15	0.25	23.9
	10	3.90	0.44	31.7
	20	4.04	1.24	171.0
Company E (polished rice 80%+ wheat powder 20%)	1	4.19	0.31	35.9
	10	3.96	0.55	85.8
	20	4.08	1.73	244.4
Company P (polished rice 100%)	1	4.08	0.24	25.9
	10	3.75	0.52	52.5
	20	4.00	0.81	75.3
Company P (polished rice 40%+wheat powder 20%+starch powder 20%)	1	4.03	0.28	21.6
	10	3.93	0.42	45.7
	20	4.01	1.54	141.2

제 2 절 시험용 제조 막걸리의 품질평가

1. 제조 조건 선정

문헌을 통하여 전통주에 적합하면서 품질변화요인을 최소화시킬 수 있는 막걸리 제조방법을 조사하였다. 전통적인 막걸리의 주전분질 원료는 쌀이었으나, 1963년 3월부터 쌀로 빻어지던 막걸리가 밀가루 또는 보리쌀 등의 잡곡으로, 1974년 6월부터 밀가루와 옥수수 가루를 원료로 하여 빻어지면서 점차 전통주로서의 향미를 잃어가던 막걸리가 1977년 12월부터 정부에서 쌀막걸리를 허용함으로써 다시 제자리를 찾아갈 수 있게 되었다. 장시간에 걸친 쌀막걸리의 금지령에도 불구하고 쌀막걸리의 명맥을 유지해온 부산 산성 막걸리의 제법은 맷쌀과 누룩만을 사용하는 1단 담금법을 사용하고 있다. 이는 누룩의 품질만 유지된다면 가장 제조하기 쉬운 방법이 될 것이다. 이 외의 다수의 막걸리 제법은 먼저 쌀과 누룩, 효모를 넣어 주모를 제조한 후 본 담금시 주모를 첨가하는 방법을 사용하며, 때에 따라 그 담금이 반복되기도 한다. 이에 본 과제의 제조방법으로 주모를 첨가하는 2단 담금법과 산성막걸리의 제조법인 1단 담금법을 선택하여 각 시료를 동일한 조건으로 비교할 수 있도록 변형하여 제조하였다.

즉, 맷쌀을 세척하여 5시간 물에 침지한 후 물을 빼고, 밀가루는 원료에 대해 50%의 물을 가하여 반죽한 다음 얇게 펴서 고압 증기솥에서 121℃, 40분간 증자한 후 30℃로 냉각한 것을 미리 준비해놓은 수국(물+누룩+주모)에 넣어 혼합한 다음 30℃에서 20일간 발효하였다(Table 4, 5).

한편, 전분질 원료 및 담금법 선정을 위하여 전분질 원료를 달리하여 제조한 Sample A, B, C, D를 30℃에서 20일간 발효시키면서 2일 내지 4일 간격으로 시료를 채취하여 일반성분을 분석하고 관능평가를 실시하였다. 주류의 유효성분은 알코올이지만 본 연구의 목적이 음용하는 막걸리를 위한 것이 아니라 건조한 분말을 제빵개량제로 응용하는 것이기 때문에 알코올의 분석은 제외하였다.

pH의 결과는 Fig 2와 같다. 담금 직후 pH는 주모를 첨가하지 않은 맷쌀주

(Sample D)의 술덧이 pH 6.16으로 시험구 중 가장 높았고, 주모 첨가한 멍쌀주 (Sample A)의 pH가 4.46으로 가장 낮았다. 모든 시험구가 담금 2일째에 pH 3.58~3.77로 급격한 저하를 보였으며 담금 4일 이후에는 눈에 띄는 큰 변화없이 8일까지 미미하게 저하되다가 8일 이후에 조금 증가하는 경향을 보였다. 담금 20일에 밀가루와 멍쌀을 혼합하여 담금한 막걸리(Sample B)의 술덧이 pH 3.28로 가장 낮게 나타났으며, 밀가루주(Sample C)와 주모를 첨가하지 않은 멍쌀주(Sample D)의 막걸리가 pH 3.43으로 동일 수준이었으며, 주모를 첨가한 멍쌀구의 막걸리 술덧이 pH 3.50으로 가장 높게 나타났다. 총산의 결과는 Fig 3과 같다. 주모를 첨가하지 않은 멍쌀구의 막걸리 술덧을 제외한 나머지 시험구가 0.40~0.54%로 크게 차이가 나지 않았으나 담금 2일에 모든 시험구에서 0.83~1.28%로 크게 증가한 후 주모를 첨가한 멍쌀구만을 제외한 나머지 시험구가 계속적으로 증가하여 밀가루구가 발효 20일째에 2.35%로 가장 총산 함량이 높게 나타났다. 담금 직후의 총산은 주로 누룩이나 원료에서 유래되어 주모를 첨가하지 않은 시험구가 가장 낮게 나타났으며, 발효가 진행되면서 술덧 중의 효모나 젖산균 등의 미생물 작용으로 생성된 각종 유기산들로 인해 총산 함량이 증가하게 된다. 산취의 결과는 Fig 4와 같다. 밀가루만을 사용하거나, 주모를 첨가하지 않은 멍쌀구의 경우 발효 20일째에 표면에 산막이 형성되었으며, 관능적으로 평가하였을 때 산취가 너무 강하게 나타났으며, 밀가루를 사용한 막걸리의 경우 막걸리 자체에서 밀가루취가 강하게 발생되어 제빵개량제로 사용하여 밀가루취를 masking하기 위한 본 연구의 목적과 맞지 않아 막걸리 제조시 주 전분질 원료로 멍쌀을 선택하고, 담금방법 또한 주모를 첨가하는 2단 담금법을 사용하기로 결정하였다.

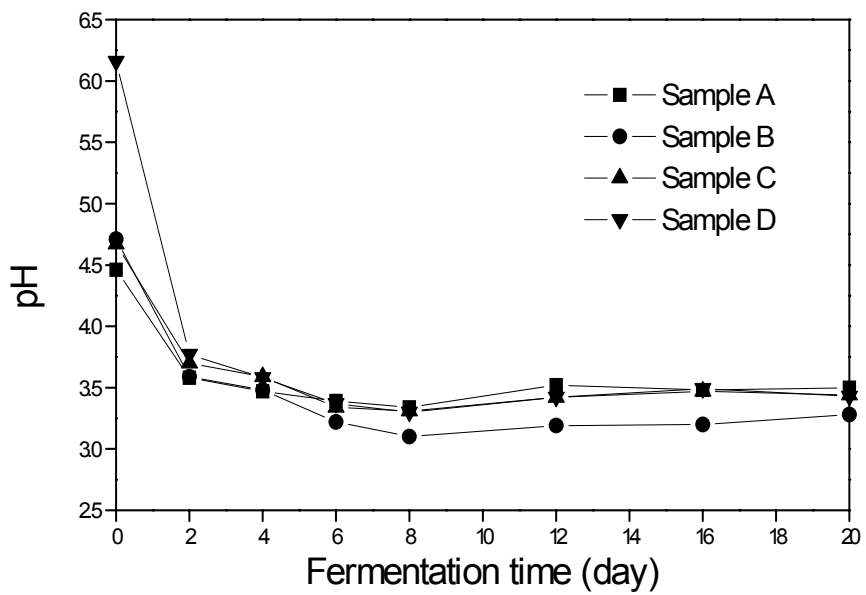


Fig 2. Changes in pH of *Takju* during fermentation.

A : *Takju* was made of nonglutinous rice with addition of starter.

B : *Takju* was made of mixture of nonglutinous rice and wheat flour with addition of starter.

C : *Takju* was made of wheat flour with addition of starter.

D : *Takju* was made of nonglutinous rice without addition of starter.

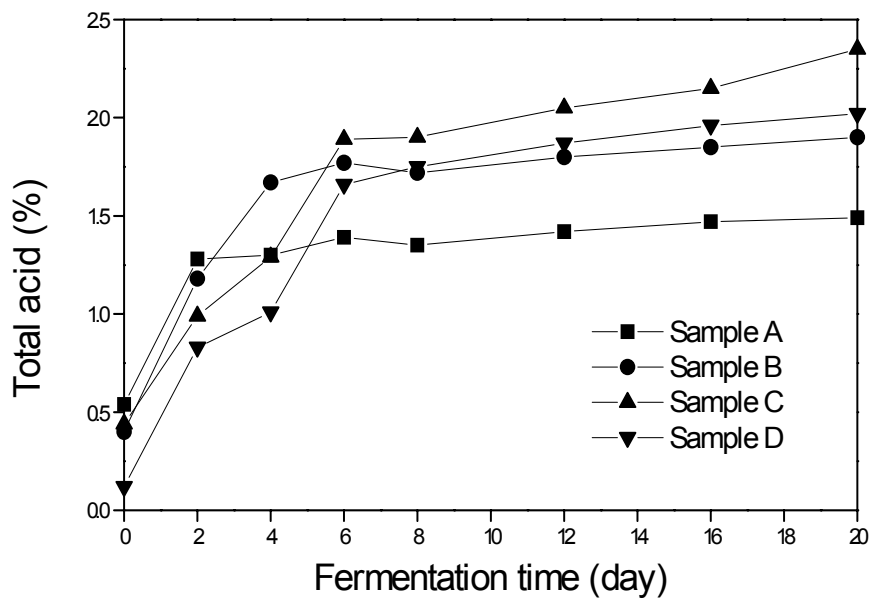


Fig 3. Changes in total acid contents of *Takju* during fermentation.

A : *Takju* was made of nonglutinous rice with addition of starter.

B : *Takju* was made of mixture of nonglutinous rice and wheat flour with addition of starter.

C : *Takju* was made of wheat flour with addition of starter.

D : *Takju* was made of nonglutinous rice without addition of starter.

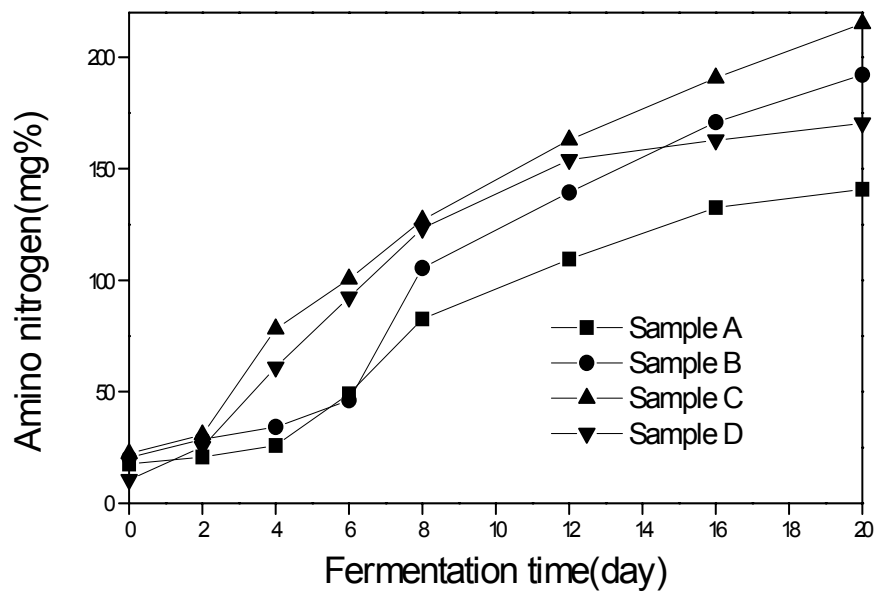


Fig 4. Changes in amino nitrogen contents of *Takju* during fermentation.

- A : *Takju* was made of nonglutinous rice with addition of starter.
- B : *Takju* was made of mixture of nonglutinous rice and wheat flour with addition of starter.
- C : *Takju* was made of wheat flour with addition of starter.
- D : *Takju* was made of nonglutinous rice without addition of starter.

2. 주모 첨가 멍쌀 막걸리의 발효기간에 따른 품질평가

가. 분말화 전 술덧 분리 방법 결정

제조된 막걸리 술덧 중에서 관능적으로 좋은 평가를 받은 주모를 첨가한 멍쌀구의 술덧을 발효 15, 25일째에 균질기를 이용하여 균질화한 다음 동결건조기와 분무건조기를 사용하여 건조하였다. 분말화된 막걸리 분말의 관능평가를 실시한 결과 밀가루취를 masking 할 수 있는 요건인 제빵개량제의 발효취와 산미가 매우 강하였으나, 전분의 이취(off-flavor)가 발생되어 발효적기를 발효 초기로 수정하였다. 또한, 분말의 mouth-feel 평가에 의하면 향의 깊고 풍성한 감이 다소 약하여 농도가 짙은 분말을 만들기 위하여, 술덧 압착시 술덧의 2배의 증류수를 사용하여 수용성성분들을 용출하기로 하였다. 그리고 동결건조로 제조된 막걸리 분말은 누룩의 통밀껍질의 탄닌 성분으로 떫은맛이 나타나 술덧 중 통밀 껍질만을 분리하여 동결시키는 방법이 맛을 향상시킬 수 있을 것이라고 평가되었다. 따라서 주모를 첨가하여 담금한 멍쌀 막걸리를 30℃에서 발효시키면서 4, 6, 8, 10, 12일에 각각 술덧을 압착분리하고, 2회 수용성 물질을 용출한 것을 합한 다음, 분무건조기를 사용하여 건조한 분말을 0.02mm PE film에 밀봉하여 -70 ℃ deep freezer에 보관하면서 분말의 성분분석 및 제빵시 첨가제로 사용하였다.

나. 발효기간에 따른 이화학적 성분 변화

주모를 첨가하여 담금한 멍쌀 막걸리의 발효기간에 따른 성분 변화는 Table 13과 같다.

먼저, 담금 직후의 pH는 5.14이었으나 발효 1일에 pH 3.61로 크게 저하되었다. 이 후 발효 4일까지 서서히 감소하여 최저 pH인 3.44를 나타내고 이후 완만히 상승하는 추세를 나타냈다. 발효 중 술덧 중에 생육하는 젖산균이나 효모가 생산하는 유기산 량의 증가로 담금 직후보다 pH가 감소된 것으로 추측된다. 총

산은 담금 직후에 0.24%로 낮았으나 발효 12일까지 서서히 증가하다가 발효 18일까지는 비슷한 함량을 나타내었다.

아미노태질소는 담금 직후 11.13 mg%이었으나 발효과정 중 증가 경향을 보여 발효 12일에 114.26 mg%를 나타내고 이 후 감소하여 발효 18일에 103.23 mg%를 나타내었다. 술덧 중의 아미노태질소는 막걸리 주원료와 누룩 중에 함유된 단백질이 누룩이나 발효 과정 중의 미생물이 생산하는 acid protease와 peptidase 등의 효소작용으로 분해되어 생성됨으로써 감칠맛에 영향을 주는 것으로 알려져 있다.

환원당의 함량은 담금 초기에 4.49%이었으나, 발효 1일에 7.64%로 급증하였다가 감소하여 발효 4일째 1.23%로 급격한 감소를 나타내었다. 총당 또한 이와 유사한 경향을 나타내어 담금 초기에 15.84%이었다가 발효 2일째까지 증가한 후 발효 8일에 9.37%를 나타내고 이후 거의 변화가 없었다. 이와 같은 결과를 미생물 실험의 결과와 비교하였을 때 젖산균과 효모가 발효 1일째에 급격하게 증가하는 것으로 보아 환원당과 총당은 발효 과정 중 효모나 젖산균의 발효기질로 이용되기 때문에 감소하는 것으로 추측된다. 막걸리중의 당 함량은 알코올 발효의 기질로 이용되어 주류의 향미와 감미에 영향을 주게 된다.

발효 과정 중의 막걸리 술덧의 고형분은 담금 직후 20.70%이었으나, 발효 기간이 경과될수록 그 함량이 감소하였다. 이는 당분, 질소 화합물 등이 술덧 중의 미생물 영양원 또는 발효 기질로 이용되었기 때문이다.

Table 13. Changes in quality characteristics of *Takju* during fermentation

Fermen- -tation time (day)	Quality characteristics of <i>Takju</i>					
	pH	Total acid (%)	Amino nitrogen (mg%)	Reducing sugar (%)	Total sugar (%)	Solid (%)
0	5.24	0.24	11.13	4.49	15.84	20.70
1	3.61	0.78	48.54	7.64	17.13	22.61
2	3.58	0.99	55.37	6.91	19.18	21.72
4	3.44	1.26	65.74	1.23	11.57	15.46
6	3.50	1.31	88.64	1.08	11.96	15.78
8	3.64	1.31	89.30	0.91	9.37	13.50
10	3.65	1.33	97.34	0.88	9.44	13.18
12	3.67	1.34	114.26	0.87	9.53	13.20
15	3.63	1.34	112.96	0.84	9.34	13.50
18	3.67	1.35	103.23	0.78	8.84	12.94

다. 발효기간에 따른 미생물수의 변화

주모를 첨가하여 담금한 맥쌀 막걸리의 발효기간에 따른 미생물수의 변화는 Fig 5와 같다.

담금 직후 미생물 수를 측정해본 결과, 모든 균들이 높은 미생물 수를 나타내는 것은 본 담금 전에 곡자와 *Saccharomyces cerevisiae* 배양액을 첨가한 주모를 제조하여 본 담금시 첨가하였기 때문이며, 발효 1일째에 급격한 증가를 보이고, 2일까지 균수가 유지되다가 발효 4일부터 급격히 감소하는 추세를 보였다. 이는 발효기간에 따른 알코올 함량의 변화를 측정하였을 때 그 경향의 유사성을 살펴볼 수 있다. 본 실험에서는 분말화를 위하여 담금한 막걸리이기 때문에 알코올 함량을 측정하지 않았지만 이미 보고된 다른 결과에 의하면 발효 2일에 에탄올 함량이 급격히 증가하는 것을 알 수가 있었다. 누룩의 생균수는 시중에서 구입한 누룩의 경우 곰팡이 $10^6/g$, 세균 $10^8/g$, 효모 $10^6/g$ 의 수준으로 검출되며 또한, *Lactobacillus*의 경우 급격한 감소를 보이는 시기에 유기산 함량이 급격히 증가된다고 하였으며, 효모가 생산한 알콜에 억제를 받고 있는 산패 원인균이 30℃ 환경에 놓여지게 됨에 따라 대사 기작이 활성화되게 되었고, 그 결과 조금씩 유기산을 생산하게 되는 것으로 생각되어지며, 따라서 미생물에 의한 막걸리의 산패가 일어나는 시점은 효모의 수가 급격히 감소되면서 유기산 함량이 증가되는 시점을 측정하면 되는 것으로 나타났다.

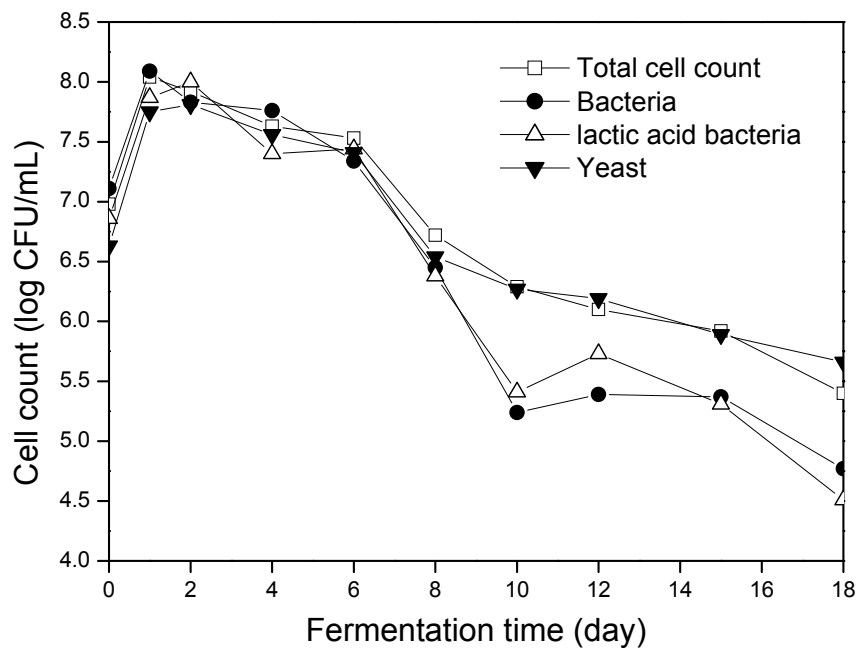


Fig. 5. Changes of cell count during *Takju* fermentation.

라. 발효기간에 따른 유기산의 변화

발효과정 중 막걸리 술덧의 유기산을 HPLC로 분석한 결과는 Table 14와 같다. 막걸리의 유기산으로 citric acid, tartaric acid, malic acid, succinic acid, lactic acid, acetic acid, propionic acid가 확인되었으며, 이 중 lactic acid가 막걸리의 주요 유기산으로 나타났다. 유기산의 총량은 담금 초기에 주로 주모로부터 유래된 472.23 mg/100ml 수준이었으나 발효기간의 경과에 따라 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 주 유기산인 lactic acid는 주원료인 쌀에 미량 존재하나 본 실험 막걸리에서 발효 과정 중 함량이 크게 증가된 것으로 보아 미생물의 대사작용이나 발효에 의해 생성된 것임을 알 수가 있었다. Lactic acid는 발효 6일에 1902.74 mg/100ml로 최고치를 보이다가 서서히 감소하는 경향을 보였으며, 이는 미생물의 감소 시점과 일치하였다. 그 다음으로 가장 많은 함량을 나타내는 유기산은 succinic acid로 이 또한 쌀에 미량 존재하는 유기산으로 발효가 진행됨에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. Acetic acid는 자극취의 휘발성 산이며 막걸리의 산미에 관여하는 주성분이다. 본 실험의 경우 발효 15일이 가장 높은 함량을 나타내어, 자극취가 너무 강하게 나타나기 때문에 분말을 만들 때 15일 이전의 막걸리를 선택해야 함을 알 수 있었다. Citric acid는 다른 유기산보다 함량이 낮은 편이며, 발효과정 중 미생물의 대사작용으로 감소하게 되는 것으로 알려져 있다. 또한 propionic acid는 제빵산업에 있어 빵의 저장성을 좋게 하는 물질로 알려져 있어, 그 함량이 최대인 12일의 막걸리가 제빵개량제로 만들어졌을 때 좋은 결과를 가져올 수 있는 것으로 평가되었다.

Table 14. Changes in organic acid contents of *Takju* during fermentation

(Unit : mg/100mℓ)

Fermen- -tation time (day)	Citric acid	Tartaric acid	Malic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid	Propionic acid	Total
0	-	1.47	59.04	87.01	158.03	154.80	11.88	472.23
1	-	5.03	44.67	30.75	893.01	94.88	11.61	1079.95
2	-	19.16	68.62	47.93	1403.55	133.58	17.89	1690.73
4	-	24.26	64.21	97.62	1869.91	148.43	18.80	2223.23
6	27.86	26.78	101.37	105.24	1902.74	168.50	25.56	2358.05
8	22.73	21.85	95.26	129.00	1714.62	163.38	25.97	2172.81
10	68.00	21.42	114.73	187.04	1821.77	187.72	30.30	2430.98
12	51.54	25.32	124.00	207.11	1815.02	198.91	37.93	2459.83
15	52.88	22.11	128.04	254.25	1798.26	205.89	39.48	2500.91
18	41.08	16.61	113.18	255.02	1665.36	189.97	36.32	2317.54

* - : Not detected

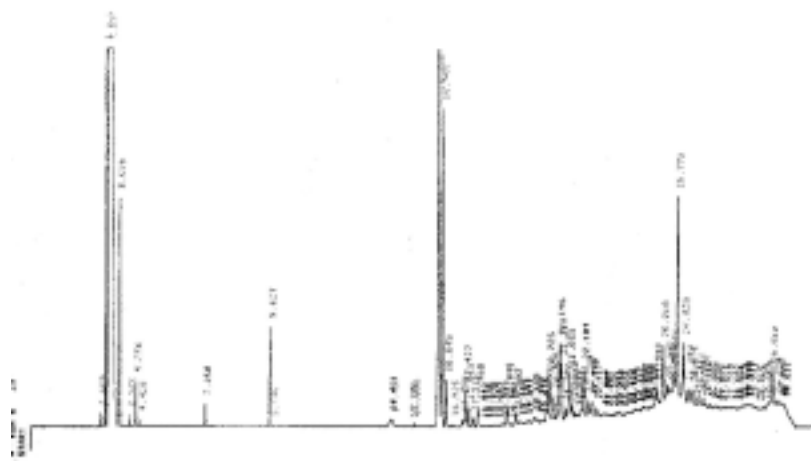
마. 발효기간에 따른 향기성분의 변화

주모를 첨가하여 담금한 멥쌀 막걸리를 용매추출법으로 추출, 농축한 후 극성 column을 사용하여 GC 분석 결과로 얻어진 chromatogram은 Fig. 6과 같고, GC-MS에 의하여 동정한 향기성분은 Fig. 7 및 Table 15와 같이 alcohol류, ester류 및 acid 등 39종의 향기성분이 동정되었다. 향기성분의 수는 담금 직후에 약 30종이었으나 발효 9~14일에는 38종으로 발효기간이 경과함에 따라 향기성분의 종류 및 peak area도 증가하였다. 발효 4일에는 담금 직후에 생성되지 않았던 향기성분들이 iso-butyl alcohol 등 5종이 추가 검출되었고, 발효 9일째에는 2,3-dimethyl-heptane 등 3종이 추가되어 향기성분 수는 최대에 달하였다. 한편, 향기성분중 발효 전 과정을 통하여 공통으로 검출된 성분은 2-propyl-furan, ethanol, 3-methyl-2-butanol, 2-hydroxy-propanoic acid, 4,7-dimethyl-undecane, undecane, dodecane, 6-ethyl-2-methyl-octane, benzothiazole, 1-phenyl-1,2-ethanediol, 2,6-bis(1,1-dimethyl)-4-methyl-phenol, eicosane였다. 향기성분의 상대적 함량(면적비율, peak area%)은 발효기간에 따라 다소 차이는 있으나 ethanol, 3-methyl-2-butanol, 1-phenyl-1,2-ethanediol, 2,6-bis(1,1-dimethyl)-4-methyl-phenol, 2-hydroxy-propanoic acid, ethyl ester, iso-butyl alcohol 등이 상대적 함량이 높아 막걸리의 휘발성 향기의 주성분들로 나타났다. 발효 전 과정을 통하여 상대적 peak 함량이 가장 높은 ethanol은 주모 첨가 멥쌀 막걸리는 발효 4일째에 가장 높아 무주모 막걸리와 다른 특색을 보였다. 또한 발효 14일의 향기성분 수는 발효 9일과 동일하지만 상대적 함량이 감소하므로써 발효 9일이 최대 발효 시점임을 짐작할 수 있었다. 이와같은 결과는 이 등이 발표한 멥쌀 탁주 발효 16일의 휘발성 향기성분 수는 발효 3일에 비해 많아지면서 상대적 면적 peak 함량이 저하되었다고 보고한 내용과 일치하였다. 막걸리의 향기성분은 원료미, 누룩, 주모 및 발효과정중 미생물 발효작용 등으로 생성된다. Alcohol류중 ethanol은 당류로부터 Embden-Meyerhoff 경로에 의해 생성되며 본 실험에서 상대적 함량이 가장 높고 멥쌀 막걸리에서 9.7~11.6%로 막걸리 알코올의 주성분이다.

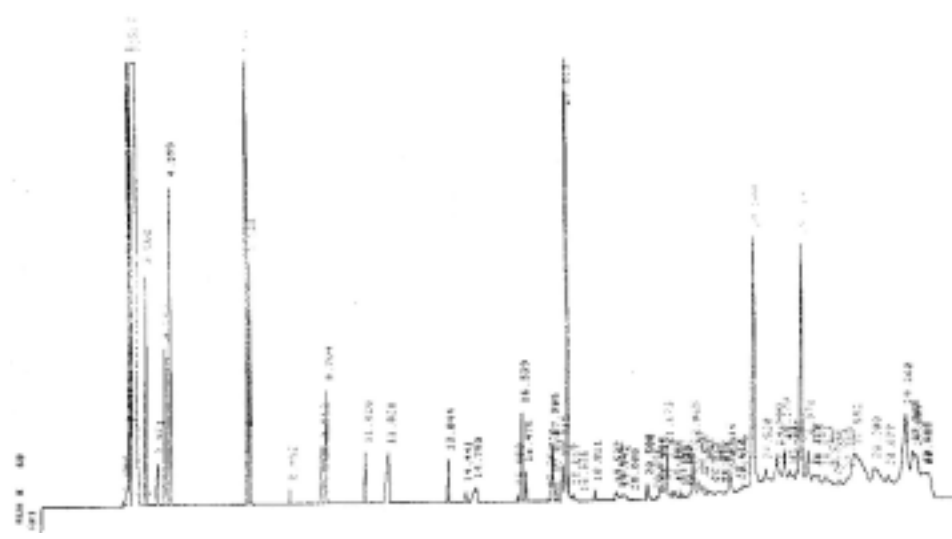
그리고 leucine과 valine으로부터 효모 발효에 의하여 생성되는 바나나향의 iso-amyl alcohol이나 ethanol과 유사한 향의 iso-butyl alcohol과 막걸리 알코올의 주성분인 ethanol의 영향으로 alcohol보다 향의 기여도가 큰 성분인 ester류 중 ethyl ester는 발효 초에 peak 면적비율이 다소 낮은 편이나 발효가 진행되면서 peak area가 증가하여 발효 14일째까지 지속되다가 발효 20일에서는 소멸되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 이등이 소개한 뱀살 탁주 술덧의 발효과정 중 iso-butyl alcohol의 peak area가 담금 직후에는 나타나지 않고 발효 16일째의 peak area가 3일째보다 훨씬 감소하는 결과와 유사하였다.

또한, 주모첨가 막걸리에 있어 발효 4일부터 14일 사이에 가장 많이 생성된 benzeneethanol은 장미꽃향으로 장미, 오렌지 꽃과 같은 천연 정유(精油)에 발견되며, 뱀살탁주, 보리쌀탁주, 찹쌀탁주에서도 면적 비율이 높은 알코올류이고, 맥주에서는 방향족 알코올 성분 중 가장 중요한 향기성분으로 진도 홍주와 이강주의 주요 향기성분이다. 그리고 뱀살탁주, 보리쌀탁주, 찹쌀탁주, *Rhizopus japonicus* 누룩구의 탁주에서 검출되는 것으로 소개되고 있다.

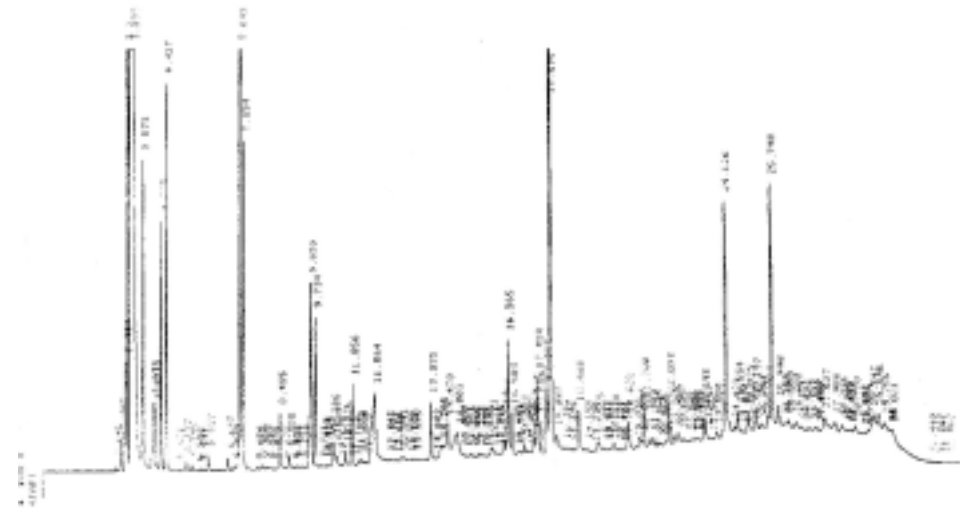
맥주, 포도주, 탁주 등의 주류나 빵, 치즈 등의 발효 식품에 함유되어 풍미를 부여하는 지방족의 2가 알코올 성분이며 맥주, 포도주, 빵, 치즈 등의 양조 식품에 1~500ppm 정도 함유되어 풍미를 부여하는 성분으로 알려져 있는 2,3-butanediol도 발효 4일째 검출되어 발효 14일까지 유사한 peak area를 나타내었다.



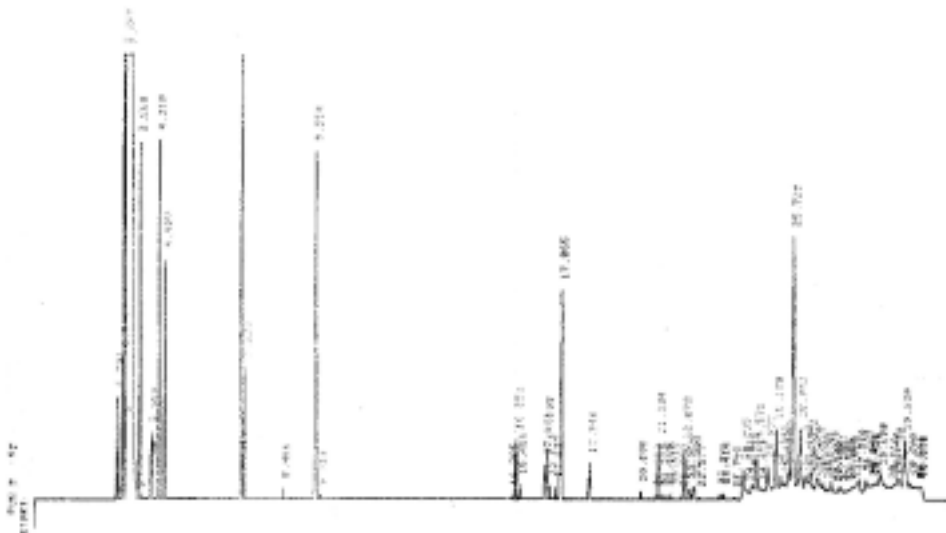
(A)



(B)



(C)



(D)

Fig. 6. Gas chromatogram of volatile flavor components in *Takju* added with starter by fermentation time.
A: Initial, B: 4 days, C: 9 days, D: 20 days

Fig. 7. GC/MS total ion chromatogram of volatile components in *Takju* added with starter at day 9 of fermentation.

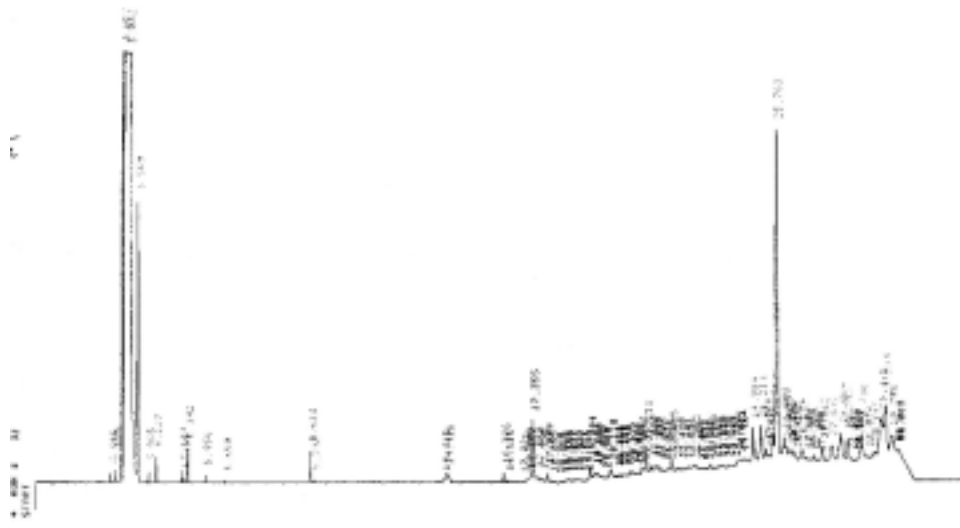
Table 15. Volatile flavor compounds identified in *Takju* added with starter during fermentation by GC and GC-MS

(Unit : peak area %)

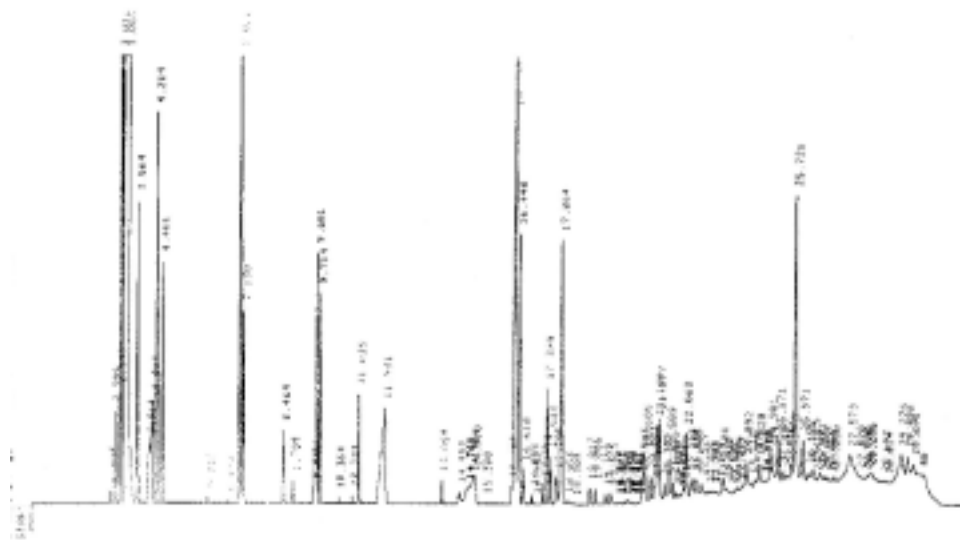
Peak No.	Compound	Fermentation time(day)					
		0	1	4	9	14	20
1	Acetic acid, ethyl ester	0.21	0.34	0.02	0.23	0.41	-
2	2-propyl-furan	0.14	0.37	0.55	0.75	1.50	0.55
3	Ethanol	9.00	12.48	41.48	38.23	34.98	34.92
5	3-methyl-2-butanol	3.41	6.83	5.56	4.78	5.17	4.96
6	2,3-butanediol	0.10	0.42	3.67	3.71	4.36	-
7	2-hydroxy-propanoic acid, ethyl ester	0.61	0.03	11.60	11.25	12.94	-
8	Iso-butyl alcohol	-	0.25	3.14	3.54	3.99	-
9	2,4-dimethyl-heptane	-	6.18	-	-	-	-
10	2-ethyl-1-butanol	-	0.75	0.12	0.70	0.38	0.22
11	2,3-dimethyl-heptane	-	0.36	-	0.20	0.04	0.08
12	4-methyl-octane	-	0.67	1.11	2.82	3.51	0.11
13	2-hydroxy-propanoic acid	0.02	3.83	1.26	1.54	1.85	0.19
14	Acetic acid, propyl ester	-	0.03	0.53	0.85	0.99	0.08
15	3-methylthio-1-propanol	0.63	1.38	-	0.22	0.58	-
16	Phenol	0.46	2.45	0.17	0.88	0.70	-
17	1-butanol	-	-	0.08	0.30	0.30	-
18	5,7-dimethyl-undecane	28.52	0.50	1.57	1.81	2.89	-
19	4,7-dimethyl-undecane	12.99	3.86	0.37	0.57	0.62	2.48
20	6-ethyl-2-methyl-octane	1.63	1.79	0.81	0.97	1.27	-
21	Undecane	0.72	1.08	0.22	0.46	0.47	2.92
22	Dodecane	0.45	2.15	0.77	1.32	0.63	14.06
23	Benzeneethanol	0.96	-	9.47	10.50	9.98	5.47
24	6-ethyl-2-methyl-octane	0.30	0.35	0.17	0.91	0.71	2.15

(Continued)

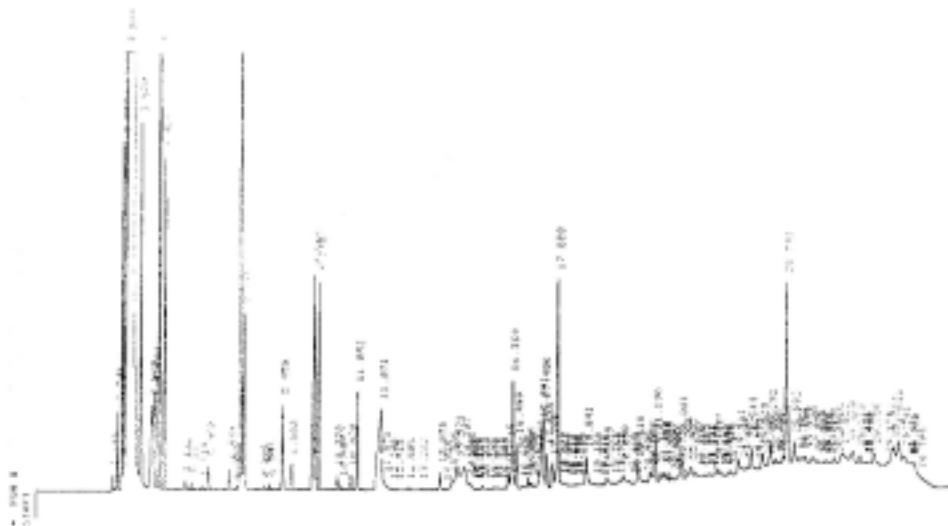
25	Benzothiazole	0.81	1.21	0.36	0.53	0.48	1.68
26	Unknown	0.53	0.78	0.29	0.18	0.03	2.17
27	Tetracane	4.25	0.60	0.85	0.52	1.45	-
28	6-ethyl-2-methyl- octane	1.22	1.20	0.16	0.17	0.25	-
29	Hexadecane	1.36	0.73	0.96	0.69	0.09	-
30	6-ethyl-2-methyl- octane	1.96	2.27	0.52	0.18	0.25	0.98
31	2,6,11,15-tetra methyl-hexadecane	0.78	3.52	-	0.27	0.09	-
32	4,7-dimethyl- undecane	-	-	0.16	0.12	0.06	1.09
33	Unknown	0.53	1.23	0.53	0.40	0.06	0.76
34	Unknown	0.64	2.86	0.08	0.09	0.05	18.82
35	1-phenyl-1,2- ethanediol	1.11	6.98	5.77	4.21	1.76	4.94
36	Unknown	2.88	5.25	0.81	0.38	0.43	0.90
37	Pentadecane	5.11	6.42	0.78	0.54	1.40	-
38	2,6-bis(1,1- dimethyl)-4- methyl-phenol	13.05	3.37	5.06	4.24	4.70	0.48
39	Eicosane	5.63	16.46	1.01	0.95	0.62	-
Total peak area		2,830,169	2,292,070	5,956,588	8,392,027	6,958,656	733,513



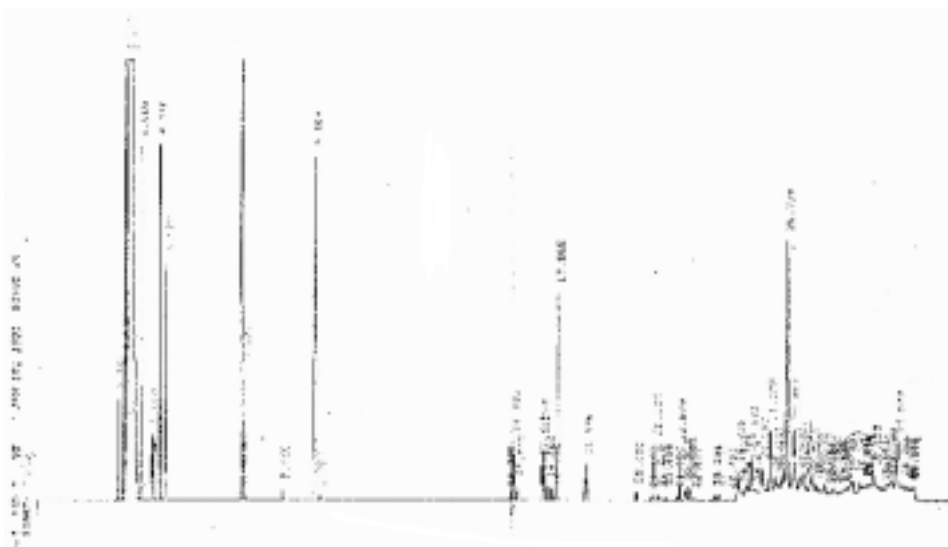
(A)



(B)



(C)



(D)

Fig. 8. Gas chromatogram of volatile flavor components in *Takju* without starter by fermentation time.

A: Initial, B: 4 days, C: 9 days, D: 20 days

Table 16. Volatile flavor compounds identified in *Takju* without starter during fermentation by GC and GC-MS

(Unit : peak area %)

Peak No.	Compound	Storage time(day)					
		0	1	4	9	14	20
1.	Acetic acid, ethyl ester	0.62	-	0.67	0.56	0.99	1.24
2.	2-propyl-furan	-	-	0.75	2.33	1.22	1.67
3.	Ethanol	0.14	13.84	38.28	56.28	41.77	39.79
5.	3-methyl-2-butanol	0.67	9.29	2.55	2.83	4.38	5.00
6.	2,3-butanediol	-	0.08	2.34	3.00	3.34	3.94
7.	2-hydroxy-propanoic acid, ethyl ester	-	1.50	8.02	6.29	7.30	10.09
8.	Isobutyl alcohol	-	-	2.14	1.82	2.15	2.34
9.	2,4-dimethyl-heptane	-	-	-	-	-	-
10.	2-ethyl-1-butanol	-	-	0.78	0.90	0.65	0.11
11.	2,3-dimethyl-heptane	-	-	0.20	0.26	0.24	-
12.	4-methyl-octane	-	-	4.19	2.84	4.85	7.92
13.	2-hydroxy-propanoic acid	0.14	1.72	2.11	1.96	2.35	0.03
14.	Acetic acid, propyl ester	-	0.72	0.88	0.91	1.19	-
15.	3-methylthio-1-propanol	0.56	0.19	-	0.19	1.03	-
16.	Phenol	2.72	0.28	0.28	0.71	1.21	-
17.	1-butanol	-	-	9.22	0.20	0.50	0.03
18.	5,7-dimethyl-undecane	-	2.03	-	1.38	2.81	1.11
19.	4,7-dimethyl-undecane	0.24	1.76	3.93	0.49	0.75	0.17
20.	6-ethyl-2-methyl-octane	-	1.84	0.39	0.89	1.40	0.91
21.	Undecane	1.30	0.57	0.52	0.40	0.72	0.17
22.	Dodecane	0.81	0.30	0.55	0.44	0.79	-
23.	Benzeneethanol	1.50	1.51	3.88	2.80	3.58	4.95
24.	6-ethyl-2-methyl-octane	1.05	-	0.25	0.62	1.26	0.95

(Continued)

25.	Benzothiazole	2.04	1.47	0.84	0.42	0.33	0.13
26.	Unknown	3.05	1.03	0.27	0.24	0.12	0.05
27.	Tetracane	1.63	0.84	1.25	0.59	1.42	1.09
28.	6-ethyl-2-methyl-octane	3.20	2.12	1.01	0.30	0.38	0.05
29.	Hexadecane	1.54	1.77	1.16	0.62	0.80	1.09
30.	6-ethyl-2-methyl-octane	4.96	1.20	0.55	0.38	0.24	0.30
31.	2,6,11,15-tetramethyl-hexadecane	3.99	1.62	0.62	0.50	0.18	0.42
32.	4,7-dimethyl-undecane	3.05	0.88	0.53	0.27	0.11	0.05
33.	Unknown	2.35	0.72	0.51	0.48	0.25	0.12
34.	Unknown	4.87	1.68	0.28	0.33	0.08	0.13
35.	1-phenyl-1,2-ethanediol	5.19	2.09	0.98	0.83	0.81	0.36
36.	Unknown	16.61	14.14	1.49	1.15	0.78	1.60
37.	Pentadecane	15.20	4.46	1.17	1.07	2.03	2.71
38.	2,6-bis(1,1-dimethyl)-4-methyl-phenol	10.63	27.33	5.08	3.52	6.01	8.18
39.	Eicosane	11.94	3.01	1.35	1.20	1.99	3.30
Total peak area		855,060	1,775,873	7,404,922	8,556,029	4,825,884	4,237,381

제 3 절 발효기간에 따른 막걸리 분말의 품질평가

1. 발효기간별 막걸리 분말의 품질 비교

주모를 첨가하여 담금한 멥쌀 막걸리를 발효 4일부터 2일 간격으로 12일까지 채취하여 분무건조기를 사용해 분말화하였다. 4, 6, 8, 10, 12일의 막걸리분과 물성을 좋게 하기 위하여 분무건조시 arabic gum을 3% 첨가하여 분무건조한 분말의 환원당과 색도를 비교하였다. 그 결과는 Fig 9와 Table 17과 같다.

막걸리 분말의 환원당 함량은 같은 발효기간의 막걸리와 비교하였을 때 높은 수치를 나타내는 데 이는 수분을 제거하여 당이 농축되었기 때문이며, 발효기간에 따라 감소하는 추세를 나타내어, 발효 4일의 막걸리를 사용하여 제조한 막걸리 분말이 감미가 좋은 것으로 평가되었다. 6일 이후의 막걸리 분말은 당의 함량은 적으나, 산미가 너무 강하여 관능검사를 통하여 body가 너무 적다는 평가를 받았다. 따라서 앞으로의 실험에서는 당함량이 높고, acetic acid 함량이 적고, citric acid, propionic acid, lactic acid의 함량이 높은 막걸리를 제조하기 위하여, 주모에 넣는 미생물을 *Saccharomyces cerevisiae*와 유산균식품에 사용되는 유산균 종균을 혼합 사용하는 방법을 보완하고자 한다.

또한, 막걸리 분말의 색도는 발효기간이 경과됨에 따라 명도가 감소하며, 황색도가 증가하는 것으로 나타났으며, arabic gum을 첨가한 경우 명도가 높고, 적색도 및 황색도가 모두 낮게 측정되어 백색에 가까운 분말로 측정되었으며, 발효 4일에 대하여 색차를 구해본 결과 아무 것도 첨가하지 않은 막걸리 분말의 경우 발효기간에 따라 급격한 색의 차이를 나타내었으나, gum을 첨가한 경우에는 그 변화 폭도 사람의 눈으로 판단할 수 없는 차이를 나타내어 그 색감이 매우 우수한 것으로 평가되었다.

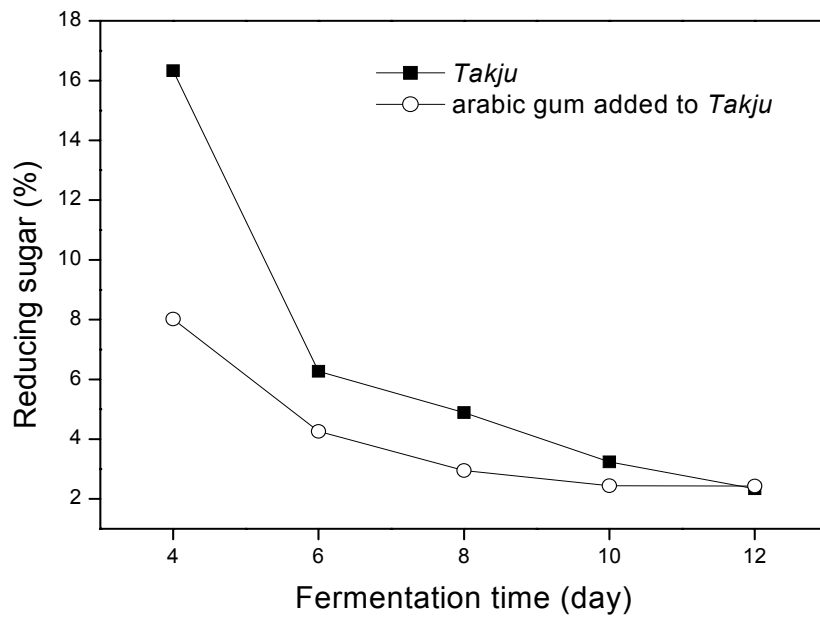


Fig. 9. Changes in reducing sugar contents of *Takju* powder during fermentation.

Table 17. Changes in L, a and b values of *Takju* powder during fermentation

<i>Takju</i> powder					<i>Takju</i> powder with arabic gum				
Fermentation time (day)	L	a	b	ΔE	Fermentation time (day)	L	a	b	ΔE
4	93.72	0.14	8.97	-	4	96.44	0.08	4.27	-
6	91.12	0.56	13.32	5.09	6	96.21	0.04	5.70	1.45
8	93.26	0.05	12.70	3.76	8	95.11	-0.04	6.55	2.64
10	89.35	0.66	19.09	11.04	10	94.96	-0.09	7.87	3.90
12	83.57	0.75	7.97	13.58	12	95.78	0.15	4.18	0.67

2. 발효기간별 막걸리 분말의 관능평가

발효기간을 달리 제조한 막걸리 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 품질을 10명의 관능검사 요원이 균형된 불완비 블록법에 따라 평가한 외관, 밀가루취, 발효취, 색, 조직감, 맛 및 종합적 기호도에 대한 관능평점을 계산한 총계는 Table 18과 같다. Table 19는 Table 18의 데이터를 통계분석한 분산 분석표이다. 여기에서 전체 평방합(TSS), 블록 평방합(SS_B), 수정된 처리 평방합(SS_{Tadj}) 및 오차 평방합(SS_E)는 아래의 계산식에 의하여 산출하였다.

$$TSS = \sum \sum Y_{ij}^2 - \frac{G^2}{bk} \quad SS_B = \sum \sum \frac{B_i^2}{k} - \frac{G^2}{bk}$$

$$SS_{Tadj} = \frac{(t-1) \sum Q^2}{bkk(k-1)} \quad SS_E = TSS - SS_B - SS_{Tadj}$$

이 때 분석에 필요한 기호는 아래와 같다.

- t : 처리수 (7)
- k : 블록당 처리수 (3)
- b : 블록수 (7)
- r : 각 처리의 반복수 (3)
- λ : 한 블록내에 두 개의 처리가 함께 나타나는 수 (1)
- T_i : i 번째 처리의 합
- B_j : j 번째 블록의 합
- G : 총합계
- Q : $kT - Bi$

그리고 균형된 불완비 블록법의 분산 분석표는 다음과 같이 작성하였다.

변인	자유도	평방합	평균 평방	F
블록	b-1	SS _B	-	-
처리(수정)	t-1	SS _{Tadj}	MS _{Tadj}	MS _{Tadj} /MS _E
오차	차이	SS _E	MS _E	
전체	bk-1	TSS		

Table 18. Sensory score of appearance, flour odor, yeasty, color, texture, taste and overall acceptability for 7 treatments in block of 7 units

Table 19. Analysis of variance of appearance, flour odor, yeasty, color, texture, taste and overall acceptability

	자유도	sensory item	평방합	평균평방
Blocks	6	AP	179.3333	
		FO	260.9524	
		YE	263.2381	
		CO	133.619	
		TX	379.9048	
		TS	167.8095	
		OA	200.9524	
Treatments	6	AP	219.8095	36.63492
		FO	145.0476	24.1746
		YE	489.3333	81.55556
		CO	162.381	27.06349
		TX	409.381	68.23016
		TS	313.619	52.26984
		OA	322.7619	53.79365
error	8	AP	218.8572	27.35715
		FO	300.9524	37.61905
		YE	597.9996	74.74995
		CO	282.9524	35.36905
		TX	119.2856	14.9107
		TS	107.7144	13.4643
		OA	198.5714	24.821425
Total	20	AP	618	
		FO	706.9524	
		YE	1350.571	
		CO	578.9524	
		TX	908.5714	
		TS	589.1429	
		OA	722.2857	

* AC: appearance, FO: Flour odor, YE: Yeasty, CO: color, TX: texture, TS: taste, OA: overall acceptability

각 시료의 처리 평균간 통계적 유의성을 검정하기 위하여 처리 평균의 추정치($\hat{\mu}_i$)와 최소 유의차 검정결과는 Table 20과 같다. 그리고 최소 유의차는 다음과 같이 계산하였다.

$$LSD_{0.05} = t_8 \cdot \sqrt{\frac{2k(MS_E)}{t\lambda}}$$

Table 20. Mean of adjusted treatments for appearance, flour odor, yeasty, color, texture, taste and overall acceptability of samples

Treat- ment No.	$\hat{u}_i = Y + (kTi - B(i))/t_k$						
	Appearan ce	Flour odor	Yeasty	Color	Texture	Taste	Overall acceptability
1	71.29 ^a	56.52 ^a	46.57 ^a	67.05 ^a	67.43 ^c	65.57 ^{abc}	68.86 ^b
2	65.86 ^a	47.24 ^a	58.00 ^a	63.91 ^a	54.57 ^a	58.72 ^a	58.00 ^a
3	72.29 ^a	50.95 ^a	51.57 ^a	70.91 ^a	69.43 ^c	70.14 ^{bc}	70.86 ^b
4	67.43 ^a	50.09 ^a	47.57 ^a	70.48 ^a	67.00 ^c	69.29 ^{bc}	70.58 ^b
5	76.86 ^a	51.24 ^a	45.43 ^a	67.05 ^a	65.86 ^{bc}	71.72 ^c	69.86 ^b
6	68.71 ^a	54.67 ^a	55.57 ^a	68.48 ^a	64.57 ^{bc}	67.86 ^{bc}	69.43 ^b
7	66.14 ^a	48.95 ^a	60.28 ^a	61.48 ^a	58.29 ^{ab}	61.72 ^{ab}	63.43 ^{ab}

* Same letter means no significant difference(P<0.05) by least significant difference test.

시판하는 제빵개량제 및 막걸리 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 관능 검사는 Table 20과 같이 외관, 밀가루취, 발효취, 색에 관한 관능평점은 거의 차이가 없는 것으로 나타났으며, 조직감은 시판 제빵개량제를 첨가하였을 때 가장 낮은 평가를 받았고, 발효 4일에 제조한 막걸리 분말이 가장 좋은 조직감을 갖는 것으로 나타났으며, 장기간 발효하여 제조된 막걸리 분말일수록 식빵의 조직감이 떨어지는 것으로 나타났다. 맛은 8일 발효한 막걸리 분말을 첨가한 경우가 최고치를 나타내었고, 발효 12일의 막걸리 분말이 강한 신맛이 느껴져 맛이 조금 떨어지는 것으로 평가되었고, 그 외의 막걸리 분말은 시판 제빵개량제에 비하여 월등히 좋은 평가를 받았다. 종합적 기호도를 살펴본 결과, 시판 제빵 개량제를 첨가하였을 때 가장 낮은 평가를 받았으며, 맛과 동일하게 12일 발효 막걸리 분말이 낮은 수치를 나타내었고, 이외의 분말을 첨가하여 제조한 식빵은 모두 이에 비하여 좋은 점수를 받았다. 막걸리의 성분 분석 및 관능평가를 미루어 살펴볼 때, 막걸리를 30℃에서 4일간 발효시킨 다음 분말화하는 경우가 제빵개량제로서의 특성이 높은 것으로 나타났다. 시판 제빵개량제의 경우 반죽과정에서 제조사의 실수를 보완하기 위하여 만든 것으로 외관이나 색, 향기에는 아무런 문제없이 반죽의 물성을 좋게 유지할 수 있으나, 맛이나 조직감을 저하시키는 결과를 나타내는 것으로 나타났다. 이에 비하여 본 연구에서 제조한 막걸리 분말은 제빵개량제로서의 맛과 조직감을 향상시키는 것으로 나타나, 향후 고산미, 고농도 막걸리 분말을 제조하는 방법 개발을 통하여 식빵 제조에 보다 적합한 제빵용 품질개선제의 개발이 가능할 것으로 판단되었다.

제 4 절 막걸리 분말 첨가에 따른 식빵의 품질 특성

1. Dough의 pH

막걸리 분말의 첨가량에 따른 mixing 후 dough의 pH와 1차 발효가 끝난 dough의 pH를 비교한 결과 Fig. 10과 같다. 분무 건조한 막걸리 분말을 주전분 질 원료인 밀가루에 대해 0.7 % 첨가하였을 때의 pH는 5.38, 1% 첨가하였을 때 5.23, 2% 첨가에서는 5.17, 3% 첨가에서는 5.07, 4% 첨가에서는 4.91로 첨가량이 증가할수록 pH는 점점 떨어졌다. 이와같은 결과는 술잎추출물을 제빵에 첨가한 보고에 의하면 추출물의 첨가량이 증가할수록 dough의 pH는 5.32에서 4.80으로 떨어졌으며, 1차 발효 후의 pH도 control은 4.85에서 첨가량이 많은 처리구는 4.55로 떨어져 큰 차이를 보였다는 결과와 일치하였다.

막걸리 분말을 첨가하여 1차 발효가 끝난 dough 10 g에 증류수 100 mL을 가해 균질화 시킨 후 pH는 control이 5.41이며 막걸리 분말을 0.7 % 첨가에서는 5.17, 1% 첨가에서는 5.12, 2% 첨가에서는 5.00, 3% 첨가에서는 4.90, 4% 첨가에서는 4.82로 점점 떨어졌다. 이는 제빵시 이스트의 발효 속도는 첨가된 원료의 pH, 삼투압 및 완충작용 등에 의하여 좌우되며, 발효의 진행과 함께 반죽의 pH는 저하된다고 하였다. pH가 낮아지고 또한 발효의 진행과 함께 각종 유기산류의 생성으로 인한 것으로 생각된다. 제빵시 반죽의 가스 보유력은 pH 5.5 부근에서 최적이고 발효의 진행과 함께 pH가 저하하여 pH 5.0을 지나면 약화된다고 알려져 있다. 또한, 일본빵기술연구소에 의하면 dough 중의 가스 발생력에 영향을 주는 요인으로 yeast의 양과 질, 당의 양과 종류를 지적하고 있다. 그 외에도 효소력, 손상 전분량, dough의 온도, yeast food의 종류 및 양, 식염량, dough의 pH 등도 요인으로 거론하고 있다. Dough에는 이들 요인이 개별적으로 작용하는 것뿐만 아니라 서로 복잡한 상호작용으로 가스를 발생시킨다. 특히, dough의 pH는 낮을수록 가스 발생량은 많아지지만, pH 4.0 이하에서는 역으로 적어지게 된다고 보고하였다. 그리고 발효는 유기화합물이 효소에 의해 분

해되거나 화학적으로 분해 받는 것으로, 당분이 효모의 작용으로 alcohol과 탄산가스, 유기산을 생성하는데 이 유기산에 의해 발효 후의 dough pH가 낮아지는 것으로 사료되어 본 실험의 결과도 이와 관련이 있음을 보여주었다.

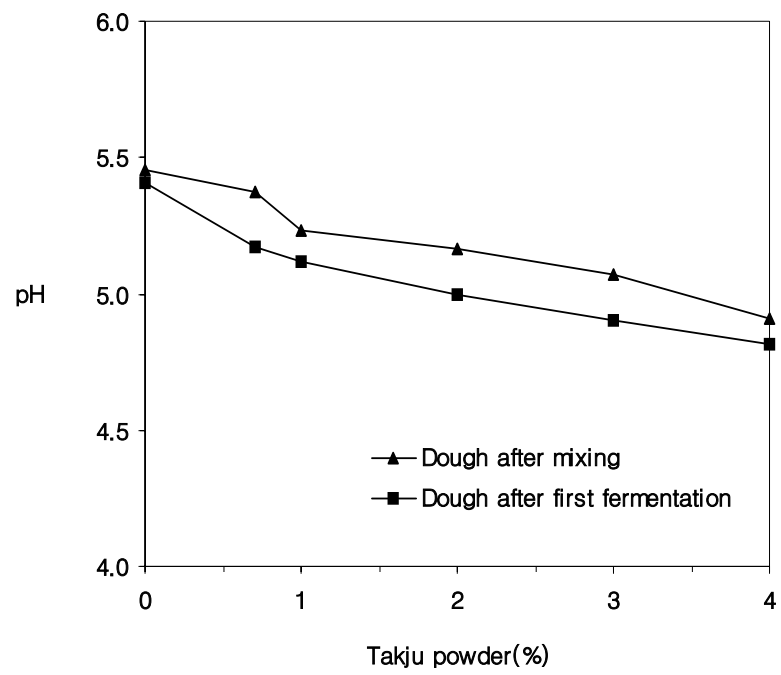


Fig. 10. pH of bread dough on the various levels *Takju* powder.

2. 막걸리 분말의 첨가량에 따른 제빵 특성

1차 발효 후 dough 10 g에 대한 volume은 Fig. 11과 같고, baking 후 실온에서 냉각시킨 식빵의 높이, 부피 그리고 굽기손실율은 Fig. 12, 13 및 14와 같다. 즉, 대조구의 식빵 부피는 1,790 mL이었으며, 막걸리 분말 0.7% 첨가군에서는 1,850 mL, 1% 첨가군은 1,870 mL, 2% 첨가군은 1,870 mL, 3%첨가군은 1,855 mL, 4% 첨가군은 1,840 mL로 나타나 control에 비해 막걸리 분말 1% 첨가군까지는 높은 값을 보였고, 1%에서부터 4% 첨가군까지는 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 앞선 결과 낮은 dough의 pH가 1차 발효 후 dough의 volume이나, bread volume에 영향이 있음을 보여주고 있다. 이러한 결과는 약 3%의 난각과 0.3%의 젖산을 dough에 첨가한 경우 dough의 pH는 낮아졌고, 무첨가구에 비해 pH가 제일 낮았던 첨가구의 부피가 가장 높았고, 제품 부피도 같은 경향을 나타내었다고 보고된 바 있다. 그리고 Dough의 가스 보유력은 pH 5.5 부근에서 가장 높고, 발효의 진행과 더불어 pH가 낮아지며 pH 5.5를 지나면 급속히 변화한다고 보고하였다. 따라서 dough의 안정성을 고려하면 pH가 높을수록 안정성이 크고, 낮은 경우에는 안정성이 떨어진다. 그리고 밀가루와 물만 배합하면 dough의 pH는 5.5~6.0 사이에 있고, pH가 저하함에 따라 가스 발생력도 증가한다고 하였다. 결론적으로 분무건조 막걸리 분말을 첨가한 dough가 pH도 낮았고, 따라서 가스 발생량이 많아져 baking 후에도 최종 부피가 증가하였음을 판단할 수 있었다. 또, 굽기에 의한 중량 감소의 원인은 수분의 증발과 주로 발효로 생성된 휘발성 물질 때문이라고 보고하였는데 이것은 dough의 pH가 낮았던 첨가구의 굽기 손실율이 높은 것과 일치하는 경향이다.

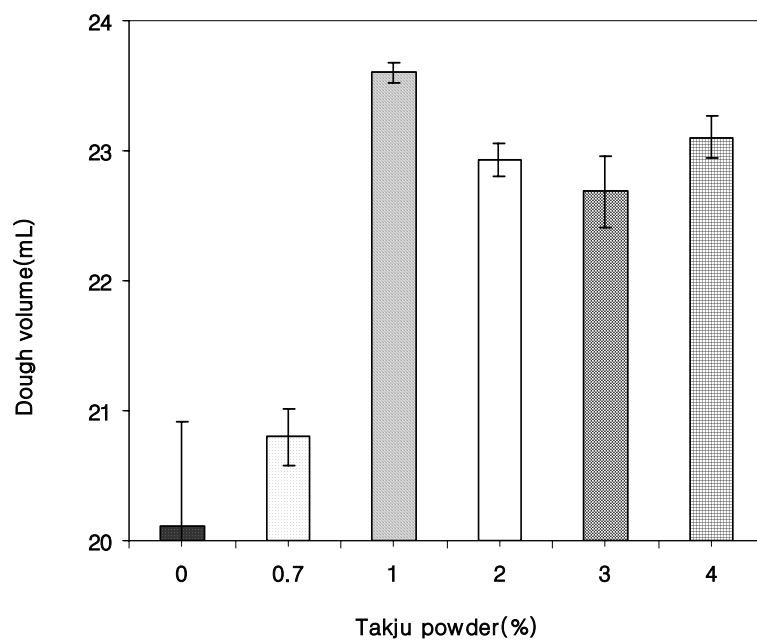


Fig. 11. Volume of bread dough after first fermentation on the various levels of *Takju* powder.

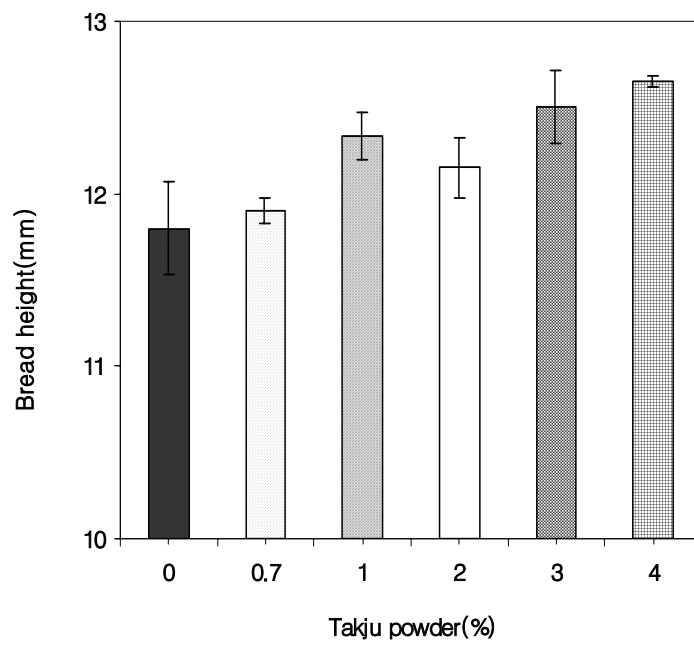


Fig. 12. Height of bread on the various levels of *Takju* powder.

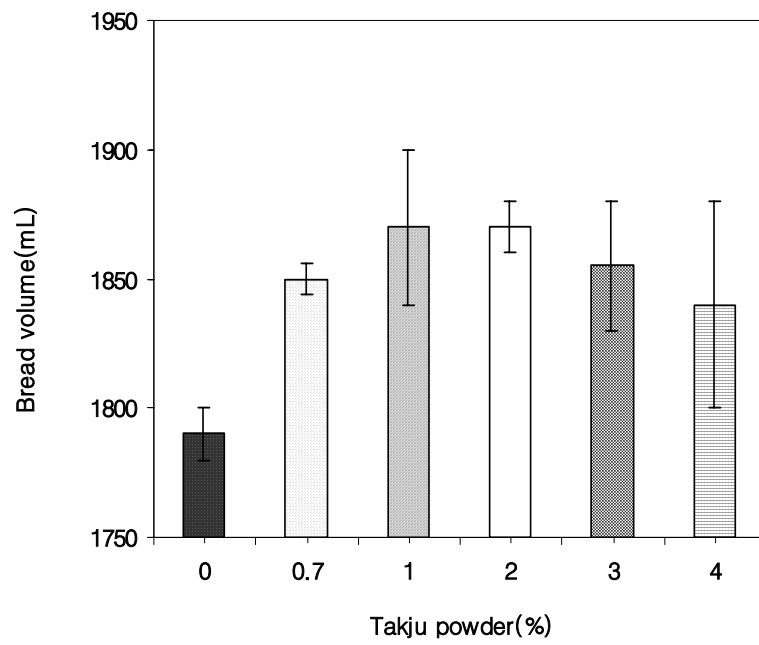


Fig. 13. Volume of bread on the various levels of *Takju* powder.

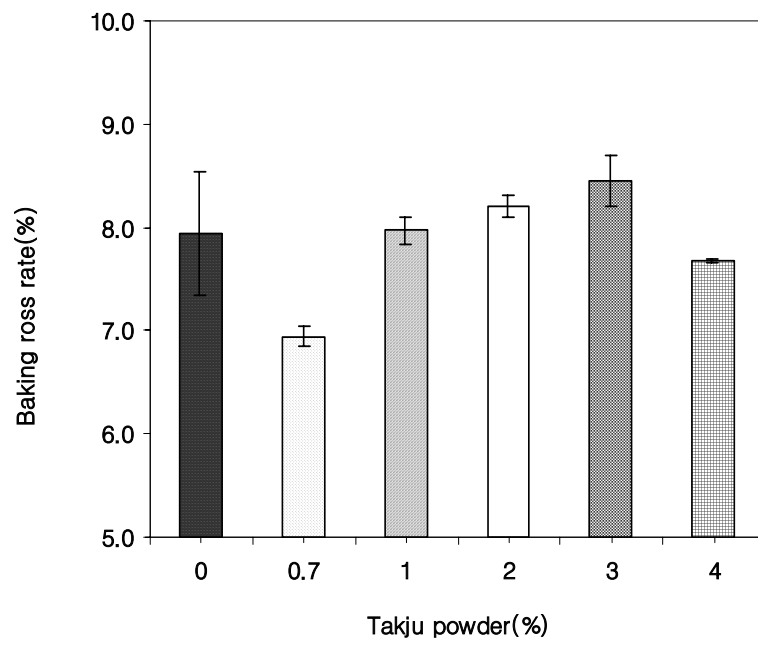


Fig. 14. Baking loss rate of bread on the various levels of *Takju* powder.

3. 내부 색도 및 절단면 비교

발효 4일째의 막걸리를 분무 건조한 결과, 분말의 색도는 L값 84.81, a값 1.09, b값 11.78이며, 분말 첨가에 따른 식빵 내부의 색도 변화는 Table 21과 같다. 색도 측정에서 명도(L) 값은 무첨가군이 가장 낮았고 막걸리 분말의 첨가량이 증가할수록 L값은 증가하는 경향을 보여 주었다. 이는 조 등이 발표한 막걸리박으로 제조한 빵은 밀가루빵에 비해 밝은 색을 띠었다는 연구결과와 일치하였다. 식빵의 적색도(a) 값도 모든 첨가군에서 무첨가군보다 높게 나타나 첨가량이 증가할수록 색이 밝아져 첨가량이 가장 많은 4% 첨가군이 0.41로 가장 높았으나 관능적으로는 큰 차이를 보이지 않았으며, 황색도를 나타내는 b값은 분무 건조 막걸리 분말 자체의 높은 b값으로 인해 점점 증가하는 경향을 보여주었으나 마찬가지로 관능적 차이는 없는 것으로 나타났다.

한편, 분무건조 막걸리 분말 첨가량을 0%(A), 0.7%(B), 2%(C) 및 4%(D)로 각각 달리하여 제조한 식빵의 단면 사진을 관찰한 결과는 Fig. 15와 같다. 이미 Fig. 13에서 나타난 결과와 마찬가지로 부피는 막걸리 분말 첨가 식빵이 무첨가 식빵에 비해 전반적으로 증가한 것으로 나타났으며 부풀은 형상도 막걸리 분말 첨가량이 증가할수록 중앙 부분에서 둥그렇게 부푸는 제빵 특성을 나타내었다. 반면에 막걸리 분말을 첨가하지 않은 식빵(A)에서는 중앙부분의 부풀음 현상이 약하게 나타나 단면이 치밀한 조직을 이루고 있고 또한, 기공도 매우 작은 것으로 나타나 부피 및 무게 측정값과 유사한 결과를 보여 주었다. 그러나 막걸리 분말 첨가량이 증가할수록 기공 크기가 0.7% 첨가 식빵(B)과 비교하여 매우 큰 것으로 나타나 막걸리 분말은 부피 증가와 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다.

Table 21. Color values¹⁾ on the internal of bread added with *Takju* powder²⁾

Color value	<i>Takju</i> powder content(%)					
	0	0.7	1	2	3	4
L	68.06±6.02	66.27±2.24	73.26±2.96	69.00±2.16	65.75±3.69	70.32±2.99
a	-0.42±0.19	-0.05±0.13	-0.30±0.13	0.06±0.09	0.26±0.28	0.41±0.21
b	9.28±1.02	10.86±1.03	9.75±0.84	9.97±0.73	9.88±1.08	12.48±1.11
ΔE	-	2.42	5.22	1.26	2.48	3.95

¹⁾ L : Lightness 0~100, a : Redness -60~+60, b : Yellowness -60~+60

²⁾ Spray drying

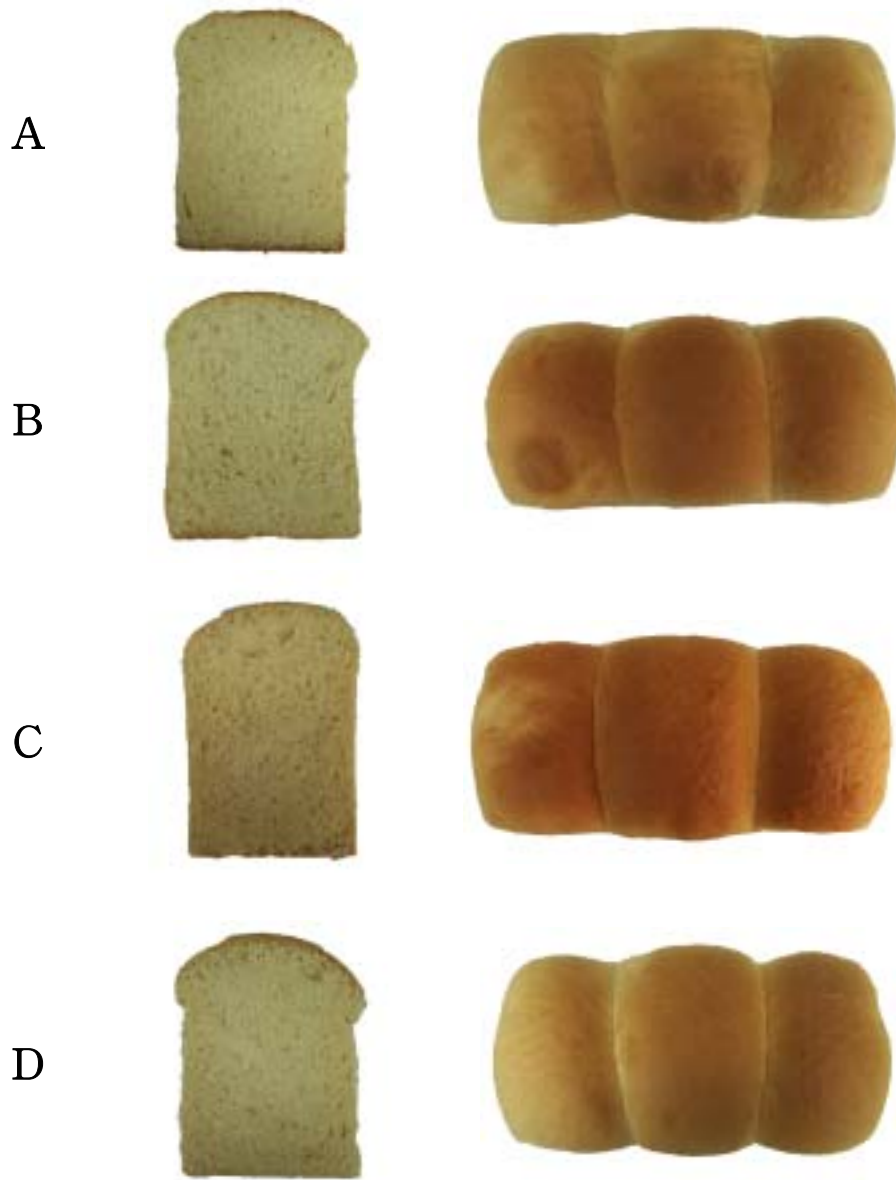


Fig. 15. Cut and loaf of bread added with *Takju* powder.

A: control, B: added with 0.7 % *Takju* powder, C: added with 2 % *Takju* powder, D: added with 4 % *Takju* powder

4. 관능 평가

분무건조한 막걸리 분말 첨가량을 0, 0.7, 1, 2, 3, 4%로 각각 달리하여 제조한 식빵을 외관, 색, 밀가루취, 이취, 조직감, 맛, 종합적인 기호도에 대하여 관능검사를 실시한 결과를 정량적 묘사분석인 QDA profile로 나타내었다. 관능평가 결과는 Fig 16과 같다.

외관과 색은 모든 처리구 간의 유의적 차이를 나타내었는데 첨가량이 증가할수록 낮은 점수를 받아 많이 첨가한 처리구의 경우 외관과 색에서는 좋지 않은 결과를 나타내었다. 밀가루취와 이취는 대조구(0%)보다 막걸리 분말을 0.7% 첨가한 처리구를 제외하고는 분말을 첨가한 처리구가 낮은 점수를 받음으로써 과다한 막걸리 분말의 첨가는 기존의 식빵에서 나는 고유의 향 및 맛을 제거하거나 또는 혼합하는 것으로 평가되었다. 조직감에서는 모든 처리구간에 유의적 차이를 나타내지 않았는데 이는 막걸리 분말이 식빵의 조직감에는 영향을 주지 않는 것으로 평가되었다. 그러나 대조구 보다는 막걸리 분말을 0.7% 첨가한 처리구가 더 높은 점수를 받아 대조구보다는 더 선호하는 것으로 평가되었다.

맛에서는 분말을 0.7% 첨가한 처리구가 가장 높은 점수를 받아 좋아하는 것으로 나타났으나 나머지 처리구는 대조구보다 낮은 점수를 받아 오히려 좋지 않은 결과를 나타내었다. 종합적 기호도에서는 0.7% 첨가구가 가장 높은 점수를 받아 가장 좋아하는 것으로 평가되었다.

이상의 결과에서 전체적인 결과를 종합해 볼 때 적당한 양의 막걸리 분말 첨가는 대조구보다 좋은 평가를 받았지만 너무 많은 첨가는 오히려 좋지 않은 영향을 주어 낮은 점수를 받은 것으로 생각된다. 그러나 식빵에서 중요한 밀가루취와 이취는 대조구 보다 첨가한 처리구가 더 점수를 받아 좋은 결과를 나타낸 것으로 보아 막걸리 분말을 0.7~1% 첨가할 경우 식빵의 품질개선제로서 바람직한 것으로 생각된다.

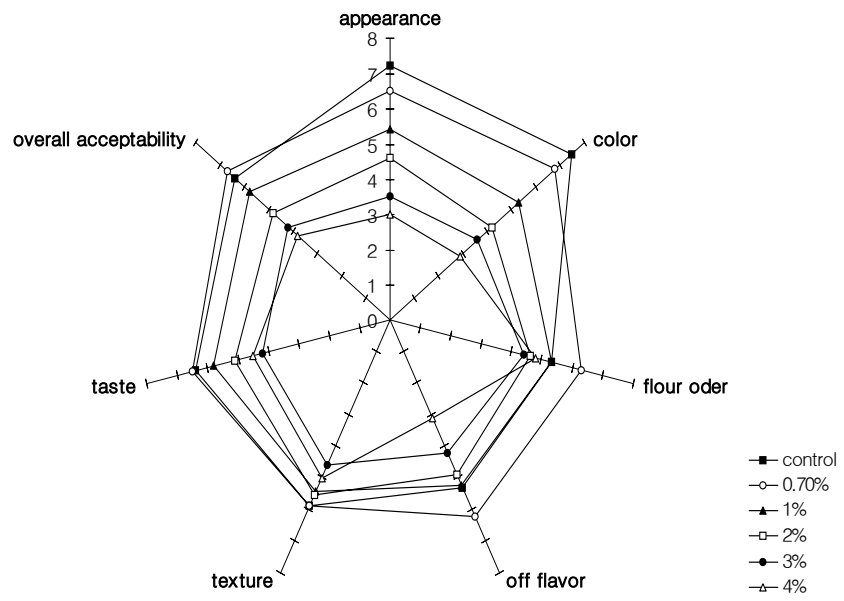


Fig. 16. The sensory evaluation of bread on the various levels of *Takju* powder

5. 향기 성분

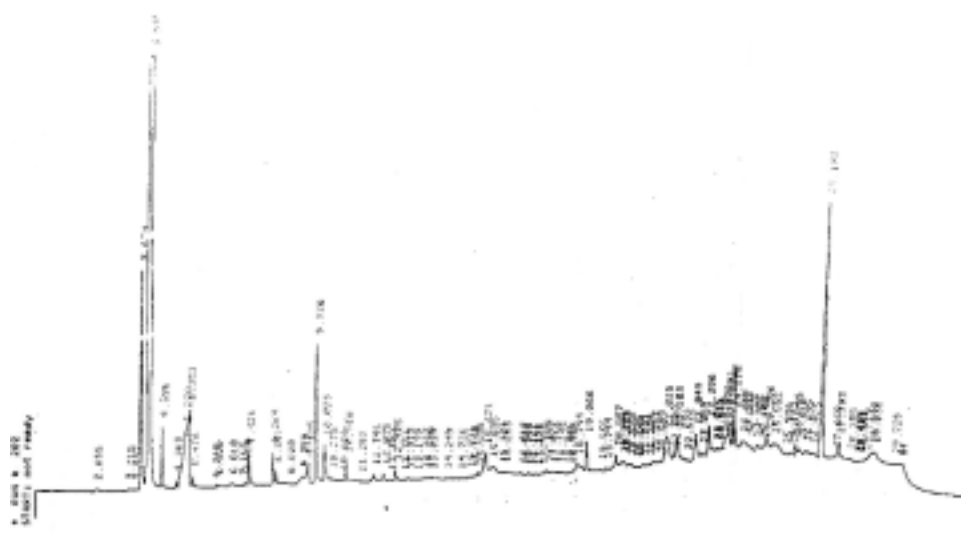
주모를 첨가하여 담금한 발효 4일째의 멥쌀 막걸리를 분무건조하여 4% 분말 첨가 식빵에서 GC 분석 결과로 얻어진 chromatogram은 Fig. 17과 같고, GC-MS에 의하여 동정한 향기성분은 Fig. 18 및 Table 22와 같이 약 23종이 분리되었으며, total peak area도 무첨가군에 비하여 약 2배 이상으로 나타났다. 무첨가 식빵의 향기성분 수는 약 16종이었으나 막걸리 분말이 첨가된 식빵에서는 20종으로 첨가량에 따라 다소 차이는 있으나 향기성분의 종류 및 peak area는 크게 증가함을 볼 수 있었다. 막걸리 분말 2% 첨가한 식빵에서는 무첨가 식빵에서 생성되지 않았던 향기성분들이 3-methyl-1-butanol, 2,3-butanediol, linoleic acid, ethyl ester, docosane, ethanoic acid, butyl-2-ethylhexanoate 등이 추가 검출되었고, 그 중에서도 butyl-2-ethylhexanoate, linoleic acid 및 ethyl ester 등이 상대적으로 peak area가 높게 나타났다.

향기성분의 상대적 함량(면적비율, peak area%)은 막걸리 분말 첨가량에 따라 다소 차이는 있으나 pentacosane, butyl-2-ethylhexanoate, linoleic acid 및 ethyl ester, 2,3-butanediol 순으로 상대적 함량이 높아 막걸리 첨가 식빵의 휘발성 향기의 주성분들로 나타났다. 또한, 막걸리 분말 첨가 식빵에서는 막걸리 자체에서 상대적 peak 함량이 가장 높은 ethanol과 무첨가 식빵에서 검출된 Hexadecanoic acid 및 Heneicosane은 검출되지 않았으며 acetic acid, octadecenyl aldehyde, palmitic aldehyde 및 pentacosane은 분말 첨가에 따라 감소하며, oleic acid는 전혀 변하지 않는 것이 특징적으로 나타났다.

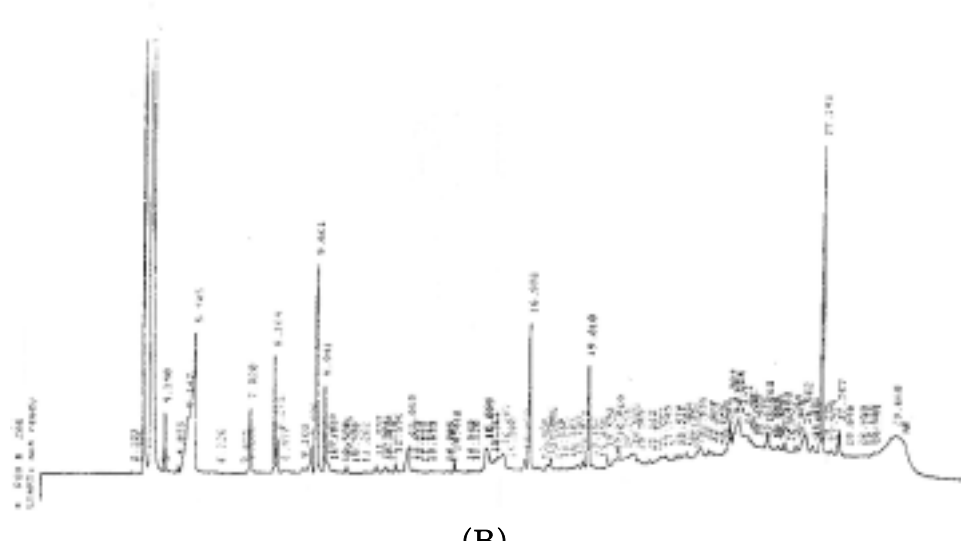
막걸리 분말 첨가 식빵에서만 검출된 3-methyl-1-butanol은 퓨젤유 성분으로 감미가 있는 바나나 향으로 효모 발효에 의해 아미노산인 leucine으로부터 생성된 것으로 맥주의 향미 향상에 관여하여 음용에 영향을 주는 고급 알코올 성분으로 중요시 한다.

그리고 과일 향으로 술덧 중에 함유되는 저급 지방산이 효모와 세균의 작용으로 ester화되어 생성된 acetic acid는 맥주, 일본 소주, 한국 전통 소주의 주요

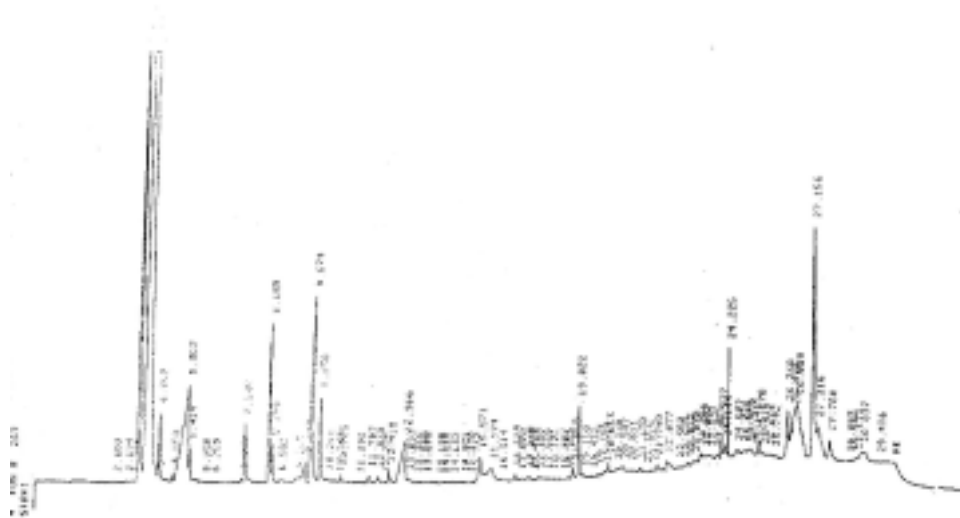
ester 성분으로 농도가 높으면 오히려 고미의 원인이 되는 향미로 알려져 있는
바, 막걸리 분말 첨가 식빵에서는 무첨가 식빵에 비해 1/2 수준으로 감소된 것
으로 나타났다.



(A)



(B)



(C)

Fig. 17. Gas chromatogram of volatile flavor components in bread added with *Takju* powder.

- A: Control (0%)
- B: Added with 2% *Takju* powder
- C: Added with 4% *Takju* powder

Fig. 18. GC/MS total ion chromatogram of volatile components in bread added with 4% *Takju* powder

Table 22. Volatile flavor compounds identified in bread added with *Takju* powder by GC and GC-MS

Peak No.	Compound	Peak area %		
		0 %	2 %	4 %
2	Acetic acid	5.46	2.36	2.33
3	3-methyl-1-butanol	-	0.31	0.44
4	Hexadecanoic acid	14.99	-	-
5	Nonadecanoic acid, ethyl ester	0.46	3.32	3.39
6	2,3-butanediol	-	5.53	8.45
7	Octadecenyl aldehyde	3.10	1.72	2.17
8	Linoleic acid, ethyl ester	-	14.52	13.62
9	Oleic acid	4.56	4.51	5.12
10	Palmitic aldehyde	1.61	0.57	0.55
11	Hexadecanoic acid, ethyl ester	0.84	-	7.86
12	Docosane	-	2.00	2.99
13	Unknown	6.54	6.44	4.75
14	Unknown	2.13	1.10	0.29
15	Heneicosane	6.54	-	-
16	Unknown	-	1.56	-
17	2-benzoylguaiacol	4.35	4.40	0.61
18	1-bromo-tridecane	8.31	-	0.90
19	Ethanoic acid, dodec-7-enylester	-	3.92	0.64
20	Tricosane	2.20	3.30	0.34
21	2,4-Di(1-phenylethyl)phenol	1.38	1.98	-
22	Butyl-2-ethylhexanoate	-	10.17	17.29
23	Pentacosane	34.40	24.78	21.65
24	2-methyl-heptadecane	3.14	7.52	6.59
Total peak area		943,151	1,965,599	1,720,681

제 5 절 건조방법에 따른 막걸리 분말의 저장중 품질변화

1. pH 및 총산 변화

분무 건조와 동결 건조한 막걸리 분말의 저장 중 pH 변화는 Fig 19 및 20과 같다. 저장온도에 관계없이 분무 건조한 분말의 초기 pH는 3.52이었으며, 30일 저장 후 3.60 수준, 50일 저장 후에는 3.55~3.62 수준으로 변화가 거의 없었다. 반면에 동결 건조한 막걸리 분말의 pH 변화는 저장온도에 따라 약간의 차이는 있으나 저장초기 4.88에서 30일 저장 후 6.1~6.3, 50일 저장 후에 6.0 수준으로 변화하였는데, 저장초기에서 30일까지는 저장온도에 관계없이 서서히 상승하다가 감소하여 저장 40일 후부터는 완만한 증가를 보여주었다. 따라서 일반적으로 막걸리는 유통직후부터 유통기간이 증가함에 따라 pH는 경시적으로 상승함은 물론이며, 발효기간이 증가한 본 실험의 결과와 비교해 볼 때 저장 30일까지는 초기 품질을 그대로 유지할 수 있을 것으로 여겨지며 실용화를 위한 상품 개발 시에는 초기품질 유지를 위한 보완 연구가 필요할 것으로 판단된다.

한편, 분무 건조와 동결 건조한 막걸리 분말의 저장 중 총산 변화는 Fig 21 및 22와 같다. Fig. 17에서 보는바와 같이 5℃저장 분무건조 막걸리 분말의 초기값은 5.73%에서 20일 저장 후 5.50%, 40일 저장 후 5.68%, 50일 저장 후 5.65%로 변화가 거의 없었으나 25℃ 저장 분말은 저장 20일째 5.43%로 감소하였다가 저장 30일째 다시 5.63% 수준으로 증가하여 변동폭이 다소 심하였으나 그 이후부터는 저장온도에 관계없이 거의 일정한 경향을 보여주었다. 마찬가지로 동결 건조한 막걸리 분말의 경우에도 저장온도에 관계없이 저장초기 0.29%에서 저장 20일 후 0.29~0.32% 수준, 40일 후 0.25~0.27% 수준, 50일 저장 후에는 0.26~0.27% 수준으로 다소 감소하는 경향을 보였으나 pH와 마찬가지로 거의 변화가 없음을 보여주었다.

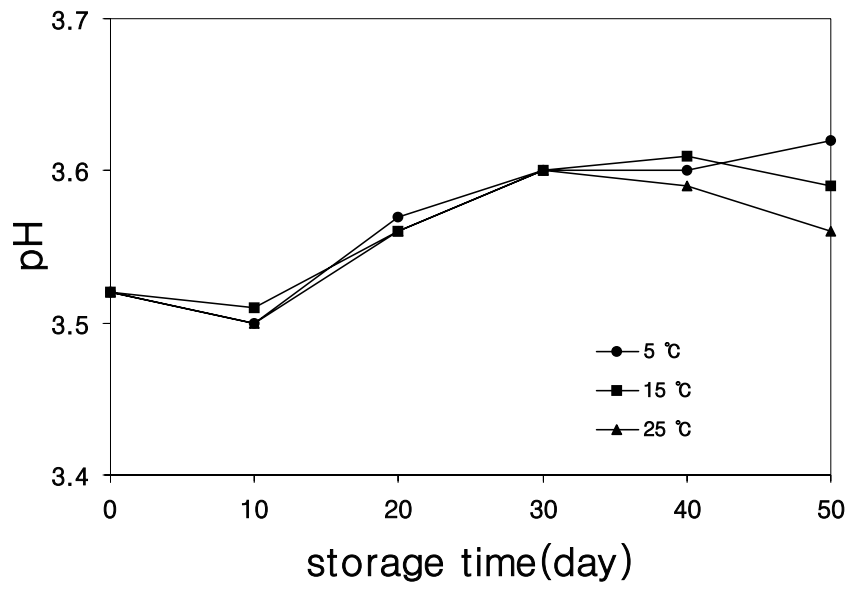


Fig. 19. Changes in pH of spray drying *Takju* powder during storage.

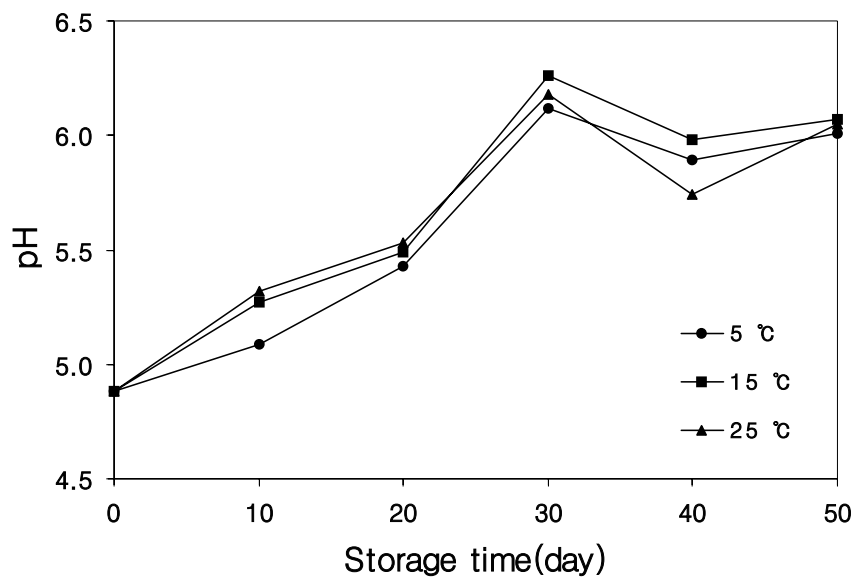


Fig. 20. Changes in pH of freeze drying *Takju* powder during storage.

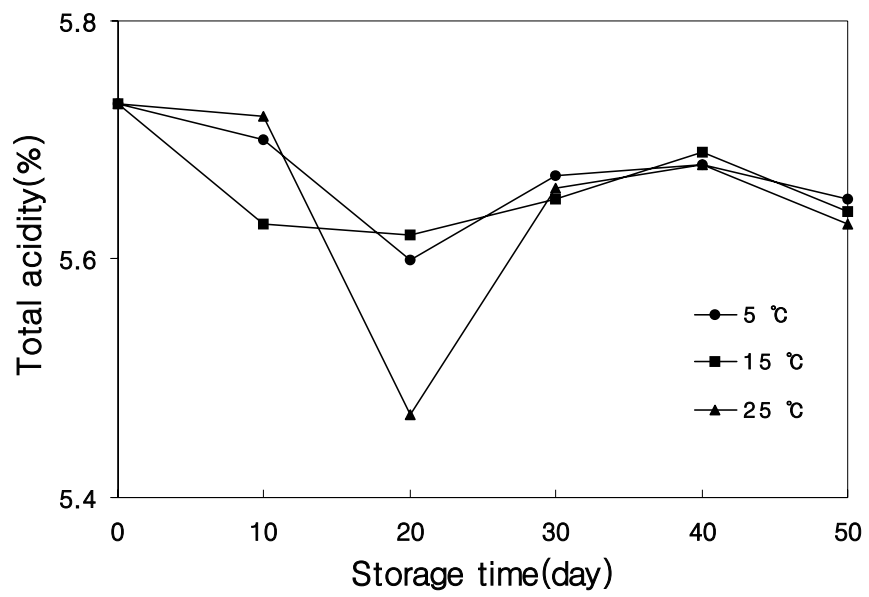


Fig. 21. Changes in total acidity of spray drying *Takju* powder during storage.

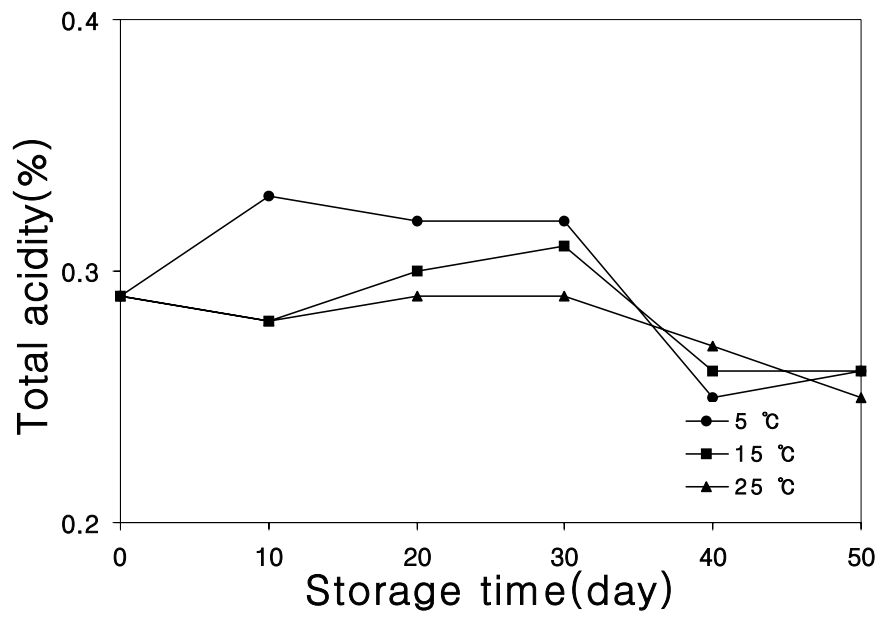


Fig. 22. Changes in total acidity of freeze drying *Takju* powder during storage.

2. 아미노태 질소 함량의 변화

분무 건조와 동결 건조한 막걸리 분말의 저장 중 아미노태 질소 함량의 변화는 Fig 23 및 24와 같다. 아미노태 질소는 막걸리의 발효기간 중 증가하는데, 이는 주원료인 쌀과 누룩 중에 함유된 단백질이 누룩이나 발효과정 중 미생물이 생산하는 acid protease와 peptidase 등의 효소 작용으로 분해되어 생성되며 탁주의 감칠맛에 영향을 준다. Fig. 23에서 보는바와 같이 분무건조한 막걸리 분말의 아미노태 질소 함량은 초기 1.19%에서 5℃ 저장 20일 후에 1.53%, 50일 후에 1.97%로 증가하였으며 저장온도에 따른 차이는 약 0.2% 수준으로 저장온도가 높을수록 다소 차이는 있으나 거의 변화는 없는 것으로 나타났다. 마찬가지로 동결건조 막걸리 분말에서도 25℃ 저장에서 초기의 경우 1.02%에서 저장기간이 10일 경과할수록 1.02%, 1.03%, 1.05%, 1.30%, 1.43% 수준으로 증가하여 저장 50일째 초기에 비하여 약 0.4% 증가 수준을 보이므로써 거의 변화가 없음을 보여 주었으며 또한, 분무건조 분말에 비해 완만한 상승값을 보이는 것이 특징적이다. 이러한 결과는 막걸리 자체의 발효기간 증가에 따른 아미노태 질소 변화속도와 비교할 때 장기간 저장하여도 초기 품질을 그대로 유지할 수 있는 효과가 있음을 알 수 있다.

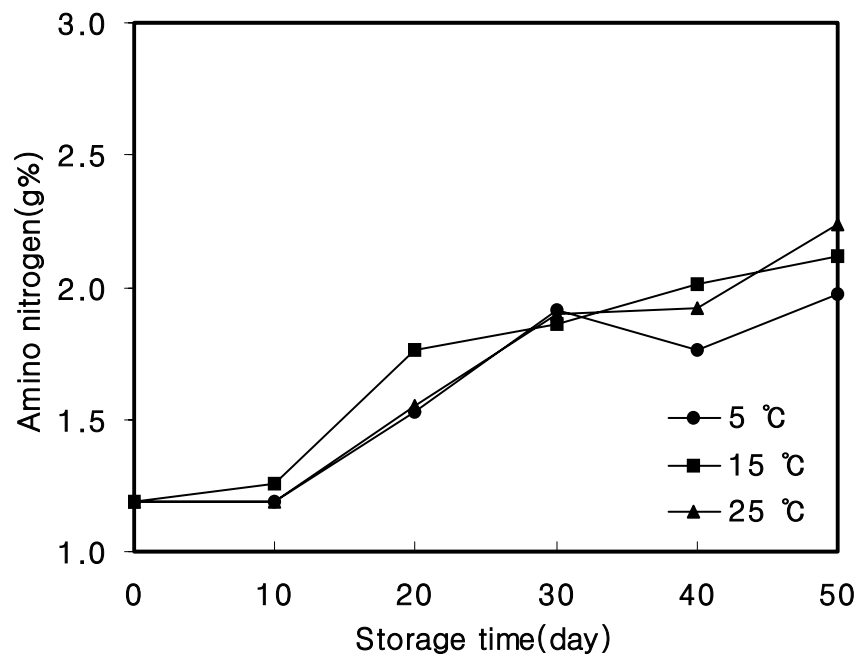


Fig. 23. Changes in amino nitrogen of spray drying *Takju* powder during storage.

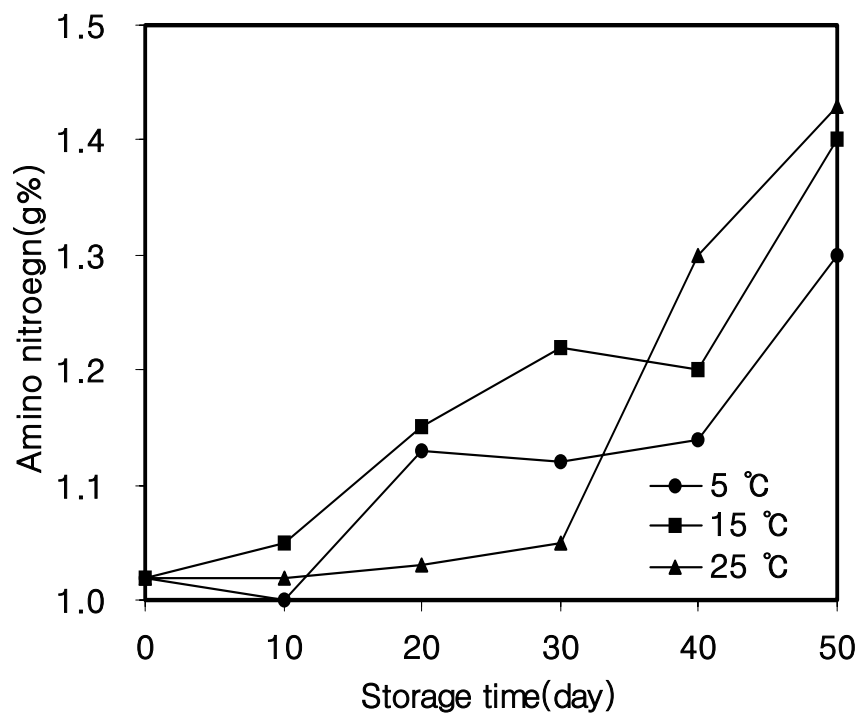


Fig. 24. Changes in amino nitrogen of freeze drying *Takju* powder during storage.

3. 수분함량의 변화

분무 건조와 동결 건조한 막걸리 분말의 저장 중 수분 함량의 변화는 Fig. 25 및 26과 같다. Fig. 25에서 보는 바와같이 분무건조 막걸리 분말의 초기 수분함량은 6.64%이었으며, 15℃, 10일 저장 후에는 6.66%, 20일 저장 후에는 7.12%, 30일 저장 후에 7.20%, 50일 저장 후에 7.24%로 큰 변화는 보이지 않았으며, 마찬가지로 5℃ 및 25℃ 저장에서 50일 저장 후에 7.24% 및 7.38%로 저장온도에 대한 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 반면에 동결건조 막걸리 분말의 경우에는 초기 수분함량은 4.86%로 분무건조 분말에 비해 낮은 값을 보여주었으나, 25℃ 저장 20일 저장 후에는 5.43%. 40일 저장 후에는 6.83%. 50일 저장 후에는 6.51%로 증가하므로써 분무건조에 비해 수분함량의 변화가 크다는 것을 보여주었다.

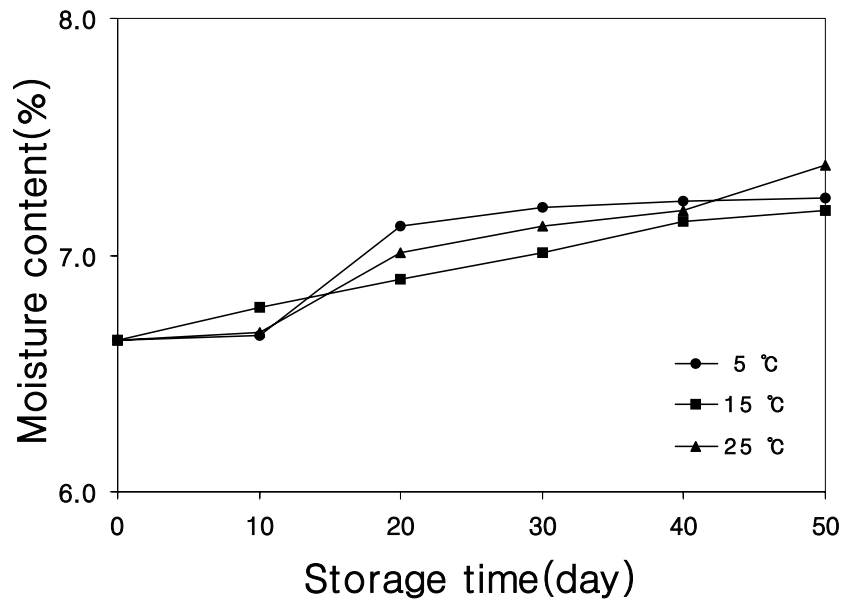


Fig. 25. Changes in moisture contents of spray drying *Takju* powder during storage.

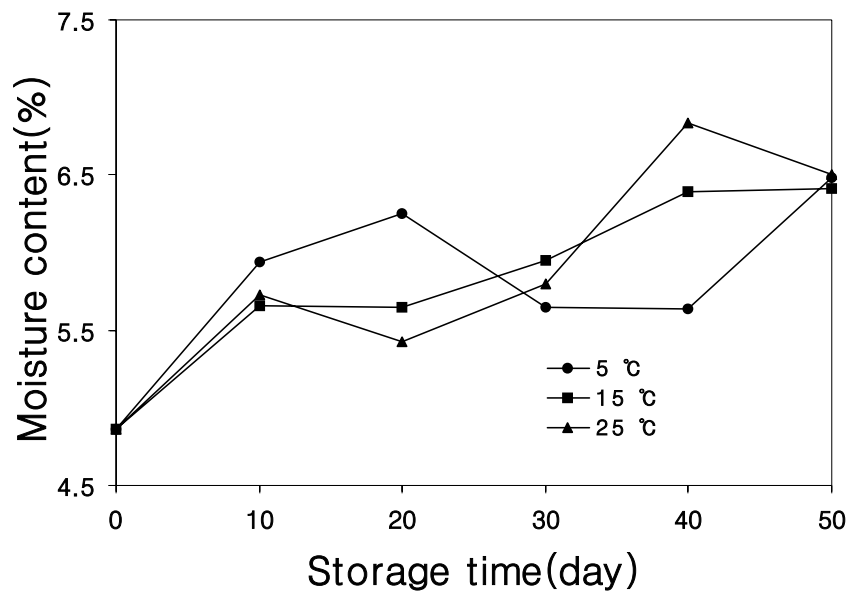


Fig. 26. Changes in moisture contents of freeze drying *Takju* powder during storage.

4. 환원당과 총당의 변화

분무 건조와 동결 건조한 막걸리 분말의 저장 중 환원당 함량의 변화는 Fig. 27 및 28과 같다. 환원당은 분무건조 막걸리 분말의 경우 5℃ 저장온도에서는 초기값이 3.98%에서 30일 저장 후에 5.34% 50일 저장 후에 5.76%로 증가하였으며, 또한 25℃ 저장 온도에서도 30일 저장 후에 5.32%, 50일 저장 후에는 6.87%로 증가하므로써 초기치에 비해 약 2배의 증가를 보여주었다. 반면에 동결 건조 막걸리 분말의 환원당은 초기값이 1.48%에서 5℃ 저장 20일 후에는 1.70%, 40일 저장 후에는 1.93%, 50일 저장 후에는 1.87%로 큰 변화는 보이지 않았으며, 25℃ 저장에서도 초기 1.48%에서 저장 10일 간격으로 1.35%, 1.40%, 1.94%, 1.66%, 1.84%로 큰 증가를 보이지 않았다.

분무건조와 동결건조 막걸리 분말의 저장 중 총당의 변화는 Fig. 29 및 30과 같다. 분무건조 막걸리 분말의 경우 5℃ 저장의 경우 초기값이 17.23%에서 저장기간이 경과할수록 증가하여, 20일 저장 후 21.23%, 50일 저장 후 26.21%로 증가하였고, 25℃ 저장의 경우는 5℃ 저장에 비해 다소 높은 값을 나타내었다. 반면에 동결건조 막걸리 분말은 초기 9.18%에서 저장 10일 후 9.09%, 20일 후 8.54 %, 30일 후 10.69%, 40일 후 12.99%, 50일 후 16.83%로 저장기간이 경과함에 따라 변화폭이 크짐을 보여주었다. 또한, 25℃ 저장에서는 저장 50일째 19.03%로 상승하므로써 저장온도에 의한 영향이 다소 있음을 보여주었다.

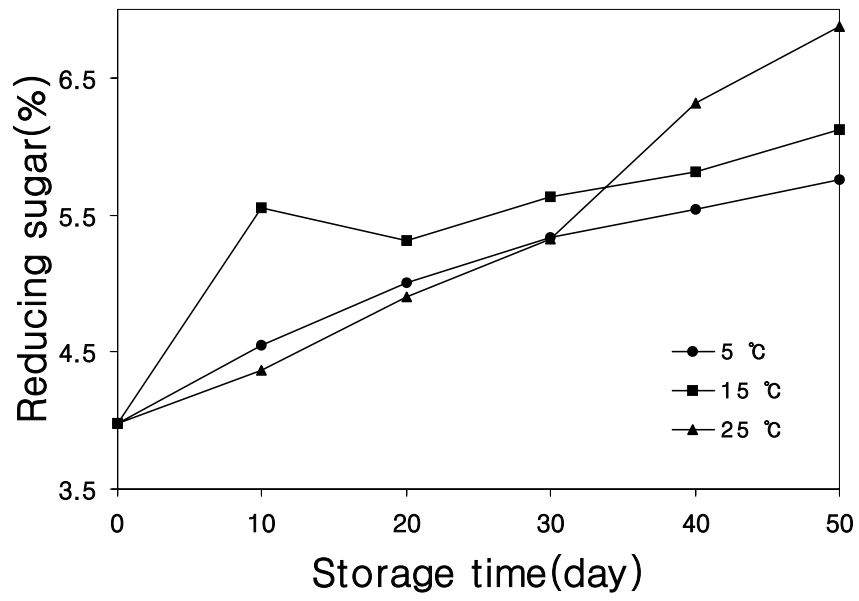


Fig. 27. Changes in reducing sugar of spray drying *Takju* powder during storage.

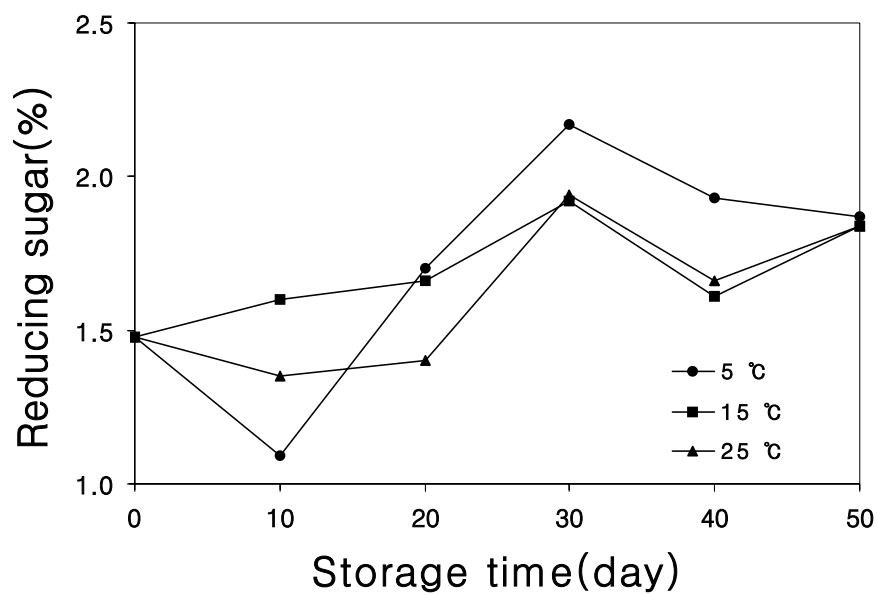


Fig. 28. Changes in reducing sugar of freeze drying *Takju* powder during storage.

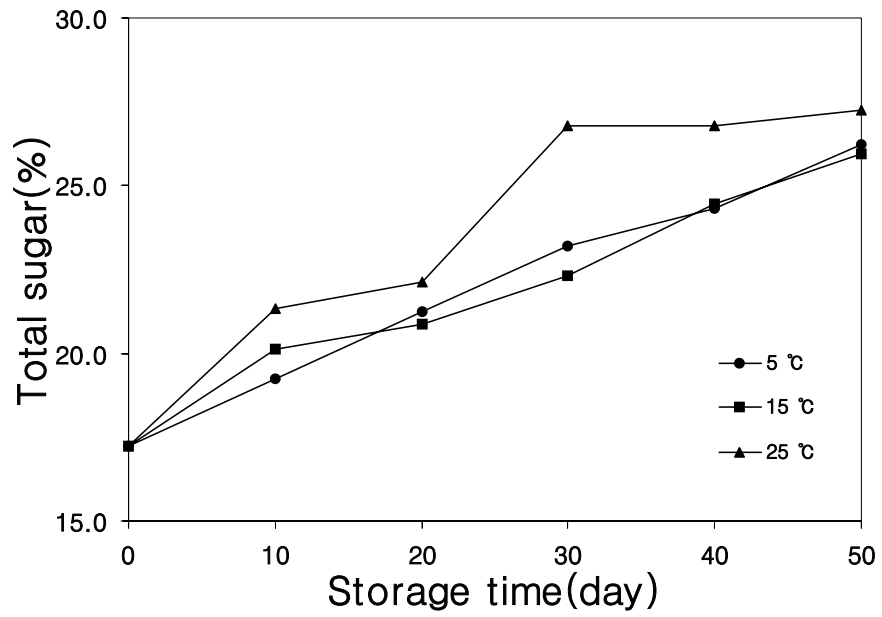


Fig. 29. Changes in total sugar of spray drying *Takju* powder during storage.

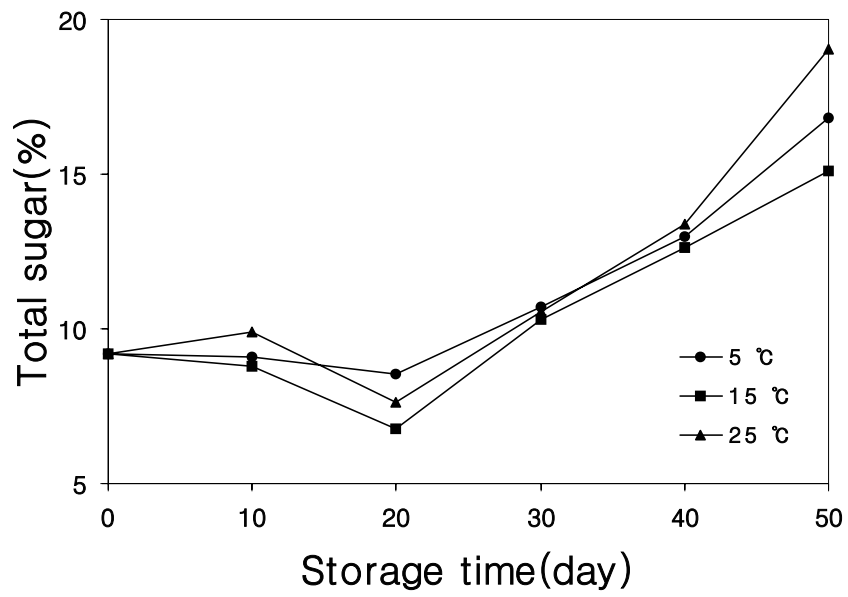


Fig. 30. Changes in total sugar of freeze drying *Takju* powder during storage.

5. 갈변도와 색차의 변화

분무 건조와 동결 건조한 막걸리 분말의 저장 중 갈변도 변화는 Fig. 31 및 32와 같다. 분무건조 막걸리 분말의 초기 갈변도는 0.10이었으며 25℃에서 20일 저장 후에는 0.27, 40일 저장 후에는 0.31, 50일 저장 후에는 0.32로 증가하는 경향을 보여주었다. 반면에 동결건조 막걸리 분말의 초기 갈변도는 0.07이었으며 25℃ 저장 20일 후에는 0.04, 40일 후에는 0.06, 50일 후에는 0.09로 미미한 증가 추세를 보이므로써 동결건조 막걸리 분말이 분무건조 막걸리 분말에 비해 저장 기간이 경과함에 따라 갈변도 변화가 적음을 알 수 있었다.

마찬가지로 막걸리 분말의 저장 중 색차 변화도 Table 23에서 보는 바와같이 분무건조 막걸리 분말의 L값은 초기 84.81에서 5℃ 저장 20일 후 87.27, 50일 후 87.33으로, 25℃ 저장 20일 후 86.65, 50일 후 87.42로 증가하므로써 저장 초기에 약간 상승하였다가 그 이후 저장기간이 경과하여도 변화가 나타나지 않았다. 반면에 동결건조 막걸리 분말의 저장 중 색도를 측정된 결과 밝기를 나타내는 L값은 저장온도에 관계없이 저장 40일까지는 거의 변화를 보이지 않아 분무건조 분말에 비해 밝은 색을 유지하는 것으로 나타났다. Hunter 색차계에서 Lab 공간에 있는 두 점간의 직선거리로 표시되는 색차(ΔE) 값을 비교해 보면 분무건조 분말은 저장 10일째 3~4 수준으로 초기 시료에 비해 약간 감지할 수 있는 정도의 차이를 보였으나 동결건조 분말은 저장 40일까지 0.5 수준으로 거의 느낄 수 없을 정도의 색차를 보여 주었다.

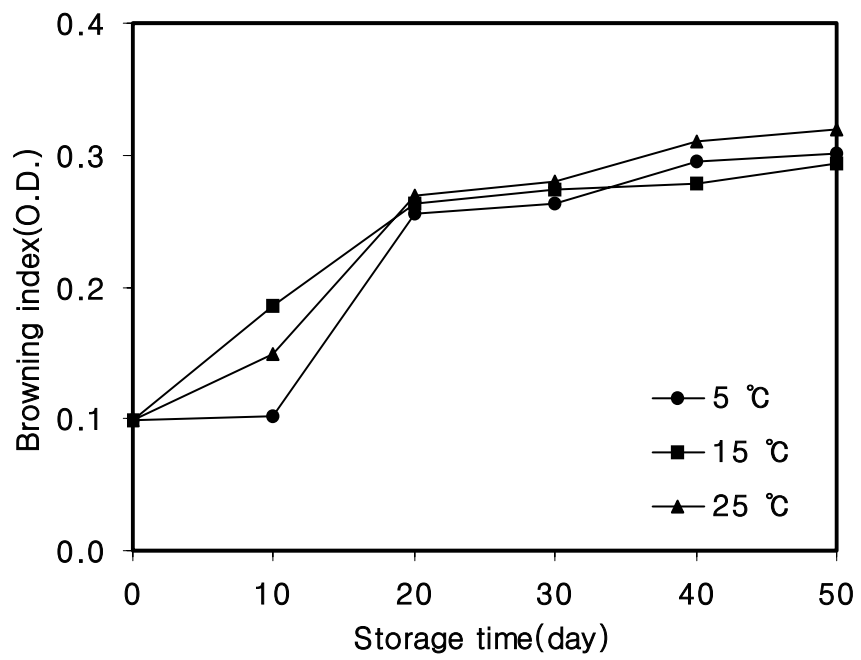


Fig. 31. Changes in browning index of spray drying *Takju* powder during storage.

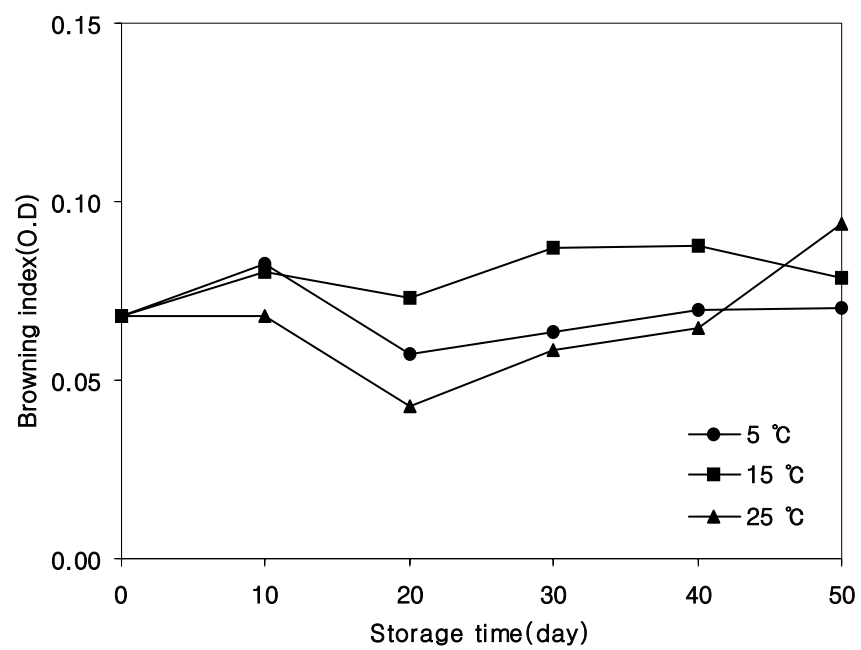


Fig. 32. Changes in browning index of freeze drying *Takju* powder during storage.

Table 23. Changes in color value of *Takju* powder during storage

Sample	Storage temperature(°C)	Storage time (day)						
		Initial	10	20	30	40	50	
SD ¹⁾	L	5°C	84.81	87.45	87.27	87.41	87.29	87.33
		15°C	84.81	88.28	87.48	87.60	87.42	87.39
		25°C	84.81	86.95	86.65	87.27	87.34	87.42
	a	5°C	1.09	-0.07	0.04	0.13	0.02	-0.08
		15°C	1.09	-0.11	0.04	0.20	0.12	-0.04
		25°C	1.09	-0.06	0.05	0.14	0.10	-0.08
	b	5°C	11.78	13.88	14.25	14.72	14.56	14.19
		15°C	11.78	13.80	14.31	14.76	14.56	14.48
		25°C	11.78	13.84	14.60	15.41	15.02	14.92
FD ²⁾	ΔE	5°C	-	3.57	3.64	4.04	3.88	3.68
		15°C	-	4.19	3.83	4.18	3.93	3.90
		25°C	-	3.19	3.52	4.49	4.23	4.25
	L	5°C	88.75	88.90	88.96	88.38	88.58	87.97
		15°C	88.75	88.28	87.95	87.35	88.33	87.34
		25°C	88.75	88.36	87.26	88.30	88.60	87.43
	a	5°C	-0.23	-0.25	-0.56	-0.51	-0.33	-0.31
		15°C	-0.23	-0.22	-0.41	-0.36	-0.35	-0.22
		25°C	-0.23	-0.31	-0.33	-0.53	-0.42	-0.25
b	5°C	12.39	12.17	12.07	12.61	12.46	12.90	
	15°C	12.39	12.48	12.81	13.40	12.70	13.05	
	25°C	12.39	12.76	13.51	12.74	12.22	13.57	
ΔE	5°C	-	0.27	0.51	0.51	0.21	0.94	
	15°C	-	0.48	0.92	1.73	0.54	1.56	
	25°C	-	0.54	1.87	0.64	0.30	1.77	

¹⁾ : Spray drying

²⁾ : Freeze drying

6. 총균수 변화

분무건조 및 동결건조 막걸리 분말의 저장 중 총균수 변화는 Fig. 33 및 34와 같다. 분무건조 막걸리 분말의 초기 균수는 1.2×10^3 CFU/g이었으며, 저장기간이 경과할수록 증가하여 5℃에서 30일 저장 후 5.1×10^4 CFU/g, 50일 저장 후 8.2×10^4 CFU/g인 반면에 25℃ 저장에서는 30일 저장 후 2.4×10^4 CFU/g, 50일 저장 후 1.4×10^5 CFU/g으로 저장온도가 증가함에 따라 다소 증가하는 경향을 보여주었다. 반면에 동결건조 막걸리 분말의 초기 균수는 분무건조 분말에 비해 약 2배 높은 1.2×10^6 CFU/g이었으며, 5℃에서 30일 저장 후 1.4×10^6 CFU/g, 50일 저장 후 1.2×10^6 CFU/g으로 거의 변화가 없었다. 또한 저장 온도 25℃에서도 30일 저장 후 9.5×10^5 CFU/g, 50일 저장 후 1.7×10^6 CFU/g으로 5℃ 저장과 비교해 볼 때 온도차에 따른 미생물 변화는 거의 나타나지 않았다.

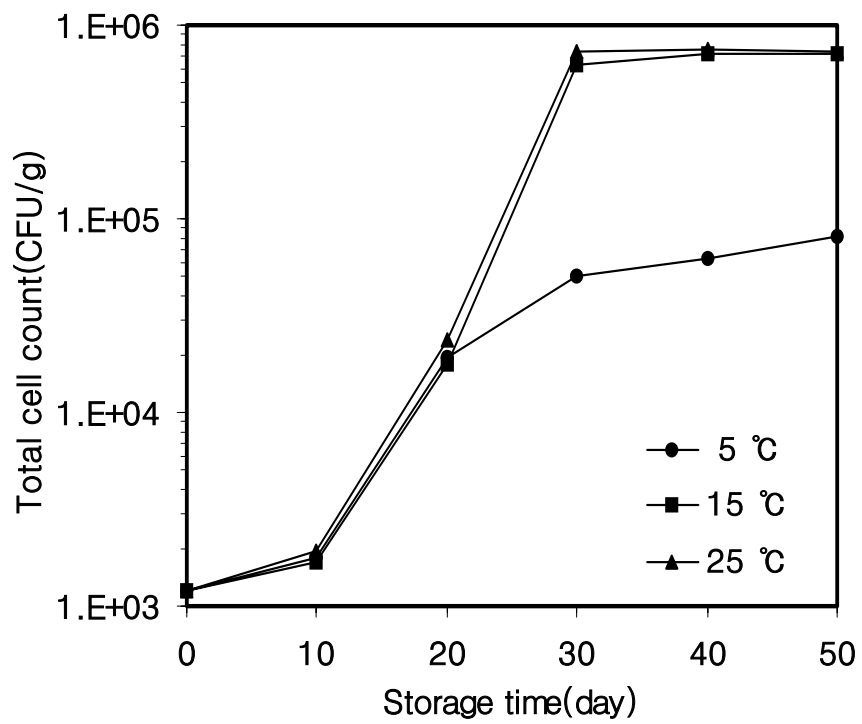


Fig. 33. Change in total cell count of spray drying *Takju* powder during storage.

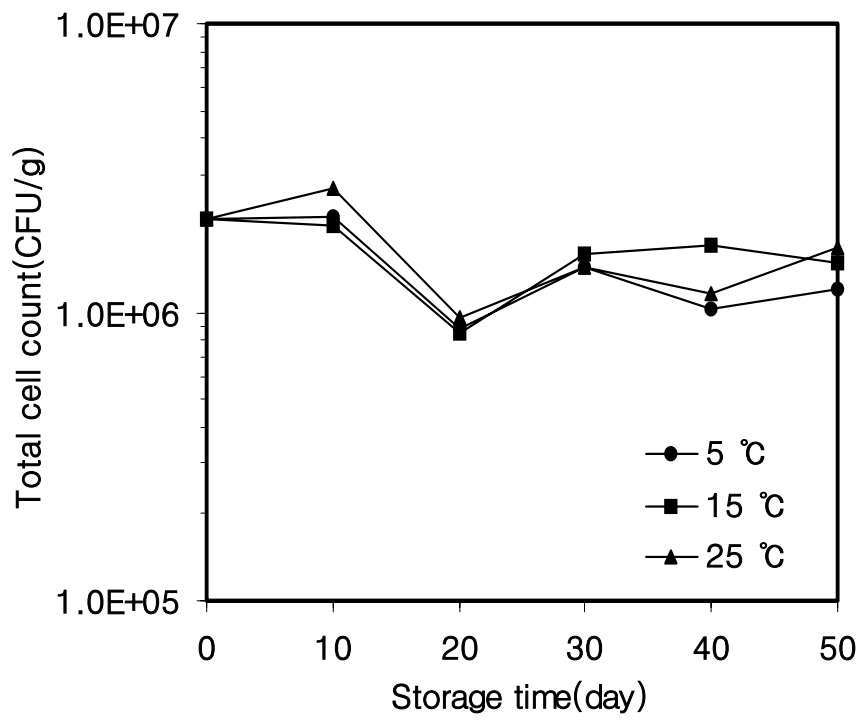


Fig. 34. Change in total cell count of freeze drying *Takju* powder during storage.

7. 유기산 함량의 변화

분무건조 및 동결건조 막걸리 분말의 저장 중 유기산 함량의 변화는 Table 24와 같다. 이미 Table 14에서 보는 바와같이 막걸리에 함유된 유기산은 citric acid, tartaric acid, malic acid, succinic acid, lactic acid, acetic acid, propionic acid 등이 있는데, 이중 주된 유기산은 lactic acid임이 확인되었으며, 마찬가지로 막걸리 분말에 있어서도 lactic acid의 함량이 다른 유기산에 비해 월등히 높았다. 분무건조 막걸리 분말에 있어 유기산의 초기함량은 3,949.97 mg/100mL으로 저장 20일 후 1,932.98 mg/100mL, 30일 후 1,582.93 mg/100mL으로 감소하였으며, 저장 50일 후에는 현저하게 감소하여 894.11 mg/100mL으로 나타났다. 유기산중 가장 높은 함량을 보인 lactic acid도 초기 2,316.30 mg/100mL에서 저장 30일 후 800.94 mg/100mL, 저장 50일 후 500.90 mg/100mL으로 감소하였다.

동결건조 막걸리 분말의 초기 유기산 함량은 5,171.39 mg/100mL로 분무건조 막걸리 분말보다 높은 값을 보여주었다. 저장기간에 따른 변화를 보면 저장 30일 후 4,511.64 mg/100mL, 저장 50일 후 4,110.26 mg/100mL으로 약간의 감소를 보여주었다. 또한, 유기산 중에서 제일 많은 함량을 차지하고 있는 lactic acid의 경우에 있어서도 초기 2,752.70 mg/100mL에서 저장 50일 후 2,253.73 mg/100mL으로 약간의 감소를 보여 분무건조에 비해 유기산 함량의 변화가 적음을 보여주었고, 저장온도에 따른 변화도 미미한 수준으로 나타났다.

Table 24. Changes in organic acid contents of *Takju* powder during storage

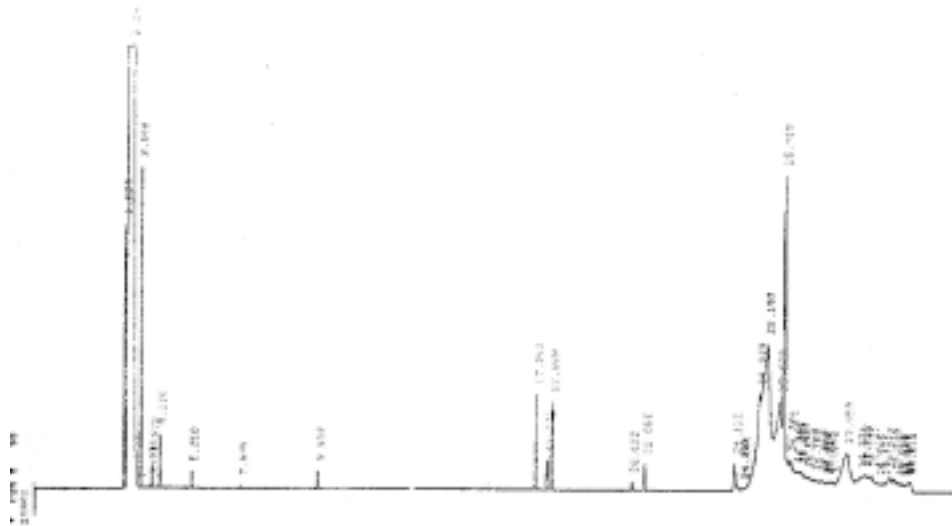
8. 향기 성분의 변화

주모를 첨가하여 담금한 발효 4일째의 멥쌀 막걸리를 분무건조 및 동결건조하여 제조한 막걸리 분말에서 GC 분석 결과로 얻어진 chromatogram은 Fig. 35와 같고, GC-MS에 의하여 동정한 향기성분은 Fig. 36, Table 25 및 26와 같이 약 20개가 분리되었으며, total peak area는 분무건조 막걸리 분말이 동결건조 막걸리 분말에 비하여 약 25% 정도 크게 나타났고 저장기간이 경과할수록 감소하였다.

즉, 분무건조 막걸리 분말의 향기성분 수는 제조 직후에는 약 10종이었으나 저장기간이 경과함에 따라 저장 10일 후에는 acetic acid 및 hydrazide가 생성되었으며 저장 50일 후에는 3-methyl-1-butanol 등 9종이 추가 검출되었고, 그 중에서도 octane, 1,3,5-cycloheptatriene, 2,7-dimethyl-undecane 등이 상대적으로 peak area가 높게 나타났으나 오히려 total peak area는 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 향기성분의 상대적 함량(면적비율, peak area%)은 저장기간에 따라 차이는 있으나 nonaldehyde, 2,6-bis(1,1-dimethyl)-4-methyl-phenol, 3,6-dihydro-3-methyl-2H-pyran-2-one, 3-methyl butanal, benzeneethanol, undecane 순으로 상대적 함량이 높아 분무건조 막걸리 분말에 있어 휘발성 향기의 주성분들로 나타났다. 또한, 막걸리에서 상대적 peak 함량이 가장 높은 ethanol은 검출되지 않았으며 nonaldehyde, 2,6-bis(1,1-dimethyl)-4-methyl-phenol, 3,6-dihydro-3-methyl-2H-pyran-2-one은 저장기간이 경과함에 따라 감소하였다.

반면에, 동결건조 막걸리 분말의 향기성분 수는 분무건조 분말과는 달리 제조 직후에 가장 많은 약 18종이 검출되었다. 저장기간이 경과함에 따라 저장 10일 후에는 2-butanol이 새로이 생성되었으나 1-propanol-1-D1 등 5종이 소멸되었고, 저장 50일 후에는 octane, formic acid 및 ethyl ester 등이 추가 소멸되므로써 total peak area는 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 향기성분의 peak area는 저장기간에 따라 차이는 있으나 2,6-bis(1,1-dimethyl)-4-methyl-phenol,

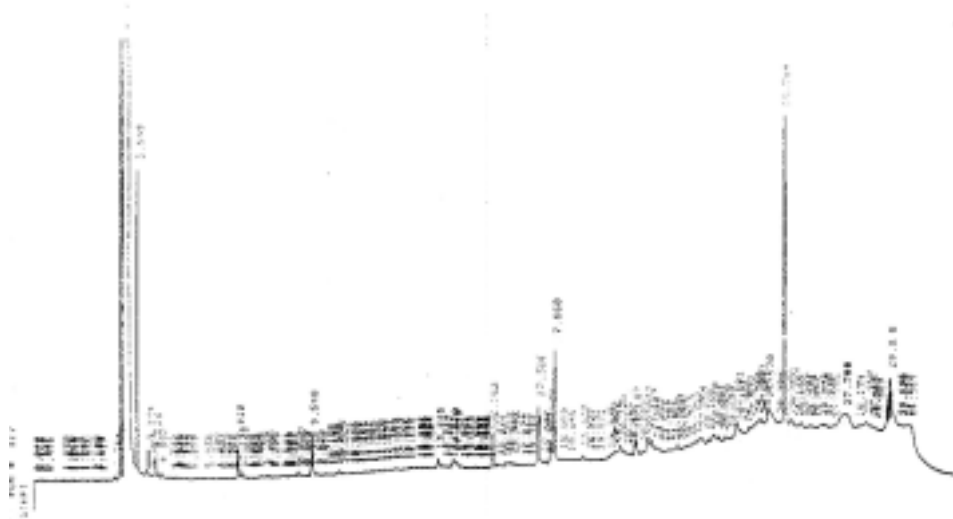
nonaldehyde, 3-methyl butanal, α -hydroxy-benzeneacetic acid 및 ethyl ester, benzeneethanol, 3,6-dihydro-3-methyl-2H-pyran-2-one 순으로 상대적 함량이 높아 동결건조 막걸리 분말에 있어 휘발성 향기의 주성분들로 나타나 분무건조 분말과는 다소 차이가 있음을 알 수 있었다.



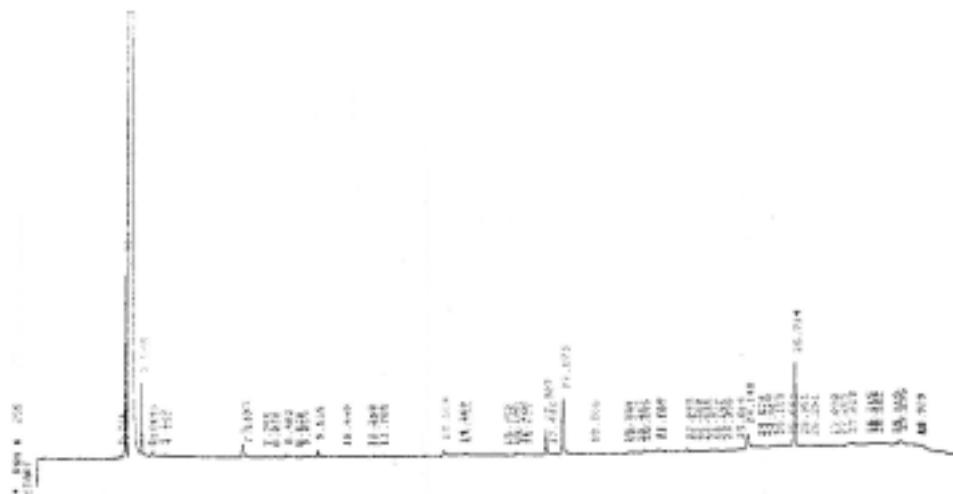
(A)



(B)



(C)



(D)

Fig. 35. Gas chromatogram of volatile flavor components in *Takju* powder by storage condition.

- A: Spray drying, initial
- B: Spray drying, after 50 days and storage at 25°C
- C: Freeze drying, initial
- D: Freeze drying, after 50 days and storage at 25°C

Fig. 36. GC/MS total ion chromatogram of volatile components in spray drying *Takju* powder after 50 days of storage at 25°C

Table 25. Volatile flavor compounds identified in spray drying *Takju* powder during storage at 25°C by GC and GC-MS

(Unit : peak area %)

Peak No.	Compound	Storage time (day)		
		Initial	10 day	50 day
2	3-methyl butanal	9.78	12.94	11.80
3	3-ethoxy-1-propene	0.68	0.33	1.02
4	3-methyl-1-butanol	1.56	3.93	2.11
5	2-butanol	-	-	0.81
6	2,3-butanediol	-	-	0.34
7	2-hydroxy-propanoic acid, ethyl ester	0.49	2.27	2.12
8	Formic acid, ethyl ester	-	-	0.50
9	1-butanol	-	-	0.55
10	Octane	-	-	4.18
11	Phenol	-	-	1.26
12	1,3,5-cycloheptatriene	-	-	3.14
13	2,7-dimethyl-undecane	-	0.33	2.49
14	Undecane	3.58	4.41	6.67
15	Benzeneethanol	4.39	10.36	14.65
16	1-propanol-1-D1	-	0.65	1.23
17	Acetic acid, hydrazide	-	2.09	2.55
18	α -hydroxy-benzeneacetic acid, ethyl ester	2.18	8.62	7.98
19	3,6-dihydro-3-methyl-2H-pyran-2-one	14.88	6.73	6.89
20	Nonaldehyde	38.80	8.68	6.14
21	2,6-bis(1,1-dimethyl)-4-methyl-phenol	23.66	38.65	23.57
Total peak area		1,982,995	1,342,939	668,452

Table 26. Volatile flavor compounds identified in freeze drying *Takju* powder during storage at 25°C by GC and GC-MS

(Unit : peak area %)

Peak No.	Compound	Storage time (day)		
		Initial	10 day	50 day
2	3-methyl butanal	12.23	16.78	14.68
3	3-ethoxy-1-propene	1.05	0.56	1.68
4	3-methyl-1-butanol	1.21	1.87	0.08
5	2-butanol	-	1.84	1.01
6	2,3-butanediol	0.06	-	0.25
7	2-hydroxy-propanoic acid, ethyl ester	2.56	2.97	2.23
8	Formic acid, ethyl ester	0.06	0.30	-
9	1-butanol	0.06	-	0.27
10	Octane	0.04	1.59	-
11	Phenol	0.03	-	-
12	1,3,5-cycloheptatriene	-	-	-
13	2,7-dimethyl-undecane	0.46	0.33	1.25
14	Undecane	3.89	6.79	7.36
15	Benzeneethanol	8.69	22.86	20.59
16	1-propanol-1-D1	1.82	-	-
17	Acetic acid, hydrazide	1.71	-	1.07
18	α -hydroxy-benzeneacetic acid, ethyl ester	9.27	8.65	9.40
19	3,6-dihydro-3-methyl-2H-pyran-2-one	6.48	1.67	2.91
20	Nonaldehyde	17.99	2.76	3.30
21	2,6-bis(1,1-dimethyl)-4-methyl-phenol	32.37	31.01	33.20
Total peak area		1,507,581	273,715	306,705

제 IV 장 요약

본 연구는 전통 막걸리를 이용한 제과·제빵용 품질 개선제를 개발함으로써 기존의 가공보존제의 품질개선(전분취 등의 이취 제거 등) 및 수입 대체에 기여함과 아울러 전통 막걸리의 활용도 증대에 이바지하고자 수행한 결과, 그 내용을 요약하면 다음과 같다.

○ 막걸리를 이용한 제빵용 품질개선제 개발을 위해 전분질 원료, 주모첨가 유무 및 발효기간에 따른 막걸리의 품질을 조사한 결과, 담금 직후 pH는 주모를 첨가하지 않은 멥쌀 막걸리의 술덧이 pH 6.16으로 가장 높았고, 주모를 첨가한 멥쌀 막걸리가 4.6으로 가장 낮았으며, 담금 4일 이후 20일까지는 모든 처리구에서 pH 3.54 수준을 유지하였다. 총산은 주모를 첨가하지 않은 멥쌀 막걸리를 제외한 처리구에서 0.40~0.54%로 크게 차이를 보이지 않았으나, 담금 2일째부터 모든 처리구에서 0.83~1.28%로 크게 증가하였고, 밀가루 막걸리가 발효 20일째에 2.35%로 가장 높게 나타났다. 유기산 총량은 담금 초기에 472.23 mg/100mL로 발효 기간이 경과함에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 가장 함량이 많은 유기산은 lactic acid이며 발효 6일째에 1,902.74 mg/100mL로 최고치를 보이다가 서서히 감소하는 경향을 보였다. 밀가루 막걸리와 주모를 첨가하지 않은 멥쌀 막걸리는 발효기간이 길어질수록 심한 산취가 느껴짐과 동시에 표면에 산막이 형성되었고, 밀가루 막걸리는 밀가루취가 강한 것으로 평가되었다. 그리고 발효기간에 따른 주모 첨가 멥쌀 막걸리를 GC-MS에 의하여 동정한 향기성분은 alcohol류, ester류 및 acid 등 39종으로, 향기성분의 수는 담금 직후에 약 30종이었으나 발효 9일째에 최대에 달하였고, 향기성분의 종류 및 peak area도 발효 4~14일까지는 발효기간이 경과함에 따라 증가하였고 그 이후부터는 감소하는 것으로 나타났다.

○ 시판하는 제빵개량제 및 발효 기간을 달리하여 제조한 주모 첨가 멥쌀 막걸리 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 관능검사 결과, 외관, 밀가루취, 발효취, 색에 관한 관능평점은 거의 차이가 없는 것으로 나타났으며, 조직감 및 종합적 기호도에서 시판 제빵 개량제를 첨가하였을 때 가장 낮은 평가를 받은 반면에 막걸리 분말을 첨가하여 제조한 식빵은 모두 양호한 점수를 받았다. 따라서 막걸리의 성분 분석 및 관능평가를 통하여 볼 때, 주모 첨가 멥쌀 막걸리를 30℃에서 4일간 발효시킨 다음 분말화하는 경우가 제빵개량제로서의 특성이 높은 것으로 판단되었다.

○ 막걸리 분말의 첨가량에 따른 dough의 pH는 첨가량이 증가할수록 pH는 감소하였으며, 1차 발효 후 dough의 volume 및 식빵의 높이, 부피, 굽기손실율은 막걸리 분말 1% 첨가까지는 양호한 값을 보였으나 1% 이상의 첨가에서는 그다지 큰 차이를 보이지 않았다. 분말 첨가에 따른 식빵 내부의 L값은 막걸리 분말의 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보여 주었다. 분무건조한 막걸리 분말 첨가량을 달리하여 제조한 식빵을 외관, 색, 밀가루취, 이취, 조직감, 맛, 종합적인 기호도에 대하여 관능검사를 실시한 결과, 식빵에서 중요한 밀가루 취와 이취는 무첨가 식빵에 비해 분말을 첨가한 식빵이 양호한 결과를 보여 막걸리 분말을 0.7~1% 첨가할 경우 식빵의 품질개선제로서 바람직한 것으로 나타났다. 또한, 분무건조 분말 첨가 식빵의 GC 분석 결과에서는 주요 향기성분이 약 23종이 분리되었으며 total peak area도 무첨가 식빵에 비하여 약 2배 정도 높게 나타났다.

○ 주모 첨가 멥쌀 막걸리를 4일 발효 후 분무 및 동결 건조한 막걸리 분말의 저장 50일 동안의 품질변화를 조사한 결과, 수분함량은 분무건조 분말이 6.64%에서 7.38%로, 동결건조 분말은 4.86%에서 6.51%로, 또한 총균수도 분무건조 분말이 초기 1.2×10^3 CFU/g에서 8.2×10^4 CFU/g으로, 동결건조 분말은 초기 2.1×10^5 CFU/g에서 1.7×10^6 CFU/g으로 큰 변화는 없었으나 환원당과 총당은

저장 기간동안 서서히 증가하는 값을 보여주었다. 색도 변화는 저장기간이 경과함에 따라 분무건조 분말은 L 및 b값이 서서히 증가한 반면, 동결건조 분말은 L값은 감소하고 b값은 증가하는 것으로 나타났다. 초기 유기산 함량은 동결건조 분말이 5,171.39 mg/100g, 분무건조 분말이 3,949.97 mg/100g으로 큰 차이를 보여주었고, 저장 기간이 경과함에 따라 분무 및 동결건조 분말 모두에서 감소하는 경향을 보여주었다. 분무 및 동결 건조한 막걸리 분말에서 GC-MS에 의하여 동정한 주요 향기성분은 약 20개로써, total peak area는 분무건조 막걸리 분말이 동결건조 막걸리 분말에 비하여 약 25% 정도 크게 나타났고 향기성분은 저장기간이 경과할수록 감소하였다.

참 고 문 헌

1. AOAC. Official methods of analysis. 15th ed. The association of official analytical chemistry. Washington D.C.(1990)
2. Bae, J. H., Woo, H. S., Choi, H. J. and Choi, C. : Qualities of Bread added with Korean Persimmon (*Diospyros kaki L. folium*) Leaf Powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **30**(5), 882~887(2001)
3. Chnorn. M, Yasuyoshi. H, Hiroshi. Kozuka, Koji. S. and Yutaka O. : Application of the Porapak Q Column Extraction Method for Tomato Flavor Volatile Analysis. *J. Agric. Food Chem.* **50**(12), 3401~3404(2002)
4. Cho, M. K. and Lee, W. J. : Preparation of High-Fiber Bread with Soybean Curd Residue and Makkolli(Rice Wine)Residue. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**(4), 632~636(1996)
5. Cho, M. K. and Lee, W. J. : Preparation of High-Fiber Bread with With Barley Flour. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**(4), 702~706(1996)
6. Cho, N. J., Kim, H. I. and Kim, S. K. : Effect of Flour Brew with *Bifidobacterium bifidum* as a Natural Bread Improver. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**(6),1275~1282(1999)
7. Choi, S. H. and Kim, Y. S. : The Sensory Properties and Flavor Components of the White Bread Added with Arrowroot juice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **34**(4), 604~609(2002)
8. Choi, S.H., Kim, O.K. and Lee, M.W. : A Study on the Gas Chromatographic Analysis of Alcohols and Organic Acids during *Takju* Fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**(3), 272~278(1992)
9. Choi, S.H.: Effect of of tannic substances from acorn on the storage quality of rice wine. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**(6). 1420~1425(1998)

10. Han, E. H., Lee, Y. S., No, B. S. and Lee, D. S : Quality characteristics in mash of Takju prepared by using different Nuruk during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**(3), 555~562(1997)
11. Hong, Y., Park, S. K. and Choi, E. H. : Flavor Characteristics of Korean Traditional Distilled Liquors Produced by the Co-culture of *Saccharomyces* and *Hansenula*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **27**(3), 236~245(1999)
12. Han, E. H., Lee, T. S., Noh, B. S. and Lee, D. S.: Quality Characteristics in Mash of *Takju* Prepared by Using Different Nuruk during Fermentation. *Korean J. Fd. Sci. Technol.*, 29(3), 555~562(1997)
13. In, H.Y., Lee, T.S., Lee, D.S. and Noh, B. S. ; Quality Characteristics of Soju Mashs Brewed by Korean Traditional Method. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27(1), 134~140(1995)
14. In, H. Y., Lee, T. S., Lee, D. S. and Noh, B. S. : Volatile Components and Fusel Oils of Sojues and Mashs Brewed by Korean Traditional Method. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**(2), 235~240(1995)
15. Jeong, Y. N., Kang, H. A. and Shin, M. G.: Quality characteristics of the Bread added Anchovy Powder. *Food Engineering Progress.*, **5**(4), 235~240(2001)
16. Jung, H. S., Noh, K. H., Go, M. K. and Song, Y. S. : Effect of Leek(*Allium tuberosum*)Powder on Physicochemical and Sensory Characteristics of Breads. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**(1), 113~117(1999)
17. Kang, M.Y.: Improvement of shelf-life of *Yakju* by membrane filtration. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**(5). 1134~1139(1998)
18. Kim, C. T., Lee, S. J., Hwang, J. K., Kim, C. J. and Ahn, B. H. : Effect of Propolis Addition on the Shelf-Life and Staling of White Bread.

Korean J. Food Sci. Technol., **29**(5), 982~986(1997)

19. Kim, E. J and Kim, S. M. : Bread Properties Utilizing Extracts of Pine Needle according to Preparation Method. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**(3), 542~547(1998)
20. Kim, J. S. and Park, S. I. : Baking Properties of Yeast Breads Containing Various Combinations of Job's-tears Flour and Wheat Flour. *J. Food Htg. Safety.*, **14**(1), 17~21(1999)
21. Kim, S.D., Kim, M.H. and Ham, S.S. : Preparation and Quality of Uncooked-Colored Wine Using Black Rice. *J. Korean, Soc. Food Sci. Nutr.*, **29**(2), 224~230(2000)
22. Kim, Y. S., Jeon, S. S. and Jung S. T. : Effects of lotus root powder on the baking quality of white bread. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, **18**(4), 413~425(2002)
23. Kim, Y.S., Kang, S.H. and Jung, J.H. : Studies on the Processing of Korea Traditional So-ju, Jindo-Hongju. I. Change in Components of Hong-ju Mash Fermented by Different Methods. *Korean J. Dietary Culture*, **6**(3), 245~249(1991)
24. Kim, J.M., Kim, Y.S., Yang, H.C. and Choi, Y.B. : Utilization of egg-shell for bread-making. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **18**, 160~166(1989)
25. Kum, J. S. : Effects of Amylose Content on Quality of Rice Bread. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**(3), 590~595(1998)
26. Lee, C.Y., Kim, T.W. and Song, C.K. : Studies on the Souring of *Hansan Sogokju*(Korean Traditional Rice Wine). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**(1), 117~121(1996)
27. Lee, D. S., Park, H. S., Kim, K., Lee, T. S. and Noh, B. S. : Determination and Multivariate Analysis of Flavor Components in the Korean Folk Sojues Using GC-MS. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**(6), 750~758(1994)

28. Lee, J. S., Lee, T. S., Park, S. O. and Noh, B. S. : Flavor Components in Mash of *Takju* Prepared by Different Raw Materials. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**(2), 316~323(1996)
29. Lee, S.A. and Park, H.D. : Effect of Ground rice Particle Size on the Brewing of Uncooked Rice *Takju*. *Korean J. Post-harvest Sci. Technol. Agrl. Products.* **2**(2). 269~276(1995)
30. Lee, S.M. and Lee, T.S.: Effect of roasted rice and defatted soybean on the quality characteristics of *Takju* during fermentation. *J. Natural Science*, SWINS, 12, 71~79(2000)
31. Lee, T. S. and Choi, J. Y. : Volatile Flavor Components in *Takju* Fermented with Glutinous Rice and Barley Rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**(3), 638~643(1998)
32. Min, Y. S. : A Study on the Product variation of Sub-material Addition on Baking. *충주대학교 논문집 제 34집 2호*(1999)
33. Park, G. S. and Lee, S. J. : Effects of Job's Tears Powder and Tea Powder on the Characteristics of Quality of Bread. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**(6), 1244~1250(1999)
34. Pierce, M. M. and Walker, C. E. : Addition of sucrose fatty acid ester emulsifiers to spongy cakes. *Cereal Chem.*, **64**:22~31(1987)
35. Ro, R. H., Kim, J. G. and Kim, S. K. : The changes of quality during preservation of *Takju*. *Bull. Tong-yeong. Fish. Jr. Coll.*, 22:1987
36. Song, J. C., Park, H. J. and Shin, W. C. : Changes of *Takju* Qualities by Addition of Cyclodextrin during the Brewing and Aging. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**(5), 896~900(1997)
37. Yi, S. Y, and Kim, C. S. : Effects of Added Yam Powders on the Quality Characteristics of Yeast Leavened Pan Breads Made from Imported Wheat Flour and Korean Wheat Flour. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **30**(1), 56~63(2001)

38. Yoo, J. Y. and Lee S.: Use of nisin for improved ethanol production during *Takju* fermentation. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **25**(2), 203~206(1997)
39. Maleki M, Noseney R. C., Mattern P. J. : Effects of loaf volume, moisture contents and protein quality on the softness and staling rate of bread. *Cereal Chem.*, 57:138~140(1980)
40. Ng, H : Factors effecting organic acid production by sour dough bacteria. *Appl. Microbiol.*, 23, 1153~1159(1972)
41. Galal, A. M., Johnson, J. A. and Varriano-Marston, E. : Lactic acid volatile(C2-C5) organic acids of Sanfrancisco sourdough french bread. *Cereal Chem.*, 55, 461~468(1977)
42. An, D. S., Woo, K. L. and Lee, D. S. : Processing of powdered Jujude Juice by Spray Drying. *J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr.*, **26**(1), 81~86(1997)
43. Kim, Y. S. : Effects of Poria cocos Powder on wet Noodle Qualities. *Agricultural Chemistry and Biotechnology*, **41**(7), 539~544(1998)
44. Lee, B. Y. and Kim, H. G. : Quality Properties of Korean Yam by Various Drying Methods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**(4), 877~882(1998)
45. 지성규 : 최신 식품첨가물 이론과 실제, 식품저널(2000)
46. 이웅규 : 제과·제빵기능사, 세문사(1993)
47. 일본빵기술연구소 : 제빵이론과 실제, p56~60(1980)
48. 제빵이론 : 한불제과제빵기술연구소, p.101(1994)