creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

工學博士 學位論文

굴 및 굴 자숙액의 효소가수분해 최적화와 Maillard 반응에 의한 굴소스 제조 및 제품의 특성

2018年 2月

釜慶大學校 大學院

食 品 工 學 科

柳 泰 鉉

工學博士 學位論文

굴 및 굴 자숙액의 효소가수분해 최적화와 Maillard 반응에 의한 굴소스 제조 및 제품의 특성

指導敎授 梁 志 榮

이 論文을 工學博士 學位論文으로 提出함.

2018年 2月

釜慶大學校 大學院

食 品 工 學 科

柳 泰 鉉

유태현의 工學博士 學位論文으로 認准함

2018年 2月

주	심	약학박사	김 영 목 ㊞
부	심	농학박사	이 양 봉 ㊞
위	원	이학박사	김 군 도 ㊞
위	원	공학박사	김 진 홍 ㊞
위	원	농학박사	양 지 영 ㊞

목 차

Abstract ····· iv

Ⅰ. 서론 ····· 1

Ⅱ. 실험재료 및 방법 ····· 7

1. 재료 ····· 7
2. 시약 ····· 7
3. 일반성분 ····· 9
4. 적정산도, 휘발성 염기질소 및 아미노태 질소 ····· 9
5. 무기질 및 중금속 ····· 9
6. 엑스분 질소, 유리아미노산 및 taste value ····· 10
7. 관능검사 ····· 10
8. 굴의 전처리 조건 ····· 11
9. 굴 및 굴 자숙 농축액의 효소가수분해 반응 ····· 11
10. 굴 가수분해물을 이용한 Maillard reaction ····· 13
11. Maillard 반응물의 갈변도 및 pyrazine 함량 측정 ····· 15
12. Maillard 반응물의 관능평가 ····· 15
13. Maillard reaction 반응물의 숙성 ····· 18
14. 시판 굴소스의 물리화학적 특성 ····· 18
15. 굴소스 제조를 위한 배합비 최적화 ····· 20
16. 굴소스 제품의 식품영약학적 특성 ····· 21
17. 통계처리 ····· 21

Ⅲ. 결과 및 고찰 ····· 23

1. 생굴 및 굴 자숙액의 일반성분 및 중금속 함량 ····· 23
2. 굴의 전처리 조건에 따른 미생물 분석 ····· 25
3. 굴 및 굴 자숙액의 가수분해 특성 ····· 28
3-1. 굴과 굴 자숙액의 가수분해도 변화 ····· 28
3-2. 가수분해시간에 따른 굴 및 굴 자숙액의 휘발성염기 질소와 pH 변화 ····· 31
3-3. 굴 및 굴 자숙액 효소가수분해물의 유리아미노산 함량 · 37
4. 굴 가수분해물을 이용한 Maillard 반응의 최적화 ····· 39
4-1. 당 종류에 따른 갈변도 및 pyrazine 함량 변화····· 39
4-2. 당 함량에 따른 갈변도 및 pyrazine 함량 변화····· 43
4-3. 반응온도에 따른 갈변도 및 pyrazine 함량 변화 ····· 45
4-4. 반응시간에 따른 갈변도 및 pyrazine 함량 변화 ····· 47
4-5. 제조된 굴 가수분해 Maillard 반응물의 관능평가 ····· 49
5. 굴 가수분해물의 숙성 pH, 산도, VBN, amino-N 변화 ····· 53
6. 시판 굴소스의 일반성분 ····· 55
7. 시판 굴소스의 점도 및 전단응력 ····· 57
8. 시판 굴소스의 중금속 ····· 62
9. 시판 굴소스의 색도 ····· 64
10. 시판 굴소스의 유리아미노산 및 taste value ····· 64
11. 시판 굴소스의 향기성분 ····· 67
12. 굴소스 시제품의 최적화 ····· 74
12-1. Prototype 1에 의한 시판 굴소스 제품과의 묘사 분석 ·· 75

12-2. Prototype 2에 의한 시판 굴소스 제품과의 묘사 분석 ·· 75
12-3. Prototype 2 굴소스 제품의 성분분석 ····· 80
Ⅳ. 요약 ····· 93
Ⅴ. 참고문헌 ····· 95

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

Proteases Optimization in Oyster and Its Cooking Drip and Processing and Characterization of Oyster Sauce Using Maillard Reaction

Tae-hyun Ryu

Department of Food Science and Technology,
Graduate School Pukyong National University,
Busan 608-737, Korea

Abstract

Oyster is called as "milk of sea" for its balanced and abundant nutritional composition, and also is abundant in taurine, glycogen and cellenium. Because of its special flavor and taste, it is used for manufacturing natural sauce. Recently, consumers have more interest in natural sauce because of their diverse preference and its special taste.

This study tried to investigate optimal condition of Maillard reaction, hydrolysis, and aging, and to characterize hydrolysate of oyster and oyster cooking drip for the manufacture of oyster sauce. For the hydrolysis, Acalase, Flavourzyme, Neutrase, and Protamex were used. The optimal

conditions for the highest enzyme activity w ere given by their manuals. Under the best condition of each enzymes, they reacted with the homogenized oyster and oyster cooking drip for 0.5, 1.0, 1.5, 2, 4, and 6 hours.

The degree of oysters' hydrolysis was 13.2±0.1%. But, in the case of using enzyme, hydrolysis degree sharply increased after 2 hours. After 8 hours, hydrolysis degree was 36.9~40.5%. Protamex showed 27.4±0.4% of hydrolysis degree in 2 hours. The degree of oyster cooking drop hydrolysis was 42.7±0.1%. The highest hydrolysis degree was 72.1±0.1% in case of using protamex. In the case of oyster, it had a similar tendency of all enzymes. Otherwise, the hydrolysate of oyster cooking drip had a difference among the enzymes.

For the optimization of Maillard reaction condition for manufacturing natural seasoning using oyster and oyster-cooking drip hydrolysate, it was judged by browning degree and pyrazine contents which were flavor components occurred at food process of heat treatment. Hydrolysate and sugar reacted according primarily to type of sugar - glucose, xylose and fructose. Xylose was selected as the best sugar of browning reaction. In the case of sugar contents, the content of 1% xylose was selected as appropriate condition. According to the reaction with different temperature from 60 to 120℃, browning degree and pyrazine contents had increased as temperature went high over 60℃, but at 120℃, the reactant produced nasty smell. As a result, reaction at 100℃ was the best condition for the

browning. And in accordance with different reaction time, after 6 hours, there was no change in pyrazine contents and browning degree. Therefore, to manufacture natural seasoning source, it was optimal to react oyster and oyster-cooking drip hydrolysate with xylose for Maillard reaction at 100℃ for 6 hours with hydrolysate of oyster and oyster cooking drip.

There was standardization of aging using a selected *Leuconostoc mesenteroides* and *Saccharomyces cerevisiae*. It was added to a variety spice and seasoning based on the aging solution, and then oyster sauce of prototype 2 was produced. Prototype 2 was evaluated as general composition and sensory test. Through the sensory test, it was evaluated the same as commercial oyster sauce. Also, tar color and preservatives were not detected. It can be a foo product to replace imported oyster sauce.

Ⅰ. 서 론

굴은 이미패류에 속하는 것으로 식용종인 것은 참굴 혹은 굴조개 라고도 하고, 한자어로는 모려(牡蠣) 혹은 석화(石花)로도 불리운다. 우리나라에서 뿐만이 아니라 일본, 미국, 중국, 호주, 프랑스 등의 세계 각국에 분포하고 있는 수산물의 한 종류이다. 굴은 완전식품인 우유와 비교되어 바다에서 생성되는 우유라고 불리울 만큼 영양분을 균형있게 함유하고 있는 식품으로 영양적인 면에서 우유와 많이 닮아 있다. 특히, 그 영양성은 가식부 100 g에 대하여 단백질이 9.2 g, 지방 2.6 g 이고, 무기질인 칼슘 75 mg, 인 115 mg, 철 1.3 mg이 포함되어 있다(National Fisheries Research and Development Institute. 2012.). 또한 굴에는 마그네슘의 함량이 매우 높아 100 g 당 70 mg으로 계란의 마그네슘의 함량 보다 7배나 높은 수치를 가지고 있다. 마그네슘은 신체 내에서 방어능력과 관계가 있는 항체의 생성에 관여하고, 신경흥분을 억제할 뿐만 아니라 핵산의 구조를 안정화 시키는 역할을 하고 있다. 그 외에도 굴은 영양학적으로 타우린을 함유하고 있어, 시력회복, 당뇨병 예방, 콜레스테롤 저하 효과가 있고, 셀레늄을 포함하고 있어 세포기능 활성화에 도움을 주기도 한다. 또한 수산물들 중에서는 정력 성분인 아연이 가장 많이 포함되어 있다(Chung et al, 2006a ; Chung et al., 2006b ; Qian et al., 2008 ; Yoon et al., 1986). 또한 다른 패류에 비하여 조직이 부드러워, 단백질 및 기타 영양분의 소화 흡수율이 높다.

굴은 우리나라 전 해안에 분포되어 생산되고 있으며, 예부터 이름난 굴 산지는 함경북도의 황어포, 함경남도의 영흥만, 경상남도의 낙동강하구, 전라남도의 광양만, 해창만, 영산강 하구, 황해도의 용호도, 평안북도의 압록강 하구 등 이었다. 하지만 현재는 무분별한 갯벌파괴 및 간척사업으로 인해 굴 규모의 축소되었으며 청정해역인 통영 부근 및 여수 가막만에서 그 대부분이 생산되고 있다. 우리나라에 서식하

고 있는 굴은 대개 9종으로서 대표적으로 토굴(*Ostrea denselamellosa L.*), 태생굴(*Ostrea circumpicta P.*), 가시 굴(*Saccostrea echinata (Quoy et Gaimard)*), 참 굴(*Crassostrea gigas(Thunberg)*), 긴 굴 *Crassostrea gigas elongata(Thunberg)*), 갓 굴(*Crassostrea ariakensis(Wakiya)*) 등이 있다. 토굴은 수심 10 m 정도의 돌이나 바위에 붙어사는 둥근 모양을 한 대형종으로 껍질은 매우 두껍고 소나무 껍질 모양을 하고 안쪽은 순백색이다. 크기는 8~16 cm 정도이며 맛이 뛰어나다. 태생 굴은 조간대는 바위에 붙어살며, 원판형에 가깝고 껍질은 소나무 껍질 같다. 껍질안의 색은 어두운 자갈색이다. 크기는 각장 3 cm, 7 cm 정도이다. 가시 굴은 조간대 간조선 부근의 바위에 군생하며 둥글거나 사각형에 가깝다. 흑자색의 작은 돌기가 많고 소형으로 상업적 가치가 적은 토종 굴이다. 크기는 각장과 각고 모두 3 cm 정도이다. 패총에서 출토되는 굴 껍질의 대부분이 이것이다.

우리나라 굴은 겨울철에 생산량이 많고, 그 대부분이 생굴로서 이용되고 있으나 생굴 이외는 냉동품, 자건품, 염장품 및 통조림 등으로 가공되고 있다. 주요 굴 가공품은 통조림으로서 미국, 캐나다, 호주 등 선진국에서 매우 인기가 있는 주요 식품이다. 특히 수산물을 날것으로 먹는 습관이 없는 서양에서도 굴만은 예외적으로 날 것을 즐겨 섭취하고 있다. 굴은 우리나라 선사시대 유적인 조개무지에서도 많이 출토되었고, 「신증동국여지승람」의 기록에서 나타나듯이 강원도를 제외한 7도의 토산물로 기록이 되어 있다. 또한 「전어지」, 「자산어보」등에서도 그 형태에 관한 기록들이 나와 그 역사를 알 수 있다. 양식 굴은 1960 년대 들어 남해연안의 수심처를 수하식 굴양식어장으로 개발하면서부터 양식부분 1위로 부상 되었고 산업화로 전환되면서 어장이 확장되고 생산량이 크게 증가하면서 중요한 수출품이 되었다. 자연산 굴 뿐만이 아니라 양식산 굴은 칼슘, 철분 등과 같은 조혈성분이 풍부하여 어린이 발육과 허약 체질에 좋고, 저칼로리 식품으로 비만을 막아주며, 글리코겐, 타우린 및 비타민류가 많아 심장병, 고혈압, 변비, 당

뇨병 등을 예방하는 기능이 있어 영양 및 건강 기능성이 우수한 식품 중의 하나이다. 이러한 굴의 소비 형태는 비 산란기의 경우 고가의 생굴로, 그리고 산란기의 경우 생굴로 식용이 곤란하므로 냉동 공정을 거치는 냉동품, 자숙과 건조공정을 거치는 통조림 등으로 가공되어 생산·수출되고 있다. 우리나라 굴 생산량은 2006년 27만 9천 여톤(물량기준), 1천 4백억원(금액기준)으로 생산되었으며, 이중에서 양식 생산량은 25만 톤으로 전체 굴 생산량의 90%를 차지하고 있다. 현재 우리나라 굴 생산량은 각부 굴 기준으로 연간 35 여만톤 내외에 이르고 있으며, 굴 생산량의 50% 이상의 것이 굴 가공품으로서 굴 통조림이나 건굴 또는 개체동결품(IQF)의 형태로 생산되어 해외에 수출되어져 왔다. 우리나라가 굴을 수출하여 수익은 2000년을 기준으로 하여 13,000만 달러로서 수출 중인 수산물 품목 중 2위를 차지하고 있으며, 대표적인 수출 품목으로 자리매김하고 있었다. 하지만, 2003년부터 수출량이 감소하기 시작하였고, 2005년에 이르러서는 수출량이 50% 이상 급감하였다. 그리고 현재에도 감소 추세에 머무르고 있다. 지난 10년간의 우리나라 굴 수출량을 제품별로 살펴보면 냉동굴이 50 ~ 55%로 가장 많고, 통조림이 20 ~ 30 %, 생굴 및 냉장품이 15 ~ 20%, 그리고 건 굴이 4 ~ 6%를 차지하고 있다. 이중 굴 통조림의 경우, 중국산 제품의 세계시장 잠식으로 인해 굴 가공제품 중에서 그 수출량이 가장 많이 감소하였다. 우리나라의 굴을 주로 수입하는 국가로는 일본과 미국으로서 우리나라에서 생산되는 굴 및 굴 가공품의 73%를 수입, 소비하고 있다. 그러나 최근에는 굴 최대 수입국인 미국과 일본에서 소비하는 굴의 양이 줄어들고 있고, 세균 검출 등을 이유로 국내산 굴과 굴 가공품을 거의 수입하지 않고 있으며 앞서 언급한 대로 중국산 제품이 굴 수입 시장에 높은 비율을 차지하게 됨에 따라 우리나라의 수출량이 줄어들었다. 이에 더하여 2012년에 있었던 굴에서의 Norovirus 검출과 FDA 권고사항의 미이행에 따른 제재 조치 및 수출 중단 등의 요인에 의해 생굴이나 냉동굴 가공품의 잉여생산량과 재고량이 더욱 증가되었다. 대체로 굴 가공품들은 대개 비만도가 좋은 봄철에

생산되는 굴을 이용하고 있으며 봄철이후의 굴은 선도관리상의 문제 등으로 상품 수명이 짧아 생굴로서 유통에 어려움이 있으나 유통 과정 산지에서 선도유지를 위한 완전한 포장공급과 소비자는 구입보관과정 세심한 선도유지 요령을 잘 인지해야 만이 신선한 굴의 진미를 맛볼 수 있다. 굴을 통조림 등과 같은 여러 가지 가공품으로 제조하기 위해서는 우선적으로 자숙처리가 동반되어야 하고, 굴을 자숙 처리하는 과정 중에 부산물로 얻어지는 자숙액에는 taurine, 단백질 및 글리코겐과 같은 유용 영양성분, glutamic acid와 같은 맛 성분 및 건강 기능성 성분이 다량 함유되어 있어 적절히 처리하는 경우 식품소재로 활용 가능성이 있다. 하지만 이러한 자숙액은 근년 대부분이 효율적으로 이용되지 못하고 폐기되고 있는 실정이다. 앞서 언급한대로 일시 다획성 이면서 전체 생산량의 1/3을 차지하는 수출용 굴통조림용 가공굴을 처리 할 수 있는 방안이 묘연한 상황이며 또한 국내에선 최근 문제가 된 식중독의 원인인 노로바이러스(norovirus)가 생굴에서도 검출이 되어 생굴에 관련한 국내외의 소비여건이 매우 좋지 않은 상황이다. 그리고 신선굴의 경우에는 유통 기한 및 신선도 문제로 인해 주로 산지 주변에 내수용이 주를 이루고 있기 때문에 신선굴의 유통보다는 굴 가공품의 생산이 증가되어 질 것으로 예상이 되고, 수출용을 주로 하는 굴 가공품의 생산량은 증가할 추세이다. 이러한 이유로 굴 가공품 생산에 따른 부산물의 양도 증가할 것으로 보인다.

굴은 또한 굴소스의 제조에 사용되어 진다. 굴소스(oyster sauce)는 굴 엑기스나 굴 가수분해물에 전분과 당을 첨가하고 각종 맛을 낼 수 있는 향신 소재를 혼합하여 가열 조리하여 만드는 것이다. 굴 특유의 향미와 영양성분을 함유하면서 다양한 요리에 사용되어지는 조리용 기본 소스로서 다양한 요리에 사용되고 있고, 특히 중화 식품에 자주 사용되어 중화요리의 필수 기본 조미료라고도 한다. 굴소스의 상업적 제품은 1888년 홍콩의 이금기社에 의해 개발되어서 중국은 물론 전세계의 시장에 공급되고 있다. 1980년대 이후에는 전세계의 여러 다양한 식품회사에서 새로운 굴소스가 개발되고, 상품화가 이루어져 왔으나 아직까지도 이금

기社의 굴소스 제품이 시장을 독점적으로 시장 우위를 지키고 있는 것으로 평가되고 있다. 우리나라도 앞서 언급한대로 굴 양식 생산국으로 대표적으로 굴 제품을 수출하는 국가이지만 굴과 굴 가공품 생산 부산물을 이용하여 부가가치를 지니는 굴소스 제품은 개발하고 상품화하지는 못하고 있지만 이를 이용하여 고부가가치의 제품을 생산하고자 하는 노력은 많이 있었다. 수산물 단백질을 효소를 이용하여 생성한 가수분해물의 경우, 기능적 특성을 개선시키거나 향상시킨다는 장점을 가진다. 단백질의 기능성을 결정하는 물리화학적 특징들은 단백질을 구성하는 펩티드와 단백질의 크기, 아미노산의 조성 및 아미노산의 결합서열 혹은 다른 물질과의 반응 등이 있다(Damodara, 1996). 그리고 단백질의 효소가수분해물은 다양한 사이즈의 펩티드로 분해되어지고, 각각의 펩티드는 특징적인 생리활성을 가지게 된다. 이러한 단백질 효소가수분해물은 일부 어류 외에도 굴과 같은 패류에서 분리된 것이 존재한다. 분리된 가수분해물은 원래의 단백질과는 다른 특성을 지니게 된다(Adler-Nissen, 1979 ; Umayaparvathi et al. 2014). 하지만 굴뿐만이 아니라 수산물을 가공식품으로 만드는 과정에서 많은 부산물이 발생하게 되고, 이 때 발생하는 부산물은 향미와 영양성분을 다량 포함하고 있다. 이러한 수산물 가공 부산물은 계속하여 증가하는 추세에 있으며, 이를 통한 다양한 사용방법이 필요해지고 있다(Rustad, 2003 ; Shiau and Chai, 1990). 조미료를 제조하는 방법으로는 열수추출법, 가수분해법 및 효소분해법 등이 있다(Kim, 1982). 이 중에서 열수추출법이 가장 일반적인 방법인데 수율이 극히 낮기 때문에 수율향상을 위해 단백질 분해효소가 이용되고 있다(Hale et al., 1969). 수산물가공 폐수에서 단백질을 회수하여 효소 가수분해에 의한 조미소재 개발에 관한 연구를 보고한 바 있고, 노계육을 효소로 가수분해하여 얻은 정미성분에 대하여 보고한 바 있다(일본식품공업학회지, 1976). 그러나 수산물의 효소에 의한 조미소재의 개발이나 단백질 분해효소의 이용에 의한 연구는 극히 미비한 실정이다.

본 연구는 굴과 굴 자숙액을 이용하여 중화조미소스를 제조하기 위하여 효소가수분해 및 마이얄 반응의 조건을 최적화하였다. 반응물을 숙성하여 이를 주원료로 최적의 배합비를 구성하여 제조한 굴소스의 특성을 파악하고자 하였다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 재료

생굴은 경남 거제 소재의 대일수산(주)에서 구입하여 빙장 상태에서 이동하였고, 한번에 사용할 양으로 일정량씩 포장한 후 -25℃ 냉동고 에 보관하여 두고 실험에 사용하였다. 양식한 굴은 (주)바다수산에서 선도가 양호한 것을 구입하여 시료가 직접 얼음에 닿지 않도록 얼음에 채운 후 아이스박스를 이용하여 운반하였고, -70℃ 동결고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

굴 자숙액은 경남 삼덕에 소재한 삼덕수산(주)의 굴 자숙액을 구입하여 4℃ 냉장고에 보관하면서, 실험에 사용하였다.

2. 시약

굴과 굴 자숙농축액을 효소 추출 및 가수분해 시키기 위하여 사용한 상업적 효소 (Alcalase 2.4 L FG, 이후 Alcalase로 명명; Flavourzyme 500 MG, 이후 Flavourzyme으로 명명; Neutrase 0.8 L, 이후 Neutrase로 명명; Protamex 1.5 MG, 이후 Protamex로 명명)는 Novozymes Co. (Novonordisk Bioindustrials, Inc., Denmark)에서 구입하였으며, 구입 회사에서 제시한 이 효소들의 최적 활성 조건 및 유래는 Table 1과 같았다.

Table 1. Optimal condition for commercial enzymes

Enzyme	Optimal conditions		Manufacture Origin
	Temp. (℃)	pH	
Alcalase 2.4 L FG	55~70	6.5~8.5	*Bacillus licheniformis*
Flavourzyme 500 MG	50	7.0	*Aspergillus oryzae*
Neutrase 0.8 L	45~55	6.0	*Bacillus amyloliiensquefaciens*
Protamex 1.5 MG	40	6.0~7.0	*Bacillus* sp.

3. 일반성분

일반성분 분석은 AOAC (2015)법과 Lee and Kim (2008)의 방법을 응용하여 분석하였다. 수분은 105℃에서 상압가열 건조법을 통해 분석하였고, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법 및 조회분은 습식회화법으로 각각 측정하였다. 그리고 pH는 pH meter (PP-15, Satorius, Germany)를 사용하여 측정하였고, 염도는 Mohr법으로 측정하였으며, 당도는 굴절당도계 (PAL-1, Atago Co., Japan)을 이용하여 측정하였다.

4. 적정산도, 휘발성 염기질소 및 아미노태 질소

적정산도는 pH를 측정한 시료에 0.1 N 수산화나트륨 용액을 가하여 pH 8.3이 될 때까지 적정한 mL수로 표시하였다. 휘발성 염기질소(volatile basic nitrogen, VBN)는 Conway unit를 이용하는 미량확산 (micro-diffusion) 측정하였고, 아미노태질소 (NH_2 -N)함량 분석은 Formo(Sorensen, 1907)측정법으로 측정하였다.

5. 무기질 및 중금속

무기질 및 중금속의 함량은 Kang et al.(2007)의 방법을 응용하여 실험을 행하였다. 수은을 제외한 중금속 및 무기질은 Tsutagawa 등의 방법에 따라 시료를 질산으로 습식분해한 후, ICP (inductively coupled plasma spectrophotometer, Optima 5300DV, Perkin Elmer, England)로 분석하여, 정량하였다.

수은은 시료를 동결건조한 다음 이를 수은 자동 분석기를 이용한 gold amalgamation method로 분석하였다.

6. 엑스분 질소, 유리 아미노산 및 taste value

엑스분 질소, 유리 아미노산 및 taste value는 Oh et al.(2007)와 Kang et al.(2007)의 방법을 응용하여 사용하였다. 엑스분 질소 및 유리아미노산을 분석하기 위한 시료는 일정량의 시료에 20% TCA (trichloroacetic acid)를 동량 가하여 교반 (10분) 및 원심분리 (3,000 rpm, 10분)한 다음 상층액 중 일부를 분액 깔때기에 취한 후, 에테르로 TCA 제거 공정을 4회 반복하고 농축하여 제조하였다.

엑스분 질소는 전처리한 시료를 물로 정용 (25 mL)한 다음 semimicro Kjeldahl법으로 측정한 질소량으로 나타내었고, 유리아미노산은 전처리한 시료를 아미노산 자동분석기(Biochrom 30, Biochrom, England)로 분석 및 정량하였다.

굴소스의 정량적인 맛 성분 확인을 위하여 각각의 유리 아미노산을 측정하여 맛에 관여하는 유리아미노산의 함량을 정량했으며, 이를 맛의 역치를 고려하여 taste value로 환산하여 맛 강도를 측정하였다.

7. 관능검사

관능검사는 향에 대하여 잘 훈련된 10인의 관능검사요원으로 구성하여 Maillard 반응 전의 시료의 향을 기준점인 4점으로 하고, 반응액이 이보다 우수한 경우 4~5점으로, 이보다 열악한 경우 1~2점으로 하는 5점 척도법으로 평가하여 평균값으로 나타내었다.

본 실험에서 얻어진 데이터의 표준편차 및 유의성 검정 (5% 유의수준)은 SPSS 통계 패키지에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중위 검정을 실시하였다.

8. 굴의 전처리 조건

생굴을 수도수, 살균수 (염분)로 각각 세정한 후 비닐봉지에 넣어 4℃에 저장하면서 일반세균과 대장균군의 변화를 살펴보았다. 일반세균과 대장균군은 식품공전에서 명시된 건조필름법을 이용하여 측정하였다. 건조 필름은 3M사의 것을 이용하여 분석하였고, 일반세균을 위한 건조 필름은 3M Petrifilm Aerobic Count를 이용하였고, 대장균군을 위한 건조 필름은 3M Petrifilm Coliform을 사용하였다.

9. 굴 및 굴 자숙 농축액의 효소가수분해 반응

생굴의 경우에는 효소 가수분해 반응을 위하여 원료 굴을 해동한 다음 해동된 굴에 동량의 증류수를 가하고 homogenizing 하여 준비를 하였고, 자숙액은 구입한 상태 그대로를 이용하였다. 굴 및 굴 자숙농축액의 함량에 대하여 1%에 해당하는 4종의 상업적 효소 (Alcalase, Flavourzyme, Neutrase 및 Protamex)를 제조사에서 제시한 최적 온도와 pH로 조정한 다음 shaking incubator에서 일정시간 (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 4.0, 6.0 시간)동안 효소 가수분해 반응시켰다. 이어서 효소가수분해물의 실활을 위하여 열탕에서 10분간 처리한 후 방냉하였고, 원심분리 (1,000 × g, 20 min) 및 여과하여 굴 및 굴 자숙액의 효소가수분해물을 제조하였다. 이상에서 언급한 굴 효소 추출물의 제조방법은 Fig. 1과 같다.

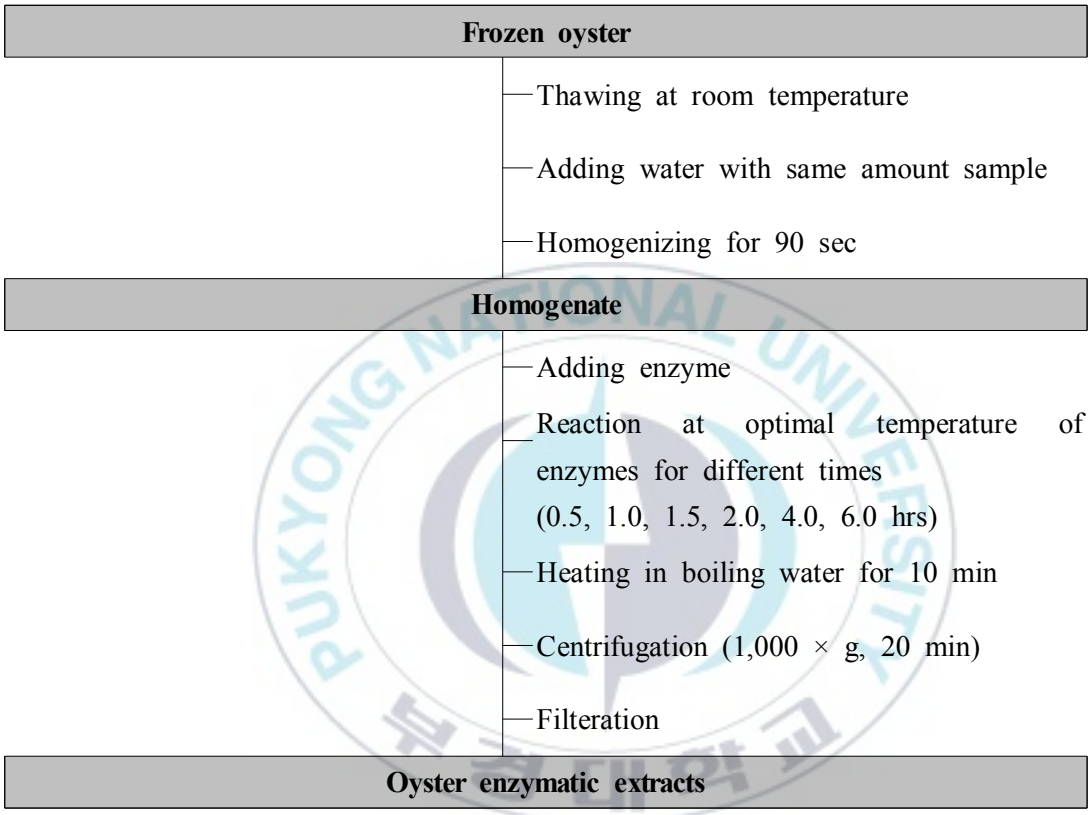

Fig. 1. The method for manufacturing of oyster enzymatic extracts.

위의 방법에 따라 제조된 가수분해물의 가수분해도는 Heu et al.(2007)의 방법에 따라 TCA (trichloroacetic acid) soluble index를 측정하였다. TCA soluble index 측정을 위한 시료는 굴 및 굴 자숙액 유래 효소가수분해물에 동량의 부피 비율로 20% TCA (w/v)를 넣고, 혼합하였고, 제단백한 다음, 원심분리(1,000×g, 20 min) 하여 제조하였다. TCA soluble index는 전처리 시료를 semimicro Kjeldahl법으로 측정한 다음 아래 식에 따라 계산하였다.

$$\text{TCA soluble index (\%)} = \frac{\text{무처리 총질소} - \text{엑스분 질소}}{\text{무처리 총질소}} \times 100$$

가수분해의 적합한 조건을 설정하기 위하여 가수분해 조건별로 휘발성 염기질소와 유리 아미노산을 측정하여 각각의 조건에 따른 가수분해물의 특성을 조사하였다.

10. 굴 가수분해물을 이용한 Maillard reaction

Maillard 반응을 위한 베이스로는 굴 자숙액 효소가수분해물, 굴 효소가수분해물 및 굴 자숙액 혼합물을 사용하였다. 굴 자숙액 효소가수분해물은 Protamex로 2시간동안 가수분해 시켜 제조하였으며, 굴 엑기스는 원료 굴을 Protamex로 6시간 가수분해 시킨 가수분해물로 하였다. 굴 자숙액 혼합액은 굴 자숙액 가수분해물과 굴 엑기스 가수분해물을 1:1로 혼합하여 사용하였다. 이상의 시료는 모두 brix 38로 동일하게 맞추어 사용하였으며, 각 시료의 사진은 Fig. 2와 같다. Maillard 반응 최적 조건의 확립을 위하여 각 조건을 달리하여 반응을 시켰고, 반

Oyster-cooking drip hydrolysate

Oyster hydrolysate

Oyster-cooking drip hydrolysate + Oyster extract hydrolysate

Fig. 2. The enzymatic hydrolysate of oyster extract, oyster cooking drip, and mixture of oyster extract and oyster cooking drip

응에 대한 실험 방법은 다음의 Fig. 3과 같았다. 반응의 조건을 설정하기 위하여 당의 함량별, 당의 종류별, 반응시간별, 반응온도별 Maillard 반응에 미치는 영향을 알아보았고, 각 조건은 다음의 Table 2와 같다. 사용한 당은 glucose, xylose, fructose를 각각 1%를 사용하여 환원당별 조건을 분석하였고, 당의 종류별 분석 조건 결과에 따라 다음의 실험을 행하였고, 농도는 0.5 %, 1 %, 3 %, 5 %, 10 %의 당을 첨가하여 실험을 하였다. 반응 온도는 60℃, 80℃, 100℃, 120℃, 시간은 1시간, 2시간, 4시간, 6시간, 8시간으로 분류하여 조건을 달리하여 최적의 조건을 확립하기 위한 실험을 진행하였다. Maillard 반응의 적합도를 평가하기 위하여 갈변도와 pyrazine의 함량을 측정하였다. 갈변도와 pyrazine의 함량을 측정하여 최대의 효과를 가져오는 조건을 선택하여 최적 조건을 확립하였다.

11. Maillard 반응물의 갈변도 및 pyrazine 함량 측정

갈변도와 pyrazine 함량의 측정은 Morale (2001)과 Lertittikul et al. (2007)의 방법을 변형하여 측정하였다. 반응액은 냉각한 다음 여과하여 측정 파장의 범위 내에서 흡광도를 측정할 수 있도록 희석하였다. 흡광도는 Spectrophotometer (UV-2100pro(Classic), Amersham, England)를 사용하여 갈색 색소 측정 범위인 420 nm 에서는 20 배 희석액을 측정하였으며, pyrazine 측정 파장인 278 nm 에서는 100 배 희석하여 측정하였다.

12. Maillard 반응물의 관능평가

Glucose 및 fructose 등의 환원당에 비해 Maillard 반응이 더 활발하게 일어나

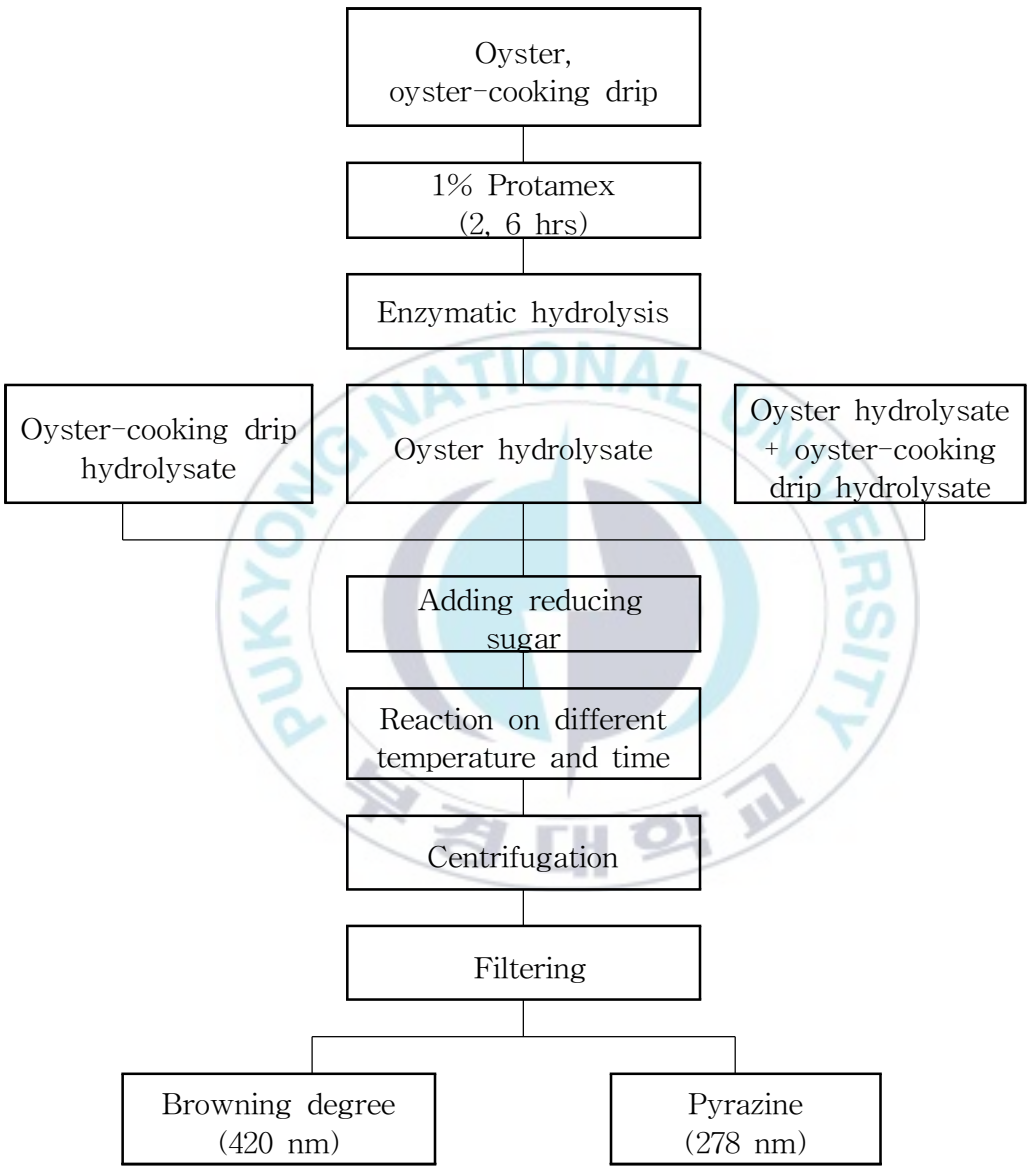

Fig. 3. Flow chart for optimization of Maillard reaction condition.

Table 2. The conditions for Maillard reaction

	Reducing sugar		Temperature (℃)	Time (hr)
	Type	Contents (%)		
Type of reducing sugar	glucose, fructose, xylose	1	100	2
Sugar contents	xylose	0.5-10	100	2
Temperature	xylose	1	60-120	2
Time	xylose	1	100	1-8

는 xylose로 온도별, 시간별 Maillard 반응을 시킨 굴 자숙액 가수분해물, 굴 가수분해물 및 굴 혼합액을 관능평가 하였고, 관능평가의 방법은 Oh et al. (2007)의 방법을 응용하여 사용하였다.

13. Maillard reaction 반응물의 숙성

숙성을 위하여 유산균과 효모를 이용하였으며, 각각의 균주는 *Leuconostoc mesenteroides*과 *Saccharomyce cerevisiae*를 이용하였다. 각 균주는 냉동 보관된 것을 활성화시킨 후 사용하였다. 유산균은 MRS broth에 접종하여 30℃에서 24시간 배양하여 활성화시킨 후 사용하였으며, 효모는 YPD 배지에 접종하여 30℃에서 48시간 배양한 후 사용하였다. 배양한 균은 샘플 무게 대비 유산균은 0.3%, 효모는 1%를 첨가하였다. 숙성조건으로는 10℃에서 28 일간 숙성하였고, 숙성 기간 동안 pH, 산도, VBN, 아미노태질소를 측정하여 숙성과정 중의 변화를 관찰하였다. pH, 산도, VBN, 아미노태질소의 측정은 Ⅱ. 재료 및 방법 의 3. 방법 분석의 방법을 사용하였다.

14. 굴소스 제조를 위한 배합비 최적화

시판 굴소스의 특징을 파악하여 봄으로서 굴소스 제조의 최적화 과정의 각 항목의 과학적 수치를 제공할 수 있으므로, 3가지의 시판 굴소스를 사용하여 그 특성을 파악해 보았다. 사용한 시판 굴소스는 Table 4와 같았다.

시판 굴소스는 pH, 염도, 당도, 일반성분(수분, 회분, 조단백, 조지방), 점도, 전

Table 4. Commercial oyster sauce used in the experiment

Abbreviation	Full name
LDS	Lee kum kee panda oyster sauce
LMS	Lee kum kee premium oyster sauce
XMS	Xiamen oyster sauce

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

단응력, 색도, 유리 아마노산과 taste value와 중금속을 검사하였다. 그 실험방법은 본문의 Ⅱ. 재료 및 방법 의 3. 일반성분 분석의 방법을 이용하였다. 그 중 색도는 색차계(Sphere Spectrophotometer, SP60, Lovibond, The Tintometer Ltd., UK)를 이용하여 L*, a* 및 b*를 측정하였다.

점도 및 전단응력은 BrookField 회전형 점도계 (HBDV, Brookfield Engineering Lab, Inc, MA, USA)로 측정하였다. 점도 및 전단응력은 다음의 식에 따라 계산하였다.

점도 (cP) = 100/RPM × TK × SMC × Torque

전단응력 (dynes/cm2) = TK × SMC × SRC × Torque

이때 RPM은 spindle의 속도, TK는 점도계 torque 상수, SMC는 spindle multiplier 상수, SRC는 spindle 전단속도 상수, torque는 0과 100사이의 숫자로 표현한 점도계 torque (%)이다.

시료의 처리는 향기성분을 활성화시키기 위해 병에 시료 1 ml를 넣은 후 드라이오븐에 넣어 120℃에서 30분간 활성화 시키고 방냉한 후 흡착튜브 (TENAX)에 흡착시킨 후, GC/MS (Shimadzu GC(FID)/MS QP-5050A with Tekmar Autocan System)의 auto sampler에 넣어 분석하였다.

15. 굴소스 제조를 위한 배합비 최적화

굴소스에 첨가하는 원재료의 배합 최적화는 JMP 프로그램을 사용하여 반응표면분석법으로 실험을 계획하여 굴소스에 가장 영향을 많이 미치는 원료를 알아보았으며 향미개선을 위해 roasting 시키는 등 여러 공정으로 변화를 주어 비린취

제거 및 특유의 향취를 유도하였다. 각각의 prototype 굴소스는 7점 척도법에 의하여 관능평가 하였으며 이를 SPSS를 사용하여 통계처리 하였다.

16. 굴소스 제품의 식품영약학적 특성

앞선 실험에 의하여 확립된 최적조건에 의해 생성된 굴소스의 특성 분석을 위하여 영양성분, 타르색소, 보존료의 분석을 행하였다.

타르 색소의 분석은 식품공전법(2016)에 따라 Seo et al. (2009)의 방법을 변형하여 정성 분석을 실시하였다. 이는 박층크로마토그래피를 사용하는 방법으로, 타르색소 검출은 시료를 약 50℃ 증류수에 일정시간 가하여 색소를 추출하였고, 4℃에 보관하며 사용하였다. 추출액 5 mL와 1% acetic acid 1 mL를 섞은 용액에 탈지양모를 넣고, 항온수조에서 50℃로 30분간 가온하였다. 1% ammonia solution 5 mL에 염색된 양모를 넣어 항온수조에서 50℃로 30분간 가온한 후, 1% acetic acid로 중화하여 사용하였다. 전개용매는 amyl alcohol, ethanol, 28% ammonia solution (10 : 1 : 1)을 혼합하였고, thin layer chromatograph plate (TLC)를 이용하여 Rf치를 비교하였다.

무기질함량, 아미노산, 유리 아미노산의 분석은 Ⅱ. 재료 및 방법 의 3. 방법 분석의 방법을 사용하였다.

17. 통계처리

통계처리는 Minitab(R17)을 이용하였으며, one way ANOVA 분석을 통해 유의

적인 차이를 확인하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 생굴 및 굴 자숙액의 일반 성분 및 중금속 함량

굴 효소 가수분해물 및 굴 자숙액 효소가수분해물의 제조 원료로 사용한 생굴 및 굴 부산물의 일반성분, pH 및 염도는 다음의 Table 5과 같았다. 원료의 수분 함량, 단백질 함량, 조지방 함량 및 조회분 함량을 살펴본 결과, 굴은 각각 82.1%, 13.1%, 2.5% 및 2.0%였으며, 굴 자숙액은 각각 62.3%, 9.7%, 0.3% 및 10.7%이었다. 한편, 본 실험에서 사용한 원료의 pH 및 염도는 굴이 6.35, 0.4이었으며, 굴 자숙액은 5.87, 10.0으로 생굴에 비해 pH는 낮았으며, 염도는 높은 것으로 나타났다.

굴의 단백질 함량은 어류의 평균값 20%보다는 낮으나 바지락, 꼬막, 홍합, 피조개, 키조개 등과는 비슷한 수준이다. 조직은 다른 패류들보다도 연약하여 소화, 분해되기 쉬운 특징을 하고 있어서 단백질의 이용 흡수율이 높았다. 그리고 굴 중의 아미노산 조성은 단백질을 구성하는 성분으로 중요한 역할을 하며, 유리아미노산은 굴의 맛에 관여를 많이 한다. 굴의 아미노산 조성을 살펴보면 타우린이 가장 많고 glutamic acid, alanine, glycine, proline 등으로 비교적 많이 함유되어 있다. 굴에는 다른 수산물보다 타우린의 함량이 많은 것이 특징이다. 타우린에는 유아의 두뇌발달을 비롯하여 뇌졸중, 동백경화, 담석증, 담낭염, 간장병 등에 예방 효과가 있다고 알려져 있다. 그리고 굴에는 valine, leucine, isoleucine, threonine, methionine, lysine, phenylalanine, tryptophan 등의 필수아미노산이 비교적 많이 함유되어 있다.

Table 5. General composition of oyster and oyster-cooking drip

(g/100 g)

Composition		Oyster	Oyster cooking drip[1)]
Proximate composition	Moisture	82.1±0.1[2)a3)]	62.3±0.2[b]
	Crude protein	13.1±0.1[a]	9.7±0.1[b]
	Crude lipid	2.5±0.1[a]	0.3±0.1[b]
	Crude ash	2.0±0.1[a]	10.7±0.2[b]
	pH	6.35±0.1[a]	5.87±0.2[b]
	Salinity	0.4±0.1[a]	10.0±0.3[b]

[1)] The sample used in this experiment was brix 39°.

[2)] Mean ± SD

[3)] The same letter in the line are not significantly different at the 5 % level($p<0.05$).

Table 6에 나타난 굴과 굴 자숙액의 무기질 함량에 대한 결과에 따르면, 굴과 굴 자숙액의 종류에 관계없이 검토한 무기질 중 칼륨 (굴의 경우 279.3 mg/100 g, 굴 자숙액의 경우 489.3 mg/100 g)이 가장 높았고, 다음으로 인 (굴의 경우 125.3 mg/100 g, 굴 자숙액의 경우 420.5 mg/100 g), 마그네슘 (굴의 경우 53.3 mg/100 g, 굴 자숙액의 경우 100.4 mg/100 g), 및 칼슘 (굴의 경우 43.9 mg/100 g, 굴 자숙액의 경우 69.7 mg/100 g)의 순이었다. 한편 미량 무기질에 해당하는 철 및 아연의 경우도 굴이 각각 3.7 mg/100 g 및 1.5 mg/100 g, 굴 자숙액이 각각 10.9 mg/100 g, 13.5 mg/100 g을 나타내었다. 이와 같은 무기질 함량의 결과로 미루어보아 굴 및 굴 자숙액의 경우 인, 철과 같은 무기질 이외에 아연의 보급원으로도 의미가 있을 것으로 판단되었다.

Table 7에 나타낸 중금속 함량에 따라서 두 시료 모두 카드뮴, 납, 및 크롬과 같은 중금속은 검출되지 않았다. 수은은 두 시료에서 0.001~0.002 ppm으로 미량 검출되었다. 이와 같이 두 시료에서 중금속이 속출되지 않은 것은 본래의 중금속 오염 정도가 낮았을 뿐만 아니라 굴 자숙액의 경우 단순한 자숙처리에 의하여 대체로 굴 육에 결합되어있는 중금속이 쉽게 유리되지 않기 때문이라 판단되었다. 한편 우리나라 식품위생법규에서는 생물 기준의 수산물에 대한 중금속 함량은 해산 어류 (심해성 어류 및 참치류 제외), 담수 어류, 패류 및 연체류에 대하여 총 수은의 경우 0.5 ppm 이하, 남의 경우 2.0 ppm 이하로 규정되어 있다. 이상의 식품위생법규와 굴 및 굴 자숙액의 중금속 함량의 결과로 미루어 보아 중금속적인 면에서는 굴과 굴 자숙액을 조미소재 첨가물로서 이용 가능하리라 판단되었다.

2. 굴의 전처리 조건에 따른 미생물 분석

세정수에 따른 미생물의 변화를 조사한 결과, 깐굴을 수도수, 살균수 (염분)로

Table 6. Minerals of oyster and oyster-cooking drip

(mg/100 g)

Mineral	Oyster	Oyster-cooking drip
Calcium	43.9±6.8[1)a2)]	69.7±7.1[b]
Phosphorus	125.3±6.3[a]	420.5±4.2[b]
Magnesium	53.3±6.3[a]	100.4±5.1[b]
Potassium	279.3±4.2[a]	489.3±7.5[b]
Iron	3.7±0.3[a]	10.9±0.2[b]
Zinc	1.5±0.2[a]	13.5±0.2[b]

1) Mean ± SD

2) The same letter in the line are not significantly different at the 5 % level. ($\rho<0.05$)

Table 7. Heavy metal of oyster and oyster-cooking drip

(ppm)

Components		Oyster	Oyster cooking drip
Heavy metal (ppm)	Mercury	0.001±0.000[1)a2)]	0.002±0.001[b]
	Cadmium	ND[3)]	ND
	Lead	ND	ND
	Chromium	ND	ND

1) Mean ± SD

2) The same letter in the line are not significantly different at the 5 % level($p<0.05$).

3) ND : Not detected

각각 세정한 후 비닐봉지에 넣어 4℃에 저장하면서 일반세균과 대장균군의 변화를 살펴보면, 일반세균이나 대장균군 모두 수도수로 세정한 것이 저장기간에 따라 균의 증식율이 높았다. 반면에 염수로 세정한 것은 균의 증식이 완만하여 염수를 이용한 세정이 효과적이므로 이를 이용하는 전처리 과정을 선택하였다.

세정수로서 효과가 좋은 3% 염수를 이용하여 깐굴을 세정한 후 5℃, 10℃ 및 20℃에서 저장하면서 일반세균수의 변화를 살펴보면, 5℃로 저장한 것은 1주일 후에도 10^4 CFU/mL의 수치를 유지하였지만 10℃로 저장한 것은 저장 4일째에 10^3~10^5 CFU/mL 또는 그 이상의 수치를 나타내었다. 그리고 20℃에서 저장한 것은 저장 2일째에 이미 10^6~10^8 CFU/mL의 수치를 나타내어 생식용으로 부적합 상태임을 알 수 있었다. 따라서 원료의 온도관리가 중요함을 알 수 있었다.

3. 굴 및 굴 자숙액의 가수분해 특성

3-1. 굴과 굴 자숙액의 가수분해도 변화

굴의 가수분해도는 Fig. 5에 나타낸 것과 같았다. 효소처리 하지 않은 대조구의 경우 가수분해율은 13.2%이었다. 이를 4종의 상업적 효소로 가수분해한 경우 굴 효소 가수분해물의 가수분해율은 Fig. 5에 나타나듯이 효소의 종류에 관계없이 2시간까지는 가수분해 시간이 경과함에 따라 급격히 증가하여 29.9~32.7%의 범위를 나타내었고, 그 이상의 가수분해 시간에는 완만한 증가를 하였으며 6시간 후에는 36.9~39.8% 범위를, 8시간 후에는 36.9~40.5% 범위를 나타내었다. 굴에 상업적 효소인 Protamex, Alcalase, Flavourzyme, Neutrase 를 8시간 동안 처리한 가수분해물의 가수분해율이 모두 30% 이하인 다른 연구와 비교하였을 때 본 연구의 방법이 더 우수하다고 판단되었다(Do et al., 2012). 상업적 효소로 1시간 처

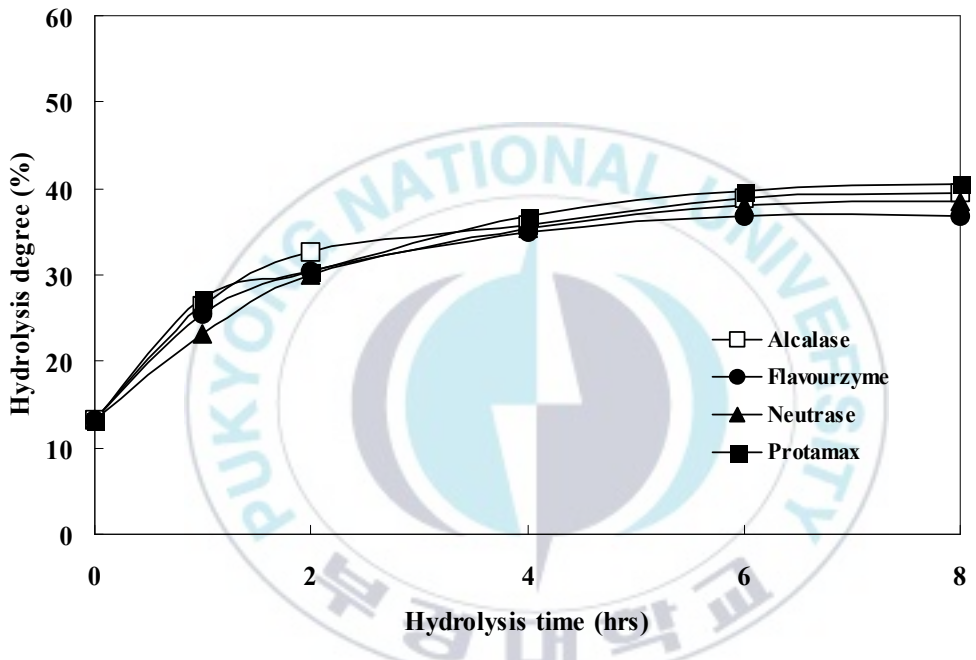

Fig. 4. Hydrolysis degree of oyster according to hydrolysis time

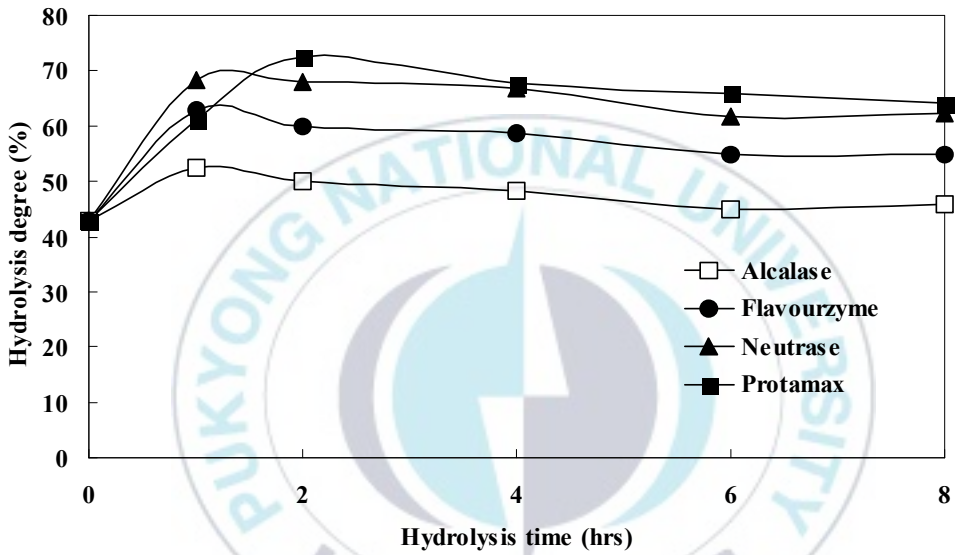

Fig. 5. Hydrolysis degree of oyster cooking drip according to hydrolysis time.

리한 가수분해물의 가수분해율은 Protamex 가수분해물과 Alcalase 가수분해물이 각각 27.4% 및 26.5% 범위로 가장 높았고, 다음으로 Flavourzyme 가수분해물은 25.4%이었으며, Neutrase 가수분해물이 23.1%로 가장 낮았다. 이와 같은 결과로 미루어 보아 Alcalase 및 Protamex와 같은 endoprotease가 Flavourzyme과 같은 endo- 및 exoprotease의 효소보다 우수하였다. 이상의 결과에서 굴을 상용효소로 가수분해 시키는 최적의 조건으로는 Protamex로 6시간 동안 가수분해 시킨 가수분해물이 가장 적절하였다.

굴 자숙액을 효소처리 하여 가수분해한 것을 시간에 따라 나타낸 것은 Fig. 5에 나타내었다. 굴 자숙액을 효소처리 하지 않고 가수분해시킨 대조구의 경우 가수분해율은 42.7%이었다. 이를 4종의 상업적 효소로 가수분해하는 경우 굴 효소가수분해물의 가수분해율은 효소의 종류에 관계없이 1시간까지는 가수분해 시간이 경과함에 따라 급격히 증가하여 52.4 ~ 68.4%의 범위를 나타내었고, 그 이상의 가수분해 시간에는 완만한 증가를 하였으며 6시간 후에는 44.9 ~ 65.8% 범위를, 8시간 후에는 45.8~64.1% 범위를 나타내었다. 상업적 효소로 1시간 처리한 가수분해물의 가수분해율은 Neutrase 가수분해물, Flavourzyme 가수분해물, Protamex 가수분해물과 Alcalase 가수분해물 순으로 높았다. 이상의 결과에서 굴 자숙액을 상용효소로 가수분해 시키는 최적의 조건으로는 Protamex로 2시간 동안 가수분해 시키는 것이 가장 적절하리라 판단되었다.

3-2. 가수분해시간에 따른 굴 및 굴 자숙액의 휘발성염기질소와 pH 변화

효소의 종류 및 가수분해 시간에 따른 굴 효소가수분해물의 휘발성 염기질소 함량은 Fig. 6에 나타내었다. 생시료가 7.2 mg/100 g이었고, 굴 효소가수분해물의

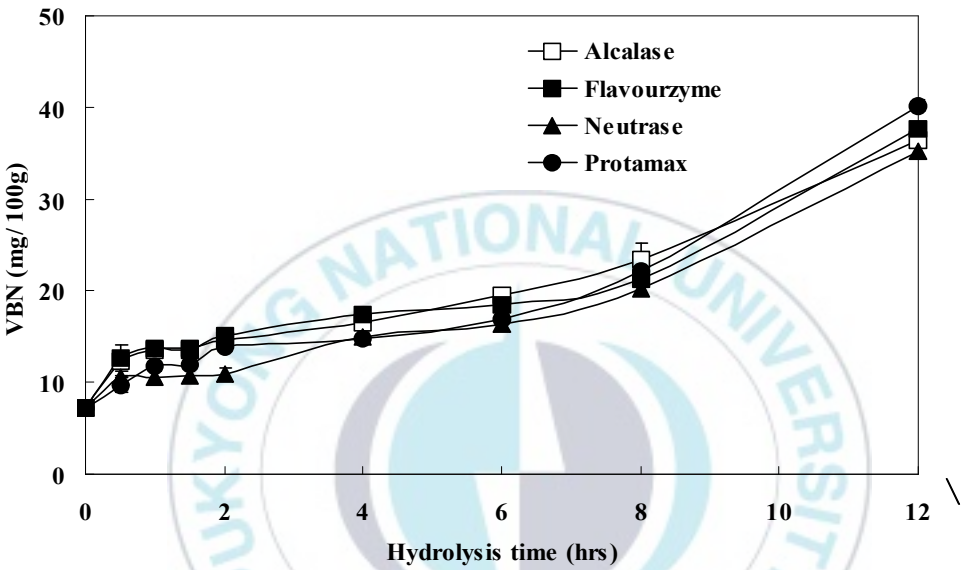

Fig. 6. Change for VBN on oyster hydrolysate according to hydrolysis time

경우 상업적 효소의 종류에 관계없이 가수분해 시간이 경과함에 따라 증가하였다. 그리고 휘발성 염기질소의 증가속도는 가수분해 8시간까지는 서서히 증가하여 8시간 후에 20.2~23.4 mg/100 g의 범위를 나타내었고, 그 이후 급격히 증가하여 12시간 후에는 35.2~40.2 mg/100 g의 범위를 나타내었다.

효소의 종류 및 가수분해 시간에 따른 굴 효소가수분해물의 pH는 Fig. 7에 나타내었고, 생시료가 6.20 이었고, 효소의 종류에 관계없이 가수분해 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 이와 같이 가수분해 시간에 따른 굴 효소가수분해물의 pH가 감소하는 것은 첨가한 효소의 작용으로 단백질이 분해되면서 산성 아미노산의 carboxyl group의 유리와 더불어 굴에 함유되어 있는 glycogen이 가수분해가 진행됨에 따라 해당 작용에 의하여 젖산으로 분해되어 축적되었기 때문이라 판단되었다. 효소에 의한 굴의 가수분해 중 pH의 감소속도는 가수분해 5시간까지는 서서히 감소했으나, 5시간부터 8시간까지는 크게 차이가 없었고, 그 이후에는 급속히 감소하는 경향을 나타내어 12시간 후에 4.50 ~ 5.51의 범위를 나타내었다. Protamex 가수분해물이 가장 낮았고, 다음으로 Neutrase, Alcalase, Flavourzyme 가수분해물이 가장 높았다.

또한, 가수분해 8 시간 후에는 효소의 종류와 가수분해 시간에 관계없이 모든 가수분해물에서 부패취가 조금 감지되었고, 12 시간 후에는 조금 더 강한 부패취가 감지되었다.

가수분해 시간에 따른 휘발성 염기질소 함량, pH 및 부패취의 결과로 미루어 상용 효소를 이용한 굴 효소가수분해물의 제조 시 적절한 가수분해 시간은 8 시간 이하로 판단되었다.

굴 자숙액을 각각의 가수분해 효소를 이용하여 반응을 하면서 pH와 VBN을 측정한 결과를 Fig. 8과 Fig. 9에 나타내었다. 굴 자숙액의 경우, 굴의 가수분해물과는 다르게 가수분해가 일어나는 동안 pH와 VBN의 변화가 없었다. 앞선 실험 결과에 따르면 굴 자숙액의 경우, 단백질의 함량이 굴의 13.1 % 보다 낮았다. 효소

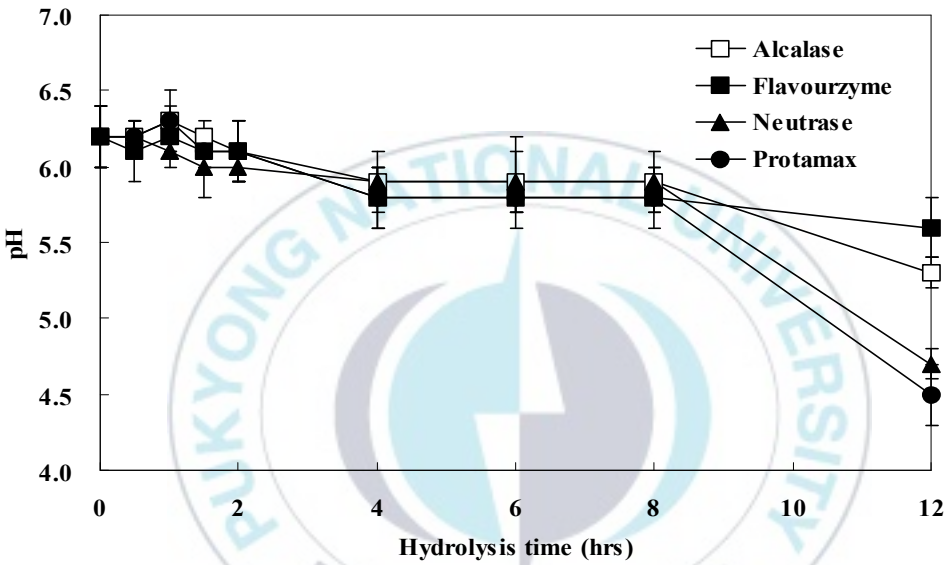

Fig. 7. Change for pH on oyster hydrolysate according to hydrolysis time

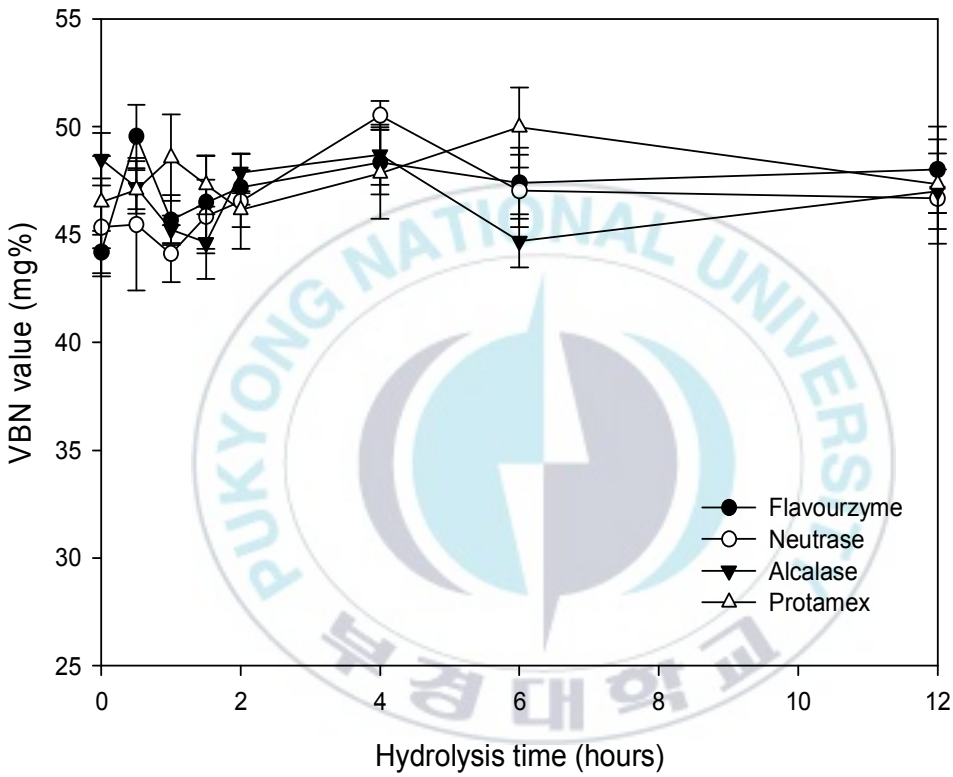

Fig. 8. Change on VBN of oyster cooking drip hydrolysate according to hydrolysis time

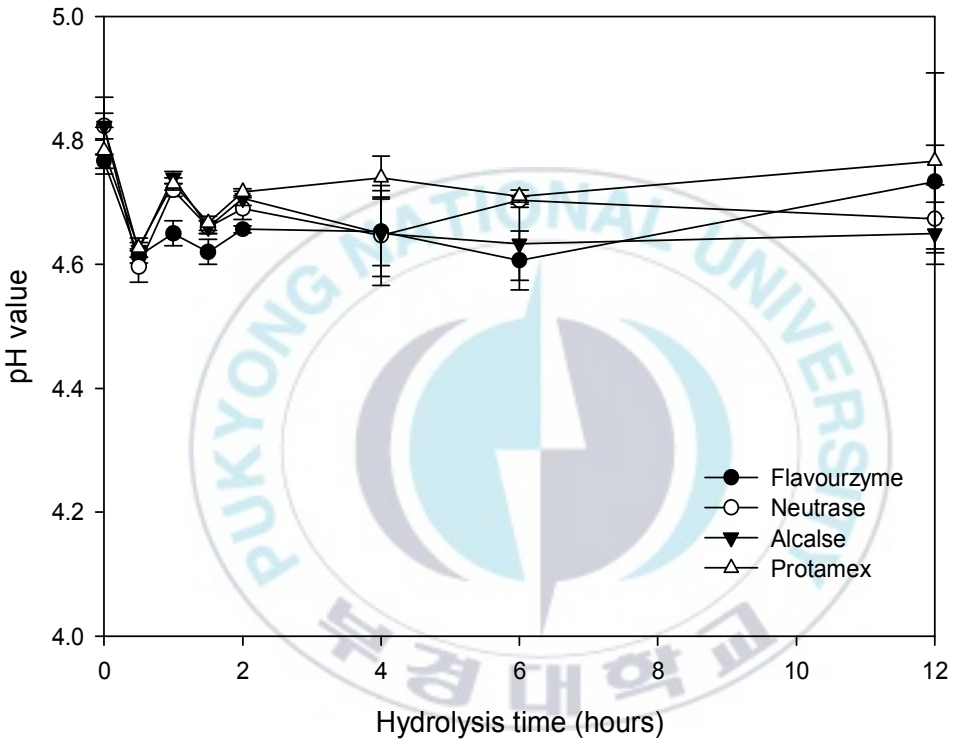

Fig. 9. Change on pH of oyster cooking drip hydrolysate according to hydrolysis time

가수 분해 반응은 단백질 분해효소를 적용하여 반응을 일으켰기 때문에 단백질의 함량이 낮은 굴 자숙액에서는 많은 변화를 나타내지 않은 것으로 판단되었다. 또한 자숙액의 경우에는 조회분의 함량이 굴에 비하여 5 배 이상으로 높았고, 염도는 250 배 가량 높았다. 이러한 점을 토대로 판단해 볼 때, 높은 무기질 함량이나 염도에 의한 무기질과 염분이 효소작용에 저해를 일으켰을 가능성도 있다고 판단되었다.

저식염 멸치젓에서 분리한 단백질 분해 세균이 만들어내는 단백질 분해효소의 경우, 식염농도가 1~3 %에서 가장 높은 효소활성을 보였고, 그 이후에서는 급격히 낮아지는 경향이 보였다. 또한, 단백질 분해 효소는 금속이온의 농도에 의해서도 활성도가 영향을 받는 것으로 판단되었다(Cha et al. 1988). 이처럼 굴 자숙액의 경우에도 염도가 높고, 무기질 함량으로 판단되어 질 수 있는 조회분의 양이 굴에 비하여 많은 것을 앞선 실험에 확인한 결과 이에 의하여 효소활성이 저해된 것으로 판단되었다.

3-3. 굴 및 굴 자숙액 효소가수분해물의 유리아미노산 함량

6시간 동안 가수분해하여 제조한 Protamex 굴 가수분해물의 유리아미노산 함량 및 조성을 살펴본 결과는 Table 9와 같았다. 1시간 가수분해한 가수분해물 및 6시간 가수분해한 가수분해물이 각각 1,436.5 mg/100 g 및 1580.4 mg/100 g 으로 6시간 가수분해물의 유리아미노산이 더 증가하였다. Lee et al. (1990)는 Neutrase, Alcalase 로 처리한 굴 가수분해물의 유리아미노산 함량은 각각 907.6 mg/100 g, 876.6 mg/100 g으로 보고하였다. 따라서 본 연구에서 사용한 Protamex 가 굴의 가수분해에 더 적합하다고 판단되었다. Protamex 굴 가수분해

Table 9. Free amino acid of oyster hydrolysate

Amino acids	1 hr		6 hr	
	mg/100 g of sample	g/100 g of FAA	mg/100 g of sample	g/100 g of FAA
Aspartic acid	117.6	8.2	160.8	10.2
Threonine	54.7	3.8	86.5	5.5
Serrine	57.5	4.0	72.4	4.6
Glutamic acid	172.8	12.0	230.1	14.6
Proline	110.8	7.7	110.8	7.0
Glycine	112.8	7.9	120.4	7.6
Alanine	117.4	8.2	105.2	6.7
Cystine	20.4	1.4	17.4	1.1
Valine	71.5	5.0	72.1	4.6
Methionine	45.8	3.2	46.8	3.0
Isoleucine	105.7	7.4	114.8	7.3
Leucine	127.4	8.9	120.5	7.6
Tyrosine	40.5	2.8	49.5	3.1
Phenylalanine	78.4	5.5	70.8	4.5
Histidine	24.1	1.7	30.1	1.9
Lysine	90.7	6.3	101.3	6.4
Arginine	88.4	6.2	70.9	4.5
Total	1,436.5	100.0	1,580.4	100.0

물의 주요 유리아미노산은 가수분해 시간에 관계없이 aspartic acid (8.2 ~ 10.2%), glutamic acid (12.0 ~ 14.6%), proline (7.0 ~ 7.7%), glycine (7.6 ~ 7.9%), alanine (6.7~8.2%), isoleucine (7.3 ~ 7.4%) 및 leucine (7.6 ~ 8.9%) 등이었다. 이상의 결과로 미루어 보아 1시간 가수분해물에 비해 6시간 가수분해물의 구성 아미노산 함량이 더 높아지는 것을 볼 수 있으며, 이로 인해 당-아미노 반응에 더 적합하다고 판단되었다.

Park et al.의 연구 결과에 따르면, 굴을 이용하여 가수분해를 한 경우에는 효소에 따라서 아미노산의 함량이 달라지는 것을 알 수 있었다. 예로 aspartic acid의 경우에는 굴에서는 7.18 mg/g 이였고, Neutrase 에 의하여 분해된 가수분해물은 5.81 mg/g이었고, Flavourzyme은 4.83 mg/g, Protamex 는 10.13 mg/g 이 나타났다. 이와 같이 아미노산의 함량은 단백질 분해효소가 어떻게 작용하는지에 따라서 그 구성 함량이 다르게 나타나는 것을 알 수 있었다.

4. 굴 가수분해물을 이용한 Maillard 반응의 최적화

4-1. 당 종류에 따른 갈변도 및 pyrazine 함량 변화

굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액에 각 환원당별로 1%의 양을 첨가한 후 100℃에서 2시간동안 Maillard 반응을 하였다. 반응의 정도는 각 환원당 첨가별로 흡광도의 변화로 나타내었다. 각 환원당별로 갈색 색소의 측정 파장이 420 nm에서 갈변도를 살펴본 결과는 Fig. 10과 같았다. xylose를 첨가하여 Maillard 반응을 시킨 것이 다른 환원당으로 반응 시킨 것에 비해 갈변도가 훨씬 높았으며, 다음으로 fructose Maillard 반응물, glucose Maillard 반응물순

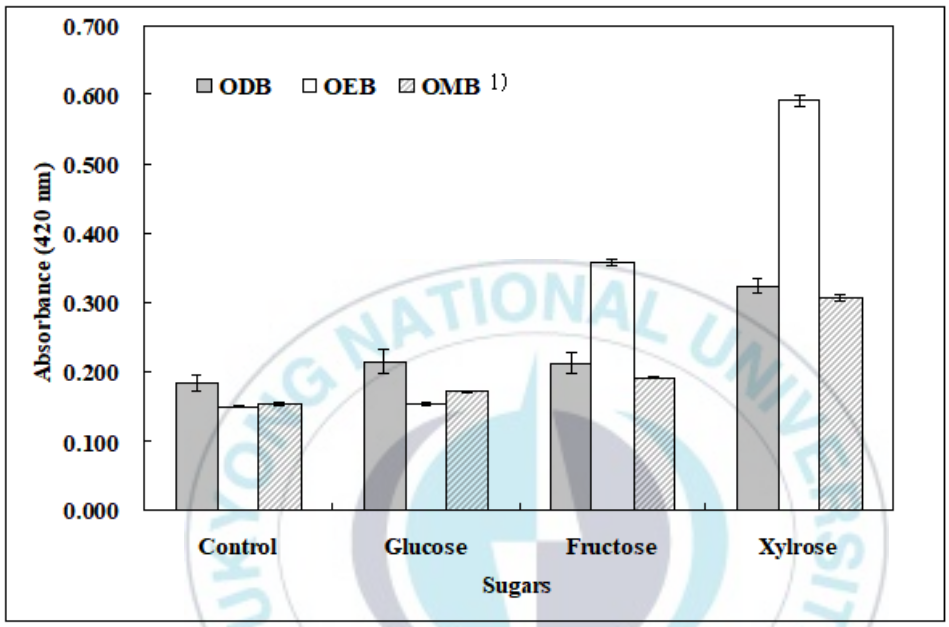

Fig. 10. Browning degree according to type of sugar

1) ODB, OEB, and OMB stand for oyster-cooking drip browning reaction, oyster extract browning reaction, oyster mixed browning reaction respectively.

이었다. fructose 반응물의 경우 굴 자숙액 가수분해물과 굴 혼합액에서는 glucose 반응물과 큰 차이는 없었으나, 굴 엑기스 가수분해물의 경우 흡광도가 크게 올라가는 경향을 보였다. 특히 glucose 반응물의 경우 Maillard 반응을 하지 않은 control과의 큰 차이가 없어 Maillard 반응이 거의 일어나지 않은 것으로 추정되었다. 같은 몰농도의 당과 아미노산인 glycine을 반응 시킨 연구 결과에 따르면, 가열 초기부터 4시간 까지는 xylose가 fructose보다 높은 황색도를 보여 갈변화 반응이 더욱 일어나는 것처럼 보이고, 그 이후에는 약간 낮은 황색도를 보이는 것으로 판단하였다. 이는 100℃에서 2시간 반응을 시킨 경우의 본 실험 결과와도 동일하였다(Ryu et al. 2003). 또한 glucose, fructose, ribose를 사용하여 갈변화 실험을 진행한 결과, fructose와 glucose는 비슷한 갈변화 반응 정도가 나타났고, ribose가 더 많은 변화를 가져왔다. 이는 아미노산과 당의 반응에서 ribose와 xylose와 같은 5탄당과의 반응이 가장 크고, 6탄당, 이당류의 순으로 갈변도가 증가한다는 연구 결과들과도 일치하였다(Ames, 1998; Kim et al. 2009 ; Ko et al, 1997).

굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액에 각 환원당별로 1%의 양을 첨가한 후 100℃에서 2시간 동안 Maillard 반응을 하여 pyrazine의 측정 파장인 278 nm에서 흡광도의 변화를 살펴본 결과는 Fig. 11과 같았다. xylose를 첨가하여 Maillard 반응을 시킨 것이 다른 환원당으로 반응 시킨 것에 비해 흡광도가 높았으며, 다음으로 fructose Maillard 반응물, glucose Maillard 반응물 순이었다. 또한 glucose 반응물의 경우 Maillard 반응을 하지 않은 control과 흡광도의 차이가 거의 없어 Maillard 반응이 거의 일어나지 않은 것으로 추정되었으며, 이상의 갈변도 및 pyrazine의 흡광도 변화 결과로 미루어 보아 굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액의 Maillard 반응에 가장 적합한 환원당으로는 xylose를 사용하는 것이 가장 적절하리라 판단되었으며, 다음 실험의 환원당으로는 xylose를 사용하여 진행하였다.

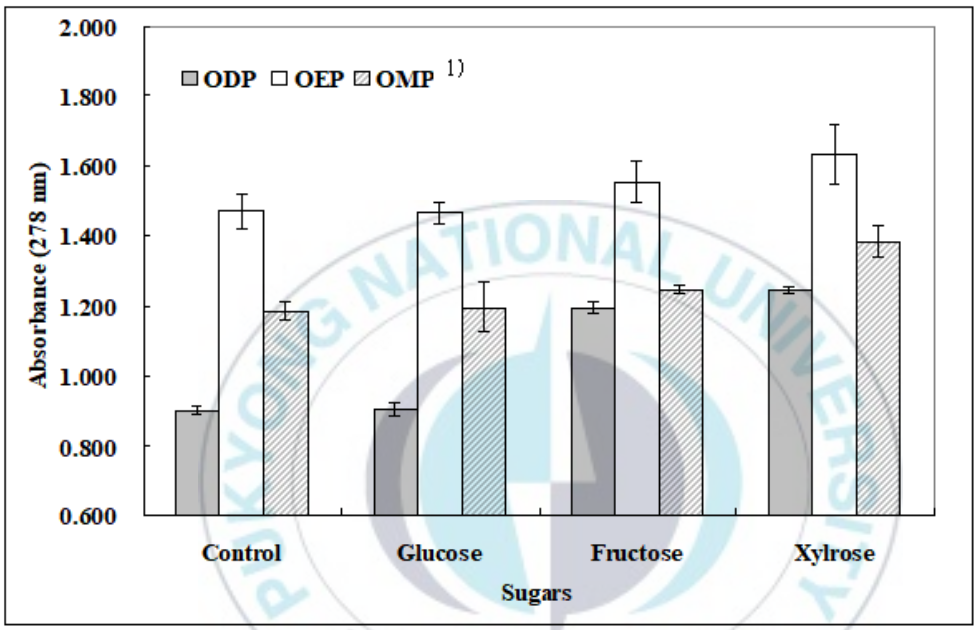

Fig. 11. Pyrazine contents of product according to sugar type

1) ODP, OEP, and OMP stand for oyster-cooking drip browning reaction, oyster extract browning reaction, oyster mixed browning reaction respectively.

4-2. 당 함량에 따른 갈변도 및 pyrazine 함량 변화

굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해 물 및 굴 혼합액에 xylose의 함량을 달리 하여 (0.5%, 1%, 3%, 5%, 10%) 첨가한 후 100℃에서 2시간동안 Maillard 반응을 하였다. 이의 결과는 Fig. 12에 표시하였다. 반응의 정도는 xylose의 첨가량별로 흡광도의 변화로 나타내었다. xylose의 첨가량별로 갈색 색소의 측정 파장인 420 nm에서 갈변도를 살펴본 결과, 0.5%의 xylose를 첨가하여 Maillard 반응을 시킨 반응물의 경우 Maillard 반응을 하지 않은 control에 비하여 흡광도가 조금 증가하였으나 큰 차이는 없었으며 xylose 첨가량 1% 반응물의 경우 xylose 0.5% 의 첨가물에 비하여 흡광도치가 크게 올라가 Maillard 반응이 많이 진행된 것을 볼 수 있었다. 반면에 3% 이상의 xylose 첨가의 경우 1% xylose 반응물에 비하여 큰 차이를 보이지 않아, 갈변도에 있어서 xylose의 첨가량은 1%의 첨가가 가장 적절하리라 판단되었다.

굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액에 xylose의 함량을 달리하여 (0.5%, 1%, 3%, 5%, 10%) 첨가한 후 100℃에서 2시간동안 Maillard 반응을 한 후, xylose의 첨가량별로 pyrazine의 측정 파장인 278 nm에서 흡광도를 살펴본 결과, 굴 자숙액 가수분해물의 경우 xylose의 첨가량에 따라 변화를 보이지 않았으며, 굴 혼합액의 경우 1% 이상의 첨가량에서 흡광도치가 조금씩 증가하는 경향을 나타내었으며, 굴 엑기스 가수분해물의 경우를 1% 이상의 첨가량에서 흡광도치가 조금 증가하는 경향을 보였으나 control에 비하여 큰 차이는 없었다. 따라서 xylose의 첨가량은 pyrazine의 변화에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었으며, 이상의 갈색도 결과와 pyrazine 생성 대비 환원당의 손실을 감안할 때 Maillard 반응을 위하여 1% 이상의 xylose 첨가는 필요 없으리라 판단되었으며, 굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액의 Maillard 반응에 가장 적합한 xylose의 첨가량으로는 1%의 xylose 첨가가 가장 적합하리

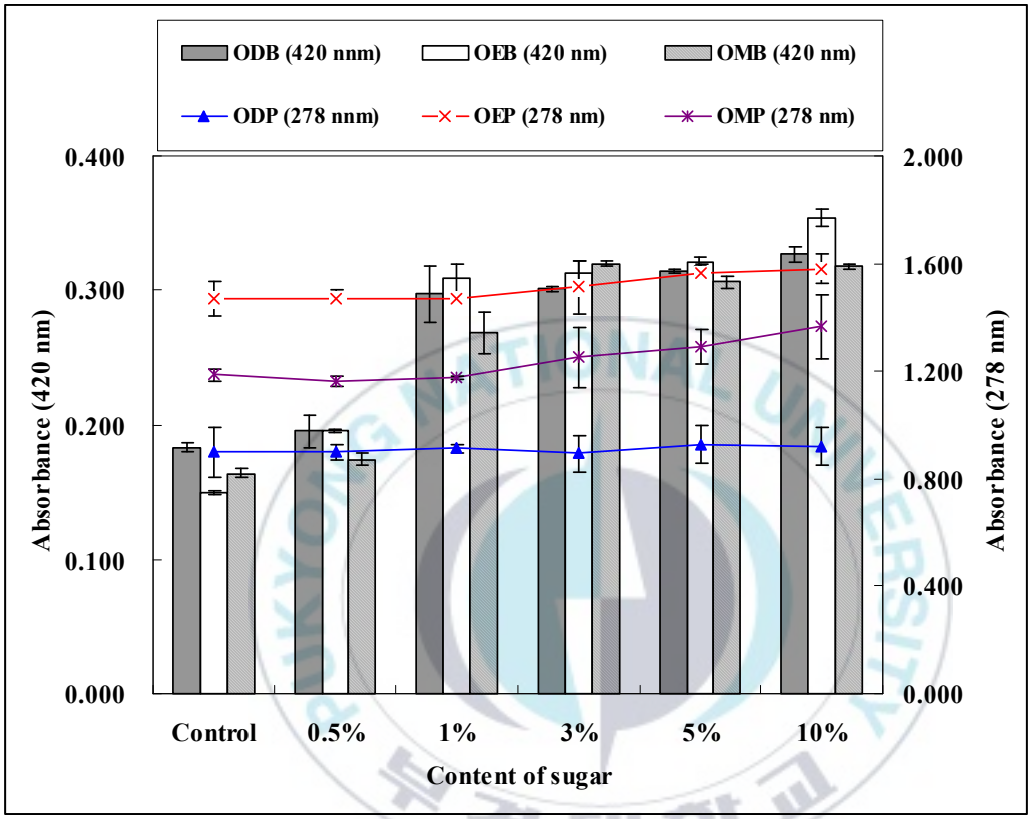

Fig. 12. Browning degree and pyrazine contents according to contents of sugar

(ODB, Oyster cooking drip browning reaction; OEB, Oyster extract browning reaction; OMB, Oyster mixed browning reaction; ODP, Oyster cooking drip pyrazine;, OEP, Oyster extract pyrazine; OMP, Oyster mixed pyrazine)

라 판단되어 다음 실험은 1%의 xylose를 사용하여 진행하였다.

4-3. 반응온도에 따른 갈변도 및 pyrazine 함량 변화

굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액에 1%의 xylose를 첨가한 후 각 반응온도별(60℃, 80℃, 100℃, 120℃)로 2시간동안 Maillard 반응을 하였다. 이에 따른 결과는 Fig. 13에 나타내었다. 반응온도별로 갈색 색소의 측정 파장인 420 nm에서 갈변도를 살펴본 결과, 굴자숙액 가수분해 물의 경우 반응온도 60℃~80℃에서 control과 흡광도의 차이가 거의 없었으며 반응온도 100℃에서 갈변의 정도가 확실히 나타나기 시작했다. 굴 엑기스 가수분해물의 경우 반응온도 60℃에서는 굴 자숙액 가수분해물과 마찬가지로 갈색화가 거의 일어나지 않았으며 80℃부터 흡광도치가 증가하는 것으로 나타났으며 온도가 올라갈수록 흡광도가 비례적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 굴 혼합액의 경우 반응온도 60℃에서 여타 두 시료와 마찬가지로 흡광도의 증가는 거의 없었으며 80℃부터 비례적으로 흡광도치가 증가하는 것으로 나타나 굴 엑기스 가수분해물과 같은 경향을 나타내었다. 또한 반응온도 120℃에서는 세 시료 모두 흡광도가 가장 높았으며 이상의 결과로 굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액의 Maillard 반응은 온도가 높아질수록 그 반응이 더 활발히 일어난다고 추정되었다.

굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액에 1%의 xylose를 첨가한 후 각 반응온도별(60℃, 80℃, 100℃, 120℃)로 2시간동안 Maillard 반응을 하였다. 반응온도별로 pyrazine의 측정 파장인 278 nm에서 흡광도를 살펴본 결과, 굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액 모두 60℃에서는 pyrazine 함량의 증가가 거의 없었으며 60℃ 이상의 온도에서 pyrazine 함량이 비례적으로 증가하는 경향을 보여 갈변도와 마찬가지로 온도가 증가할수록 비례

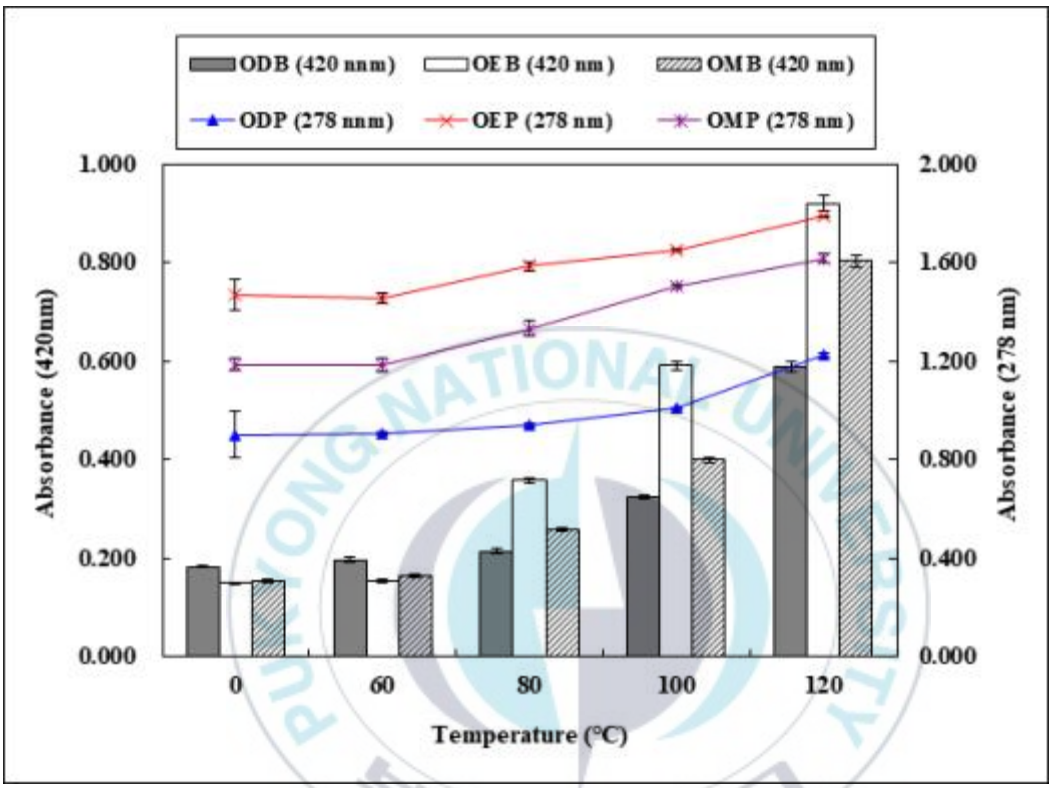

Fig. 13. Browning degree and pyrazine contents according to reaction temperature

(ODB, Oyster cooking drip browning reaction; OEB, Oyster extract browning reaction; OMB, Oyster mixed browning reaction; ODP, Oyster cooking drip pyrazine; OEP, Oyster extract pyrazine; OMP, Oyster mixed pyrazine)

적으로 pyrazine 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 이상의 갈변도 및 pyrazine 함량으로 미루어보아 Maillard 반응의 최적 온도는 120℃로 나타났으나, 120℃ 반응액의 경우 약간의 탄내와 이취를 나타내어 굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액의 최적 반응온도는 100℃로 하는 것이 가장 적절하리라 판단하였으며 반응온도 100℃로 다음 실험을 진행하였다.

4-4. 반응시간에 따른 갈변도 및 pyrazine 함량 변화

굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액에 1%의 xylose를 첨가한 후 100℃에서 각 시간별 (1시간, 2시간, 4시간, 6시간, 8시간)로 Maillard 반응을 하였다. 반응시간별로 갈변도와 pyrazine 측정 결과는 Fig. 14에 나타내었다. 반응시간별로 갈색 색소의 측정 파장인 420 nm에서 갈변도를 살펴본 결과, 굴 자숙액 가수분해물의 경우 1시간 반응시에는 control과 거의 차이를 보이지 않았으며 이후 8시간까지 조금씩 흡광도가 증가하는 경향을 나타내었다. 굴 엑기스 가수분해물의 경우 반응시간이 길어질수록 갈변도가 증가하는 경향을 나타내었으며, 반응시간 8시간에 흡광도가 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 굴 혼합액의 경우 2시간의 반응시간까지 미미한 증가를 보이다 4시간 이상의 반응시간에서는 조금씩 증가하는 경향을 보였으며 반응시간 8시간에서 가장 높은 흡광도의 증가를 나타내었다. 이상의 갈변도 결과를 미루어 보아 반응시간이 길어질수록 갈변도가 증가하는 경향을 나타내어 굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액의 Maillard 반응에 의한 갈변은 시간의 경과에 따라 증가하는 것으로 판단되었으며 가장 많은 갈변이 일어난 시료는 세 가지 시료 모두 반응시간 8시간에서 가장 높은 흡광도의 증가를 나타내었다.

굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액에 1%의 xylose를

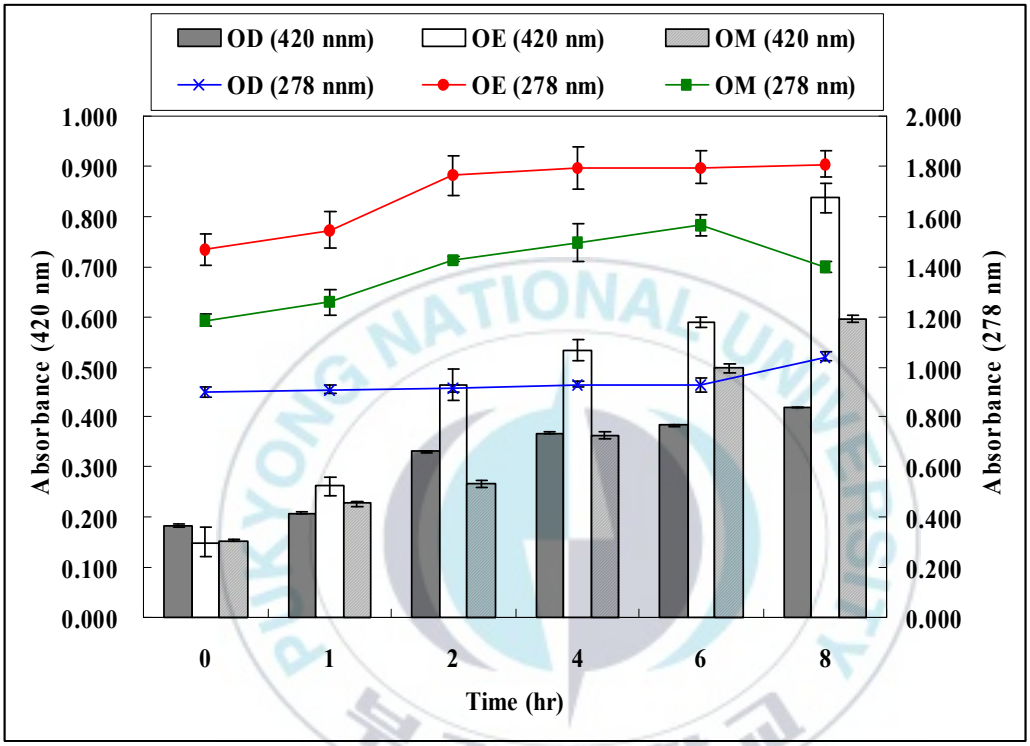

Fig. 14. Browning degree and pyrazine contents according to reaction time.

(OD, Oyster cooking drip; OE, Oyster extract; OM, Oyster mixed)

첨가한 후 100℃에서 각 시간별 (1시간, 2시간, 4시간, 6시간, 8시간)로 Maillard 반응을 하였다. 반응시간별로 pyrazine의 측정 파장인 278 nm에서 흡광도를 살펴본 결과, 굴 자숙액 가수분해물의 경우 6시간까지 미미한 흡광도의 증가를 보이다가 8시간에 다소 큰 흡광도의 증가를 보여 pyrazine 함량으로 살펴본 굴 자숙액 가수분해물의 최적 반응 시간은 8시간이 가장 적절하리라 판단되었다. 굴 엑기스 가수분해물의 경우 반응시간 2시간까지 흡광도가 증가했으나 2시간 이후의 흡광도는 미미하게 증가하는 경향을 나타내어 pyrazine 함량으로 살펴본 굴 엑기스 가수분해물의 최적 반응 시간은 2시간이 가장 적절하였다. 닭고기의 가수분해 정도와 당의 종류에 따라 pyrazines의 형성량을 비교한 결과에서도 시간이 지날수록 그 생성량이 24시간까지 대체로 증가하는 경향을 나타내어 8시간까지 반응을 시켜 그 함량을 알아본 본 실험과 유사한 경향을 가졌다(Shon et al. 2004). 굴 혼합액의 경우 반응시간 6시간까지 흡광도가 완만히 증가하였으나 6시간 이후로는 흡광도가 떨어지는 경향을 나타내어 반응시간은 6시간이 가장 적절하리라 판단되었다. 이상의 갈변도 및 pyrazine 결과로 미루어 보아 굴 자숙액 가수분해물의 반응조건은 1%의 xylose로 100℃에서 8시간동안 반응하는 것이 가장 적절하리라 판단되었으며, 굴 엑기스가수분해물의 반응조건은 1%의 xylose로 100℃에서 2시간동안 반응하는 것이 가장 적절하였다. 또한 굴 혼합액의 경우 1%의 xylose로 100℃에서 6시간동안 반응하는 것이 가장 적절하였다.

4-5. 제조된 굴 가수분해 Maillard 반응물의 관능평가

Maillard 반응을 하지 않은 굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액의 향기의 관능 평점을 기준점인 3점으로 하고, 반응온도별로 Maillard 반응 시킨 시료의 향기에 대한 평가가 우수한 경우 4~5점으로, 이보다 열악한

경우 1~2점으로 한 관능 평가 결과, 온도에 따른 생성물에 대한 것은 Table 10 반응 시간에 따른 것은 Table 11에 나타내었다. 굴 자숙액 가수분해물의 경우 60℃ 반응물은 control과 5% 유의수준에서 차이가 없었으며, 60℃ 이상의 반응물의 경우 control에 비하여는 오히려 5% 유의수준에서 낮았다. 또한 굴 엑기스 가수분해물의 경우 100℃ 반응물을 제외한 다른 반응온도의 반응물의 경우 control의 비하여 5% 유의수준에서 낮은 것으로 나타났다. 굴 혼합액의 경우 60℃에서 control에 비하여 5% 유의수준에서 낮았으나, 반응온도가 올라갈수록 5% 유의적으로 우수한 것으로 나타났다. 이와같이 굴 자숙액 가수분해물과 굴 엑기스 가수분해물이 온도가 올라갈수록 control에 비하여 관능적으로 떨어지는 것은 굴 자숙액 가수분해물의 경우 짠향과 강한 반응취 그리고 약간의 탄향 때문이라 판단되었으며, 굴 엑기스 가수분해물의 경우 다른 시료에 비해 다소 강한 굴 특유의 비린취 때문이라 판단되었다. 굴 혼합액의 경우 이러한 반응취와 비린취가 서로 어우러져 관능적으로 우수한 것이라 추정하였다.

Maillard 반응을 하지 않은 굴 자숙액 가수분해물, 굴 엑기스 가수분해물 및 굴 혼합액의 향기의 관능 평점을 기준점인 3점으로 하고, 반응시간별로 Maillard 반응 시킨 시료의 향기에 대한 평가가 우수한 경우 4 ~ 5점으로, 이보다 열악한 경우 1~2 점으로 한 관능 평가 결과, 굴 자숙액 가수분해물의 경우, 1 ~ 4시간의 반응물은 control과 5% 유의수준에서 차이가 없었으며, 6 ~ 8시간의 반응물의 경우 control에 비하여는 오히려 5% 유의수준에서 낮았다. 또한 굴 엑기스 가수분해물의 경우 2시간 반응물을 제외한 다른 반응온도의 반응물의 경우 control에 비하여 5% 유의수준에서 차이가 나지 않거나 더 낮은 것으로 나타났다. 굴 혼합액의 경우 2시간의 반응물이 control에 비하여 5% 유의수준에서 우수하였으며, 반응시간이 경과할수록 5% 유의 수준에서 점차 떨어지는 것으로 나타났다. 이상의 결과로 미루어 보아 반응향 제조에 가장 적절한 시료 및 조건은 굴 자숙액 가수분해물과 굴 엑기스 가수분해물을 섞은 굴 혼합액으로 100℃에서 2시간동

Table 10. Result of flavor sensory test for product of Maillard reaction with different reaction temperature

		Samples		
		Oyster-cooking drip	Oyster extract	Oyster-cooking drip + Oyster extract
Reaction temperature (℃)	Control	4.0±0.0[1)a2)]	4.0±0.0[ab]	4.0±0.0[ab]
	60	3.9±0.4[a]	3.7±0.5[abc]	3.7±0.8[b]
	80	3.7±0.8[ab]	3.6±0.8[bc]	4.0±0.6[ab]
	100	3.1±0.7[bc]	4.3±0.8[a]	4.8±0.9[a]
	120	2.7±0.8[c]	3.3±0.5[c]	4.4±1.3[ab]

1) Mean ± SD

2) The same letter in the line are not significantly different at the 5 % level ($p<0.05$).

Table 11. Result of flavor sensory test for product of Maillard reaction with different reaction time

		Samples		
		Oyster -cooking drip	Oyster extract	Oyster-cooking drip + Oyster extract
Reaction times (hr)	Control	4.0±0.0[a]	4.0±0.0[ab]	4.0±0.0[ab]
	1	3.8±0.8[a]	3.8±0.4[ab]	4.2±0.4[ab]
	2	4.2±0.4[a]	4.4±0.5[a]	4.6±1.1[a]
	4	4.0±1.0[a]	3.8±0.8[ab]	3.8±0.8[ab]
	6	2.8±0.8[b]	3.4±0.9[b]	3.4±0.5[bc]
	8	1.8±0.8[c]	2.2±0.4[c]	2.6±0.5[c]

[1] Mean ± SD

[2] The same letter in the line are not significantly different at the 5 % level ($p<0.05$).

안 Maillard 반응을 시키는 것이 가장 적절하리라 판단되었다.

5. 굴 가수분해물의 숙성 pH, 산도, VBN, amino-N 변화

식품의 발효 및 숙성이 가지는 의의는 원물이 가지고 있는 것보다 나은 조직감, 맛 및 향의 증진 효과와 저장성 향상이다. 그 외에도 생리활성을 가지는 물질들의 함량을 증진시키는 효과를 지니기도 한다. 효모류는 종균배양에 큰 문제는 없으나 유산균들은 대부분 영양요구성으로 알려져 있으며, 굴소스용의 경우 염분에 의해 종균제조에 여의치 않으므로 유산균 배양을 위한 일반적 방법을 따르는 것이 바람직하다고 판단하였고, 청주제조의 방법처럼 속성종균이나 초기 유산첨가법을 사용하는 것도 바람직하다고 판단하였다. 숙성날짜에 따른 굴의 특성은 Table 12와 같았다.

숙성이 진행되는 동안, pH와 산도에는 큰 변화가 나타나지 않았다. 유산균 접종으로 인하여 젖산 생선에 따른 pH 저하와 산도의 증가가 기대되었으나, 변화는 나타나지 않았다. 이는 굴에 있는 다른 성분에 의해서 생성된 젖산이 분해되거나, 반응 후 다른 생성물을 생성하였을 것으로 판단되었다.

VBN의 경우 숙성 초기 5.0 mg%에서 감소하여 7일 이내에 3.3 mg%로 감소하였고, 이 수치는 숙성 기간인 28일 동안 유지되었다. 굴 가수분해물을 이용하여 *Saccharomyces cerevisiae*와 *Lacrobacillus plantarum*을 이용하여 각각 발효에 진행한 연구결과에 따르면, *S. cerevisiae*를 이용하여 발효를 한 것은 남성에게 선호도가 더 높았는데, 이 이유는 알코올 발효 균주인 *S. cerevisiae*의 작용에 의해서 알코올 발생으로 인한 마스킹 효과를 통해서 남성에게 높은 선호도를 보이고 있다고 판단하였다(Lee et al. 2016). 이러한 마스킹 효과 및 비린내 성분의 저감 효과가 숙성기간 동안 나타난 것으로 판단되었다.

Table 12. Change of pH, acidity, VBN and Amino-N during aging products of Maillard reaction using oyster hydrolysate

	Aging			
	Day 7	Day 14	Day 21	Day 28
pH	4.9±0.1[1)a]	4.9±0.1[a]	4.8±0.1[a]	4.8±0.1[a]
Acidity(%)	3.3±0.1[a]	3.3±0.1[a]	2.9±0.0[b]	2.9±0.1[b]
VBN(mg%)	5.0±0.1[a]	4.0±0.0[b]	3.3±0.1[c]	3.3±0.1[c]
Amino-N	489.7±1.2[a]	517.7±1.2[b]	667.3±1.2[c]	713.9±1.2[d]

1) Mean ± SD

2) The same letter in the line are not significantly different at the 5 % level ($p<0.05$).

아미노질소는 유리아미노산의 총량을 질소량으로 표시한 것으로서, 식품의 품질 지표 항목으로 사용되고 있다. 굴소스에서도 아미노 질소를 통해서 품질과 등급을 정할 수 있다. 숙성과정을 통해서 아미노 질소가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 초기 489.7 mg/100 g에서 숙성 완료 시점인 28일이 경과하였을 때는 713.9 mg/100 g까지 증가하였고, 숙성기간 내에는 점차적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 시판 굴소스의 분석한 연구 결과에 따르면 아미노질소의 함량이 484.2 mg/100 g 으로 나타난 것에 비하여 높은 수치를 보이고 있었다(Hwang et al. 2015).

하지만 숙성 과정을 통해 생산된 것을 추후 다른 재료와 함께 혼합하여 사용할 경우 희석되는 효과를 가져오기 때문에 숙성 과정 동안에 가능한 높은 아미노 질소 함량을 확보하여야 한다고 판단되었다. 희석되어도 시제품에서 높은 아미노질소 함량을 확보할 수 있도록 하도록 할 수 있었다.

6. 시판 굴소스의 일반성분

국내 시장 점유율이 높은 L사의 굴소스 2종 (이하 LDS, LMS) 및 Y사의 굴소스 1종 (이하 XMS)의 일반성분, pH, 염도 및 brix를 살펴본 결과는 Table 13과 같았다. LDS의 경우 수분이 50.1%, brix의 경우 48.5%로 가장 농도가 높았으며, XMS의 경우 수분이 69.2%이었으며 brix는 31.6%로 가장 낮은 농도를 나타내었다. 조단백질 함량의 경우 LDS가 8.4%로 가장 높았으며 다음으로 XMS (3.54%), LMS (2.6%)의 순이었다. 이와 같이 LMS가 XMS에 비하여 고형물 함량이 높음에도 불구하고 단백질 함량이 가장 떨어지는 이유는 염의 함량 (11.94%)이 가장 높을 뿐만 아니라 굴소스 제조시 베이스로 사용한 굴 추출액의 함량이 낮고 기타

Table 13. General composition, pH, salinity and brix of commercial oyster sauces

Component		Contents		
		LDS[2)]	LMS	XMS
Proximate composition (g/100g)[1)]	Moisture	50.1±0.4[3)a4)]	59.5±0.5[b]	69.2±0.2[c]
	Crude protein	8.4±0.2[c]	2.6±0.1[a]	3.54±0.6[b]
	Crude lipid	0.04±0.0.1[a]	0.03±0.0.1[ab]	0.04±0.0.1[a]
	Crude ash	20.32±0.45[a]	12.14±0.48[c]	15.02±0.21[b]
	Carbohydrate[1)]	21.05±0.151[b]	25.73±0.21[a]	12.20±0.462[c]
pH		6.19±0.12[ab]	5.97±0.32[ac]	6.23±0.12[a]
Salinity		9.88±0.61[b]	11.94±0.55[a]	9.21±0.57[b]
Brix (°)		48.5±0.5[a]	43.0±0.4[b]	31.6±0.4[c]

[1)] The content of carbohydrate was calculated by 100 - (crude protein + lipid + ash).

[2)] LDS, LMS, and XMS mean Lee kum kee panda oyster sauce, Lee kum kee premium oyster sauce, and Xiamen oyster sauce, respectively.

[3)] Mean ± SD

[4)] The same letter in the line are not significantly different at the 5 % level. ($p<0.05$)

고형물 함량을 높이기 위해 당과 같은 부재료의 첨가로 인한 것이라 추측되었다. 또한 회분의 경우 LDS가 20.32%로 LMS (12.14%)와 XMS (15.02%)에 비하여 월등히 높은 것으로 나타났으며 이로 LDS의 베이스가 되는 굴 추출액 및 굴 자숙액의 함량 및 농도가 다른 굴소스에 비하여 더 높다고 추정할 수 있었다. 일반 성분 분석을 통하여 시제품 제조시 굴 및 굴 자숙액의 함량을 높이도록 한다고 판단되었다.

7. 시판 굴소스의 점도 및 전단응력

3종의 시판 굴소스를 점도를 살펴본 결과는 Table 14에 나타내었고, LMS가 4340 cP의 점도를 나타내어 가장 점도가 높은 것으로 나타났으며, 다음으로 LDS가 4160 cP로 LMS에 비하여 점도가 조금 낮았다. 타사 제품인 XMS의 경우 점도가 1820 cP로 나타나 세 제품 중 가장 낮은 점도를 나타내었다. 이와 같은 같은 회사인 LDS 및 LMS와 타사제품인 XMS의 점도가 크게 차이 나는 것은 각 회사간 다른 증점제를 사용할 뿐만 아니라 증점제의 비율 또는 전체 배합에서의 차이로 추정되었다.

3종의 시판 굴소스를 20℃ 및 40℃에서 shear rate를 증가시키며 전단응력(shear stress)의 변화를 측정한 결과는 Fig. 15, 16, 17에 나타내었다. 세 제품 모두 20℃에서 측정한 결과보다 40℃에서 측정한 결과가 shear rate에 대비하여 전단응력이 감소하는 경향을 나타내었다. 이와 같이 20℃에서 측정한 것에 비해 40℃에서 측정한 전단응력이 더 약한 것은 액체 유체의 경우 분자간의 인력이 점도에 직접 관여하므로 온도의 증가에 따라 분자간의 인력이 약해지고 이 결과 점도의 저하가 일어난 것으로 판단된다. L사의 LDS 및 LMS의 경우 20℃ 및 40℃에서 측정한 결과가 모두 전단응력이 XMS의 전단응력에 비해 높은 것으로 나타

Table 14. Viscosity of commercial oyster sauces

	Samples[1)]		
	LDS	LMS	XMS
Viscosity (cP)	4160±2[2)b3)]	4340±10[a]	1820±15[c]

[1)] LDS, LMS, and XMS mean Lee kum kee panda oyster sauce, Lee kum kee premium oyster sauce, and Xiamen oyster sauce, respectively.

[2)] Mean ± SD

[3)] The same letter in the line are not significantly different at the 5 % level. ($p<0.05$)

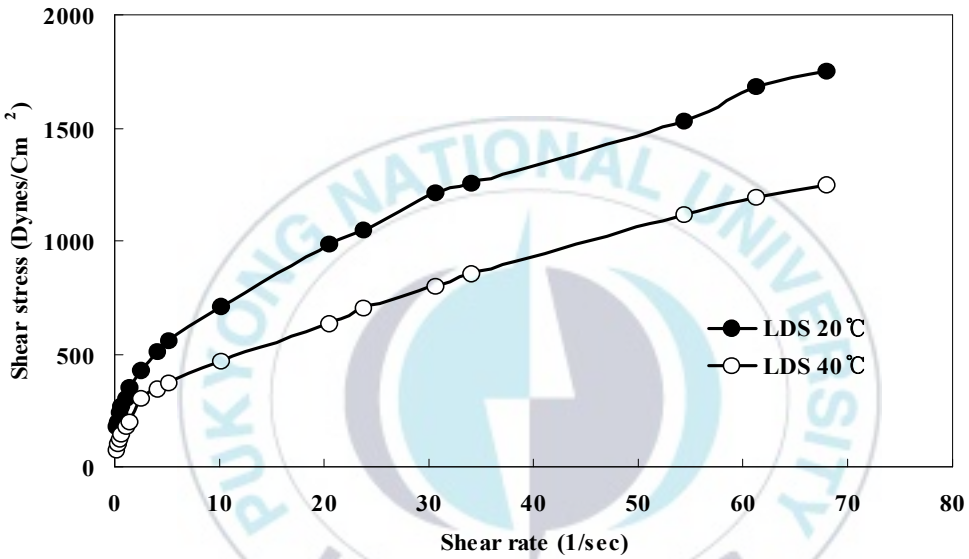

Fig. 15. Changes of shear stress of commercial oyster sauce cooked at different temperature. (LDS means Lee kum kee panda oyster sauce)

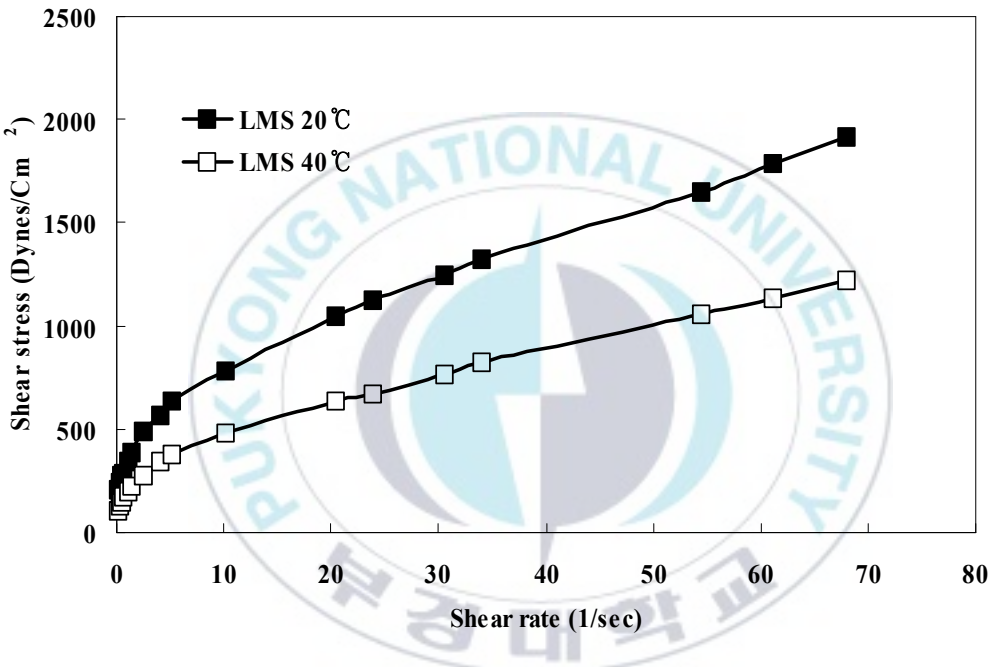

Fig. 16. Changes of shear stress of commercial oyster sauce cooked at different temperature. (LMS means Lee kum kee premium oyster sauce)

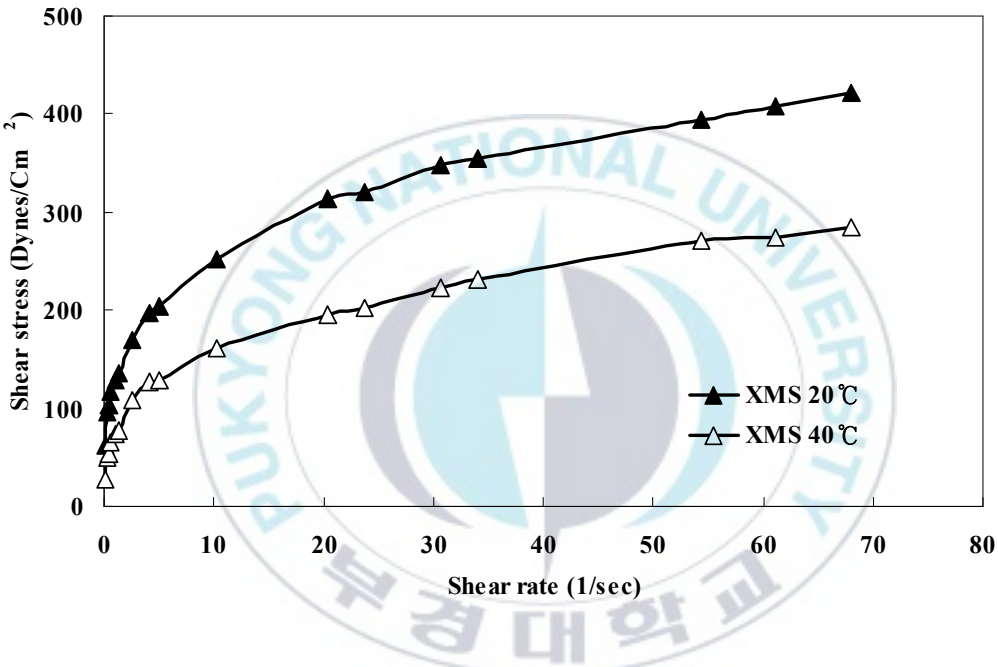

Fig. 17. Changes of shear stress of commercial oyster sauce cooked at different temperature. (XMS means Xiamen oyster sauce)

났다. 회전형 점도계의 경우 회전 실린더의 회전속도가 커짐에 따라 회전 실린더 전체 표면에 작용하는 전단응력은 비례하여 커지게 된다. 이러한 관계가 직선적인 비례, 즉 선형 (linear)한 관계를 가질 경우 뉴튼성 유체라고 하며, 그 관계가 직선형이 아니고 회전속도의 증가에 따라 비선형 (non-linear)적인 경향을 보이는 경우가 있는데 이 경우는 비 뉴튼성 유체 (non-Newtonian fluids)라 부른다. 아래 세 그래프의 결과로 미루어 보아 세 제품 모두 직선적인 비례가 아닌 비선형적인 경향을 보이고 있어 비 뉴튼성 유체로 판단되었다.

8. 시판 굴소스의 중금속

시판 굴소스의 안전성을 검토하기 위하여 살펴본 시판 굴소스의 중금속 함량은 Table 15와 같았다. 제조사에 관계없이 모든 굴소스에서 수은, 카드뮴, 납 및 크롬과 같은 중금속은 검출되지 않았다. 한편, 우리나라 식품위생법규에서는 소스류에 대한 중금속 함량의 기준이 없다.

시판되는 굴소스의 저장 안정성을 알아보기 위해 수분활성도 및 세균수를 살펴본 결과도 Table 15에 나타내었다. LMS, LDS 및 XMS의 수분활성도는 각각 0.8214, 0.8228 및 0.891로 나타났다. 식품에서 수분활성도의 값은 1 미만으로 어패류와 같은 수분이 많은 것은 0.98 ~ 0.99, 곡물류 등 건조식품은 0.60 ~ 0.64 정도이다. 이와 같은 수분활성도가 클수록 미생물이 이용하기 쉬우며 미생물 성장에 대한 최저한의 수분활성은 보통세균이 0.91이다. 따라서 본 실험에 사용한 굴소스들의 수분활성도 0.8214 ~ 0.8910의 경우는 보통세균에 있어 안전하다고 판단하였다.

각 시판 굴소스의 세균수는 LMS 및 LDS의 경우 검출되지 않았으며, XMS의 경우 1.4×10^2 CFU/g로 나타났으나 그 수가 미미하여 저장 안정성에 있어서는

Table 15. Heavy metal contents, water activity and bacterial quality of commercial oyster sauces

Component		Contents (mg/kg)		
		LDS[1)]	LMS	XMS
Heavy metals (mg/kg)	Mercury	ND	ND	ND
	Cadmium	ND	ND	ND
	Lead	ND	ND	ND
	Chromium	ND	ND	ND
Aw		0.8228±0.0012[2)b3)]	0.8214±0.002[a]	0.891±0.0045[c]
Bacterial Quality		ND	ND	1.4×10^{2} CFU/g

1) LDS, LMS, and XMS mean Lee kum kee panda oyster sauce, Lee kum kee premium oyster sauce, and Xiamen oyster sauce, respectively.

2) Mean ± SD

3) The same letter in the line are not significantly different at the 5 % level. ($\rho<0.05$)

큰 문제가 없으리라 판단되었다.

9. 시판 굴소스의 색도

시판 굴소스의 L (명도), a (황색도), b (적색도) 및 백색도 값을 살펴본 결과는 Fig. 18과 같았다. 명도의 경우 LDS가 3.82로 나타나 세 시료 중 가장 흑색에 가까웠으며, 다음으로 LMS (5.40)순이었고 XMS의 명도는 6.67로 나타나 세 개의 굴소스 중 가장 밝은 명도를 나타내었다.

적색도의 경우 LMS가 3.30으로 나와 다른 두 굴소스에 비해 붉은 빛을 더 많이 띄는 것으로 나타났으며, 다음으로 XMS (3.01), LDS (2.91)의 순이었다. 황색도의 경우 LMS가 3.78으로 가장 높았으며, 다음으로 XMS (3.30), LDS (2.67)의 순이었다. 이상의 결과로 미루어 보아 LDS가 가장 짙은 색의 소스였으며, XMS가 가장 옅은 굴소스로 판단되었다. 이와 같은 색의 차이는 소스의 살균시 함유되어있는 단백질의 아미노산과 당의 Maillard 반응으로 인한 갈색화 및 증점제로 사용한 밀가루 등의 탄화 또는 카라멜 색소의 사용량 차이 등에 의한 것이라 추정되었다.

10. 시판 굴소스의 유리아미노산 및 taste value

시판 굴소스의 맛에 지대한 역할을 하는 유리아미노산의 함량 및 조성을 살펴본 결과는 Table 16과 같았다. 시판 굴소스의 유리아미노산은 LDS의 경우 총 6종이, LMS의 경우 총 9종이, 그리고 XMS의 경우 총 16종이 동정되었고, 굴소스간에 유리아미노산 종류 및 동정된 수에 있어서는 다소 차이가 있었다. 유리아미

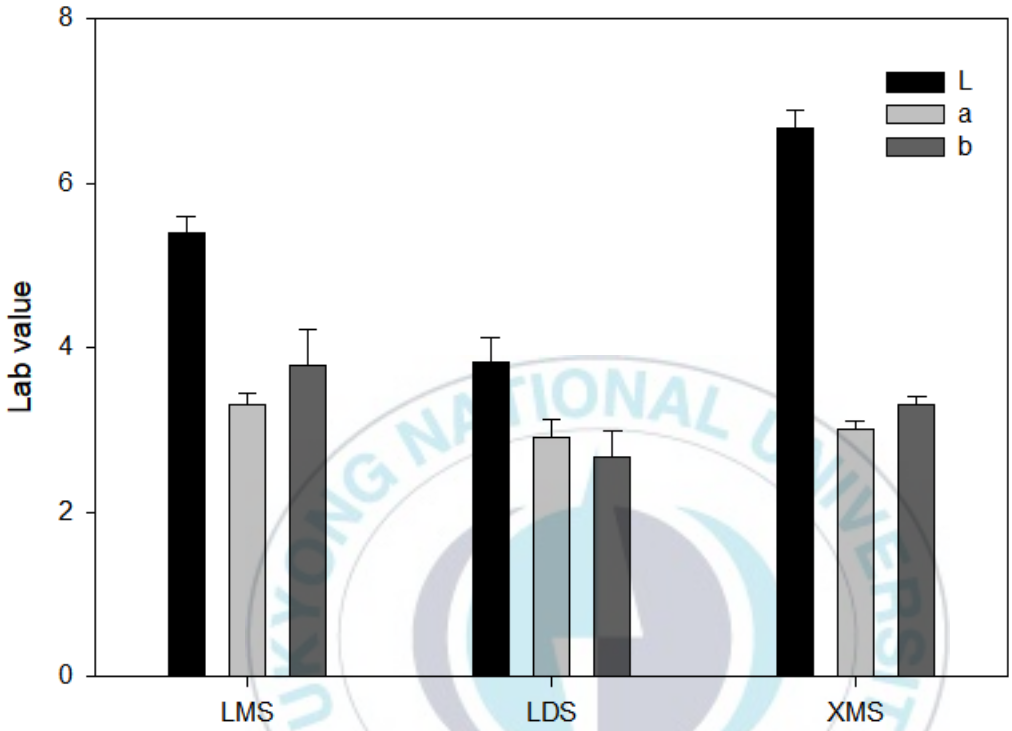

Fig. 18. Hunter's Lab values of commercial oyster sauces

(LDS, LMS, and XMS mean Lee kum kee panda oyster sauce, Lee kum kee premium oyster sauce, and Xiamen oyster sauce, respectively.)

Table 16. Free amino acid (FAA) contents of commercial oyster sauces

(mg/100 mL)

Amino acids	LDS[1)]	LMS	XMS
Taurine	15.91 (1.98)	57.85 (4.77)	82.82 (7.37)
Phosphoethanolamone	2.85 (0.35)	3.27 (0.27)	ND
Aspartic acid	ND[2)]	0.60 (0.05)	12.31 (1.10)
Hydroxyproline	ND	ND	10.76 (0.96)
Threonine	ND	ND	5.65 (0.50)
Serine	ND	1.28 (0.11)	11.24 (1.00)
Glutamic acid	767.91 (95.45)	1092.86 (90.03)	902.94 (80.38)
Sarcosine	3.5 (0.44)	ND	3.87 (0.34)
Glycine	9.14 (1.14)	23.38 (1.93)	27.55 (2.45)
Alanine	5.21 (0.65)	21.19 (1.75)	24.33 (2.17)
Citrulline	ND	ND	2.86 (0.25)
Valine	ND	ND	8.77 (0.78)
Isoleucine	ND	ND	3.90 (0.35)
Leucine	ND	ND	14.21 (1.26)
Phenylalanine	ND	ND	2.96 (0.26)
β-aminoisobutyric acid	ND	ND	1.39 (0.12)
ɣ-aminobutyric acid	ND	13.1 (1.08)	ND
Ethanolamine	ND	0.36 (0.03)	ND
Lysine	ND	ND	7.77 (0.69)
Total	804.52 (100.00)	1213.89 (100.00)	1123.33 (100.00)

[1)] LDS, LMS, and XMS mean Lee kum kee panda oyster sauce, Lee kum kee premium oyster sauce, and Xiamen oyster sauce, respectively.

[2)] ND means not detected.

노산의 총 함량은 LMS가 1213.89 mg/100 mL로 가장 높았고, 다음으로 XMS (1123.33 mg/mL)의 순이었으며, LDS가 804.52 mg/100 mL로 가장 낮았다.

유리아미노산의 총 함량으로 미루어 볼 때 맛의 강도는 LMS가 가장 강할 것으로 추측되었고, 다음으로 XMS 및 LDS의 순이었다. 시판 굴소스의 주요 유리아미노산은 3종의 굴소스에 모두 glutamic acid의 함량 (LDS : 95.45%, LMS : 90.03%, XMS : 80.38%)이 가장 높았으며, 다음으로 taurine의 함량 (LDS : 1.98%, LMS : 4.77%, XMS : 7.37%)이 높았다. 이와 같이 시판 굴소스에서 glutamic acid가 유리아미노산의 대부분을 차지하는 것은 세 제품 모두 MSG의 첨가에 의한 것이라 추정되었다.

시판 굴소스의 유리아미노산 분석 결과를 토대로 LDS, LMS 및 XMS의 맛을 taste value (유리아미노산이 시판 굴소스의 맛에 얼마나 기여하는지를 맛의 강도로 고려하여 나타낸 값)로 나타낸 결과는 Table 17과 같았다. 유리아미노산의 맛에 대한 역치 (threshold, 맛을 느낄 수 있는 최저 농도)는 aspartic acid가 3 mg/100 mL로 가장 낮았고, 다음으로 glutamic acid (5 mg/100 mL)의 순이었으며, 이들은 다른 유리아미노산에 비하여 맛에 아주 민감 (aspartic acid의 경우 glutamic acid를 제외한 타 아미노산에 비하여 7~87배정도 민감함)하였다. 맛의 역치를 고려한 taste value로 보는 경우 LMS가 219.31로 가장 높았고, 다음으로 XMS (185.70) 이었으며, LDS가 153.74로 가장 낮았다. Taste value로 살펴 본 시판 굴소스의 맛에 크게 작용하는 주요 아미노산으로는 LDS의 경우 glutamic acid (153.58) 등이었고, LMS 및 XMS와 같은 두 굴소스 모두 glutamic acid (각각 218.57 및 180.59) 및 aspartic acid (각각 0.20 및 4.10)로 판단되었다.

11. 시판 굴소스의 향기성분

Table 17. Taste values of commercial oyster sauces

Amino acids	Taste threshold (mg/100 mL)[1)]	Commercial oyster sauces[2)]		
		LDS	LMS	XMS
Aspartic acid	3	-	0.20	4.10
Threonine	260	-	-	0.02
Glutamic acid	5	153.58	218.57	180.59
Glycine	130	0.07	0.18	0.21
Alanine	60	0.09	0.35	0.41
Valine	140	-	-	0.06
Isoleucine	90	-	-	0.04
Leucine	190	-	-	0.07
Phenylalanine	90	-	-	0.03
Lysine	50	-	-	0.16
Total		153.74	219.31	185.70

[1)] The data were quoted from Kato et al.

[2)] LDS, LMS, and XMS mean Lee kum kee panda oyster sauce, Lee kum kee premium oyster sauce, and Xiamen oyster sauce, respectively.

식품의 향기성분은 각 식품이 함유하고 있는 성분의 종류에 따라 각기 다른 전구물질을 가지거나 열을 수반한 가열 식품의 경우 공통적으로 식품의 주요 성분인 단백질, 탄수화물, 지방을 주요한 제 1차 전구체로 한다. 특히 이러한 세가지 성분의 부분 분해 산물인 아미노산, 펩타이드, 당 및 지방산은 가열에 의해 다른 형태로 전환되어 중간 분해 산물인 제 2차 전구물질을 생성하기도 한다. 대표적으로 가열에 의해 전형적인 향기를 나타내는 식품인 고기나 너트류 등의 향은 중간 전구물질로 아미노산의 전환체인 strecker aldehyde를 갖는다.

이에 시판 굴소스 역시 가열 조리 및 가열 살균으로 인해 생성된 향이 있을 것이라 판단하여 시판 굴소스의 향기성분을 Gas chromatography로 분석하였고, 그 결과는 Fig 19에 나타내었으며 결과 분석은 Table 18, 19, 20으로 표시하였다.

Table 18에 따라 LDS의 경우 아래 표에서 나타낸바와 같이 16종의 향기성분이 검출되었다. LDS의 주요 향기성분은 acetaldehyde, acetone, tris (trimethylsilyl) borate 등이었으며, 그 분포는 aldehyde류 3종, ketone류 2종, furan류 1종, aliphatic hydrocarbon류 1종, aromatic hydrocarbon류 2종, acid류 1종 및 기타 6종을 확인할 수 있었다. 분리된 성분의 비율은 ketone류가 31.4%로 가장 많은 것으로 나타났으며, 그 중 acetone 성분이 20.6%로 가장 높은 것으로 나타났으나 냄새를 감지할 수 있는 최저 농도인 odor threshold가 42로 여타 다른 성분의 odor threshold (acetaldehyde : 0.0015, furan : 9.9, propanal, 2-methyl : 0.00035, 2-Butanone : 0.44, hexane : 1.5, benzene : 2.7, toluene : 0.33, decanal : 0.0004)에 비하여 그 역치가 상당히 높아 acetone의 함량이 많을지라도 여타 다른 향의 강도에 비하여 크게 두드러지지 않으리라 판단되었다. acetone은 가장 간단한 ketone으로 향기가 있는 무색의 액체이며 2차 알코올인 이소프로판올을 산화시킬 때 생성된다.

LMS의 경우 아래 Table 19에서 나타낸바와 같이 14종의 향기성분이 검출되었으며 그 분포는 aldehyde류 2종, keton류 3종, furan류 1종, alcohol류 1종, sulfur

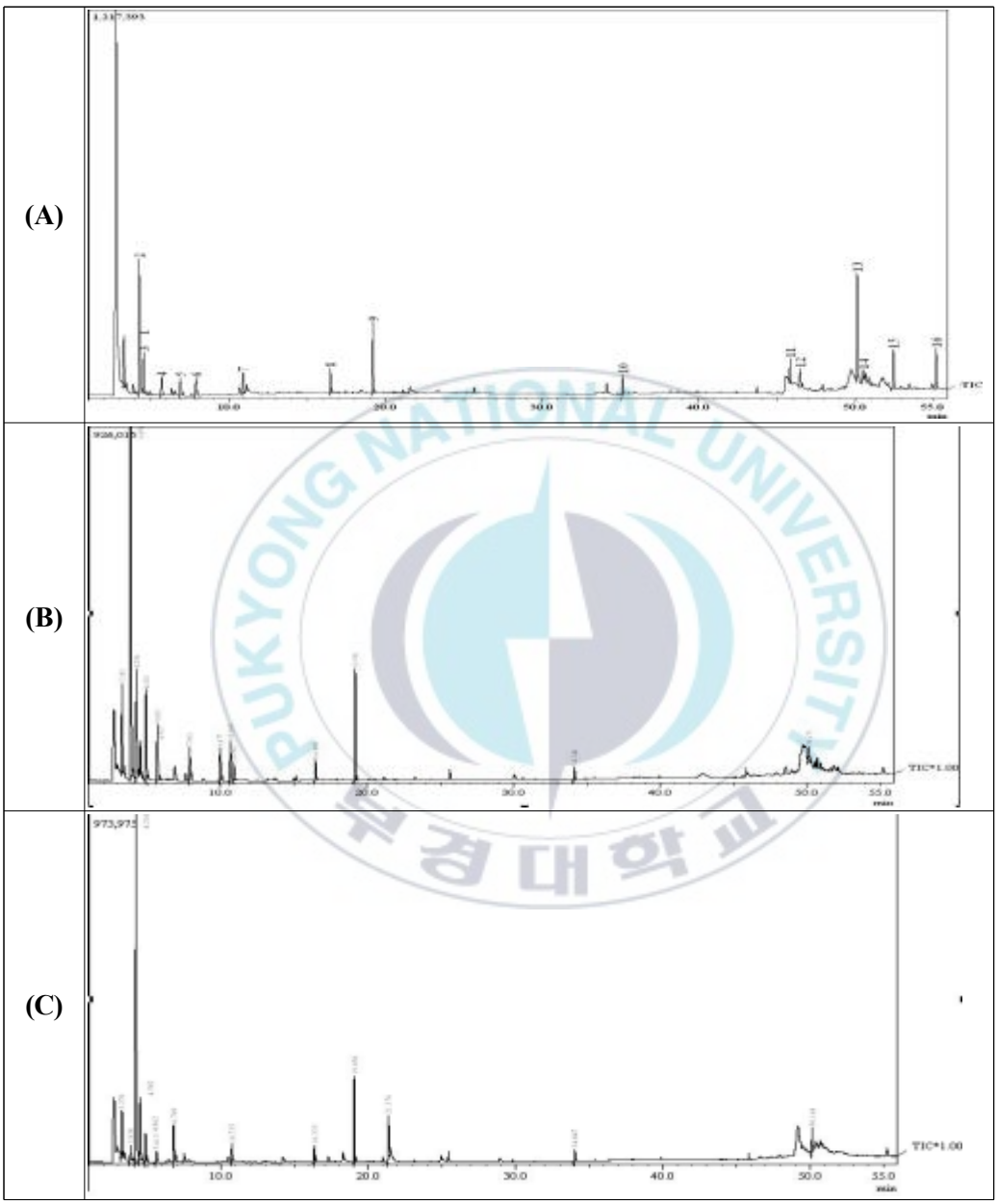

Fig. 19. Gas chromatogram of commercial oyster sauces

Table 18. Volatile compounds identified of Lee kum kee panda oyster sauce

Substance	RT (min)	Area	Area (%)
Acetaldehyde	3.278	717282	8.0
Acetone	4.247	1844066	20.6
Furan	4.547	576303	6.4
Propanal, 2-methyl	5.685	289545	3.2
2-Butanone	6.865	312616	3.5
Hexane	7.880	317821	3.6
Benzene	10.893	369840	4.1
Toluene	16.473	281734	3.1
Decanal	35.152	198829	2.2
Dodecanoic acid	46.497	261502	2.9
Phenol, 4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)	50.522	214282	2.4
1,5-Diphenyl-2H-1,2,4-triazoline-3-thione	52.462	654185	7.3
Total		8946249	100

Table 19. Volatile compounds identified of Lee kum kee premium oyster sauce

Compounds Name	RT (min)	Area	Area (%)
Acetaldehyde	3.278	1022165	8.9
Ethanol	3.858	3880954	33.8
Acetone	4.253	1295938	11.3
Furan	4.553	422377	3.7
Dimethyl sulfide	4.923	880451	7.7
2-Methyl propanal,	5.688	690912	6.0
Hexane	7.887	516741	4.5
3-Methyl butanal	9.975	541334	4.7
2-Methyl butanal	10.670	595308	5.2
Benzene	10.902	241406	2.1
Toluene	16.480	213662	1.9
Total		11478571	100.0

Table 20. Volatile compounds identified of Xiamen oyster sauce

Compounds Name	RT (min)	Area	Area (%)
Acetaldehyde	3.268	517301	5.6
Ethanol	3.838	186765	2.0
Acetone	4.210	4167859	45.5
Furan	4.500	745951	8.1
Dimethyl sulfide	4.862	326003	3.6
2-Methyl propanal	5.608	146924	1.6
2-Butanone	6.762	591697	6.5
Benzene	10.733	256224	2.8
Toluene	16.333	175973	1.9
2,5-Dimethyl pyrazine,	21.373	918441	10.0
Total		9167277	100.0

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

류 1종, aliphatic hydrocarbon류 1종, aromatic hydrocarbon류 2종 및 기타 3종을 확인할 수 있었다. 분리된 성분의 비율은 alcohol류가 33.8%로 가장 많이 차지하는 것으로 나타났다. ethanol의 oder threshold 0.52로 여타 다른 성분의 odor threshold (acetaldehyde : 0.0015, aceton : 42, furan : 9.9, dimethyl sulfide : 0.003, propanal, 2-methyl : 0.00035, Butanal, 3-methyl : 0.5, Butanal, 2-methyl : 0.5, hexane : 1.5, benzene : 2.7, toluene : 0.33)에 비하여 역치가 높은 편이 아니라 ethanol의 함량이 많을 경우 여타 다른 향의 강도에 비하여 다소 두드러진 강도를 보일 것이라 판단되었다. 이러한 ethanol은 특유한 냄새와 맛이 나는 무색 액체로 산화하면 acetaldehyde를 거쳐 acetic acid가 된다. 다음으로 분리된 성분의 비율이 높은 것은 ketone류로 (21.2%)나타났으며, 그중 acetone 성분이 11.3%로 가장 높은 것으로 나타났으며, acetone의 odor threshold는 42로 다소 높아 굴소스의 향기에 있어 크게 두드러진 향을 내지는 않을 것으로 판단되었다.

XMS의 경우 Table 20에서 나타낸바와 같이 총 13종의 향기성분이 검출되었으며 그 분포는 aldehyde류 2종, ketone류 2종, furan류 1종, alcohol류 1종, sulfur류 1종, aromatic hydrocarbon류 2종 및 기타 4종을 확인할 수 있었다. 분리된 성분의 비율은 ketone류가 52.0%로 가장 많이 차지하는 것으로 나타났으며 그 중 acetone 성분이 가장 높은 것으로 나타났으나 acetone의 oder threshold 0.52로 여타 다른 성분의 odor threshold (acetaldehyde : 0.0015, ethanol : 0.52, furan : 9.9, dimethyl sulfide : 0.003, propanal, 2-methyl : 0.00035, 2-butanone : 0.44, benzene : 2.7, toluene : 0.33)에 비하여 역치가 높아 acetone의 함량이 많을지라도 여타 다른 향의 강도에 비하여 크게 두드러지지 않을 것이라 판단되었다.

12. 굴소스 제품의 최적화

12-1. Prototype 1에 의한 시판 굴소스 제품과의 묘사 분석

Prototype 1을 만들기 위한 RSM 분석에 따른 결과는 Fig. 20, Table 21에 나타내었으며, 이에 따른 원료 배합 비율은 Table 22에 나타내었다.

12-2. Prototype 2에 의한 시판 굴소스 제품과의 묘사 분석

시판 굴소스의 성분 분석 결과 가장 적합한 제품으로 LMS라 판단되었으며, LMS를 조미 최적화하여 나온 prototype1과 묘사 분석하여 비교한 결과는 Fig. 21와 같았다. 관능적으로 판단한 색, 점도 및 광택을 비교한 결과 LMS에 비하여 Prototype1이 다소 낮은 결과를 보여 개선이 필요하리라 판단되었다. 광택의 경우 LMS가 좋은 결과를 보이는데 비하여 prototype1은 다소 탁한 빛을 띄었으며, 이는 점도를 높이기 위한 증점제의 종류를 바꾸어 준다며 다소 개선이 가능하리라 추정되었다.

관능적으로 판단한 향을 비교한 결과 sweet flavor의 경우 LMS와 Prototype 1이 비슷한 수준을 나타내었고, scorched flavor는 LMS가 조금 더 강하였으며 fishy smell, salty smell 및 soy sauce smell의 경우 prototype1이 LMS에 비해 다소 강한 결과를 보였다. 이에 다소 바람직하지 않으리라 판단되는 fishy smell의 경우 개선이 필요하였다. 맛에 대하여 비교한 결과 sour taste의 경우 두 시료 모두 거의 나타나지 않았으며, bitter taste 및 salty taste는 LMS에 비하여 prototype 1이 다소 강한 것으로 나타났다.

관능평가 결과로 짜지 않기 때문에 탕수육 등 요리를 찍어먹는 용도로 사용하면 좋을 듯 하다는 의견, 점도가 질기 때문에 투입량이 많아지고, 굴 함유량이 적

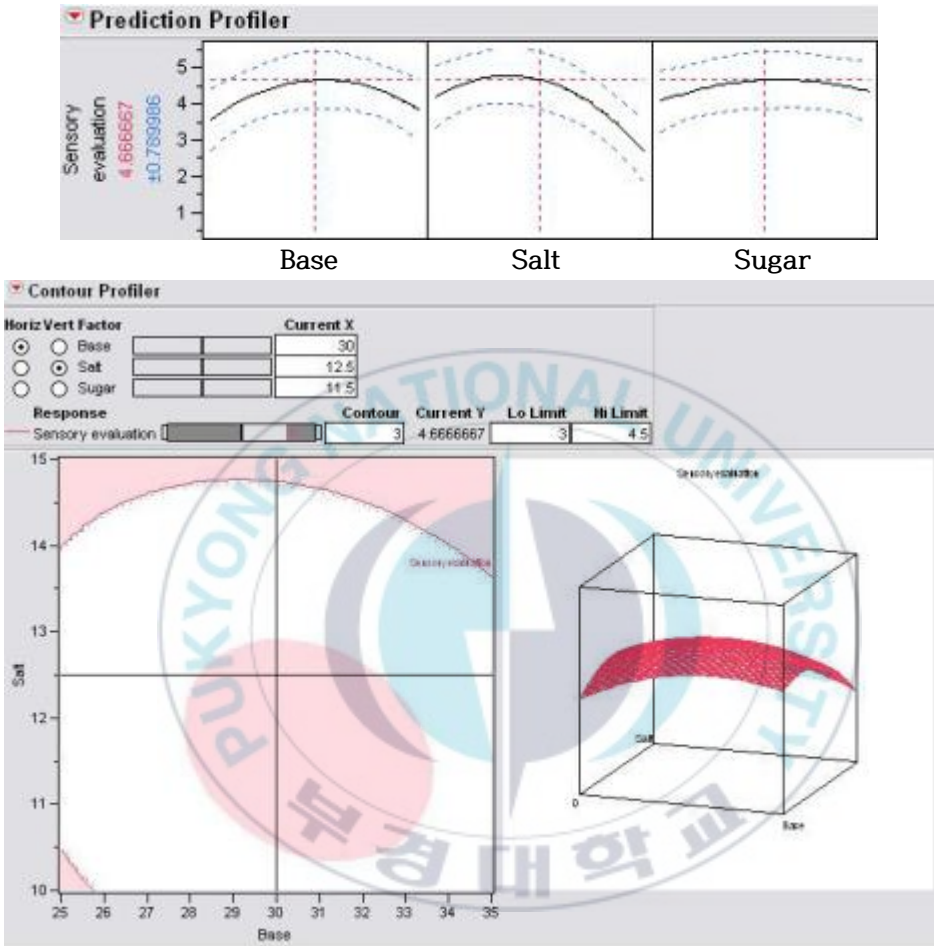

Fig. 20. Response surface of sensory evaluation of prototype 1

Table 21. Results of sensory test of prototype 1

	Pattern	Base	Salt	Sugar	Sensory evaluation
1	+−0	35	10	11.5	4
2	0++	30	15	14	3
3	000	30	12.5	11.5	4
4	− −0	25	10	11.5	3
5	000	30	12.5	11.5	5
6	−0+	25	12.5	14	3
7	0+−	30	15	9	2
8	0−	30	10	9	4
9	++0	35	15	11.5	1
10	000	30	12.5	11.5	5
11	+0+	35	12.5	14	4
12	+0−	35	12.5	9	3
13	−0−	25	12.5	9	3
14	0−+	30	10	14	3
15	−+0	25	15	11.5	2

Table 22. The composition of prototype 1

Raw material	Mixing ratio (%)
Oyster aging drip (brix 40)	11.1
Oyster-cooking drip (brix 38)	5.5
Salt	11.1
Sugar	0.2
IMP	0.2
GMP	1.7
MSG	3.3
Fermented soy sauce	2.8
Wheat flour	21.1
Purified water	23.2
low sweet sugar	19.9
Total	100.0

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

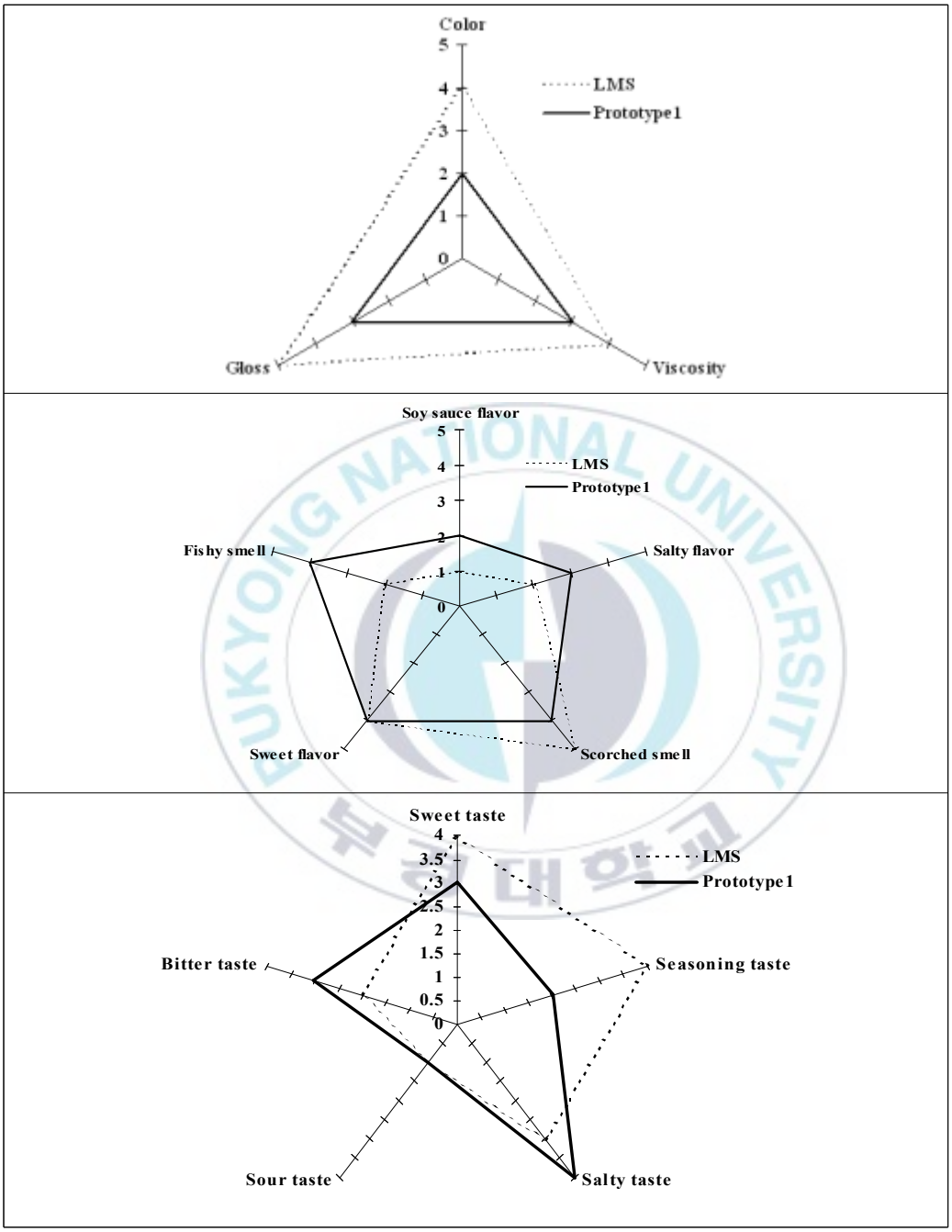

Fig. 21. Descriptive analysis of commercial oyster sauce (Lee kum kee panda oyster sauce) and prototype 1

다는 느낌이 든다는 의견, 기름이 뜨고, 찌꺼기가 많고, 간장 향이 많이 나고, 굴 향이 안 난다는 의견, 또한 싱겁고, 깊은 맛이 나지 않는 다는 의견이 있어 개선 사항으로 1차 prototype 굴소스의 문제점을 개선하기 위해 물성에 대한 조절을 위하여 이에 대한 증점제의 배합을 최적화 하였으며 또한 향을 조절하였고, 굴소스 base의 함량을 늘이는 등 조절하였다. 이의 RSM결과는 Fig. 22, Table 23에 나타났으며, 물성의 최적화를 위하여 아세틸아디핀산 전분을 함량별로 추가하여 점도를 측정하였다. 그의 결과는 Fig. 23에 나타내었고, 밀가루와 아세틸아디핀산 전분의 함량에 따른 점도 변화는 Fig. 24에 나타내었다. 점도계의 속도에 따라 변화하는 점도를 측정하여 굴소스에 최적화 할 수 있는 농도의 것을 만들었다. 이의 점도를 측정하여 소비자가 원하는 점도를 얻을 수 있도록 하여 새로운 배합비를 구성하여 Prototype 2를 제작하게 되었다. Prototype 2의 배합 비율은 Table 24에 나타내었다.

Prototype 2에 대한 관능평가의 의견은 짭짤하나, 조미료 맛이 강하게 남, LMS에 비해 깊은 맛은 떨어짐, 비린향이 약간 남, 색상은 진해서 좋음, LMS보다 점도 약하긴 하나, 사용하기에 큰 불편함 없음 등의 의견이 있었고. Fig. 25에 이금기 굴소스와 비교하여 분석한 관능평가 결과를 나타내었다. 그리고 Table 25에 Prototype 1과 Prototype 2의 관능평가 결과를 비교하여 나타내었다.

12-3. Prototype 2 굴소스 제품의 성분분석

최적화된 조건으로 제작한 굴소스 prototype 2에 대한 일반성분 분석의 결과는 Table 26과 같았다. 100 g 당 열량은 218.2 kcal이고, 탄수화물은 100 g 중 46.6 g이 포함되어 있어 가장 많은 구성 비율을 차지하고 있었다. 탄수화물 이외의 당류는 19.9 g이 포함되어 있고, 단백질은 그 함량이 7.6 g 이었다.

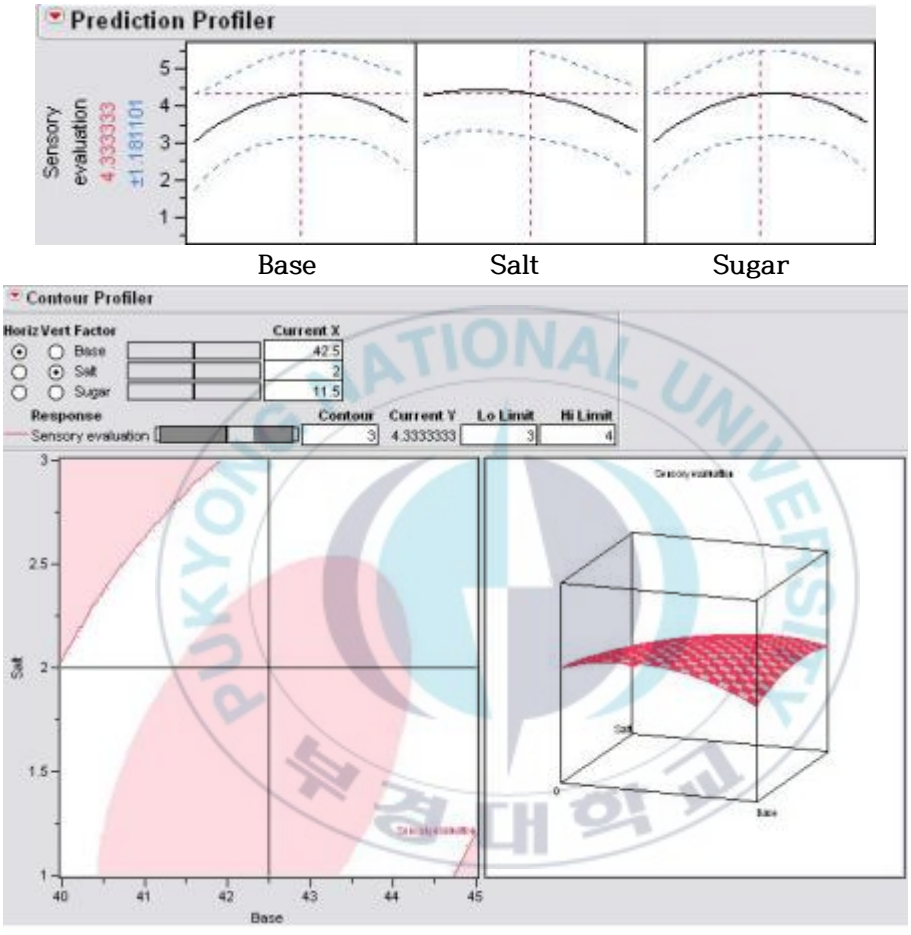

Fig. 22. Response surface of sensory evaluation of prototype 2

Table 23. Results fo sensory test of prototype 2

	Pattern	Base	Salt	Sugar	Sensory evaluation
1	+−0	45	1	11.5	3
2	+0+	45	2	15	2
3	000	42.5	2	11.5	4
4	0+−	42.5	3	8	2
5	−+0	40	3	11.5	1
6	0++	42.5	3	15	3
7	0−+	42.5	1	15	4
8	0−−	42.5	1	8	2
9	000	42.5	2	11.5	5
10	++0	45	3	11.5	3
11	-0-	40	2	8	2
12	-0	40	1	11.5	4
13	+0−	45	2	8	3
14	000	42.5	2	11.5	4
15	-0+	40	2	15	2

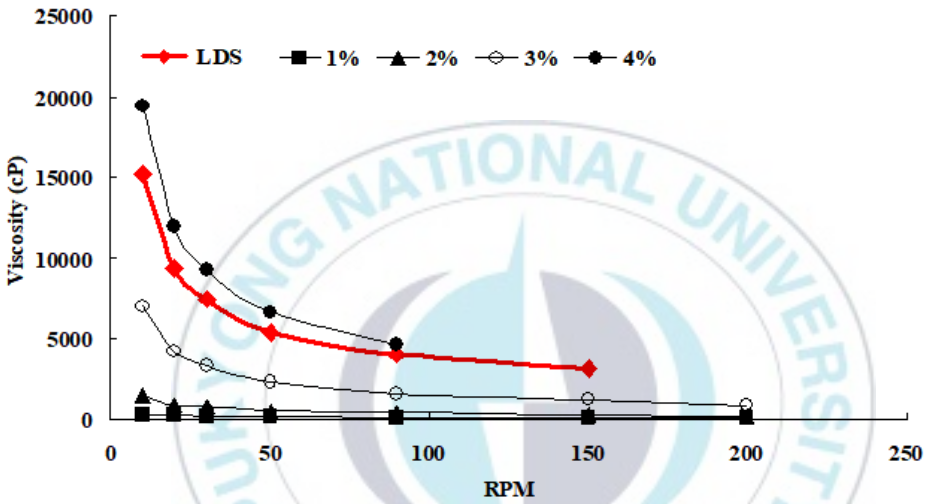

Fig. 23. Viscosity changes relation to viscometer speed(RPM) and concentration of acetylated distarch adipate.

(LDS means Lee kum kee panda oyster sauce.)

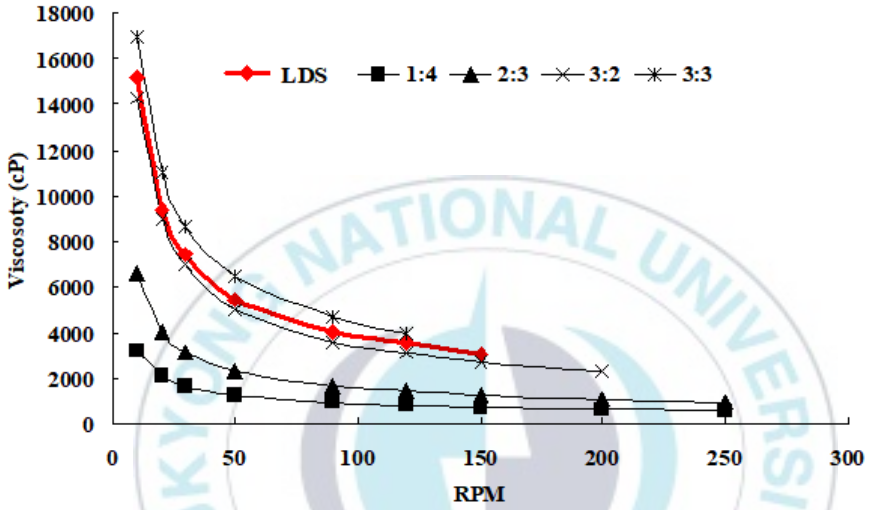

Fig. 24. Viscosity changes relation to viscometer speed(RPM) and ratio of acetylated distarch adipate and flour.

(LDS means Lee kum kee panda oyster sauce.)

Table 24. The composition of prototype 2

Raw material	100% Mixing ratio (g)
Oyster-aging drip (brix 40)	2
Oyster-cooking drip (brix 38)	22.9
Salt	8
MSG	5.4
Wheat flour	4.5
Cararmel	0.55
Acetylated starch Adipate	2
Black sugar	20
I+G	0.16
water	34.49
Total	100

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

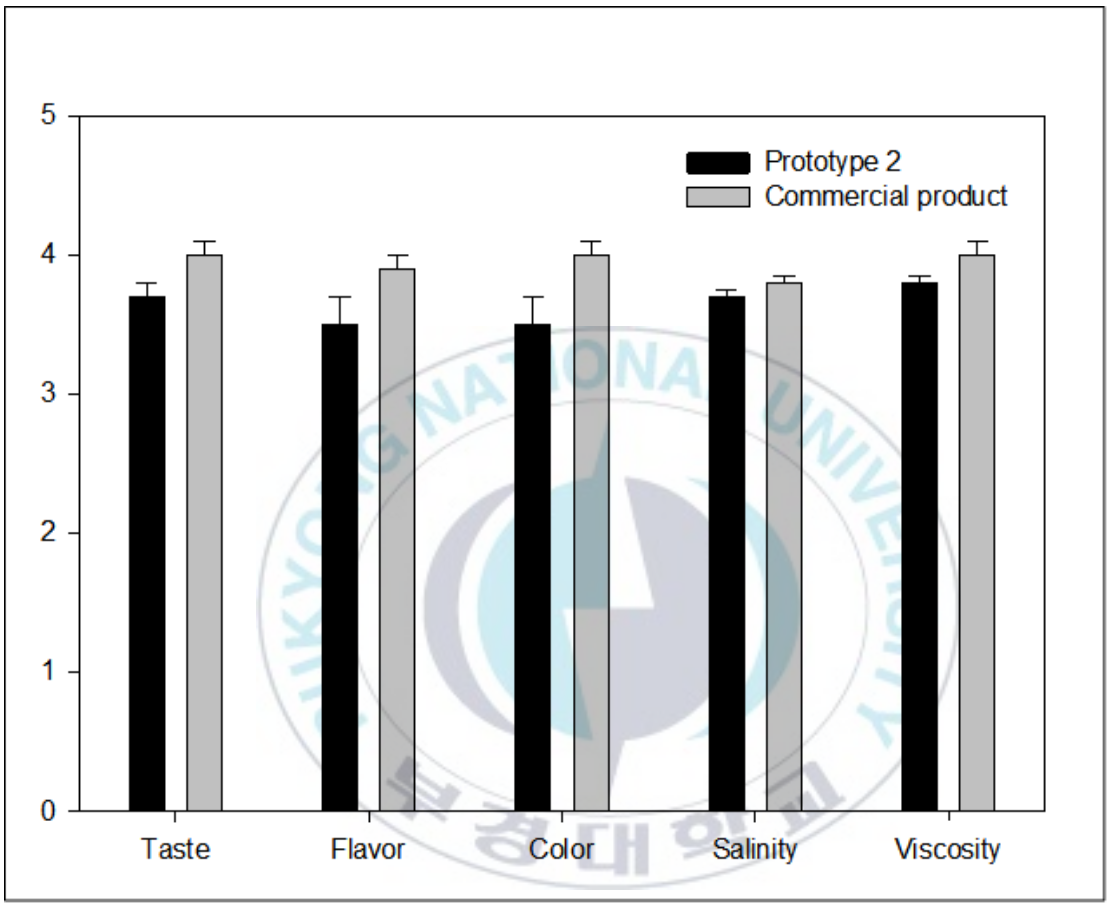

Fig. 25. The result of sensory test for prototype 2 compared with commercial oyster sauce.

Table 25. The result of sensory test for prototype 1 and prototype 2

Classification	1st sample	2nd sample	comparison
Taste	3.0±0.2[1)a2)]	3.7±0.3[b]	Clear and refreshing taste compared to the first.
Flavor	3.1±0.1[a]	3.5±0.1[b]	Weak soy sauce flavor and strong oyster flavor
Color	2.8±0.2[a]	4.1±0.3[b]	Dark brown
Viscosity	2.9±0.1[a]	3.8±0.4[b]	Highly viscous

1) Mean ± SD

2) The same letter in the line are not significantly different at the 5 % level ($p<0.05$).

Table 26. General composition of prototype 2

Test items	Result (/100 g)	per 100 g	*% Nutrient reference values	Daily nutrition criteria
Calorie (kcal)	218.2	218	-	-
Carbohydrate (g/100g)	46.6	46	14%	328
Sugar (g/100g)	19.9	19	-	-
Protein (g/100g)	7.6	7	13%	60
Fat (g/100g)	0.2	0	0%	50
Saturated fat (g/100g)	0.2	0	1%	15
Trans fat (g/100g)	0	0	-	-
Cholesterol (mg/100g)	0	0	0%	300
Sodium (mg/100g)	3850.0	3850	193%	2000

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

일반적으로 식품에서 발견되지 않아야 하는 타르색소와 규격외의 보존료를 검사하여 제작된 prototype 2 의 안전성을 판단하였고, 그 결과는 Table 27에 나타내었다. 타르 색소 및 파라옥시안식향산, 그 외의 규격 외 보존료는 모두 검출이 되지 않아 안전하게 만들어진 것으로 판단되었다.

미네랄 함량은 Table 28에 나타난 것처럼 미네랄 함량에서는 마그네슘과 칼륨이 아주 높은 수치로서 1166 mg/100 g과 1255 mg/100 g의 수치를 보이고 있다.

아미노산과 유리 아미노산은 Table 29에서 보여주듯이 대부분의 아미노산은 거의 비슷한 수치를 보이고 있으나 감칠맛을 내는 glutamic acid가 현저하게 높은 수치를 보이고 있었다. 그리고 유리아미노산에서도 마찬가지로 다른 유리아마노산의 100배 정도의 함량을 glutamic acid가 차지하고 있었다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

Table 27. Tar color and preservative of prototype 2

Test items	Result
Tar color	ND[1)]
Preservative (ρ-Hydroxybenzoate) (g/kg)	ND
Preservative (Extra-dissipative) (g/kg)	ND

1) ND means not detected.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

Table 28. The Mineral contents of prototype 2

	Test items					
	Calcium	Magnesium	Iron	Zinc	Phosphorus	Potassium
Result (mg/100g)	296.4	1166	5.0	4.5	105.2	1255

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

Table 29. The amino acid composition of prototype 2

Amino acid		Free amino acid	
Test items	Result (g/100g)	Test items	Result (g/100g)
Aspartic acid	0.2318	Taurine	0.3122
Treonine	0.1082	Threonine	0.0397
Serine	0.1030	Serine	0.0246
Glutamic acid	4.1346	Glutamic acid	2.107
Glycine	0.2088	Glycine	0.0801
Alanine	0.1812	Alanine	0.1061
Cystine	0.0556	Valine	0.0327
Valine	0.1373	Methionine	0.0209
Methionine	0.0571	Isoleucine	0.0286
Isoleucine	0.0864	Leucine	0.0638
Leucine	0.1630	Tyrosine	0.0189
Tyrosine	0.0328	Beta-alanine	0.0320
Phenylalanine	0.1022	Phenylalanine	0.0279
Histidine	0.0685	Ammonium chloride	0.0399
Lysine	0.1680	Lysine	0.0498
Ammonium chloride	0.2212	Histidine	0.0125
Arginine	0.0653		
Total	6.1250	Total	2.9967

Ⅳ. 요약

굴은 바다의 우유라 불리며 높은 영양학적인 가치를 지니고 있다. 그리고 우리나라는 생굴 및 굴 가공품을 많은 나라로 수출하고 있는 대표적인 나라로서 굴 생산이 많이 이루어지고 있다. 하지만 노로바이러스 등의 문제로 수출상황이 어려워지거나 생산된 굴의 수급이 어려워지는 경우가 종종 발생하기도 한다. 또한 많은 굴 가공품을 생산함에 있어, 가공품에 대한 부산물이 발생하게 된다. 이러한 부산물에는 많은 영양학적 성분이 들어 있음에도 불구하고 폐기되거나 소량으로 이용을 하고 있을 뿐이다. 이에 본 연구에서는 굴과 굴 가공 부산물인 굴 자숙액을 이용하여 소비자들이 즐겨찾는 굴소스를 효소가수분해 및 속성발효를 통해서 제작하고자 하였다. 굴소스는 중화요리의 대표적인 소스로 전세계적으로 많이 사용되고 있어 굴소스를 제작하고 이를 분석하고자 하였다.

단백질을 함유하고 있는 굴 및 굴 자숙액에 효소를 이용하여 가수분해하는 최적의 조건을 설정하였다. 효소는 상용되고 있는 것으로 Acalase, Flavourzyme, Neutrase 와 Protamex가 사용 되었다. 효소활성이 최대가 되는 조건은 각 회사에서 주어진 것을 이용하였다. 각 효소들의 최적 조건하에서 균질화된 굴과 굴 자숙액을 0.5, 1.0, 1.5, 2, 4, 6 시간 동안 반응 시켰다.

굴의 가수분해도는 13.2±0.1%이었지만, 효소를 사용한 경우에는 2 시간까지는 가수분해 시간이 경과함에 따라 급격히 증가하여 29.9~32.7%의 범위를 나타내었고, 8 시간 후에는 36.9~40.5% 범위를 나타내었다. 효소 중에서는 Protamex 가 2 시간 이내에는 27.4±0.4%의 가수분해율을 나타냈었다. 굴 자숙액의 경우 초기의 가수분해율이 42.7±0.1%이었고, 가장 높은 것은 가수분해물의 Protamex 를 사용한 것으로 가수분해율은 72.1±0.1%이었다. 굴은 모든 효소에서 비슷한 경향을 나타내지만, 굴 자숙액은 효소 별 차이가 있었다.

가장 높은 가수분해율을 보이는 Protamex를 사용한 경우, 아미노산의 조성을 분석해 보면, 6시간 가수분해한 것이 최상의 상태를 나타내고 있었다. 따라서, 효소분해 반응의 적합한 시간과 아미노산의 함량을 비교하여 판단하였을때, 6시간 가수분해한 것이 최적의 조건으로 판단되었다.

그리고 가수분해시 생성된 아미노산과 환원당들의 반응인 Maillard 반응을 통해서 소스의 색을 낼 수 있도록 갈변화와 향을 위한 pyrazine을 생성하기 위하여 마이얄반응 조건을 최적화하였다. 가수분해물과 당은 주로 glucose, xylose, fructose와 반응하는데, xylose가 갈색화에 가장 적합하였다. 당 함량은 1% 이상에서 반응하여도 거의 동일하여, 최적 농도는 가장 낮은 농도의 1%를 선택하였다. 다른 온도에서 반응시켰을 때에는 60℃이상에서 증가하였고, 120℃에서는 냄새가 불쾌하여서 100℃에서 반응하는 것이 가장 적합하였다. 반응시간을 달리했을 때, 6시간 이상에서 pyrazine과 갈색도의 변화가 없었다. 그러므로, 천연소스를 제조하기 위해 굴과 굴 자숙액 가수분해물을 이용해 100℃에서 6시간 동안 xylose로 마이얄 반응을 시키는 것이 가장 적합하다고 판단하였다.

이후 발효 균주를 선택하여 숙성 과정을 거치고 숙성액을 표준화하여 제조한 다음, 이를 기본으로 하여 다양한 향신료 및 조미료를 첨가하고 최적의 맛과 점도를 낼 수 있도록 반응표면분석법을 이용하여 굴소스 prototype 2를 제작하였다. 제작된 굴소스는 관능평가를 통해 기존의 굴소스와 비슷한 수치까지 도달하였음을 확인하였다. 그리고 타르색소나 보존료 등이 검출되지 않아 안전한 식품으로서의 인정도 받았다.

이에 본 연구의 내용을 바탕으로 굴소스를 제조하게 되면 기존 수입품의 대체용으로 개발품의 생산이 가능할 것으로 예상된다.

Ⅴ. 참고문헌

Adler-Nissen J and Olsen H. S. 1979. The Influence of Peptide Chain Length on Taste and Functional Properties of Enzymatically Modified Soy Proteins. In Functionality and Protein structure. ACS Symposium Series. p 125-146. A Poru-El. Washinton DC, USA.

Ames JM. 1998. Applications of the Maillard Reaction in the Food Industry. Food Chem. 72 : 119-125

Cha YJ, Lee EH, Lee KH and Chang DS. 1988. Characterization of the Strong Proteolytic Bacteria Isolated from Low Salt Fermented Anchovy and of Protease Produced by that Strain. Bull. Korean Fish Soc. 21(2) : 71-79.

Chung IK, Kim HS, Kang KT, Choi JD, Heu MS, and Kim JS. 2006a. Prepartion and Characterization of Enzymatic Oyster Hydrolysates-added Yogurt. J Korean Soc Food Sci Nutr. 35 : 926-934.

Chung IK, Kim HS, Kang KT, Choi YJ, Choi JD, Heu MS, and Kim JS. 2006b. Preparation and Functional Properties of Enzymatic Oyster Hydolysates. J Korean Soc Food Sci Nutr 35(7) : 919-925.

Damodara S. 1996. Amino acid, Peptides, and Proteins in Food chemistry, Fennema OR. Mercel Dekker Inc., New york. USA.

Heu MS, Park SH., Kim HS, Jee SJ., Lee HJ., Han BW and Kim JS. 2007. Improvement on the Functional Properties of Gomtang-like Product from Salmon Frame Using Commercial Enzymes. J Kor Soc Food Sci Nutr 36(12) : 1596~1603.

Hwang SM, Kim BG, Lee SJ, Kim, SG, Nam HG, and Oh KS. 2015. Flavor Constituents of the Oyster Sauce from Individually Quick-Frozen Oyster Crassostera gigas. J Agriculture and life science. 49(6) : 279~287.

Hwang YS, Kim SH, Shin TS, Cho IS, and Oh KS. 2015. Volatile Flavor Constituents of Cooked Oyster Sauce Prepared from Individualy Quick-frozen Oyster Crassostrea gigas Extract. J Kor Fish Aqat Sci 48(5) : 668-673.

Kang KT, Heu MS and Kim JS. 2007. Development of Spaghetti Sauce with Oyster. J Kor Soc Food Sci Nutr 36(1) : 1, 93-99.

Kim YS, Moon JH, Kim MH, Choi HD, and Park YK. 2009. Physiochemical Properties and Antioxidant Activities of Maillard Reaction Products from Defatted Hydrolyzed Soybean Protein with Various Sugars. J Korean Soc Food Sci Nutr 38(1) : 62-69.

Ko SN, Yoon SH, Yoon SK, and Kim WJ 1997. Developed of Meat-like Flavor by Maillard Reaction of Model System with Amino Acids and Sugars. J Korean Food Sci Technol. 29 : 827-838.

Lee EH and Kim CJ. 2008. Nutritional Changes of Buckwheat During Germination. Kor J Food Culture. 23 : 121-129.

Lee SS., Park SH, Kim HA, and Choi YJ. 2016. Fermentation Process for Odor Removal of Oyster(*Crassostrea gigas*) Hydrolysate and Its Properties. J Korean Soc Food Sci Nutr. 45(4) : 542-550.

Lertittikul WS and Benjakul M Tanaka. 2007. Characteristics and Antioxidative Activity of Maillard Reaction Products from a Porcine Plasma Protein-glucose Model System as Influenced by pH. Food Chemistry. 100 : 669 - 677

Morales FJ and Jimenez-Perez S. 2001. Free Radical Scavenging Capacity of Miallard Reaction Products as Related to Colour and Floroescence. Food Chemistry. 72 : 119-125.

National Fisheries Research and Development Institute. 2012. Standard Manual of Pacific Oyster Hanging culture. p. 2-7. Korea.

Oh HS, Kim JS and Heu MS. 2007, Preparation of Functional Seasoning Sauce Using Enzymatic Hydrolysates from Skipjack Tuna Cooking Drip. J Kor Soc Food Sci Nutr 36(6) : 766-772.

Tsutagawa Y, Hosogai Y and Kawai H. 1994. Comparison of Mineral and Phosphorus Contents of Muscle and Bone in the Wild and Cultured Horse

Mackerel. J Food Hygienic Soc. 35(3) : 315-318.

Qian ZJ, Jung WK, Byun HG, and Kim SK. 2008. Protective Effect of an Antioxidative Peptide Purified from Gastrointestinal Digests of Oyster, Crassostrea gigas Against Free Radical Induced DNA Damge. Bioresource Tech. 99 : 3365-3371.

Rustad T. 2003. Utilisation of Marine By-products. Electron J Environ Agric Food Chem. 2 : 458-463.

Ryu SY, Roh HJ, Noh BS, Kim SY, Oh DK, Lee WJ, Yoon JR and KimSS. 2003. Effects of Various Sugars Including Tagatose and Their Molar Concentrations on the Maillard Browning Reaction. J Korean Food Sci Technol. 35(5) : 898-904.

Seo KW, Kim JP, Cho BS, Gang GL, Yang YS, Park JT and Kim ES. 2009. Study in Safety of Children Snacks in School Zone. J Fd Hyg Safety. 24(2) : 154-161.

Shiau CY and Chai T. 1990. Characterization of Oyster Shucking Liquid Wastes and Their Utilization as Oyster Soup. J Food Sci 55 : 374-378.

Shon SH, Cho IH and Kim YS. 2004. Comparison of Pyrazines Formed in Chicken By-Products Hydrolyzed by Enzymes. J Korean Soc Food Cookery Sci. 20(3) : 265-270.

Yoon HD, Byun HS, Chun SJ, Kim SB, Park YH. 1986. Lipid Composition of Oyster, Arkshell and Sea-mesel. J Korean Fish Soc. 19(4) : 321-326.

Umayaparvathi S, Meenakshi S, Vimalraj V, Arumugam M, Sivagami G and Balasubramanian T. 2014. Antioxidant Activity and Anticancer Effect of Bioactive Peptide from Enzymatic Hydrolysate of Oyster (*Saccostrea Cucullata*). Biomedicine & Preventive Nutr. 4 : 343-353.

감사의 글

세월의 무상함을 새삼 느끼며, 호텔생활과 함께 주경야독으로 박사과정을 진행하면서 논문이 완성되기까지 많은 우여곡절도 있었지만, 지난 학창시절의 추억들과 배움, 경험들이 이렇게 좋은 결실을 맺게 되어 너무나도 가슴 벅차게 기쁘고 그 동안 물심양면으로 관심과 격려로 힘을 주신 여러분들께 진심으로 감사의 말씀을 올립니다.

아는 것 보다 모르는 것이 많은 학문이었기에 어려움이 컸지만, 모든 면에서 부족한 저에게 지혜로운 가르침과 관심, 믿음으로 배움의 길로 이끌어 주시고 지도해주신 양지영 교수님께 먼저 머리 숙여 감사드립니다.

논문 심사위원으로서 언제나 진심어린 조언과 이해심으로 심사를 해주신 심사위원장이신 김영목 교수님, 넉넉한 마음과 따뜻한 미소가 멋있는 심사위원 이양봉 교수님, 어려운 시간을 내시어 좋은 논문이 되도록 조언해주신 심사위원 김군도 교수님, 기업을 경영하시면서 바쁘신 와중에도 도움을 주신 심사위원 김진홍 박사님, 그 외에 여러모로 박사학위 받는 과정에서 염려해주신 전병수 교수님, 김선봉 교수님, 안동현 교수님 등 아직도 많이 부족한 저에게 큰 가르침을 주신 모든 교수님들께 다시 한 번 깊은 감사를 드립니다.

발효공학 실험실의 상당히 많은 실험과 연구 과제를 동시에 하면서 저의 논문이 완성되기까지 최선을 다하여 아낌없이 많은 도움을 준 실험실의 브레인 신지영 박사님 그리고 대학원생인 김현정, 양윤지, 유응성, 박지인, 김지은, 비폐화님, 학부생인 정재연, 김준수, 황진우, 양준호, 안범희, 이

다혜님 께 감사의 뜻을 전합니다.

언제나 자랑스럽고 제 삶의 터전인 부산롯데호텔을 소중하게 생각하며, 항상 인자함으로 격려와 관심을 아낌없이 주셨던 김성한 대표이사님, 김부현 총지배인님, 홍기산 부총지배인님께 진심으로 존경과 감사의 인사를 올립니다.

특히 면학의 꿈을 펼칠 수 있도록 많은 격려와 배려를 해주신 조리팀 빈양욱 팀장님, 서용국 과장님, 김권동 과장님, 김봉곤, 허인덕, 송병용, 배진용, 박현규, 정주혁, 이주원, 이상범, 서승수, 이재만, 백진흠, 박영진, 박회, 장성욱 셰프님 및 라세느, 콜키친 직원들을 비롯한 선·후배 동료 여러분들께 진심으로 감사드립니다.

더욱이 현업에서 도움을 많이 주신 식음팀 이부석 팀장님, 유진환 헤드매니저님, 김부근 지배인님, 안성만 지배인님에게도 감사의 뜻을 전해드립니다.

그리고 부산롯데호텔 사내강사들의 수장이신 지원팀 최승훈 팀장님, 박용징 책임님, 호텔의 모든 교육을 책임지고 있는 사내강사 동료인 정대성, 임수현, 김부근, 김상호, 정주혁, 이소라, 박주현, 차언정, 이종호, 한지훈 사내강사님들에게도 감사의 말씀을 드립니다.

후학들의 양성에 노고가 많으신 선배님으로서 동의과학대학의 김경환 교수님, 대학원 동문인 대동대학의 최성락 교수님, 경남정보대학의 이강춘 교수님, 부산과학기술대학의 김인환 교수님, 동원과학기술대학의 김병일 교수님, 경주대학교의 이자재 교수님, 대한민국 조리명장이신 영산대학교의 강현우 교수님, 울산과학대학의 전유명 교수님, 요리학원 원장이신 구정리 선배님께도 그 동안의 관심과 격려에 진심으로 감사의 말씀을 올립

니다.

또한, 수많은 어려움이 있음에도 항상 옆에서 편안하게 공부할 수 있도록 말없이 내조해준 사랑하는 아내 서주경과 어느새 훌쩍 커버린 예쁜 우리 딸 희림이에게 고맙다는 말과 이 기쁨을 함께 나누고 싶습니다.

마지막으로, 태산 같은 자부심을 가지고, 누운 풀처럼 자신을 낮추는 마음과 역경을 참아 이겨내는 삶을 살아가도록 노력하겠습니다.

감사합니다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교