

반응표면법을 이용한 양송이버섯 피클의 관능적 특성 최적화

김옥선 · 주나미
숙명여자대학교 식품영양학과

Optimization on Organoleptic Properties of Mushroom (*Agaricus bisporus*) Pickles using Response Surface Methodology

Ok-Sun Kim, Nami Joo
Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University

Abstract

The purpose of this study was to determine the organoleptic properties of mushroom pickles made at various compounding ratios according to central composite design for optimum organoleptic properties. In this study, various kinds of mushroom pickle were made at different compounding ratios of vinegar, sugar and salt-critical ingredients of the pickle recipe and the products were presented to an expert panel, who graded the subjects in 7 degrees for 5 items: color, flavor, hardness, taste and overall quality. As a result of sensory quality, mushroom pickles with 300g of vinegar, 150g of sugar and 60g of salt achieved the highest grade. Meanwhile, the results of Response Surface Methodology were different from the sensory quality results, showing that the optimum mixing conditions for overall organoleptic properties of mushroom pickle were 279.58g of vinegar, 179.34g of sugar and 59.09g of salt. (Ed- based on this conflict in results, I suggest that you make a final recommendation, of either the first, the second, or perhaps an intermediate, ratio)

Key words : pickle, mushroom (*Agaricus bisporus*), organoleptic properties, response surface methodology

1. 서 론

최근 경제발전 에 따른 소득증대와 소비자의 기호도 변화에 따라 국내에서도 피자, 햄버거, 후라이드 치킨 등의 서양식 요리의 소비가 급속히 증가함¹⁾에 따라 피클은 이들 요리와 기호의 측면에서 좋은 조화를 보여 소비량이 급속히 증가하고 있으며, 이에 따라 다양한 재료를 이용한 피클 제품이 요구되고 있다.

피클(Pickles)은 채소와 과일에 산, 염, 설탕, 향신료 등을 사용하여 맛과 저장성을 향상시킨 것으로, 사용하는 향신료에 따라 강한 방향과 독특한 맛이 생겨 식욕을 증가시키는 역할²⁾을 한다. 서양에서는 오이, 양파, 토마토, 피망, 양배추, 콜리플라워, 당근, 비츠, 버섯, 올리브 등 여러 가지 종류의 피클이 이

용되고 있는데 이들은 서양식 침채류로서 염지피클과 스위트 피클로 구분되며, 우리나라에서 많이 이용되는 방법은 초산이나 식초를 첨가한 스위트 피클³⁾이다.

버섯은 옛날부터 식용으로 이용해 왔으며 단백질, 당질, 무기질 및 각종 아미노산과 비타민 등을 골고루 갖춘 영양식품으로 다양한 효소가 함께 함유되어 있을 뿐만 아니라 특유의 맛과 향기를 가지고 있어 기호성이 높은 식품으로 인식되고 있으며⁴⁾, 최근에는 항산화 효과, 항균 및 항암 효과에 대한 연구결과가 보도되고 있어 영양학적 가치 뿐만 아니라 건강식품으로서 인식되어 그 소비량이 증가하고 있는 추세이다⁵⁻¹⁰⁾.

본 연구에서는, 소비자의 다양한 기호 변화에 맞추어 저장성을 높일 수 있는 양송이버섯 피클을 제조하고, 배합비에 따른 관능적 특성을 반응표면분석방법으로 모니터링 함으로써 양송이버섯 피클의 관능적 특성에 대한 제조조건을 최적화하고자 하였다.

Corresponding author: Ok-Sun Kim, Sookmyung Women's University, Chungpa-dong, Yongsan-ku, Seoul 140-742, Korea
Tel: 02-710-9471
Fax: 02-710-9467
E-mail: okboog@hanmail.net

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 양송이버섯은 2003년 11월 1일 서울 송파구 문정동에 있는 보령유통에서 구입하여 사용하였고, 양조식초(샘표), 정백당(제일제당), 꽃소금(해표), 월계수잎(다농마트), 정향(다농마트), 통후추(다농마트), 마늘(의성산), 건고추(음성산)를 구입하여 사용하였다.

2. 양송이버섯 피클의 제조

양송이버섯 피클은 전, 이³⁾방법에 준하여 예비실험을 실시하여 표준화시켰다. 양송이버섯은 구입하여 선별한 후 먼지나 흙 등의 이물질을 제거하였고, 피클을 담을 용기는 밀폐가 가능한 1리터 유리병을 구입하여 열탕소독하고 일광에서 건조시켰다. 유리병에 양송이버섯과 월계수잎, 정향, 통후추, 마늘, 건고추를 넣고 식초, 설탕, 소금을 혼합하여 5°C에서 7일간 숙성시켰다. 양송이버섯 피클 제조의 최적조건을 얻고자 예비실험결과인 X1(식초), X2(설탕), X3(소금) 값은 중심합성계획법(Central Composite Design¹²⁾을 이용하였으며, 반응표면 회귀분석^{13,14)}을 위해 SAS(Statistical Analysis Program 8.12)을 사용하였다.

양송이버섯 피클 제조의 최적조건을 얻고자 식초함량(X1), 설탕함량(X2), 소금함량(X3) 등 3개 요인들의 수준은 홍미영역에서 -1, 0, 1로 3단계로 부호화하였고, 기본 배합비 및 각 인자의 수준은 Table 1, 2와 같다.

3. 관능검사

관능요원은 숙명여자대학교 대학원생 중에서 신뢰성, 건강, 실험에 대한 관심도 등을 고려하여 10명을 선정하였고, 이들에게 실험의 목적과 취지를 설명하

고 각각의 세부항목에 대해 잘 인지하도록 관능검사에 관한 사전 교육을 시킨 후 검사에 응하도록 하였다.

최대한 랜덤화, 블록화 될 수 있도록 한사람의 패널이 1회에 4개씩의 시료를 평가하게 하고, 4일간 검사하여 총 16개 처리군의 시료가 중복되지 않게 하였고, 각 패널에게 주어지는 4개의 시료가 동일한 순위와 구성으로 이루어지지 않도록 조절하였다. 관능검사 시간은 오후 3~4시 사이로 하였고, 각각의 시료를 백색 접시에 따로 담아 상온에서 제공하였다. 한 개의 시료를 먹고 나면 반드시 생수로 입안을 헹군 후 다른 시료를 시식하고 평가하도록 하였다. 관능항목은 색(Color), 향기(Flavor), 경도(Hardness), 맛(Taste), 전반적인 기호도(Overall quality)를 7점 평정법에 의해 평가하도록 하였고 수치가 강해질수록 특성 강도가 강해지는 것으로 표현하도록 하였다.

4. 통계분석

모든 자료는 통계 Package SAS(version 8.12)를 이용하여 분석하였다. 중심합성계획법에 따라 실험을 설계하였고 RSREG(Response Surface Regression Analysis)방법으로 자료를 분석하였다. 재료의 배합성분을 각각 독립변수로 하고 실험결과인 반응변수와 관계를 2차 다항회귀식으로 구하였고 1차 선형효과, 2차 곡선효과 및 인자 간 교호작용을 살펴보았으며 독립변수에 대한 종속변수의 반응표면상태를 3차원 그래프와 등고선분석을 실시하였다. 회귀분석 결과 정상점이 안장점일 경우에는 능선분석을 행하여 최적점을 구하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 양송이버섯 피클의 관능적 품질

양송이버섯을 이용한 피클 제조 시 관능적 특성을 최적화하기 위하여 중심합성계획법에 따라 여러 배합비에서 제조된 양송이피클의 관능적 특성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 실험계획(Table 3)을 바탕으로 제조된 16개의 시험구의 양송이피클에 대하

Table 1. Normal composition and increment of mushroom (*Agaricus bisporus*) pickle formula.

Ingredient	Weight(g)	Increment(g)
Mushroom (<i>Agaricus bisporus</i>)	200	0
Pickling spice*	40	0
Vinegar	300	±100
Sucrose	150	±30
Salt	60	±20

* Bay Leaf(4g), Clove(8g), Pepper(6g), Garlic(16g), Dry red pepper(6g)

Table 2. Variable and their level for central composite design of mushroom(*Agaricus bisporus*) pickle.

Variable	Symbol	Coded-variables levels		
		-1	0	1
Vinegar	X1	200	300	400
Sucrose	X2	120	150	180
Salt	X3	40	60	80

여 7점 척도 시험법에 따라 관능적 품질을 평가해 본 결과 16개 시험군에서 색상 4.22~5.78, 향 3.78~4.56, 경도 3.78~5.00, 맛 3.33~5.33, 전반적인 기호도 3.65~5.22로 배합비에 따른 변화가 다소 있었다. 양송이버섯 피클의 배합비인 식초 함량(200~400g), 설탕 함량(120~180g), 소금 함량(40~80g)의 범위에서는 조금 나쁘다(3점)와 좋다(6점)의 범위로 나타났다. 이때 배합비의 변화에 따른 양송이버섯 피클의 색(Y1)에 대한 반응표면 회귀분석결과에서 회귀식의 R^2 은 0.97로서 유의수준($P<0.001$)이내에서 유의성이 인정되었으며, 향(Y2)에 대한 반응표면 회귀분석 결과에서도 회귀식의 R^2 은 0.94로서 유의수준($P<0.01$)이내에서 유의성이 인정되었다. 또한 경도(Y3)와 맛(Y4)의 반응표면 회귀분석의 결과 각각 R^2 가 0.96,

0.88로 유의수준($P<0.005$, $P<0.05$)이내에서 유의성이 인정되었다. 그러나 전반적인 기호도에 대한 회귀식의 R^2 은 0.81로서 유의성이 인정되지 않았다.

2. 양송이버섯 피클의 관능적 특성 및 혼합비의 최적화

양송이버섯 피클의 배합비에 따른 색, 향, 경도, 맛, 전반적인 기호도 변화는 각각 Fig. 1~5와 같이 3차원 반응표면으로 나타내었으며 관능평점의 변화에 대한 반응표면은 모두 최대점의 형태를 나타내었다. 색의 경우(Fig. 1)는 각각의 함량이 최고점에 가까울수록 관능점수가 높게 나타났으며, 이때 식초, 설탕 및 소금함량이 각각 208.91g, 150.62g, 51.76g이었고 농선을 지나 각각의 함량이 적거나 많을수록

Table 3. Experimental combinations and data under various conditions of vinegar(X1), sucrose(X2), salt(X3) and their responses.

Experiment number ¹⁾	Variable level			Responses				
	X1	X2	X3 ²⁾	Color	Flavor	Hardness	Taste	Overall quality
1	-1	-1	-1	4.22	3.78	3.78	4.00	3.89
2	-1	1	-1	4.22	3.78	3.89	4.22	4.22
3	-1	-1	1	4.26	4.11	4.00	4.22	4.22
4	-1	1	1	4.55	4.11	4.33	4.44	4.22
5	-1	0	0	4.55	4.22	4.68	4.78	4.22
6	0	0	0	5.78	4.56	5.00	5.33	5.22
7	0	1	0	5.56	4.22	4.68	5.33	5.00
8	0	0	1	5.56	4.22	4.67	5.00	4.22
9	0	-1	0	5.22	4.22	4.65	5.00	4.22
10	0	0	-1	5.21	4.21	4.56	4.89	4.11
11	1	0	0	4.67	4.11	4.55	4.89	4.00
12	1	1	0	4.65	4.10	4.55	4.55	4.00
13	1	-1	0	4.55	4.00	4.51	4.44	3.78
14	1	0	-1	4.54	4.00	4.33	3.44	3.67
15	1	0	1	4.44	3.78	4.22	3.33	3.66
16	1	1	1	4.44	3.78	4.21	3.33	3.65

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

²⁾ Coded variable

Table 4. Polynomial equations calculated by RSM program for mixing of mushroom(*Agaricus bisporus*) pickle.

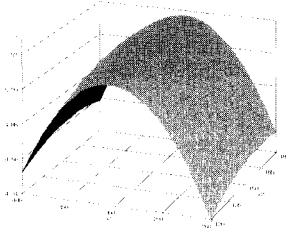
Responses	Polynomial equation ¹⁾	R ²	P-value
Color	$Y1 = -8.786645 - 0.058891X1 + 0.046313X2 + 0.058168X3 - 0.000093483X1^2 - 0.000003388X2X1 - 0.000163X2^2 - 0.000033037X3X1 + 0.000105X3X2 - 0.000510X3^3$	0.97	0.0005 [*]
Flavor	$Y2 = -3.1954830 + 0.015027X1 + 0.038743X2 + 0.081838X3 - 0.000021817X1^2 + 0.000009516X2X1 - 0.000138X2^2 - 0.000066862X3X1 + 0.000010671X3X2 - 0.000517X3^3$	0.94	0.005 ^{**}
Hardness	$Y3 = -7.633025 + 0.023279X1 + 0.072215X2 - 0.0112279X3 - 0.000030350X1^2 - 0.000012100X2X1 - 0.000245X2^2 - 0.000048377X3X1 + 0.000116X3X2 - 0.000932X3^3$	0.96	0.001 ^{***}
Taste	$Y4 = -12.159576 + 0.046524X1 + 0.043002X2 + 0.254225X3 - 0.000072267X1^2 - 0.00017611X2X1 - 0.000105X2^2 - 0.00056416X3X1 - 0.000060192X3X2 - 0.001899X3^3$	0.88	0.03 ^{****}
Overall quality	$Y5 = -5.539537 + 0.026251X1 + 0.025105X2 + 0.144376X3 - 0.000048467X1^2 + 0.000011620X2X1 - 0.000046654X2^2 - 0.000023934X3X1 - 0.000148X3X2 - 0.000942X3^3$	0.81	0.11

¹⁾ X1 is Vinegar content, X2 is Sucrose content, X3 is Salt content and Y1-Y5 are intensity score of the attributes.

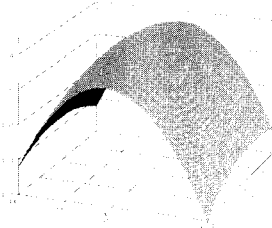
²⁾ R2 is coefficient of determination.

* $P<0.001$, ** $P<0.01$, *** $P<0.005$, **** $P<0.05$

vinegar(X1) × sucrose(X2)
searching for maximum c



vinegar(X1) × salt(X3)
searching for maximum c



sucrose(X2) × salt(X3)
searching for maximum c

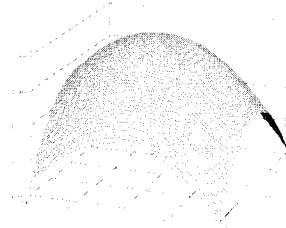
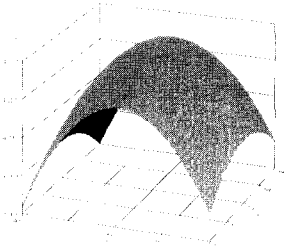
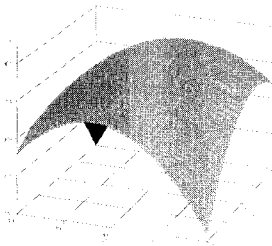


Fig. 1. Response surface for sensory scores in color of mushroom pickle

vinegar(X1) × sucrose(X2)
searching for maximum f



vinegar(X1) × salt(X3)
searching for maximum f



sucrose(X2) × salt(X3)
searching for maximum f

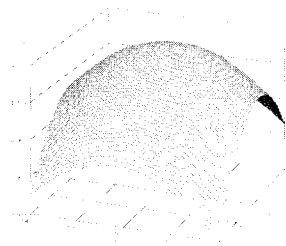
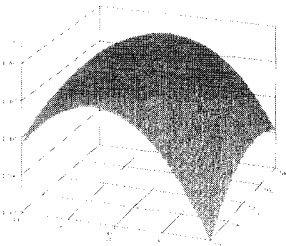
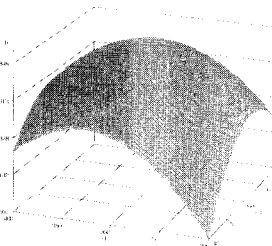


Fig. 2. Response surface for sensory scores in flavor of mushroom pickle

vinegar(X1) × sucrose(X2)
searching for maximum h



vinegar(X1) × salt(X3)
searching for maximum h



sucrose(X2) × salt(X3)
searching for maximum h

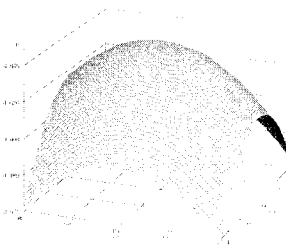
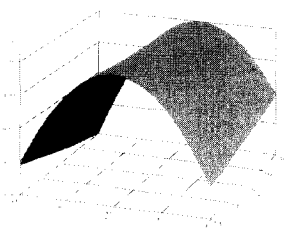
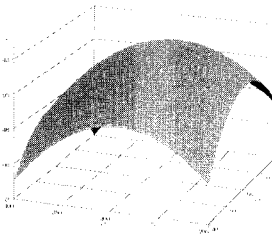


Fig. 3. Response surface for sensory scores in hardness of mushroom pickle

vinegar(X1) × sucrose(X2)
searching for maximum t



vinegar(X1) × salt(X3)
searching for maximum t



sucrose(X2) × salt(X3)
searching for maximum t

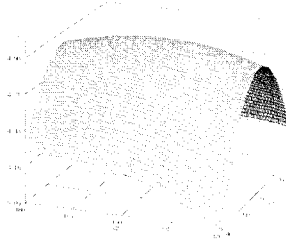
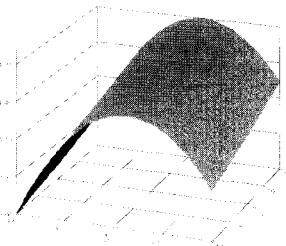
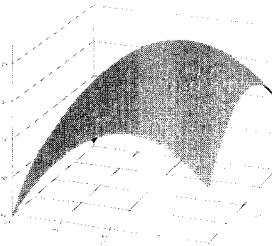


Fig. 4. Response surface for sensory scores in taste of mushroom pickle

vinegar(X1) × sucrose(X2)
searching for maximum O



vinegar(X1) × salt(X3)
searching for maximum O



sucrose(X2) × salt(X3)
searching for maximum O

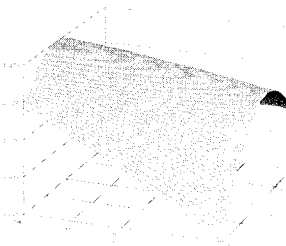


Fig. 5. Response surface for sensory scores in overall quality of mushroom pickle

관능점수가 낮게 나타났다(Table 5). 이러한 결과로부터 식초, 설탕, 소금의 함량이 지나치게 적거나 많을수록 상대적으로 색상에 대한 영향이 낮아짐을 알 수 있었다. 양송이버섯 피클의 색에 대한 배합비의 영향은 식초가 가장 높고 그 다음으로 소금과 설탕으로 나타났다. 이상의 결과는 식초의 함량이 많아지면 양송이버섯의 갈변이 상대적으로 높아졌으며, 설탕은 농도가 증가할수록 양송이버섯의 갈색화 정도가 억제된다는 김¹⁵⁾ 등의 연구에서와 같이 갈변을 억제하여 색 변화에 대한 영향을 덜 미치는 것으로 나타났다. 양송이버섯 피클의 배합비에 따른 향의 경우(Fig. 2)는 최대점의 형태를 나타내었으며, 최대점인 식초 함량 281.90g, 설탕 함량 152.22g, 소금 함량 62.45g에서 가장 우수한 것으로 나타났다(Table 5). 그러나 이러한 최대점을 벗어나는 배합조건으로 제조한 양송이버섯 피클일수록 피클의 향은 최대점에서 벗어나면 줄어드는 것을 볼 수 있었다. 따라서 양송이버섯 피클의 향에 대한 배합비의 영향은 식초 함량이 가장 높고 다음으로는 소금의 함량이 높게 나타났으며, 설탕의 함량은 가장 약하게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 식초 특유의 향미 성분과 소금의 함량에 따라 저장 중 미생물의 영향으로 발현되는 향이 양송이버섯 피클의 향에 영향을 준 것으로 사료된다. 배합비에 따른 경도(Fig. 3)는 향과 유사한 최대점의 형태를 나타내었으며, 최대점인 식초 함량 303.31g, 설탕 함량 154.60g 및 소금 함량 61.96g에서 가장 우수하였다(Table 5). 양송이버섯 피클의 경도에 대한 배합비의 영향은 소금 함량이 가장 높고 그 다음으로는 식초, 설탕 함량 순으로 나타났다. 따라서 소금이 경도에 미치는 영향은 소금이 오이지나 무의 경도를 증가시킨다는 Huh와 Lee¹⁶⁾, Rhee와 Lee¹⁷⁾, Park 등¹⁸⁾의 보고와 같이 양송이버섯 피클에서도 크게 영향을 미치는 것으로 나타났으며 설탕은 피클의 경도에는 크게 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다. 양송이버섯 피클의 배합비에 따른 맛의 경우(Fig. 4) 최대점의 형태를 나타내었으며, 최대점인 식초 함량 278.38g, 설탕 함량

164.26g, 소금 함량 60.21g에서 맛이 적당한 것으로 나타났다(Table 5). 양송이버섯 피클의 맛에 대한 배합비의 영향은 식초 함량이 가장 높고 그 다음으로는 소금의 함량이 높게 나타났다. 그러나 이러한 최대점을 벗어날수록 맛이 감소하는 것을 볼 수 있었으며, 설탕의 영향은 약하게 나타나 식초의 신맛과 소금의 짠맛이 맛에 대해 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다.

배합조건에 따른 양송이버섯 피클의 전반적인 기호도의 경우는 Fig 5.와 같이 3차원 반응표면으로 나타내었으며, 관능평점의 변화 또한 색, 향, 경도, 맛에 대한 관능검사 결과와 아주 유사한 반응표면을 나타내었다. 전반적인 기호도는 식초 함량 279.58g, 설탕 함량 179.34g, 소금 함량 59.09g에서 최대점을 보여 적당한 것으로 나타났다(Table 5). 그러나 이러한 최대점을 벗어날수록 전반적인 기호도에 대한 평가점수는 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 양송이버섯 피클의 전반적인 기호도에 대한 배합비의 영향은 식초 함량이 가장 높고 그 다음으로는 소금 함량, 설탕 함량 순이었다.

이상과 같이 각각의 결과를 종합하여 양송이 피클의 관능적 품질 특성을 향상시킬 수 있는 최적조건은 식초 함량 279.58g, 설탕 함량 179.34g, 소금 함량 59.09g으로 나타났다.

IV. 요약 및 결론

양송이버섯을 이용한 피클 제조를 중심합성계획에 의한 반응표면 분석법으로 모니터링 및 최적화하였다. 양송이버섯 피클의 배합비에 따른 3차원 반응표면에서 모두 최대점의 형태를 나타내었으며, 색에 대한 관능평점은 능선분석에 의해 식초 함량 208.91g, 설탕 함량 150.62g 및 소금함량 51.76g에서 관능점수가 가장 높았다. 향에 대한 최적 관능조건은 식초 함량 281.90g, 설탕 함량 152.22g 및 소금함량 62.45g에서, 경도에 대한 관능조건은 식초 함량 354.63g, 설탕 함량 154.82g 및 소금함량 43.56g에서, 맛에

Table 5. Predicted level of optimum preparation conditions for the maximized sensory properties of mushroom(*Agaricus bisporus*) pickle by the ridge analysis and superimposing of their response surfaces.

Preparation conditions	Level for maximum responses				
	Color	Flavor	Hardness	Taste	Overall quality
Vinegar(g)	208.91	281.90	303.31	278.38	279.58
Sucrose(g)	150.62	152.22	154.60	164.26	179.34
Salt(g)	51.76	62.45	61.96	60.21	59.09
Morphology	Max ¹⁾	Max.	Max.	Max.	Max.

¹⁾ Max. : Maximum

대한 관능조건은 식초 함량 200.43g, 설탕 함량 152.17g 및 소금함량 58.86에서, 전반적인 기호도에 대한 관능조건은 식초함량 279.58g, 설탕함량 154.82g 및 소금함량 59.09g에서 관능점수가 가장 높았다. 또한 배합비의 영향은 색, 향, 맛, 전반적인 기호도 부분에서 식초 함량이 가장 크게 영향을 미쳤으며, 경도에서만은 소금이 가장 크게 영향을 나타내었다. 따라서 양송이 피클 제조의 최적 배합 조건은 식초 함량 279.58g, 설탕 함량 179.34g 및 소금함량 59.09g으로 나타났다.

참고문헌

1. 박용곤, 박미원, 강윤환, 강윤환, 차환수, 김홍만 : 피클 제조를 위한 열처리 오이의 염장 중 이화학적 특성변화, 한국 농화학회 '97년 춘계 학술발표초록집, 127, 1997
2. 전희정, 이효지 : 서양음식, 교문사, 296, 1996
3. Park, YK, Park, MW, Choi, IW and Choi, HD : Effect of various salt concentration on physicochemical properties of brined cucumbers for pickle process, *J. Korean Soc Food Sci Nutr*, 32(4): 526-530, 2003
4. 식품조리재료학, 지구문화사, 369, 2001
5. Park, JW, Ha, YS and Lee JH : Moisture absorption characteristic of mushroom(*Agaricus bisporus*) as influenced by different drying methods, *Food Engineering Progress*, 33(2): 245-251, 2001
6. Hong, JS, Kim YH, Kim MK, Kim YS and Sohn HS : Content of free amino acids and total amino acids in *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes*, *Korean J. Food Sci. Technol*, 21(1): 58-62, 1989
7. Woo MS : Studies on Antitumor components of *Flamulina velutipes* of korea(1), *Kor. J Mycol.*, 11(2), 69, 1983
8. Martha, SA and James, PB : the mathematica handbook, compatible with mathematica version 2.0. An Inprint of Division of Academic Press, Inc., Harcourt Brace & Co., Massachusetts, 15-511, 1992
9. park, JW, Ha, YS and Lee JH : Moisture absorption characteristics of mushroom(*Agaricus bisporus*) as influenced by different drying methods, *Food Engineering Progress*, 6(1): 17-23, 2002
10. Ryu, JM, Park, YJ, Choi SY, Hwang, TY, Oh DH and Moon KD : Browning inhibition and quality characteristics of minimally processed mushroom(*Agaricus bisporus* Sing) using Extract from Natural Materials during storage, *KOREAN Journal of Food Preservation*, 10(1):11-15, 2003
11. 전희정, 이효지 : 서양음식문화, 삼성출판사, 1984
12. 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘 : 관능검사 방법 및 응용, 신광출판사, 326-329, 1993
13. 박흥선 : SAS를 이용한 실험계획과 분산분석, 자유아카데미, 291-310, 2001
14. 장지연, 박상규, 이경주 : SAS/PC를 이용한 통계자료 분석, 법문사, 75, 1996
15. Kim, MH : Mass transfer characteristics and browning inhibition by osmotic dehydration of mushrooms, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27(5), 903-907, 1988
16. Huh, YJ and Rhee, HS : Effects of preheating and salt concentration on texture of cucumber kimchi during fermentation, *Korean J Soc Food Sci* 6: 1-6, 1990
17. Phee, HS and Lee, GJ : Effects of preheating treatment and chitosan addition on the textural preperities of korean radish during salting *Korean J Dietary Culture* 9: 53-59, 1994
18. Park, MW, Park, YK and Jang, MS : Changes in pectin substances of Korean pickled cucumbers with different preparation methods. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 133-140, 1995

(2004년 2월 5일 접수, 2004년 4월 8일 채택)