

참외의 알콜 및 초산발효 특성 모니터링

이기동* · 권승혁¹ · 이명희 · 김숙경² · 권중호³

경북과학대학 첨단발효식품과, ¹경북대학교 농업개발대학원 생물자원이용학전공,
²경북과학대학 전통식품연구소, ³경북대학교 식품공학과

Monitoring on Alcohol and Acetic acid Fermentation Properties of Muskmelon

Gee-Dong Lee*, Seung-Hyek Kwon¹, Myung-Hee Lee,
Suk-Kyung Kim² and Joong-Ho Kwon³

Department of Fermented Food, Kyongbuk College of Science

¹Bioresources Utilization Major Graduate School of Agricultural Development Kyungpook National University

²Traditional Food Institute, Kyongbuk College of Science

³Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

To use overproduction muskmelon effectively, muskmelon vinegar was prepared by two stage fermentations of alcohol and acetic acid. In the alcohol fermentation using muskmelon, alcohol content showed maximum value (7.47%) in 17.83°Brix of initial sugar concentration and 82.65 h of fermentation time. Acetic acid content in alcohol fermentation revealed minimum value (0.46%) in 12.17°Brix of initial sugar concentration and 60.56 h of fermentation time. The fermentation conditions for minimum residual sugar were 10.02°Brix of initial sugar concentration and 105.61 h of fermentation time. The optimum conditions predicted for each corresponding physical properties of acetic acid fermentation were 200 rpm (agitation rate), 250 h (fermentation time) in acetic content and 200 rpm, 150 h in residual alcohol content.

Key words: muskmelon, alcohol fermentation, acetic acid fermentation, monitoring, RSM (response surface methodology)

서 론

수박과 함께 여름철의 대표적인 과채류로서 널리 소비되고 있는 참외는 원래 중앙아시아의 고온 건조한 지역이 원산지인 멜론에서 유래한 것으로 알려져 있으며, 현재는 주로 우리나라를 비롯하여 중국, 일본 등지에서 재배되고 있다⁽¹⁾. 참외는 비타민 A와 C가 풍부한 여름철 과실로, 한방에서는 예로부터 참외의 꼭지부분을 말려 진해, 거담, 변비, 황달 등에 처방하였다고 하며 급성 위장병, 중풍 등에도 효험이 있는 것으로 알려져 있다⁽²⁾. 현재 참외는 생산량의 대부분이 생과로 소비되고 있으나, 저장성이 불량하여 새로운 가공식품 개발이 요구되고 있는 실정이다. 성주지역의 연간 참외 생산량은 1998년에 106,000톤, 1999년에 120,000톤, 2000년에 122,000톤으로 그 생산량의 해마다 증가하고 있으며 전국 참

외 생산량의 40%를 차지하고 있다. 한편 식초는 오랜 역사를 지닌 발효식품으로 각 가정에서 다양한 종류의 식초를 제조하여 이용해 왔으나, 최근에는 공장에서 대량생산되는 제품을 이용하고 있다. 식초는 크게 제조방법에 따라 전분질 또는 당류의 알콜 및 초산발효를 거쳐 제조하는 양조식초와 발효과정을 거치지 않고 빙초산, 물, 향신료, 착색료 등을 혼합하여 양조식초와 유사하게 제조하는 합성식초로 분류된다⁽³⁾. 근래에는 합성식초의 유해성에 대해 보고되면서 각종 과실 및 곡류를 이용한 양조식초의 소비가 급증하고 있다. 더욱이 최근에는 체내대사 조절기능을 비롯한 건강증진 효과가 보고되어 식초의 다양화·고급화 추세가 뚜렷하게 진행되고 있다. 식초에 대한 연구로는 Jeong 등⁽⁴⁾의 감식초제조, Lee 등⁽⁵⁾의 감자식초제조, Oh⁽⁶⁾의 배를 이용한 식초의 발효조건에 관한 연구, Ko 등⁽⁷⁾의 마늘식초 제조, Park 등⁽⁸⁾의 양파를 이용한 식초제조 및 Kim⁽⁹⁾의 무화과를 이용한 식초제조에 관한 연구가 많이 이루어져 있는 실정이다. 예전에는 식초를 단순히 그대로 이용하여 왔으나 오늘날에는 단순한 조미료 용도에서 식초음료(바몬트 음료), 스낵제품 등에 기능성 소재로 활용 가능한 분말식초, 초산균이 생성하는 cellulose소재(다이어트 기능, 인공피부소재, 스피커소재 등), 제과 및 제

*Corresponding author : Gee-Dong Lee, Department of Fermented Food, Kyongbuk College of Science, Chilkok, Kyongbuk 718-850, Korea
Tel: 82-54-972-9583
Fax: 82-54-972-9585
E-mail: kdlee@kbcsc.ac.kr

빵, 칼슘 추출 및 분리, 목재의 착색, 전통적인 초란 및 초콩으로 그 기능이 다양하게 활용되고 있는 실정이다⁽¹⁰⁾. 본 연구는 참외의 가공적성을 높이고 시원한 참외 식초 함유 음료 가공이 가능하도록 참외를 이용한 천연 양조식초를 제조하고자 반응표면 분석에 의한 참외의 알콜 및 초산발효 특성을 모니터링하고, 발효조건을 최적화하였다.

재료 및 방법

재료

본실험에 사용된 참외(Muskmelon)는 2000년도 5월에 성주군 일대에서 생산된 금싸라기 참외를 구입하여 사용하였다.

주모 및 종초

주모 및 종초는 Jeong 등⁽¹⁴⁾의 방법에 준하여 사용하였다. 즉, 참외를 수세한 후 파쇄하여 착즙한 여액에 YPD(yeast extract 1%, peptone 2%, dextrose 2%, agar 2%) 배지로 생육시킨 *Saccharomyces cerevisiae* R12를 접종하여 28°C에서 38시간 배양한 후 10%(v/v)의 주모를 사용하였으며, 초산발효를 위해 *Acetobacter aceti*를 참외 알콜발효액에 접종시켜 진탕배양기(30°C, 200 rpm)에서 발효시켜 산이 4.5%일 때 종초로 사용하였다.

실험계획

10가지 조건별 중심합성계획법^(5,15)에 따라 참외식초를 제조하였다. 참외식초 제조를 위하여 수세된 참외를 파쇄한 후 각각 10%(v/v)의 주모를 접종하여 28°C 배양기에서 수렴된 실험조건으로 알콜발효시켰고, 초산발효는 알콜발효가 끝난 발효액을 여과한 후 종초를 10%(v/v) 접종하고 조건별로 발효시켜 알콜함량, 초산함량 및 당함량을 측정하기 위한 분석 시료로 사용하였다. 1단계로 알콜발효조건은 10, 12, 14, 16, 18°Brix 초기당함량(X_1)과 40, 70, 100, 130, 160 h 시간(X_2)으로, 2단계 초산발효 조건은 100, 150, 200, 250, 300 rpm의 교반속도(X_1)와 50, 100, 150, 200, 250 시간(X_2)을 설정하여 2개의 발효조건이 5수준(-2, -1, 0, 1, 2)으로 부호화하여 각각 설정된 10개의 조건으로 실험을 행하였다^(14,15).

알콜함량

배양액을 원심분리한 후 상등액을 증류하여 alcohol hydrometer로 측정된 값을 Gay Lussac table로 환산하여 계산하였다⁽¹²⁾.

초산함량

총산은 0.1 N NaOH용액으로 중화적정하여 초산함량(%)으로 환산하였다.

Table 1. Experimental data for alcohol contents, acidity and residual sugar concentration under different conditions of initial sugar concentration and fermentation time for muskmelon alcohol fermentation

Exp. No.	Fermentation conditions		Alcohol content (%)	Acidity (%)	Residual sugar conc. (°Brix)
	Initial sugar conc. (°Brix)	Fermentation time (h)			
1	16 (1)	130 (1)	6.2	0.72	6.4
2	16 (1)	70 (-1)	6.8	0.60	6.8
3	12 (-1)	130 (1)	3.4	1.02	5.0
4	12 (-1)	70 (-1)	4.0	0.48	5.4
5	14 (0)	100 (0)	4.3	0.78	6.2
6	14 (0)	100 (0)	4.3	0.78	6.2
7	18 (2)	100 (0)	6.9	0.72	7.2
8	10 (-2)	100 (0)	2.0	1.02	4.6
9	14 (0)	160 (2)	2.0	2.16	6.2
10	14 (0)	40 (-2)	5.2	0.54	6.4

Table 2. Polynomial equations calculated by RSM program for alcohol fermentation¹⁾ conditions for fermentation of muskmelon vinegar

Response	Polynomial equation	R ²	Significance
Alcohol content (%)	$Y_1 = -6.168750 + 0.847917X_1 + 0.032659X_2 - 0.007366X_1^2 + 1.850372E - 18X_1X_2 - 0.000269X_2^2$	0.9031	0.0371
Acidity (%)	$Y_2 = 1.280833 - 0.135000X_1 - 0.000143X_2 + 0.009911X_1^2 - 0.001750X_1X_2 + 0.000177X_2^2$	0.8632	0.0710
Residual sugar conc. (°Brix)	$Y_3 = -0.60000 + 0.733333X_1 - 0.012857X_2 - 0.014286X_1^2 + 3.700743E - 18X_1X_2 + 0.000047619X_2^2$	0.9640	0.0055

¹⁾ X_1 : initial sugar concentration (°Brix), X_2 : fermentation time (h)

Table 3. Analysis of variables for regression model of alcohol content, acidity and residual sugar concentration in alcohol fermentation conditions for fermentation of muskmelon vinegar

Fermentation conditions	F-Ratio		
	Alcohol content (%)	Acidity (%)	Residual sugar conc. (°Brix)
Initial sugar conc. (°Brix)	9.564**	0.560	34.284***
Fermentation time (h)	2.797	8.040**	0.958

*Significant at 10% level; **Significant at 5% level; ***Significant at 1% level

Table 4. Predicted levels of optimum conditions for alcohol fermentation of muskmelon vinegar by the ridge analysis

Responses	Initial sugar concentration (°Brix)	Fermentation time (h)	Estimated responses	Morphology
Alcohol content (%)	17.83	82.65	7.47 (Max.)	Maximum
Acidity (%)	12.17	60.56	0.46 (Min.)	Minimum
Residual sugar alcohol conc. (°Brix)	10.02	105.61	4.49 (Min.)	Saddle point

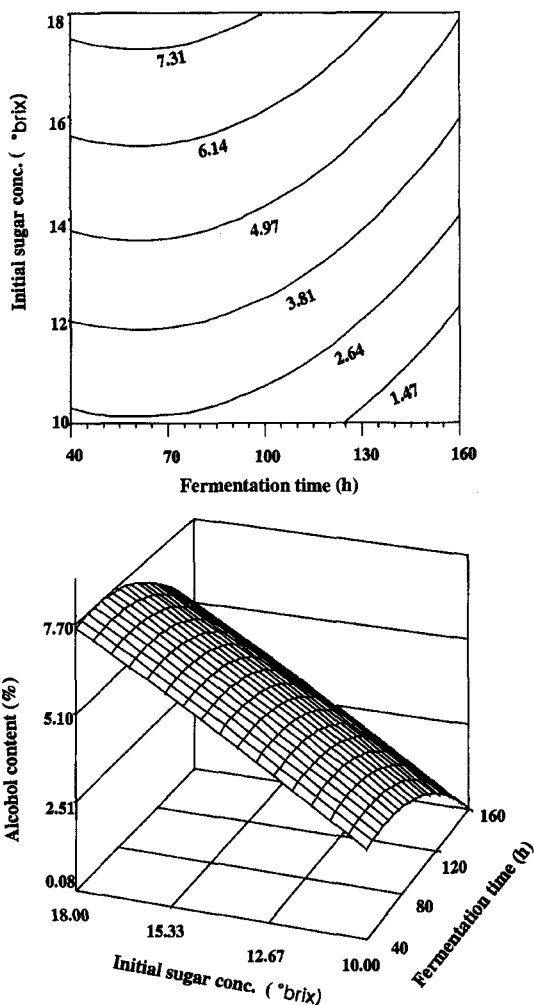


Fig. 1. Contour map and response surface for alcohol content in alcohol fermentation using muskmelon at constant values (alcohol content: 1.47-2.64-3.81-4.97-6.14-7.31%) as a function of initial sugar concentration and fermentation time

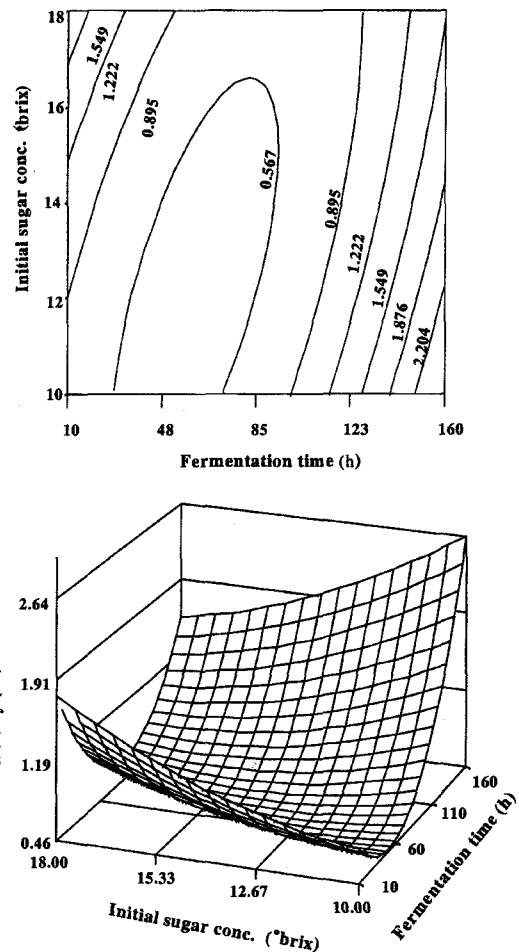


Fig. 2. Contour map and response surface for acidity in alcohol fermentation using muskmelon at constant values (acidity: 0.567-0.895-1.222-1.549-1.876-2.204%) as a function of initial sugar concentration and fermentation time

당함량

당함량은 hand refractometer(Model 507-1, Brix 0-32%, Nippon optical works Co., Japan)를 이용하여 측정하였다.

결과 및 고찰

알콜발효

전국 생산량의 절반을 차지하며 참외 생산 단지로 유명한 성주군에서 구입한 참외를 이용하여 참외식초를 제조하고자

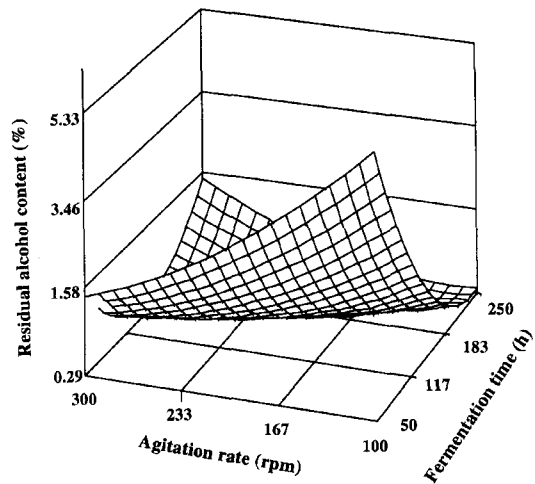
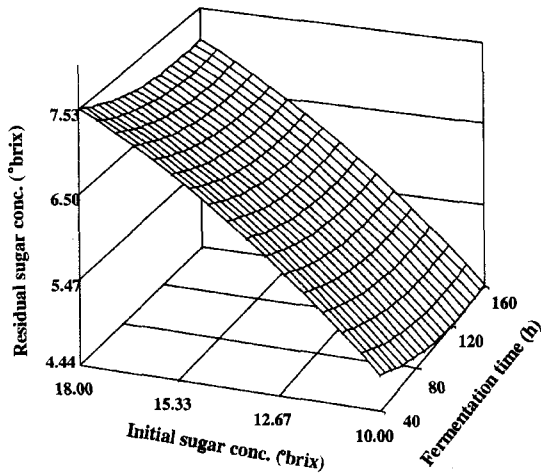
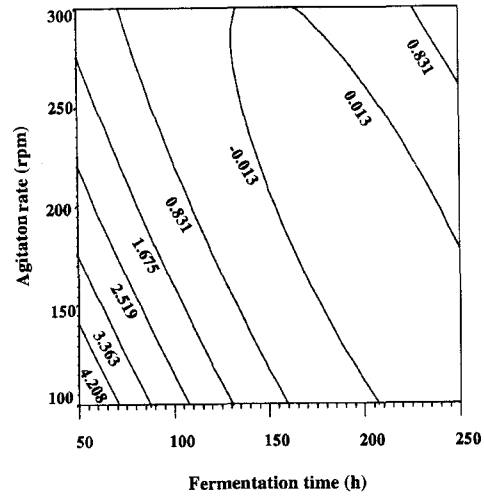
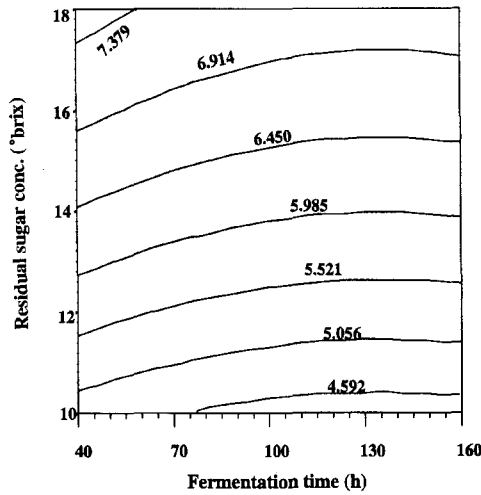


Fig. 3. Contour map and response surface for residual sugar concentration in alcohol fermentation using muskmelon at constant values (residual sugar conc.: 4.592-5.056-5.521-5.985-6.450-6.914-7.379°Brix) as a function of initial sugar concentration and fermentation time

Fig. 4. Contour map and response surface for residual alcohol content in acetic acid fermentation using muskmelon at constant values (residual alcohol content: 0.013-0.831-1.675-2.519-3.363-4.208%) as a function of initial sugar concentration and fermentation time

1차적으로 알콜발효에 대한 최적조건을 모니터링하였다. 참외를 이용하여 알콜 발효시 주요한 변수인 초기 당함량(10~18°Brix)과 발효시간(40~160 시간)을 달리하면서 실험한 결과 Table 1과 같은 실험값을 얻었고, 반응표면에 의한 회귀분석 결과 회귀식은 Table 2와 같았다. 1차 알콜발효시 두가지 조건(초기 당함량, 발효시간)에 따른 알콜함량의 변화를 반응표면으로 분석한 결과 R²는 0.9031이고 유의성은 5% 이내였다. 알콜함량의 변화는 초기 당함량이 발효시간보다 더 큰 영향을 주는 요인으로 나타났다(Table 3). 이는 Jeong 등⁽⁴⁾이 감식초의 제조조건에서 알콜함량에 대한 발효조건에 대한 영향은 원료 당도의 영향을 주로 받고 있었으며, 교반속도와 발효시간은 크게 영향을 미치지 않았다는 결과와 일치하였다. 초기 당함량이 증가함에 따라 알콜함량은 증가하는 경향을 나타내었으며, 발효시간의 증가에 따라 알콜함량은 계속해서 증가하다가 발효시간이 130시간 이상에서는 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 Lee 등⁽⁵⁾이 감자의 알콜 발효에서와 Jeong 등⁽⁴⁾이 2단계 발효에 의한 사과식초와 시판 사과식초의 품질비교에서 알콜함량의 변화는 발효시간에 비해

한다는 경향과 유사하였다. 최적 알콜생성 조건은 초기당함량이 17.83°Brix, 발효시간이 82.65시간 일 때 였다(Table 4). Kim 등⁽¹³⁾이 유자과즙을 이용한 식초 제조에서 2단계 초산 발효시 알콜함량이 7~8%일 때 초기 발효 시간이 단축되었다는 연구결과를 볼때, 참외 식초는 단시간에 초산발효에 적합한 알콜함량으로 상승됨을 관찰할 수 있었다. 실험조건별 결과를 3차원 반응 표면으로 분석한 결과 알콜함량은 Fig. 1과 같은 안장점의 형태를 나타내었다. 발효시간이 짧고 초기 당함량이 증가할수록 알콜함량은 높아지는 경향을 나타내었다. 1단계 알콜발효 중 산도변화를 측정하여 회귀식으로 나타낸 결과는 Table 2와 같았으며 R²는 0.8632이고, 유의성은 10%이내에서 인정되었다. 산도에는 발효시간이 초기당의 함량보다 더 큰 변수요인으로 나타났다(Table 3). 이는 Jeong 등⁽⁴⁾이 감식초 제조시 알콜발효 중 총산의 변화는 교반속도와 원료감 당도의 영향을 주로 받고 있었으며 발효시간의 영향은 거의 받지 않았다는 보고와는 다소 다른 경향을 나타내었다. 발효시간이 증가함에 따라 산도는 증가하는 경향을 나타내었으며 교반속도가 100 rpm이하인 경우에는 당함량이

Table 5. Experimental data for residual alcohol contents and acidity under different conditions of agitation rate and fermentation time for muskmelon acetic acid fermentation

Exp. No.	Fermentation conditions		Residual alcohol content (%)	Acidity (%)
	Agitation rate (rpm)	Fermentation time (h)		
1	250 (1)	200 (1)	0	4.92
2	250 (1)	100 (-1)	0.4	3.54
3	150 (-1)	200 (1)	0	4.68
4	150 (-1)	100 (-1)	1.8	2.46
5	200 (0)	150 (0)	0	4.02
6	200 (0)	150 (0)	0	4.02
7	300 (2)	150 (0)	0	5.10
8	100 (-2)	150 (0)	1	3.24
9	200 (0)	250 (2)	0	5.24
10	200 (0)	50 (-2)	3	1.92

Table 6. Polynomial equations calculated by RSM program for acetic acid fermentation¹⁾ conditions for fermentation of muskmelon vinegar

Response	Polynomial equation	R ²	Significance
Residual Alcohol content (%)	$Y_4 = 12.697619 - 0.046095X_1 - 0.086238X_2 + 0.000048571X_1^2 + 0.000140X_1X_2 + 0.000149X_2^2$	0.9854	0.0009
Acidity (%)	$Y_5 = -3.072321 + 0.014457X_1 + 0.046660X_2 + 0.0000016357X_1^2 - 0.000084X_1X_2 - 0.00004643X_2^2$	0.9942	0.0001

¹⁾X₁: agitation rate (rpm), X₂: fermentation time (h)

증가할수록 산도는 증가하는 경향을 나타내었으나, 100 rpm 이상인 경우에는 당함량이 증가할수록 산도는 낮아지는 경향을 나타내었다. 최소의 산도를 나타낸 조건은 초기 당함량이 12.17°Brix 및 발효시간이 60.56시간으로 발효초기 일 때였다(Table 4). 실험조건별로 측정된 산도값을 반응표면분석하여 3차원으로 나타낸 결과 Fig. 2와 같았으며, 정상점은 안장점의 형태를 나타내었다. 잔당의 함량에 대한 회귀식 결과 R²는 0.9640이고 유의성은 1%이내에서 인정되었다(Table 2). 잔당은 초기당 함량이 발효시간보다 더 큰 변수요인으로 나타났다. 초기당함량이 증가할수록 잔당의 함량은 증가하는 경향을 나타내었다. 잔당이 최소의 함량을 나타내는 조건은 초기 당함량이 10.12°Brix, 발효시간이 105.61시간일 때였다. 1단계 알콜 발효시 실험조건별로 측정된 잔당을 3차원 반응표면으로 분석한 결과 Fig. 3과 같이 안장점의 형태를 나타내었고, 발효시간이 짧고 초기당함량이 높을수록 높은 잔당을 나타내었다. 이는 1차 알콜 발효시 실험조건별로 생산된 알콜함량의 3차원 반응표면과 유사했다.

초산발효

과잉 생산되는 참외의 수급조절 및 참외 가공식품의 개발로 농산물의 고부가가치화를 위해 고품질의 참외식초를 제조하고자 초산발효를 행한 결과 Table 5와 같다. 초산발효의 최적 조건을 설정하고자 교반속도 및 발효시간에 따른 알콜 및 초산함량의 변화를 반응표면 회귀분석하였다. 2단계 초산발효시 교반속도(100~300 rpm)와 발효시간(50~250시간)에 따른 알콜함량의 변화에 대한 회귀식을 구한 결과 Table 6과 같은 결과를 나타내었으며, R²은 0.9854이었고 유의성은 1%

이내에서 인정되었다. 교반속도가 150 rpm 이하일 때 잔류 알콜이 존재하였으나 그 이상의 교반에서는 잔류 알콜을 측정할 수 없었다(Table 5). 이는 높은 교반속도에서 초산균의 생육이 왕성하여 알콜을 소비하여 초산을 생성하기 때문인 것으로 사료된다. 초산발효시 알콜함량의 변화는 교반속도보다 발효시간에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났으며, 발효시간이 150시간, 교반속도가 200 rpm일 때 가장 낮은 잔류 알콜함량을 나타내었다(Table 8). 2단계 초산발효시 잔류 알콜함량에 대한 3차원 반응표면 분석결과 중심점을 가지는 안장점 형태를 나타내었으며, 발효시간 및 교반속도가 낮을수록 높은 잔류 알콜함량을 나타내었다. 초산발효시 초산함량의 변화에 대한 회귀식의 결과 R²는 0.9942로 유의성이 1%이내에서 인정되었다. 초산발효시 초산의 함량변화는 알콜함량 변화와 동일하게 교반속도보다는 발효시간에 더 많은 영

Table 7. Analysis of variables for regression model of alcohol content and acidity in acetic acid fermentation¹⁾ conditions for fermentation of muskmelon vinegar

Fermentation conditions	F-Ratio	
	Residual alcohol content (%)	Acidity (%)
Fermentation time (h)	80.380*** ²⁾	181.6***
Agitation rate (rpm)	16.282**	46.310***

¹⁾Acetic acid fermentation of muskmelon wine obtained by optimum alcohol fermentation conditions (initial sugar concentration 14°Brix and fermentation time 80 h)

²⁾*Significant at 10% level; **Significant at 5% level; ***Significant at 1% level

Table 8. Predicted levels of optimum conditions for acetic acid fermentation¹⁾ of muskmelon vinegar by the ridge analysis

Responses	Fermentation time (h)	Agitation rate (rpm)	Estimated responses	Morphology
Residual alcohol content (%)	150.00	200.00	0.03 (Min.)	Minimum
Acidity (%)	250.00	200.00	5.27 (Max.)	Saddle point

¹⁾Acetic acid fermentation of muskmelon wine obtained by optimum alcohol fermentation conditions (initial sugar concentration 14°Brix and fermentation time 80h)

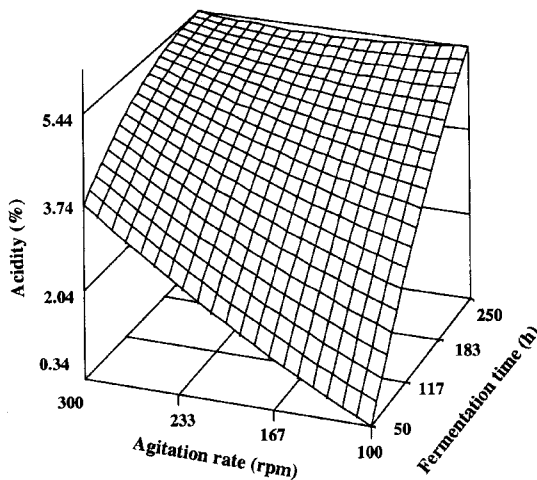
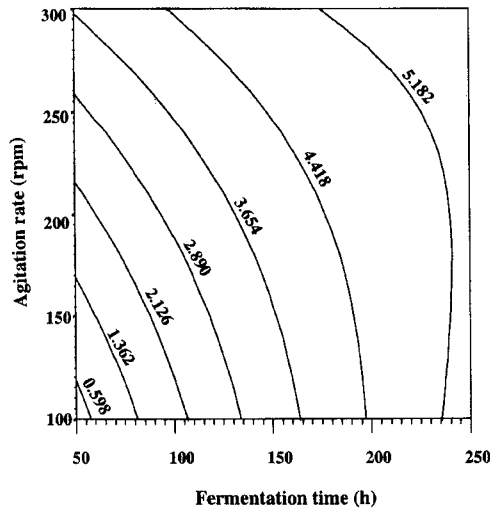


Fig. 5. Contour map and response surface for acidity in acetic acid fermentation using muskmelon at constant values (acidity: 0.598-1.362-2.126-2.890-3.654-4.418-5.182%) as a function of initial sugar concentration and fermentation time

향을 받았다(Table 7). 이는 Lee 등⁶⁾이 총산에 대한 초산발효조건의 영향은 발효시간이 주로 영향을 미치고 있었다는 보고와 일치한다. 교반속도에 대한 총산의 변화는 150~250 rpm 일 때 높은 값을 나타내었다. 최대 산도를 나타내는 조건은 발효시간이 250시간, 교반속도가 200 rpm일 때 었다. 교반속도가 증가하고 발효시간이 증가함에 따라 초산의 함량은 계속 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 초산균이 호기성 균임으로 인해 적절한 산소공급이 이루어지는 교반의 속도와 밀접하게 연관되어 생육하기 때문인 것으로 사료된다. 초산발효에 대한 실험조건을 반응표면 분석결과 Fig. 5와 같았으며, 잔류 알콜함량과 동일한 안장점을 형태를 나타내었다.

산도는 발효시간 및 교반속도가 높을수록 높은 함량을 나타내었다.

요 약

과일 생산되는 참외를 효율적으로 이용하기 위하여 2단계로 알콜 및 초산 발효에 의해 천연양조 식초를 제조하였다. 참외를 이용한 알콜발효에서 알콜함량은 초기 당함량 17.83°Brix 및 82.65 h의 발효조건에서 최대치(7.47%)를 나타내었다. 산함량은 초기 당함량 12.17°Brix 및 60.56 h의 발효시간에서 최소치(0.46%)를 나타내었으며, 잔당 함량은 초기 당함량 10.02°Brix 및 105.61 h의 발효시간에서 4.49%로 가장 낮았다. 초산발효에서 잔류알콜 함량은 교반속도 200 rpm 및 발효시간 150 h에서 0.03%로 최소치를 나타내었으며, 산도는 교반속도 200 rpm 및 발효시간 250 h 동안 발효시킨 경우 5.27%로 최대치를 나타내었다.

감사의 글

이 논문은 2000년도 성주군 월항, 성주, 선남, 용암, 벽진, 대가, 초전, 성주참외원에 농업협동조합의 공동 연구비 지원에 의하여 수행된 연구결과와 일부이며 이에 감사드립니다.

문 헌

- Kim, S.K., Park, H.B., Kim, Y.H., Kim, D.Y. and Kim, M.K. Volatile flavor components of oriental melon. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 38(1): 33-38 (1997)
- Cha, S.K., Chun, H.I., Hong, S.S., Kim, W.J. and Koo, Y.J. Manufacture of fermented cantaloupe melon with lactic starter culture. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 25(4): 386-390 (1993)
- Moon, S.Y., Chung, H.C. and Yoon, H.N. Comparative analysis of commercial vinegars in physicochemical properties, minor components and organoleptic tastes. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29(4): 663-670 (1997)
- Jeong, Y.J., Lee, G.D. and Kim, K.S. Optimization for the fermentation condition of persimmon vinegar using response surface methodology. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30(5): 1203-1208 (1998)
- Lee, G.D., Jeong, Y.J. Seo, J.H. and Lee, J.M. Monitoring on alcohol and acetic acid fermentation of potatoes using response surface methodology. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29(6): 1062-1067 (2000)
- Oh, Y.J. A study on cultural conditions for acetic acid production employing pear juice. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 21(4): 377-380 (1992)
- Ko, E.J., Hur, S.S. and Choi, Y.H. The establishment of optimum cultural conditions for manufacturing garlic vinegar. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 27(1): 102-108 (1998)
- Park, Y.K., Jung, S.T., Kang, S.G., Park, I.B., Cheun, K.S. and Kang, S.K. Production of a vinegar from onion. *Kor. J. Appl.*

- Microbiol. Biotechnol., 27(1): 75-79 (1999)
9. Kim, D.H. Studies on the production of vinegar from fig. J. Korean Soc. Food Nutr., 28(1): 53-60 (1999)
 10. Jeong, Y.J. and Lee, M.H. A view and prospect of vinegar industry. Food Industry and Nutrition, 5(1): 7-12 (2000)
 11. Kown, S.H., Jeong, E.J., Lee, G.D. and Jeoung, Y.J. Preparation method of fruit vinegars by two stage fermentation and beverages including vinegar. Food Industry and Nutrition, 5(1): 18-24 (2000)
 12. Jeong, Y.J., Seo, K.I., Lee, G.D. and Youn, K.S. Monitoring for the fermentation conditions of sweet persimmon vinegar using response surface methodology. J. East Asian Dietary Life, 8(1): 57-65 (1998)
 13. Kim, Y.T., Seo, K.I., Jung, Y.J., Lee, Y.S. and Shim, K.H. The production of vinegar using citron (*Citrus junos* Seib) juice. J. East Asian Dietary Life, 7(3): 301-307 (1997)
 14. Jeong, Y.J., Seo, J.H., Lee, G.D., Park, N.Y. and Choi, T.H. The quality comparison of apple vinegar by two stages fermentation with commercial apple vinegar. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28(2): 353-358 (1999)
 15. Park, S.H. Modern experimental design. Minyoungsa, Seoul, Korea, p. 547 (1991)

(2001년 8월 17일 접수)