

수출용 축양품종 가지의 염절임 공정의 최적화

남학식 · 김남우* · 황성희** · 윤광섭** · 신승렬

대구한의대학교 한방식품과학부, *대구한의대학교 한방생명자원학과, **대구가톨릭대학교 식품공학과

Optimization for the Salting Process of Eggplant(*Chukyung*) for Export Using Response Surface Methodology

Hak-Sik Nam, Nam-Woo Kim*, Sung-Hee Hwang**, Kwang-Sup Youn** and Seung-Ryeul Shin

Faculty of Herbal Food Science, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

*Department of Herbal Biotechnology, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

**Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 712-702, Korea

Abstract

This study was conducted to the optimize salting process of eggplant for development new product and enhancement quality for export. Three variables by five level central composite design and response surface methodology were used to determine optimum conditions for salting time, temperature and salt concentration. Optimization of the process was conducted using the combination of the moisture content, salinity and color of surface and inside of salted eggplant. The regression polynomial model was suitable ($P>0.05$) by Lack-of-Fit analysis with highly significant. To optimize the process, based on surface response and contour plots, the individual contour plots of the response variables were superimposed. The optimum conditions for this process were 6 days and 15°C at 30% concentration under the optimum of restricted variables as moisture content was below 84%, salinity was below 14%, L and b value of surface were 10 to 20 and below 0, L value and b value of inside were 70 to 75 and 16 to 18.

Key words : eggplant, salting, Vegetable, RSM

서 론

가지(*Solanum melongena* Linne)는 가지과(*Solanaceae*)의 식물이며 영명은 Eggplant, 독명은 Eierpflanze, 불명은 Aubergine 으로서 모두 과실의 모양이 계란과 같다는 뜻으로서 사용되고 있다. 가지는 비타민과 무기질이 풍부하여 좋은 영양의 급원일 뿐만 아니라(1) 식이성 섬유소가 많으므로 장운동 촉진, 변비를 예방하는 작용이 있고, 진정작용, 항암작용, 조혈작용, cholesterol로 인한 손상으로부터의 동맥보호작용 뿐만 아니라 경련 예방작용도 가지고 있다.

국내의 가지에 대한 연구동향은 품종 및 재배방법에 따른 영양성분, 저장·유통중의 품질변화에 관한 연구가 행하여지고 있으나(2-6), 가공식품의 개발에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 국외의 연구동향은 가지의 발아, 성장시 NaCl(염도)이 수확량에 미치는 영향(7,8), 가지 저장시 표면 변화에 따른 품질의 변화(9), 또는 polyethylene

포장이 가지의 저장 기간과 품질에 미치는 영향(10) 등에 국한되어 있으며, 국내와 마찬가지로 가공식품의 개발에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 또한 가지는 그 소비 형태가 찢 가지나물, 가지부침, 건조가지나물 등과 같이 매우 단순한 형태로 우리 식탁의 부식용으로 소비되고 있고, 또한 그 재배면적은 비교적 적은 편이다. 일본의 경우는 다양한 절임 식품으로 많은 량이 소비되고 있으며 그 재배 면적도 상당히 많은 것으로 알려져 있다.

따라서 본 연구에서는 수출용 가지를 일차 가공함으로써 품질면에서 우수한 가지가공품을 개발하고자 염절임시간, 절임온도, 염농도를 독립변수로 하여 염절임 후 수분함량, 염도, 표면과 내부의 색도 등을 종속변수로 하여 반응표면분석법(11)을 통하여 가지의 염절임 공정을 최적화하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 수출용 가지(*Solanum melongena*. Linne)

Corresponding author : Seung-Ryeul Shin, Faculty of Herbal Food Science, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea
E-mail : shinsr@dhu.ac.kr

의 품종인 축양(*Chukyung*)은 전주재배영농단지에서 8월에 이식한 가지 묘목에서 12월(동절기)에 수확한 것을 시료로 사용하였다.

색도 측정

색도 측정은 소비자의 기호성을 자극하는 중요한 요인으로써 염처리 한 가지의 표면과 내부의 색도에 대해 color meter (Minolta, CR-300, Japan)를 사용하여 측정하였으며 이것을 Hunter 값 즉, 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판(standard plate)은 기기의 manual에 따라 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값은 각각 94.6, 0.3129 및 0.3200 이었다.

염도 및 pH 측정

염도 및 pH 측정은 시료 5g에 3배의 증류수를 가해 균질화한 후 염도는 염도계(TM-30D, Takemura, Japan)로 측정하였으며, pH는 pH meter(HI 8481, HANNA Instruments)로 측정하였다.

수분함량

염처리 한 가지의 수분 함량은 적외선 수분측정기(HG53, Mettler Toledo, U.S.A.)를 이용하여 105℃에서 더 이상 무게 변화가 없을 때까지 건조하여 측정하였다.

염절입공정의 최적화 실험계획

수출용가지의 염절입 공정을 최적화하기 위하여 반응표면분석법 중의 중심합성계획법(12)을 통하여 염절입 공정을 최적화하였다. 염절입 시 절입시간(salting time : X_1), 절입온도(salting temperature : X_2) 그리고 염농도(salt concentration : X_3)를 요인변수로 하고 또 염절입한 후 품질특성에 관련된 반응변수(Y_n)로는 수분함량, 염도, 표면과 내부의 색도 등으로 하였으며 3개의 요인변수를 5수준으로 하는 중심합성계획법에 의하여 실험영역을 설계하였다.

결과 및 고찰

반응표면분석에 의한 염절입공정의 최적화

가지의 염절입공정을 최적화하기 위하여 중심합성계획법으로 실험을 설계하여 얻은 실험 조건을 Table 1에 나타내었다. 독립변수로 절입시간은 1일에서 9일까지, 절입온도는 5℃에서 25℃까지, 절입 염농도는 10%에서 50%까지로 각 처리조건을 -2, -1, 0, 1, 2로 다섯 단계로 부호화하였다.

Table 1. Levels of independent variables in experimental design for salting process of eggplants

Xi	Independent variables	Level				
		-2	-1	0	1	2
X1	Salting time(days)	1	3	5	7	9
X2	Salting temperature(℃)	5	10	15	20	25
X3	Salt concentration(%)	10	20	30	40	50

가지의 염절입공정시 실험계획법에 의해 수행된 16개 구간에서의 실험결과를 Table 2에 나타내었으며 절입시간과 온도, 염농도의 조합에 따라 염 절입 후 가지의 수분함량과 염도, pH, 표면과 내부의 색도에 대하여 측정값을 나타내었다. 염절입 공정의 최적조건을 찾기 위하여 Table 2의 실험결과를 이용하여 반응표면분석법에 의해 수립된 2차식의 회귀모형에 적합하여 얻은 회귀계수들을 Table 3에 나타내었다. 주어진 종속변수에 대하여 얻어진 각 독립변수들인 절입시간과 온도, 염농도의 계수들을 회귀식에 대입함으로써 주어진 실험구간내에서의 예측값을 구할 수 있으며 또한 종속변수 값의 변화정도도 예측할 수 있다(13). Table 4는 각 독립변수가 종속변수에 미치는 영향을 살펴 본 것으로서 절입시간은 염도, 표면의 L 값과 b 값에 대하여 1%내의 유의성이 있었으며 절입온도 또한 표면의 L 값과 b 값에 대하여 1%내의 유의성이 있었다. 그러나 염농도는 수분함량과 염도, 고형물 증가량에 대하여 유의적인 관계가 있는 것으로 나타났다. 염의 침투에 따른 특성은 염농도가 크게 관계하였으나 외관적인 품질을 나타낸다고 할 수 있는 색도에는 주로 절입시간과 온도가 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이와 유사한 결과로 정 등(14)은 건대추의 절입중 절입 온도에 따른 색상변화를 살펴본 결과 저온에서 절입수록 L, a 값은 낮아지고 b 값은 높아지는 경향을 보였다고 보고하였고, 이 등(15)의 연구결과에 따르면 절입시간을 증가시킬수록 염절입한 참외의 L 값은 감소하고 a 값은 증가하는 경향을 보였으나 b 값은 큰 변화가 없는 것으로 보고하였다. 각 종속변수에 대하여 수립된 회귀식의 결정계수와 정상점에서의 조건과 정상점의 형태를 Table 5에 나타내었다. 수분함량이나 염도, 표면의 L 값, b 값에 대하여 결정계수가 각각 0.9599, 0.9791, 0.9719, 0.9909로 모두 1% 이내의 유의성이 있었으며 내부의 a, b 값에 대해서는 5%이내의 유의성이 있는 것으로 나타나 수립된 회귀식이 높은 적합도를 보였다. 또한 각 종속변수에 대하여 정상점에서의 독립변수의 조건과 정상점의 형태를 나타내었으며 제한변수로 얻어진 종속변수 중 정상점이 안장점을 나타내거나 실험구간을 벗어나고 있는 수분함량과 내부의 L, a 값에 대하여 능선분석을 실시하여 실험구간내에서의 최적점을 구하였다. 염절입공정의 최적 조건을 구하고자 비교적 높은 결정계수값을 가지며 염절입한 가지의 품질 특성에 큰 영향이 있는 것으로 밝혀

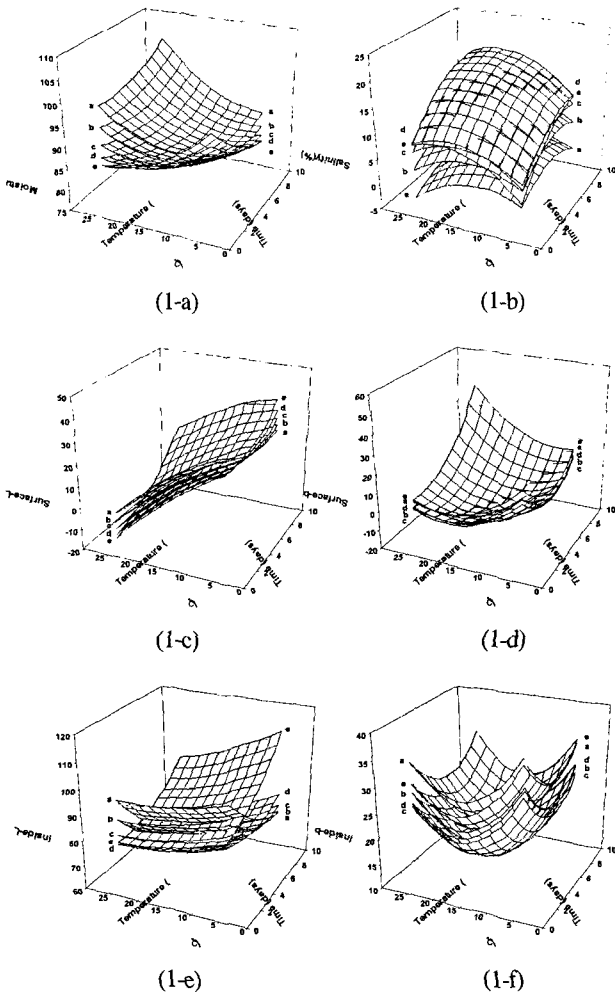


Fig. 1. Response surface on moisture content, salinity, surface and inside color values of salted eggplants with salting temperature and time by salt concentration(a: 10%, b: 20%, c: 30%, d: 40%, e: 50%).

입한 가지의 표면의 밝기(Fig. 1-c)는 절입온도가 감소할수록, 절입시간이 증가할수록 증가하는 경향으로 나타났으며 염농도에 의한 영향은 2-3일 정도의 일정 절입시간을 경계로 그 이상의 절입시간에서는 고농도에서 더 높은 밝기를 나타내었으나 그 이하의 시간에서는 저농도에서 높은 밝기를 나타내었다. 표면의 b 값(Fig. 1-d)에 대해서는 주어진 실험구간내에서 정상점을 나타내었으며 농도에 의한 영향은 일정치 않았으나 고농도에서 높은 b 값을 보였다. 절입가지의 내부 색도 중 밝기(Fig. 1-e)를 보면 절입온도의 증가에 따라서는 큰 변화를 보이지 않으나 절입시간에 대하여는 고농도인 30, 40, 50%에서는 시간의 증가에 따라 증가하였으나 10, 20%의 농도에서는 시간의 증가에 따라 감소하는 경향으로 염도에 따라서는 일정한 경향을 보이지 않았다. b 값의 변화(Fig. 1-f)를 보면 주어진 실험구간내에서 정상점으로 최소값을 보이며 염농도에 따라서는 일정한 경향이 없는 것으로 나타났다.

최적조건의 선정

가지의 염절입시 절입시간과 온도와 염농도에 따른 각 변수들의 반응표면은 정확하게 일치하지 않으므로 적절한 제한조건을 필요로 하게 된다(19). 주어진 실험조건내에서 예비실험을 통해 얻어진 결과를 바탕으로 제한영역을 설정하고, 각 조건이 일치하는 지역을 중첩되는 contour map으로 구하고자 하였다. 따라서 본 염절입 공정에서는 종속변수를 수분함량, 염도, 표면의 L, b 값, 내부의 L, b 값을 제한요소로 하고 독립변수를 절입시간, 온도, 염농도로 하였을 때 그 변화 정도를 contour map으로 나타내하고자 하였다.

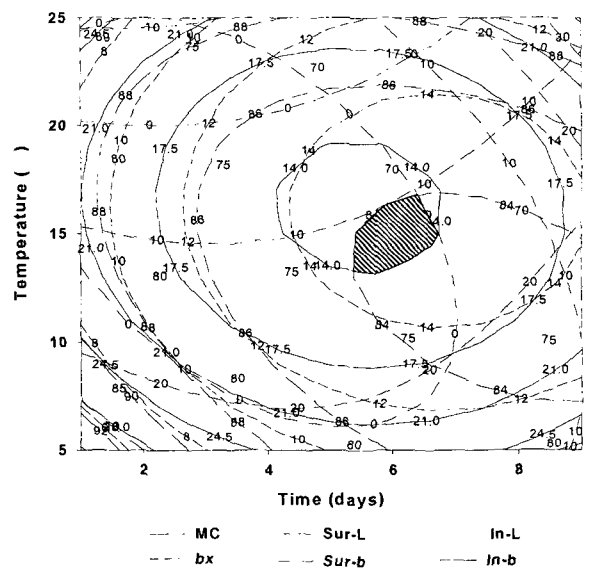


Fig. 2. Contour plots on temperature and time for salting process of eggplant under moisture content is <84%, salinity is <14%, surface-L is 10~20, surface-b is <0, inside-L is 70~75 and inside-b is 16~18 at 30% of salt concentration.

반응 변수에 대하여 각 조건이 일치하지 않으므로 세 가지의 실험변수 중 가장 영향이 적은 것으로(Table 4) 나타난 염농도를 고정한 다음, 절입시간과 온도에 대한 최적조건을 찾고자 하였다. 염농도를 중심점인 30%로 고정하고 절입시간과 온도만을 변수로 하여 얻은 등고선도를 Fig. 2에 나타내었다. 제한조건으로 수분함량 84%이하, 염도 14%이하, 표면 L 값 10-20, b 값 0이하, 내부 L 값은 70-75, b 값이 16-18을 만족하는 영역을 그림에 표시하였으며 이때의 조건으로 절입시간은 5.5-6.5일, 온도는 13-17°C로 나타났다. 따라서 축양품종 가지의 염절입 공정시 염농도를 30%로 고정하고서 얻은 조건으로 6일, 15°C로 결정할 수 있었으며 이와 같은 결과를 Table 6에 나타내었다.

Table 6. Optimum salting conditions for maximum responses of moisture content, salinity, surface-L, b value and inside-L, b value of eggplants by superimposing their contour maps

Salting condition	Range of optimum condition	Optimum condition
Salting time (days)	5.5-6.5	5
Salting temperature (°C)	13-17	15
Salt concentration (%)	30	30

요 약

가지의 수출 경쟁력 향상을 위한 한 방안으로 수출용 가지품종인 축양품종을 염가공품으로 개발하기 위하여 염절입 공정을 최적화하였다. 염절입 시간, 절입온도, 염농도를 독립변수로 하고 절입 후 수분함량, 염도, 표면과 내부의 색도 등을 종속변수로 하여, 중심합성계획법으로 실험을 설계하여 최적조건을 얻고자 하였다. 수립된 이차회귀모형으로 예측식을 수립할 수 있었으며 특히 수분함량이나 염도, 표면과 내부의 L과 b 값에 대하여 높은 적합도를 보여 최적조건을 수립하기 위한 제한 변수로 선정하였다. 염농도를 중심점(30%)에서 고정시켜서 얻은 절입시간과 온도는 각각 5.5-6.5일과 13-17°C였으며, 이때의 종속변수의 제한 요건으로는 수분함량 84%이하, 염도 14%이하 표면 L 값 10-20, b 값 0 이하, 내부 L 값은 70-75, b 값이 16-18이었다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 대형공동연구사업의 연구비 지원에 의한 수행된 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 강인희 (1991) 한국식생활사. 삼영사. 서울. p186
- Park, S.W., Kwon, Y., Chi, S.H., Hong, S.J. and Park, Y.M (1999) Effects of shipping temperature on quality changes of cucumber, eggplant, melon, and cherry-tomato fruit during simulated export and marketing. Kor. J. Hort. Sci. & Tech., 17, 118-122
- Lee, G.J., Eun, J.S., Kim, M.J. and Um, Y.C. (2000) Effect of flower type and seed distribution on the fruit shape of eggplant(*Solanum melongena* L.). Bulletin of Agricultural College, Chonbuk National University, 31, 65-72
- Park, S.W., Kwon, Y., Chi, S.H. and Park, Y.M. (1998) Effect of container temperature on flavor, firmness and storability during export of cucumber, eggplant, melon and cherry-tomato fruits. Kor. J. Hort. Sci. & Tech., 16(1), 83
- Kim, J., Cho, J.H., Ryu, J., Um, Y.C., Kim, E.J., Seo, S.Y., Jin, S.Y., and Choi, Y.G. (2001) Effect of ionic strength on the growth and yield in eggplant hydroponics. Kor. J. Hort. Sci. & Tech., 19(SUPPL. II), 49
- Lee, J.S., Um, Y.C. and Shin, Y.A. (2002) Effect of plant growth regulator on fruit setting and yield of eggplant(*Solanum melongena* L.). Kor. J. Hort. Sci. & Tech., 20(SUPPL. I), 51
- Chartzoulakis, K.S. and Loupassaki, M.H. (1997) Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. Agricultural Water Management., 32, 215-225
- Savvas, D. and Lenz, F. (2000) Effects of NaCl or nutrient-induced salinity on growth, yield, and composition of eggplants grown in rockwool. Scientia Horticulturae., 84, 37-47
- Jha, S.N. and Matsuoka, T. (2002) Surface stiffness and density of eggplant during storage. Journal of Food Engineering., 54, 23-26
- Fallik, E., Temkin-Gorodeiski, N., Grinberg, S. and Davidson, H. (1995) Prolonged low-temperature storage of eggplants in polyethylene bags. Postharvest Biology and Technology., 5, 83-89
- Lee, G.D., Kee J.E. and Kwon J.H. (2000) Application of response surface methodology in food chemistry. Food and Industry. 33, 33-45
- Park, S.H. (1991) Design of experiments. Minyoung Co., Seoul, pp.575-618
- Hong, J.H, Youn, K.S. and Choi, Y.H. (1998) Optimization for the process of osmotic dehydration for the manufacturing of dried kiwifruit. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 348-355
- Jung, J.L., Kim, M.K., Kwon, S.H. and Kim, M.J. (1993) Salting of dried jujube and sensory quality, J. Food Sci. & Tech., 5, 47-60
- Lee, M.H., Oh, Y.A., No, H.K. and Kim S.D. (1992) Quality of various pickles fermented with oriental melon, J. Food Sci. & Tech., 4, 37-60
- Kim, J.M., Shin, M.K. and Hwang, H.S. (1989) Physico-chemical changes of radish cubes for kakdugi, Korean J. Food Sci. Technol., 21, 300-309
- Kim, S.D. and Kim, M.J. (1988) Changes of salt and calcium concentration in radish during salting, J. Korean

Soc. Food Nutr., 17, 110-114

18. Han, K.Y. and Noh, B.S. (1996) Characterization of chinese cabbage during soaking in sodium chloride solution, Korean J. Food Sci. Technol., 28, 707-713
19. Kim, S.D., Ku, Y.S., Lee, I.Z., Park, I.K. and Youn K.S.

(2001) Optimization for hot water extraction condition of *Liriope spicata* tuber using response surface methodology, Korean J. Postharvest Sci. Technol., 8, 157-163

(접수 2003년 5월 20일, 채택 2003년 7월 18일)