

반응표면 분석에 의한 김치 타블렛 부재료의 혼합조건 연구

박석란 · 김미경 · 황성희 · 윤광섭 · 김순동
대구가톨릭대학교 식품공학과

Studies on Mixing Conditions of Sub-ingredients of Kimchi Tablet by Response Surface Methodology

Seuk-Ran Park, Mee-Kyeong Kim, Sung-Hee Hwang, Kwang-Sup Youn and Soon-Dong Kim
Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Kyungsan 712-702, Korea

Abstract

Optimal mixing conditions of sub-ingredients(citron, apple, carrot and mushroom) for preparation of kimchi tablet were investigated by response surface methodology. Hardness of kimchi tablet was low with the addition of 0.75 g carrot powder but increased as increasing of mushroom amount. Hue angle of kimchi tablet was 83~86 degree when the amount of citron, apple, carrot and mushroom was lower than 0.5 g. Solubility in artificial bile acid of kimchi tablet was not affected by the addition of carrot and was high in the group with 1.0 g mushroom added and the group with 0.75 g apple added. Flavor of kimchi tablet was better as increasing of the amounts of apple and carrot added. The results of investigating the effects of independent factors on each response variable showed that only carrot affected on the hue angle of tablet and other sub-ingredients not affecting on response variable. Therefore, carrot, apple and mushroom could be added in a wide range of concentration around 0.75 g.

Key words : kimchi, optimal mixing conditions, response surface methodology

서 론

김치는 우리나라 전통의 젓산 발효식품으로 자연환경에서 발효됨으로 젓산균 외에 토양이나 수중에서 발견되는 *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas* 등의 세균들과 곰팡이 및 효모류가 검출되고 있다(1-3). 발효 중에 이들 미생물에 의한 부패를 방지하기 위하여 과량의 소금을 사용하거나 저온에서 보관하지 않으면 산패되는 문제점을 지니고 있다. 김치는 다양한 비타민류와 아미노산, 무기질 및 식이 섬유 등의 급원으로 국제적 건강식품으로 널리 이용되고 있으며 최근에는 김치 빵과 같은 퓨전식품(4)이나 보존성이 높은 김치타블렛(5)과 같은 식품의 개발이 이루어지고 있다. 김치의 활용성을 더욱 넓히기 위해서는 저염 숙성법의 개발이 요구되며 전보(6)에서는 김치의 저염숙성을 위한 천연배지로서 무즙의 젓산발효 특성을 조사하였다. 무즙은 젓산균의 생육을 촉진하는 인자들이 함유(7)되어 있어 자연발효에 의하여도 젓산 발효율을 높일 수 있으며(8), 김치 고유의 품

질을 유지시킬 수 있는 장점을 지니고 있다. 그러나 일반김치를 건조시켜 타블렛을 제조하게 되면 염도가 크게 높아지는 문제점 외에도 건조로 인한 부재료의 비율이 크게 달라져 향미가 크게 다른 제품이 된다(5).

재료의 혼합조건 구명을 위한 최적화의 기법으로 적절한 실험 계획법을 수립한 후 반응표면이라는 분석기법을 이용하여 최적화를 이룰 수 있다(9). 이에 관하여는 중심 합성법이나 회전 계획법, 요인 배치법, 일부 실시법 등 실험 계획법에 대한 연구가 있으며, Mudahar 등(10)은 당근의 건조조건을 반응표면분석법으로 최적화하여 회귀식을 구한 바 있다.

본 연구에서는 저염으로 보존성이 높은 김치 타블렛을 제조함으로써 부식으로 제한된 김치를 건강식품 등 이용의 폭을 넓혀보기 위한 기초적 연구로 전보(5)에서 연구한 김치 타블렛에 영양성과 기호성 증진을 위하여 유자과피, 사과, 당근 및 표고버섯의 첨가량을 반응표면분석법으로 최적화 하였다.

재료 및 방법

재료

김치재료로 배추는 평균중량이 3 kg 내외의 가을결구배추

Corresponding author : Soon-Dong Kim, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Kyungsan 712-702, Korea
E-mail : kimsd@cuth.cataegu.ac.kr

(*Brassica campestris* var. *pekenensis* cv. Galacsin No. 1)를, 무는 가을무를, 그 외 고춧가루, 마늘, 생강, 멸치액젓(하선정 식품), 소금(한주소금)을 사용하였으며, 부재료로는 사과(후지), 유자과피, 당근, 표고버섯을 사용하였으며 신선한 것을 시장에서 구입하였다.

스타터 배양

김치스타터 제조용 균주는 한국미생물보존센터에서 구입한 *Leuconostoc mesenteroides* KCCM 11324과 *Lactobacillus plantarum* 319 JJ를 사용하였으며, MRS 액체배지를 사용하여 각각 37°C에서 48시간 배양(10^8 CFU/mL)한 것을 무를 착즙하여 얻은 주스를 120°C에서 20분간 살균한 배지에 각각 2%되게 첨가하여 15°C에서 6일간 배양한 후 1:1로 혼합하여 김치용 스타터로 사용하였다. 이때 총 젖산균 수는 10^8 CFU/mL로 조정하였으며 pH는 4.10 이었다.

저염김치 발효와 분말화

배추는 4 등분한 후 세절하여 믹서(Goldstar GFM-S401, Korea)로 파쇄하였다. 전보(5)에 준하여 배추 중량에 대하여 마늘 1.8% (w/w), 생강 0.4% (w/w), 고춧가루 0.5% (w/w)와 멸치액젓 1.5% (v/w)의 비율로 혼합한 후 스타터를 10% 첨가하였다. 김치는 20 L 용기에 15 L 수준으로 담금한 후 10°C에서 10일간 숙성시켰다. 발효된 김치액은 6000 rpm에서 10분간 원심분리하여 즙액과 건더기를 분리한 후 즙액은 분무건조기(Mini-Spray Dryer, B-191, Buchi Labortechnik AG, Swiss)를 사용하여 분말화하고 건더기는 동결건조하여 80 mesh의 분말로 제조하였다. 발효가 완료된 김치액의 pH는 4.0, 산도는 1.02%, 총 젖산균 수는 3.5×10^8 CFU/mL, 염도는 0.29%이었다. 부재료로 사과, 유자과피, 당근 및 표고버섯은 60°C의 온도에서 열풍건조시켜 분말화 하였다.

타블렛의 제조

즙액분말과 건더기 분말을 혼합한 김치분말과 부재료 분말(사과, 유자, 당근, 표고버섯)을 일정 비율로 혼합하였다. 젖당 및 옥수수전분은 타블렛 재료 100 g에 대하여 각각 140 g과 60 g을 혼합하였고 다음에 0.1% 전분용액 80 mL을 가하여 반죽하고 20 mesh 체를 통과시킨 후 50°C 건조기에 2시간동안 건조하여 과립기(Chung Gye Industrial MFG., Co., Korea)로 성형하였다. 이 과립에 stearic magnesium을 6 g 첨가한 후 타정기에 500 mg씩을 넣어 200 kg/cm²의 압력으로 3분간 성형하여 타블렛을 제조하였다.

부재료 혼합조건 최적화 실험

부재료 혼합조건 최적화 실험은 유자분말은 2.5 g으로 고정하고, 사과(X₁), 표고버섯(X₂), 당근(X₃) 분말의 첨가량을

요인 변수로 하여 Table 1과 같이 -2, -1, 0, +1, +2의 다섯 단계로 부호화 하였다. 김치분말의 첨가량과 각 부재료를 혼합한 양이 5 g이 되도록 조성한 비는 Table 2와 같다. 또 제조한 김치 타블렛의 품질특성에 관련된 반응변수(Y_n)로는 hardness(Y₁), hue angle(Y₂), gastric solubility(Y₃), bile solubility(Y₄), acceptability(Y₅)였으며 3개의 요인변수를 5수준으로 하는 central composite design에 의하여 실험영역을 설계하여 16개의 선정된 조건에서 실험을 실시하였다. SAS (statistical analysis system)의 RSREG procedure를 사용하여 김치 타블렛 제조시 품질특성이 최대가 되게 하는 최적조건을 설정하는 최적화를 시도하였다.

Table 1. Levels of mixing ratio of various sub-ingredients powder in experimental design for manufacturing of kimchi tablet

| X _i | Sub-ingredients (g) | Level | | | | |
|----------------|---------------------|-------|------|------|------|------|
| | | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 |
| X ₁ | Apple | 0.25 | 0.50 | 0.75 | 1.00 | 1.25 |
| X ₂ | Mushroom | 0.25 | 0.50 | 0.75 | 1.00 | 1.25 |
| X ₃ | Carrot | 0.25 | 0.50 | 0.75 | 1.00 | 1.25 |

파손 강도

김치 타블렛의 파손강도는 rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)를 이용하여 failure test를 행하였으며 이때 시료의 직경과 높이는 13 mm와 3 mm 이었으며 plunger는 직경 10 mm, table speed는 60 mm/min이었다.

색상

김치 타블렛의 색상은 색차계(ChromaMeter, CR 200, Minolta, Japan)를 이용하여 반복 측정하였으며 L(lightness), a(redness), b(yellowness), Hue angle 값으로 표시하였다.

인공 위액 및 담즙액에서의 용해도 측정

인공위액은 Kobayashi 등(11)의 방법 및 용해성 측정에 따라 0.1N HCl을 사용하여 pH 2.5로 조정된 증류수에 pepsin 1%를 첨가하여 조제하였고, 인공담즙액은 증류수에 1% pancreatin을 첨가한 후 여과하여 제공된 10% oxgall 용액을 1%첨가하여 pH를 6.8로 조정하여 사용하였다. 제조된 인공 위액과 인공담즙액에 4분 동안 타블렛을 용해시킨 후 20,000 rpm에서 15분간 원심분리시켜 남은 고형분의 무게를 측정하여 용해성으로 나타내었다.

관능검사

관능요원 20명을 대상으로 하여 5점 채점법(12)에 의하여 색상에 대한 기호도, 맛, 향미, 씹힘성 및 종합적인 기호도를 “아주 나쁘다(1점), 나쁘다(2점), 보통이다(3점), 좋다(4점),

아주 좋다(5점)” 로 평가하였다.

통계처리

3회 반복 실험하여 평균치 또는 평균치±표준편차로 나타내었으며, 평균치의 유의성 검증은 SPSS(Statistical Package Social Science, version 7.5)를 이용하여 Duncan’s multiple range test를 행하였다.

결과 및 고찰

부재료 배합에 따른 타블렛의 품질 특성

김치 타블렛의 영양성과 기호성을 개선하기 위하여 유자, 사과, 표고버섯 및 당근등의 분말을 첨가하였다. 이때 각 처리구에서의 배합비는 Table 2와 같으며 실험에서 얻어진 타블렛의 품질특성 값으로 조직특성, 색상, 관능적 품질을 인공위액, 담즙액에서의 용해도를 반응변수로 하여 각 부재료의 혼합비에 따른 품질특성의 변화를 보고자 먼저 Fig. 1은 타블렛의 견고성에 미치는 부재료의 영향을 조사한 것으로 당근의 첨가량에 따라서는 0.75 g의 첨가구에서 대체적으로 낮은 값을 보였으나 사과는 0.25 g의 첨가시 당근 첨가량이 낮을수록 견고성이 낮게 나타났다. 표고버섯은 첨가량이 증가함에 따라 견고성이 약간 증가하였으나 사과분말 1.00 g과 1.25 g 첨가 군에서는 표고버섯의 첨가량 증가에 따른 견고성의 변화는 나타나지 않았다. 견고성에 미치는 사과 첨가의 영향을 살펴보면 0.25 g에서 0.75 g까지 첨가시에는 표고버섯과 당근의 첨가량에 따라 영향이 있었으나 1.0 g이

나 1.25 g의 첨가시에는 당근이나 표고버섯의 첨가량에 따라서는 큰 영향이 없는 것으로 나타났다. 이는 사과가 일정량 이상 첨가되면 표고버섯이나 당근의 첨가는 견고성에 미치는 영향이 없다는 것을 보여준다고 할 수 있다.

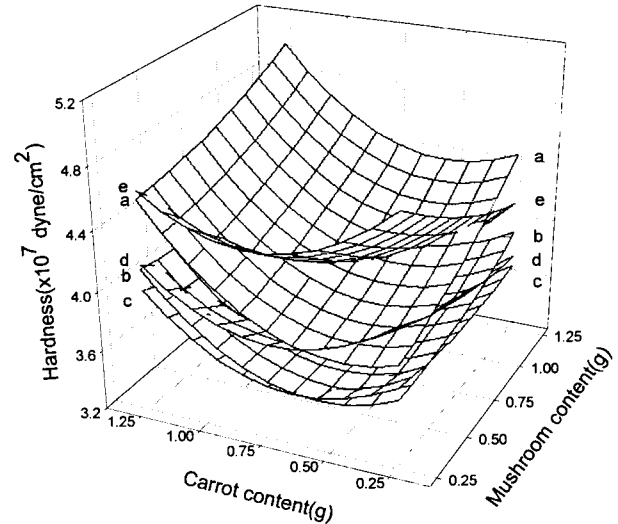


Fig. 1. Response surface for hardness of kimchi tablet mixed with various sub-ingredients.

Symbols in the figure : a, apple 0.25g; b, apple 0.50g; c, apple 0.75g; d, apple 1.00g; e, apple 1.25g.

Table 2. Mixing ratio of apple, carrot, mushroom, citron and powdered kimchi for manufacturing kimchi tablet under central composite design for response surface methodology (g)

| No. | Apple | Mushroom | Carrot | Citron | Powdered kimchi |
|-----|-------|----------|--------|--------|-----------------|
| 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.25 | 1.75 |
| 2 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.25 | 2.25 |
| 3 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 0.25 | 2.25 |
| 4 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.25 | 2.75 |
| 5 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.25 | 2.25 |
| 6 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 0.25 | 2.75 |
| 7 | 0.50 | 0.50 | 1.00 | 0.25 | 2.75 |
| 8 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.25 | 3.25 |
| 9 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.25 | 2.50 |
| 10 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.25 | 2.50 |
| 11 | 1.25 | 0.75 | 0.75 | 0.25 | 2.00 |
| 12 | 0.25 | 0.75 | 0.75 | 0.25 | 3.00 |
| 13 | 0.75 | 1.25 | 0.75 | 0.25 | 2.00 |
| 14 | 0.75 | 0.25 | 0.75 | 0.25 | 3.00 |
| 15 | 0.75 | 0.75 | 1.25 | 0.25 | 2.00 |
| 16 | 0.75 | 0.75 | 0.25 | 0.25 | 3.00 |

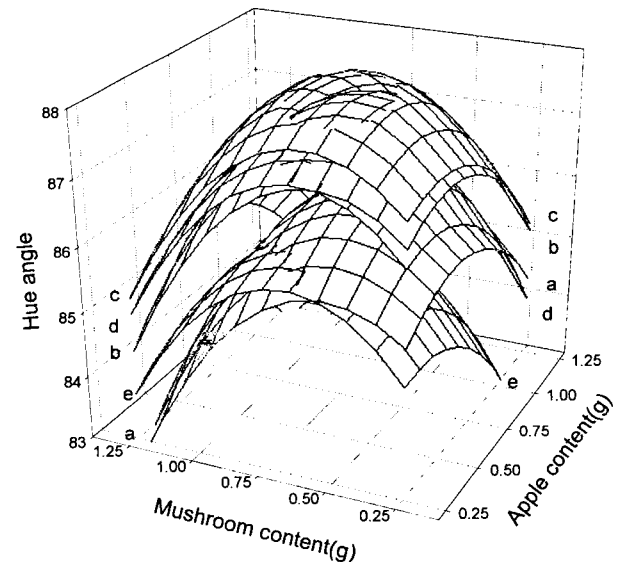


Fig. 2. Response surface for hue angle of kimchi tablet mixed with various sub-ingredients.

Symbols in the figure : a, carrot 0.25g; b, carrot 0.50g; c, carrot 0.75g; d, carrot 1.00g; e, carrot 1.25g.

Fig. 2에서는 김치 타블렛의 전반적인 색상을 나타내는 hue angle의 변화를 나타내었다. 이 값은 90° 가 적색을 나타내는데 본 실험에서 83~88정도의 값을 보여 적색에 가까

운 색을 나타내었다. 먼저 표고버섯의 첨가와 사과 첨가 시 실험 중간 값인 0.75 g의 첨가구에서 hue angle이 가장 높은 것으로 나타났다. 또한 당근 첨가의 경우에도 0.75 g의 첨가구가 가장 높은 값을 보였고 그 다음으로 0.50 g 첨가와 1.0 g 첨가가 유사한 값을, 그리고 0.25 g과 1.25 g에서 낮은 값을 보여 세가지 부재료 모두 중간 값의 첨가구에서 가장 높은 값을 보였다.

김치 타블렛의 소화흡수 정도를 알아보기 위하여 인공위액을 제조하여 일정시간 용해시키고 남은 고형분의 양으로 용해도를 측정하여 Fig. 3에 나타내었다. 사과의 첨가량이 0.50 g과 0.75 g 사이를 경계로 하여, 그보다 낮은 사과의 첨가구에서는 표고버섯의 첨가량이 증가함에 따라 용해도가 약간씩 감소하는 경향이 있었지만 경계점 이후의 사과 첨가구에서는 오히려 표고버섯의 첨가량이 증가할수록 용해도가 증가하였다. 당근의 첨가에 따른 영향도 표고버섯 첨가와 유사하여 경계점 이후의 사과 첨가구에서는 표고버섯 첨가량이 적을수록 낮은 용해도를 보였고, 경계점보다 낮은 사과 첨가구에서는 첨가량이 많을수록 용해성이 오히려 낮은 것으로 나타났다.

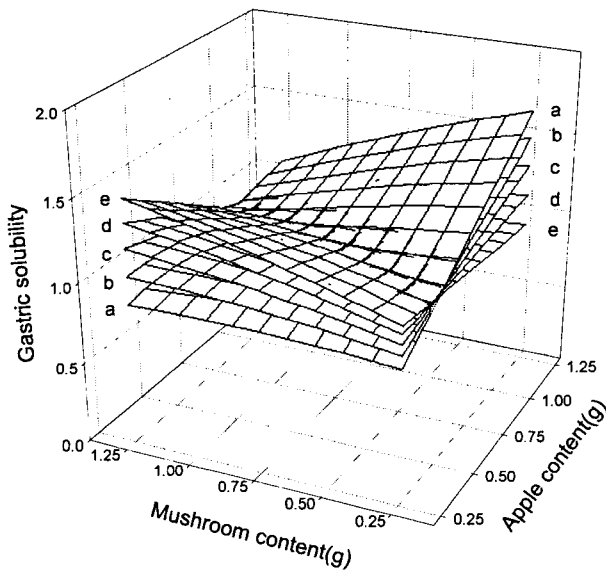


Fig. 3. Response surface for artificial gastric solubility of kimchi tablet mixed with various sub-ingredients.

Symbols in the figure: a, carrot 0.25g; b, carrot 0.50g; c, carrot 0.75g; d, carrot 1.00g; e, carrot 1.25g.

Fig. 4에서는 인공담즙액에서의 용해도를 나타내었다. 당근의 첨가량에 따라서는 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며, 표고버섯 첨가구에서는 대체적으로 1.00 g 첨가구에서 가장 좋은 용해성을 보였고 첨가량이 감소할수록 용해도가 낮은 것으로 나타났다. 사과의 첨가시에는 0.75 g의 전후에서 용해성이 우수하였으며 첨가량이 많거나 적을수록 용해성은 낮아졌다. 부재료 배합비에 따른 타블렛의 종합적 기호도는 Fig. 5에 나타내었다. 사과의 첨가량이 0.75 g 부근일

때 낮은 값을 보였으며 첨가량의 증감에 따라 높아지는 것으로 나타났다. 당근 첨가량의 변화에 따라서는 사과의 첨가량이 적을 때(0.25 g)는 큰 변화가 없었으나 사과와 당근의 첨가량이 증가할수록 기호도는 증가하는 경향이였다. 표고버섯의 첨가에 따라서는 0.75 g를 기준으로 1.00 g이나 0.50 g 첨가시에 기호도가 좋은 것으로 나타났으며 1.25 g이나 0.25 g의 첨가구에서는 낮은 기호도를 보였다.

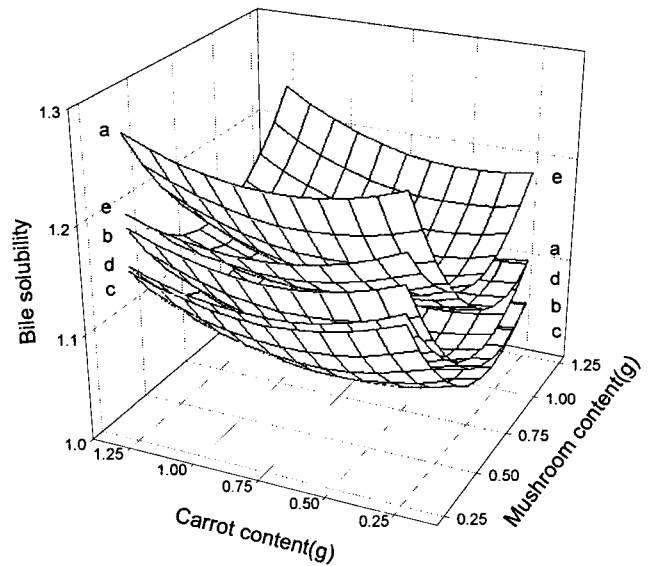


Fig. 4. Response surface for artificial bile solubility of kimchi tablet mixed with various sub-ingredients.

Symbols in the figure: a, apple 0.25g; b, apple 0.50g; c, apple 0.75g; d, apple 1.00g; e, apple 1.25g.

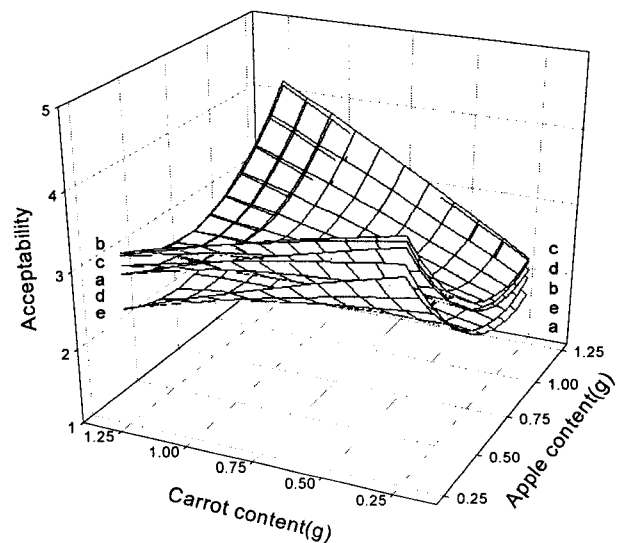


Fig. 5. Response surface for acceptability of kimchi tablet mixed with various sub-ingredients.

Symbols in the figure: a, mushroom 0.25g; b, mushroom 0.50g; c, mushroom 0.75g; d, mushroom 1.00g; e, mushroom 1.25g.

적 혼합조건

부재료의 혼합비를 달리한 김치 타블렛의 여러 가지 특성 중 품질특성을 대표할 수 있는 견고성, hue angle, 인공위액 과 담즙액에서의 용해도 및 종합적 기호도 등을 품질지표로 하여 Table 3에 표시하였으며, 이들 실험 값을 반응표면분석 하여 얻어진 이차 회귀계수는 Table 4에 나타내었다. 이 회귀계수값을 이용하면 반응변수의 예측은 물론 반응표면의 형성도 가능하여 각 독립변수가 반응변수에 미치는 영향을 해석할 수 있다. 각 반응변수에 미치는 독립변수의 영향을 살펴본 결과를 Table 5에 나타내었다. 당근만이 김치 타블렛의 hue angle에 영향을 미칠 뿐 그 외 다른 부재료는 반응변수에 대하여 영향이 없는 것으로 나타났다. 이는 앞에서 각

품질 특성을 나타내는 반응표면의 해석으로 살펴본 결과와 유사한 것으로 각 부재료의 배합비는 품질 특성에 큰 영향이 없다는 것을 나타내는 것으로 대부분의 반응변수가 중간 값에서 최대, 최소를 갖는 경향을 보이기 때문으로 생각할 수 있다. 각 반응변수에 대하여 수립된 회귀식에 대하여 분산분석한 결과 hue angle에 대하여만 R²가 0.82로 유의성이 있는 것(p<0.1)으로 나타났다. 그러나 적합성 결여분석의 결과 각 반응변수 모두 유의성이 없어(p>0.05) 추정된 회귀모형은 통계적으로 유의하다고 할 수 있다.

Table 3. Experimental datas for kimchi tablet properties for different coded values of treatment conditions (see Table 1)

| No | Hardness (×10 ⁷ dyne/cm ²) | Hue angle | Gastric solubility | Bile solubility | Overall acceptability |
|----|--|--------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|
| 1 | 3.27 | 85.93 | 1.03 | 1.10 | 1.61 |
| 2 | 3.79 | 86.83 | 1.19 | 1.15 | 2.03 |
| 3 | 3.95 | 86.23 | 1.18 | 1.08 | 2.21 |
| 4 | 3.63 | 87.45 | 1.28 | 1.14 | 2.43 |
| 5 | 3.75 | 86.77 | 1.24 | 1.06 | 2.40 |
| 6 | 3.70 | 87.07 | 1.00 | 1.10 | 2.00 |
| 7 | 3.69 | 87.47 | 1.08 | 1.01 | 2.01 |
| 8 | 3.84 | 88.30 | 1.09 | 1.11 | 3.22 |
| 9 | 3.27 | 88.17 | 1.04 | 1.01 | 1.81 |
| 10 | 3.46 | 87.97 | 1.14 | 1.00 | 2.65 |
| 11 | 3.96 | 86.97 | 1.03 | 1.01 | 2.04 |
| 12 | 3.42 | 87.37 | 1.16 | 1.05 | 1.63 |
| 13 | 3.98 | 86.40 | 1.03 | 1.08 | 1.40 |
| 14 | 3.98 | 86.70 | 1.10 | 1.10 | 2.40 |
| 15 | 3.35 | 86.13 | 1.03 | 1.06 | 2.84 |
| 16 | 3.51 | 85.87 | 1.11 | 1.09 | 3.03 |

¹⁾Values are means of triplicate determinations.

Table 4. Regression coefficients of second order polynomials¹⁾ representing relationships between indicated response variables(Yn) and independent variables of apple(i or j=1), mushroom(i or j=2) and carrot(i or j=3)

| Coefficients | Hardness (×10 ⁷ dyne/cm ²) | Hue angle | Gastric solubility | Bile solubility | Overall acceptability |
|--------------|--|--------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|
| βk0 | 4.42 | 80.88 | 0.43 | 1.57 | 4.95 |
| βk1 | -9.35 | 4.38 | 1.17 | -0.15 | 2.25 |
| βk2 | -2.20 | 5.47 | 0.25 | -0.59 | -0.95 |
| βk3 | 5.55 | 11.95 | 0.52 | -0.65 | -7.05 |
| βk11 | 1.29 | -3.60 | 0.02 | 0.10 | -1.60 |
| βk12 | -8.90 | 2.02 | -0.62 | -0.02 | -0.40 |
| βk13 | -1.93 | -1.98 | -0.98 | 0.06 | 0.40 |
| βk22 | 2.45 | -6.08 | -0.10 | 0.34 | -1.20 |
| βk23 | -1.28 | 1.70 | 0.38 | 0.14 | 2.80 |
| βk33 | 2.63 | -8.28 | -0.08 | 0.28 | 2.80 |

$$Y_n = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \beta_{ij} X_i X_j + \epsilon$$

Table 5. Analysis of variance showing significance of effects of processing variables on hardness, hue angle gastric solubility, bile solubility and acceptability of kimchi tablet with various sub-materials

| Process variables | DF | F-Ratio | | | | |
|-------------------|----|--|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|
| | | Hardness (×10 ⁷ dyne/cm ²) | Hue angle | Gastric solubility | Bile solubility | Overall acceptability |
| Apple | 4 | 0.72 | 1.92 | 1.31 | 0.15 | 0.26 |
| Mushroom | 4 | 2.10 | 3.08 | 0.72 | 0.76 | 1.70 |
| Carrot | 4 | 0.36 | 4.67 ¹⁾ | 1.15 | 1.12 | 1.29 |

¹⁾Significant at 5%.

Table 6에서는 각 반응변수의 최대, 최소값을 나타내는 요인변수인 각 부재료의 배합비를 나타내었다. 김치 타블렛의 인공위액에서의 용해도와 종합적 기호도는 안장점을 나타내어 능선분석을 통하여 각 변수가 최대로 되는 배합비를 나타내었다. 이러한 정상점에서의 값들에 따라 배합비를 달리 함으로서 적절한 배합조건을 찾을 수 있으나 본 실험 결과에서는 배합비에 따른 반응변수 값의 변화가 통계적으로 결정계수가 낮은 값을 보여 적용하기에는 다소 무리가 있을 것으로 판단된다. 그러나 각 부재료의 첨가에 따른 형성된 반응표면의 해석으로 품질특성을 예측할 수 있을 것이며 결과적으로 선정된 부재료들은 김치 타블렛의 품질 특성을 크게 해치지 않는 것으로 생각할 수 있다.

Table 6. Predicted levels of process variables yielding optimum response of hardness, hue angle gastric solubility, bile solubility and acceptability of kimchi tablet with various sub-materials

| Process variables | Levels for optimum response | | | | |
|-------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|
| | Hardness | Hue angle | Gastric solubility | Bile solubility | Overall acceptability |
| Apple | 0.94 | 0.59 | 0.67(1.07) ¹⁾ | 0.56 | 0.80(0.7) |
| Mushroom | 1.19 | 0.65 | 0.69(0.51) | 0.70 | 0.60(0.5) |
| Carrot | 2.19 | 0.72 | 0.79(0.46) | 0.92 | 0.90(0.3) |
| R-square | 0.65 | 0.82 | 0.54 | 0.52 | 0.72 |
| Significance | 0.42 | 0.09 | 0.65 | 0.68 | 0.26 |
| Morphology | min | max | SP ²⁾ (max) | min | SP(max) |
| Predicted value | 3.28 | 88.23 | 1.12(1.31) | 1.02 | 2.30(3.4) |

¹⁾Values in parenthesis are gained ridge analysis.

²⁾SP: saddle point.

요 약

김치타블렛의 영양성과 기호성을 개선하기 위하여 부재료로 유자, 사과, 당근, 표고버섯의 혼합조건을 반응표면분석법으로 검토하였다. 당근분말은 0.75 g 첨가시에 타블렛의 견고성이 낮았으며, 표고버섯은 첨가량이 증가할수록 견고성이 증가하였다. 사과는 1.0 g 이상으로 첨가될 경우, 표고버섯 및 당근의 첨가량이 견고성에 미치는 영향은 크지 않았다. 김치 타블렛의 hue angle은 유자, 사과, 당근 및 표고버섯의 첨가량이 0.5 g 이하 및 1.0 g 이상일 때는 83~86, 0.75 g로 첨가하였을 때는 88을 나타내었다. 인공담즙액에서의 용해도는 당근의 경우는 큰 영향이 없었으며 표고버섯은 1.0 g, 사과는 0.75 g 첨가구에서 용해성이 높았다. 타블렛의 종합적 기호도는 사과와 당근의 첨가량이 높을수록, 표고버섯은 0.75 g에서 높았다. 각 반응변수에 미치는 독립변수의 영향을 조사한 결과 당근만이 김치 타블렛의 hue angle에 영향을 미칠 뿐 그 외 다른 부재료는 반응변수에 대하여 큰 영향이 없는 것으로 나타났다. 따라서 당근, 사과 및 표고는 0.75 g을 중심으로 폭넓은 첨가가 가능하였다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 한국과학재단 지정 대구대학교 농산물 저장·가공 및 산업화 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

- Lee, C.W., Ko, C.Y. and Ha, D.M. (1992) Microfloral changes of the lactic acid bacteria during *kimchi* fermentation and identification of the isolates. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 20, 102-109
- So, M.H., Shin, M.Y. and Kim, Y.B. (1996) Effects of psychrotrophic lactic acid bacterial starter on *kimchi* fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 28, 806-813
- Stamer, F.R., Stoyla, B.O. and Dunncked, B.B. (1971) Growth rates and fermentation patterns of lactic acid bacteria associated with the sauerkraut fermentation. *J. Milk Food Technol.*, 34, 521-527
- Park, I.K., Kim, M.K. and Kim, S.D. (2000) Studies on preparation and quality of kimchi-bread. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, 10, 229-238
- Park, S.R., Choi, Y.O., Youn, K.S. and Kim, S.D. (2001) Preparation and characteristics of kimchi tablet. *Kor. J. Postharvest Sci. Technol.*, 8, 302-307
- Kim, S.D., Kim, M.K. and Ku, Y.S. (1999) Effect of different salt concentrations and temperatures on the lactic acid fermentation of radish juice. *Kor. J. Food Sci. Nutr.*, 4, 236-240
- Park, K.S. and Kyung, K.H. (1992) Growth stimulation of lactic acid bacteria by a radish component. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 24, 528-534
- Oh, J.Y., Hahn, Y.S. and Kim, Y.J. (1999) Microbiological characteristics of low salt Mul-kimchi. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 31, 502-508
- Mortgomery, D.C. (1984) Design and analysis of experiments, 2nd ed, John Wiley & Sons, New York, USA. p.445-474
- Mudahar, G.S., Toledo, R.T., Floros, J.D. and Jen, J.J. (1989) Optimization of carrots dehydration process using response surface methodology. *J. Food Sci.*, 54, 714-719
- Kobayashi, Y., Tohyama, K. and Terashima T. (1973) Tolerance of the multiple antibiotic resistant strain, *L. casei* PSR 3002, to artificial digestive fluids. *Jpn. J. Microbiol.*, 29, 691-697
- Herbert, A. and Joel, L.S. (1993) Sensory evaluation practices. 2nd ed. Academic Press. USA, p.68-75

(접수 2002년 5월 10일)