

굴 효소 가수분해 물질 및 한약 추출물을 이용한 기능성 고형 제품 개발

조경주, 백무열, 최영준¹, 김병용*

경희대학교 식품공학과, 생명자원과학연구소, ¹경상대학교 해양생물이용학부

Preparation of Functional Solid Tablets Using Oyster Hydrolysate and Plant Extracts

Kyung-Ju Cho, Moo-Yeol Baik, Yeung-Joon Choi¹, Byung-Yong Kim*

Dept. of Food Science and Biotech., Institute of Life Science and Resources, Kyung Hee University

¹Division of Marine Life Science, Gyeong Sang National University

Abstract

The objective of this work was to investigate the optimum processing condition for solid tablet with unacceptable three major components, such as oyster hydrolysate, *injin* and *omija* extract powders. The oyster hydrolysate was obtained by enzymatic hydrolysis of oyster using protamex and neutrase, while *injin* and *omija* were extracted with water at 100°C for 5 hours and powdered after freeze drying. Wheat flour was used as a basic material of the tablet formation. Optimum drying condition for the tablet formation was determined by RSM with manufacturing process and functionality. Both antiradical activity, which has existed during the manufacturing process, and moisture content showed non-linear canonical forms indicating a high interaction among processing factors. The optimum drying condition was determined to be 44.8 hours at 53.8°C to obtain 9.9% of optimum moisture content and 93.5% of anti-radical activity.

Key words: solid tablet, oyster hydrolysate, *injin*, *omija*, RSM

서 론

최근 경제 수준의 향상과 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 건강 식품 또는 기능성 식품의 개발, 판매가 활발해지고 있으며, 건강 유지에 대한 개념이 치료를 목적으로 하는 의학적 관점보다 예방적 측면이 대두되고 있다. 이에 따라 전래 의학에 대한 정보들이 생리적 기능 유지 및 향상을 위해 광범위하게 이용되고 있으며, 이들을 이용한 건강 식품 또는 기능성 식품 관련 연구가 활발하게 진행되고 있다(Qian et al., 2008).

기능성 펩타이드로 사용 가능한 굴(*Crassostrea gigas*)은 염분 농도가 낮은 해역에서 서식하며(Yoo, 2000), 다량의 타우린과 글리코젠을 함유하고 있어 심장 및 간장의 기능 강화와 콜레스테롤 감소에 의한 고혈압, 동맥 경화에 예방 효과가 있다. 또한, 셀레늄을 다량 함유하고 있어 중금속 해독 기능을 갖는 등의 기능성이 널리 알려져 있다(Park,

1995; Jeong et al., 1998; Kim et al., 1981). 그러나 이러한 건강 기능성 효과에도 불구하고, 생산 및 채취 기간에 비해 저장기간이 짧아 해마다 상품 가치가 저하된 굴의 양은 늘어나고 있으며, 그 중 많은 부분이 폐기되고 있다. 또한, 굴 가수분해 펩타이드는 인체에 안전성이 기대되며, 특이한 구조를 가지는 것이 많고 다 기능성을 나타내는 특징이 있다(Qian et al., 2008).

오미자 나무의 종실인 오미자(*Schizandra chinensis*)는 간장 보호(Hikino et al., 1984), 알코올 해독(Lee & Lee, 1990), 항균 활성(Jung et al., 2000), 전자공여에 의한 항산화 효과(Kim et al., 2004) 등이 보고되어 있으며, 또 다른 한약 성분으로서 인진(*Artemisia capillaris*)의 경우 특유의 향기와 약효를 지니고 있어, 고 지혈증과 당뇨를 개선시킨다고 알려져 있다(Surbramonian et al., 1996). 그러나 위에서 제시된 기능성 펩타이드와 각각의 한약 성분의 기능성만 밝혀졌을 뿐, 이를 제품화 할 경우의 공정 및 성분비의 최적화에 관한 연구는 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 각각의 뛰어난 기능성 물질을 함유한 굴 효소 가수 분해물과 인진, 오미자의 추출물을 이용한 고형 제품을 개발하고, response surface methodology (RSM)를 통하여 건조 공정을 최적화 하고자 하였다.

Corresponding author: Byung-Yong Kim, Dept. of Food Science and Biotech., Institute of Life Science and Resources, Kyung Hee University, Yongin, Kyunggi-do, 449-701, Korea
Tel: 82-31-201-2627; Fax: 82-31-201-0540
E-mail: bykim@khu.ac.kr

재료 및 방법

재료

굴은 경남 통영에서 재배한 양식산 참굴(*Crassostrea gigas*, 각장 4.6±2.3 cm, 각중 9.9±3.2 g)중 생굴 시판을 목적으로 채취한 것을 냉동 상태로 30분 이내에 운반 후 -25°C에 저장하여 이용하였다.

인진과 오미자는 통영 재래 시장에서 구입하여 이용하였으며, 한방에서 전해오는 전통적인 한약 제조 방법에 의해 인진의 경우 '인진:물 = 1:9'의 비율로 물을 첨가하고, 오미자의 경우 '오미자:물 = 1:4'의 비율로 물을 첨가하여 각각 100°C에서 5시간 동안 가열 하였다. 가열 추출물을 여과지(Whatman No.1, Maidstone, England)로 여과하여 부유물을 제거한 후, -20°C에 보관하면서, 환 제조 시 동결건조기(FD5508, Ilshin Lab Co., Yangju, Korea)를 이용하여 동결 건조하여 사용하였다. 또한, 환으로의 제조를 위한 성형물질로 밀가루(대한제분주식회사, Seoul, Korea)를 이용하였다.

굴 효소 가수 분해물의 제조

생굴의 가수분해를 위해 이용한 효소는 *Bacillus* sp.에서 유래한 Protamex(Novonordisk Bioindustrials, Inc., Copenhagen, Denmark)와 *Bacillus amyloliquefaciens*에서 유래한 Neutrase(Novonordisk Bioindustrials, Inc., Copenhagen, Denmark)를 사용하였다. 생굴을 가수분해하기 위해 해동한 굴에 동량의 증류수를 가하고 균질화 하였다. 여기에 원료 굴의 1%에 해당하는 양의 Protamex를 첨가하고, 40°C와 pH 6.0~7.0으로 조절된 shaking incubator(Orbital shaker, Forma Scientific, Marietta, OH, USA)에서 1시간 동안 1단 가수분해하였다. 뒤이어 첨가한 효소의 불활성화를 위해 열탕에 10분간 처리한 후 방냉하고, 20분간 원심분리(1,000×g, Mega 17R, Hanil Science Industrial Co., Ltd, Inchon, Korea) 후 그 상층액을 여과하였다. 이것을 Neutrase를 이용하여 45-55°C와 pH 6.0인 상태에서 1시간 동안 재 가수분해 한 뒤 첨가 효소의 불활성화를 위해 열탕에 10분 동안 방치하였다. 효소 불활성화 된 용액은 방냉 후 다시 20분 동안 원심분리(1,000×g) 하고 여과하였다. 부유물 및 미분해 단백질 제거하기 위해 3 kDa membrane을 장착한 한외여과기(8200, Amicon, Beverly, MA, USA)로 여과하여 이용하였다.

물리적 특성 분석 및 고품 환 제조

굴 효소 가수 분해물과 인진, 오미자 추출물의 물리적 특성은 건조 전 액상을 상온(20°C)에서 측정하였다. pH는 pH meter(Orion 520A+, Thermo Electron Corporation, Waltham, MA, USA)로, 색도는 색차계(JC801, Color Techno System Co., LTD, Tokyo, Japan)를 이용하여 lightness(L), redness(a), yellowness(b)를 각각 5회 반복 측정한 후 평균값을 이용

Table 1. Mixture ratio of solid tablet

| | (A) | (B) | (C) | (D) |
|---------------------------|------|------|------|------|
| Oyster hydrolysate (g) | 2.34 | 2.74 | 3.13 | 3.52 |
| Omiija extract powder (g) | 1.00 | 0.75 | 0.50 | 0.25 |
| Injin extract powder (g) | 1.00 | 0.75 | 0.50 | 0.25 |
| Wheat flour (g) | 3.00 | 3.50 | 4.00 | 4.50 |

A, B, C and D are different tablet samples.

하였고, Brix는 당도계(Handheld Refractometers, Fisher, Pittsburgh, PA, USA)를 이용하여 측정하였다.

고형 환의 배합 비를 결정하기 위해 굴 가수 분해물을 제외한 분말의 중량을 5 g으로 하여 성형 제재로 사용한 밀가루를 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 g 첨가하였다. 인진과 오미자는 동결 건조하여 각각 1 g (밀가루 3.0 g일 때), 0.75 g(밀가루 3.5 g), 0.5 g(밀가루 4.0 g), 0.25 g(밀가루 4.5 g)을 첨가하여 밀가루와 혼합하였으며, 굴 효소 가수 분해물은 밀가루 중량의 78%의 중량을 액상으로 첨가하여 고품 환으로 제조하였다. 이때의 굴 효소 가수분해 첨가량은 환으로써 성형이 가능할 때까지의 첨가량이다. 배합비는 Table 1과 같이 선정하였고, 성형 후 중량의 변화가 없을 때까지 상온(20°C)에서 자연 건조하였다.

고형 환 건조 공정의 설계 및 최적화

굴 효소 가수 분해물, 오미자 추출물, 인진 추출물을 동결 건조하여 이용하였다. 굴 효소 가수 분해물은 첨가량을 증대시키기 위해 건조 후 분말화하여 첨가하였으며, 환으로의 성형을 가능하게 하기 위해 물을 첨가하였다. 고품 환의 배합비는 굴 효소 가수분해 건조물 0.5 g, 오미자 추출 건조물 0.75 g, 인진 추출물 0.75 g, 증류수 1.4 mL를 첨가하였다.

최적 건조 공정을 결정하기 위한 실험 계획 및 최적화를 위해 반응표면분석법(Response surface methodology)을 이용하였고 사용한 프로그램은 design-expert 7(Stat-Ease, Inc., Minneapolis, MN, USA)이며, 실험점 확립을 위한 요인 변수는 건조 온도와 건조 시간으로 설정하였고, 이때의 반응 변수는 수분함량과 antiradical activity로 하였다. 실험군은 -1, 0, +1 이외에 실험 점을 선정 시 오차를 감소시키기 위하여 -1.41과 +1.41점을 포함하여 부호화 하였다. 이때의 건조 온도는 35.86(-1.41), 40(-1), 50(0), 60(+1), 64.14(+1.41)°C의 범위로 선정하였으며, 건조 시간은 19.02(-1.41), 24(-1), 36(0), 48(+1), 52.97(+1.41) 시간의 범위로 선정하였다. 각 실험 군은 central composition 방법으로 선정하였다.

Antiradical activity 측정

각 환의 free radical 소거능의 측정을 위해 증류수 100 mL에 건조 후 마쇄한 환을 1 g을 첨가하여 24시간 동안

상온에서 교반 추출하였다. 이 후 30분간 원심분리(1,560×g, Mega 17R, Hanil Science Industrial Co., Ltd, Inchun, Korea) 하고, 상층액은 여과지로 여과하여 이용하였다.

Radical 소거 측정은 Blois(1958)의 DPPH(1,1-dyphenyl-2-picryl-hydrazyl)을 이용하였다. DPPH(Sigma, Steinheim, Germany)와 ethanol(99.5%, Daejung Chemicals & Materials Co., Siheung, Korea)을 혼합하여 0.5 mM DPPH 용액을 제조하였다. Ethanol 500 µL, 시료 500 µL, 0.5 mM DPPH 용액 250 µL를 혼합한 후 5°C에서 30분 동안 어두운 곳에 보관하였다. 이것을 UV-visible spectrophotometer(UV-1201, Shimadzu Corporation, Tokyo, Japan)를 이용하여 517 nm 에서 흡광도를 측정하였다. Free radical 소거능을 나타내는 antiradical activity는 Burda & Oleszk(2001)의 방법을 이용하여 아래와 같이 계산하였다. 또한, 계산된 antiradical activity는 수분함량 차이에 의한 activity의 차이를 보정하기 위해, 고형분 함량으로 나누어 계산하였다.

$$\text{Antiradical activity(\%)} = \frac{(1 - \text{Abs of sample} / \text{Abs of reference})}{(\text{solid content})} \times 100$$

결과 및 고찰

시료의 조성 및 물리적 특성

고형 기능성 환을 만들기 위해 굴 효소 가수 분해물과 오미자, 인진 액상 추출물의 물리적 특성을 조사하였다. 각 시료의 조성 상태와 물리적 특징은 Table 2와 같다. 가용성 고형분 함량을 나타내는 Brix는 인진 추출물이 5.0%로 가장 낮게 나타났다. 이것은 굴 효소 가수분해물과 오미자 추출물에 비해 인진 내에 가용성 물질의 함유량이 낮아 열수 추출 시 추출량이 적기 때문으로 추측되며, 이와 같은 현상은 오미자 추출물의 추출 방법에 따라 가용성 고형분의 추출량이 달라졌다는 다른 연구 보고에서도 관찰할 수 있었다(Kim et al., 2004).

pH는 오미자 추출물이 2.8로 가장 낮았으며, 신맛도 매우 강했다. 오미자 추출물의 신맛은 유기산에 의한 것으로, 오미자 열매에는 3.5% citric acid, 1.4% malic acid, 0.2% succinic acid가 함유되어 있다고 보고되었다(Kim et al., 1973). 이러한 유기산은 신 맛 부여 외에도 미생물의 생육 억제와 피로 회복에 도움을 준다고 알려져 있다(Moon et

al., 2003).

굴 가수 분해물은 짙은 색의 부유물이 존재하여 명도가 낮았으며, 인진은 부유물도 적고 비교적 맑은 용액 상태로, 오미자 추출물과 굴 가수분해물에 비해 상대적으로 명도가 높게 측정되었다. 이러한 현상은 앞서 설명한 고형분 함량과 관계가 있는 것으로, 인진 추출물의 고형분 함량이 오미자 추출물과 굴 가수 분해물보다 낮기 때문으로 추측된다.

Antiradical activity의 IC50은 굴 효소 가수분해물 10.0 mg/mL, 오미자 추출물 4.0 mg/mL, 인진 추출물 1.5 mg/mL로 세 물질 모두에 antiradical activity가 존재하는 것으로 나타났다. 세 물질 중에서도 인진 추출물의 IC50이 1.5 mg/mL로 가장 낮아 세 물질 중에 가장 높은 activity를 갖고 있는 것으로 나타났다. 이것은 인진 내 항산화 물질의 작용이 다른 두 물질보다 크기 때문으로 추측된다. 이러한 항산화 물질은 혈청의 토코페롤 함량을 증가시켜 자유 라디칼에 의한 산화 작용을 억제하는 효과가 있으며, 세포 파괴 및 노화 방지 등에 도움을 주기도 한다(Nam et al., 1999; Kim & Lee, 1996).

배합비에 따른 고형 환 제조

각 성분비(Table 1)에 따른 환의 건조 후 모습은 Fig. 1에 나타내었고 각 조직 형성능과 antiradical activity는 Table 3에 나타내었다. Fig. 1을 보면 (A)는 환의 제조 시 표면이 매우 거칠고 형태가 일그러졌는데 이것은 밀가루 함량에 비해 인진과 오미자의 함량이 높기 때문에 점착력이 증가된 것으로 생각된다. 또한, (A)는 성형 시 고형 환으로서의 일정한 형태를 갖추지 못하였다. (B)는 굴 가수 분해물 첨가량은 (C), (D)에 비해 적고, 오미자와 인진 추출 건조물의 함량은 (A)보다 적었지만, 성형 과정에 갈라짐이나 형태 일그러짐이 발생하지 않았다. (C)와 (D)의 경우는 일정 형태를 갖추었으나 건조 과정에 갈라짐이 발생하였으며, 특히 (D)의 경우는 갈라지는 정도가 더욱 심했다. 이는 성분 함량 및 건조 전 환의 성형 가능 여부를 나타낸 Table 3의 성형 적합성을 통해 확인할 수 있었다.

고형 환의 건조 후 추출물의 antiradical activity는 Table 3에 나타내었는데, 인진 추출 건조물, 오미자 추출 건조물의 함량이 높을수록 antiradical activity가 높은 것을 알 수 있다. 반면 굴 가수 분해물은 antiradical activity에 큰 영향을 미치지 못하는데, 이것은 굴 효소 가수 분해물의 IC50

Table 2. Physical properties of the enzyme hydrolysate from oyster, and water extracts from omija and injin.

| | Brix (%) | pH | IC50 ¹⁾ (mg/ml) | Color | | |
|--------------------|----------|-----|-------------------------------|-------|------|------|
| | | | | L | a | b |
| Oyster hydrolysate | 11.8 | 6.4 | 10.0 | -5.7 | 0.6 | 2.7 |
| Omija extract | 13.8 | 2.8 | 4.0 | -1.8 | 6.6 | 13.3 |
| Injin extract | 5.0 | 5.0 | 1.5 | 25.3 | 21.1 | 54.4 |

50% activity of antiradical activity

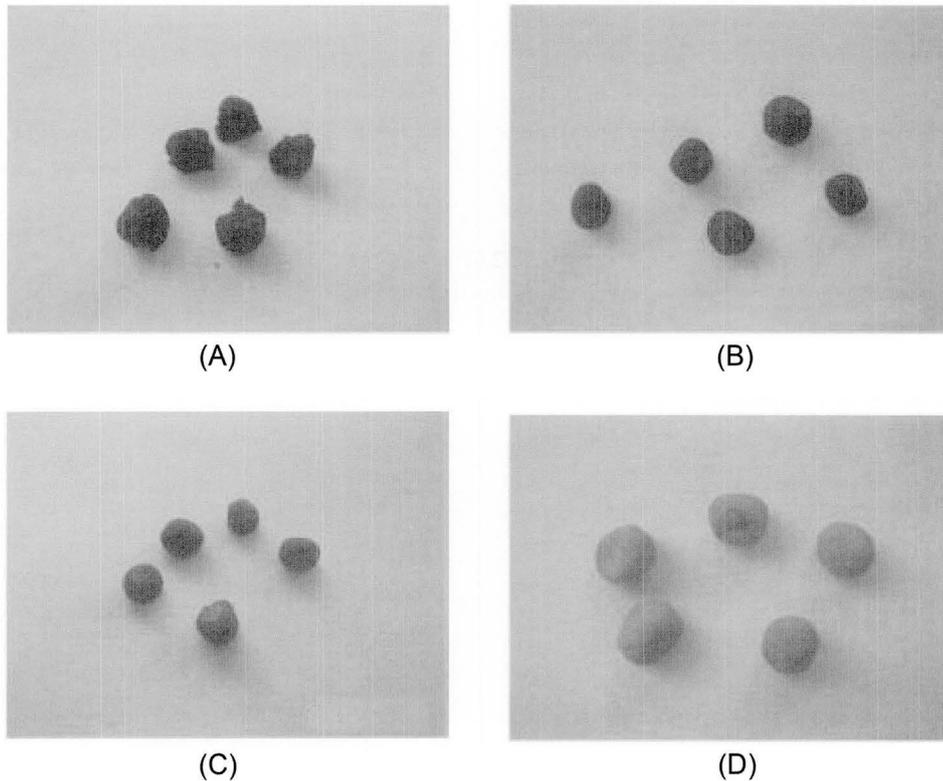


Fig. 1. Formation of the solid tablet using hydrolysate from oyster, injin extract powder, omija extract powder.

Table 3. Forming property and antiradical activity of the tablets.

| | (A) | (B) | (C) | (D) |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Forming property* | + | +++ | ++ | + |
| Antiradical activity (%) | 42.56 | 36.65 | 32.60 | 20.64 |

* +: not good ++: good +++: very good

이 10.0 mg/mL로 오미자 추출물(4.0 mg/mL)과 인진 추출물(1.5 mg/mL) 보다 높은 양을 나타내어 다른 두 물질에 비해 activity가 낮아 영향을 미치지 못하는 것으로 사료된다. 지질 과산화의 연쇄 반응에 관여하는 산화 활성 free radical은 식품에서 영양가의 저하 등 품질 저하의 요인뿐만 아니라 산화에 의하여 생성되는 각종 산화 생성물은 DNA를 손상시키거나 암을 유발하여 인간의 노화와도 관계가 있는 것으로 알려져 있다(Hollivell & Gutteridge, 1990). 특히 쑥 추출물의 경우 강력한 항산화 효과가 확인된 apigenin, luteolin, quercetin, isorhamnetin 등의 화합물을 함유하고 있어 쥐 간의 마이크로솜에 대한 지질 과산화 저해 효과가 비타민 E 보다 높은 것으로 알려져 있다(Lee et al., 1999). 따라서 제조한 환 역시 섭취 후 항암, 항산화, 항노화 효과를 발휘할 것으로 기대된다.

건조 환 제조를 위한 건조 실험점 설정

고형 환의 배합비는 성형이 가능하고, 기능성이 비교적

높았던 (B)의 배합비를 참조하였다. 그러나, 굴 효소 가수분해물의 낮은 antiradical activity를 높이고, 굴 효소 가수분해물의 첨가량을 높이고자 굴 효소 가수분해물을 동결 건조 후 분말화하였다. 이에 의해 결정된 배합비는 굴 효소 가수분해 건조물 0.5 g, 오미자 추출 건조물 0.75 g, 인진 추출 건조물 0.75 g으로 결정하였으며, 환의 성형 및 결합성을 높이기 위해 1.4 mL의 물을 첨가하였다. 이때 제조된 건조 전 환의 수분함량은 29.3%, antiradical activity는 131.85%로 측정되었다. 따라서 건조 전후의 기능성의 비교를 위해 건조 전 antiradical activity를 100%로 설정한 뒤 건조 전과 비교하여 건조 후의 activity를 표현하였다 (Table 4).

환 제조에 있어서 건조의 최적화를 알아보기 위해 Design-expert 7의 RSM program을 통해 실험점 8개, 반복점 5개의 총 13개의 실험점이 선정하였다. 선정된 실험점에 의해 각각의 환을 제조하고 추출하여 반응(수분함량, antiradical activity)을 조사한 결과 수분 함량은 9.24~14.44%의 범위로 나타났으며, antiradical activity는 94.18~109.36%로, 건조 전의 activity와 비교하여 환산하였을 경우 71.43~82.94%의 범위로 나타났다(Table 4). 각 실험점에서 건조 전보다 수분함량과 antiradical activity가 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 수분함량의 경우 건조가 진행되며 환 내부의 수분이 제거되어 발생하였으며, antiradical activity가 감소하는 것은 건조 과정에 free radical을 소거할 수 있는 유용성

Table 4. Experimental mixture design for the formulation of solid tablet.

| Run | Factor 1 Temperature (°C) | Factor 2 Drying time (hr) | Response 1 Moisture content (%) | Response 2 Antiradical activity (%) |
|---------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|--|
| Before drying | - | - | 29.30 | 131.85 |
| 1 | 50.00 | 36.00 | 10.75 | 81.21 |
| 2 | 60.00 | 48.00 | 9.24 | 71.43 |
| 3 | 60.00 | 24.00 | 11.34 | 71.98 |
| 4 | 50.00 | 52.97 | 10.37 | 80.47 |
| 5 | 50.00 | 36.00 | 10.98 | 81.85 |
| 6 | 40.00 | 48.00 | 12.27 | 72.28 |
| 7 | 64.14 | 36.00 | 9.51 | 71.69 |
| 8 | 35.86 | 36.00 | 13.99 | 72.50 |
| 9 | 50.00 | 36.00 | 11.40 | 76.69 |
| 10 | 50.00 | 36.00 | 10.71 | 80.14 |
| 11 | 50.00 | 19.03 | 13.23 | 81.81 |
| 12 | 40.00 | 24.00 | 14.44 | 80.36 |
| 13 | 50.00 | 36.00 | 10.94 | 82.94 |

Table 5. Analysis of selected models and regressions at polynomial equations for the responses.

| Response | Model | Prob>F | Equation in terms of pseudo component |
|-------------------------------------|-----------|--------|--|
| Y ₁ Moisture content | Quadratic | 0.0007 | $Y_1 = 36.25 - 0.57X_1 - 0.31084X_2 + 1.46 \times 10^{-4}X_1X_2 + 4.09 \times 10^{-3}X_1^2 + 3.01 \times 10^{-3}X_2^2$ |
| Y ₂ Antiradical activity | Quadratic | 0.0060 | $Y_2 = -6.21 + 4.19X_1 - 0.71X_2 + 0.02X_1X_2 - 0.05X_1^2 - 2.53 \times 10^{-3}X_2^2$ |

X₁: Drying temperature (°C), X₂: Drying time (hr)

분이 휘발되거나, 열에 의한 변성이 발생하여 본래의 기능을 발휘하지 못해 발생한 결과로 생각된다. 따라서 건조 과정이 antiradical activity의 변화에 어떻게 영향을 미치는지 알아보기 위하여 건조 온도 및 건조 시간과 수분함량 및 antiradical activity간의 관계를 model화를 통해 알아보았다.

건조 온도, 건조 시간의 두 가지 조건을 요인 변수 X₁, X₂로 놓고 건조 환의 평가 요인인 수분함량과 antiradical activity을 Y₁, Y₂로 입력하여 요인 변수와 반응 변수와의 관계를 model화하고 각 반응 변수에 적합한 수식을 계산한 결과는 Table 5와 같다. 또한, Table 5의 수식을 이용하여 요인 변수와 반응과의 관계를 도식화한 결과는 Fig. 2와 같다.

각 요인 변수에 따라 수분 함량에 적합한 model은 non-linear형인 quadratic형으로 선정되었다. Model의 probability는 수분함량에서 0.0007을 나타내어 99% 수준에서 유의적으로 적합함을 확인하였다. 건조 시간과 건조 온도에 따른 수분함량의 효과는 Lee & Yoon(2003)의 감귤의 건조에 따른 품질 특성 연구에서도 볼 수 있다. 감귤의 경우도 건조 시간과 건조 온도가 수분 함량 변화에 복합적으로 작용하여 나타난 non-linear 형의 model임을 확인할 수 있었다 (Lee & Yoon, 2003).

고형 환의 건조에 따른 수분 함량은 9.24~14.44%의 범

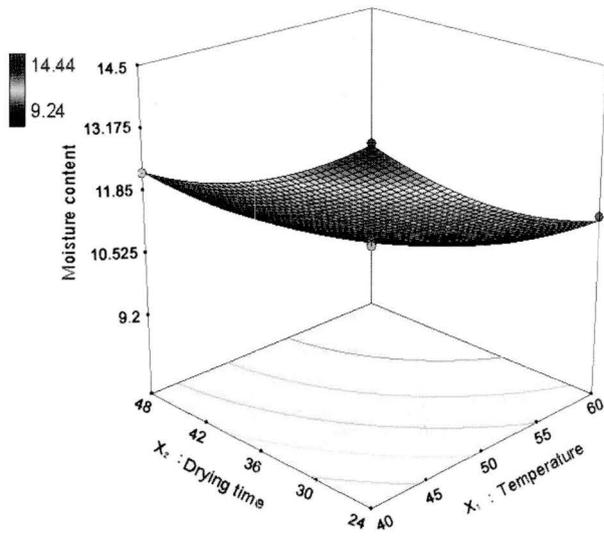
위로 나타났으며, 대체로 건조 시간이 길고, 건조 온도가 높을수록 수분 함량은 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

Antiradical activity에 적합한 model도 non-linear형인 quadratic 형으로 선정되었다. Model의 probability는 0.0060로 99% 수준에서 유의적으로 적합함을 확인하였다. 수분 함량과 antiradical activity의 canonical model은 pseudo component에 의해 결정된 수식으로 표현되었다(Table 5).

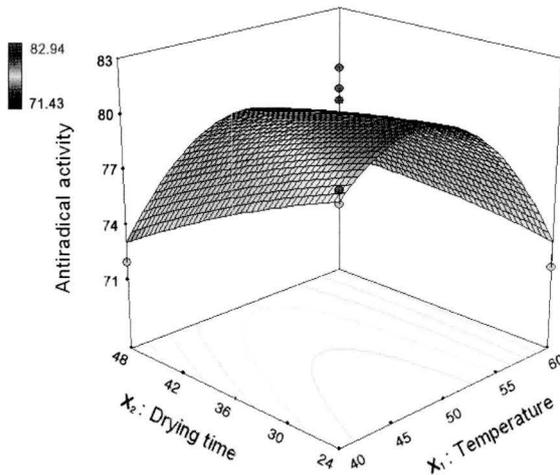
건조에 따른 antiradical activity는 건조 전과 비교하여 계산하였을 경우 71.43~82.94%의 범위로 전 건조 과정에서 건조 후에도 activity가 발현되었으나, 건조 전보다 activity가 감소되는 것을 확인하였으며, antiradical activity는 건조 시간은 36시간, 건조 온도 50°C에서 82.94%의 최고 값을 나타내었다. Li et al.(2007)의 연구 결과를 보면 건조 온도가 높아질수록 flavonoids와 polyphenol의 함량이 낮아지며, 전체 항산화 능력도 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 건조 온도와 건조 시간이 일정 부분 이상 높아질 경우 건조가 과하게 발생하여 일부 항산화 물질이 파괴되어 antiradical activity가 낮아지는 것으로 생각된다. 따라서 고형 환 건조 공정의 최적점을 찾기 위해, 수분함량과 antiradical activity를 동시에 고려하여 선정하기로 하였다.

건조 환 제조를 위한 최적 건조 조건 설정

수분함량이 낮을수록 미생물의 번식 및 생장을 억제할



(a) Moisture content



(b) Antiradical activity

Fig. 2. Changes of moisture content and antiradical activity with varying drying temperature and time.

수 있으므로 수분함량 범위는 낮게, 체내에서 기능성을 효과적으로 발휘하기 위해 antiradical activity는 높게 설정하여 최적화 지점을 선정하였다. Programming을 통해 예측된 최적 건조 온도와 최적 건조 시간은 Fig. 3에 나타내었다. 또한, 예측된 지점의 건조 온도와 건조 시간, 이때의 수분함량과 antiradical activity 값은 Table 6에 나타내었다. 설정된 최적 점은 목적 요인을 건조 시간, 건조 온도로 하고 원하고자 하는 반응은 수분함량은 최소로, antiradical activity는 최대를 하여 예측하였다. 이것을 만족하는 수치점(numerical point)을 예측한 결과 건조 온도는 52.3°C이고, 건조 시간은 41.5시간으로 선정되었다. 또한 최적점에서의 수분함량은 10.24%이고, antiradical activity는 79.53%로 예측되었다(Table 6). 이러한 최적화 방법은 Fig. 3에서도

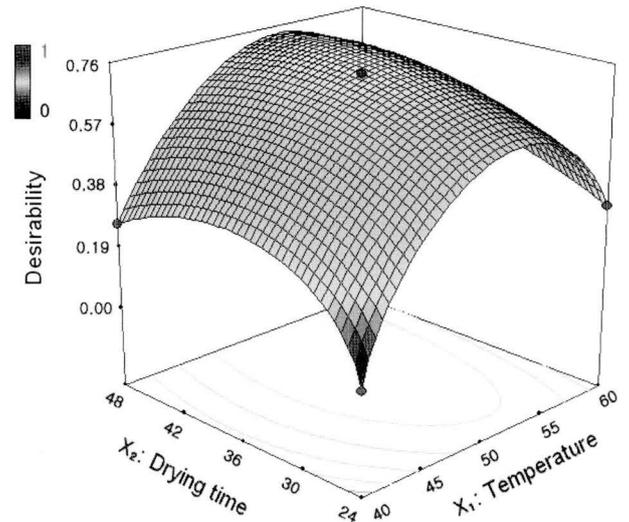


Fig. 3. Contour plot of desirability for the optimum result.

Table 6. Optimum constraint values and predicted score of responses.

| Constraints name | Goal | Numerical optimization solution |
|----------------------|-------------|---------------------------------|
| Drying temperature | is in range | 52.3°C |
| Drying time | is in range | 41.5 hr |
| Moisture content | minimize | 10.24 % |
| Antiradical activity | maximize | 79.53 % |

이해할 수 있다. 이 그래프의 각 요인과 반응에 대한 모형을 이용하여 그래프의 중첩되는 범위를 나타내는데, 그 최적화 정도의 척도로 desirability를 사용하였다. Desirability가 1에 가까울수록 목적 요인과 원하고자 하는 반응이 최적화 시 목적하는 바에 잘 부합하는 것으로 해석되며 (Corzo & Gomez, 2004) 최적 지점은 한 값에 수렴하며 이 값은 desirability가 0.754인 점으로 선정되었다.

요 약

굴 가수 분해물을 함유한 기능성 고형 환의 제조를 위해 각 성분의 특성을 측정하였다. 고형분 함량은 오미자 추출물이 가장 높게 나타난 반면, pH는 가장 낮게 나타났다. Radical 소거능은 인진이 가장 높은 활성을 보였으며, 환 제조 후에도 기능성은 유지되는 것으로 확인되었다. 환 제조 공정의 최적화를 위해 측정된 수분함량과 antiradical activity는 건조 시간과 건조 온도에 non-linear 하게 반응하는 것으로 나타났으며, 최적화된 공정은 건조 온도는 52.3°C, 건조 시간은 41.5시간으로 계산되었다. 또한 이때의 수분함량은 10.24%, antiradical activity는 79.53%로 예측되었다.

감사의 글

본 연구는 2004년도 해양수산부 수산특정연구개발과제 (과제번호 20040078)에 의해 수행되었기에 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Burda S, Oleszek WJ. 2001. Antioxidant and antiradical activities of flavonoids. *J. Agric Food Chem.* 49: 2774-2779.
- Corzo O, Gomez ER. 2004. Optimization of osmotic dehydration of cantaloupe using desired function methodology. *J. Food Engineer.* 64: 213 - 219.
- Hikino H, Kios Y, Takuchi H, Ikeda Y. 1984. Validity of the oriental medicines 60, Liver-protective drugs : II Antihepatotoxic action of lignoids from *S. chinensis* fruits. *Planta Med.* 50: 213-218.
- Hollwell B, Gutteridge JM. 1990. Role of free radical and catalytic metal ions in human disease. In *Oxygen Radicals in Biological Systems*. Packer L, Glazer AN. (eds). New York. NY. pp. 1-85.
- Jeong BH, Choi BD, Lee JS. 1998. Proximate composition, cholesterol and α -tocopherol content in 72 species of Korean fish. *J. Korean Fish Sci. Tech.* 31: 160-167.
- Jung GT, Ju IO, Choi JS, Hong JS. 2000. The antioxidative, antimicrobial and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis* Ruprecht (omija) seed. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 928-935.
- Kim CY, Pyeun JH, Nam JN. 1981. Decomposition of glycogen and protein in pickled oyster during fermentation with salt. *J. Korean Fish Soc.* 14: 66-71.
- Kim HK, Na GM, Ye SH, Han HS. 2004. Extraction characteristics and antioxidative activity of *Schizandra chinensis* extracts. *Korean J. Food Culture.* 19: 484-490.
- Kim KI, Joo HN, Kwon TW. 1973. On the proximate composition, organic acids and anthocyanins of omija, *Schizandra chinensis* Baillon. *Korean J. Food Sci. Technol.* 5: 178-182.
- Kim KS, Lee MY. 1996. Effects of *Artemisia selengensis* methanol extract on ethanol-induced hepatotoxicity in rat liver. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 25: 581-587.
- Lee GD, Yoon SR. 2003. Monitoring of quality properties with drying of citrus. *Korean J Food Preserv.* 10: 470-475.
- Lee JS, Lee SW. 1990. Effect of water extract in fruits of omija (*Schizandra chinensis* Baillon) on alcohol metabolism. *Korean J. Dietary Culture.* 5: 259-263.
- Lee SJ, Chung HY, Lee IK, Yoo ID. 1999. Isolation and identification of flavonoids from ethanol extracts of *Artemisia vulgaris* and their antioxidant activity. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 815-822.
- Li H, Choi YM, Lee JS, Park JS, Yeon KS, Han CS. 2007. Drying and antioxidant characteristics of the shitake (*Lentinus edodes*) mushroom in a conveyer-type far-infrared dryer. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36: 250-254.
- Moon YJ, Park S, Sung CK. 2003. Effect of ethanolic extract of *Schizandra chinensis* for the delayed ripening kimchi preparation. *Korean J. Food Nutr.* 16: 7-14
- Nam SM, Kim JG, Ham SS, Kim SJ, Chung ME, Chung CK. 1999. Effects of *Artemisia iwayomogi* extracts on antioxidant enzymes in rats administered benzo(a)pyrene. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 199-204.
- Park BH. 1995. Chemical composition of marine products in Korea. National Fisheries Research Development. pp. 60-159
- Qian ZJ, Jung WK, Byun HG, Kim SK. 2008. Protective effect of an antioxidative peptide purified from gastrointestinal digests of oyster, *Crassostrea gigas* against free radical induced DNA damage. *Bioresource Technol.* 99: 3365-3371
- Surbramonian A, Pushpangadan P, Rajasekharan S, Evans DA, Latha PG, Valsaraj R. 1996. Effects of *Artemisia pallens* Wall. on blood glucose levels in normal and alloxan-induced diabetic rats. *J. Ethnopharmacol.* 50: 13-17.
- Yoo SK. 2000. Mariculture in the Coastal Water. p. 639. Guduck Publishing Co. Busan, Korea.

(접수 2008년 5월 2일, 수정 2008년 7월 2일, 채택 2008년 7월 7일)