

반응 표면 분석법을 이용한 폴리만뉴로닉산 도토리묵 제조 조건의 최적화

최희숙^{1*} · 고순남¹ · 이경혜²

¹안산공과대학 식품생명과학과, ²동남보건대학 식품생명과학과

Optimization of Preparation Conditions of Polymannuronate Acorn Mook Using RSM

Hee-Sook Choi^{1*}, Soon-Nam Ko¹ and Kyoung-Hae Lee²

¹Dept. of Food and Biotechnology, Ansan College of Technology, Ansan 425-867, Korea

²Dept. of Food Science and Biotechnology, Dongnam Health College, Suwon 440-714, Korea

Abstract

The optimum conditions for springiness of polymannuronate acorn mook, in which polymannuronate was added to acorn powder, was investigated by the response-surface method(RSM). The fractional factorial design with three variables, i.e. polymannuronate addition, water addition and boiling time, and with three levels revealed that the range of acorn springiness was 0.804~0.987. The governing equation was also partially differentiated for boiling time, showing that the optimum manufacturing condition for 90℃ is addition of 2% polymannuronate, addition of 120 mL of water, and 60 minutes of boiling time.

Key words : Polymannuronate, acorn mook, springiness, RSM.

서 론

묵은 우리나라 전통 식품으로 각종 전분을 사용하여 제조된 식품이나 곡류 및 서류의 모든 전분이 묵 제조에 이용되지 않고 재료로써 곡류 및 서류 전분 중 녹두, 도토리, 메밀에 국한되어 있다. 묵은 전분의 겔 특성을 이용하여 제조된 식품으로 독특한 텍스처 특성을 갖고 있어 오래 전부터 부식이나 안주 등으로 애용되어 왔다(Yoon SS 1993, Lee SW 1984). 특히 도토리묵은 특이한 질감이나 입맛을 돋우는 독특한 향과 맛 때문에 널리 이용되고 있다. 그러나 이런 도토리묵에 관한 연구는 물리적 특성 연구가 주로 이루어졌으며(Kim YA 1992, Chung KM 1991, Lee & Lee 1991, Kim et al 1987, Cho et al 1987, Park et al 1995, Kim et al 1995), 물성에 영향을 주는 요인으로 전분의 종류, 전분의 농도, 가열 온도와 시간, 교반 정도 및 가열 방법 등이 검토되었다(Moon et al 1977b, Koo SJ 1984, Kim YA 1987).

최근 소비자들은 질병 예방적 측면과 건강 증진을 만족시킬 수 있는 기능성 및 부재료를 첨가하여 만든 건강 지향적인 식품류를 선호하고 있다. 이와 관련하여 기능성이 있는 부재료를 첨가한 묵에 관한 연구로는 빵잎가루를 첨가한 청

포묵(Kim et al 2002), 미역과 다시마를 주 원료로 한 묵(Jung et al 1994), 밤묵(Jung et al 1994), 키토산을 첨가한 묵(Moon et al 1997a), 콩묵(Choi et al 1995) 등 다양한 연구가 이루어지고 있다.

특히 기능성 소재 중에서 식이 섬유는 식품의 에너지 밀도를 낮출 뿐만 아니라 섭취 속도를 느리게 하고 체중 감소 효과가 있어 더욱 관심이 고조되고 있다. 그러나 식이 섬유 중 미역, 다시마 등 해조류에 풍부하게 함유되어 있는 수용성 식이 섬유를 이용한 가공은 미흡한 편이며, 고분자 형태의 식이 섬유로부터 분리 정제한 다양한 생리 활성을 지닌 물질을 가공 식품에 활용하고자 묵 제조에 이용하는 것은 가치가 있을 것으로 판단된다.

수용성 식이 섬유원인 폴리만뉴로닉산(polymannuronate)은 식용 갈조류에 많은 분포를 보이는 다당류 중 알긴산의 구성분으로 콜레스테롤 조절 효과 및 비만의 방지 효과, 혈청 및 간장 지질 조성의 개선 효과가 우수하며, 중금속 등의 유해 물질을 흡착하는 능력이 탁월한 천연 고분자 다당류로 알려져 있다(Suzuki et al 1993, Lee et al 1998, Kim et al 2003).

폴리만뉴로닉산을 이용한 연구로는 폴리만뉴로닉산을 첨가하여 생면 품질에 미치는 영향 등이 보고(Kim DH 2006)된 바 있다.

따라서 본 연구의 목적은 도토리 가루에 첨가되는 폴리만

*Corresponding author : Hee-Sook Choi, Tel : +82-31-490-6082, Fax : +82-31-490-6082, E-mail : heesook@act.ac.kr

뉴로닉산의 양, 물 첨가량, 가열 시간을 달리하여 도토리묵의 중요 물성인 탄력성을 중심으로 폴리만뉴로닉산 도토리묵의 최적 조건을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

폴리만뉴로닉산은 다시마의 알긴산으로부터 분리 및 정제하여 얻은 해조 추출물의 식이 섬유원으로서 정제도에 따라 종류가 달랐으며, 본 실험에 사용한 폴리만뉴로닉산의 일반 성분은 수분 7%, 단백질 0.1%, 지질 0.1%, 회분 18%, 식이섬유 75%로 구성되어 있었다. 폴리만뉴로닉산은 (주)케이비피에서 공급받아 사용하였으며, 도토리 가루(순도 98%, 전원식품)는 홈플러스에서 구입하여 사용하였다.

2. 폴리만뉴로닉산 도토리묵의 제조 조건

폴리만뉴로닉산을 첨가한 복합분의 제조는 폴리만뉴로닉산(100 mesh)을 도토리 가루 중량(20 g)의 1%(P1), 2%(P2), 3%(P3) 함량이 되도록 첨가하였다. 300 mL의 비이커에 폴리만뉴로닉산을 첨가한 복합분을 넣은 다음 100~150 mL의 물을 첨가하고 도토리묵 초기 겔화를 일정하게 하기 위해 stirrer로 2분간 분산시켰다. Shaking water bath에서 가열 온도는 90℃로, 교반 속도는 100 rpm로 하여 20~60분간 진탕하였고 1시간 냉각하여 폴리만뉴로닉산 도토리묵을 제조하였다.

도토리묵의 최적 조건을 결정하기 위하여 폴리만뉴로닉산 도토리묵의 최적 조건의 영향을 조직감(탄력성)을 종속 변수로 하고 물 첨가량, 폴리만뉴로닉산 농도, 가열 시간의 3가지 변수를 독립 변수로 하여 3수준의 Fractional factorial design 하였다.

폴리만뉴로닉산을 첨가한 도토리묵의 종속 변수 Y로 설정하여 Response surface methodology(RSM) computer program인 Stat-graphics(STSC Inc, Rockville, MD, USA) program을 사용하여 다중 회귀분석 후 model식을 만들어 RSM에 의하여 등고분석(contour plot)과 3차원 분석(3-D plot)을 통하여 최적화를 수행하였다.

3. 조직감 측정

조직감은 도토리묵의 내부를 3 cm × 3 cm × 3 cm의 동일한 크기로 잘라 Texture analyzer(TA-XT2, Texture Technologies Cor, Scardale, NY, USA)를 사용하여 5회 반복 측정하였으며, probe는 직경 2 cm의 원통형을 사용하였고 load cell은 5 kg으로 하였다. Texture profile analysis(TPA) parameter로부터 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 산출하였다. Tex-

Table 1. Operating conditions of texture analyzer for acorn Mooks

| Operating conditions | |
|----------------------|------------|
| Option | T.P.A. |
| Force unit | g |
| Distant format | % Strain |
| Pre-test speed | 3.0 mm/sec |
| Test speed | 1.0 mm/sec |
| Post-test speed | 3.0 mm/sec |
| Strain | 45% |
| Trigger type | Auto |
| Trigger force | 5 g |

ture analyzer의 측정 조건은 Table 1과 같다. 유의성 검정은 SPSS프로그램을 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 Tukey-test로 하였다.

결과 및 고찰

1. 폴리만뉴로닉산 묵의 제조 조건별 검토

1) 물 첨가량 검토

RSM(Response surface methodology) 적용을 위한 변수별 조건 중 물 첨가량에 대한 범위를 검토하고자 폴리만뉴로닉산 2%와 가열시간 20분으로 고정한 후 물의 첨가량(도토리 가루 20 g의 5~7.5배)을 달리하여 90℃에서 제조하여 조직감을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 도토리 가루(20 g)에 100~140 mL 물을 첨가하였을 때 적당한 겔 형성을 보였으며, 150 mL 이상 첨가하였을 때 도토리묵의 겔이 형성되지 않아 조직감의 측정이 불가능했다. 물의 첨가량이 증가할수록 단단함, 검성, 씹힘성은 감소하는 경향을 보였고 탄력성과 응집성은 물첨가량 120 mL 첨가구에서 각각 유의적인 차이를 보이며 최고값을 나타내었다가 감소하는 변곡점을 나타내었다.

Na et al(2002)는 도토리 농도 8~13%로 하여 묵을 제조하였을 때 11%의 도토리묵이 전체적으로 다공성의 막상 구조가 균일하고 치밀하고 탄력성이 좋다고 보고하였는데, 본 실험 결과에서는 물 첨가량이 6배인 120 mL(약 16% 농도)가 탄력성이 좋아 차이를 나타내었는데 이는 도토리 품종의 차이로 인한 것으로 사료된다. 따라서 탄력성을 기준으로 조직감 평가시 물 첨가량을 변수로 하여 RSM을 이용한 최적 조건 선정의 가능성이 있었으며 X_1 은 100 mL, 120 mL, 140 mL가 적당함을 알 수 있었다.

Table 2. Textural properties of acorn Mook with amount of water addition

| Sample | Hardness(g) | Springiness | Cohesiveness | Gumminess | Chewiness |
|--------|-----------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 100 mL | 1023.54±3.53 ^{a1)} | 0.93±0.00 ^a | 0.57±0.01 ^c | 585.58±6.38 ^a | 542.52± 5.99 ^a |
| 110 mL | 978.01±8.22 ^b | 0.94±0.01 ^a | 0.59±0.00 ^b | 580.82±3.01 ^a | 543.73± 7.84 ^a |
| 120 mL | 845.90±3.87 ^c | 0.98±0.02 ^b | 0.61±0.01 ^a | 511.56±7.35 ^b | 499.43±10.29 ^{bb} |
| 140 mL | 663.89±4.59 ^d | 0.93±0.00 ^a | 0.59±0.00 ^b | 388.26±2.16 ^c | 362.49± 2.16 ^c |
| 150 mL | - | - | - | - | - |

1) a~d Means with different superscripts within a column indicate significant difference($p<0.05$).

2) 폴리만뉴로닉산의 첨가량 검토

폴리만뉴로닉산 도토리묵 제조 조건중 물 첨가는 120 mL, 가열 시간은 20분으로 하여 폴리만뉴로닉산의 첨가량(0~8%)을 달리한 후 조직감을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 폴리만뉴로닉산의 첨가량이 증가할수록 탄력성과 응집성은 증가하였다가 감소하는 경향을 보였으나 단단함 껌성, 씹힘성은 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다. 가열 시간 20분에서는 겔 형성의 중요 특성 중 탄력성에서 유의적인 차이는 나타나지 않아 가열시간을 20분 이상으로 가열 시간을 검토하였다. 폴리만뉴로닉산의 영향을 비교시 탄력성에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 묵의 가장 중요한 특성인 탄력성을 기준으로 최대 정점의 변곡점이 2%로 나타나 폴리만뉴로닉산 첨가량에 대한 변수 X_2 는 1, 2, 3%로 하였다.

3) 폴리만뉴로닉산의 가열 시간 검토

폴리만뉴로닉산 농도를 0%, 4%, 8%로 달리하였으며 물 첨가량을 6배(120 mL)로 하여 가열시간에 대한 영향을 검토한 결과는 Table 4와 같다. 가열시간이 증가할수록 탄력성에서의 큰 차이는 보이지 않았으나 단단함이 유의적으로 감소하여 60분보다 오랜 가열은 조직감에 적합하지 않았다. 이와는 반대로 껌성, 씹힘성은 40분에서 최정점에 도달하였다가 60분에서 감소하였다. 도토리묵의 중요한 물성인 탄력성이

유의적인 차이는 없었지만 다른 특성에 비해 변곡점을 나타내어 RSM 적용 가능성을 보여주었으며 가열 시간 변수는 20, 40, 60분이 적당함을 알 수 있었다.

2. 폴리만뉴로닉산 묵의 최적 제조 조건의 결정

독립 변수인 물 첨가량(X_1 은 100 mL, 120 mL, 140 mL), 폴리만뉴로닉산 첨가량 X_2 (1, 2, 3%), 가열 시간(X_3 =20, 40, 60분)을 폴리만뉴로닉산 묵에 대한 fractional factorial design을 Table 5와 같이 설정하고 종속변수인 폴리만뉴로닉산 묵의 탄력성을 측정된 결과는 Table 6에 나타내었다.

물의 첨가량 120 mL, 폴리만뉴로닉산의 첨가량 2%, 가열 시간이 60분일 때 탄력성은 0.987로 가장 높은 값을 보였으며, 물의 첨가량 140 mL 폴리만뉴로닉산의 첨가량 1%, 가열 시간 20분일 때 0.902로 낮은 값을 보였다.

폴리만뉴로닉산 도토리묵의 최적 조건을 선정하기 위해 X_1 ~ X_3 의 3가지 factor를 독립 변수로 설정하고 texture analyzer로 측정된 탄력성을 종속 변수 Y로 설정하여 다중회귀분석을 수행한 결과(Table 7)에서 유의 수준이 0.05미만인 것, 즉 95% 수준에서 유의성이 있는 것을 채택하여 Constant가 각각되어 model식을 얻었다.

$$Y = 0.010709X_1 + 0.233337X_2 - 0.001666X_1X_2 - 0.002506X_2X_3$$

Table 3. Textural properties of acorn Mook with various polymannuronate contents

| Sample | Hardness(g) | Springiness | Cohesiveness | Gumminess | Chewiness |
|--------|-----------------------------|-------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|
| P 0% | 875.35±25.75 ^{a1)} | 0.96±0.02 | 0.61±0.02 ^{ab} | 536.68±16.11 ^a | 514.97±16.75 ^a |
| P 1% | 800.76±14.28 ^{bcd} | 0.95±0.01 | 0.62±0.00 ^{ab} | 494.76± 9.71 ^b | 470.19± 6.06 ^b |
| P 2% | 845.90±33.87 ^{abc} | 0.98±0.02 | 0.61±0.01 ^{ab} | 511.56±17.35 ^{ab} | 499.43±10.29 ^{ab} |
| P 3% | 781.46±11.92 ^{cd} | 0.96±0.02 | 0.63±0.00 ^a | 488.30± 5.70 ^b | 470.71±12.93 ^b |
| P 4% | 850.74±22.95 ^{abc} | 0.95±0.00 | 0.61±0.00 ^{ab} | 520.38±13.34 ^{ab} | 495.37±14.95 ^{ab} |
| P 8% | 758.61±25.51 ^d | 0.94±0.01 | 0.59±0.01 ^b | 449.01±15.88 ^c | 423.01±12.69 ^c |

1) a~d Means with different superscripts within a column indicate significant difference($p<0.05$).

Table 4. Textural properties of acorn Mook with various heating time

| Sample | Heating time(min) | Hardness(g) | Springiness | Cohesiveness | Gumminess | Chewiness |
|--------|-------------------|-----------------------------|-------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|
| P 0% | 20 | 864.93±19.68 ^{a1)} | 0.93±0.01 | 0.60±0.00 ^b | 521.23± 8.07 ^a | 484.49±11.74 ^{ab} |
| | 30 | 875.35±25.75 ^a | 0.96±0.02 | 0.61±0.02 ^{ab} | 536.68±16.11 ^a | 514.97±16.75 ^a |
| | 40 | 809.94±31.27 ^a | 0.97±0.01 | 0.62±0.00 ^{ab} | 498.01±18.58 ^a | 480.30±11.87 ^{ab} |
| | 60 | 719.01±29.98 ^b | 0.96±0.02 | 0.63±0.00 ^a | 450.47±14.34 ^b | 431.99± 8.28 ^c |
| P 4% | 20 | 844.97±13.68 ^a | 0.97±0.02 | 0.59±0.00 ^b | 494.71± 9.37 ^a | 477.59±11.09 ^a |
| | 30 | 845.90±33.87 ^a | 0.98±0.02 | 0.61±0.01 ^a | 511.56±17.35 ^a | 499.43±10.29 ^a |
| | 40 | 755.56±33.31 ^b | 0.94±0.01 | 0.59±0.01 ^b | 447.89±10.14 ^b | 421.64± 3.78 ^b |
| | 60 | 730.84±13.90 ^b | 0.96±0.01 | 0.62±0.00 ^a | 452.00± 7.82 ^b | 432.78± 7.78 ^b |
| P 8% | 20 | 741.42±12.27 ^{ab} | 0.94±0.03 | 0.57±0.02 ^b | 421.80±16.30 ^b | 396.37±18.55 ^b |
| | 30 | 758.61±25.51 ^a | 0.94±0.01 | 0.59±0.01 ^{ab} | 449.01±15.88 ^b | 423.01±12.69 ^b |
| | 40 | 795.55±18.56 ^a | 0.96±0.01 | 0.61±0.00 ^{ab} | 487.49± 8.90 ^b | 468.19± 8.18 ^a |
| | 60 | 698.06±26.75 ^b | 0.95±0.02 | 0.62±0.00 ^a | 430.69±15.83 ^b | 411.46± 7.84 ^b |

1) ^{a-c} Means with different superscripts within a column indicate significant difference($p < 0.05$).

Table 5. The fractional factorial design for optimization of reaction condition in polymannuronate acorn Mook

| Treatment No. | Coded Var. | | | Process var. | | |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₁ | X ₂ | X ₃ |
| 1 | -1 | -1 | -1 | 100 | 1 | 20 |
| 2 | -1 | +1 | +1 | 100 | 3 | 60 |
| 3 | +1 | -1 | +1 | 140 | 1 | 60 |
| 4 | +1 | +1 | -1 | 140 | 3 | 20 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 120 | 2 | 40 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 120 | 2 | 40 |
| 7 | -1 | -1 | +1 | 100 | 1 | 60 |
| 8 | -1 | +1 | -1 | 100 | 3 | 20 |
| 9 | +1 | -1 | -1 | 140 | 1 | 20 |
| 10 | +1 | +1 | +1 | 140 | 3 | 60 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 120 | 2 | 40 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 120 | 2 | 40 |
| 13 | +1 | 0 | 0 | 140 | 2 | 40 |
| 14 | -1 | 0 | 0 | 100 | 2 | 40 |
| 15 | 0 | +1 | 0 | 120 | 3 | 40 |
| 16 | 0 | -1 | 0 | 120 | 1 | 40 |
| 17 | 0 | 0 | +1 | 120 | 2 | 60 |
| 18 | 0 | 0 | -1 | 120 | 2 | 20 |

X₁ is addition content of water(mL), X₂ is addition content of polyman(%), X₃ is heating time(min).

Table 6. The fractional factorial block design used for optimization of reaction condition in Mook with polymanuronate

| Treatment No. | Coded variable | | | Springiness |
|---------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| | X ₁ | X ₂ | X ₃ | |
| 1 | -1 | -1 | -1 | 0.945 |
| 2 | -1 | +1 | +1 | 0.951 |
| 3 | +1 | -1 | +1 | 0.950 |
| 4 | +1 | +1 | -1 | 0.804 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0.952 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0.952 |
| 7 | -1 | -1 | +1 | 0.943 |
| 8 | -1 | +1 | -1 | 0.933 |
| 9 | +1 | -1 | -1 | 0.902 |
| 10 | +1 | +1 | +1 | 0.945 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0.952 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0.952 |
| 13 | +1 | 0 | 0 | 0.944 |
| 14 | -1 | 0 | 0 | 0.938 |
| 15 | 0 | +1 | 0 | 0.935 |
| 16 | 0 | -1 | 0 | 0.946 |
| 17 | 0 | 0 | +1 | 0.987 |
| 18 | 0 | 0 | -1 | 0.943 |

X₁ is amount of water addition(mL), X₂ is polyman content(%), X₃ is heating time(min).

$$- 0.000043X_1^2 - 0.017661X_2^2 + 0.0002X_1X_2X_3$$

다중회귀분석 전체에 대한 분석 결과(Table 8) 다중상관계수의 제곱합은 0.0216836이고, 잔차의 제곱합은 0.0013428이었다.

또한 유의 수준을 검정하는 자유도인 F-value도 99% 수준에서 ($p < 0.001$) 유의성을 나타내어 다중회귀분석에 의하여 각 변수가 선별되어 선정된 model식을 Stat-graphics program을 이용하여 반응 표면 분석을 하여 나타난 결과는 Fig.1 과 같다.

Fig. 1은 독립 변수중 물의 첨가량을 100 mL로 고정시킨 후 가열시간 60분과 폴리만뉴로닉산 첨가량 3%로 제조한 폴리만 묵의 탄력성이 0.951로 가장 높았으며, 물의 첨가량 120 mL로 하였을 경우, 가열시간 60분과 폴리만뉴로닉산량 2%

Table 7. Values of regression coefficients calculated by RSM program for springiness from Mook prepared with polymannuronate

| Independent variables | Coefficient | Standard error | Sig. level |
|--|-------------|----------------|------------|
| Constant | 0.242439 | 0.228208 | 0.3131 |
| X ₁ | 0.010709 | 0.003974 | 0.0225* |
| X ₂ | 0.233337 | 0.04249 | 0.0003*** |
| X ₁ ² | -0.000043 | 0.000016 | 0.0262* |
| X ₁ X ₂ | -0.001666 | 0.000275 | 0.0001*** |
| X ₂ ² | -0.017661 | 0.006582 | 0.0230* |
| X ₂ X ₃ | -0.002506 | 0.000556 | 0.0011*** |
| X ₁ X ₂ X ₃ | 0.000026 | 0.00000458 | 0.0002*** |

X₁ is amount of water addition(mL), X₂ is polyman content(%), X₃ is heating time(min).

* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$.

Table 8. Analysis of variable for full regression of springiness from acorn Mook prepared with polymannuronate

| Source | Sum of squares | DF | Mean squares | F-value |
|--------|----------------|----|--------------|------------|
| Model | 0.0216836 | 7 | 0.00309766 | 23.0678*** |
| Error | 0.00134285 | 10 | 0.000134285 | |
| Total | 0.0230264 | 17 | | |

R-squared = 0.941682, *** $p < 0.001$.

로 제조한 폴리만 묵이 0.987로 가장 높은 탄력성을 보였다.

또한 물의 첨가량을 140 mL로 고정시킨 경우, 가열 시간 60분과 폴리만뉴로닉산 첨가량 1%로 제조한 폴리만 묵의 탄력성이 0.950로 가장 높았다. 물의 첨가량이 120 mL일 때 가장 높은 탄력성(0.987)을 보여 가장 적합한 물의 첨가량은 120 mL라 하겠다.

Fig. 2는 가열 시간을 고정시킨 결과로 가열 시간을 20분으로 고정시킨 경우 물의 첨가량을 100 mL, 폴리만뉴로닉산 첨가량을 1%로 하였을 때 탄력성은 0.945로 가장 높게 나타났으며, 가열시간을 40분으로 고정시킨 경우는 물의 첨가량을 120 mL, 폴리만뉴로닉산 첨가량을 2%로 하였을 때 탄력성은 0.952로 가장 높은 탄력성을 보였다.

한편 가열 시간을 60분으로 하였을 때 물의 첨가량을 120 mL, 폴리만뉴로닉산 첨가량을 2%로 하였을 때 탄력성은 0.987로 가장 높았다. 따라서 가열 시간이 증가함에 따라 탄력성이 증가하는 경향을 보여 가열 시간이 폴리만뉴로닉산 묵의 탄력성에 영향을 줄 수 있었다.

Fig. 3은 폴리만뉴로닉산량을 고정시킨 결과로 폴리만뉴로닉산 첨가량을 1%로 고정하였을 때 물의 첨가량 140 mL와 가열 시간 60분으로 하였을 때 탄력성이 0.950으로 가장 높았으며, 폴리만뉴로닉산 첨가량을 2%로 고정하였을 때 물

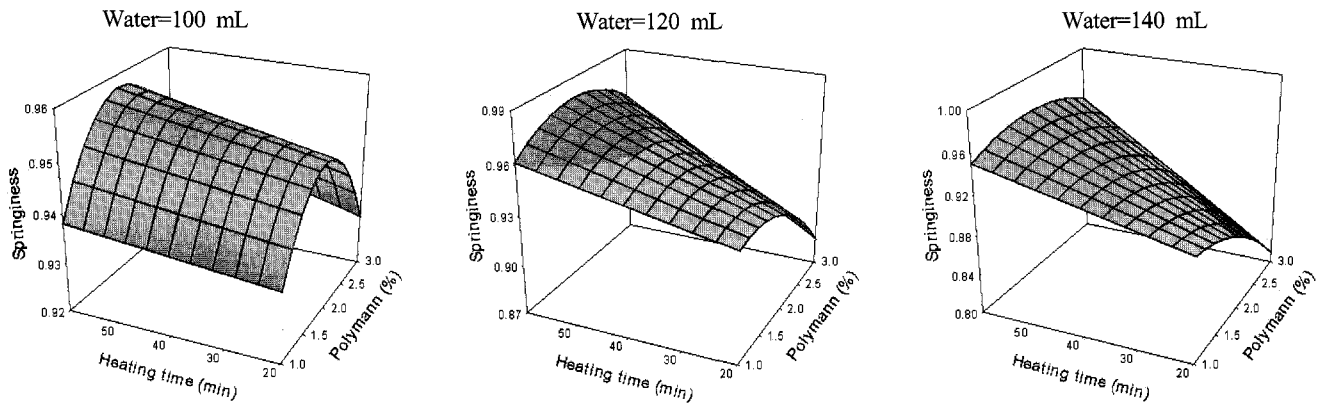


Fig. 1. Response surfaces of elasticity at constant water addition of 100, 120, 140 mL, respectively.

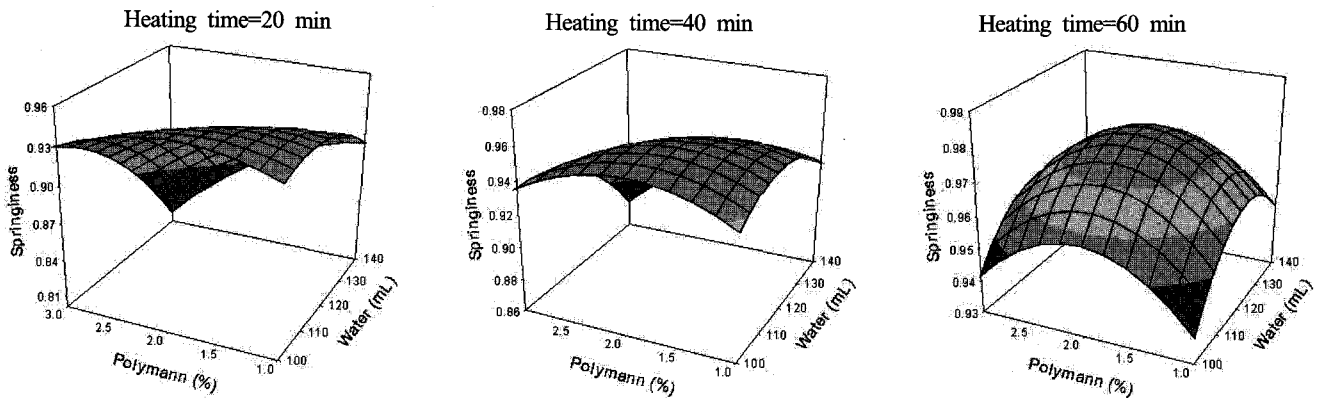


Fig. 2. Response surfaces of elasticity at constant heating time of 20, 40, 60 min, respectively.

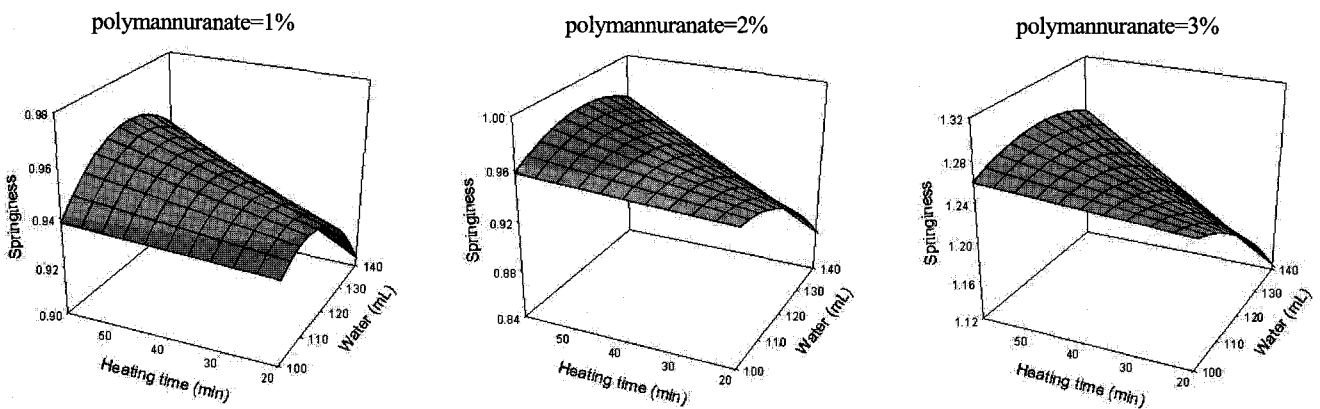


Fig. 3. Response surfaces of elasticity at polymannuronate content of 1%, 2%, 3%, respectively.

의 첨가량 120 mL과 가열시간 60분으로 하였을 때 0.987로 가장 높은 탄력성을 보였다. 이는 Kim DH(2006)이 폴리만생면 제조시 폴리만뉴로닉산의 첨가가 증가할수록 탄력성이 증가하는 결과를 보고하였으며, 특히 폴리만뉴로닉산 2% 첨가구가 폴리만생면의 탄력성이 가장 좋은 것으로 나타나 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 폴리만뉴로닉산 첨가량을 3%로 고정하였을 때는 물의 첨가량 100 mL과 가열 시간 60분으로 하였을 때 탄력성이 0.951로 가장 높게 나타나 폴리만뉴로닉산 목의 탄력성에 영향을 줌을 알 수 있었다.

그 결과, 폴리만뉴로닉산 도토리묵을 90℃에서 제조시 탄력성에 영향을 주는 가장 주요 변수는 폴리만뉴로닉산 농도이며, 최적 제조 조건은 폴리만뉴로닉산 첨가량 2%, 물 첨가량 120 mL, 가열 시간 60분이었다.

요약 및 결론

도토리 가루에 폴리만뉴로닉산을 첨가한 폴리만뉴로닉산 도토리묵의 탄력성에 미치는 최적조건을 RSM을 이용하여 조사하였다. 최적 제조조건은 폴리만뉴로닉산 첨가량, 가열

시간, 물의 첨가량의 3변수와 3수준의 Fractional factorial design에 의하여 조사한 결과 도토리묵의 탄력성은 최고 0.804에서 최고 0.987였다. 독립변수의 최고 또는 최저 수준에서 종속 변수가 최대치를 나타내지 않는 가열 시간에 대하여 model식을 편미분한 결과 폴리만뉴로닉산 도토리묵을 90℃에서 제조시 최적 조건은 폴리만뉴로닉산 첨가량 2%, 물 첨가량 120 mL, 가열 시간 60분이었다.

문헌

Cho YH, Chang JO, Koo SJ (1987) Studies on physicochemical properties of cowpea and rheological properties of cowpea starch gel. *Korean J Soc Food Sci* 3: 54-63.
 Choi HS, Park HJ, Kim WJ (1995) Textural properties of soy gel with added alginate and pectin. *Korean J Food Sci Technol* 27: 336-341.
 Chung KM (1991) Molecular and lipid starches for Mook. *Korean J Food Sci Technol* 23: 633-641.
 Jung YH, Kim GB, Choe SN, Kang YJ (1994) Preparation of

- mook with sea mustard and sea tangle. *J Korea Soc Food Nutr* 23: 156-163.
- Kim AJ, Lim YH, Kim MH, Kim MW (2002) Quality characteristics of mungbean starch gels added with mulberry leaves powder, yellow bean powder and mugwort powder. *J Korean Soc Food Cookery* 18: 567-572.
- Kim DH (2006) Effects of addition of polymannuronic acid on the quality of wet noodles. *Korean J Food & Nutr* 19: 261-266.
- Kim HS, Kweon MR, Ahn SY (1987) Physicochemical properties of starch from cow pea. *Korean J Food Sci Technol* 19: 18-22.
- Kim IH, Lee DS, Kwon JY, Kwon MT, Nam TJ (2003) The effects of polymannuronate on leptin in serum and liver of rats. *J Korean Fish Soc* 36: 568-572.
- Kim SK, Jeon YJ, Kim YT, Lee BJ, Kang OJ (1995) Physicochemical and textural properties of chestnut starches. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 594-600.
- Kim SK, Jeon YJ, Kim YT, Lee BJ, Kang OT (1995) Sensory evaluation and retrogradation properties of chestnut mook. *J Korea Soc Food Nutr* 24: 601-605.
- Kim YA (1987) The rheological and physicochemical properties of acorn starch gel. *Ph D Dissertation* Seoul National University.
- Kim YA (1992) The morphological properties of acorn starch granules and starch gels. *Korean J Soc Food Sci* 8: 9-14.
- Koo SJ (1984) Study on the rheological properties of acorn starch gel. *Korean J Economy* 22: 99-106.
- Lee DS, Nam TJ, Pyeun JH (1998) Effect of low molecular alginates on cholesterol levels and fatty acid compositions of serum and liver lipids in cholesterol-fed rats. *J Korean Fish Soc* 31: 309-408.
- Lee HS, Lee HS (1991) A comparison on acorn and chestnut starch gels. *Korean J Soc Food Sci* 7: 11-11.
- Lee SW (1984) Korea food social history. Kyowoo company. pp 306.
- Moon CS, Kim BS, Park KS, Hur JW (1997a) Preservative effects of chitosan on acorn starch gels. *Food Engineering Progress* 1: 91-97.
- Moon SJ, Son KH, Park HW (1977b) Food scientific study of mook. *Korean J Economy* 15: 31-43.
- Na HS, Kim K, OH GS, Kim SK (2002) Properties of acorn mook with various soaking conditions. *Korean J Food Sci Technol* 34: 207-212.
- Park HJ, Ko YS, Choi HS, Kim WJ (1995) Effect of water addition ratio, stirring time and Ca salts on textural properties of soygel. *Korean J Food Sci Technol* 27: 329-335.
- Suzuki T, Nakai K, Toshie Y, Shirai T, Hirano T (1993) Digestibility of dietary fiber in brown alga, kombu, by rats. *Nippon Suisan Gakkaishi* 59: 879-883.
- Yoon SS (1993) Korea food history. Singkwang company. pp 88.

(2006년 10월 26일 접수, 2006년 12월 11일 채택)