

천마분말을 첨가한 식빵의 품질 특성

김현주 · 강우원* · 문광덕

경북대학교 식품공학과, *상주대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Bread Added with *Gastrodia elata* Blume Powder

Hyeon-Ju Kim, Woo-Won Kang and Kwang-Deog Moon

Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University

*Department of Food Nutrition, Sangju National University

Gastrodia elata blume (GEB) is considered to be a useful herbal medicine in oriental countries for the treatment of headache, migraine, dizziness, childhood convulsion, epilepsy, rheumatism, hypertension, neuralgia and neurological disorders. This study was carried out to investigate the quality of bread added with the powder of GEB. The possibility of GEB wheat flour mixture as bread was studied by adding 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% of GEB powder to wheat flour. In Farinograph data, the dough stability decreased with the increase of GEB powder. Granular size of starches ranged from 36 μ m to 60 μ m, and the shape of them showed a long oval figure. Amylograph showed that the increase in the ratio of GEB on the doughs slightly elevated in the maximum viscosity. The loaf volume of 0.5% powder increased by 10.2% but that of 2.0% decreased by 16.8%. The moisture content was 43.57% in the control but it increased as the powder addition. The colors of crust and crumb were not significantly different among L, b and ΔE , but "a" value in crumb was increased as the powder addition. The addition of the powder had no significant effect on bread texture. In sensory evaluation, the moistness increased as the increase of the powder addition. The control bread was most excellent, and the bread made by mixing additives were better than just 0.5% GEB-wheat flour in terms of quality.

Key words : *Gastrodia elata* Blume, bread, amylograph, farinograph, texture

서 론

천마(*Gastrodia elata* Blume)는 난초과(*Orchidaceae*)에 속하는 다년초로서 뽕나무 버섯속(*Armillarilla*) 균사와 공생하며 땅속 괴경을 가진다. 이 괴경은 예로부터 무독하며 고혈압, 중풍, 두통, 마비, 신경성 질환, 당뇨병, 간질, 어지럼증에 효능이 있는 것으로 알려져 있으며 신농본초경, 약성론 등의 한방에서 무독한 것으로 여겨지고 있다⁽¹⁾. 천마는 우리나라 강원도와 경기도 일부지역에서 자생되어 왔으나 거의 자연산을 구하기 어려운 실정이며 최근 인공재배를 통한 양산이 가능하게 되어 기능성 식품으로 응용 가능성이 확대되고 있다. 천마의 주요 효능으로는 항경련 작용 및 항간질 작용에 대한 보고가 있으며^(2,3) 약리 작용을 나타내는 주요 성분은

gastrodin, *p*-hydroxy benzyl alcohol, *p*-hydroxy benzyl aldehyde, vanillin 등의 polyphenol 성분으로 알려지고 있다⁽⁴⁻⁶⁾. 지금까지의 천마에 대한 연구는 천마 에탄올 추출물 혈압강화 작용⁽⁷⁾, 천마추출물 또는 분말의 신경 안정작용⁽⁸⁾, 백서의 관상순환기능에 미치는 영향⁽⁹⁾, 고콜레스테롤 흰쥐의 지질성분에 미치는 영향⁽¹⁰⁾, 항혈전, 항혈소판 활성화⁽¹¹⁾, 천마추출물의 항산화 효과와 항경련 작용⁽¹²⁻¹⁴⁾ 등의 연구가 있다. 그리고 천마의 가공 이용에 관한 연구로는 가공 중 휘발성 향기 성분에 관한 연구 외⁽¹⁵⁾에는 고부가가치의 식품 개발에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 근대 생활의 간편성과 서구화로 인한 식생활의 변화로 빵의 수요가 증가하고 있으며 식빵은 많이 이용되고 있다. 제빵에 대한 연구는 쌀, 보리, 옥수수, 고구마, 콩, 솔잎추출물, 메밀, 신선초 및 lupin, fababean, mung bean⁽¹⁶⁻²⁰⁾ 등의 제빵성에 대한 연구가 이루어 졌다. 천마는 위에 알려진 여러 가지 기능성 이외에도 뇌중 GABA 함량의 감소 현상을 조절하여 항 간질 효과 및 노인성 치매에도 효과가 있는 것으로 밝혀 지고 있다(미발표). 천마가 건강에 유익할 것으로 여겨지나 독특한 쓴맛과 구린 냄새로 인하여 그 이용도가 제한되고 있다. 따라서 천마를 식품으로

Corresponding author : Kwang-Deog Moon, Department of Food Science & Technology, College of Agriculture, Kyungpook National University, 1370, Sankyuk-Dong, Taegu 702-701, Korea
Tel: 82-53-950-5773
Fax: 82-53-950-6772
E-mail: kdmoon@knu.ac.kr

응용하기 위해 그 첨가량을 기호에 거슬리지 않는 범위 내에서 결정할 필요가 있으며, 또한 기호도가 높은 형태로 가공하는 연구가 필요하다.

본 연구에서는 동결건조 천마분말의 첨가가 빵의 물리화학적 특성 및 관능적 특성에 미치는 영향을 살펴보고 기능성 천마빵의 개발을 시도하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 밀가루는 강력분 1등급(대한제분) 조단백 13.61%, 조회분 0.38%, 수분 11.59%, 글루텐함량 34.4% (습부량) 를 사용 하였으며 천마는 경북 영양군 석보면 소재 천마농장에서 재배된 것을 1999년 4월 구입하여 세척, 세절 후 동결건조한 분말을 100 mesh 이하로 분쇄하여 사용하였다. 그외 정제염과 정제설탕, 효모(Canmaya 인스턴트 드라이 이스트, Turkey)는 시중에서 구입하여 사용하였다.

일반성분 분석

동결건조 천마 분말의 수분, 조지방, 조단백질, 조회분은 AOAC방법⁽²¹⁾으로 분석하였다.

천마전분의 제조

전분의 제조는 일부 변형한 알칼리 처리법⁽²²⁾에 따라 시료에 2-3배의 물을 넣어 마쇄하고 냉장고(4°C)에서 하루 밤 방치하여 가라앉힌 다음 상층액을 제거하였다. 상층액의 pH가 중성이 될 때까지 증류수로 세척하고 침전된 전분을 열풍건조기(35°C)에서 건조하여 마쇄 한 후 전분 시료로 사용하였다.

천마전분의 SEM(Scanning electron microscopy)

표본들을 stub에 붙이고 balzers sputter coater에 약 20-25 nm의 두께로 금 도금을 하였다. Scanning electron microscope(Hitachi E-1030, Japan) 을 사용하여 가속전압 15 kV에서 100배, 500배의 배율로 관찰하였다. 대표적인 영역은 35 mm Kodak Panatomic X film으로 사진을 촬영하였다.

빵의 제조

천마분말 첨가 빵은 automatic home breadmaker(National SD-BT102, Japan) 을 사용하여 Table 2의 배합비로 제조하였다. 반죽은 sponge and dough method⁽²³⁾에 의해 제조되었다. 즉 밀가루 280g, 설탕 17g, 소금 5g, 각각의 천마분말을 폴리에틸렌 백 안에서 혼합시켰다. 여기에 210g의 물을 넣고 pancase 에서 혼합 하였다. 빵은 homebakery 5대를 사용하여 4시간 동안 구웠다.

반죽의 물리적 특성

반죽의 흡수율, 반죽형성 시간, stability 및 저항도는 farinograph(Brabender, Germany)를 이용하여 AACC 표준방법⁽²⁴⁾에 따라 측정하였다. 또한 반죽의 호화 특성은 AACC법⁽²⁴⁾에 따라 amylograh(Brabender, Germany)를 이용하여 밀가루 65g에 buffer 450 mL을 넣어 호화개시 온도, 최고점도 등을 측정하였다. 호화개시 온도는 점도가 10 B.U(Brabender Unit)

에 도달하는 온도로 나타내었다.

부피, 수분함량 및 수분활성도

Loaf의 무게와 부피는 제품을 1시간 동안 실온에서 방치한 후 종자치환법⁽²⁴⁾으로 측정하였으며 용적은 빵 1g이 차지하는 부피(mL)로 나타내었다. 수분함량은 항온기(20°C)에서 하루 동안 보관한 빵을 적외선 수분 측정계(Kett FD-240, Japan)로 측정하였고, 수분활성도는 수분활성도 측정기(Aqualand LAB CX-2, USA)를 이용하여 측정하였다.

색도

천마분말을 첨가한 빵의 색도는 색차계(Minolta CR-300, Japan)를 사용하여 시료의 윗 부분과 속 부분을 10회 측정하였으며 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 및 전반적인 색차(ΔE)로 나타내었다. 이때 사용된 표준 백판의 L, a 및 b값은 97.22, -0.02 및 1.95였다.

텍스처측정

동결건조 천마분말의 첨가량을 달리한 식빵의 텍스처는 제빵 후 방냉하여 texture analyser(TA-XT2, England)를 이용하여 측정하였다. 즉 일정크기(2×2×2 cm)로 절단한 시료를 compression test로 T.P.A를 얻었다. 텍스처 측정 조건은 test speed 1.0 mm/sec., distance 40%, load cell 5 kg, trigger 5 g, probe 10 mm DIA cylinder aluminium의 조건으로 4회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. Sample height를 20 mm로 하여 시료를 압착했을 때 얻어지는 force distance curve로 부터 sample의 TPA(texture profile analysis)를 computer로 분석하여 견고성(hardness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 점착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness) 및 뭉치는 성질(gumminess)을 구하였다.

관능검사

제품의 관능검사는 17명의 훈련된 검사요원들을 대상으로 하여 9점 척도법으로 평가하였다. 구운 빵은 30분간 방냉 후 균일한 크기(2×5 cm)로 잘라서 관능 요원에게 제시하였으며 전반적인 기호도, 외관특성, 내부특성, 향미, 촉촉함, 쓴맛, 등의 항목에 대해 1점(대단히 나쁘다)에서 9점(대단히 좋다)까지의 점수로 평가하였다.

통계처리

실험결과의 통계처리는 SAS(statistical analysis system) 통계 package⁽²⁵⁾를 이용하여 평균값과 표준편차를 구하였으며, ANOVA, Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

동결 건조한 천마분말의 일반성분은 Table 1과 같다. 수분함량은 2.12%, 조단백질 함량은 4.41%, 조지방 함량은 1.20%, 조회분 함량은 2.52%, 조섬유 함량은 4.60%, 그리고 전분 함량은 86.52% 로서 전분 함량이 매우 높았다.

Table 1. Proximate composition of *Gastrodia elata blume*
(Unit : %, dry basis)

Samples ¹⁾	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude fiber	Starch
	2.12	4.41	1.20	2.52	4.60	86.52

¹⁾*Gastrodia elata blume* powder

패리노그래프에 의한 반죽의 물리적 특성

Farinograph에 의한 반죽의 물리적 특성을 측정한 결과는 Table 3와 같다. 반죽이 일정한 굳기에 도달하는데 필요한 수분 흡수율은 대조구의 경우 63.0%였으며 천마분말 1.0%(w/w) 첨가구 까지는 변화가 없었으나 1.5% 및 2.0% 첨가구에서는 63.2% 및 63.3%로 수분흡수율이 약간 증가하였다. 수분 흡수율에 영향을 주는 요소는 단백질(글루텐) 함량과 전분 특히 손상전분의 함량이며 단백질 및 손상전분의 함량이 증가하면 흡수율은 증가하는 경향이 있고 전분의 손상도가 클수록 빵의 부피와 질은 저하된다.

밀가루가 물을 흡수하여 반죽의 굳기가 최고점에 도달하는 시간이 반죽 형성시간(dough development time)이며 전구간이 2.5분으로 천마분말 첨가에 따른 차이는 나타나지 않았다. 반죽 형성 시간은 반죽의 안정성이 클수록 길어지며 제빵 적성이 좋아지는 것으로 알려지고 있다. 초기반죽 단계에서 글루텐이 점점 막상으로 변화되면서 글루텐 망상구조(matrix) 모양을 갖게 된다. 반죽의 안정도(stability)는 커브의 윗부분이 500 B.U.에 도달하는 시간부터 떠나는 순간까지의 시간으로서 반죽의 힘이 강하면 높은 안정도를 갖고 약하면 안정도가 낮다²⁶⁾. 반죽의 안정도는 대조군이 57분으로 가장 높았고 천마분말의 첨가에 따라 47, 38, 29, 20분으로 일정하게 감소하였다. Lorenz²⁷⁾는 아마란스 분말을 빵에 3%, 5%, 10%, 15% 첨가했을 때 도착시간, 안정도, 출발시간이 아마란스 분말의 첨가 량이 증가 함에 따라 감소 하였고 수분 흡수율은 약간 증가 하였으며 반죽의 저항도도 약간 증가 하였다고 보고하였다. 패리노그래프 데이터로부터 아마란스 분말을 첨가하여 빵을 만들 때는 더 높은 수분 흡수율과 짧은 mixing 시간이 필요하다고 하였는데 이는 천마분말을 첨가하였을 때와 유사한 결과를 나타내었다. 또한 류²⁸⁾의 복합분의 첨가에 따라 안정도가 떨어지는 종래의 연구결과와도 일치하였다. 일반적으로 반죽의 안정도가 클수록 그만큼 반죽 시간이 길어지므로 혼합이 충분하고 글루텐이 잘 형성되어 빵의 부피가 좋아지는 것으로 알려져 있다. 반죽의 저항도(mechanical tolerance index, MTI)는 반죽 시간에서의 커브의 윗부분(500 B.U.)과 5분후의 커브의 윗부분과의 차이를 나타

Table 3. Farinograph data of dough added with *Gastrodia elata blume* powder

Samples ¹⁾	Water absorption (%)	Dough development time (min)	Dough stability (min)	Mechanical tolerance index (B.U.)
Control	63.0	2.5	57.0	0
0.5% G.P ²⁾	63.0	2.5	47.0	0
1.0% G.P	63.0	2.5	38.0	5
1.5% G.P	63.2	2.5	29.0	50
2.0% G.P	63.3	2.5	20.0	55

¹⁾Samples are same as Table 2

²⁾*Gastrodia elata blume* powder

낸 것으로서 일반적으로 반죽에 대하여 저항성이 큰 밀가루(즉 안정도가 좋은 밀가루)는 낮은 MTI값을 보이며, MTI값이 클수록 약한 밀가루이다. 천마분말 2.0% 첨가구에서 저항성이 가장 떨어지며 1.5%, 1.0%, 0.5% 첨가구 순이었다. 즉 대조구에 비해서 천마분말을 첨가할시 저항성이 떨어지나 그 차이는 미미하였다. 상기의 farinograph 결과에 따르면 천마분말 첨가시에는 0.5% 첨가구가 비교적 제빵성이 양호할 것으로 판단된다.

전분의 크기

천마전분의 전자현미경 사진은 Fig. 1, Fig. 2 에 나타내었다. 천마전분은 36 µm-60 µm의 크기를 가진 것으로 나타났으며 모양은 감자 전분보다 더 길쭉한 타원형이었고 옥수수 전분보다 전분의 크기가 더 큰 것으로 나타났다. Whistler 등²⁹⁾에 의하면 밀 전분의 작은 입자는 구형으로 1-10 µm, 큰 입자는 렌즈형으로 20-40 µm이며 혼합과 발효 과정 중 작은 입자가 더욱 변형되며 쌀 전분은 2-10 µm, 다면형의 복립이며 옥수수전분은 5-30 µm이고 다면형인 것으로 보고되고 있다. 또한 감자 전분은 달걀 모양이며 10-100 µm의 크기를 가지며, 메밀은 8 µm, 보리는 25-50 µm, 고구마는 15-55 µm, 타피오카는 다면형, 종모양이고 5-36 µm. 찹쌀 6 µm 정도의 크기인 것으로 보고되어 있다.

아밀로그래프에 의한 반죽의 호화특성

반죽은 가스팽창이 일어나(oven spring) 60°C가 되면 효모가 불활성 되고 차츰 온도가 상승하면 가스세포의 압력의 증가와 더불어 큰 전분의 호화가 시작되고, 호화 과정 중 수분이 글루텐에서 전분으로 이동한다. 빵의 제한된 수분으로 인해 작은 전분 입자가 완전히 호화되지 못하고 단백질과 전분 사이에 강한 결합이 생겨 균일한 기공을 가진 빵의 crumb

Table 2. The formula of bread added with *Gastrodia elata blume* powder

(unit :g)

Samples ¹⁾	Wheat flour	G.P ²⁾	Water	Sugar	Yeast	Salt
Control	280	0	210	17	5.6	5.0
0.5% G.P	278.6	1.4	210	17	5.6	5.0
1.0% G.P	277.2	2.8	210	17	5.6	5.0
1.5% G.P	275.8	4.2	210	17	5.6	5.0
2.0% G.P	274.4	5.6	210	17	5.6	5.0

¹⁾Control: Bread of wheat flour, 0.5% G.P: Bread added with G.P at 0.5%, 1.0% G.P: Bread added with G.P at 1.0%, 1.5% G.P: Bread added with G.P at 1.5%, 2.0% G.P: Bread added with G.P at 2.0%

²⁾*Gastrodia elata blume* powder

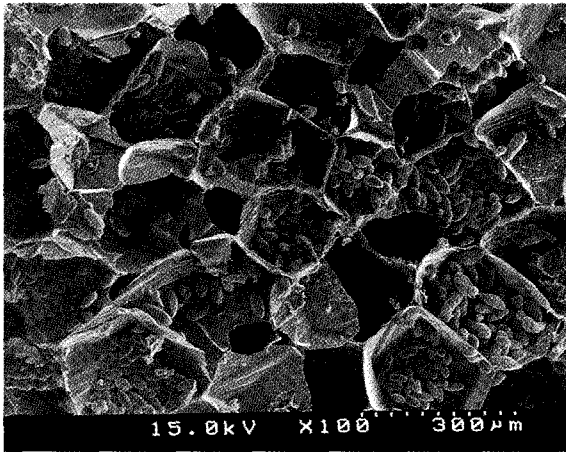


Fig. 1. Starch granules of *Gastrodia elata blume* (Magnification about 100X)

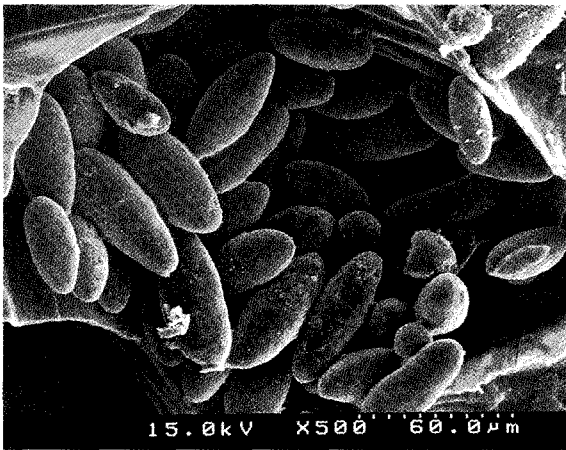


Fig. 2. Starch granules of *Gastrodia elata blume* (Magnification about 500X)

구조를 만든다. 그리고 전분 입자는 글루텐과 같은 단백질, pentosan, gum 물질 및 당류들과 물에 대해 경쟁성을 가지므로 이들 성분의 공존시 호화가 늦어질 수도 있다⁽³⁰⁾.

Amylograph에 의해 측정된 혼합 반죽의 호화특성은 Table 4와 같다. 호화 개시온도는 천마분말 첨가구와 대조구 모두 63.5°C 부근으로 비슷하였다. 최고점도는 대조구에서의 900 B.U보다 분말 첨가구에서 높게 나타났으며 특히 2.0% 첨가구에서 1,025 B.U로 가장 높은 최고점도를 나타내었으며 50°C에서의 점도 역시 2.0% 첨가구에서 1,520 B.U로 가장 높게

Table 4. Amylograph of dough added with *Gastrodia elata blume* powder

Samples ¹⁾	Pasting temp (°C)	Peak height (B.U)	30-min height (B.U)	Height at 50°C (B.U)	Temp. at maximum viscosity (°C)
Control	63.5	900	685	1290	93
0.5% G.P ²⁾	63.5	975	755	1465	93
1.0% G.P	63.0	1000	790	1500	93
1.5% G.P	63.5	975	775	1480	93.5
2.0% G.P	63.0	1025	820	1520	93

¹⁾Samples are same as Table 2
²⁾*Gastrodia elata blume* powder

나타났다. 일반적으로 최고점도는 전분입자의 팽창과 관련이 있으며⁽³⁰⁾ 밀가루와 멥쌀가루 혼합분의 최고점도는 멥쌀가루 첨가량이 증가할수록 최고 점도가 증가한다는 Kwon 등⁽³¹⁾ 및 Lee 등⁽³²⁾의 결과와 비추어 볼 때 밀가루보다 전분함량이 높은 천마분말의 첨가는 최고점도의 증가를 가져올 수 있을 것으로 여겨진다. 아마란스 분말의 첨가는 최고점도가 첨가함에 따라 감소하였다는 보고⁽²⁷⁾와는 차이가 있었다. 최고점도시의 온도는 대조구와 첨가구에서 큰 차이가 없이 93°C와 93.5°C로서 거의 일정하였다. 이상의 천마분말 첨가시 대체로 최고점도는 대조구 보다 증가하였으나 일정한 경향을 나타내지 않는 독특한 amylograph의 특성치로 미루어 볼 때 천마전분의 크기가 밀가루 전분보다 더 크고 DSC(differential scanning calorimeter) 결과 넓은 흡수 peak를 나타내는 등 기존의 전분과는 다른 양상을 나타낸다.

천마분말 첨가 빵의 비용적과 색도

천마분말을 첨가한 식빵의 단면도를 Fig. 3에 나타내었다. 또한 천마분말을 첨가하여 제조한 빵의 비용적, 수분함량 및 수분활성도는 Table 5와 같다. 빵의 비용적은 천마분말 0.5% 첨가 경우 대조구에 비하여 10.2% 증가한 5.51 cm²/g이었으나 첨가량이 증가할수록 비용적은 감소하여 2.0% 첨가구에서는 4.16 cm²/g으로 대조구에 비해 16.8%의 감소율을 나타내었다. Mizrahi 등⁽³³⁾은 분리 대두단백을 혼합한 빵의 용적 감소를 보고하였고 복합분으로 제조된 보리, 옥수수, 감자, 고구마, lupin, fababean, pintobean, legume 빵은 밀가루로 만든 빵보다 품질이 떨어지고 빵의 용적이 감소하는 것이 문체인데⁽³⁴⁻³⁶⁾ 아마란스 분말을 빵에 첨가할시 빵의 용적증가를 위해 CSL(corn steep liquor)과 hemicellulase의 첨가가 효과가

Table 5. The specific volume, water content and water activity of bread added with *Gastrodia elata blume* powder

Samples ¹⁾	specific volume (cm ² /g)	water content (%)	water activity (Aw)
Control	5.00 ^{ab} ± 0.28 ³⁾	43.57 ^a ± 1.97	0.968 ^a ± 0.004
0.5% G.P ²⁾	5.51 ^a ± 0.77	43.80 ^a ± 2.17	0.965 ^a ± 0.004
1.0% G.P	5.11 ^{ab} ± 0.80	44.01 ^a ± 1.22	0.967 ^a ± 0.001
1.5% G.P	4.75 ^{ab} ± 0.63	44.69 ^a ± 0.71	0.970 ^a ± 0.001
2.0% G.P	4.16 ^b ± 0.57	44.32 ^a ± 1.60	0.969 ^a ± 0.004

¹⁾Samples are same as Table 2
²⁾*Gastrodia elata blume* powder
³⁾Each value is the mean of four replicates with the standard deviation and different superscripts within a column indicate significant difference (p<0.05)

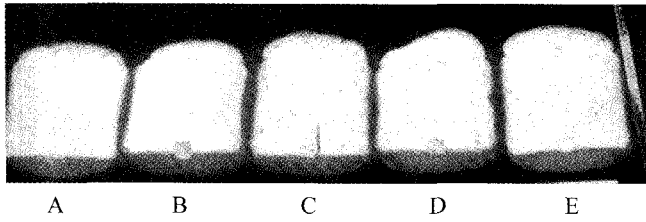


Fig. 3. Cross section of bread crumb added with *Gastrodia elata* blume powder

A: Bread of wheat flour as control. B: Bread added with *Gastrodia elata* blume powder at 0.5%. C: Bread added with *Gastrodia elata* blume powder at 1.0%. D: Bread added with *Gastrodia elata* blume powder at 1.5%. E: Bread added with *Gastrodia elata* blume powder at 2.0%

있는 것으로 보고되고 있다⁽³⁷⁾. 천마분말을 첨가한 반죽의 SEM구조(미발표)에서 2차 발효후 대조구에서의 대부분의 전분 입자들은 gluten 분자들과 균일하게 잘 덮혀 있었다. 그래서 큰 전분 입자와 작은 전분 입자의 표면이 매끄러워 보였다. 그러나 0.5% 첨가시는 글루텐 matrix가 가장 잘 조화를 이루어 있었고 그 다음이 1.0% 첨가구였다. 1.5%, 2.0% 첨가 할 때는 글루텐 분자들이 막대모양 혹은 섬유상 모양을 나타내는 경향이 있고 작은 전분 입자들이 엉켜지고 많아지는 양상을 나타내었다. 이런 구조가 CO₂ 개스 포집력을 나쁘게 하여 뻣뻣한 내관을 형성하며 빵의 부피의 감소를 초래 할 것으로 보인다. 더욱이 큰 일차 전분 입자의 대부분은 gluten으로 덮혀 있지 않는 것처럼 보인다. 즉 글루텐이 전분 입자의 표면으로부터 분리되는 경향이 있으며 이것은 글루텐 경화의 경향 때문이다. 이때는 글루텐 분자가 더욱 딱딱해지고 소수성이 되는 것처럼 보인다. 이런 점에서 볼 때 반죽의 구조상 0.5% 천마분말의 첨가가 빵의 용적증대에 기여할 수 있는 것으로 여겨졌다. 천마분말 첨가량에 따른 제품의 수분함량 및 수분 활성도는 큰 차이를 나타내지 않았다.

천마분말을 첨가하여 제조한 빵의 crust 색도와 crumb 색도를 측정된 결과는 Table 6과 같이 L, a, b 및 ΔE값은 대

조구와 전반적으로 유의적인 차이를 나타내지는 않았으나 crumb의 경우 a값은 천마분말 첨가구에서 대조구보다 높게 나타났으며 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향이였다. 따라서 천마분말의 첨가는 제품의 색에 영향을 미치지 않는 것으로 여겨져 부드럽고 흰빵을 선호하는 소비자들에게 호감을 줄것으로 기대된다.

천마분말 첨가 빵의 texture

천마분말을 첨가하여 제조한 빵의 texture를 측정된 결과는 Table 7과 같다. Hardness, adhesivness, cohesiveness, chewiness, springiness 및 gumminess에 있어서 전체적으로 대조구와 유의적 차이를 나타내지 않았다. Hardness는 0.5% 첨가구에서 가장 낮았으며 adhesiveness는 1.0%에서 가장 높게 나타났다. Cohesiveness, chewiness, springiness 는 0.5% 첨가구에서, 그리고 gumminess는 2.0% 첨가구에서 비교적 높게 나타났다. 탄력성과 응집성은 유의적 차이를 나타내지 않았으며 천마가루를 첨가할시 탄력성이 크게 줄어들지 않았고 1.0%에서 최대의 응집성을 나타내었다. texture 특성은 첨가소재에 따라서 달라지는 경향이 있으며^(38,39) 천마분말의 첨가는 texture에 뚜렷한 영향을 미치지 않지만 adhesiveness, cohesiveness, chewiness, springiness, gumminess 등의 texture값이 대조구보다 조금씩 증가하는 경향을 나타내었다.

천마분말 첨가 빵의 관능검사

빵의 특성은 세가지 범주로 분류하여 평가하는데 제품의 겉모양과 껍질을 묘사하는 외부적 특성(external characteristics)과 또 하나는 제품의 속살과 내부조직을 묘사하는 내부적 특성(internal characteristics)으로 나누어진다. 그리고 세 번째 특성은 제품을 먹을 때 느끼는 식감(eating qualities)이다. 실제적으로 식감은 냄새, 맛과 입안에서의 감촉이 혼합되어 나타내며 이 특성들은 향미 또는 풍미로 일컬어지고 flavor라는 한 단어로 나타낼수 있다.

천마분말을 첨가하여 제조한 빵의 전반적인 기호도, 외관

Table 6. Color of bread added with *Gastrodia elata* blume powder

Samples ¹⁾	Hunter's color value (Crust)			
	L	a	b	ΔE
Control	54.54 ^{a3)} ± 5.63 ⁴⁾	11.97 ^a ± 2.23	30.11 ^a ± 3.13	63.17 ^a ± 6.12
0.5% G.P ²⁾	54.13 ^a ± 8.90	11.81 ^a ± 3.12	28.95 ^a ± 4.56	62.74 ^a ± 9.04
1.0% G.P	53.86 ^a ± 8.90	11.51 ^a ± 2.82	28.62 ^a ± 4.67	62.28 ^a ± 9.08
1.5% G.P	54.54 ^a ± 9.23	11.50 ^a ± 3.12	28.92 ^a ± 4.36	63.06 ^a ± 8.94
2.0% G.P	53.96 ^a ± 8.23	11.66 ^a ± 3.45	29.32 ^a ± 3.93	62.89 ^a ± 7.95

Samples	Hunter's color value (Crumb)			
	L	a	b	ΔE
Control	65.96 ^a ± 3.60	-2.11 ^a ± 0.14	8.62 ^a ± 1.59	66.57 ^a ± 3.71
0.5% G.P	66.72 ^a ± 4.15	-1.97 ^b ± 0.17	8.23 ^a ± 1.72	67.27 ^a ± 4.27
1.0% G.P	67.15 ^a ± 3.60	-1.89 ^c ± 0.13	8.32 ^a ± 1.47	67.70 ^a ± 3.70
1.5% G.P	66.18 ^a ± 4.80	-1.77 ^d ± 0.17	8.54 ^a ± 1.60	66.76 ^a ± 4.88
2.0% G.P	65.69 ^a ± 4.18	-1.80 ^d ± 0.21	8.66 ^a ± 1.60	66.30 ^a ± 4.26

¹⁾Samples are same as Table 2

²⁾*Gastrodia elata* blume powder

³⁾Means with the same letter in each column are not significantly different (p<0.05)

⁴⁾Each value is the mean of ten replicates with the standard deviation

Table 7. Textual properties¹⁾ of bread added with *Gastrodia elata* blume powder

Samples ²⁾	hardness	adhesiveness	cohesiveness	chewiness	springiness	gumminess
Control	13.60 ^a ± 1.57 ⁴⁾	4.88 ^b ± 2.27	0.56 ^b ± 0.06	6.91 ^b ± 1.58	0.90 ^a ± 0.08	7.60 ^a ± 1.30
0.5% G.P ³⁾	13.36 ^a ± 1.13	4.87 ^b ± 1.71	0.61 ^a ± 0.05	7.83 ^a ± 1.51	0.97 ^a ± 0.13	8.06 ^a ± 0.56
1.0% G.P	13.40 ^a ± 1.39	5.82 ^a ± 2.32	0.60 ^a ± 0.04	7.47 ^{ab} ± 1.99	0.95 ^a ± 0.06	8.05 ^a ± 0.99
1.5% G.P	13.38 ^a ± 1.03	5.24 ^{ab} ± 2.60	0.59 ^{ab} ± 0.04	7.42 ^{ab} ± 1.28	0.93 ^a ± 0.06	7.97 ^a ± 0.99
2.0% G.P	13.61 ^a ± 1.21	5.29 ^{ab} ± 3.19	0.59 ^{ab} ± 0.04	7.50 ^{ab} ± 1.08	0.93 ^a ± 0.08	8.07 ^a ± 0.82

¹⁾Texture was measured for samples of 20.0 mm height with stainless steel probe (10 mm, dia.) by a two bite test and instrumental conditions: test speed 1.0 mm/s, distance 40%, trigger force 5 g, load cell 5 kg

²⁾Samples are same as Table 2

³⁾*Gastrodia elata* blume powder

⁴⁾Each value is the mean of four replicates with the standard deviation and different superscripts within a column indicate significant difference (p<0.05)

Table 8. Sensory evaluation of bread added with *Gastrodia elata* blume powder

Samples ¹⁾	external characteristics		flavor	overall acceptability
	volume	crust color		
Control	3.24 ^d ± 1.60 ³⁾	7.94 ^a ± 1.03	5.94 ^a ± 1.92	6.59 ^a ± 1.28
0.5% G.P ²⁾	6.41 ^c ± 1.54	6.29 ^b ± 1.83	5.47 ^{ab} ± 1.01	5.94 ^{ab} ± 1.60
1.0% G.P	8.18 ^a ± 0.88	3.76 ^c ± 2.08	5.35 ^{ab} ± 1.54	5.88 ^{ab} ± 1.32
1.5% G.P	7.65 ^a ± 1.22	2.82 ^c ± 1.63	4.93 ^b ± 1.91	4.71 ^c ± 1.83
2.0% G.P	6.76 ^b ± 1.25 ^c	3.71 ^c ± 1.26	4.18 ^b ± 2.38	5.06 ^{bc} ± 2.01

Samples	Internal characteristics			moistness	bitterness
	texture	grain	color		
Control	6.00 ^a ± 1.58	6.41 ^a ± 1.87	6.00 ^a ± 1.62	5.41 ^b ± 1.84	7.00 ^a ± 1.32
0.5% G.P	5.76 ^a ± 1.75	5.24 ^a ± 2.46	5.77 ^a ± 1.79	5.24 ^b ± 2.31	6.88 ^a ± 1.41
1.0% G.P	5.76 ^a ± 1.64	4.82 ^a ± 2.30	6.76 ^a ± 1.15	6.24 ^{ab} ± 1.75	6.06 ^{ab} ± 1.68
1.5% G.P	5.59 ^a ± 2.00	5.06 ^a ± 2.36	6.00 ^a ± 1.94	6.06 ^{ab} ± 2.05	5.12 ^b ± 2.18
2.0% G.P	6.12 ^a ± 1.96	5.00 ^a ± 1.80	6.18 ^a ± 2.07	7.35 ^a ± 1.68	5.65 ^{ab} ± 2.34

¹⁾Samples are same as Table 2

²⁾*Gastrodia elata* blume powder

³⁾Each value is the mean of seventeen replicates with the standard deviation and different superscripts within a column indicate significant difference (p<0.05)

특성으로서 부피, 결색상, 내부적특성으로 텍스처, 속살색상, 기공의결 및 그의 향미, 촉촉함, 쓴맛에 대하여 관능검사를 실시하여 그 결과를 Table 8에 나타내었다. 전반적인 기호도는 control구가 가장 높고 0.5%, 1.0%, 2.0%는 유의차가 없었으며 1.5% 첨가구는 기호도가 가장 낮았다. 부피는 1.0%에서 가장 크고 control구는 부피가 작았다. 결 색상에서는 control과 0.5% 첨가구가 밝았으며 나머지구에서는 유의적 차이가 없었다. 향미는 대조구에서 가장 좋게 나타났으며 2.0%에서 가장 낮게 나타났다. 내부특성 중 텍스처, 내부색상 및 기공의 결 등 에서는 유의적 차이가 없는 것으로 나타나 천마분말 첨가가 내부특성과 맛에 나쁜 영향을 끼치지 않는다고 생각된다. 촉촉한 정도는 2% 첨가구에서 가장 기호도가 높았으며 control구, 0.5% 첨가구와는 유의적 차이가 나타나 천마가루 첨가는 촉촉함을 증가시키는 것으로 나타났다. 쓴맛에서 control과 0.5% 첨가구의 기호도가 높았다. 관능검사에서 대조구가 대체로 좋게 나타나며 천마분말 첨가시에는 0.5% 첨가구가 다른 처리구에 비해 기호도가 높게 나타났다.

요 약

혈압저하, 간질, 중풍, 두통에 효능이 있는 것으로 알려진 천마분말을 밀가루에 대하여 0%, (w/w) 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 첨가하여 제조한 천마 빵의 제빵 적성을 조사하였다. Farinograph의 stability는 각각 57, 47, 38, 29, 20분으로 일정하게 감소하였다. 천마전분의 크기는 36-60 μm 정도였고 긴 타원형이었다. Amylograph 상의 최고점도는 대조구에 비해 천마분말 첨가 시 증가하는 것으로 나타났다. 식빵의 비용적은 5.00~4.16을 나타내었으며 0.5% 첨가시 대조구에 비해 비용적이 10.2% 증가하였으나 2.0% 첨가시에는 오히려 16.8%의 감소율을 나타내었다. 천마 빵의 수분함량은 대조구에서는 43.57%였으나 천마분말 첨가에 따라 증가하는 경향이 있었다. 빵의 crust 및 crumb의 색도는 L, a, b 및 ΔE값이 대조구와 유의적 차이를 나타내지 않았다. 천마 빵의 조직감에서도 대체로 대조구와 유의적 차이를 나타내지 않았으나 cohesiveness, chewiness, springness는 0.5% 첨가구에서 가장 높았으며 adhesiveness는 1.0%에서 가장 높게 나타났다. 내부특성

과 외부특성 및 전반적인 기호도 향미 등에 대한 관능검사 결과 내부적 특성에서는 유의적 차이가 없었으며 전반적인 기호도, 향미, 걸색상, 쓴맛에서는 대조구가 가장 좋았고 부피, 껍질특성, 촉촉한 정도는 천마분말을 첨가가 좋은 것으로 나타났다. 대체로 대조구가 우수하나 천마분말 첨가 시 부드럽고 흰빵을 선호하는 사람들에게 좋은 기호도를 나타내고 0.5% 첨가구가 제빵 적성이 좋은 것으로 사료된다.

문헌

1. "Zoungyank" dictionary, Sohakgan, Japan, pp.1870-1873 (1985)
2. Wu, H.Q., Xie, L., Jin, X.N., Ge, Q., Jin, H. and Liu, G.Q. The effect of vanillin on the fully amygdala-kindled seizures in the rat. *Yao-Hsueh-Hsueh-Pao* 24: 482 (1989)
3. Feng, X.Z., Chen, Y.W. and Yang, J.S. Studies on constituents of Tian-Ma. *Gastrodia elata* Bl. *Acta Chimica Sinica* 37(3): 183-188 (1979)
4. Zhou, J., Yang, Y.B. and Yang, T.R. The isolation and identification of chemical constituents of *Gastrodia elata* Bl. *Acta Chimica Sinica* 37: pp.189 (1979)
5. Tauchi, H., Yosioka, I., Yamasaki, K. and Kim, I.H. Studies on the constituents of *Gastrodia elata* Blume. *Chem. Pharm. Bull.* 29(1): 55-62 (1981)
6. Zhou, J., Pu, X., Yang, Y. and Tsungren, Y. The chemistry of *Gastrodia elata* Bl. VI. The phenolic compounds of some chinese species of *Gastrodia*. *Acta Botanica Yunnanica* 5(4): 443-444 (1983)
7. Yang, C.H. Effect of *Gastrodia* rhizoma extract on blood pressure in unanaesthetized spontaneously hypertensive rats. Ph.D. Thesis. Hyosung University, Daegu. Korea (1992)
8. Sung, J.M., Kim, G.P. and Ji G.E. Studies on establishment of cultivation technique and food development of *Gastrodia elata*. Rural Development Administration's Report (1996)
9. Kim, E.J., Ji, G.E. and Kang, Y.H. Effects of *Gastrodia* rhizoma extracts on Global coronary circulation in rats. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26(3): 213-220 (1994)
10. Park, P.S., Sung, N.J. and Park, M.Y. Effects of *Gastrodia* rhizoma on lipid components of liver, brain and kidney in hypercholesterolemic rats. Theses collection, Sangju Nat'l University Sangju-City, Korea 6: 385-392 (1999)
11. Paik, Y.S., Song, J.K., Yoon, C.H., Chung, K.C. and Yun, H.S. Anti-platelet and anti-thrombotic effects of *Gastrodia elata*. *Kor. J. Pharmacogn.* 26(4): 385-389 (1995)
12. Lui, J. and Mori, A. Antioxidant and pro-oxidant activities of p-hydroxy benzyl alcohol and vanillin effects on free radicals, brain peroxidation and degradation of benzoate, deoxyribose, aminoacids and DNA. *Neuropharmacology* 32: 659-669 (1993)
13. Lui, J. and Mori, A. Antioxidant and free radical scavenging activities of *Gastrodia elata* bl. and ucaria rhynchophylla(miq.) jack. *Neuropharmacology* 31(12): 1287-1298 (1992)
14. Kim, J.K., Cha, W.S., Park, J.H., Oh, S.L., Cheon, S.H. and Chung, S.K. Studies on the mineral component and antioxidative activity of *Gastrodia elata* blume. *Korean J. Post-harvest Sci. Technol. Agri. Products* 4(3): 317-321(1997)
15. Lee, J.W. and Kim, Y.K. Volatile flavor constituents in the Rhizoma of *Gastrodia elata*. *J. Agri. Chem. Biotechnol* 40(5): 455-458 (1997)
16. Kang, M.Y., Choi, Y.H. and Choi, H.C. Effect of gums, fats and glutens adding on processing and quality of milled rice bread. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 700-704 (1997)
17. Kang, M.Y. and Nam, Y.J. Studies on bread-making quality of colored rice(suwon 415) flours. *Korean J. Food Sci. Technol.* 15: 37-41 (1999)
18. Kim, S.Y. and Ryu, C.H. Effect of certain additives on bread-making quality of wheat-purple sweet potato flours. *Korean J. Food Sci. Technol.* 13: 492-499 (1997)
19. Kim, B.R., Choi, Y.S., and Lee, S.Y. Study on bread-making quality with mixture of buckwheat-wheat flour. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29(2): 241-247 (2000)
20. Boycioglu, M.H. and D'Appolonea, B. L. Characterization and utilization of durum wheat for bread making: Comparison of chemical, rheological and baking properties between bread wheat flours and durum wheat flours. *Cereal Chem.* 71: 21-28 (1994)
21. AOAC: Official method of Analysis 13th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA (1980)
22. Wilson, L.A., Birmingham, V. A., Moon, D.F. and Synder, H.E. Isolation and characterization of starch from mature soybean. *Cereal Chem.* 55(5), 661-670 (1978)
23. Takagi, M., Zhang, L., Yamaguchi, Y., Kawai, M. and Morita, N. Effect of ascorbic acid and its related compounds on bread-making by homebakery. *Denpun Kagaku* 38(3): 235-240 (1991)
24. Approved Methods of the AACC, 8th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, M. N., USA (1983)
25. SAS Institute, SAS/STAT User Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1998)
26. Lindborg, K.M., Tragardh, C., Eliasson, A.C. and Dejmeck, P. Time-resolved shear viscosity of wheat flour doughs-effect of mixing, shear rate and resting on the viscosity of doughs of different flours. *Cereal Chem.* 74: 49-55 (1997)
27. Lorenz, K. and Collins, F. Amaranthus hypochondriacus-Characteristics of the starch and baking potential of the flour. *Starch/Stärke* 33 (1981) Nr. 5, S. 149-153
28. Ryu, C.H. Study on bread-making quality with mixture of waxy barley-wheat flour. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28(5): 1034-1043 (1999)
29. Whistler, R.L., Bemiller, J.N. and Paschall, E.F. Starch: chemistry and technology. Academic press. New York, pp. 663, pp.676-688 (1984)
30. Pomeranz, Y. Carbohydrate, Starch. In Functional Properties of Food Components. Food Science and Technology, a series of monograph. Schweigart, B.S., Hawthorn, J. and Stewart, G.F.(Eds.). Academic press, Inc., New York, USA. pp.64-69 (1985)
31. Kwon, H.R. and Ahn, M.S. A study on rheological and general baking properties of breads and their rusks prepared of various cereal flours. *Korean J. Food Sci. Technol.* 11(5): 479-486 (1995)
32. Lee, C.Y., Kim, S.K. and Marston, P.E. Rheological and baking studies of rice-wheat flour blends. *Korean J. Food Sci. Technol.* 11(2): 99-104 (1979)
33. Mizrahi, S.M., Zimmermann, G., Berk, Z. and Cogan, U. The use of isolated soybean proteins in bread. *Cereal Chem.* 44: 193-203 (1969)
34. D'Appolonia, B.L. Rheological and baking studies of legume-wheat flour blends. *Cereal Chem.* 54(1): 53-63 (1977)
35. Hamed, M.G.E., Refal, F.Y., Hussein, M.F. and Elsamahy, S.K. Effect of adding sweet potato flour to wheat flour on physical dough properties and baking. *Cereal Chem.* 50(2): 140-146 (1973)
36. Campos, J.E. and EL-Dash, A.A. Effect of addition of full fat sweet lupine flour on rheological properties of dough and baking quality of bread. *Cereal Chem.* 55(5): 619-627 (1978)
37. Morita, N., Kang, W.W., Hamauzu, Z. and Sugimoto, Y. Effect of amaranth flour on some properties of wheat dough and bread. *J. Appl. Glycosci.* 46(1): 23-30 (1999)
38. Lee, Y.C., Shin, K.A., Moon, Y.I., Kim, S.D. and Han, Y.N. Quality characteristics of wet noodle added with powder of opuntia ficus-indica. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31(6): 1604-1612 (1999)
39. Kim, Y.S. Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 1373-1380 (1998)

(2001년 2월 19일 접수)