

메밀 추출물의 이상 침전 개선 효과에 관한 연구

윤성준^{1*} · 조남지² · 나석환² · 김영호² · 김영모³

¹단국대학교, ²혜전대학 호텔제과제빵과, ³김영모베이커리

Study on Prevention Method of Abnormal Precipitation in Buckwheat Extracts

Seong-Jun Yoon^{1*}, Nam-Ji Cho², Seog-Hwan Na², Young-Ho Kim² and Young-Mo Kim³

¹Dept. of Food & Nutrition, Dankook University, Seoul 147-714, Korea

²Dept. of Hotel Baking Technology, Hyejeon College, Choongnam 350-702, Korea

³Kimyoungmo's Bakery, Seoul 135-542, Korea

Abstract

The aim of this study was to identify the causes of abnormal precipitation in buckwheat extracts and to suggest the preventive solutions. Abnormal precipitation was formed by the coagulations of small round droplets, and increased when poor quality or old buckwheat used. It was found that, unlike poor quality buckwheat, extracts made from fresh buckwheat showed almost no saccharifying enzyme activity and a lower number of microorganisms. The addition of branched starch to the extracts restricted the occurrence of abnormal precipitation and microorganisms and imparted stability to the extracts.

Key words : Abnormal precipitation, coagulations, saccharifying enzyme, microorganisms.

서 론

새로운 기능성 건강 식품으로 주목받고 있는 메밀의 주 성분은 전분이 약 70%를 차지하고, 단백질은 약 10%가 함유되어 있다. 메밀은 다른 식품 원료와 비교하여 비교적 단백질 함량이 높고 lysine, glutamic acid, arginine 및 leucine과 같은 필수 아미노산의 함량이 높은 우수한 아미노산 조성을 가지고 있다. 생리 활성 물질인 rutin을 비롯한 quercetin, quercitrin, myricetin을 다량 함유하고 있으며, 무기물로서 Zn, Mg, Mn, Cu, Fe 등이 풍부하고 비타민 B₁, B₂ 및 E의 함량도 높기 때문에 영양학상 유용한 식품이다(James U 1995, Sayoko et al 1995, Shibata et al 1979). 세계 여러 나라의 메밀 이용 방법을 보면 캐나다에서는 스파게티나 마카로니로, 이탈리아 등지에서는 국수, 동부 유럽에서는 죽과 수프의 재료로 사용하고 있으며, 북미에서는 밀가루, 옥수수가루, 쌀가루 및 팽창제와 혼합하여 Pancake 용의 재료로 주로 이용하고 있다. 우리나라에서는 주로 국수의 제조를 위한 메밀가루 또는 메밀쌀(메밀피를 제거한 후 남아있는 알곡)의 형태로 시판되고 있으며, 제품의 형태는 막국수, 냉면, 메밀묵이

대표적이며 그밖에 메밀 부침 등으로 이용되고 있다. 메밀에 포함된 생리 활성 물질인 rutin은 황색 또는 담황색의 polyphenol 화합물인 flavonoid의 일종으로서 quercetin에 rutinoside가 결합한 물질이며, rutin이 지질 대사, 혈압, 혈당을 개선한다는 보고가 다양하게 보고되어 있으며, quercetin을 비롯한 각종 페놀성 물질은 천연의 항산화제로 알려져 있다(Choi et al 2000, Griffith et al 1994, Kayashida et al 1997, Lee et al 1995, Xiping et al 1995, Lee et al 2000). 메밀은 일본에서 티백 차의 형태로 일부 이용되고 있는 실정이며 메밀을 이용한 음료는 거의 개발되어 있지 않다. 전보(Yoon et al 2006)에서와 같이 메밀을 이용한 음료를 개발하기 위하여 메밀 추출 조건을 설정하고 메밀 추출물을 제조하였으나 시간이 경과함에 따라 메밀 추출물에서 이상 침전이 발생하는 것으로 관찰되었다. 따라서 본 연구에서는 메밀 추출액의 이상 침전의 원인을 규명하고 그 해결책을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

메밀 원료는 2004년 수확한 중국산(내몽고) 쓴메밀(*Fagopyrum tataricum*)로 방산 시장에서 구입하여 사용하였다.

* Corresponding author : Seong-Jun Yoon, Tel : +82-2-824-2102, Fax : +82-2-824-2102, E-mail : thinkbread@yahoo.co.kr

2. 메밀 추출물의 제조

전처리하는 원료의 수분 함량(%)을 측정 한 후 15분간 세척하여 15℃ 냉수로 침지하고 불순물을 제거한 후 찹쌀에서 15분간 증자한 후 건조하였다. 건조는 드라이오븐 80℃에서 2시간 건조한 다음 실온(25℃)에서 17시간 다시 건조하였다. 볶음은 2차 연속 터널식 소금 볶음기(세창기계, 국산제작)를 사용하여 1차 볶음은 팽화를 위해 310℃에서 5분 실시하고, 2차 볶음은 240℃에서 5분 실시하였다. 원료의 분쇄는 blender (Waring Products, PBB 211, USA)로 분쇄한 후 20 mesh sieve를 통과한 시료 중 100 mesh sieve를 통과하지 못하는 것을 시료로 사용하였다.

추출은 메밀을 3%의 농도로 만든 후 80℃에서 10분 추출하였다.

3. 이상 침전물의 성분 분석

메밀 추출물의 이상 침전물 분석은 침전물 전체를 동량의 현탁액으로 만든 시료와 정상적인 추출물을 같은 양으로 사용해 분석하였다. 일반 성분은 AOAC법(1995)에 따라 수분은 105℃ 건조법, 조회분은 직접 회화법, 조지방은 Soxhlet 법, 조단백질은 micro-Kjeldahl 법으로 분석하였으며 나머지는 탄수화물로 계산하였다.

4. 가용성 전분의 함량 측정

가용성 전분의 함량을 측정하기 위한 표준 곡선 작성(Fig. 1)은 다음과 같이 실시하였다. 가용성 전분(soluble starch, Difco) 농도를 0, 0.01, 0.02, 0.03, 그리고 0.04% 농도로 사용하였고 blank는 증류수 5 mL에 요오드액 0.5 mL를 넣어 사용하였다. 시료 반응은 0.04% 가용성 전분 용액 4.5 mL에 조효소액 0.5 mL를 넣어 50℃에서 1시간 반응 후 5분 동안 증탕하고 냉각시킨 후 요오드액 0.5 mL 첨가하고 OD₅₁₀에서 측정하였다. 표준 곡선은 0~0.04% 가용성 전분 용액 5 mL에 2% (w/v) KI 에 용해시킨 0.2%(w/v) 요오드액을 0.5 mL를 첨가한 후 OD₅₁₀에서 측정하였다.

5. 메밀 선도에 따른 미생물 오염과 당화 활성도 조사

메밀 선도의 구분을 위해 미생물 오염 정도를 조사하기 위하여 일반 세균 검사와 진균류 검사를 아래와 같은 방법으로 실시하였다. 메밀을 잘 혼합한 후 10 g을 멸균 용기에 취하고 멸균 생리 식염수를 20 g 가하여 10초간 심하게 교반한 후 교반액을 취하여 적절히 희석하고 petridish에 1 mL씩 분주한 후 PCA(일반 세균용 배지, Difco)와 PDA(진균류용 배지, Difco)에서 계수하였다. 일반 세균은 24시간(35℃), 진균류는 48시간(25℃) 배양 후 계수하였다.

당화 효소 활성 측정은 다음과 같이 시행하였다. 당화 효

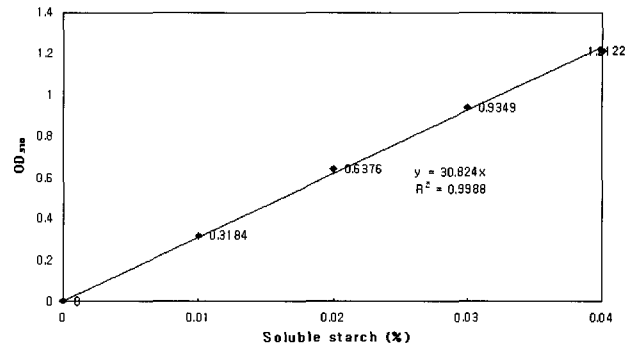


Fig. 1. Standard curve for relation of soluble starch and iodine.

소 활성 측정용 조효소액의 제조는 메밀 10 g을 계량하여 멸균 용기에 담고 멸균 증류수 20 mL를 넣고 10초간 심하게 흔든 후 50℃에서 1시간 유지하였다. 상등액을 취해 0.2 μm syringe filter로 여과하여 조효소액으로 사용하였다. 활성 측정은 미리 멸균된 기질 용액 [0.04% 가용성 전분액(soluble starch, Difco)] 4.5 mL에 조효소액 0.5 mL를 시료 당 4개씩 첨가하였다. 이 중에서 2개를 조효소액 첨가 후 즉시 반응 전 OD₅₁₀를 측정하고, 나머지 2개는 50℃에서 효소 반응을 1시간시킨 후 반응액을 20℃로 급냉시키고 반응 후 OD₅₁₀를 측정하였다.

$$\text{당화 효소 활성} = 100 - \left[\frac{\text{반응 후 OD}_{510}}{\text{반응 전 OD}_{510}} \times 100 \right]$$

* OD₅₁₀ 측정 방법 : 기질 - 조효소액(5 mL)에 500 uL 요오드액 [2%(w/v) KI에 0.2%(w/v) I 용해]을 첨가하고 vortex한 후 510 nm에서 흡광도 측정(blank : 증류수 5 mL에 요오드액 500 uL 첨가)

6. Polysaccharide가 메밀 추출 음료의 안정성에 미치는 영향에 관한 조사

사용된 polysaccharide는 malto dextrin(DE10), malto dextrin(DE4), cyclodextrin 3종류의 dextrin과 혼합 전분(corn starch 82% + potato starch 18%) 1종류를 사용하여 메밀 추출물에 첨가한 후 침전 정도를 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 이상 침전물의 성분 분석

메밀 추출액은 추출 후 시간이 경과함에 따라 메밀 추출물을 이용한 제품에서 메밀의 선도나 처리 조건에 따라 이상 침전이 발생하여 제품의 품질을 떨어뜨렸다. 침전물의 형태는 아주 작은 구형의 입자에서 시작하여 아주 큰 구형 형태의 모양을 보였다. Table 1에서 보면 이상 침전물의 일반성

분 분석 결과는 정상 메밀 추출물과 비교하여 탄수화물이 0.14%에서 0.38%로, 지방은 0.02%에서 0.14%로 현저히 높아진 것을 확인할 수 있다. 이러한 결과로부터 이상 침전물은 어떠한 환경 변화에 의해 메밀 추출액에 존재하는 소수성 물질들이 구형의 형태로 응집하여 침전이 발생하는 것으로 해석되었다.

2. 메밀 선도에 따른 당화 활성이 침전에 미치는 영향
미생물의 오염에 따른 당화 효소의 활성화는 메밀의 구조에 영향을 줄 가능성이 있어 당화 효소 활성화와 침전과의 관계를 파악하고자 하였다. 이들 메밀의 선도는 생산일자 저장 방법에 따라 차이가 있어 미생물의 오염 정도에 의해 미생물 수를 1×10^4 (CFU/g)을 기준으로 메밀의 미생물 오염 정도를 구분하였다. Table 2의 결과에 의하면 메밀의 시료에 따라 미생물의 오염이 100배 정도의 차이를 보였고, 미생물수가 1×10^4 (CFU/g) 이하인 선도가 양호한 메밀은 당화 효소 활성이 5 이하로 거의 없는데 비하여, 미생물수가 1×10^4 (CFU/g) 이상인 선도가 떨어지는 메밀은 당화 효소 활성이 57.94로 매우 높음을 확인할 수 있었다. 그리고 이러한 당화 효소 활성은

Table 1. Proximate composition of buckwheat extract and precipitate

Components(%)	Buckwheat extract	Precipitate
Moisture	99.72	99.37
Ash	0.03	0.01
Crude protein	0.09	0.10
Crude lipid	0.02	0.14
Carbohydrate	0.14	0.38

10분간의 열처리(중탕)로 당화 활성이 소실되었다(Table 3).

그럼에도 불구하고 열처리한 메밀 추출물에서 침전이 발생하는 것은 보관 상태에서 진행된 메밀의 당화 효소 분해에 의한 메밀 자체 내의 구조적 변화에 의한 것으로 판단되었다. 메밀의 침지 조건은 침지 온도가 냉수(15°C)보다는 온도가 높아지는 경우와 침지 시간이 길어지는 경우에 침전 현상도 증가하였다. Table 3의 결과에 의하면 침지수 초기 온도로 60~70°C 사용 시 메밀 등에 의하여 침지 온도는 40~50°C가 유지 되는데, 이 온도에서는 메밀 자체의 당화 효소와 미생물 생산 효소의 작용이 활성화되어 메밀 구성 성분의 분해가 가속화된 것으로 판단되었다. 따라서 메밀의 분해된 구성물인 작은 전분 입자, 루틴, 기타 소수성(疏水性) 성분들이 서로 엉겨서 침전을 발생시킨 것으로 판단되었다. 침전 발생이 적으며 미생물수 1×10^4 (CFU/g) 이하인 냉수 침지 조건의 메밀 추출액은 추출 brix도 높은 편이면서 amylose성 전분 함량을 의미하는 OD₆₁₅에서도 높은 것으로 확인되었다. 반면 침전이 생성되며 미생물수 1×10^4 (CFU/g) 이상의 메밀들은 전분 함량이 매우 낮은 수준이었고 이는 당화 효소에 의한 분해가 진행된 것으로 판단되었다. 따라서 전분 함량은 제품의 안정성에 직접적인 영향을 줄 수 있을 것으로 예측되었다. 메밀 침지 조건은 통상적으로 곡류에서 볶음을 원만히 하기 위하여 시행하는 침지 조건인 온수(60~70°C)에서 3시간 정도의 조건은 메밀 침지 조건으로는 적절치 않은 것으로 판단되었고, 당화 효소가 활성화되기 어려운 조건(15°C, 1시간)에서 침지하는 것이 이상 침전을 방지할 수 있는 조건으로 생각되었다.

3. Polysaccharide가 메밀 추출물의 안정성에 미치는 영향

Table 3에서 보는 바와 같이 메밀의 선도가 좋아 침전 안

Table 2. Effect of the relations between microbe and saccharifying enzyme on buckwheat quality grade

Buckwheat sample	Microbe(CFU/g)			Saccharifying enzyme(%) Soaking water	Quality grade
	Bacteria	Yeast	Thermophilic bacteria		
1	3.0×10^3	nc*	1.1×10^2	2.7	Good
2	3.7×10^3	2.0×10^3	3.0×10^1	0.7	Good
3	-	-	1.0×10^1	3.7	Good
4	4.5×10^5	2.1×10^5	2.8×10^3	18.1	Normal
5	7.5×10^5	1.0×10^5	2.3×10^3	43.9	Bad
6	1.8×10^5	1.1×10^4	8.0×10^3	59.3	Bad
7	3.0×10^5	3.5×10^4	1.2×10^4	68.4	Bad

* nc : not counted.

Quality grade(buckwheat): good→microbe, $< 1 \times 10^4$ (CFU/g), bad→microbe, $> 1 \times 10^4$ (CFU/g).

Table 3. Effect of soaking condition on precipitation, color, OD₆₁₅, and Brix in buckwheat extract

Quality grade (buckwheat)	SEA		Soaking condition	Bx(%)	OD ₆₁₀	Color			Precip. degree
	Before heating	After heating				L	a	b	
Good	3.28	1.34	Cold water(15°C) 2h	0.28	2.04	86.50	-5.04	24.43	-
			Hot water(50°C) 3h	0.27	2.23	86.01	-5.14	23.07	-
Bad	57.94	5.53	Cold water(15°C) washing	0.30	1.95	87.12	-6.24	27.25	-
			Cold water(15°C) 1h	0.25	1.84	88.14	-6.09	25.44	+
			Cold water(15°C) 2h	0.26	1.73	89.02	-6.06	25.52	++
			Hot water(40°C) 3h	0.16	0.95	92.70	-4.07	17.48	+++
			Hot water(50°C) 3h	0.18	0.53	93.58	-4.40	17.0	+++

* Precipitation(size, velocity) : +(fine, slowly), ++(medium, medium), +++(large, fast).

TS : Total sugar SEA : Saccharifying Enzyme Activity(%).

Quality grade(buckwheat): good→microbe, < 1×10⁴(CFU/g), bad→microbe, > 1×10⁴(CFU/g).

Table 4. Effect of various polysaccharide on precipitation, OD₆₁₅, OD₅₁₀, and Brix of extracts of buckwheat during storage (After 120 days)

	OD ₆₁₅	Starch% (OD ₅₁₀)	Bx(%)	Storage(4°C)		Storage(25°C)	
				Condition	Precip.	Condition	Precip.
Control	3.767	0.062	0.29	Precip.(bead)	+++++	Precip.(bead)	++++
MD(DE10), 0.05%	4.188	0.082	0.34	Precip.(bead)	++++	Precip.(bead)	+++
MD(DE10), 0.1%	4.501	0.110	0.39	Precip.(bead)	++++	Precip.(bead)	+++
MD(DE4), 0.05%	5.035	0.122	0.33	Precip.(bead)	+++	Precip.(bead)	++
MD(DE4), 0.1%	6.451	0.193	0.37	Precip.(bead)	+++	Precip.(bead)	++
CD, 0.05%	3.698	0.061	0.33	Precip.(bead)	++	Precip.(fine)	++
CD, 0.1%	3.880	0.067	0.39	Precip.(bead)	++	Precip.(fine)	+
Mixed starch, 0.05%	7.146	0.131	0.31	Precip.(bead)	+	no	-
Mixed starch, 0.1%	8.272	0.146	0.32	Precip.(bead)	+	no	-

Precipitation(size, velocity) : +(fine, slowly), +++(medium, medium), +++++(large, fast).

MD : malto dextrin, CD : cyclodextrin.

정성이 높은 메밀 추출액은 OD₆₁₅ 값이 의미하는 Amylose성 전분 함량이 높음을 확인할 수 있었다. 반면 침전의 생성이 쉬운 메밀 추출물들은 Amylose성 전분 함량이 매우 낮은 수준이었다. 따라서 전분 함량이 제품의 안정성에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각되어 malto dextrin(DE10), malto dextrin(DE4), cyclodextrin 3종류의 dextrin과 혼합 전분 1종(corn starch 82% + potato starch 18%)을 사용하여 메밀 추출액의 침전에 미치는 영향을 확인하였다. 전체적으로 polysaccharide의 첨가는 120일이 경과한 시점에서 이상 침전이 상당히 개선됨을 확인할 수 있었고 brix는 침전과 직접적인 상관관계가 없었

다. Amylose성 전분 함량을 의미하는 OD₆₁₅ 값은 침전 생성과 관계가 있음을 확인할 수 있었다. 구조적으로 전분과 같이 branch를 갖거나 cyclodextrin과 같이 다른 물질을 포접하여 안정화시킬 수 있는 구조에서는 침전의 발생이 저하되고 안정된 상을 이루고 있음을 확인할 수 있었다. 메밀 추출액의 당화 효소 활성화는 추출액에 포함되어 있는 전분의 분해를 가속화시키고, 전분의 분해는 상 안정성을 깨트려 rutin이나 분해에 의한 소수성 물질에 의해서 유발하는 것으로 판단된다. 이러한 현상은 실험에 사용한 혼합 전분과 cyclodextrin 같은 전분류에 의해서 확인이 되었다. Dextrin에서는 구조가

단순한 것일수록 안정성이 적은 것을 확인하였다(Table 4).

요약 및 결론

이상 침전물의 일반 조성분 분석 결과, 정상 메밀 추출물과 비교하여 이상 침전물은 탄수화물과 지방이 현저히 높아진 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과로부터 이상 침전물은 어떠한 환경 변화에 의해 메밀 추출액에 존재하는 소수성 물질들이 구형의 형태로 응집하여 침전이 발생하는 것으로 해석되었다. 메밀의 선도에 따라 미생물의 오염 정도가 100 배 정도의 차이를 보였고, 미생물수가 1×10^4 (CFU/g) 이하인 선도가 양호한 메밀은 당화 효소 활성이 5 이하로 거의 없는데 비하여, 미생물수가 1×10^4 (CFU/g) 이상인 선도가 떨어지는 메밀은 당화 효소 활성이 57.94로 매우 높음을 확인할 수 있었다. 메밀의 침지 조건은 침지 온도가 냉수(15°C)보다는 메밀 자체의 당화 효소의 작용이 활성화되는 온도에서 침지 시간이 길어지는 경우에 침전 현상도 증가하였다. 전체적으로 전분의 첨가는 이상 침전이 상당히 개선됨을 확인할 수 있었고, 구조적으로 전분과 같은 branch를 갖거나 cyclodextrin과 같이 다른 물질을 포접하여 안정화시킬 수 있는 구조에서는 침전의 발생이 저하되고 안정된 상을 이루고 있음을 확인할 수 있었다. 혼합 전분의 첨가는 이상 침전을 상당히 개선할 수 있었다.

문헌

- AOAC (1995) *Official Methods Analysis* 15th edition. Association of official analytical chemists. Washington DC. USA.
- Choi YS, Kim BR, Jin LH, Lee BH, Shim TH, Lee SY (2000) *In vitro* screening of dietary factors on buckwheat(*Fagopyrum esculentum* Moench) influencing the regulation of blood pressure, glucose and cholesterol level. *J Korean*

Soc Food Nutr 29: 280-287.

- Griffith JQ, Couch JF, Lindauer MA (1944) Effect of rutin on increased capillary fragility in man. *Proc Soc Exp Biol Med* 55: 228-229.
- James U (1995) Buckwheat: the wonderful nutritional values of buckwheat. *Current Advances Buckwheat Research* 1027-1029.
- Kayashita J, Shimaoka I, Nakajoh M, Yamazaki M, Kato N (1997) Consumption of buckwheat protein lowers plasma cholesterol and raises fecal neutral sterols in cholesterol fed rats because of its low digestibility. *J Nutr* 127: 1395-1400.
- Lee JS, Park SJ, Sung KS, Han CK, Lee MH, Jung CW, Kwon TB (2000) Effect of germinated-buckwheat on blood pressure, plasma glucose and lipid levels of spontaneously hypertensive rats. *Korean J Food Sci Technol* 32: 206-211.
- Lee JS, Son HS, Maeng YS, Chang YK, Ju JS (1995) Effects of buckwheat on organ weight, glucose and lipid metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Nutr* 27: 819-827.
- Sayoko I, Toshiko Y, Tomomi M (1995) Minerals in buckwheat. *Current Advances Buckwheat Research* 789-792.
- Shibata S, Imal T, Chikubu S, Miyahara T (1979) The composition of buckwheat flour of various varieties and cultivated at various periods. *Rpt Natl Food Rs Inst* 34: 1-7.
- Xiping L, Xianqiong F (1995) Clinical effect of tartary buckwheat on senile hyperlipemia. *Current Advances Buckwheat Research* 947-950.
- Yoon SJ, Cho NJ, Na SH, Kim YH, Kim YM (2006) Development of optimum rutin extraction process from *Fagopyrum tataricum*. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 573-577.

(2006년 8월 24일 접수, 2006년 10월 24일 채택)