

알칼리제가 밀가루의 리올로지와 국수의 성질에 미치는 영향

김성곤 · 김흥래 · 방정범
단국대학교 식품영양학과

Effects of Alkaline Reagent on the Rheological Properties of Wheat Flour and Noodle Property

Sung-Kon Kim, Heung-Rae Kim and Jung-Bum Bang
Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

Abstract

The effects of sodium carbonate (Na), potassium carbonate (K) and their mixtures (Na/K=0.7-2.0) on pasting properties by amylograph and mixing properties by farinograph of wheat flour (9.45% protein), and of alkali mixtures (0.16%) on noodle property were examined. The concentrations of alkali used were 0.08%, 0.10% and 0.16% based on flour weight (14% mb). The salt (1.7%) and alkali decreased the initial pasting temperature but increased the amylograph peak viscosity. The peak viscosity increased with the increase of alkali concentration, but the mixing ratio at a fixed concentration had no effect on peak viscosity. The farinograph absorption decreased by salt, but the effect of salt diminished in the presence of alkali. The salt and alkali increased the farinograph stability, of which the former was more pronounced. The effect of alkali alone and mixtures in the presence of salt on amylograph and farinograph were essentially the same regardless the concentrations and mixing ratios. The yellowness and breaking force of dry noodle prepared with salt and alkali was higher than that prepared with salt only. The weight and volume gain of the optimum cooked noodle remained essentially constant, but the shear force and compression force were increased by the alkali.

Key words: noodle, rheology, wheat flour, alkaline reagent

서 론

밀가루 국수는 크게 한국식, 일본식과 중국식으로 나눌 수 있는데 한국식과 일본식 국수는 밀가루, 소금과 물을 이용하여 만드나 중국식은 소금 대신에 알칼리제(Kansui)를 사용한다. 우리나라의 라면에는 알칼리제가 0.17%(밀가루 무게 기준)정도 사용된다. 우리나라에서는 보통 탄산나트륨과 탄산칼륨의 1:1 혼합물이 쓰이나⁽¹⁾, 중국식 국수에는 가성소다, 탄산나트륨, 탄산칼륨 또는 이들의 혼합물(주로 탄산나트륨:탄산칼륨=9:1)이 쓰이며 그 사용 농도는 우리나라보다 매우 높다.

알칼리제가 밀가루 또는 밀가루 국수에 미치는 영향에 대한 연구는 아주 제한되어 있다. Dick들⁽²⁾은 중국식 생면을 대상으로 원료 배합비, 가공 공정 등을 연구하였고 Moss들⁽³⁾은 캔톤형(생면)의 국수를 대상

으로 알칼리제의 영향을 보고하였다. 정과 김⁽⁴⁾은 알칼리제가 라면용 밀가루의 리올로지 성질에 미치는 영향을, 신과 김⁽⁵⁾은 알칼리제가 건면에 미치는 영향을 연구하였다. 그러나 정과 김⁽⁴⁾ 그리고 신과 김⁽⁵⁾은 알칼리제로서 탄산나트륨과 탄산칼륨의 1:1 비율을 사용하고 농도도 0.17%만을 검토하였으므로 우리나라 국수의 경우 알칼리제의 역할을 이해하는 데는 한계가 있다.

이 연구에서는 알칼리제가 밀가루의 호화과 반죽성질에 미치는 영향을 중심으로 조사하고 국수의 성질에 미치는 영향을 보기 위하여 건면을 대상으로 건면의 색도와 파쇄력 그리고 삶은 국수의 무게증가와 압착력을 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재료

국수용 밀가루는 한국제분(주)에서 얻었으며 무표백 제품으로 수분함량은 14%, 단백질함량은 9.45%이었

Corresponding author: S. K. Kim, Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, San 8, Hannam-dong, Yongsan-ku, Seoul 140-714, Korea

다. 탄산나트륨과 탄산칼륨은 식품용으로서 (주)서도 화학에서 구하였고 소금은 시판 정제염을 사용하였다.

호화양상의 측정

밀가루의 호화양상은 비스코 아밀로그래프를 사용하여 Medcalf와 Gilles의 방법⁽⁵⁾으로 측정하였다. 시료 현탁액(12%, 수분 14% 기준) 500 ml를 25°C부터 92.5°C까지 분당 1.5°C로 가열하고, 92.5°C에서 15분간 유지시킨 다음 분당 1.5°C로 50°C까지 냉각시켰다. 아밀로그람으로부터 호화개시온도, 최고점도(P), 92.5°C에서 15분후의 점도(H), 냉각점도(C), 점도붕괴도(P-H), 전체 setback(C-P)를 구하였다. 호화개시 온도는 점도가 10 B.U.(Brabender Units)에 도달하는 온도 나타내었다.

소금과 알칼리제가 호화성질에 미치는 영향을 보기 위하여 여러 조합과 농도를 사용하였다(Table 1).

반죽성질의 측정

밀가루의 반죽성질은 파리노그래프를 사용하여 AACC방법⁽⁶⁾에 따라 측정하였다. 밀가루는 300 g(수분 14%기준)을 사용하였다. 파리노그래프로부터 흡수율, 반죽시간(dough development time), 안정도(stability), 반죽저항도(mechanical tolerance index), 반죽과괴시간(time to breakdown)을 구하였다.

소금과 알칼리제가 반죽성질에 미치는 영향을 보기 위한 농도는 Table 1과 같다.

국수의 제조

국수는 Otake제면기를 사용하여 신과 김⁽⁴⁾의 방법에 따라 제조하였다. 밀가루 (5 kg)에 소금(1.7%), 알칼리제(0.16%)와 물(33%)을 첨가하고 15분간 혼합 후 실온에서 15분간 방치한 다음 물 간격을 3.7 mm로 하여

한번 시팅하고, 물 간격 4 mm에서 면대를 복합하여 다시 시팅하여 실온에서 15분간 방치하였다. 이를 5단계 (3.7/2.9/2.0/1.6/1.3 mm)에 거쳐 두께를 점차 감소시키고 1.25 mm 너비로 절단하였다. 국수는 일정한 크기로 잘라 건조기에서 6.5시간 건조시켰다. 건조조건은 30°C(상대습도 60%)에서 50분, 40°C(상대습도 80%)에서 4시간 15분, 20°C(상대습도 70%)에서 1시간 25분이었다.

소금과 알칼리제는 미리 배합수에 녹여 사용하였다. 알칼리제는 탄산나트륨과 탄산칼륨을 일정비율로 섞어 그 비율이 0.7-2.0이 되도록 하고 각 조합의 0.16%(밀가루 무게기준)를 사용하였다.

국수의 색도측정

국수의 색도는 색차계(Color difference meter, model ND-1001DP, Nippon Denshoke Kagyo Co., Ltd., Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다. 국수는 40메쉬로 분쇄하여 측정하였고 3회 측정값의 평균값으로 나타내었다.

국수의 파쇄력 측정

국수 한가당의 파쇄력은 리오미터(R-UDJ-DM Rheometer, I & T Co., Ltd., Japan)를 사용하여 기록지 속도 분당 120 mm, 선반속도 분당 48 mm, 힘 400 g의 조건으로 측정하였다. 실험은 50회이상 반복하였다.

국수 조리성질의 분석

국수의 조리성질은 신과 김⁽⁴⁾의 방법에 따라 조사하였다. 국수를 6.5 cm의 길이로 자르고 20 g을 계속 끓고 있는 물(300 ml)에 넣고 3.5분간 조리후 조리에서 건져 1.5분간 방치한 다음 무게와 부피를 측정하였다. 부피는 미리 증류수 130 ml를 채운 250 ml 메스실린더에 국수를 넣고 증가하는 부피로부터 구하였다. 국수 20 g 자체의 부피는 17 ml이었다.

무게와 부피의 변화로부터 무게증가(g/g)와 부피증가(ml/ml)를 구하였으며 실험은 최소한 5회 이상 반복하였다.

삶은 국수의 텍스처 측정

국수를 앞에서와 같이 조리하고 흐르는 물에 6초간 냉각시킨 다음 1.5분간 방치하고 Struc-0-Graph(서독 브라벤드 회사 제품)을 이용하여 전단력과 압축력을 구하였다. 전단력(shear force)은 가로와 세로가 각각 3.4 cm, 높이 1.3 cm이며 직경 2 mm의 구멍을 2 mm 간격으로 뚫은 용기에 삶은 국수를 넣고, 가로와 세로

Table 1. Combination and concentrations of salt and alkaline reagent used for amylograph and farinograph studies

1. Wheat flour(WF)
2. WF + salt(S) (1.7%)
3. WF + potassium carbonate(K) (0.08, 0.10 and 0.16%)
4. WF + S + K (0.08, 0.10 and 0.16%)
5. WF + sodium carbonate(Na) (0.08, 0.10 and 0.16%)
6. WF + S + Na (0.08, 0.10 and 0.16%)
7. WF + (Na + K) (0.08, 0.10 and 0.16% of each ratio of Na/K = 0.7, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5, 2.0)
8. WF + S + (Na + K) (0.08, 0.10 and 0.16% of each ratio of Na/K = 0.7, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5, 2.0)

The concentrations of salt and alkali used are based on wheat flour weight (14% mb).

가 3.2 cm, 두께 6 mm의 플런저로 측정하였다. 삶은 국수의 압축력은 같은 플런저를 사용하여 국수 한가닥을 압축하는 최대힘으로 나타내었다.

기기의 조건의 cartridge 500 cmg, 전단력과 압축력 측정시 clearance는 0, 힘의 단위는 B.U.이었고 실험은 최소한 10회이상 반복하였다.

결과 및 고찰

호화성질

밀가루에 소금(1.7%), 탄산칼륨(0.16%)과 탄산나트륨(0.16%)을 첨가한 경우의 아밀로그람은 Fig. 1과 같다. 소금과 알칼리제는 최고점도를 증가시켰는데 그 정도는 탄산나트륨이 가장 현저하였고, 소금은 알칼리제보다는 효과가 적었다.

소금과 알칼리제의 농도별에 따른 아밀로그람의 결과는 Table 2와 같다. 소금은 호화개시 온도를 약간 감소시켰으며 점도는 증가시켰다. 정과 김⁽¹⁾ 그리고 신과 김⁽²⁾도 소금(1.7%)은 밀가루의 호화개시 온도에는 큰 영향을 주지 않으나 최고 점도는 증가시킨다고 하였다. 탄산칼륨과 탄산나트륨도 농도에 관계없이 호화개시 온도를 감소시켰으나 알칼리제의 농도에 따른 차이는 없었다. 한편 점도는 알칼리제에 의하여 증가하였는데 그 정도는 알칼리제의 농도가 증가 할수록 더욱 현저하였다. 동일한 농도에서는 탄산나트륨이 탄산칼륨보다 점도증가의 효과가 컸다. Dick들⁽³⁾은 밀가루에 소금 또는 탄산칼륨과 탄산나트륨을 0.5-3.0% 첨가했을 때 호화온도는 1%까지는 농도가 증가할수록 증가하였고 2%에서는 감소하였으나 최고점도는 농도증가에 따라 계속적으로 증가하였다고 보고하였다.

소금과 알칼리제를 동시에 첨가한 경우의 호화개시 온도는 소금만 첨가한 경우와 비슷하였다. 이러한 결과는 알칼리제가 호화개시 온도를 낮추는 효과가 소금에 의하여 가려진다는 것을 가리키는 것으로서 Dick들⁽²⁾의 보고와 같은 것이었다. 점도변화를 보면 알칼리제의 농도가 증가할수록 점도는 증가하였으나 알칼리제 사이의 차이는 크지 않았다.

알칼리제의 혼합비율에 따른 아밀로그람의 결과는 Table 3과 같다. 밀가루의 호화개시 온도는 알칼리제에 의하여 감소하였으나 알칼리제의 혼합비율이나 농도에는 영향을 받지 않는다. 그러나 소금의 존재시에는 호화개시 온도는 증가하여 소금 단독 또는 밀가루 자체의 호화개시온도와 비슷한 값을 보였다. 이러한 결과는 알칼리제를 단독으로 사용하는 경우(Table 2)와 비슷한 경향이었다. 따라서 이상의 결과는 탄산나

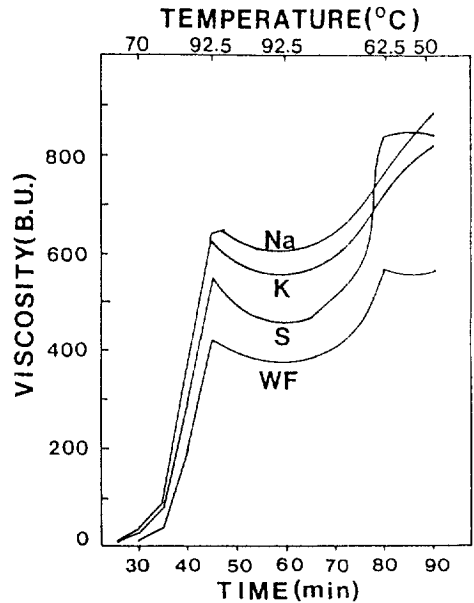


Fig. 1. Amylograms of wheat flour (WF) in the presence of salt (1.7%) (S), potassium carbonate (0.16%) (K) and sodium carbonate (0.16%) (Na)

Table 2. Effects of salt (S), potassium carbonate (K) and sodium carbonate (Na) on the pasting properties of wheat flour (12%, 14% mb)

| | Initial pasting temperature (°C) | Peak viscosity (B.U.) | 15-min height (B.U.) | Cold viscosity (B.U.) |
|---------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Wheat flour | 67.0 | 420 | 380 | 560 |
| With S(1.7%) | 65.5 | 530 | 480 | 850 |
| With K | | | | |
| 0.08% | 62.5 | 520 | 480 | 710 |
| 0.10% | 62.5 | 540 | 490 | 740 |
| 0.16% | 62.5 | 625 | 560 | 800 |
| With Na | | | | |
| 0.08% | 62.5 | 540 | 480 | 730 |
| 0.10% | 62.5 | 600 | 540 | 760 |
| 0.16% | 64.0 | 605 | 610 | 860 |
| With S(1.7%) and K | | | | |
| 0.08% | 66.2 | 605 | 545 | 900 |
| 0.10% | 65.5 | 650 | 580 | 930 |
| 0.16% | 65.5 | 680 | 605 | 910 |
| With S(1.7%) and Na | | | | |
| 0.08% | 66.2 | 615 | 560 | 800 |
| 0.10% | 65.5 | 650 | 600 | 860 |
| 0.16% | 65.5 | 700 | 655 | 970 |

트륨 또는 탄산칼륨은 밀가루의 호화개시온도를 낮추나(Table 2), 이들 알칼리제를 혼합하여 사용하면 호화개시온도는 다소 증가하며(Table 3), 소금의 존재시에는 알칼리제 단독 또는 혼합에 관계없이 알칼리제는 호화개시온도에 영향을 주지 않는다는 것을 가리킨

Table 3. Effects of mixing ratios of sodium carbonate (Na) to potassium carbonate (K) on the amylogram properties of wheat flour (12%, 14% mb)

| Ratio (Na/K) | Concentration (%) | Initial pasting temperature (°C) | | Breakdown ¹⁾ (B.U.) | | Total setback ²⁾ (B.U.) | |
|--------------|-------------------|----------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|
| | | without salt | with salt | without salt | with salt | without salt | with salt |
| 0.7 | 0.08 | 64.0 | 67.0 | 50 | 50 | 165 | 285 |
| | 0.10 | 64.0 | 65.5 | 50 | 55 | 170 | 215 |
| | 0.16 | 64.0 | 65.5 | 60 | 60 | 170 | 210 |
| 0.8 | 0.08 | 64.0 | 67.0 | 50 | 50 | 140 | 285 |
| | 0.10 | 64.0 | 65.5 | 50 | 60 | 180 | 205 |
| | 0.16 | 64.0 | 65.5 | 60 | 60 | 180 | 210 |
| 1.0 | 0.08 | 64.0 | 65.5 | 50 | 55 | 160 | 350 |
| | 0.10 | 64.0 | 65.5 | 60 | 70 | 160 | 300 |
| | 0.16 | 64.0 | 65.5 | 60 | 45 | 200 | 225 |
| 1.2 | 0.08 | 64.0 | 64.7 | 50 | 60 | 150 | 280 |
| | 0.10 | 64.0 | 64.7 | 60 | 70 | 140 | 230 |
| | 0.16 | 64.0 | 65.5 | 60 | 70 | 210 | 200 |
| 1.5 | 0.08 | 64.0 | 64.7 | 50 | 65 | 160 | 260 |
| | 0.10 | 64.0 | 65.5 | 60 | 70 | 180 | 260 |
| | 0.16 | 64.0 | 65.5 | 60 | 70 | 205 | 180 |
| 2.0 | 0.08 | 63.2 | 65.5 | 60 | 65 | 160 | 270 |
| | 0.10 | 63.2 | 65.5 | 55 | 70 | 165 | 230 |
| | 0.16 | 64.0 | 67.0 | 60 | 80 | 210 | 170 |

¹⁾Peak Viscosity minus 15-min height.

²⁾Cold viscosity minus peak viscosity.

다. 이러한 결과는 정과 김⁽¹⁾ 그리고 신과 김⁽⁴⁾의 보고와 같은 것이었다. 아밀로그람의 점도붕괴도는 알칼리제의 첨가에 의하여 밀가루 자체의 값(Table 2)보다는 약간 높은 값을 보였으나 혼합비율이나 농도에는 영향을 받지 않았다. Total setback은 알칼리제만을 첨가하는 경우에는 농도 0.10%이하에서는 알칼리제의 혼합비율에 관계 없이 비슷하였으나 0.16%에서는 혼합비율 1.2까지 증가하는 경향을 보였다(Table 3). 그러나 소금과 알칼리제가 동시에 존재할 때 total setback은 알칼리제의 혼합비율에 관계없이 알칼리제의 농도가 증가할 수록 감소하는 경향을 보였다.

알칼리제의 혼합비율에 따른 아밀로그람의 최고점도의 변화는 Fig. 2와 같다. 알칼리제의 농도 0.08%에서의 최고점도는 혼합비율에 관계없이 일정하였으나, 농도 0.10%에서는 혼합비율 1.0까지 증가하고 그 이상에서는 일정한 값을 보였다. 한편 농도 0.16%에서는 혼합비율 0.7-1.5까지는 최고점도에 변화가 없었고 혼합비율 2.0에서 약간 증가하였다. 소금과 알칼리제가 동시에 존재할 때의 최고점도는 크게 증가하였으나 알칼리제만 존재할 때와는 그 변화 양상이 달랐다. 알칼리제의 농도 0.08%에서는 혼합비율 1.2와 1.5에서 최고점도는 가장 큰 값을 보였으며, 농도 0.10%에서는 혼합비율에 따른 차이를 보이지 않았으며 알칼리제만 0.16% 첨가하는 경우와 같은 값을 보였다. 그

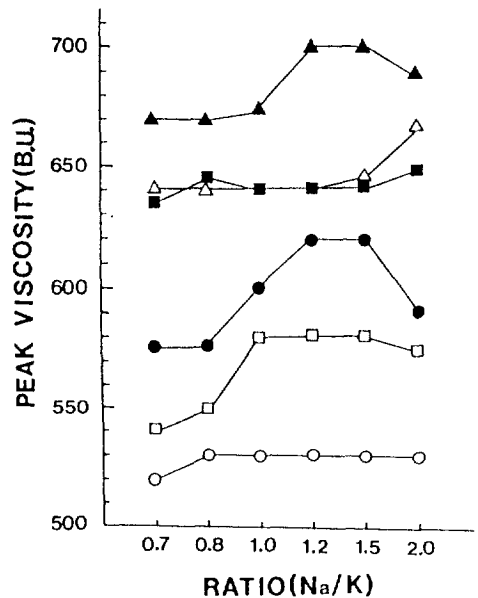


Fig. 2. Effects of concentrations of alkaline reagent on peak viscosity of wheat flour in the absence (open) and presence (closed) of salt (1.7%) Na=sodium carbonate, K=potassium carbonate, ○=0.08%, □=0.10%, △=0.16%.

러나 알칼리제의 농도 0.16%에서의 최고점도는 혼합비율 0.7-1.0에서는 비슷한 값이었으나 혼합비율 1.2-

1.5에서 가장 높은 값을 보였다.

우리나라에서는 알칼리제로서는 탄산나트륨과 탄산칼륨의 1:1 혼합염이 쓰이므로 이를 대상으로 소금의 존재시 농도별로 조사한 최고점도는 0.08%에서 600 B.U., 0.10%에서 640 B.U., 0.12%에서 650 B.U., 0.14%에서 660 B.U., 0.16%에서 670 B.U.이었다. 따라서 0.10% 이상에서의 최고점도는 알칼리제의 농도가 0.02% 증가함에 따라 약 10 B.U.정도씩 증가하였다. 농도별 최고점도는 소금존재하에 알칼리제를 단독으로 사용한 경우 (Table 2)와 비슷하였다. 탄산나트륨과 탄산칼륨의 1:1 혼합염만을 사용한 경우의 최고점도는 농도 0.08%에서 530 B.U., 0.10%에서 580 B.U., 0.16%에서 640 B.U.로서 (Fig. 2), 탄산나트륨과 탄산칼륨만을 사용했을 때의 최고점도 값 (Table 2)의 합의 평균 값과 비슷한 값이었다. 이러한 결과는 알칼리제 1:1 혼합염의 농도에 따른 최고점도는 각각의 알칼리제의 최고점도로부터 예측할 수 있음을 가리킨다.

반죽성질

알칼리제의 농도에 따른 파리노그램의 결과는 Table 4와 같다. 소금은 흡수율을 1.4%, 알칼리제는 0.4-0.7% 감소하였다. 정과 김⁽¹⁾ 그리고 신과 김⁽⁴⁾도 소금 (1.7%)은 국수용 밀가루의 흡수율을 1%정도 감소한다고 하여 본 실험과 같은 결과를 보였다. Salovaara⁽²⁾는 밀가루의 흡수율은 소금 2% 첨가에 의하여 감소한다고 하였다. Hlynka⁽⁸⁾는 소금을 1%와 2% 첨가했을 때 60%의 흡수율을 가진 밀가루 반죽의 점조도는 각각

70과 90 B.U.정도 감소한다고 하였다. Tanaka들⁽⁹⁾도 비슷한 결과를 보고하였다. 신과 김⁽⁴⁾은 소금에 의한 밀가루의 흡수율 감소 정도는 밀가루의 종류에 따라 차이를 보인다고 하였다. 소금과 알칼리제가 동시에 존재할 때의 흡수율은 알칼리제만을 첨가했을 때와 같은 값을 보인다. 이러한 결과는 소금이 흡수율에 미치는 영향이 알칼리제에 의하여 사라짐을 가리킨다. 파리노그램의 도달시간은 소금과 알칼리제에 의하여 크게 영향을 받지 않았으나 소금은 반죽시간을 증가시켰다 (Table 4). 반죽시간은 알칼리제에 의하여는 영향을 받지 않았으나 소금과 알칼리제가 동시에 존재할 때는 크게 증가하였다. 반죽의 안정도와 반죽과괴 시간은 소금 또는 알칼리제에 의하여 크게 증가하였고 이에 따라 반죽저항도는 감소하였다. 전체적으로 보아 소금과 알칼리제는 반죽을 강화시켰으며 알칼리제 사이에는 큰 차이를 보이지 않았고 알칼리제의 농도에 따른 차이도 없었다. 소금에 의한 반죽시간의 증가는 여러 연구자들^(1,2,4,10,11)에 의하여도 보고되어 있다. Dick들⁽²⁾은 탄산칼륨과 탄산나트륨의 농도를 0.3%에서 1.0%로 증가시킬 때 반죽시간은 처음에는 증가하다가 감소하였으며 1.0%이상에서는 반죽시간이 감소하는 커브를 보인다고 하였다. 또한 Dick들⁽²⁾은 소금과 탄산나트륨이 파리노그램에 미치는 영향에서 알칼리제가 주된 역할을 하여 소금의 역할을 감소시킨다고 하였는데 이것은 Table 4의 결과와 잘 부합하는 것이었다.

알칼리제의 혼합비율과 농도에 따른 파리노그램의

Table 4. Effects of salt (S), potassium carbonate (K), and sodium carbonate (Na) on the fariongraph properties of wheat flour

| | Absorption (%) | Arrival time (sec) | Dough development time (min) | Stability (min) | Mechanical tolerance index (B.U.) | Time to breakdown (min) |
|---------------------|----------------|--------------------|------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Wheat flour | 57.5 | 50 | 2.5 | 7.0 | 50 | 6.0 |
| With salt(1.7%) | 56.1 | 55 | 3.5 | 20.0 | 20 | 8.5 |
| With K | | | | | | |
| 0.08% | 57.1 | 45 | 2.5 | 11.0 | 25 | 8.0 |
| 0.10% | 56.8 | 60 | 2.5 | 11.5 | 20 | 8.5 |
| 0.16 | 56.8 | 60 | 2.5 | 11.5 | 20 | 9.5 |
| With Na | | | | | | |
| 0.08% | 56.8 | 55 | 2.5 | 11.5 | 20 | 9.0 |
| 0.10% | 57.0 | 60 | 2.5 | 12.5 | 20 | 9.5 |
| 0.16 | 57.0 | 50 | 2.5 | 12.0 | 20 | 9.5 |
| With S(1.7%) and K | | | | | | |
| 0.08% | 56.9 | 65 | 6.0 | 17.0 | 25 | 11.5 |
| 0.10% | 56.8 | 65 | 6.0 | 17.5 | 25 | 11.5 |
| 0.16% | 56.8 | 60 | 6.0 | 17.0 | 30 | 11.0 |
| With S(1.7%) and Na | | | | | | |
| 0.08% | 56.8 | 60 | 6.0 | 17.5 | 25 | 11.0 |
| 0.10% | 56.9 | 65 | 6.0 | 17.0 | 25 | 11.5 |
| 0.16 | 57.3 | 60 | 6.0 | 17.0 | 25 | 10.5 |

Table 5. Effects of mixing ratios of sodium carbonate (Na) to potassium carbonate (K) on the farinograph properties of wheat flour

| Ratio (Na/K) | Concentration (%) | Absorption (%) | | Arrival time (sec) | | Dough development time (min) | | Mechanical tolerance index (B.U.) | |
|--------------|-------------------|----------------|-----------|--------------------|-----------|------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| | | without salt | with salt | without salt | with salt | without salt | with salt | without salt | with salt |
| 0.7 | 0.08 | 56.6 | 56.6 | 50 | 60 | 2.5 | 5.0 | 20 | 20 |
| | 0.10 | 56.8 | 56.6 | 55 | 60 | 2.5 | 6.0 | 20 | 30 |
| | 0.16 | 56.7 | 56.9 | 55 | 55 | 2.5 | 6.0 | 20 | 30 |
| 0.8 | 0.08 | 56.6 | 56.5 | 60 | 60 | 2.5 | 6.0 | 25 | 25 |
| | 0.10 | 56.9 | 56.6 | 50 | 55 | 2.0 | 6.0 | 30 | 25 |
| | 0.16 | 56.8 | 57.0 | 50 | 60 | 2.0 | 6.5 | 20 | 30 |
| 1.0 | 0.08 | 56.5 | 56.4 | 60 | 60 | 2.5 | 6.0 | 20 | 20 |
| | 0.10 | 56.9 | 56.6 | 60 | 60 | 2.5 | 6.5 | 25 | 20 |
| | 0.16 | 56.8 | 57.0 | 55 | 60 | 2.5 | 6.0 | 20 | 20 |
| 1.2 | 0.08 | 56.5 | 56.4 | 50 | 50 | 2.5 | 6.5 | 25 | 20 |
| | 0.10 | 57.0 | 56.6 | 55 | 50 | 2.0 | 6.0 | 20 | 25 |
| | 0.16 | 56.9 | 56.9 | 50 | 55 | 2.5 | 6.5 | 20 | 25 |
| 1.5 | 0.08 | 56.4 | 56.3 | 50 | 55 | 2.5 | 6.5 | 20 | 30 |
| | 0.10 | 57.0 | 56.7 | 55 | 60 | 2.5 | 6.0 | 20 | 30 |
| | 0.16 | 56.7 | 56.8 | 50 | 60 | 2.5 | 6.0 | 20 | 30 |
| 2.0 | 0.08 | 56.2 | 56.2 | 50 | 60 | 2.5 | 6.5 | 20 | 25 |
| | 0.10 | 57.0 | 56.7 | 60 | 55 | 2.5 | 6.0 | 20 | 30 |
| | 0.16 | 56.6 | 56.7 | 50 | 50 | 3.0 | 6.0 | 20 | 30 |

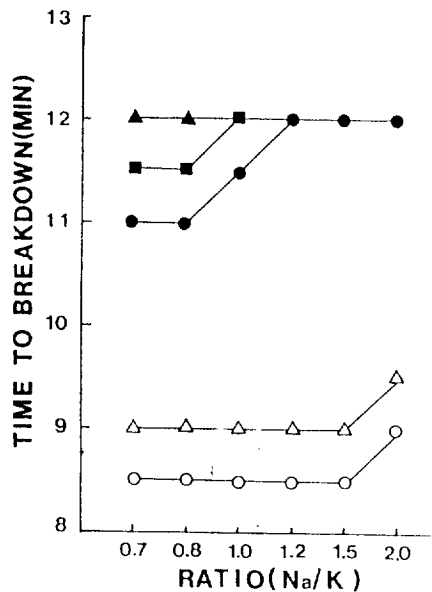
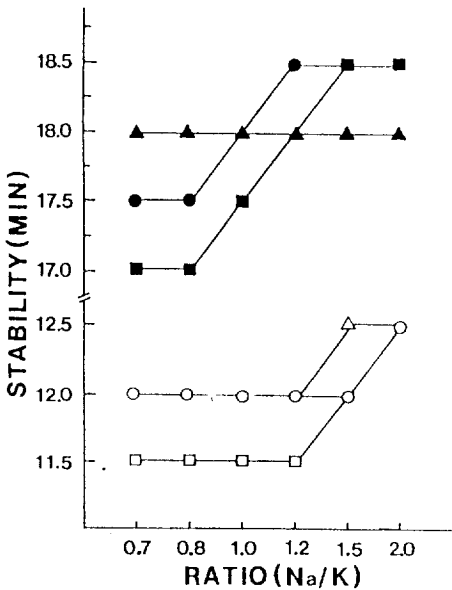


Fig. 3. Effects of concentration of alkaline reagents on stability of wheat flour in the absence (open) and presence (closed) of salt (1.7%) Na=sodium carbonate, K=potassium carbonate, ○=0.08%, □=0.10%, △=0.16%.

Fig. 4. Effects of concentrations of alkaline reagents on time to breakdown of wheat flour in the absence (open) and presence (closed) of salt (1.7%) Na=sodium carbonate, K=potassium carbonate, ○=0.08%, □=0.10%, △=0.16%.

특성 값은 Table 5와 같다. 흡수율은 알칼리제의 혼합 비율과 농도에 관계없이 차이를 보이지 않았으며 소금의 존재시에도 영향을 받지 않았다. 이러한 결과는 앞의 Table 4와 같은 것으로서 정과 김⁽¹⁾ 그리고 신과

김⁽²⁾도 비슷한 결과를 보고하였다. 파리노그램의 도달 시간, 반죽시간, 반죽저항도 알칼리제의 혼합비율과 농도에 따른 차이를 보이지 않았으나 반죽시간만은 소금의 존재시 크게 증가하였다.

파리노그램의 안정도는 Fig.3과 같이 알칼리제의 혼합비에 의하여 증가하였으며 소금의 존재시에는 더욱 증가하였다. 알칼리제의 혼합비율이 안정도에 미치는 영향은 농도에 따라 다른 경향을 보였으나 농도 0.16%에서는 혼합비율에 따른 차이를 보이지 않았다. 반죽과괴시간의 경우 알칼리제의 혼합비율과 농도에 따른 차이는 없었으며, 소금의 존재시 알칼리제 단독에서 보다 2-3분 높은 값을 보였다(Fig. 4). 정과 김⁽¹⁾은 알칼리의 1:1혼합비를 0.17% 사용한 경우 반죽의 안정도와 반죽과괴시간은 크게 증가한다고 보고하여 본 실험 결과와 같은 경향을 보였다.

국수의 성질

알칼리제의 혼합비율을 달리하여 만든 건면의 색도와 파쇄력은 Table 6과 같다. 명도와 적색도는 소금만 첨가한 대조구보다 소금과 알칼리제를 첨가한 경우 약간 감소하였으며 알칼리제의 혼합비율에 따른 차이는 없었다. 그러나 황색도는 알칼리제에 의하여 증가하였다. 건면의 파쇄력은 알칼리제에 의하여 증가하였으며 알칼리제의 혼합비율 1.0%까지 증가하다가 그 이상에서는 감소하였고 혼합비율 2.0에서 다시 증가하였다. 신과 김⁽⁴⁾도 소금과 알칼리제로 만든 건면의 파쇄력은 소금만 사용한 경우보다 높다고 하였다.

삶은 국수의 무게와 부피증가 정도는 알칼리제의 혼합비율 1.0%이상에서 약간 감소하는 경향이 있었으며 혼합비율 2.0에서는 대조구와 비슷한 값을 보였다(Table 7). 한편 삶은 국수의 절단력과 압착력은 알칼리제에 의하여 증가하였으며, 알칼리제의 혼합비율 1.0까지 증가하다가 그 이상에서는 감소하였다(Table 7). 신과 김⁽⁴⁾도 삶은 국수의 절단력은 알칼리제에 의하여 증가한다고 하였다.

삶은 국수의 성질은 아밀로그래프와 파리노그래프의 특성값 그리고 건면의 파쇄력과는 상관관계를 보이지 않아 삶은 국수의 이러한 성질은 아밀로그래프나 파리노그래프의 지표로는 설명될수 없음을 가리킨다. 김과 정⁽¹²⁾은 단백질 함량이 9.12-9.78%인 라면의 경우 4분 조리후의 무게와 부피는 아밀로그래프의 최고점도와는 정의 상관, 파리노그래프의 지표와는 부의 상관을 보인다고 하였다. Lee⁽¹³⁾은 밀가루의 아밀로그래프의 최고 점도는 10분간 삶은 국수의 부드러움과 전체적인 기호도와 정의 상관을 갖는다고 하였다. Oda⁽¹⁴⁾은 일본국수(우동)의 식미와 아밀로그래프의 특성값과의 상관성을 보고하였다. Oh^(15,16)도 Instron Universal Testing Machine을 사용했을 때 삶은 국수 세가닥의 절단강도는 국수발의 관능적 경도와,

Table 6. Color and breaking force of dry noodle

| | Color | | | Breaking force (g) |
|-------------|-------|-----|-----|--------------------|
| | L | a | b | |
| Control | 88.5 | 0.7 | 6.4 | 11.8±1.2 |
| With alkali | | | | |
| 0.7 | 87.4 | 0.5 | 8.1 | 13.4±1.9 |
| 0.8 | 87.2 | 0.5 | 8.1 | 13.8±2.2 |
| 1.0 | 86.5 | 0.5 | 8.1 | 16.1±3.0 |
| 1.2 | 86.7 | 0.5 | 7.9 | 15.3±1.8 |
| 1.5 | 86.8 | 0.5 | 7.9 | 15.0±2.0 |
| 2.0 | 87.7 | 0.5 | 7.9 | 18.3±2.2 |

Control was prepared with salt (1.7%) and alkali noodle was prepared with salt and mixture of sodium carbonate (Na) and potassium carbonate (K) (0.16%). The mixing ratios of Na/K were 0.7-2.0.

Table 7. Properties of cooked noodles

| | Weight gain (g/g) | Volume gain (g/g) | Shear force (B.U.) | Compression force (B.U.) |
|-------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------------|
| Control | 2.24 | 2.73 | 535.8 | 59.5 |
| With alkali | | | | |
| 0.7 | 2.23 | 2.73 | 544.2 | 61.8 |
| 0.8 | 2.23 | 2.70 | 547.6 | 62.3 |
| 1.0 | 2.20 | 2.70 | 554.7 | 65.5 |
| 1.2 | 2.16 | 2.64 | 552.8 | 64.5 |
| 1.5 | 2.17 | 2.66 | 547.5 | 63.6 |
| 2.0 | 2.23 | 2.71 | 538.1 | 60.6 |

압착저항과 회복율은 관능적 씹힘성과 정의 상관을 보인다고 하였다. 그러나 Nagao⁽¹⁷⁾은 일본 국수의 경우 관능 평가를 대신할 수 있는 기계적 측정법의 이용 가능성은 부정적이라고 하였다.

삶은 국수의 무게증가는 부피증가와 정의 상관($r=0.9452$)을 보였는데 이러한 결과는 정과 김⁽¹⁾ 그리고 신과 김⁽⁴⁾에 의해서도 보고되어 있다. 또한 국수 20 g을 사용하여 측정한 절단력과 한가닥을 사용하여 측정한 압착력은 높은 상관관계($r=0.9775$)를 보여, 국수발의 텍스처 측정에는 국수 한가닥으로도 가능함을 나타내고 있다.

요 약

탄산나트륨, 탄산칼륨과 이들의 혼합염(탄산나트륨/탄산칼륨=0.7-2.0)이 밀가루의 아밀로그래프에 의한 호화성질과 파리노그래프에 의한 반죽성질을 조사하였다. 알칼리제 혼합염(0.16%)이 국수의 성질에 미치는 영향도 아울러 검토하였다. 소금(0.17%)과 알칼리는 아밀로그래프의 호화개시 온도를 감소시켰고 최고 점도를 증가시켰으며 그 효과는 탄산나트륨이 가장

현저하였다. 최고점도는 알칼리의 농도가 증가할수록 증가하였고 동일한 농도에서는 혼합비율에 따른 차이는 없었다. 파리노그래프의 흡수율은 소금에 의하여 감소되었고 알칼리제에는 영향을 받지 않았으나 소금과 알칼리제가 동시에 존재할 때는 소금의 효과가 감소하였다. 소금과 알칼리제는 반죽의 안정도를 크게 증가시켰으며 소금의 효과가 더욱 뚜렷하였다. 그러나 소금의 존재시 알칼리제 단독 또는 혼합 사용하였을 때는 농도에 관계없이 알밀로그람과 파리노그램 특성값은 큰 차이를 보이지 않았다. 알칼리제 혼합염의 첨가에 따라 건면의 황색도와 파쇄력이 증가하였고 파쇄력은 혼합비율 1.0에서 가장 큰 값을 보였다. 삶은 국수의 경우 무게와 부피증가 정도는 알칼리제 혼합염의 첨가에 따라 큰 변화가 없었으나 전단력과 압착력은 혼합비율 1.0에서 가장 높은 값을 보였다.

감사의 글

이 논문은 1994년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

문헌

1. Chung, G.S. and Kim, S.K.: Effects of salt and alkaline reagent on rheological properties of instant noodle flour differing in protein content. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 192 (1991)
2. Dick, J.W., Shelke, K., Holm, Y. and Loo, K.S.: The effect of wheat flour quality, formulation and processing on Chinese wet noodle quality. Department of Cereal Science and Food Technology, North Dakota State University, Fargo, U.S.A. (1986)
3. Moss, H.J., Miskelly, D.M. and Moss, R.: The effect of alkaline conditions on the properties of wheat flour dough and Cantonese-style noodle. *J. Cereal Sci.*, **4**, 261 (1986)
4. 신승녕, 김성곤: 미국밀과 호주밀의 제면성 비교. 한국 식품과학회지, **25**, 232 (1993)
5. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Effect of a lyotropic ion series on the pasting characteristics of wheat and corn starches. *Stärke*, **18**, 101 (1966)
6. American Association of Cereal Chemists: *Approved Method of the AACC*. The Association, St. Paul, MN (1983)
7. Salovaara, H.: Effect of partial sodium chloride replacement by other salt on wheat dough rheology and breadmaking. *Cereal Chem.*, **59**, 422 (1982)
8. Hlynka, I.: Influence of temperature, speed of mixing and salt on some rheological properties of dough in the farinograph. *Cereal Chem.*, **39**, 286 (1961)
9. Tanaka, K., Furukawa, K. and Matsumoto, H.: The effect of acid and salt on the farinogram and extensogram of dough. *Cereal Chem.*, **44**, 675 (1967)
10. Galal, A.M., Variario-Marston, E. and Johnson, J.A.: Rheological dough properties as affected by organic acids and salt. *Cereal Chem.*, **55**, 683 (1978)
11. Harinder, K. and Bains, G.S.: High α -amylase flours: Effect of pH, acid and salt on the rheological properties of dough. *Cereal Chem.*, **67**, 588 (1990)
12. Chung, G.S. and Kim, S.K.: Effects of wheat flour protein contents on Ramyon(deep-fried instant noodle) quality. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 649 (1991)
13. Lee, C.H., Gore, P.J., Lee, H.D., Yoo, B.S. and Hong, S.H.: Utilization of Australian wheat for Korean style dried noodle making. *J. Cereal Sci.*, **6**, 283 (1987)
14. Oda, M., Yasuda, Y., Ozakaki, S., Yamauchi, Y. and Yokoyama, Y.: A method of flour quality assessment for Japanese noodles. *Cereal Chem.*, **57**, 253 (1980)
15. Oh, N.H., Seib, P.A., Deyoe, C.W. and Ward, A.B.: Noodles. I. Measuring the textural characteristics of cooked noodles. *Cereal Chem.*, **60**, 433 (1983)
16. Oh, N.H., Seib, P.A., Deyoe, C.W. and Ward, A.B.: Noodles. II. The surface firmness of cooked noodles from soft and hard wheat flours. *Cereal Chem.*, **62**, 431 (1985)
17. Nagao, S., Imai, S., Sato, T., Kaneko, Y. and Otsubo, H.: Quality characteristics of soft wheats and their use in Japan. 1. Methods of assessing wheat suitability for Japanese products. *Cereal Chem.*, **53**, 988 (1976)

(1995년 8월 7일 접수)