

감자전분 함량이 라면의 물성에 미치는 영향

송정민 · 신승녕* · 박해룡** · 유병승†

동국대학교 식품공학과

*한국관광대학 제파제빵과

**동원산업(주)

Effect of Potato Starch Content on Physical Properties of *Ramyon*

Jung-Min Song, Soong-Nyong Shin*, Hea-Ryong Park** and Byoungseung Yoo†

Dept. of Food Science and Technology, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

*Korea Tourism College, Incheon 467-840, Korea

**Dongwon Industries Co., Ltd., Seoul 135-270, Korea

Abstract

The physical properties of *ramyon* made of potato starch at various levels (12, 14, 16%) were investigated to find out the effect of potato starch on *ramyon* quality. The higher starch content in dough, the higher water content after steaming and the lower moisture content after deep frying. As the starch content increased, the magnitudes of extrusion work of cooked *ramyon* and capillary viscosity of *ramyon* soup increased but the starting temperature of gelatinization decreased. There was a good correlation ($R^2=0.99$) between extrusion work and capillary viscosity. Firmness and chewiness values measured by texture analyser decreased with increase in starch content while tenderness and overall texture preference evaluated by sensory analysis increased.

Key words: *ramyon*, potato starch, physical property, texture, viscosity

서 론

면류 가공에 있어서 주재료는 밀가루와 전분이며, 이와 같은 이유로 면류의 물리적 특성을 파악하고 개선하기 위해 밀가루와 전분의 특성을 연구하는 노력이 계속 진행되고 있다. 전분에 관한 대부분의 연구들 중에는 전분의 특성이 alkaline Cantonese와 같은 면 종류에서는 면의 조직감 또는 색깔에 큰 영향을 미치지 않기 때문에 그 중요성이 크지 않다고 보고한 연구논문(1)도 있으나, Shirao와 Moss(2) 그리고 Miskelly와 Moss(3)의 연구 등에서는 면류에서 전분에 의한 조직감, 색깔 및 기호도의 차이를 보고함으로써 그 특성의 중요성을 설명하고 있다. 최근에는 여러 연구논문(4-6)에서 flour swelling volume(FSV)과 레올로지 특성을 분석함으로써 전분 조성의 중요성을 입증했으며, alkaline noodles에서 관능적 특성들과 사용된 밀가루의 반죽상 특성간의 상관관계가 매우 주목할 만하다고 보고하고 있다 이와 같은 연구들은 주로 일반 면류에 있어서의 전분 역할을 보고하고 있으며, 아직까지 라면 제조시 첨가되는 전분이 라면의 품질 특성에 미치는 영향에 대해서는 보고된 바가 없다.

라면은 밀가루에 전분, 소금, 알칼리제를 넣고 증자하고 튀겨서 만든 식품으로서 이는 우리나라에서 밀가루를 이용해

만드는 가공식품 중 주를 이루고 있다. 라면은 1963년 국내에 첫선을 보인 이래로 계속해서 그 소비량이 증가하고 있으며, 특히 1988년 이후부터 라면의 고품질화에 주력하고 있어(7) 그에 따른 여러 가지 라면 성질에 대한 연구가 이루어져 왔다. 지금까지 우리나라에서의 라면 연구는 라면 제조 시 쓰이는 유지(8,9)와 라면의 산패 안정성(10) 및 저장성(11-13), 튀김온도와 시간에 대한 연구(14), 그리고 밀가루 단백질 함량에 따른 라면의 성질에 대한 연구(15,16) 등이 보고되고 있으나 전분에 의한 라면의 물성에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. Kubomura(17)의 연구에 의하면 낮은 온도에서 호화하는 전분이 조직감이 좋은 라면을 만드는데 중요한 역할을 하는 것으로 나타났으나 전분량 또는 전분 종류에 따른 라면 물성의 차이는 보고하고 있지 않다.

라면 제조에 주로 사용되는 전분 원료로는 감자 전분, 쌀 전분, 옥수수 전분, 타피오카 전분 등이 주로 사용되고 있으며(17), 특히 이들 전분은 호화 속도가 빠르고 높은 점도를 계속 유지시킬 수 있는 성질이 있어 라면의 구조 및 조직 개선 등 물리적 성질에 중요한 역할을 한다(18).

따라서 본 연구에서는 여러 전분원료 중 상업적으로 주로 사용되는 감자전분을 사용하여 전분함량에 따른 라면의 물리적 특성의 변화를 여러 물리적 측정방법을 사용하여 파악

†Corresponding author. E-mail: bsyoo@dgu.ac.kr
Phone: 82-2-2260-3368, Fax: 82-2-2264-3368

하고자 한다.

재료 및 방법

재료

라면 제조에 사용된 밀가루는 시판 라면용 밀가루(대선제분(주))를 사용하였다. 밀가루의 조단백질, 조회분 및 수분함량은 Jang 등(19)과 AOAC(20)방법에 의해 측정되었으며 이들은 각각 8.4%, 0.4%, 12.7%으로 나타났다. 실험에 사용된 전분은 감자전분(NS450, Avebe, Netherlands)을 사용하였으며, 소금은 시판 정제염, 알칼리제는 식품 첨가물인 탄산나트륨과 탄산칼륨의 1:1 혼합물을 각각 사용하였다.

라면제조

라면은 한국제과 고등기술학교의 라면제조 pilot plant에서 제조되었다. 라면제조 기본원료 배합 비율은 밀가루를 기준으로 하여, 시료 별로 감자 전분을 각각 0, 12, 14, 16% 첨가하였으며, 소금은 1.75%, 알칼리는 0.17%를 첨가하였다. 또한 배합 수를 조절하여 모든 시료의 반죽수분을 35%로 일정하게 하였다. 기본적인 배합 비율은 Kim과 Lee 등(14)의 라면 제조배합 비율을 기준으로 하였다. 우선 밀가루와 전분을 혼합기에 넣고 건조 상태로 5분간 혼합한 후, 소금과 알칼리를 녹인 배합 수를 넣고 15분간 반죽하였다. 라면반죽은 20분간 휴지시킨 후 면대를 형성하여 복합하였으며, 5단 연속 롤을 통과시켰다. 이때의 두께는 1.3 mm이었다. 5번째 roller에서 성형된 면을 225초간 80°C 증기로 쪄 후 약 120 g이 되도록 절단하여 4구가 한 세트인 사각틀에 담아 뚜껑을 덮고 140°C의 팜유((주)서울하인즈)에서 75초간 튀겼다. 라면제조 공정도는 Fig. 1과 같다. 각 공정 중 시료의 수분함량변화를 측정하기 위하여 반죽, 면대, 증자후의 면가닥 그리고 튀김 후의 면을 각각 채취하여 105°C 건조법으로 측정하였다.

Cooking loss property 측정

Cooking loss 측정 실험은 끓는 물 600 mL에 시료 20 g을 넣고 11분간 삶은 후 면 가닥을 완전히 건져낸 다음 국물은 계속 끓여 주어 수분을 완전히 증발시켰다(21). Cooking loss는 수분이 완전히 증발한 이후의 비이커 무게와 원래의 비이커 무게 차이에 대한 측정 시료 20 g과의 비율로 결정하였다

층밀립 압출실험(shear extrusion test)에 의한 조직감 측정

층밀립 압출실험은 Yoo와 Lee(22)가 제시한 방법에 의해 수행되었다 끓는 물 300 mL에 라면 15 g을 넣어 4분 동안 삶은 다음 30초간 식힌 라면을 측정시료로 하였으며 이들 시료를 test cell(Fig 2)에 넣어 Texture Analyser(TA-XT2, England)를 이용하여 85% 입착율로 압착함으로써 층밀립 압출실험을 실시하였다.

Capillary viscometer에 의한 점도측정

라면 120 g을 끓는 물(1000 mL)에 4분간 끓인 후 국물을

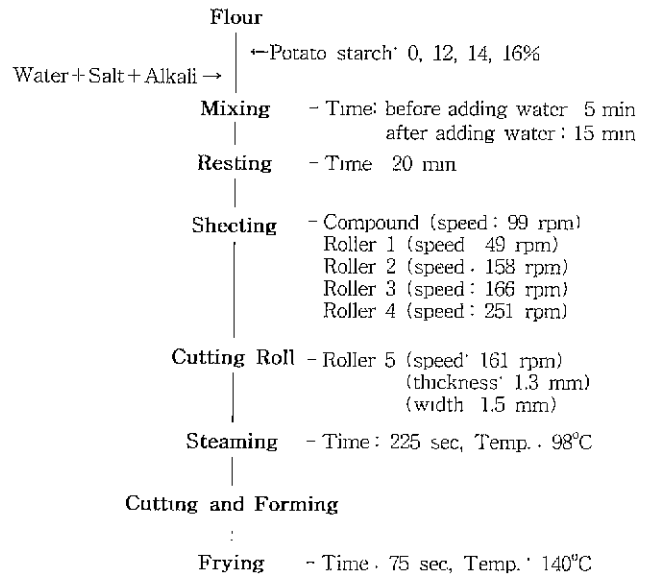


Fig. 1. Flow diagram for instant noodle processing.

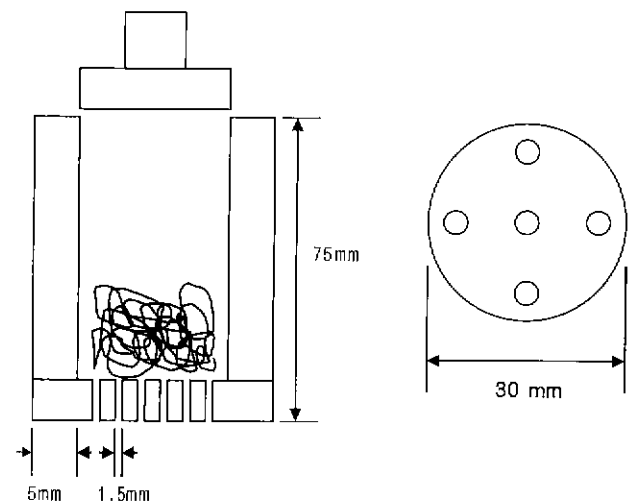


Fig. 2. Design of the shear extrusion test unit. Cup contains 41 holes

실은까지 식힌 후 원심분리기(Avanti 30, Beckman Instrument Inc., USA)을 사용하여 5000×g에서 10분간 원심분리시켜서 얻은 상등액을 점도 측정시료로 사용하였다. 시료의 점도측정은 capillary viscometer(size 100, Cannon Instrument Co., USA)를 사용하여 20°C로 온도를 유지시킨 water bath 내에서 측정하였다.

Viscoamylograph에 의한 레올로지 특성

라면제조 시의 밀가루와 전분 그리고 그 외의 첨가물을 모두 섞은 복합분의 레올로지 성질을 파악하기 위해 Brabender viscoamylograph를 이용하였다. 이때 복합분의 레올로지 특성은 8%(고형분 기준) 시료용액을 50°C에서 95°C까지 1.5 °C/min 속도로 가열하고 95°C에서 20분간 유지시키고 35°C까지 냉각하면서 측정되었다.

관능검사

동국대학교 식품공학과 대학원생 10명을 대상으로 실시하였으며, 본 검사를 실시하기 전에 시판 라면을 이용하여 여러 차례 관능 검사에 대한 기본 지식을 교육하였다. 라면의 관능적 특성에 대해 정확한 판단이 가능하도록 각 특성의 정의, 강도측정, 평가방법 등 4주간 훈련을 하였다. 본 검사에서는 모든 시료를 동시에 제시하였으며, 시료는 끓는 물(1000 mL)에 240 g의 시료를 4분간 삶아 준비하였다. 삶은 라면은 수프 등으로 가미를 하지 않고 면만 제시되었으며, 삶은 직후에 검사하도록 하였다. 삶은 라면에 대한 조직감 관능평가는 표면굳기(surface firmness), 내부굳기(internal firmness), 유연성(tenderness), 거칠음성(roughness), 점착성(stickiness), 씹음성(chewiness) 그리고 전체 조직감 기호도(overall textural preference) 등을 항목으로 하여 7점 척도법으로 3반복하여 측정하였으며 점수가 높을수록 특성이 강해지는 것을 나타내도록 하였다. 결과 분석은 SAS 통계 프로그램(23)으로 시료간의 유의차이는 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

결과 및 고찰

라면제조 과정 중 수분함량 변화

Table 1은 라면제조 과정 중의 수분함량 변화를 나타내고 있다. 감자전분의 함량이 증가함에 따라 초기 반죽의 일정 수분함량(35%)에서 증자공정까지 수분함량이 약간 증가하였으며, 튀김 후에는 역으로 감소하는 경향을 보여주고 있다. 이는 튀김공정까지는 전분이 불분자를 흡수하는 능력이 강하여 면대 형성과정에서의 수분의 손실이 적고, 또한 증자 후에도 전분호화에 의한 높은 수분흡수력으로 인해 전분함량이 많은 시료일수록 수분함량이 높게 나타나기 때문이며, 튀김공정 중 기름에 의한 수분제거에서는 전분겔의 전분함량이 높은 시료일수록 수분 제거량이 증가하였다.

Cooking loss, 증밀립 압출실험 및 점도측정

Table 2는 전분함량에 따른 cooking loss, 증밀립 압출실험 및 capillary 점도의 변화를 보여 주고 있다. 밀가루 반죽을 삶아내는 과정 중에 유출되는 대부분의 성분은 전분인데, 전분함량이 높을수록 cooking loss 함량이 증가하는 경향을 보여주고 있어 전분 첨가량이 많은 시료일수록 조리후의 손실

Table 1. Moisture contents (%) of samples obtained from major steps of ramyon processing

Strach level (%)	Mixing (Dough)	Rolling	Steaming	Frying (Ramyon)
0	35.4 ¹⁾	33.8 ^a	35.7 ^a	5.9 ^a
12	35.3 ^a	34.9 ^b	36.9 ^b	5.5 ^b
14	34.9 ^a	34.7 ^b	37.0 ^b	5.2 ^c
16	35.3 ^a	35.0 ^b	38.4 ^c	5.1 ^c

¹⁾Means with different letter within each column are significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. Magnitudes of cooking loss, extrusion work and capillary viscosity of ramyon samples at various starch levels

Starch level (%)	Cooking loss (%)	Extrusion work (kg·s)	Capillary viscosity (Pa·s)
0	14.99 ¹⁾	17.58 ^d	1.14 ^a
12	14.08 ^a	17.88 ^b	1.18 ^b
14	12.99 ^b	18.14 ^c	1.21 ^c
16	12.87 ^b	18.44 ^d	1.26 ^d

¹⁾Means with different letter within each column are significantly different ($p < 0.05$).

률이 많은 것으로 나타났다. Toyakawa 등(24)은 일본식 면을 이용한 실험에서 amylose 함량의 증가가 조리된 면의 수분 결합력을 감소시킨다고 보고하고 있다. 그러므로 이와 같은 결과는 첨가되는 전분함량이 많을수록 결합할 수 있는 수분 함량이 제한되어 있기 때문인 것으로 보인다.

Yoo와 Lee(22)의 연구에 의하면 증밀립 압출실험은 힘-거리 곡선으로부터 최고 압출력(maximum force), 최초 압출력(initial force), 경사도(slope) 및 압출일(extrusion work) 등의 측정치들을 얻을 수 있는데, 압출일 측정치가 삶은 국수의 경도(hardness)와 쫄깃쫄깃한 정도(chewiness)를 나타낼 수 있음을 보여주고 있어 본 연구에서는 증밀립 압출실험에 의한 측정치들 중 압출일로부터 삶은 라면의 전분함량에 따른 삶은 라면조직의 경도와 쫄깃쫄깃한 정도의 변화를 관찰하였다. Table 2에서 나타낸 바와 같이 전분함량이 높을수록 높은 압출일을 나타내고 있는데, 이는 첨가된 감자 전분이 겔 상태가 되었을 때 서로 영긴 것 같은 섬유상 구조를 갖게 됨으로 해서 밀가루와 전분간의 결합력을 더욱 강화시키기 때문이라고 해석되어 진다(25).

삶은 라면에서 얻은 국물로부터 capillary viscometer를 사용하여 점도를 측정된 결과 전분함량이 증가함에 따라 점도가 증가하는 경향을 나타냈다(Table 2). 이와 같은 결과는 cooking loss를 측정결과에서 나타낸 것과 같이 감자전분 첨가량이 많은 시료일수록 유출되어 나온 전분의 양이 많기 때문에 높은 점도를 나타낸 것으로 보인다. 삶은 라면국물의 점도(X)와 증밀립 압출실험의 압출일(Y₂)과 상관관계는 아래 식에서와 같이 높은 상관관계를 나타냈다. 따라서 capillary viscometer를 이용하여 라면 국물의 점도를 간단히 측정함으로써 쉽게 삶은 라면의 조직감을 예측할 수 있다.

$$Y = 7.231X + 9.351 \quad (R^2 = 0.994)$$

복합분의 레올로지 특성

Table 3에서 보여주고 있듯이, 감자전분 첨가량이 많은 시료일수록 최고점도 뿐만 아니라, 95°C와 35°C에서의 페이스트 상태의 점도가 모두 높게 측정되었으며, 결과적으로 시료의 consistency와 setback이 높음을 알 수 있다. 최고점도는 팽윤력을 나타내며, breakdown은 열 및 전단력에 대한 저항력으로 용해도와 관련이 있다. 또한 consistency와 setback은 팽윤된 입자 사이의 마찰 또는 팽윤된 입자와 가용성 전분과의

Table 3. Viscoamylograph characteristics of flour containing potato starch at various levels

Potato starch level (%)	Initial pasting time (mm:ss)	Initial pasting temperature (°C)	Peak viscosity (BU)	Hot paste viscosity (95°C, BU)	Cold paste viscosity (35°C, BU)	Breakdown ¹⁾ (BU)	Consistency ²⁾ (BU)	Setback ³⁾ (BU)
0	21:45	82.6	139	135	380	4	245	241
12	18:00	77.0	194	181	545	13	364	351
14	17:00	75.5	211	199	589	12	390	378
16	16:15	74.4	221	206	608	15	402	387

¹⁾Breakdown = peak viscosity - hot paste viscosity.

²⁾Consistency = cold paste viscosity - hot paste viscosity.

³⁾Setback = cold paste viscosity - peak viscosity.

응집성을 나타내 전분의 노화 특성과 관련이 있다. 본 실험 결과로부터 감자전분이 많이 첨가된 시료일수록 팽윤력, 용해도가 증가하여 노화 안정성이 낮아진다. 또한 전분 첨가율이 높을수록 breakdown 값이 증가하는데 이는 열과 전단력에 대한 저항력이 전분함량이 많을수록 크다는 것을 의미한다. 감자전분의 첨가량에 따라 호화개시 온도도 영향을 받는 것을 볼 수 있는데, 첨가량이 많은 시료일수록 호화개시 온도는 낮았으며, 빠른 시간 안에 호화가 시작되었다. Jung 등(25)의 실험에서 측정된 순수한 감자 전분의 최고 점도는 1250 B.U.이었으며, 이때의 온도는 82°C였다. 본 실험에서 측정된 복합분의 최고 점도가 감자 전분의 첨가량이 많을수록 증가함을 보이는 것은 밀 전분의 최고 점도가 100 B.U. 이하임을 고려해 볼 때, 전체적으로 감자전분 첨가에 따른 영향력이 매우 큼을 알 수 있었다. 따라서 밀가루가 가진 특성상의 낮은 최고 점도를 보완하는데에는 두 재료의 복합은 의미가 있다고 할 수 있겠다.

관능검사

라면의 조직감은 소비자 성향에 영향을 주는 중요한 인자로써 근본적으로 삶은 라면은 단단하면서 탄력성이 있고 부드러운 조직을 가져야 하며, 이와 같은 관능 특성은 oriental noodle에서도 유사한 경향을 보여주고 있다(3,26).

Table 4는 전분함량에 따른 라면의 관능적 특성의 경향을 보여주고 있다. 표면굳기와 내부굳기의 정도는 전분첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으며, Duncan test에 의하면 전분첨가량이 가장 많은 시료와 기준시료와는 확실

Table 4. Duncan's test results for sensory characteristics of ramyon at various starch levels

Sensory attributes	Starch level (%)			
	0	12	14	16
Surface firmness	4.55 ^{a1)}	4.09 ^{ab}	3.55 ^{ab}	3.00 ^b
Internal firmness	4.64 ^d	4.00 ^{ab}	3.27 ^{bc}	2.91 ^c
Tenderness	3.36 ^d	3.55 ^a	3.55 ^d	3.91 ^c
Roughness	4.82 ^d	3.82 ^b	3.27 ^{bc}	2.91 ^c
Stickiness	3.91 ^d	3.55 ^a	3.44 ^a	3.27 ^a
Chewiness	5.00 ^a	4.00 ^b	3.36 ^c	2.64 ^d
Overall textural preference	2.91 ^a	3.27 ^{ab}	3.64 ^b	3.73 ^b

¹⁾Means with different letter within each column are significantly different (p<0.05).

한 유의적 차이를 보임을 알 수 있다. 유연성은 관능검사 결과 수치상으로는 전분첨가량이 증가할수록 유연성의 크기가 커지는 것을 보이고 있지만, Duncan test에서는 시료간의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 접착성도 시료간의 유의적 차이가 없으며, 반면 씹힘성은 시료간의 뚜렷한 차이를 갖고 있음을 보였다. 거칠음성은 전분 첨가량이 증가함에 따라 거친 정도가 감소함을 보였는데, 이는 시료간의 유의성 조사에서도 차이가 있음을 나타냈다. 전체적인 조직감 기호도는 수치상으로는 전분 첨가량이 증가할수록 증가하는 것을 보였으며, 기준시료와 감자전분을 첨가한 시료(14%와 16%)간의 유의적 차이가 있음을 나타냈다. 그러나 14%와 16% 첨가한 시료들 간에는 유의적 차이가 없었다. 라면에 첨가되는 전분의 함량이 높아질수록 늘려 붙는 면이 적어지게 되며, 삼김 과정에서 거친 정도를 덜 느끼게 되어 전체적인 선호도는 증가하게 된다는 것을 알 수 있다.

Table 5는 관능검사와 층밀림 압출실험 결과간의 상관관계 분석을 보여 주고 있으며, 감자전분 함량이 높은 라면일수록 측정된 층밀림 압출실험 결과와 전체 관능적 기호도는 양의 상관관계를, 표면굳기, 내부굳기, 거칠음성, 접착성 그리고 씹힘성 등은 음의 상관관계를 갖고 있음을 알 수 있다. 그러나 유연성은 시료간의 유의성을 찾을 수 없었다. Yoo와 Lee 등(22)의 삶은 국수를 이용한 압출실험에 의하면 압출일이 삶은 국수의 경도 및 쫄깃쫄깃한 성질의 정도를 나타낼 수 있음을 보고하고 있다. 본 연구의 압출실험에서는 전분함량이 증가함에 따라 압출일(extrusion work)이 증가함을 보였으며, 이는 전분함량이 증가함에 따라 경도와 쫄깃쫄깃한 성질이 증가하는 것으로 해석할 수 있다. 그림에도 기계적

Table 5. Correlation coefficients between extrusion work value and sensory textural parameters of cooked ramyon samples

Sensory attribute	Correlation coefficient (r)
Surface firmness	-0.998 ^{**}
Internal firmness	-0.989 [*]
Tenderness	n.s ¹⁾
Roughness	-0.976 ^{**}
Stickiness	-0.972 [*]
Chewiness	-0.997 ^{**}
Overall textural preference	0.971 [*]

¹⁾Not significant. *p<0.05, **p<0.01

측정인 총밀립 압출실험 결과와 표면균기 및 내부균기 결과가 음의 상관관계를 보인 것은, 면의 특성상 연속적인 찌는 동작 중에 균기보다는 거칠음성과 집착성을 훨씬 강하게 인식하게 됨에 따라 발생하는 오류로 해석할 수 있을 것이다. 또한 관능 검사 시 라면의 특성상 삶은 후에 남은 기름이 연속되는 동작에 방해를 주어 더욱 이와 같은 오류를 범하게 되는 것이다.

요 약

라면제조에 중요한 원료인 전분이 라면의 품질에 미치는 영향을 파악하기 위해 감자전분 함량(12, 14, 16%)을 달리하여 제조된 라면의 물리적 성질을 조사하였다. 라면의 배합비율은 일반 생산 공정 기준으로 하였으며 라면 제조 시 반죽의 초기 수분함량은 35%로 일정하게 유지하였다. 증자단계에서는 전분함량이 증가함에 따라 면의 수분함량이 증가할 반면에 튀김공정 후에는 반대로 수분함량이 감소하는 경향을 보여주었다. 기계적 조직감 측정에서의 총밀립 압출실험 결과와 capillary viscometer에 의한 라면 국물의 점도 측정결과에서는 전분함량이 증가함에 따라 압출일와 점도가 증가하는 경향을 보여준 반면에 viscoamylograph에 의한 호화 개시온도는 감소하는 경향을 보여 주었다. 관능검사 결과는 총밀립 압출 실험 결과와 그 관계가 조사되었으며, 총밀립 압출 실험의 압출일이 전체 관능적 기호도와 양의 상관관계를 보였으며, 거칠음성, 집착성, 씹음성 그리고 균기와는 음의 상관관계를 보여 주었다. 감자전분 함량이 증가할수록 거칠거나 끈적이지 않아서 전체 선호도가 증가함을 볼 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 동국대학교 연구비 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

- Baik, B.K., Czuchajowska, Z. and Pomeranz, Y.: Role and contribution of starch and protein contents and quality to texture profile analysis of oriental noodles. *Cereal Chem.*, **71**, 315-320 (1994)
- Shirao, Y. and Moss, H.J.: Suitability of Australian wheat and flour for noodle production. Proc 28th Aust. Cereal Chemistry, Conf., RACI: Parkville, Australian, p.37-38 (1978)
- Miskelly, D.M. and Moss, H.J.: Flour quality requirements for Chinese noodle manufacture. *J. Cereal Sci.*, **3**, 379-387 (1985)
- Konik, C.M., Mikkelsen, L.M., Moss, R. and Gore, P.J.: Relationships between physical starch properties and yellow noodle quality. *Starch/Staerke.*, **46**, 292-299 (1994)
- Batey, I.L., Curtin, B.M. and Moore, S.A.: Optimization of Rapid-visco analyser test conditions for predicting Asian noodle quality. *Cereal Chem.*, **74**, 497-501 (1997)
- Ross, A.S., Quail, K.J. and Crosbie, G.B.: Physicochemical properties of Australian flour influencing the texture of yellow alkaline noodles. *Cereal Chem.*, **74**, 814-820 (1997)
- Kim, S.K.: Instant noodle technology. *Cereal Foods World.*, **41**, 213-218 (1996)
- Cheigh, H.S. and Kwon, T.W.: Stability of lipid in ramyon (deep fat fried instant noodle) I. Oxidative change in the ramyon lipids during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **4**, 259-264 (1972)
- Cheigh, H.S. and Kwon, T.W.: Stability of lipid in ramyon (deep fat fried instant noodle) II. Chemical changes of frying-fats during frying process in ramyon producing plant. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **5**, 36-41 (1973)
- Yang, J.H., Chang, Y.S. and Shin, H.S.: Relative effectiveness of some antioxidants on storage stability of instant noodle (ramyon) fried by palm oil and beef tallow. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 569-575 (1988)
- Choe, E.O., Kang, W.S. and Chang, Y.S.: Kinds and changes in the amount of flavor compounds formed during storage of the ramyon. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 52-56 (1993)
- Choe, E.O., Lee, Y.S. and Choi, S.B.: Effects of antioxidants in the frying oil on the flavor compound formation in the ramyon during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 444-448 (1993)
- Kim, B.S. and Kim, S.K.: Prediction of shelf-life of instant noodle by hexanal content. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 331-335 (1994)
- Kim, S.K. and Lee, A.R.: Effect of frying temperatures and times on cooking properties of ramyon. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 215-220 (1990)
- 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**, 192-199 (1991)
- Chung, G.S. and Kim, S.K.: Effects of wheat flour protein contents on ramyon (deep-fried instant noodles) quality. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 649-655 (1991)
- Kubomura, K.: Instant noodles in Japan. *Cereal Foods World.*, **43**, 194-197 (1998)
- Crosbie, G.B., Ross, A.S., More, T. and Chiu, P.C.: Starch and protein quality requirements of Japanese alkaline noodles (ramen). *Cereal Chem.*, **76**, 328-334 (1999)
- Jang, E.H., Lim, H.S., Koh, B.K. and Lim, S.T.: Quality of Korean wheat noodles and its relations to physicochemical properties of flour. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **31**, 138-146 (1999)
- AOAC *Official Methods of Analysis*. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., 920 87 Protein in flour, 923.03 Ash of flour (1990)
- Coolins, J.L. and Pangloli, P.: Chemical, physical and sensory attributes of noodles with added sweetpotato and soy flour. *J. Food Sci.*, **62**, 622-625 (1997)
- Yoo, B.S. and Lee, C.H.: Development of shear extrusion test for the texture evaluation of cooked noodle. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **19**, 171-175 (1987)
- SAS Institute, Inc. SAS System under Windows, Release 6.12 SAS Institute Inc., Cary, NC USA (1996)
- Toyokawa, H., Rubenthaler, G.L., Powers, J.R. and Schanus, E.G.: Japanese noodle qualities. II Starch components. *Cereal Chem.*, **66**, 387-391 (1989)
- Jung, S.H., Shin, G.J. and Choi, C.U.: Comparison of physicochemical properties of corn, sweet potato, potato, wheat and mungbean starches. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 272-276 (1991)
- Shelke, K., Dick, J.W., Holm, Y.F. and Loo, K.S.: Chinese wet noodle formulation: A response surface methodology study. *Cereal Chem.*, **67**, 338-342 (1990)

(2001년 3월 7일 접수)