

## 손바닥 선인장 분말을 첨가한 생면의 품질 특성

이영철 · 신경아 · 정승원 · 문영인\* · 김성대\*\* · 한용남\*\*\*

한국식품개발연구원, \*북제주군 농업기술센터, \*\*선인장마을, \*\*\*서울대학교 천연물과학연구소

### Quality Characteristics of Wet Noodle Added with Powder of *Opuntia ficus-indica*

Young-Chul Lee, Kyoung-Ah Shin, Seong-Weon Jeong, Young-In Moon\*,  
Sung-Dae Kim\*\* and Yong-Nam Han\*\*\*

Korea Food Research Institute, \*Pukcheju Country Agricultural & Extension Center,

\*\*Cactus Village Processing Center, \*\*\*Natural Products Research Institute, Seoul National University

#### Abstract

The study was carried out to investigate the quality of the wet noodle added with the powders of nopal and nopalitos from *Opuntia ficus-indica*. The wet noodles were prepared to the ratio of 3, 6 and 9% (w/w) of the nopal and the nopalitos based on a flour weight. The initial pasting temperature and final viscosity in an amylograph decreased as the increase of the nopal and the nopalitos powders. A cooked weight and volume decreased with the increase of the nopal and the nopalitos powders, while a cooking loss increased. From the sensory evaluation, the wet noodles included 3% nopalitos and 6% nopal powders were similarly evaluated as the noodle used whole wheat flour. Bacterial counts of wet noodle with the nopal and the nopalitos powders were always lower than those of the control. Bacterial counts of wet noodle slowly increased as the increase of the amount of nopal and the nopalitos powders during storage at 4°C and 20°C. The methanol extracts from the nopal showed antimicrobial activities against *Escherichia coli*, *Escherichia coli* O157 : H7, *Salmonella typhimurium*, and *Bacillus subtilis*, while the extracts from the nopalitos showed antimicrobial activity only against *Escherichia coli*.

Key words : *Opuntia ficus-indica* var. saboten, wet noodle, storage, bacterial count

#### 서 론

제주도에서 경작 또는 일부 자생하는 선인장 중에 *Opuntia* 속에 속하는 손바닥 선인장(*Opuntia ficus-indica* var. saboten)은 열대지역 유래의 다년초로서 열매(nopal)와 줄기(nopalitos)를 공복에 갈아 마시면 변비 치료, 이뇨효과, 장운동의 활성화 및 식욕증진에 효능이 있다고 보고되었다<sup>(1)</sup>. 또한 선인장 줄기는 피부질환, 류마티스 및 화상치료에 효과가 있다고 민간요법으로 구전되고 있다. 한방에서는 신경성 통증을 치료하고, 건위자양강장제, 해열진정제로, 그리고 소염해독, 급성유선염, 이질을 치료하는데 이용되며, 피를 맑게하고 하혈을 치료하는 목적으로도 쓰여지는 것으로

알려져 있다<sup>(2)</sup>. 손바닥 선인장에 관한 국내의 연구 결과로는 쥐의 스트레스성 위궤양에 대한 손바닥 선인장의 항궤양 효과<sup>(3)</sup>, 선인장 열매의 적색색소의 열안정성에 미치는 항산화제의 효과에 대한 연구<sup>(4)</sup>, 선인장 열매의 적색색소의 안정성에 대한 연구<sup>(5)</sup>, 손바닥 선인장의 성분 특성 연구<sup>(6)</sup>가 보고되어 있을 뿐 선인장을 첨가한 식품에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 그러나 남아메리카와 일본의 후쿠오카 지방에서는 선인장이 고유 특산품으로 자리를 잡고 있으며, 일본의 경우 후쿠오카의 미야자키현에 있는 선인장 농원에서는 우동 등 10 여종의 가공식품이 시판되고 있다. 국내에서는 제주지역을 중심으로 선인장 청차 같은 가공식품이 생산되고 있으나 아직까지 식품소재로서의 다양한 응용이 이루어지지 않고 있다. 본 연구에서는 제주도에서 재배되고 있는 손바닥 선인장의 적절한 소비 방안의 일환으로 생면 제조시의 품질과 저장에 따른 특성을 조사하고자 하였다.

Corresponding author : Young-Chul Lee, Korea Food Research Institute, San 46-1 Baekhyun-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Kyunggi-do 463-420, Korea

**재료 및 방법**

**재료**

손바닥 선인장 열매와 줄기는 북제주군 농업기술센터에서 1998년 2월에 재배, 수확한 것을 동결건조 하여 시료로 사용하였다. 즉, 시료를 chopper로 파쇄한 후 동결건조 하였으며, 동결건조한 시료를 다시 chopper로 파쇄한 후 hammer mill로 분쇄하여 체로 쳐서 200 mesh 이하의 손바닥 선인장 동결건조분말을 생면 제조에 사용하였다. 제면용 중력분 밀가루(제일제당주식회사)와 소금(한일식품주식회사)은 시중에서 구입하여 사용하였다. 동결건조시킨 손바닥 선인장의 열매와 줄기의 수분함량은 각각 9.3%와 5.9%이었으며, 조단백은 4.2%와 8.5%, 조지방은 1.4%와 1.2%, 조섬유는 12.1%와 20.1%로 각각 측정되었다.

**선인장 첨가에 따른 밀가루의 이밀로그래프**

손바닥 선인장의 열매와 줄기를 국수 제조용 밀가루에 각각 3, 6 및 9%(w/w) 첨가한 후 Medcalf와 Gilles의 방법<sup>(7)</sup>으로 아밀로그래프(Viscograph, Brabender Co., Germany)를 사용하여 호화양상을 측정하였다. 각 시료를 10% 농도(진량기준)의 현탁액으로 만들고 35°C 부터 95°C 까지 분당 1.5°C의 속도로 가열하고 95°C 에서 15분간 유지한 다음 분당 1.5°C의 속도로 50°C 까지 냉각하였다. 아밀로그래프로부터 호화개시온도, 최고점도, 최고점도에 도달하는 시간, 95°C에서 15분 후의 점도, 최종점도 및 점도안정성을 구하였다.

**생면의 제조**

수분함량을 고려한 손바닥 선인장의 열매와 줄기 분말을 국수 제조용 밀가루에 각각 3, 6 및 9%(w/w) 첨가하였다. 손바닥 선인장을 첨가한 시료 200 g에 물(30%)과 소금(2%)을 첨가하여 5분간 반죽한 다음 3 시간동안 실온에 방치한 후, 5 단계의 롤러를 통과시켜 약 2.5 mm 두께의 면대를 형성한 후, 국수제조기(다보산업, 한국)로 최종 2.0×2.0 mm 굵기의 생면을 제조하였다.

**생면의 조리시험**

생면의 조리시험은 Collado 등<sup>(8)</sup>의 방법에 따라 실시하였다. 즉, 생면 50 g을 500 mL의 끓는 증류수에 넣고 5분간 조리 후 건져서 흐르는 냉수에 1분간 냉각시킨 후 2분간 방치하여 생면의 중량을 계산하였다. 생면의 부피는 생면의 중량을 측정된 직후 500 mL의 증류수를 채운 1 L용 mess cylinder에 담근 후 증가 부

**Table 1. Conditions of texture analyser for cooked noodle**

Option	T.P.A.	Post-test speed	10.0 mm/sec
Force unit	Grams	Strain	50.0%
Distance format	Strain	Time	2.0 sec
Pre-test speed	5.0 mm/sec	Trigger type	Auto
Test speed	0.5 mm/sec	Trigger force	10 g

피를 구하였다. 조리손실은 생면을 조리하고 남은 조리액을 미리 항량을 구한 500 mL beaker에 담아 건조시켜 고형분을 측정하였다.

**생면의 색도 측정**

조리 전, 후 생면의 색도는 색차계(Color Quest II, Hunter lab., USA)를 사용하여 L, a 및 b 값을 측정하였다.

**생면의 조직감 측정**

조리한 생면의 조직감은 조직감측정기(TA-XT2 Texture Analyser, Texture Technologies Corp., USA)를 사용하여 측정하였다. 5분간 조리 후 건져서 흐르는 냉수에 1분간 냉각시킨 후 2분간 방치하여 물을 뺀 후 3개의 면가닥을 platform에 나란히 올려놓은 다음 직경 3 cm, 두께 0.5 cm의 원형 probe를 사용하여 측정하였다. 조직감 측정에 사용된 Texture Analyser의 측정조건은 Table 1과 같으며, 각 시료의 조직감은 6회 측정하여 평균값을 구하였다.

**관능검사**

조리한 국수의 관능검사는 18명의 훈련된 관능검사 요원을 대상으로 하여 조리직후 실시하였으며, 9점 척도법으로 평가하였다. 즉, 밀가루에 선인장 열매와 줄기를 3, 6 및 9% 첨가하여 만든 선인장 국수를 외관, 맛, 조직감, 종합적 기호도의 항목에 대하여 1(대단히 나쁘다)에서 9(대단히 좋다)까지의 점수를 사용하여 평가하였다. 관능검사 결과는 분산분석(ANOVA)으로 처리하였으며, 유의성 검정은 Duncan의 다중비교(multiple comparison)법을 사용하였다<sup>(9)</sup>.

**저장 중 총균수의 변화**

제조 직후 생면 20 g을 폴리에틸렌 필름(두께 0.1 mm)에 넣어 합기포장하여 4°C와 20°C의 저장고에 저장하였다. 생면의 총균수는 plate count agar(PCA, Difco) 배지를 이용하여 30°C에서 48시간 배양한 다음 계수한 후 3회 반복치의 평균값을 이용하였다.

측정치에 대한 통계분석은 최소유의차(5% 수준) 검정법으로 분석하였고, 회귀분석은 단순회귀모델<sup>(10)</sup>로 분

Table 2. The growth conditions of various indicator strains

	Indicator strains	Media	Temp. (°C)
Gram (+)	<i>Streptococcus mutans</i> KFRI 1171	BHI	37
	<i>Enterococcus faecalis</i> var. <i>liquefaciens</i> KFRI 675	MRS	37
	<i>Staphylococcus aureus</i> KFRI 219	TSB	37
	<i>Bacillus subtilis</i> KFRI 183	NA	30
	<i>Micrococcus luteus</i> KFRI 454	NA	30
	<i>Listeria monocytogenes</i> KFRI 799	BHI	37
	<i>Pediococcus cerevisiae</i> KFRI 438	MRS	37
	<i>L. bulgaricus</i> KFRI 425	MRS	37
	<i>Propionibacterium acnes</i> ATCC 6919	YGB	30
Gram (-)	<i>Escherichia coli</i> KFRI 272	NA	37
	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	TSB	37
	<i>Salmonella typhimurium</i> KFRI 191	NA	37
	<i>Pseudomonas fragi</i> KFRI 462	TSB	30

Table 3. Amylograph data of wheat flour added with nopal and nopalitos

	Pasting temp. (°C)	Peak viscosity (B.U.)	Time at peak (min)	15min height (B.U.)	Final viscosity (B.U.)	Viscosity stability <sup>1)</sup>
Control	62.0	423	37.0	353	798	1.2
Nopal						
3%	60.5	368	36.0	213	545	1.7
6%	58.6	510	35.8	240	513	2.1
9%	57.9	590	35.5	270	500	2.2
Nopalitos						
3%	59.4	583	36.8	378	715	1.5
6%	57.4	600	36.9	300	620	2.0
9%	57.5	635	36.6	250	545	2.5

<sup>1)</sup>peak viscosity/15 min height

석하였다.

#### 손바닥 선인장 열매와 줄기 추출물의 항균 활성

손바닥 선인장 열매와 줄기를 동결건조하여 분쇄한 분말 50 g에 각각 메탄올과 n-헥산을 넣고 24시간 침지시켜 추출하였다. 추출은 10배의 용매와 함께 3회 반복하였다. 각 추출물을 여과지(Whatman No. 2)로 여과한 여액을 진공농축기(Rotavapor R-114, BÜCHI, Germany)로 40°C에서 감압 농축하여 용매를 전부 제거하였다. 추출물의 농도가 300 mg/mL가 되도록 다시 사용한 용매에 녹여 그램 양성 세균 9종과 그램 음성 세균 4종에 대한 항균활성을 측정하였다<sup>(11)</sup>. 균주들은 각각의 액체배지에 접종하여 적정 온도에서 24시간 동안 3회 반복하여 전배양을 행한 후 사용하였으며, 사용한 균주와 배지는 Table 2에 나타내었다. 액체배지 5 mL에 24시간 배양한 균주를 배지판 위에 0.1% 접종하여 한천배지 위에 덮고 페이퍼 디스크(8 mm, Whatman)를 올려놓은 다음 추출물을 30 µL씩 주입한 후 24시간 배양하여 디스크 주위에 나타난 크리어존(clear zone)의 크기로 항균력을 측정하였다<sup>(11)</sup>. 또한 각각의 용매가 사용균주에 미치는 효과를 검토하기 위

하여 각각의 용매 30 µL 처리구를 대조구로 하였다.

#### 결과 및 고찰

##### 손바닥 선인장을 첨가한 밀가루의 아밀로그래

손바닥 선인장을 첨가한 밀가루의 아밀로그래에 의한 호화양상을 Table 3에 나타내었다. 손바닥 선인장 열매를 3, 6, 9% 첨가한 첨가구의 호화개시온도는 대조구의 62.0°C 보다 낮은 60.5, 58.6, 57.9°C이었다. 또한 줄기를 3, 6, 9% 첨가한 첨가구의 호화개시온도는 59.4, 57.4, 57.5°C로 대조구보다 낮은 온도를 보였다. 따라서 선인장의 열매와 줄기를 첨가한 밀가루는 대조구의 호화개시온도 보다 낮아져 호화가 낮은 온도에서 진행됨을 알 수 있었다. 최고점도에 있어서는 열매를 3% 첨가한 경우 368 B.U.로 대조구 423 B.U. 보다 낮았으나, 6%와 9% 첨가하였을 때 대조구보다 높은 510 B.U와 590 B.U를 나타내었다. 줄기를 3, 6, 9% 첨가한 경우에도 각각 583, 600과 635 B.U.를 나타내어 손바닥 선인장 열매와 줄기를 첨가함에 따라 전반적으로 최고점도가 증가하였다. 최종점도는 대조구가 798 B.U.로 가장 높은 점도를 나타냈으며, 손바

**Table 4. Cooking quality of wet noodles added with nopal and nopalitos**

	Cooked wt. (g)	Cooked volume (mL)	Cooking loss (g)
Control	98.4	90.0	2.6
Nopal			
3%	94.7	86.4	3.0
6%	94.0	86.3	3.2
9%	91.2	83.5	3.7
Nopalitos			
3%	97.9	90.0	2.5
6%	96.9	88.5	3.0
9%	95.6	88.3	3.2

닥 선인장 첨가농도가 증가함에 따라 점차 감소하는 경향을 보였으나, 열매 첨가구보다 줄기 첨가구의 최종 점도가 크게 나타났다. 이러한 결과는 김<sup>(12)</sup>에 의한 버섯분말을 첨가한 생면의 품질 특성에서 버섯분말의 첨가 농도가 증가함에 따라 최종 점도가 점차 감소한다는 보고와도 유사하였다. 최고점도를 95°C에서 15분 후의 점도로 나눈 수치는 열매와 줄기 첨가구 모두 첨가농도가 증가할수록 점차 증가하는 경향을 보였는데, 이는 첨가량이 클수록 점도안정성이 떨어지는 것으로 해석되었다. 호화개시온도는 손바닥 선인장 열매 첨가구보다 줄기 첨가구가 약간 낮았으며, 최고점도와 최종 점도에 있어서는 손바닥 선인장 열매 첨가구보다 줄기 첨가구가 높았다.

**생면의 조리 특성**

손바닥 선인장의 열매와 줄기를 첨가하여 만든 생면의 조리 특성은 Table 4와 같다. 생면 50g을 5분간 조리 후 측정된 생면의 조리 후 중량은 대조구의 98.4g에서 손바닥 선인장 열매 3, 6, 9% 첨가시 각각 94.7, 94.0, 91.2g으로 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, 손바닥 선인장의 줄기를 3, 6, 9% 첨가시에도 97.9, 96.9, 95.6g 순서로 감소하였다. 따라서 조리 후 중량은 손바닥 선인장을 첨가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 중량 감소량은 줄기 첨가구보다 열매 첨가구가 크게 나타났다.

조리 후 생면의 부피는 손바닥 선인장의 줄기 첨가량에 따라 큰 차이를 보이지 않았으나 조리 전에 비해 약 8% 감소하였다. 열매의 경우 3%과 6% 첨가구는 각각 86.4 mL와 86.3 mL로 유사하였으나 9% 첨가시에는 대조구 90.0 mL에 비해 83.5 mL로 급격히 감소하였으며, 조리 전에 비하여 7.8~8.8% 감소하였다. 따라서 손바닥 선인장의 열매와 줄기를 첨가하여 만든 생면은 조리시에 부피가 감소함을 알 수 있었으

**Table 5. Changes in color of wet noodles added with nopal and nopalitos**

	Color					
	L value		a value		b value	
	raw	cooked	raw	cooked	raw	cooked
Control	73.8	67.4	0.78	-0.5	14.5	11.4
Nopal						
3%	39.4	41.1	22.4	13.5	-8.0	0.4
6%	34.6	36.5	22.8	17.9	-6.9	0.4
9%	32.3	34.6	21.1	15.7	-3.1	0.2
Nopalitos						
3%	65.5	58.6	-2.7	-1.6	16.3	14.0
6%	60.9	54.7	-3.3	-1.7	17.2	14.7
9%	58.7	51.8	-3.9	-1.7	17.4	14.5

며, 줄기와 열매의 차이는 크지 않은 것으로 측정되었다. 조리중 고형분 손실량은 손바닥 선인장의 열매와 줄기를 많이 첨가할수록 증가하는 경향을 보였으며, 줄기보다는 열매를 첨가하여 만든 생면이 고형분 손실량이 많았다. 따라서 손바닥 선인장을 첨가하여 만든 생면의 조리 특성은 손바닥 선인장의 첨가 농도가 증가할수록 조리 후 국수의 중량과 부피는 감소하며, 조리중 고형분 손실량은 증가하는 것으로 판단되었다. 이러한 결과는 삶은 국수의 무게 증가와 부피 증가 사이에는 정의 상관관계를 보인다는 김 등<sup>(13)</sup>의 보고와 조리 후 라면의 중량과 부피 사이에는 직선적인 상관관계를 보인다는 정과 김<sup>(14)</sup>의 보고와도 일치하는 결과였다.

**조리 전·후 색의 변화**

손바닥 선인장의 열매와 줄기를 첨가하여 만든 생면의 조리 전·후 색색의 변화를 측정하여 Table 5에 나타내었다. 밝기를 나타내는 L 값은 조리 전 생면의 경우 손바닥 선인장 열매와 줄기의 첨가농도가 증가할수록 감소하였다. 조리 후에는 줄기를 첨가할 경우 조리 전보다 더욱 감소하였으나, 열매를 첨가할 경우 조리 후에 L 값이 오히려 증가하는 반대의 경향을 보였다. 적색을 나타내는 a 값은 열매의 첨가농도가 증가하여도 큰 차이를 보이지 않았으나, 줄기의 첨가 농도가 증가할수록 감소하였다. 그러나 a 값은 조리 후에 첨가농도에 따라 큰 차이는 없으나 전반적으로 감소하는 경향이였다. 이것은 조리시 고형분 손실량이 줄기보다 열매가 많았다는 결과와 비추어 볼 때 열매를 첨가하여 만든 생면에서 열매에 존재하는 베타레인(betalein) 색소 성분들이 유출되었기 때문에 L 값이 조리 후에 증가하고 a 값이 감소하는 것으로 판단되었다. 황색을 나타내는 b 값은 열매를 첨가한 생면의 경

Table 6. Texture profiles of cooked wet noodles added with nopal and nopalitos

	Hardness(g)	Adhesiveness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
Control	768.5	-15.4	0.517	396.6	347.6
Nopal					
3%	743.9	-17.2	0.522	370.4	342.0
6%	730.6	-23.3	0.515	370.4	333.9
9%	660.0	-25.4	0.512	347.9	304.1
Nopalitos					
3%	700.3	-16.2	0.511	356.8	295.3
6%	693.9	-19.5	0.491	340.4	279.7
9%	663.0	-27.4	0.472	316.9	267.2

Table 7. Sensory evaluation of cooked wet noodles added with nopal

	Appearance	Taste	Texture	Acceptability
Control	7.19 ± 1.3 <sup>a</sup>	7.36 ± 1.1 <sup>a</sup>	7.36 ± 0.6 <sup>a</sup>	7.31 ± 1.1 <sup>a</sup>
Nopal				
3%	4.56 ± 1.8 <sup>b</sup>	7.14 ± 1.0 <sup>a</sup>	7.00 ± 1.0 <sup>a</sup>	6.31 ± 1.3 <sup>a</sup>
6%	6.56 ± 1.4 <sup>a</sup>	7.00 ± 1.2 <sup>a</sup>	7.00 ± 1.3 <sup>a</sup>	7.06 ± 1.4 <sup>a</sup>
9%	5.00 ± 1.7 <sup>b</sup>	4.00 ± 1.5 <sup>b</sup>	4.64 ± 1.2 <sup>b</sup>	4.25 ± 1.3 <sup>b</sup>

Rating scale: 1(very bad) to 9(very good)

Means with the same letter in each column are not significantly different.

우 첨가 농도가 증가함에 따라 급격히 증가하였으나 줄기의 첨가농도가 증가함에 따라 큰 차이는 없었다. 그러나 조리 후에는 b 값은 열매의 경우 조리 전보다 증가하였으며, 줄기의 경우 감소하였다. 김 등<sup>(15)</sup>은 국수제조시 대체물의 첨가량이 증가할수록 L 값이 급격히 감소하고, a 값과 b 값은 증가하여 품질저해 요인이 된다고 하였으나, 본 실험에서는 L 값이 김 등<sup>(15)</sup>의 보고처럼 감소하였으나, a 값은 감소하거나 차이가 없어 첨가 소재에 따라 a 값이 증가하거나 감소하는 것으로 판단되었다.

#### 조리 후 조직감의 변화

손바닥 선인장 열매와 줄기를 첨가하여 제조한 생면을 제조하여 조리 후 조직감을 측정하였다(Table 6). 견고성, 씹성, 씹힘성은 줄기를 첨가한 생면보다 열매를 첨가한 생면이 높았으나 대조구보다 낮았으며, 응집성과 부착성은 줄기와 열매 첨가구 모두 유사하였다. 조리한 국수의 견고성, 응집성, 씹성, 씹힘성, 부착성은 열매와 줄기의 첨가농도가 증가할수록 점차 감소하였으며, 대조구에 비하여 견고성, 응집성, 부착성, 씹성, 씹힘성 모두 감소하여 조직감이 나빠지는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 버섯분말을 첨가한 생면의 품질 특성에서 느타리버섯 분말을 첨가한 경우 견고성, 응집성, 씹힘성과 절단력 등이 모두 급격히 감소한 반면, 표고버섯을 첨가한 경우 이와 반대로 증가하는 경향을 나타낸 김 등<sup>(12)</sup>의 보고에 비추어 볼 때 첨가 소재에 따라 생면의 조직감이 달라지는 것을 예

측할 수 있었다.

#### 관능적 특성

손바닥 선인장 열매를 첨가하여 조리한 면에 대한 외관, 맛, 조직감, 종합적 기호도의 항목에 대하여 관능검사를 실시하여 그 결과를 Table 7에 나타내었다. 손바닥 선인장 열매를 첨가하여 조리한 면의 외관은 대조구에 비해 좋지 않았으나 6% 첨가구의 6.56 값과 대조구의 7.19 값 사이에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 맛, 조직감, 종합적 기호도는 대조구, 3%와 6% 첨가구와는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 따라서 손바닥 선인장 열매를 첨가하여 생면을 제조시 외관을 제외하고 맛, 조직감, 종합적 기호도 면에서 6%까지 첨가할 수 있을 것으로 나타났다. 한편 손바닥 선인장 줄기를 첨가하여 조리한 면에 대한 외관, 맛, 조직감, 종합적인 기호도의 항목에 대하여 실시한 관능검사 결과는 Table 8에 나타내었다. 손바닥 선인장의 줄기를 3% 첨가하여 조리한 면은 외관, 맛, 조직감, 종합적 기호도 면에서 대조구와 유의차가 없었다. 이에 비해 6%와 9% 첨가구의 경우 전반적으로 대조구보다 좋지 않게 나타났다. 따라서 손바닥 선인장의 열매와 줄기를 첨가하여 생면을 제조할 때에 열매는 6%, 줄기는 3%까지 첨가할 수 있을 것으로 판단되었다. 이러한 결과는 김 등<sup>(15)</sup>이 복합분으로 제조한 국수의 경우 색차계로 측정한 값이 관능검사 결과와 유의적인 상관관계가 없어 조리한 국수의 외적 품질 특성을 나타내는데 중요한 인자로 작용하지 않았다는 보고를 감

Table 8. Sensory evaluation of cooked wet noodles added with nopalitos

	Appearance	Taste	Texture	Acceptability
Control	7.09 ± 1.2 <sup>a</sup>	6.80 ± 1.3 <sup>a</sup>	7.00 ± 1.5 <sup>a</sup>	7.00 ± 1.4 <sup>ab</sup>
Nopalitos				
3%	6.46 ± 1.8 <sup>a</sup>	7.13 ± 1.6 <sup>a</sup>	7.50 ± 1.3 <sup>a</sup>	7.82 ± 1.2 <sup>a</sup>
6%	6.82 ± 1.2 <sup>a</sup>	6.07 ± 1.5 <sup>a</sup>	5.75 ± 1.1 <sup>b</sup>	6.18 ± 1.3 <sup>b</sup>
9%	4.64 ± 1.2 <sup>b</sup>	3.73 ± 1.6 <sup>b</sup>	3.17 ± 1.3 <sup>c</sup>	3.09 ± 1.1 <sup>c</sup>

Rating scale: 1(very bad) to 9(very good)

Means with the same letter in each column are not significantly different.

안할 때, 최근 다양한 소재를 사용한 여러 종류의 국수들이 전통적인 국수의 흰색에 대한 고정관념에서 크게 탈피하고 있음을 시사하고 있는 것이다.

총균수의 변화

손바닥 선인장의 열매와 줄기를 첨가하여 제조한 생면을 제조후 폴리에틸렌 필름에 넣어 4°C와 20°C에 저장하면서 총균수의 변화를 측정하여 그 결과를 Fig. 1~4에 나타내었다. 손바닥 선인장 열매를 첨가하여 제조한 생면의 초기 총균수는 3%, 6%, 9% 첨가 처리구가 각각  $9.7 \times 10^2$ ,  $1.1 \times 10^3$ ,  $2.3 \times 10^3$  CFU/g으로 선인장 열매를 첨가하지 않은 대조구의  $1.7 \times 10^3$ 와 유의적인 차이가 없는 것으로 판단되었다. 20°C에 저장할 경우에는 각 처리구에서 급속한 총균수 증가가 관찰되었으며 선인장 열매를 첨가하지 않은 대조구의 총균수 증가 속도가 가장 빠른 것으로 관찰되었다. 4°C에 저장한 처리구의 경우 모든 처리구에서 총균수의 증가속도가 20°C에 저장한 처리구에 비하여 매우 완만

하게 증가하는 것으로 판단되었으나 각 처리구간의 개별적인 총균수 증가경향은 20°C와 유사한 것으로 판단되었다. 한편, 박 등<sup>(16)</sup>은 칼국수의 저장 기간에 따른 세균수의 변화에서 저장온도 25°C에서의 세균의 성장속도 상수는  $0.138 \cdot \log \text{CFU} \cdot \text{hr}^{-1}$  로서 15°C에 비하여 2.42배, 5°C에 비하여 6.96배 빠르며, 세균의 증가속도는 저장온도가 높을수록 빠르다고 보고하여 본 실험의 결과와 같은 경향을 보였다.

손바닥 선인장 줄기를 3, 6, 9% 첨가하여 제조한 생면의 초기 총균수는  $7.4 \times 10^3$ ,  $9.4 \times 10^3$ ,  $1.8 \times 10^4$ 으로 측정되어 대조구의  $1.7 \times 10^3$ 에 비하여 다소 높게 측정되었는데 이는 손바닥 선인장 줄기에서 세균이 유래되었을 것이라고 생각되었다. 저장기간에 따른 총균수의 변화는 20°C와 4°C 모두 대조구에 비하여 줄기를 첨가한 처리구의 총균수가 느리게 증가하는 경향을 나타내어 선인장 열매나 줄기를 첨가하여 생면을 제조할 경우 총균수의 증가속도를 낮추는 효과가 있음을 알 수 있었다.

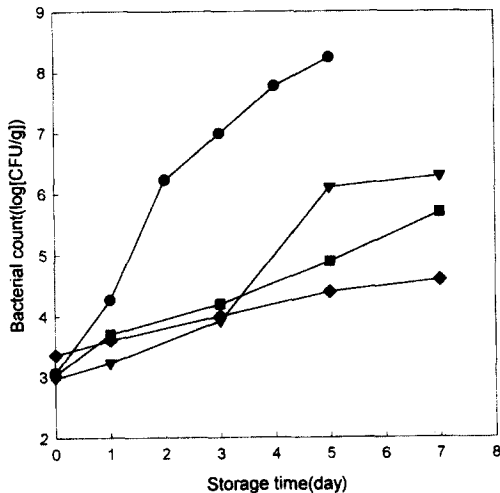


Fig. 1. Change in bacterial count of noodle added with nopal during storage at 20°C. ● : control, ▼ : 3%, ■ : 6%, ◆ : 9

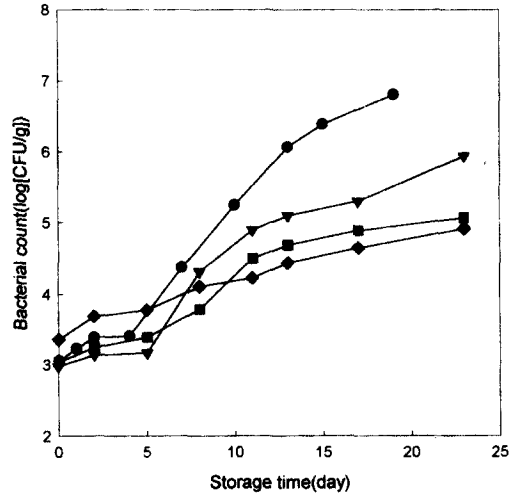


Fig. 2. Change in bacterial count of noodle added with nopal during storage at 4°C. ● : control, ▼ : 3%, ■ : 6%, ◆ : 9

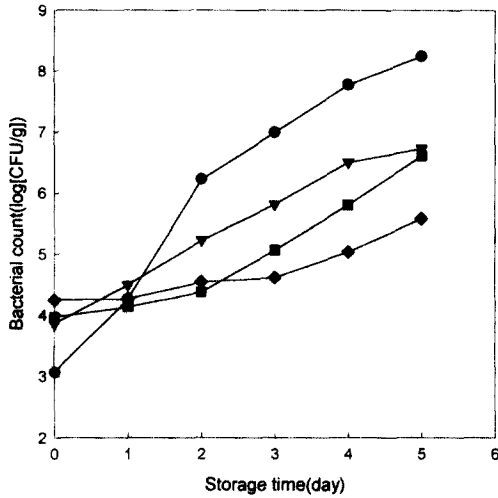


Fig. 3. Change in bacterial count of noodle added with nopalitos during storage at 20°C. ● : control, ▼ : 3%, ■ : 6%, ◆ : 9%

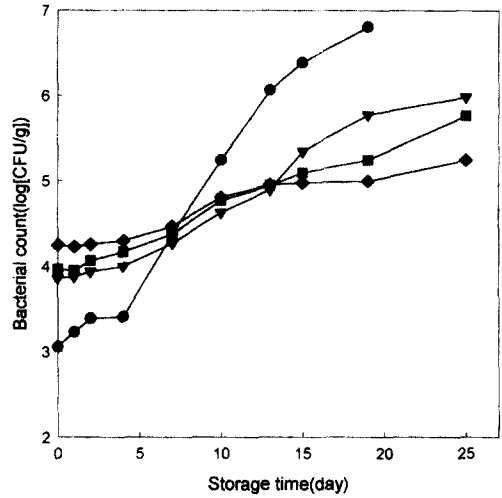


Fig. 4. Change in bacterial count of noodle added with nopalitos during storage at 4°C. ● : control, ▼ : 3%, ■ : 6%, ◆ : 9%

손바닥 선인장 열매와 줄기를 첨가하여 제조한 생면의 총균수의 변화에 대한 회귀 방정식을 구하여 Table 9에 나타내었다. 20°C에서 저장한 처리구의 경우 선인장 열매 및 줄기 무 첨가구의 회귀방정식은  $y = -0.0228x^2 + 2.1013x + 1.0021$  ( $R^2 = 0.98$ )로 나타낼 수 있었으며 식품공전<sup>(17)</sup>에 따른 생면의 최대 세균수인  $3 \times 10^6$  CFU/g에 도달하는 시간은 3.03일로 측정되었다.

또한 4°C에서 저장한 무 첨가구(대조구)의 회귀방정식은  $y = 0.0358x^2 + 0.1702x + 2.6861$  ( $R^2 = 0.96$ )으로 표시할 수 있었으며 도달하는 시간은 7.53일로 측정되었

다. 20°C에서 저장한 선인장 열매를 첨가한 처리구의 경우, 3% 첨가 처리구는 4.52일, 6% 첨가 처리구는 7.25일, 9% 첨가 처리구는 9.9일로 측정되었다. 4°C에 저장한 처리구의 경우 3% 첨가 처리구는 8.14일, 6% 첨가 처리구는 11.02일, 9% 첨가 처리구는 13.33일로 측정되어 선인장 열매의 첨가량이 증가할수록 생면의 저장기간이 연장됨을 알 수 있었다.

손바닥 선인장 줄기를 첨가하여 제조한 생면을 20°C에 저장하였을 경우 3% 첨가 처리구는 무 첨가구인 대조구에 비하여 약 41%, 6% 첨가한 처리구는 약

Table 9. Equations of changes in CFUs of noodles added with nopal and nopalitos

Storage temp. (°C)		Regression equations	Days <sup>1)</sup>	Extension(%)
control	20	$y = -0.0228x^2 + 2.1013x + 1.0021$ ( $R^2 = 0.98$ )	3.03	100.0
control	4	$y = 0.0358x^2 + 0.1702x + 2.6861$ ( $R^2 = 0.96$ )	7.53	100.0
<b>nopal</b>				
3%	20	$y = 0.0980x^2 + 0.3630x + 2.345$ ( $R^2 = 0.98$ )	4.52	149.2
6%		$y = 0.0035x^2 + 0.4448x + 2.5945$ ( $R^2 = 0.98$ )	7.25	239.3
9%		$y = -0.0055x^2 + 0.3605x + 2.9711$ ( $R^2 = 0.98$ )	9.9	326.7
3%	4	$y = 0.0002x^2 + 0.4488x + 2.3354$ ( $R^2 = 0.98$ )	8.14	108.1
6%		$y = -0.0049x^2 + 0.3661x + 2.5608$ ( $R^2 = 0.98$ )	11.02	146.3
9%		$y = -0.0003x^2 + 0.2145x + 3.1935$ ( $R^2 = 0.98$ )	13.33	177.0
<b>nopalitos</b>				
3%	20	$y = -0.0393x^2 + 0.8575x + 2.9822$ ( $R^2 = 0.98$ )	4.26	140.6
6%		$y = 0.0926x^2 - 0.1067x + 3.9717$ ( $R^2 = 0.98$ )	5.29	174.6
9%		$y = 0.0570x^2 - 0.1410x + 4.3531$ ( $R^2 = 0.98$ )	6.75	222.8
3%	4	$y = 0.0259x^2 - 0.0269x + 3.8152$ ( $R^2 = 0.98$ )	9.72	129.1
6%		$y = 0.0141x^2 + 0.0464x + 3.8461$ ( $R^2 = 0.98$ )	10.82	143.7
9%		$y = 0.0049x^2 + 0.0688x + 4.0865$ ( $R^2 = 0.98$ )	13.95	185.3

<sup>1)</sup>Time required to reach  $3 \times 10^6$  CFUs/g

**Table 10. Antimicrobial activities of methanol and hexane extracts from nopal and nopalitos against various microorganisms**

Indicator strains		Extracts			
		1	2	3	4
Gram (+)	<i>Streptococcus mutans</i> KFRI 1171	-	-	-	-
	<i>Enterococcus faecalis</i> var. <i>liquefaciens</i> KFRI 675	-	-	-	-
	<i>Staphylococcus aureus</i> KFRI 219	-	-	-	-
	<i>Bacillus subtilis</i> KFRI 183	-	-	+	-
	<i>Micrococcus luteus</i> KFRI 454	-	-	-	-
	<i>Listeria monocytogenes</i> KFRI 799	-	-	-	-
	<i>Pediococcus cerevisiae</i> KFRI 438	-	-	-	-
	<i>L. bulgaricus</i> KFRI 425	-	-	-	-
	<i>Propionobacterium acnes</i> ATCC 6919	-	-	-	-
Gram (-)	<i>Escherichia coli</i> KFRI 272	+	-	+	-
	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	-	-	+	-
	<i>Salmonella typhimurium</i> KFRI 191	-	-	+	-
	<i>Pseudomonas fragi</i> KFRI 462	--	-	-	-

1: Nopalitos-MeOH extract, 2: Nopalitos-Hexane extract, 3: Nopal-MeOH extract, 4: Nopal-Hexane extract. +: activity, -: no activity

**Table 11. Comparison of antimicrobial activities of methanol extracts from nopal and nopalitos**

Extracts	Concentration (mg/mL)	Clear zone(mm)			
		<i>Bacillus subtilis</i> KFRI 183	<i>Escherichia coli</i> KFRI 272	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	<i>Salmonella typhimurium</i> KFRI 191
Nopalitos-MeOH extract	100	-	-	-	-
	200	-	-	-	-
	300	-	9	-	-
Nopal-MeOH extract	40	-	-	-	-
	50	±	±	-	±
	100	12	9	±	10
	200	16	14	14	16
	300	20	17	18	21

±: weak activity, -: no activity

75%, 9% 첨가 처리구는 약 123% 정도로 각각 저장 기간이 연장되는 것으로 나타났다. 4°C에 저장한 선인장 줄기 3% 첨가 처리구는 대조구에 비하여 약 29%, 6% 첨가 처리구는 약 44%, 9% 첨가한 처리구는 약 85% 정도로 각각 저장기간이 연장되는 것으로 측정되었다.

따라서 손바닥 선인장 열매 및 줄기를 첨가하여 생면을 제조할 경우 생면의 미생물학적 저장기간이 대폭적으로 연장됨을 알 수 있었다. 한편, 박 등<sup>(16)</sup>은 칼국수의 저장수명 예측 지표로 저장온도 15°C 이상에서는 세균수, 이취 발생시기, 곰팡이 발생시기로 할 수 있으며, 저온에서는 세균수가 합리적인 지표가 된다고 하였다. 또한 현행 우리나라 식품공전<sup>(17)</sup>에 생면의 세균수가 3×10<sup>6</sup> CFU/g 이하로 설정되어 있는 것에 비추어 볼 때, 손바닥 선인장을 첨가함에 따라 생면의 유통기한을 연장시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

손바닥 선인장의 메탄올과 헥산 추출물의 항균효과

손바닥 선인장 분말을 첨가한 생면에서 세균수의 증가가 대조구보다 낮은 원인이 손바닥 선인장에 존재하는 항균물질에 기인한다고 생각하여 메탄올과 헥산을 이용하여 손바닥 선인장의 열매와 줄기 추출물 300 mg/mL을 이용하여 조사한 항균 효과 결과를 Table 10에 나타내었다. Table 10에 나타난 바와 같이 열매-메탄올 추출물이 그램 음성균 중 *Escherichia coli*, *Escherichia coli* O157:H7과 *Salmonella typhimurium*에 항균 효과를 나타내었으며, 줄기-메탄올 추출물은 *Escherichia coli*에만 효과를 나타내었다. 그램 양성균 중 *Bacillus subtilis*에는 열매-메탄올 추출물이 효과를 나타내었다. 효과가 확인된 줄기-메탄올 추출물과 열매-메탄올 추출물의 농도별 항균 효과를 조사한 결과는 Table 11에 나타내었다. Table 11에 나타난 바와 같이, 열매-메탄올 추출물이 가장 강한 항균효과를 보여



50 mg/mL에서도 효과를 나타내었는데, *Bacillus subtilis* 와 *Salmonella typhimurium*에 대한 효과가 뛰어나며 *Escherichia coli*와 *Escherichia coli* O157:H7에도 강한 효과를 보였다. 이러한 항균 효과에 의해 손바닥 선인장을 첨가한 생면의 세균수 증가는 대조구보다 적은 것으로 판단되었다. 그러나 천연물의 항균성은 유효물질의 특성에 따라 용매에 용출되는 정도가 다르므로 손바닥 선인장의 항균 물질에 대한 자세한 연구가 필요하리라 생각되었다.

## 요 약

손바닥 선인장의 열매와 줄기를 밀가루에 3, 6 및 9% 첨가하여 제조한 생면의 품질특성과 총균수의 변화를 조사하였다. 선인장 열매와 줄기의 첨가농도가 증가함에 따라 아밀로그래프상의 호화개시온도와 최종점도는 감소하였고, 최고점도는 증가하였다. 생면의 조리 후 중량과 부피는 선인장 열매와 줄기를 첨가함에 따라 감소하였고, 조리손실은 증가하였다. 조리면의 관능 검사 결과, 선인장 열매는 6%, 줄기는 3% 첨가시에 가장 좋은 품질로 평가되었다. 생면의 저장기간동안 총균수는 선인장 열매와 줄기를 첨가함에 따라 현저히 감소하였다. 손바닥 선인장의 열매-메탄올 추출물은 그램 음성균 중 *Escherichia coli*, *Escherichia coli* O157:H7과 *Salmonella typhimurium*에 항균 효과를 나타내었으며, 줄기-메탄올 추출물은 *Escherichia coli*에만 효과를 나타내었다. 그램 양성균 중 *Bacillus subtilis*에는 열매-메탄올 추출물이 효과를 나타내었다. 이러한 항균 효과에 의해 손바닥 선인장을 첨가한 생면의 총균수 증가는 대조구보다 적은 것으로 판단되었다.

## 문 헌

- Pyungbumsa. Useful plants of the world, Tokyo, Japan (1989)
- The Hokuryukan Co., Ltd. A cyclopedia of useful plants and plant products, Tokyo, Japan (1957)
- Lee, H.J. A study on antiulcer effects of *Opuntia dillenii* Haw. on stomach ulcer induced by water-immersion stress in rats. M.S. thesis, Seoul National Univ., Seoul, Korea (1997)
- Kim, I.H., Kim, M.H., Kim, H.M. and Kim, Y.E. Effect of antioxidants on the thermostability of red pigment in prickly pear. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 1013-1016 (1995)
- Chung, M.S. and Kim, K.H. Stability of betanine extracted from *Opuntia ficus-indica* var. *Sabolen*. Korean J. Soc. Food Sci. Technol. 12: 506-510 (1996)
- Lee, Y.C., Hwang, K.H., Han, D.H. and Kim, S.D. Compositions of *Opuntia ficus-indica*. Korean J. Soc. Food Sci. Technol. 29: 847-853 (1997)
- Medcalf, D.G. and Gilles, K.A. Effect of a lyotropic ion series on the pasting characteristics of wheat and corn starches. Staerke. 18: 101-105 (1966)
- Collado, L.S. and Corke, H. Properties of starch noodles as affected by sweetpotato genotype. Cereal Chem. 74: 182-187 (1997)
- SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1990)
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. Principle and procedures of statistics. 2nd ed., McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, USA (1980)
- Kim, Y.D., Kim, Y.J., Oh, S.W., Kang, Y.J. and Lee, Y.C. Antimicrobial activities of solvent extracts from *Citrus Sudachi* juice and peel. Korean J. Food Sci. Technol. In press (1999)
- Kim, Y.S. Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1373-1380 (1998)
- Kim, S.K., Kim, H.R. and Bang, J.B. Effects of alkaline reagent on rheological properties of wheat flour and noodle property. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 58-65 (1996)
- Chung, G.S. and Kim, S.K. Effect of wheat flour protein contents on Ramyon(deep-fried instant noodle) quality. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 649-655 (1991)
- Kim, Y.S., Ha, T.Y., Lee, S.H. and Lee, H.Y. Effect of rice bran dietary fiber on flour rheology and quality of wet noodles. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 90-95 (1997)
- Park, H.J., Yu, I.S., Kim, S.K., Lee, Y.S. and Kim, Y.B. Prediction of shelf-life of noodles by bacterial count. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 557-560 (1994)
- Korea Food Industry Association. Official Book of Foods, Seoul, Korea (1997)