

천일염 함량을 달리하여 제조한 우리밀 면의 특성

오석태¹ · 김혜영² · 이규희²

¹우송대학교 외식조리학부 외식조리전공

²우송대학교 외식조리학부 한식조리과학전공

Properties of Wet Noodles Made with Various Sea Salt Concentration by Using Domestic Wheat

Suk-Tae Oh¹, Hea-Young Kim², and Gyu-Hee Lee²

¹Department of Culinary Arts and ²Department of Korean Culinary Arts and Culinary Science, School of Culinary Arts, Woosong University

ABSTRACT Wet noodles were manufactured by varying the concentration of domestic sea salt in domestic Geumgang wheat (DGW) to determine the gelatinization properties and noodle-making characteristics. Measurements of the gelatinization characteristics of DGW according to the concentration of sea salt showed that the pasting temperature and peak viscosity increased as the concentration of sea salt increased. The final viscosity and setback values decreased as the concentration increased. The elongation rate of the wet noodles showed a statistically significant difference at a 2% sea salt concentration. In the noodle-making characteristics, the water absorption rate and volume of cooked noodles decreased as the amount of sea salt added increased, but there was no significant difference in turbidity between 2.0% and 3.5% sea salt. In color, the whiteness (L^* value) decreased as the concentration of sea salt increased, but the redness (a^* value) and yellowness (b^* value) showed no significant change. In the rheological properties, when the sea salt concentration was 2.0%, the hardness, elasticity, gumminess, brittleness, extensibility, and gel strength of the noodles were high, but the elasticity and elongation were similar at 2.0% and 3.5% sea salt. In conclusion, when making noodles from domestic Geumgang wheat using sea salt, the addition of sea salt increases the water retention and storage capacity of the noodles, but using more than 3.5% sea salt lowers the elasticity and extensibility of the noodles.

Key words: sea salt, wet noodle, physical properties, cooked noodle, paste properties

서 론

국수는 편리성과 저렴한 가격, 그리고 다양한 맛으로 인해 동아시아 및 동남아시아 사람들의 주식 중 하나로 여겨져 왔다(Khorshidi 등, 2018). 국내에서도 경제 성장과 생활 수준의 향상으로 간편한 식생활의 필요에 따라 면류 산업이 꾸준히 성장하고 있다(Lee 등, 2009). 일반적으로 면은 밀가루에 식염, kansui(Na_2CO_3 와 K_2CO_3 의 혼합물), NaOH, 물 등을 사용해 반죽하여 제조한 것으로 그 종류는 구성 성분과 제조 방법 및 외관에 따라 다양하다(Fan 등, 2020). 이들 다양한 면류 중 관능적으로나 물성 면에서 가장 바람직한 품질을 나타내는 것은 밀가루에 천일염과 물로만 반죽한 white salt noodle이다(Ye와 Sui, 2016). White salt noodle

은 건면과 생면으로 분류될 수 있다(Park 등, 2009). 생면은 밀가루에 식염과 물을 사용하여 반죽하고 제면한 후 바로 포장한 것을 말하며, 건면은 생면 가닥을 건조하여 최종 수분함량을 14% 이하로 제조한 것을 말한다(Fu, 2008).

밀가루 생면을 만드는 데 사용되는 식염은 면의 감각적 특성에 기여하고 미생물 성장을 억제하며 효소 활동을 감소시킬 수 있고, 또한 반죽 및 최종 제품의 가공 특성을 향상시킨다(Chen 등, 2019). 현재 국내에서 유통되고 있는 천일염은 태양열과 바람 등 자연조건으로 바닷물을 농축시켜 염의 결정으로 석출시킨 것이다(Park 등, 2009). 천일염은 92.4~94.4%의 NaCl과 Ca, K, Mg 및 S와 같은 다양한 무기질도 함유한 것으로 알려져 있다(Lee 등, 2010). 생면 제조 시 식염의 첨가는 호화 과정에서 전분의 점도 상승에 기여하며

Received 14 November 2023; Revised 28 December 2023; Accepted 4 January 2024

Corresponding author: Gyu-Hee Lee, Department of Korean Culinary Arts and Culinary Science, School of Culinary Arts, Woosong University, 171 Dongdaeyeonro, Dong-gu, Daejeon 34606, Korea, E-mail: gyuhlee@wsu.ac.kr

© 2024 The Korean Society of Food Science and Nutrition.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

글루텐 네트워크를 강화하여 반죽의 안정도를 증가시킨다(Kim 등, 1996; Wu 등, 2006). 그러나 국내산 밀을 이용하여 천일염의 농도를 달리하여 생면을 제조했을 때의 특성에 관한 연구는 찾아보기 어려웠다.

Fu(2008)는 white salted noodle 제조 시 면의 종류나 제조공정에 따라 다르기는 하지만 면 제조 시 2~8%의 소금을 이용한다고 보고하였다. Hu 등(2017)은 소금 함량을 1~5%를 첨가하여 제면했을 때 3% 이상 첨가 시 신장력이 줄어들기 시작하였고 network 구조가 느슨해졌다고 보고하였다. Wu 등(2006)은 3% 이상 소금을 사용했을 때 생면의 물리적 특성이 파괴되는 결과를 나타내었다고 보고하였다. 이들의 연구는 정제염을 사용한 경우였으며 천일염에 관한 연구는 찾아보기 어려웠다.

따라서 본 연구는 국내산 금강밀에 국내산 천일염의 농도를 달리하여 생면을 제조했을 때 물리적 특성을 분석하여 제면 산업에 기초자료를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

재료

면 제조에는 천일염((주)청정원)과 우리밀을 사용하였다. 우리밀은 제면용으로 대전 지역에서 채배된 단백질 함량이 12.22%인 금강 품종을 제분한 (주)사조해표(Hae-Pyo Woori Mill wheat flour, first grade high gluten wheat flour) 밀가루를 사용하였다. 제면에 사용한 용수는 증류수를 사용하였다.

생면의 제조

생면 제조는 밀가루 100 g에 2.0%, 3.5%, 5.0% 천일염을 용해한 증류수 45 g을 가해 반죽기(BG-prBM09, Electrical Appliances Holdings Co., Ltd.)를 사용하여 15분간 반죽한 후 반죽을 비닐백에 넣어 실온에서 1시간 동안 숙성시켰다(Jeong 등, 2007). 완성된 반죽들을, 제면기(BE-9500, Bethel)를 이용하여 두께 4.0 mm의 조면대를 만들고 이를 복합하여 다시 4 mm 두께의 면대를 형성한 다음 4단계(4.0, 2.8, 2.0, 1.8)의 물을 거쳐 면대의 두께를 점차 감소시켰으며, 최종적으로 굵기 4.0 mm, 너비 4.0 mm의 면발로 제조하여 30 cm 길이로 잘라 생면과 조리면의 상태로 본 실험에 사용하였다.

천일염 농도에 따른 우리밀의 호화 특성 분석

천일염 농도에 따른 우리밀의 호화 특성은 초고속 점도계(rapid viscosity analysis, RVA; Newport Scientific Pty limited)를 사용하여 분석하였다. 수분함량 12%인 우리밀 3 g에 농도를 달리하여 제조한 천일염 용액 25 mL를 가하여 현탁액을 제조한 후 RVA 장치에 장착하였다. 호화 조건은 50°C에서 60초 동안 유지한 다음 3분 45초 동안 95°C까지 가열하고 95°C에서 2분 30초 동안 유지한 후 3분 48초 동

안 50°C로 냉각하고 50°C에서 2분 동안 유지하여 최종 호화 특성을 분석하였다. 회전 속도는 처음 10초 동안 960 rpm으로 진행 후 12분 50초 동안 160 rpm으로 회전 속도를 변경하였다. 호화 특성 분석을 위해 호화 곡선을 얻었고 호화개시온도(pasting temperature, PT), 최고점도(peak viscosity, PV), 최고점도 도달시간(peak time), through 점도(through viscosity, TV), 파괴점도(breakdown viscosity, BV), 최종점도(final viscosity, FV) 및 셋백(setback) 값을 측정하였다(Dai 등, 2022).

천일염 농도에 따른 우리밀 면의 제면 특성

신장률: 생면 5 cm를 잘라 끊어질 때의 길이를 측정하였다(Sangpring 등, 2015). 신장률은 아래 식과 같이 계산하였으며 3회 반복 측정하여 평균과 편차를 표시하였다.

$$\text{Elongation rate} = (\text{Length of noodle at break} - \text{Initial length of noodle strand}) / \text{Initial length of noodle strand}$$

수분 흡수율: 생면 20 g을 칭량하여 끓는 물 300 mL에 넣고 10분 조리 후 2분간 찬물에 행군 뒤 3분간 물기를 제거하여 무게를 측정하였다(Sangpring 등, 2015). 수분 흡수율은 아래 계산식을 이용하였다.

$$\text{Moisture adsorption (\%)} = [(\text{Weight of noodle after cooking} - \text{Weight of raw noodle before cooking}) / \text{Weight of raw noodle before cooking}] \times 100$$

부피: 부피 측정은 삶은 면의 중량을 측정한 직후 300 mL의 증류수를 담은 500 mL의 메스실린더에 담근 후 증가하는 물의 부피로 계산하였다(Lee와 Kim, 1981). 250 mL 메스플라스크에 200 mL 증류수를 채운 뒤 조리된 면을 넣어 증가한 양을 삶은 면의 부피로 하였다.

국물의 탁도: 국물의 탁도는 면을 삶아 건져낸 물을 실온에서 30분간 상온에서 식힌 다음 UV spectrophotometer (UV 2401, Shimadzu)를 사용하여 675 nm에서 흡광도를 측정하였다(Lee와 Kim, 1981).

염도 측정: 면을 삶아 건져낸 물을 실온에서 30분간 식힌 다음 굴절 염도계를 이용하여 염도를 측정하였다.

천일염 농도에 따른 우리밀 조리면의 특성

조리면의 색도: 색도는 조리면 20 g을 높이 1.3 cm, 직경 5 cm의 petri dish에 빈틈없이 붙인 후 색차계(Colorimeter CR-300, Minolta Co.)를 사용하여 L*값(lightness, 명도), a*값(red, 적색도), b*값(yellow, 황색도)을 6회 반복하여 측정하였다. 이때 기기의 보정을 위해 사용한 표준백색판(standard plate)의 L*, a*, b*값은 각각 97.26, -0.07, +1.86이었다(Kim 등, 2019).

조리면의 물리적 특성: 조리면의 물성은 조리된 면을 3 cm 길이로 잘라 두 가닥을 겹친 후 Rheometer(CR-100D, Sun Scientific Co.)를 사용하여 측정하였다. 조리한 면을

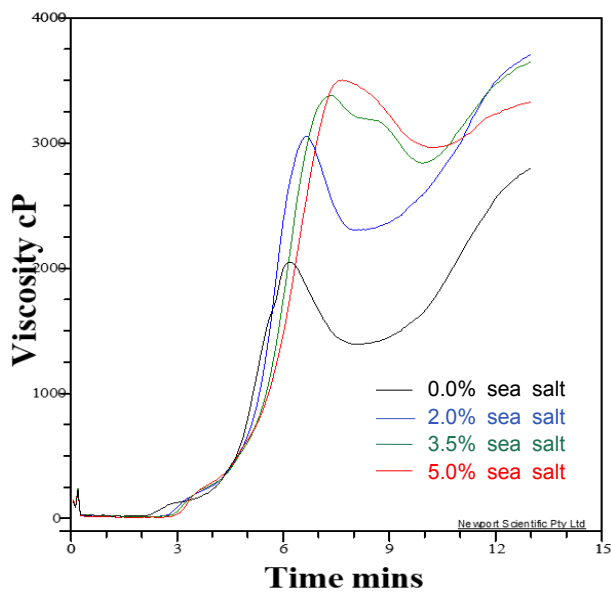


Fig. 1. Diagram of RVA pasting properties according to sea salt concentration.

30.0 mm 길이로 잘라 두 가닥씩 붙인 뒤 plat form에 올려 놓고 9회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 측정 조건은 mode 21, max 2 kg, adaptor number는 No. 20, table speed는 60 mm/min이었으며, 결과로는 강도(strength), 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 신장력(elongation) 및 젤 강도(gel strength)를 측정하였다.

통계분석

천일염 첨가량을 달리하여 제조한 우리밀 면에 대한 통계 분석은 SPSS 프로그램(ver 27.0, IBM Co.)을 사용하였고, 결과는 분산분석 후 Duncan's multiple range test ($P < 0.05$)를 실시하였다. 면의 제면 특성 간 상관관계분석은 SPSS 프로그램을 이용하여 피어슨 상관관계를 활용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

천일염 농도에 따른 우리밀의 호화 특성

천일염 농도를 달리한 우리밀의 호화 특성을 신속점도측

정기를 사용하여 측정한 결과는 Fig. 1과 Table 1에 표시하였다.

호화개시온도(PT)는 대조구가 65.05°C였으며 천일염 농도가 높아질수록 높아지는 경향을 나타내어 천일염 농도가 높아질수록 호화가 지연됨을 알 수 있었다. Ukpong 등(2021)은 PT 증가 이유가 가열된 수분이 아밀로스에 도달하여 전분을 팽윤시키는 것을 늦추기 때문이라고 하였고, Sangpring 등(2015)은 NaCl을 사용하여 쌀국수를 제조했을 때 조리 시 물의 침투 시간이 지연되어 조리 시간이 길어질 수 있다고 하였다. 본 연구에서도 천일염의 첨가량이 증가할수록 PT가 증가하여 이들의 결과와 유사함을 알 수 있었다.

최고점도(PV)는 heating과 holding cycle이 반복되는 동안 기록된 점도를 나타내며 PV는 천일염 농도가 높아질수록 높아지는 경향을 나타내었다. PV는 수분 결합 능력과 전분 과립이 분해되는 용이성을 나타내는 지표로 PV가 높을수록 물 결합 능력이 높아져 전분 과립이 더 많이 팽윤된다(Maurya 등, 2023). 따라서 천일염의 농도가 높아질수록 밀가루 전분의 팽윤은 더 잘 일어날 것으로 판단된다. Li 등(2018)은 일본의 우동 국수와 같은 특별한 국수에서 높은 PV가 국수의 품질을 우수하게 한다고 보고하였다.

Through 점도(TV)는 최고점도 이후 95°C에서 2.5분간 유지한 후의 점도로 열안정성을 나타내는 지표이며 값이 클수록 열안정성이 높음을 의미한다(Ukpong 등, 2021). 본 실험에서는 천일염 농도가 높아질수록 TV가 높아지는 경향을 나타내어 천일염 농도가 높아질수록 열안정성이 높아질 것으로 판단된다.

과피점도(BV)는 PV에서 TV를 뺀 값으로 전분의 호화 중 열과 전단력에 대한 저항성을 나타낸다(Dai 등, 2022). 높은 값의 BV는 전분 입자가 열과 전단력에 대한 저항성이 낮음을 의미한다. 본 실험에서 BV는 2.0% 천일염으로 반죽했을 때 가장 높은 값을 나타내었으며, 3.5%와 5.0%에서 BV 값은 유의차가 없다. 천일염 농도가 높아지면 반죽의 열과 전단력에 대한 저항성이 증가하나 3.5% 이상의 염 농도에서는 더 이상 열과 전단력에 대한 저항성은 커지지 않는다는 것을 알 수 있다.

최종점도(FV)는 현탁액을 50°C로 낮추었을 때의 점도로 냉각시켰을 때 paste의 안정성을 의미하며 값이 높을수록

Table 1. RVA pasting properties according to sea salt concentration

Pasting properties	0% (Control)	2.0%	3.5%	5.0%
Pasting temperature (°C)	65.05±0.44 ¹⁾²⁾	71.38±0.49 ^b	72.87±0.46 ^b	73.88±0.88 ^a
Peak viscosity (cp)	2,062±14 ^d	3,073±68 ^c	3,385±4 ^b	3,533±34 ^a
Peak time (min)	6.13±0.07 ^d	6.67±0.00 ^c	7.29±0.03 ^b	7.65±0.04 ^a
Trough (cp)	1,391±8 ^d	2,370±110 ^c	2,823±18 ^b	2,964±20 ^a
Break down (cp)	671±15 ^b	703±49 ^a	563±18 ^c	569±26 ^c
Final viscosity (cp)	2,808±10 ^c	3,752±72 ^a	3,628±20 ^{ab}	3,327±15 ^b
Setback (cp)	1,417±15 ^a	1,382±38 ^b	805±6 ^c	363±6 ^d

¹⁾Mean±SD (n=3).

²⁾Means with different small letters in a row are different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

냉각 젤의 안정성이 높음을 의미한다(Ukpong 등, 2021). 천일염을 첨가했을 때 FV는 증가하는 경향을 나타내었으나 농도가 높을수록 감소하는 경향을 나타내었다. 결과에서 천일염 첨가가 냉각젤의 안정성을 높일 수는 있으나 농도가 높아짐에 따라 냉각 젤의 안정도가 높지는 않다는 것을 알 수 있었다.

Setback 값은 최종점도에서 through 점도 값을 뺀 값으로 setback 값이 낮으면 낮을수록 노화가 덜 되는 것을 의미한다. Setback 값은 대조구가 가장 높은 값을 나타내었으며 천일염 농도가 높아질수록 높아지는 경향을 나타내어 천일염 농도가 높아질수록 setback 값이 낮아 노화 속도는 늦어질 것으로 판단된다. Beck 등(2011)은 differential scanning calorimetry를 사용하여 NaCl 용액을 첨가한 옥수수 전분의 노화 속도(전분 재결정 속도)를 조사한 결과, NaCl을 첨가한 샘플의 노화 속도가 NaCl이 없는 대조군보다 느리다고 하였다. 그들은 나트륨이온이 전분 수산기의 수소이온을 전분 분자에서 물로 이동시키고 전분 분자에 나트륨이온이 포획되기 때문이라고 하였다. 이때 나트륨이온의 반경은 수소이온 반경보다 크기 때문에 수소결합 형성이 제한되어 전분 노화가 지연되는 것이라고 보고하였다. Fu 등(2015)은 나트륨이온의 존재로 인해 전분의 분자 내 반발력이 변화하고 전분의 노화가 방해된다고 하여 본 연구에서 천일염의 농도가 높아질수록 setback 값이 낮아져 노화가 지연될 수 있다는 결과와 유사함을 알 수 있었다.

천일염 농도를 달리했을 때 우리밀의 호화 특성을 분석한 결과 천일염 농도가 증가할수록 밀가루 전분이 팽윤 되는 시간은 늦어지나 팽윤은 더 잘 일어나고 전분풀의 열안정성은 더 높아졌으며 노화는 지연됨을 알 수 있었다. 그러나 3.5%와 5.0% 사이에서 이들 특성의 차이가 작으므로 3.5% 이상 천일염을 사용하는 것이 호화 특성을 개선하는 효과는 없는 것으로 판단된다.

천일염 농도를 달리하여 제조한 우리밀면의 제면 특성

천일염의 농도를 달리하여 제조한 생면의 신장력 측정 결과는 Table 2와 같다. 결과에서 2% 천일염 농도에서 면의 신장률이 통계적 유의차를 나타내며 가장 높은 값을 나타내었고 3.5%와 5% 첨가한 면 사이에 신장률은 통계적 유의차가 없었다. Sangpring 등(2015)은 NaCl 농도가 증가할수록 조리된 쌀국수의 신장률이 유의하게 증가했는데, 이는 NaCl의 첨가로 쌀국수에서 단백질 네트워크가 잘 발달했기 때문

Table 2. Elongation rate of raw noodles according to sea salt concentration (unit: %)

2.0%	3.5%	5.0%
1.70±0.14 ^{a1)2)}	1.24±0.08 ^b	1.15±0.05 ^b

¹⁾Mean±SD (n=3).

²⁾Means with different letters are different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

에 신장률이 증가했다고 보고하였다. Hu 등(2017)은 천일염을 너무 많이 첨가하면 일부 천일염 이온이 밀가루와 경쟁하여 글루텐 네트워크의 형성을 방지하거나 심지어 파괴하여 신장성이 감소한다고 하여 본 실험에서 천일염 농도가 3.5%와 5% 첨가한 면에서 신장력이 감소하는 결과와 유사함을 알 수 있었다.

천일염의 농도를 달리하여 제조한 면의 조리 특성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 조리면의 수분 흡수율과 부피는 천일염 첨가량이 많아질수록 낮아지는 것을 알 수 있었다. Lee 등(2011)은 천일염이 글루텐 수화에 변화를 주며 dough system에서 천일염이 존재하면 글루텐 구조에 변화를 주어 결합수로부터 자유수가 증가하여 전체적으로 수분 흡수율이 감소한다고 하였다. 또한 Hu 등(2017)도 적절한 양의 천일염을 사용하면 글루텐 네트워크 구조가 개선되어 면의 표면이 부드러워지고 수분 흡수율이 감소한다고 보고하여 본 실험에서 천일염 첨가량이 많아질수록 수분함유량이 낮아지는 결과와 유사함을 알 수 있었다.

본 실험에서 탁도는 천일염의 농도가 높아질수록 높아지는 것을 알 수 있었다. 국물의 탁도는 조리 중 고형분의 손실 정도를 나타내는 지표로 알려져 있다(Kim과 Kim, 2009). Hu 등(2017)도 천일염 농도 3%에서는 전분 입자가 점차 글루텐으로 포장되어 조밀한 네트워크 구조를 형성하였고 5% 천일염 농도에서는 전분 입자가 드러나며 글루텐이 파괴되어 국물의 탁도를 높인다고 하였다. 즉 탁도가 높은 것은 조리면에서 고형성분의 유출이 많고 쉽게 풀어지며 끊어져 국수의 외관과 맛이 저하될 수 있다는 것을 의미(Lee 등, 2003)하여 조리 후 국물의 탁도는 중요한 품질 평가 특성이라 할 수 있겠다. 본 연구에서 탁도는 2.0%와 3.5%에서 통계적 유의 차이가 없었으나 5%에서는 통계적으로 유의차를 나타내며 높은 값을 나타내었다. Hu 등(2017)은 천일염의 적절한 양은 국수의 인장 특성을 향상시키고 수분 흡수율을 감소시키며, 내부 네트워크 구조를 개선할 수 있다고 하였다. 그러나 과도한 천일염은 인장 특성과 요리 특성을 감

Table 3. General characteristics of cooked noodles according to sea salt concentration

Characteristics	2.0%	3.5%	5.0%
Water absorption rate (%)	79.75±5.21 ^{a1)2)}	75.88±1.11 ^a	66.78±2.21 ^b
Volume (mL)	232.67±1.15 ^a	231.33±1.15 ^{ab}	229.33±1.15 ^b
Turbidity (Abs 675 nm)	0.43±0.01 ^b	0.54±0.11 ^b	0.83±0.03 ^a
Salinity (%)	0.33±0.06 ^c	0.53±0.06 ^b	0.73±0.06 ^a

¹⁾Mean±SD (n=3).

²⁾Means with different letters are different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

Table 4. Correlation among general properties of cooked noodles according to sea salt concentration

	Volume (mL)	Turbidity (Abs 675 nm)	Salinity (%)
Water absorption rate (%)	0.759 ($P=0.000$)**	-0.813 ($P=0.000$)**	-0.693 ($P=0.001$)**
Volume (mL)		-0.560 ($P=0.008$)**	-0.467 ($P=0.025$)*
Turbidity (Abs 675 nm)			0.929 ($P=0.000$)**
Salinity (%)			

*The correlation is significant at the 0.05 level.

**The correlation is significant at the 0.01 level.

소시키고 내부 네트워크 구조를 방해하거나 심지어 파괴한다고 하여 본 연구 결과와 유사함을 알 수 있었다.

수분 흡수율, 부피, 탁도 및 염도 특성 간의 피어슨 상관관계는 Table 4에 표시하였다. 수분 흡수율과 부피는 서로 높은 양의 상관관계를 나타내었다. 수분 흡수율과 부피가 증가할수록 탁도와 염도는 낮아지는 것을 알 수 있었다. Sangpring 등(2015)은 NaCl을 함유한 면은 수분 흡수율이 높고 면의 구조가 덜 조밀하기 때문에 높은 조리 손실량을 나타내며, 일부 전분 분자가 끓는 물에 용해되어 조리된 면에 남아 있는 고형물이 적고 국물의 탁도가 높아진다고 하여 수분 흡수율과 부피가 증가할수록 탁도가 낮아진다는 본 연구 결과와 유사함을 알 수 있었다.

천일염 농도를 달리하여 제조한 우리밀 면의 색도 및 물리적 특성

천일염 농도를 달리하여 제조한 면 색도의 변화는 Table 5에 나타내었다. Table 5에서 백색도는 천일염의 농도가 진해질수록 낮아지는 것을 알 수 있었다. Zhang 등(2005)은 소금의 농도와 백색도는 역의 상관관계를 갖는다고 보고하

Table 5. Hunter L*, a*, b* values of cooked noodles according to sea salt concentration

Color	2.0%	3.5%	5.0%
L*	69.61±1.37 ^{a1)2)}	69.01±0.93 ^a	67.57±0.82 ^b
a*	-7.79±1.36 ^a	-7.86±1.05 ^a	-7.96±0.97 ^a
b*	13.36±0.93 ^a	13.31±0.94 ^a	12.78±0.51 ^a

¹⁾Mean±SD (n=6).²⁾Means with different letters are different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

였다. Voinea 등(2022)은 소금의 농도가 높아질수록 백색도는 감소한다고 보고하여 본 연구 결과와 유사함을 알 수 있었다. 적색도와 황색도는 천일염 농도와 통계적인 유의차를 나타내지 않았다.

천일염 첨가량을 달리하여 제조한 면을 조리하였을 때 물리적 특성은 Table 6에 나타내었다. Table 6에서 응력(stress)은 천일염 첨가량이 증가할수록 통계적으로 유의차를 나타내며 낮아지는 경향을 나타내었다. 경도는 천일염 첨가량이 증가할수록 통계적으로 낮아지는 경향을 나타내었다. Sangpring 등(2015)은 밀면 제조 시 소금은 글루텐 네트워크 발달을 촉진하여 구조를 매끄럽고 균일하게 해 강력하고 저항이 높은 밀면이 제조되어 경도가 낮아진다고 보고하여 본 연구 결과와 유사함을 알 수 있었다. 탄력성(springiness)은 천일염 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으나, 2.0%와 3.5% 사이에는 통계적으로 유의차가 없었으며 3.5%와 5.0% 사이에는 통계적으로 유의차를 나타내지 않았다. 검성(gumminess)도 통계적으로 유의차를 나타내며 낮아지는 경향을 나타내었다. 부착성은 3.5%가 가장 높은 값을 나타내었으나 3.5%와 5.0% 사이에도 통계적으로 유의차를 나타내지 않았다. 부착성이 가장 낮은 것은 2.0%였다. 결과에서 천일염 농도가 높아지면 부착성이 증가하는 것을 알 수 있었다. 신장성은 천일염 농도가 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으나, 2.0%와 3.5% 사이에는 통계적으로 유의차가 없었으며 3.5%와 5.0% 사이에도 통계적으로 유의차를 나타내지 않았다. 젤강도도 천일염 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 물리적 특성 분석 결과를 종합해보면 천일염 농도가 2.0%일 때 면의 경도, 탄력성, 검성, 깨짐성, 신장성, 젤강도가 높은 값을 나타

Table 6. Rheological properties of cooked noodles according to sea salt concentration

Rheological properties	2.0%	3.5%	5.0%
Stress (gf/cm ²)	825.29±104.19 ^{a1)2)}	530.00±125.91 ^b	346.43±98.50 ^c
Hardness (gf/cm ²)	1,594.29±213.61 ^a	1,037.57±240.95 ^b	687.86±196.80 ^c
Springiness (%)	84.86±4.60 ^a	81.94±7.64 ^{ab}	76.96±4.41 ^b
Cohesiveness (%)	81.93±2.46 ^a	81.04±2.01 ^a	81.87±2.14 ^a
Gumminess (gf)	811.88±108.42 ^a	513.46±114.10 ^b	339.04±92.29 ^c
Brittleness (gf)	689.95±108.87 ^a	417.13±79.70 ^b	260.96±70.86 ^c
Adhesiveness (gf)	-2.43±0.79 ^b	-1.71±0.49 ^a	-2.00±0.00 ^{ab}
Elongation (%)	51.80±1.43 ^a	51.09±1.13 ^{ab}	50.37±0.63 ^b
Gel strength (gf·cm)	205.16±25.58 ^a	130.00±31.68 ^b	83.70±23.76 ^c

¹⁾Mean±SD (n=9).²⁾Means with different letters are different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

내었으나 탄력성과 신장성은 2.0%와 3.5% 사이에 유의차가 없다는 것을 알 수 있었다. Li 등(2018)은 국수 제조 시 글루텐이 소금을 첨가하지 않은 반죽에서는 연속적인 글루텐 네트워크를 형성하는 것에 반해 소금을 첨가하면 섬유 글루텐 구조를 형성하여 좀 더 저항성이 강한 네트워크를 형성하여 반죽의 물리적 특성을 개선한다고 보고하였다. 결론적으로 면 제조 시 천일염의 첨가는 면의 보수력과 저장성은 증가하지만, 너무 높은 천일염 농도는 면의 탄력성 및 신장성을 낮추는 것을 알 수 있었다.

요 약

경제 성장과 생활 수준의 향상으로 간편한 식생활의 필요에 따라 꾸준히 성장해 가고 있는 면류 산업에 기초적인 자료를 마련하기 위해 국내산 금강밀에 국내산 천일염의 농도를 달리하여 생면을 제조했을 때 호화 특성 및 제면 특성과 조리면의 물리적 특성을 조사하였다. 천일염 농도에 따른 우리밀의 호화 특성 측정 결과 호화개시온도와 최고점도는 천일염 농도가 높아질수록 높아지는 경향을 나타내었다. 파괴점도는 2.0% 천일염으로 반죽하였을 때 가장 높은 값을 나타내었으며 3.5%와 5.0%에서 유의차가 없었다. 최종점도와 setback 값은 농도가 높을수록 감소하는 경향을 나타내었다. 천일염 농도를 달리했을 때 우리밀의 호화 특성 분석 결과 천일염 농도가 증가할수록 밀가루 전분이 팽윤 되는 시간은 늦어지나 팽윤은 더 잘 일어나며 전분분의 열안정성은 더 높아졌으며 노화는 지연됨을 알 수 있었다. 천일염의 농도를 달리하여 제조한 생면의 신장력 측정 결과 2% 천일염 농도에서 면의 신장률이 통계적 유의차를 나타내며 가장 높은 값을 나타내었고 3.5%와 5% 첨가한 면 사이에 신장률은 통계적 유의차는 없었다. 천일염의 농도를 달리하여 제조한 면의 제면 특성을 조사한 결과, 조리면의 수분 흡수율과 부피는 천일염 첨가량이 많아질수록 낮아지는 것을 알 수 있었으며 탁도는 2.0%와 3.5%에서는 통계적 유의차가 없었으나 5%에서는 통계적으로 유의차를 나타내며 높은 값을 나타내었다. 천일염 농도를 달리하여 제조한 우리밀 조리면의 색도 변화는 백색도는 천일염의 농도가 진해질수록 낮아졌으나 적색도와 황색도는 통계적인 유의차를 나타내지 않았다. 천일염 농도를 달리하여 제조한 우리밀 조리면의 물리적 특성은 천일염 농도가 2.0%일 때 면의 경도, 탄력성, 겉성, 깨짐성, 신장성, 쫄랑도가 높은 값을 나타내었으나 탄력성과 신장성은 2.0%와 3.5% 사이에는 유의차가 없다는 것을 알 수 있었다. 결론적으로 우리밀을 천일염 농도를 달리하여 제면할 때 천일염의 첨가는 면의 보수력과 저장성은 증가시키지만 3.5% 이상의 천일염 사용은 면의 탄력성 및 신장성을 낮추는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 2023년도 우송대학교 교내 학술연구구성비 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

- Beck M, Jekle M, Becker T. Starch re-crystallization kinetics as a function of various cations. *Starch*. 2011. 63:792-800.
- Chen G, Ehmke L, Sharma C, et al. Physicochemical properties and gluten structures of hard wheat flour doughs as affected by salt. *Food Chem*. 2019. 275:569-576.
- Dai T, He X, Xu J, et al. Effects of betanin on pasting, rheology and retrogradation properties of different starches. *Foods*. 2022. 11:1600. <https://doi.org/10.3390/foods11111600>
- Fan H, Fu F, Chen Y, et al. Effect of NaCl on rheological properties of dough and noodle quality. *J Cereal Sci*. 2020. 93: 102936. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102936>
- Fu BX. Asian noodles: History, classification, raw materials, and processing. *Food Res Int*. 2008. 41:888-902.
- Fu Z, Chen J, Luo SJ, et al. Effect of food additives on starch retrogradation: A review. *Starch*. 2015. 67:69-78.
- Hu Y, Wei J, Chen Y. The impact of salt on the quality of fresh wheat noodle. *Acta Univ Cibiniensis, Ser E: Food Technol*. 2017. 21:53-61.
- Jeong CH, Kim JH, Cho JR, et al. Quality characteristics of wet noodles added with Korean paprika powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2007. 36:779-784.
- Khorshidi AS, Hatcher DW, Page JH, et al. A novel method to assess the mechanical behavior of Asian noodles during the sheeting process. I. The effect of repeated lamination. *Food Bioprod Process*. 2018. 112:131-136.
- Kim SK, Kim HR, Bang JB. Effects of alkaline reagent on the rheological properties of wheat flour and noodle property. *Korean J Food Sci Technol*. 1996. 28:58-65.
- Kim SM, Kim EJ. Development of chicken breast noodles adding *Rubus coreanum* Miquel and *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2009. 38:1111-1117.
- Kim WM, Yoon KH, Lee GH. Physicochemical properties of gluten-free rice pan bread by adding processed rice flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2019. 48:1143-1152.
- Lee HA, Nam ES, Park SI. Effect of maesil (*Prunus mume*) juice on antimicrobial activity and shelf-life of wet noodle. *Korean J Food Cult*. 2003. 18:428-436.
- Lee JJ, Jung HO, Lee MY, et al. Development of sun-dried salt kimchi beverage. *Korean J Food Preserv*. 2010. 17:800-806.
- Lee JM, Kim SY, Park KY. Effects of different kinds of salt on the quality of wet noodles. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2011. 40:1776-1780.
- Lee JY, Lim CW, Ha SD. Extending shelf-life with addition of ethanol of wet noodles. *J Food Hyg Safety*. 2009. 24:348-351.
- Lee KH, Kim HS. Preparation and evaluation of dried noodle products made from composite flours utilizing rice and wheat flours. *Korean J Food Sci Technol*. 1981. 13:6-14.
- Li M, Sun QJ, Han CW, et al. Comparative study of the quality characteristics of fresh noodles with regular salt and alkali and the underlying mechanisms. *Food Chem*. 2018. 246:335-342.
- Maurya S, Shukla SS, Mahajan KC, et al. Proximate assessment and pasting properties of gluten-free and refined wheat flour. *Int J Environ Clim Change*. 2023. 13:2397-2402.
- Park KT, Kim MY, Chun SS. Quality characteristics of Korean wheat wet noodles with pomegranate cortex powder. *Korean*

- J Culinary Res. 2009. 15(1):128-136.
- Sangpring Y, Fukuoka M, Ratanasumawong S. The effect of sodium chloride on microstructure, water migration, and texture of rice noodle. LWT—Food Sci Technol. 2015. 64:1107-1113.
- Ukpong ES, Okpalanma EF, Attaugwu RN. A comparative study on the viscoelastic properties of wheat, maize and cassava flours as affected by some leguminous seed flours. Asian Food Science Journal. 2021. 20:100-109.
- Voinea A, Stroe SG, Ropciuc S, et al. The effect of sea salt with low sodium content on dough rheological properties and bread quality. Appl Sci. 2022. 12:4344. <https://doi.org/10.3390/app12094344>
- Wu J, Beta T, Corke H. Effects of salt and alkaline reagents on dynamic rheological properties of raw oriental wheat noodles. Cereal Chem. 2006. 83:211-217.
- Ye X, Sui Z. Physicochemical properties and starch digestibility of Chinese noodles in relation to optimal cooking time. Int J Biol Macromol. 2016. 84:428-433.
- Zhang Y, Quail K, Mugford DC, et al. Milling quality and white salt noodle color of Chinese winter wheat cultivars. Cereal Chem. 2005. 82:633-638.