KFAS 한국수산과학회지 Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences
한수지 53(3), 290-296, 2020

Original Article
Korean J Fish Aquat Sci 53(3),290-296,2020

어묵의 동결안정성에 변성전분이 미치는 영향

정연겸 · 박진석[1] · 정유린[1] · 전병수[1] · 박대찬[2] · 이헌숙 · 장미순 · 심길보[1]*

국립수산과학원 식품위생가공과, [1]부경대학교 식품공학과, [2]영진식품

Effect of Modified Starch on the Frozen Storage Stability of Fish Cake *Eomuk*

Yeon Gyeom JEONG, Jin-Seok PARK[1], Yu-Rin JEONG[1], Byung-Soo CHUN[1], Dae Chan PARK[2], Heon Suk LEE, Mi Soon JANG and Kil Bo SHIM[1]*

Food Safety and Processing Research Division, National Institute Fisheries Science, Busan 46083, Korea
[1]Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Busan 48513, Korea
[2]Youngin Food Co., Busan 48815, Korea

We investigated the effect of the modified starch [physical treatment, acetate (SA-1, SA-2, and SA-3), hydroxypropyl (HS), and acetylated distarch adipate] content on the physicochemical properties of fish cakes, called *Eomuk* in Korea, during storage at -20°C. When wheat flour (native starch, NS) was used, the moisture content decreased during frozen storage, resulting in a lower water-holding capacity and higher expressible drip. Compared with NS, adding modified starch had a lower effect on the moisture content during frozen storage. The water-holding capacity and expressible drip differed with the type of modified starch added. The expressible drip was lowest with HS; the SA-3 and HS modified starch were whiter than NS. Therefore, HS and SA-1 are suitable additives to improve the quality of frozen fish cakes.

Keywords: Modified starch, Fish cake, Jelly strength, Water holding capacity, Whiteness

서 론

어육가공품은 어육을 주 원료로 하여 제조, 가공한 어묵, 어육햄, 어육소시지, 어육반제품, 어육살, 연육을 포함하며, 어육가공품의 대표 식품인 어묵은 어육에 함유되어 있는 염에 녹는 염용성 단백질을 용출시켜 만든 고기풀에 식품 등을 가하여 제조·가공한 것이다(MDFS, 2019a). 어묵 생산량은 2018년 21.1만 톤으로 전체 어육가공품 생산량(32.6만톤)의 약 65%를 차지하였으며, 지속적으로 증가하고 있다(MFDS, 2019b). 이와 같은 어묵 생산량의 급격한 증가는 어묵의 주원료인 어육은 다량의 단백질을 함유하고 있으며, 다양한 부재료의 활용으로 소비자의 기호를 충족시킬 수 있다. 그리고 조리가 간편하고, 가격이 저렴하여 가정에서뿐만 아니라 단체급식, 기타 외식업에서 다양하게 활용할 수 있기 때문이다(Shin, 2007, Choi, 2017). 어묵의 품질에 가장 큰 영향을 미치는 것은 연육(surimi)이며, 연육 다음으로 큰 영향을 미치는 인자는 전분이다(Hunt et al., 2009). 어묵 제조과정에서 전분을 첨가하면 연육에서 추출된 염용성 단백질의 망상구조 사이에 겔을 형성하고, 가열하면 호화가 일어나면서 어묵이 단단하고 탄력있는 식감이 부여된다(Han and Lee, 2014). 그러나 일반전분은 냉수에 잘 녹지 않고, 어묵에 첨가시 노화과정에서 딱딱해지거나 이수현상이 나타나므로, 어묵 제조과정에서 일반전분은 이용에 한계점이 있다. 특히 어묵을 동결시 탄성과 같은 조직감이 저하되어 어묵의 가장 중요한 상품적 가치가 떨어진다(Desai et al., 2006). 최근 제면, 제빵을 포함한 다양한 식품 가공 분야에서는 일반전분의 겔강도의 변화, 유동성, 안정성이 강화시키기 위하여 물리 및 화학처리된 변성전분을 사용하고 있다(Karmakar et al., 2014). 변성전분은 산화전분, 아세틸아디핀산이전분, 아세틸인산이전분, 인산이전분, 옥테닐호박산나트륨전분, 일산일전분, 인산화인산이전분, 히드록시프로필전분, 히드록시프로필인산이전분, 초산

***Corresponding author:** Tel: +82. 51. 629. 5834 Fax: +82. 51. 629. 5824
E-mail address: kbshim@pknu.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial Licens (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0290
Korean J Fish Aquat Sci 53(3), 290-296, June 2020
Received 13 March 2020; **Revised** 23 March 2020; **Accepted** 12 June 2020
저자 직위: 정연겸(석사 후 연구원), 박진석(대학원생), 정유린(대학원생), 전병수(교수), 박대찬(대표), 이헌숙(연구원), 장미순(연구사), 심길보(교수)

Copyright © 2020 The Korean Society of Fisheries and Aquatic Science

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

전분 등 10종으로 분류된다(MFDS, 2019c).

이러한 변성전분을 이용한 어묵의 품질향상과 관련된 연구는 연육 대비 10% 첨가하여 냉장보관 중 탄력성 등 조직감에 대한 연구결과를 토대로 핫바, 판어묵 등 어묵 종류에 적합한 변성전분을 제시하거나 변성옥수수전분과 옥수수전분의 혼합비율을 이용한 동결저장 중 유통기한 연장에 대한 연구는 진행된 바 있다(Dasai et al., 2006; Han and Lee, 2014). 그러나 다양한 특성을 가진 변성전분을 사용한 어묵의 동결저장 중 안정성에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 일반전분과 다양한 용도와 특성을 가진 변성전분을 이용하여 어묵을 제조하고 동결 저장 시 물성, 백색도 등 어묵의 품질에 미치는 영향을 비교조사하였다.

재료 및 방법

재료

동결 연육은 명태 연육(KA grade, Indonesia), 실꼬리돔 연육(FA grade, Indonesia), 실꼬리돔 연육(SA grade, Vienam)을 사용하였다. 부재료는 정제소금, D-자일로오스, 복합조미식품(핵산 2.5%), 소브산칼륨, 글로코노델타락톤, 글리신, 설탕, 복합인산나트륨을 사용하였다.

전분은 대조구로 소맥분(NS)을 사용하였으며, 고속 교반과 열처리 등 물리적인 방법으로 처리된 옥수수 전분 1종(MS), 초산 타피오카 전분 3종(SA-1, SA-2, SA-3), 히드록시프로필인산이 옥수수 전분 1종(HS), 아세틸아디핀산이 옥수수 전분 1종(ADA)을 선정하여 사용하였다(Table 1).

어묵 제조

어묵의 제조는 부산시 소재 어묵 제조업체에서 사용하고 있는 배합비를 활용하여 제조하였다(Table 2). 전분의 첨가량은 배합비에 따라 대조구와 변성전분을 각각 배합비의 100%와 대조구와 각각의 변성전분은 각각 50%씩을 첨가하여 제조하였다. 해동된 연육 1.5 kg (명태, 실꼬리돔 2종 각각 500 g)은 연육 혼합기(UMC-5, STEPHAN food service equipment GmbH, Hameln, Germany)를 이용하여 1분간 고기갈이를 실시하고, 이후 식염을 첨가하여 1분, 전분 첨가 후 1분, 기타 첨가물을 투입하고 진공상태에서 5분간 고기갈이를 실시하였다. 고기갈이가 완료된 연육은 3 kg 용량을 가진 충진기(NewTech, Daegu, Korea)에 넣어 폴리프로필렌 필름(50 mm, ø34 mm, Vector plastic casing, Chunyang global Co. Ltd., Seoul, Korea)을 사용하여 충진 후, 95°C 항온수조(LSB-030S, Labtech Co. Ltd., Namyangju, Korea)에서 30분간 가열 하고 얼음물에 냉각시켜 어묵의 탄력 유지와 미생물 오염을 방지하였다. 제조된 어묵은 -20°C 냉동고에 저장하고, 일주일 간격으로 1개월동안 어묵의 품질을 조사하였다. 동결된 어묵의 해동은 20분 동안 유수해동하여 분석 시료로 사용하였다.

수분함량 측정

수분 함량은 105°C에서 상압가열 건조법(AOAC, 1995)을 이용하여 측정하였다.

겔강도 측정

어묵의 물성 측정을 위해서 물성측정기(Compac-100, Sun Sciencific Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 10회 반복 측정하였다. 시료는 원형어묵을 일정 크기(직경 2.5 cm, 높이 2.5 cm)로 절단하여, 시료의 하중과 깊이를 각각 측정한 다음, 하중×깊이인 겔강도(jelly strength)를 측정하였다. 물성측정기의 load는 2 kg, plunger의 속도는 60 mm/min으로 하였으며, plunger는 직경 5 mm의 구형을 사용하였다.

보수력 측정

균질한 시료 3 g을 Amicon Ultra-4 Ultracel-50K (Merck-Millipore, Billerica, MA, USA)넣고, 원심분리하여 (1,800 *g*, 30min, 4°C) 분리된 수분의 무게를 측정하여 다음의 식으로 보수력을 측정하였다

$$\text{보수력}(\%) = \frac{(1-\text{수분무게})}{\text{시료무게}} \times 100$$

Table 1. Types of native and modified starch

Code	Type	Product name	Manufactory Co.	Material sources
NS	Native starch	Wheat flour	Sajo Donga One, Korea	Wheat flour
MS	Native starch	Batter starch	Deasang, Korea	Corn starch and Physical treatment
SA-1	Starch Acetate	Neulpum TH-202	Ilji Starch, Korea	Tapioca starch and potato starch
SA-2	Starch Acetate	Neulpum TH-101	Ilji Starch, Korea	Tapioca starch and potato starch
SA-3	Starch Acetate	Starchmix-M	Eiamheng Modified Starch Co. Ltd., Thailand	Tapioca starch, dextrin and Guar gum
HS	Hydroxypropyl Starch	HeatSTA 200	Deasang, Korea	Corn starch
ADA	Acetylated Distarch Adipate	Acetylated Distarch Adipate	Deasang, Korea	Corn starch

압출드립 측정

시료를 일정 크기로 절단하여 (직경 2.5 cm, 높이 0.5 cm) 시료 상하에 여과지(No.2, ADVANTEC, Tokyo, Japan)를 두고 물성측정기(Compac-100, Sun Sciencific Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 10 kg/cm^{2}으로 2분 동안 가압하여 중량 변화로 압출드립을 측정하였다.

백색도 측정

어묵의 백색도는 색차계(Chroma meter CR-400, Konica Minolta Inc., Osaka, Japan)을 사용하였으며, 명도를 나타내는 L값(lightness), 적색도를 나타내는 a값(redness), 황색도를 나타내는 b값(yellowness)을 측정한 다음 $100-[(100-L)^2+ a^2+ b^2]^{1/2}$로 계산하였다(Park, 1994).

통계처리

분석결과에 대한 통계적인 유의성 검정은 Statistical Packages for Social Science (Ver. 25, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 Duncan's multiple range test로 유의수준 5% 이내 ($P<0.05$)로 각 평균값에 대한 유의적 차이를 조사하였다. 데이터는 각 실험치의 평균값과 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

수분함량 비교

일반전분과 변성전분을 첨가한 어묵의 동결저장 중 수분함량의 변화는 Fig. 1과 같다. 대조구인 소맥분을 이용한 어묵의 제조직후 수분함량은 65.35±0.05% (w/w)이었으며, 동결저장 중 수분함량이 감소하였으며, 4주 저장후에는 63.59±0.21%이었다. MS와 ADA 변성전분을 이용한 어묵의 제조직후 수분함량은 64.82±0.21%, 64.88±0.08%으로 대조구에 비하여 낮았으며, SA-1, SA-2, SA-3, HS 변성전분은 65.86±0.03~66.08±0.14%으로 대조구에 비하여 수분함량이 높았다. MS 전분을 사용하여 제작된 어묵을 제외하고는 대부분 시료간의 편차는 있지만 대조구보다는 수분함량이 높았다. 동결 저장 4주 후에 어묵의 수분 함량은 SA-1, SA-3, ADA>SA-2, HS, MS>NS 순으로 수분함량이 높았다.

반면에 일반전분과 변성전분을 1:1로 혼합하여 제조된 어묵의 수분함량은 SA-3 변성전분이 65.72±0.09%으로, 대조구에 비하여 수분함량이 높았으며, 다른 변성전분은 64.68±0.09~65.10±0.03%로 대조구에 비하여 수분함량이 낮았다. 일반전분과 변성전분을 1:1로 혼합하여 제조된 어묵의 수분함량은 변성전분만을 사용하여 제조된 어묵에 비하여 수분함량이 낮았으며, 동결저장에 따라 큰 폭은 아니지만 저장 4주까지 감소하였다. 일반전분보다 변성전분이 수분과의 결합능이 높기 때문에 저장기간동안 수분함량의 차이가 있었으며, 일반전분과 변성전분을 1:1 비율로 혼합하여 제조된 어묵의 수분함량이 가장 높은 것은 SA-3전분이었으며, 가장 낮은 것은 MS 전분이었다.

팽윤력과 용해도는 전분 구조의 결합력과 관련이 있으며, 화학적으로 변성시킨 초산전분은 친수성 초산기의 도입으로 수분 보유력이 증가되어 팽윤력과 용해도가 증가시키기 때문에 대조구에 비하여 수분함량이 높은 것으로 판단된다(Betancur et al., 1997).

Table 2. Formula for the manufacturing fish cake containing modified starches

Material	Concentration (%)	Treatment (NS:MS)	
		100 (g)	50:50 (g)
Fish paste (Surimi)	84.03	1,500	1,500
Starch	12.61	225	225 (NS:MS[3]=112.5:112.5)
Salt	1.26	22.5	22.5
D-Xylose	0.25	4.5	4.5
Monosodium L-glutamate (MSG)[1]	0.67	12	12
Potassium sorbate	0.25	4.5	4.5
Glucono-δ-lactone	0.29	5.2	5.2
Glycine	0.25	4.5	4.5
Sugar	0.25	4.5	4.5
Sodium Phosphate[2)]	0.14	2.5	2.5
Total	100	1,785	1,785

[1]A mixture of disodium 5'-inosinate (IMP) and disodium 5'-guanylate (GMP). [2]A mixture of Sodium tripolyphosphate and Sodium pyrophosphate. [3]NS, native starch MS, modified starch.

겔강도 비교

일반전분과 변성전분을 첨가한 어묵의 겔강도 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 대조구인 소맥분을 사용하여 제조된 어묵의 제조 직후 겔강도는 862.74±75.06 g·cm이었으며, 4주동안 저장 중 겔강도는 864.73±72.06~949.81±176.99 g·cm이었으며, 저장 중 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). MS 전분으로 제조된 어묵은 제조직후 590.85±144.34 g·cm이었으며, 동결저장 4주 후에는 808.5±242.02 g·cm으로, 높아졌다. 반면, SA-1, SA-2 변성전분을 사용한 어묵은 제조직후 865.93±46.73 g·cm와 688.72±103.40 g·cm이며, SA-2 변성전분은 대조구에 비하여 다소 겔강도가 낮았으며, 동결저장 중 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). SA-3와 HS 변성전분은 제조직후 겔강도는 각각 528.3±70.78 및 645.1±74.63 g·cm이었으며, 동결저장 중 편차가 크지 않았다. 반면, ADA변성전분으로 제조된 어묵은 제조직후 646.56±74.63 g·cm이었으나 4주후에는 630.51±191.79 g·cm으로 감소하였다. 일반전분과 변성전분을 1:1로 혼합하여 제조된 어묵의 물성은 대조구에 비하여 MS

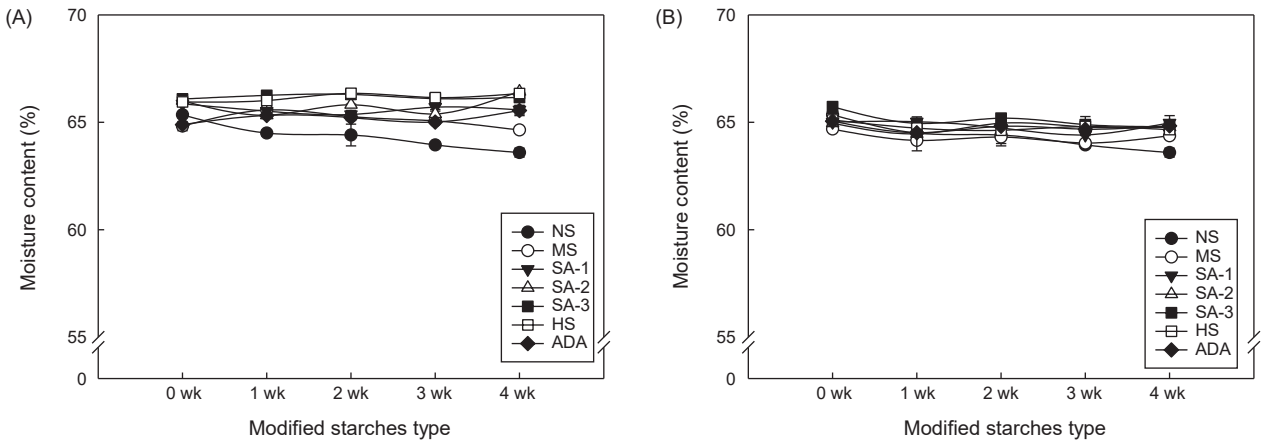

Fig. 1. The effects of modified starches on moisture content of fish cakes during storage 4weeks at -20°C. A, 100% (Native starch or Modified starch); B, 50:50 (Native starch:Modified starch).

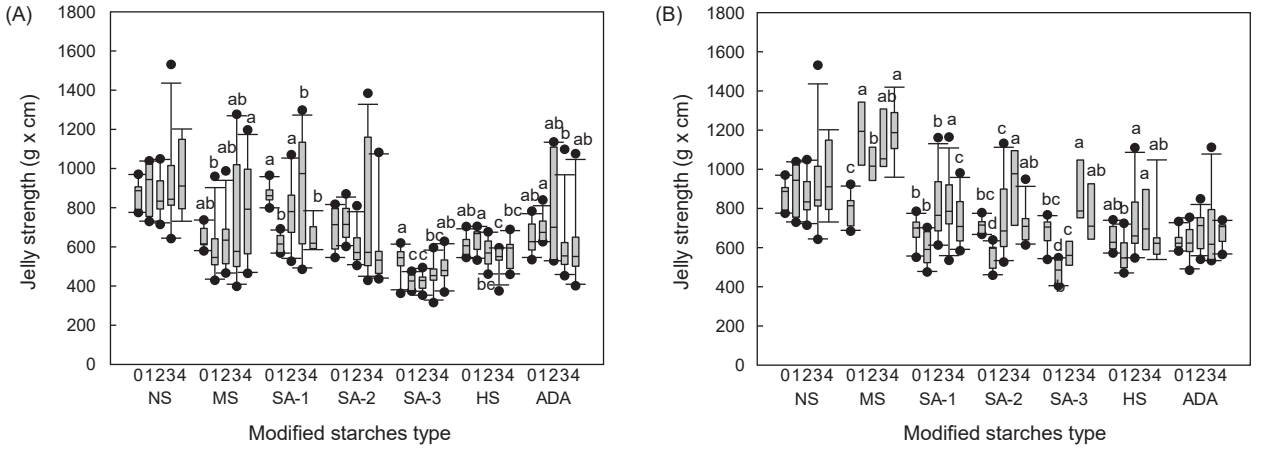

Fig. 2. The effects of modified starches on jelly strength of fish cakes during storage 4weeks at -20°C. A, 100% (Native starch or Modified starch); B, 50:50 (Native starch:Modified starch).

전분만 제조직후 및 저장 중 겔강도가 높았다. SA-3과 HS 변성전분은 소맥분과 혼합시에도 저장 중 겔강도값의 편차가 크지 않았다. 일반적으로 어묵의 겔강도는 전분의 입자크기에 큰 영향을 받으며, 입자가 클수록 겔강도가 높다고 보고하였다(Yang and Park, 1998). 본 연구에서는 대조구인 소맥분보다 변성전분이 겔강도가 낮은 것은 이러한 전분입자크기와 변성전분을 만들기 위한 처리에 의한 팽윤력과 높은 용해도에 의한 것으로 판단된다. 또한 초산전분은 초산기가 amylose chain의 결합을 방해하여 junction zone이 잘 형성되지 않아 약한 전분 겔이 형성하기 때문인 것으로 판단된다(Han et al., 2013).

보수력 비교

보수력은 어육이 절단, 열처리, 세절, 압축, 냉동, 해동 등의 물리적 처리에 의한 수분을 보유할 수 있는 능력을 말하며, 냉동 및 해동 처리로 인한 세포벽 손상, 조직의 변성 등에 의해 감소되는 것이 일반적이다(Kim et al., 2000). 수리미 겔에서의 보수력은 단백질과 수분의 상호결합에 의존하며 수분과의 결합력은 단백질 유화물과 관련되어 있다(Lakshmanan et al., 2007).

전분의 종류를 달리하여 제조한 어묵의 보수력 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 대조구인 소맥분을 사용하여 제조한 어묵의 경우 제조직후 98.76±0.15%에서 동결저장 4주차에서 92.51±0.67%로 감소하였다. HS 변성전분은 동결저장기간동안 보수력이 유의적인 차이가 없었으며, 이를 제외하고는 모두 동결저장기간동안 보수력은 감소하였고, MS 변성전분의 경우는 84.55±1.23%까지 감소하여 어묵의 물성에 중요한 영향을 주는 보수력이 크게 감소하는 것으로 나타났다.

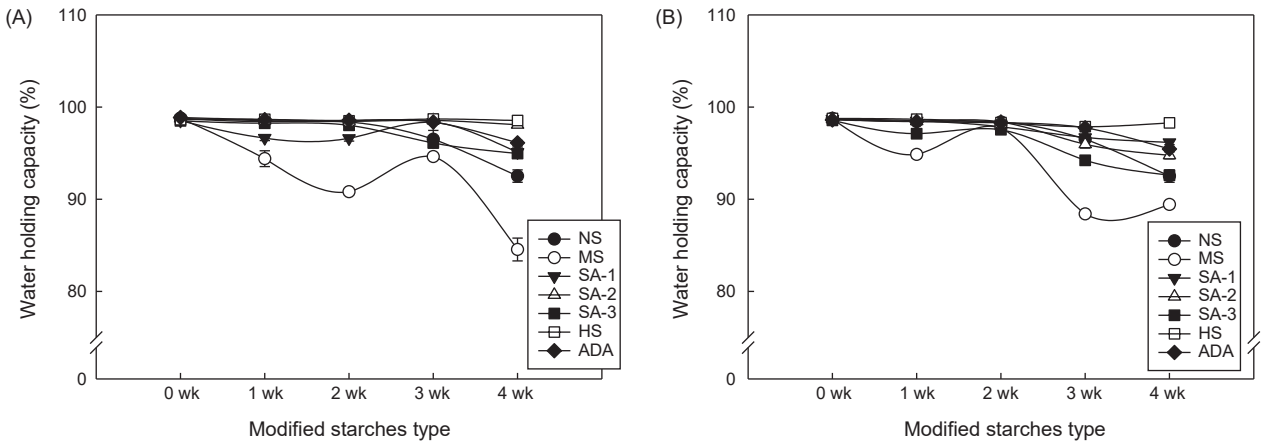

Fig. 3. The effects of modified starches on water holding capacity of fish cakes during storage 4weeks at -20°C. A, 100% (Native starch or Modified starch); B, 50:50 (Native starch:Modified starch).

보수력 결과에서 가장 뛰어난 결과를 나타내는 것은 HS 변성전분이었으며, 이는 전분의 메타삼인산나트륨(sodium trimetaphosphate, STMP)에 의해 전분 사슬을 공유결합 시킴으로써 입자의 팽창을 억제하고 가공 안정성을 향상시킴으로써 냉동 및 해동에 있어서 다른 전분보다 동결 변성이 적은 것으로 판단된다(Hirsch and Kokini, 2002).

일반전분과 변성전분을 1:1 비율로 제조된 어묵에서도 비슷한 경향으로, 저장기간동안 보수력은 감소하였으며, MS 변성전분은 동결 4주 경과 후에는 88.4±0.19%까지 감소하였다. HS 변성전분의 보수력이 다른 전분에 비하여 동결저장 중 변화가 적었다.

압출드립 비교

어묵의 동결 저장기간동안 압출드립의 측정 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 대조구인 소맥전분으로 제조된 어묵은 제조 직후 압출드립은 1.03±0.17%이었으며, 저장 1주차 7.32±1.01%로 크게 늘어났고 2주차 11.49±0.46%, 3주차 11.42±1.34% 마지막 4주차 13.46±0.85%로 저장기간이 길어질수록 증가하였다($P<0.05$). MS 전분은 제조직후에는 1.1%이었으며, 저장 4주후에는 11.32±1.25%로 증가하였다. SA-1 변성전분은 제조직후는 0.86±0.08%이었으며, 저장 1주에 5.99±0.87%이었으며, 저장기간동안 유의적인 차이는 없었다. SA-2 변성전분도 제조직후에는 0.97±0.17%이었으며, 저장기간동안 증가하여 저장 4주에는 6.26±0.92%이었다. SA-3 변성전분은 저장직후 1.55±0.21%로 다른 전분에 비하여 발생량이 높았으며, 저장 4주에는 8.16±0.34%까지 증가하였다.

HS 변성전분을 이용한 어묵은 제조직후 1.06±0.18%이었으며, 저장 4주차에 4.63±0.32%로 가장 압출드립이 작게 발생하였다. ADA 변성전분을 이용한 어묵은 제조직후 0.88±0.17%이었으며, 6.87±0.57%로 증가하였다. 어묵의 제조직후 압출드립 발생량은 SA-3 변성전분이 가장 높았으며, 저장기간동안 압출드립 발생량은 전분별로 차이가 있었으나 대부분 증가하였다. 또한 4주 저장 후에 압출드립량은 NS>MS>SA-3>SA-1, SA-2>ADA, HS 순이었다.

하이드록시프로필화는 알칼리 촉매 하에서 propylene oxide를 첨가하여 주로 glucose 단위 2번 탄소위치에 하이드록시프로필기를 치환시켜 제조하는 방법으로 유도된 하이드록시프릴기에 의하여 전분입자를 유지하고 있는 수소결합 등의 내부 결합이 약해져서 호화온도가 낮아지고 노화가 억제된다(DI-Hinnawy et al., 1982; Wootton and Manatsathit, 1983; Luallen, 1985; Tuschhoff, 1987). 또한 전분의 OH기와 propylene oxide의 결합이 안정하기 저장기간 연장, 냉·해동 안정성, 저온저장 안정성, 찬물에서의 팽윤성, 재수화성 등의 바람직한 성질을 부여하는 것으로 알려져 있다(Choi et al., 2005). 반면 ADA 변성전분은 아세틸화 과정에 의해 생성된 전분의 치환은 전분 분자간 수소결합을 저해하며 분자내 결합을 약화시켜 결과적으로 높은 팽윤력을 갖게 되어, 수분과의 결합력을 떨어뜨려 압출드립 발생량이 높아지는 것으로 판단된다(Lee et al., 2012)

반면 일반전분과 변성전분을 1:1 혼합한 전분을 이용하여 제조된 어묵은 제조직후에는 유의적인 차이가 없었으며, 동결저장 중 압출드립 발생량이 증가하였으며, 대조구와 MS 전분이 저장 중 압출드립 발생량이 가장 높았다.

백색도 비교

식품의 색은 소비자의 기호와 관련된 가장 우선적인 요인으로 식품의 품질을 판단하는 기준이 되며, 특히 수산 연제품의 경우 백색도가 높아야 우수한 제품으로 인정받고 있다(Cha et al., 2009). 전분의 종류를 달리하여 제조한 어묵의 백색도 결과는 Fig. 5에 나타내었다. 소맥분을 사용한 대조구의 백색도는 제조 직후 59.04±0.31에서 동결저장 4주차 60.69±0.31로 약

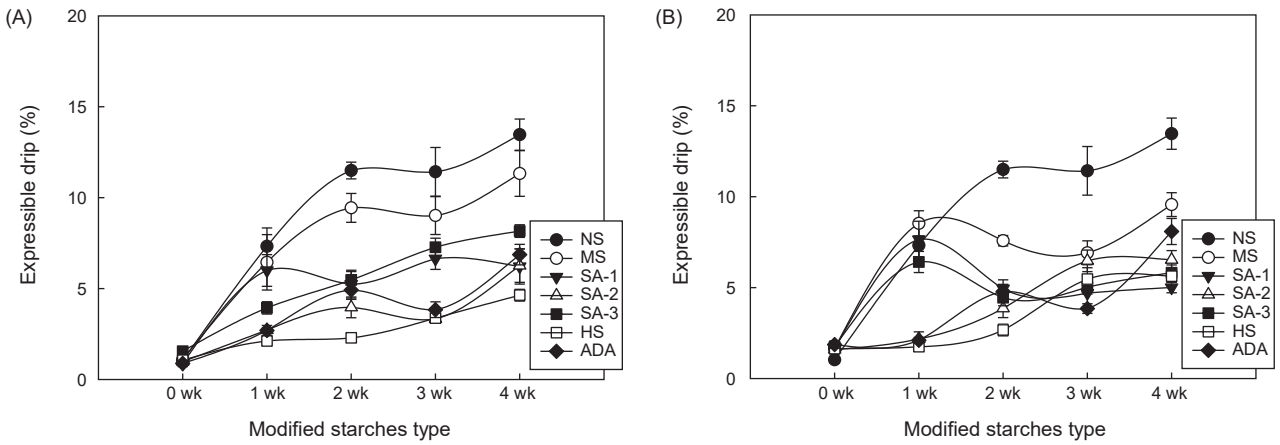

Fig. 4. The effects of modified starches on expressible drip of fish cakes during storage 4weeks at -20°C. A, 100% (Native starch or Modified starch); B, 50:50 (Native starch:Modified starch).

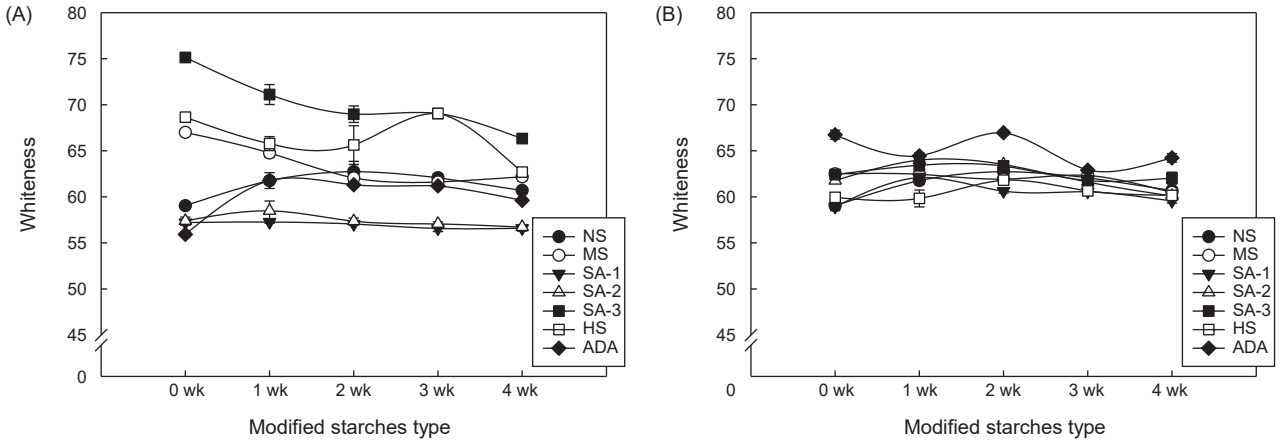

Fig. 5. The effects of modified starches on whiteness of fish cakes during storage 4weeks at -20°C. A, 100% (Native starch or Modified starch); B, 50:50 (Native starch:Modified starch).

간의 상승이 있었으나 SA-1 변성전분의 경우는 57.38±0.41 (제조 직후)에서 56.72±0.21 (동결저장 4주차)로 차이가 거의 없었다. 제조직후 어묵의 백색도는 SA-3>MS, HS>NS>SA-1, SA-2, ADA 순으로 높았으며, SA-3 변성전분이 제조직후 백색도가 다른 전분에 비하여 가장 높았다. 그러나 동결저장 중 변성전분을 사용한 어묵은 백색도가 감소하였으며, SA-3 변성전분 어묵의 백색도가 가장 크게 감소하였다.

소맥분과 변성전분을 1:1로 혼합하여 제조된 어묵의 백색도는 일반전분과 변성전분의 차이가 거의 없었다. 어묵의 백색도는 대조구에 비하여 변성전분이 다소 높았으며, 동결 저장 중에도 백색도를 계속 유지되었다.

따라서 본 연구에서는 일반전분 및 변성전분을 이용하여 어묵을 제조하고 동결 저장 시 어묵의 품질에 미치는 영향을 분석한 결과, 일반전분에 비하여 변성전분을 사용시 겔강도는 저하되었으며, 소맥분과 MS 전분을 1:1 비율로 혼합한 경우만 겔강도가 높았다. 수분함량은 소맥분을 사용한 경우에는 동결저장시 수분함량이 감소하였으며, 이로 인한 보수력의 저하와 압출드립 발생량이 증가하였다. 반면 변성전분은 대조구에 비하여 동결저장 중 수분함량 변화가 적었으며, 보수력과 압출드립 발생량은 변성전분 종류에 따라 차이가 있었으며, 보수력은 MS 전분이 가장 낮았으며, HS와 ADA 변성전분이 가장 높았다. 압출드립 발생량은 HS 변성전분이 가장 낮았다. 반면에 백색도는 SA-3, HS 변성전분이 대조구에 비하여 높았다.

어묵 제조시 변성전분의 사용은 제품의 겔강도는 저하되지만 동결저장시 보수력과 압출드립량 발생량이 감소되는 품질개선 효과는 있다. 특히, 어묵 제조공정에 있어서 취급 용이성, 냉·해동에 있어서 품질 변화가 가장 적은 HS와 SA-1 변성전분이 동결저장을 목적하는 어묵 제품에 가장 적합하며, 백색도 향상

을 위한 제품으로는 SA-3 변성전분이 가장 적합한 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 2020년 국립수산과학원 수산과학연구사업(R20 2054)의 지원으로 수행된 연구이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

References

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. AOAC, Washington DC, U.S.A.

Betancur AD, Chel GL and Canizares HE. 1997. Acetylation and characterization of *Canavalia ensiformis* starch. J Agric Food Chem 45, 378-382.

Cha SH, Jo MR, Lee JS, Lee JH, Ko JY and Jeon YJ. 2009. Preparation and texture characterization of surimi gel using a unmarketable rearing olive flounder. Korean J Fish Aquatic Sic 42, 109-115.

Choi HW, Koo HJ, Kim CT, Hwang SY, Kim DS, Choi SW, Hur NY and Bilk MY. 2005. Physicochemical properties of hydroxypropylated rice starches. Korean J Food Sci Technol 37, 44-49.

Choi SH. 2017. Quality characteristics of fish paste containing spirulina powder. Culi Sci Hos Res 23, 174-185. https://doi.org/10.20878/cshr.2017.23.3.017.

Dl-Hinnawy SI, Fahmy A, El-Saied HM, El-Shirbeeny AE and ElSahy KM. 1982. Preparation and evaluation of hydroxyethyl starch. Starch 34, 65-69.

Desai AS, Joshi VR and Pagarkar. 2006. Effect of modified starch on the shelf life of frozen fish kamaboko with prepared spinach. J Indian Fish Assoc 33, 175-182.

Han HM, Choi SY, Kim HY, Park BR and Yoo SM. 2013. Effect of acetylation on physicochemical properties of mung bean and acorn starches. Food Eng Prog 17, 333-338. https://doi.org/10.13050/foodengprog.2013.17.4.333.

Han JS and Lee SM. 2014. Improvement of surimi seafood using modified food starches. Food Sci Ind 47, 33-38.

Hirsch JB and Kokini JL. 2002. Understanding the mechanism of cross-linking agents (POCl3, STMP, and EPI) through swelling behavior and pasting properties of cross-linked waxy maize starches. Cereal Chem 79, 102-107.

Hunt A, Getty KJK and Park JW. 2009. Roles of starch in surimi seafood: a review. Food Rev Int 25, 299-312. https://doi.org/10.1080/87559120903155834.

Karmakar R, Ban DK and Ghosh U. 2014. Comparative study of native and modified starches isolated from conventional and nonconventional sources. Int Food Res J 21, 597-602.

Kim YB, Rho JH, Richardso I and Wood J. 2000. Comparison of physicochemical properties of pork from 4 different pig breeds. J Anim Sci Technol 42, 195-202.

Lakshmanan R, Oarkinson JA and Puggot JR. 2007. High-pressure processing and water-holding capacity of fresh and cold-smoked salmon *Salmo salar*. Food Sci Technol 40, 544-55. http://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.12.003.

Lee KJ, Choi BS and Kim HY. 2012. The effect of modified starch (acetylated distarch adipate) on the quality characteristics of Jungpyun. Korean J Commuity Living Sci 23, 233-243.

Luallen TE. 1985. Starch as a functional ingredient. Food Technol 39, 9-63.

MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2019a. Korea food code. Chungju, Korea. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/03_02.jsp?idx=46 on Mar 8, 2020.

MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2019b. The production in food industry in Korea 2018. Chungju, Korea. Retrieved from on Mar 8, 2020.

MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2019c. Korea food additives code. Chungju, Korea. Retrieved from on Mar 8, 2020.

Park JW. 1994. Functional protein additives in surimi gels. J Food Sci 59, 525-527.

Shin YJ. 2007. Quality characterestics of fish paste containing Lotus *Nelumbo nucifera* leaf powder. Korean J Food Cookery Sci 23, 947-953.

Tuschhoff JV. 1987. Hydroxypropylated starches. In: Modified starches: Properties and uses. Wurzburg OB (ed). CRS press, Boca Raton, Florida, FL, U.S.A., 92-95.

Wootton M and Manatsathit A. 1983. The influence of molar substitution on the water binding capacity of hydroxypropyl maize starches. Starch 35, 92-94. https://doi.org/10.1002/star.19830350306.

Yang H and Park JW. 1998. Effects of starch properties and thermal-processing conditions on surimi starch gels. Lebensm Wiss Technol 31, 344-353.