

어육 단백질을 이용한 가식성 필름의 제조

송기철* · 목종수 · 강창수* · 장수현**
국립수산과학원 서해수산연구소, *해전대학 제과제빵학부
**군산대학 해양응용공학부

Preparation of Edible Film from Fish Protein

Ki-Cheol SONG⁺, Jong-Soo MOK, Chang-Su KANG*
and Soo-Hyun CHANG**

West Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research
& Development Institute, Incheon 400-201, Korea

*Department of Baking Technology, Hyejeon College, Hongseong,
Chungnam 350-800, Korea

**Faculty of Ocean Applied Science & Technology, Kunsan National University,
Gunsan, Jeonbuk 573-701, Korea

To prepare the edible film based on fish protein, the optimal conditions for extracting soluble protein from Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) and mackerel (*Scomber japonicus*) muscle were defined. The effects of protein concentration, pH and temperature of protein solution on the physical properties of films were also investigated. Contents of moisture, crude protein, crude lipid and ash in Alaska pollack muscle were 79.6, 18.2, 0.6 and 1.2%, respectively. Contents of moisture, crude protein, crude lipid and ash in mackerel muscle were 69.1, 20.1, 9.5 and 1.3%, respectively. Both soluble protein contents extracted from Alaska pollack and mackerel were the highest at pH 12.0, and then pH 2.0, 11.0. But they were extracted a little at neutral range. Forward the recovery yield of protein by controlling isoelectric point was the highest at pH 4.8 (79.8%) for Alaska pollack and at pH 5.0 (64.1%) for mackerel. For the preparation of protein films from both Alaska pollack and mackerel, the most effective conditions of film forming solution were achieved, after supplied fish protein 4 g (glycerol 1.6 g) in 100 mL of distilled water, by adjusted to pH 10.0 and then heated at 90°C.

Key words: Alaska pollack, Mackerel, Edible film, Fish protein

서 론

최근 플라스틱 포장재의 폐기물에 의한 환경오염 문제가 대두되면서 천연 고분자 물질을 이용한 생분해성 포장재에 대한 연구가 활발히 수행되고 있으며, 식품과 직접 접촉되는 포장재의 유해성 여부에 대한 논란과 더불어 인체에 무해한 포장재에 대한 관심이 증대되고 있다 (Rhim et al., 1996). 가식성 필름은 기존의 고분자 물질에 의한 인공 합성 필름보다 쉽게 분해되고, 직접 식용 가능하기 때문에 이들 포장재로 인한 환경오염 문제를 해결할 수 있다. 또한, 식품들에 대한 소포장이 가능하고, 영양적, 관능적 및 기능적 특성 등을 부여할 수 있는 장점이 있다 (Gennadios and Weller, 1990; Guilbert et al., 1996).

가식성 필름은 단백질, 전분, 셀룰로즈 유도체, alginate, pectin, chitosan 및 carrageenan 등의 hydrocolloid를 이용한 것과 wax, acylglycerol 및 지방산 등의 지질을 이용한 것, 그리고 hydrocolloid와 지질을 혼합하여 제조한 필름 등으로 나눌 수 있다. 그리고 단백질 중에는 gelatin, corn zein, wheat gluten, soy protein, collagen 및 casein 등이 주로 이용되고 있다 (Kester and Fennema, 1986; Krochta, 1992). 수산물과 관련한 것으로는 해조류로부터 추출한 carrageenan (Hwang et al., 1997)과 alginate (You and

Shim, 1999), 갑각류로부터 추출한 chitosan (Kienzle-Sterzer et al., 1981; Ryu et al., 1999), 그리고 어분 (You and Shim, 2000) 및 정어리 육 (Cuq et al., 1995) 등을 이용한 가식성 필름 제조 연구가 수행되어져 있다.

본 연구에서는 어류 단백질로부터 가식성 필름을 제조하기 위하여 다핵성 수산물로서 백색어류와 적색어류의 대표적 어종인 명태와 고등어를 선정하여 이들로부터 최적 단백질 추출조건을 구명하고, 분리한 단백질을 이용하여 필름 제조시 단백질 농도, pH 및 온도가 필름의 물리적 특성에 미치는 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

필름 제조용 시료는 백색어류와 적색어류의 대표적 어종인 명태 (*Theragra chalcogramma*)와 고등어 (*Scomber japonicus*)를 사용하였다. 즉, 명태는 육만 분리하여 동결한 것을 구입하여 사용하였으며, 고등어는 동결어 (체장 31.2±2.1 cm, 중량 368.5±71.8 g)를 구입하여 육 (수율 32.4%)만 분리한 다음 사용하였다.

2. 일반성분 분석

수분함량은 상압가열건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 회분은 건식회화법에 따라 측정하였다 (AOAC, 1990).

*Corresponding author: kcsong@nfrdi.re.kr

3. 아미노산 분석

시료중의 아미노산 조성은 Gehrke et al. (1985)의 방법에 따라 시료를 performic acid로 처리하여 cysteine은 cysteic acid로 methionine은 methionine sulfone으로 산화시킨 후에 Heinrikson and Meredith (1984)의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 아미노산 분석용 시료 단백질을 60 mg에 1%의 phenol을 함유한 6N HCl 15 mL를 가하고 Pico-Tag Workstation을 이용하여 기체질소로 잔존 산소를 제거시켜 밀봉한 다음, 105°C에서 24시간 동안 산 가수분해하여 아미노산으로 분해시킨 후 PITC (phenylisothiocyanate)를 사용하여 PTC (phenylisothiocarbamyl) 유도체로 만들어 HPLC (Waters 510)로 분석하였다.

4. 어육 단백질의 추출 및 분리

명태 및 고등어 육으로부터 단백질을 획득하기 위하여 Fig. 1과 같이 pH를 조절하여 어류 단백질을 추출 및 분리하였다.

1) 어육 단백질의 추출

어육 단백질의 추출은 Bae and Rhee (1998)의 방법에 준하여 실시하였다. 즉, 시료와 증류수를 1:9 (w/v)의 비율로 혼합하여 균질화한 다음 0.1N HCl 또는 0.1N NaOH 용액으로 시료용액의 pH를 2.0~12.0으로 조절하여 1시간 동안 교반하여 단백질을 추출한 후, 20분간 원심분리 (12,000 rpm)하였다. 원심분리 후 얻어진 상등액 중의 단백질 함량을 semi-micro Kjeldahl법으로 측정하여, 시료 육 중의 단백질 함량 (g)에 대한 추출된 단백질 함량

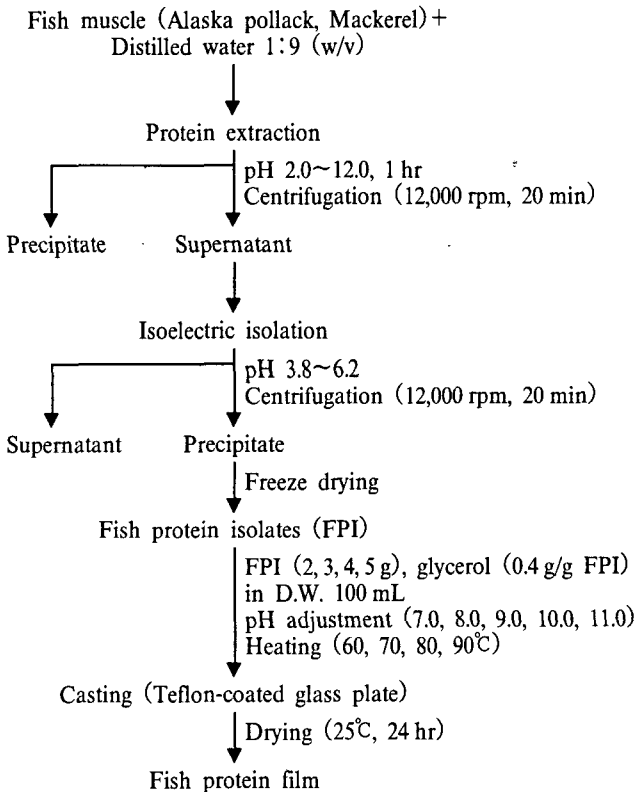


Fig. 1. Preparation of edible protein film from fish muscle.

(g)의 상대비율 (%)로 추출률을 구하였다.

2) 어육 단백질의 등전점 분리

추출률이 가장 높은 pH에서 단백질을 추출시킨 용액을 다시 pH 3.8~6.2로 조절하여 단백질을 등전점 침전시킨 다음 원심분리 (12,000 rpm, 20분)하여 단백질을 분리하였다. 얻어진 어육 단백질 침전물을 증류수로 세척하고 동결건조하여 마쇄한 후 80 mesh의 표준체를 통과시켜, 이를 필름 제조용 어육 단백질 시료로 사용하였다. 이때 분리율은 추출 단백질 함량 (g)에 대한 분리된 단백질 (g)의 상대비율 (%)로 나타내었다.

5. 최적 필름 제조 조건

분리된 필름 제조용 어육 단백질을 이용하여 최적 필름 제조 조건을 구명하기 위하여 단백질 농도, pH 및 온도를 각각 달리 조절하여 필름을 제조하였다 (Fig. 1).

1) 단백질 농도별 필름 제조

증류수 100 mL에 필름 제조용 단백질 분말 (1, 2, 3, 4 및 5 g)과 glycerol (0.4 g/g protein)을 첨가하여 pH 10.0으로 조절하였다. pH 조절한 단백질 용액을 90°C로 가열하여 25×25 cm 유리판에서 성형한 후, 25°C에서 건조하여 필름을 제조한 다음 필름의 기계적 특성과 수분투과도를 측정하였다.

2) pH 및 온도별 필름 제조

증류수 100 mL에 단백질 분말 4g과 glycerol 1.6g을 첨가하여 pH 7.0, 8.0, 9.0 10.0 및 11.0으로 조절한 후, 각각 다른 온도 (60, 70, 80 및 90°C)에서 20분간 가열한 용액을 단백질 농도별 필름 제조 조건과 동일한 방법으로 성형 및 건조한 다음 필름의 기계적 특성과 수분 투과도를 측정하였다.

6. 어육 단백질 필름의 두께, 기계적 특성 및 수분투과도 측정

1) 필름의 두께 측정

제조한 가식성 필름의 인장 강도 (tensile strength, TS) 측정을 위한 필름의 두께는 80×25 mm로 절단한 필름을 두께 측정용 Micrometer (Teclock, Japan)를 이용하여 5회 측정한 후 평균값으로 나타내었으며, 수분 투과도 (water vapor permeability, WVP) 측정을 위한 필름의 두께는 필름을 70×70 mm로 절단한 후 9회 측정하여 평균값으로 나타내었다.

2) 기계적 특성의 측정

필름의 기계적 특성을 측정하기 위하여 80×25 mm로 절단한 필름을 상대습도가 50%로 조절된 25°C의 항온항습조에 48시간 방치하여 필름의 수분함량을 조절한 후 ASTM 표준 시험법 (ASTM, 1995a)에 따라 Texture analyzer (TA-XT2, Stable Micro Systems, England)를 이용하여 필름의 인장강도 (TS)와 신장률 (elongation, E)을 3회 측정하였다. 이때 초기 grip간의 거리는 50 mm로, crosshead 속도는 500 mm/min으로 조절하였다.

인장 강도와 신장률은 각각 아래의 식을 이용하여 구하였다. 인장강도 (MPa)=최대 인장력 (maximum tensile force)/필름의 평균 단면적 (cross sectional area), 신장률 (%)=(ΔL/L)×100. 이

식에서, 최대 인장력은 필름을 잡아늘여 필름이 절단될 때까지 작용한 가장 큰 힘을 말하며 L은 초기 grip 간의 거리, ΔL은 필름이 절단될 때까지 움직인 grip 간의 거리이다.

3) 수분 투과도 측정

수분 투과도 측정을 위하여 70×70 mm 크기로 절단된 필름을, 상기 기계적 특성 측정시와 동일한 방법으로 필름의 수분 함량을 조절한 후, ASTM 표준 시험법 (ASTM, 1995b)에 따라 컵 방법 (cup method)을 이용하여 측정하였다. 수분 투과율 (water vapor transmission rate, WVTR)은 시간에 따른 컵의 무게 감소율을 필름의 면적으로 나누어 구하였으며, 이 수분 투과율로부터 하기 식을 이용하여 수분 투과도 (WVP)를 구하였다.

수분 투과율 (WVTR, ng/s · m²)=시간에 따른 컵의 무게 감소율/필름 면적 (film area), 수분 투과도 (WVP, ng/m · s · Pa)=수분 투과율×(L/Δp). 이 식에서, L은 필름의 평균 두께이고, Δp는 필름을 사이에 둔 컵 내부와 외부의 부분압의 차이이다.

결과 및 고찰

1. 원료의 일반성분 및 아미노산 조성

필름 제조용 명태와 고등어의 일반성분을 Table 1에 나타내었다. 명태의 일반성분 함량은 수분 79.6%, 조단백질 18.2%, 조지방 0.6% 및 회분 1.2%였으며, 고등어는 수분 69.1%, 조단백질 20.1%, 조지방 9.5% 및 회분 1.3%로서 명태가 고등어에 비하여 수분함량은 높고 조단백질과 조지방 함량은 낮았으며, 회분은 유사한 수준이었다.

명태의 아미노산 총량은 15,817 mg/100 g이었으며, 고등어는 19,297 mg/100 g이었다. 필름의 물성에 많은 영향을 미치는 것으로 알려진 함황 아미노산인 cysteine과 methionine 함량은 명태 771 mg/100 g, 고등어 746 mg/100 g으로서 함황 아미노산의 비율은 그다지 높지는 않았다 (Table 2).

2. 단백질 추출 및 분리

1) 단백질 추출

명태와 고등어로부터 어육을 채취하여 마쇄한 다음 증류수를 첨가하여 제조한 용액의 pH를 각각 달리 조절하여 1시간 동안 교반 추출하여 pH별 단백질 추출률을 조사한 결과를 Fig. 2와 Table 3에 나타내었다. 명태는 pH 12.0에서 94.8%로서 추출률이 가장 높았으며 다음으로 pH 2.0, 11.0의 순이었고, pH 3.0~10.0의 범위에서는 22.6~45.9%로서 추출률이 비교적 낮았다. 고등어는 pH 12.0에서 97.3%로서 추출률이 가장 높았으며 다음으로 pH 2.0,

Table 2. Amino acid contents of Alaska pollack and mackerel muscle

Amino acids	Alaska pollack muscle (mg/100 g)	Mackerel muscle (mg/100 g)
Ile	761	962
Leu	1,298	1,538
Lys	1,469	1,572
Met	563	551
Cys	208	195
Phe	653	807
Tyr	584	679
Thr	721	897
Trp	193	234
Val	872	1,121
His	325	1,274
Arg	1,008	1,138
Ala	951	1,181
Asp	1,304	1,495
Glu	2,811	2,997
Gly	813	1,143
Pro	492	676
Ser	643	721
Tau	148	116
Total	15,817	19,297

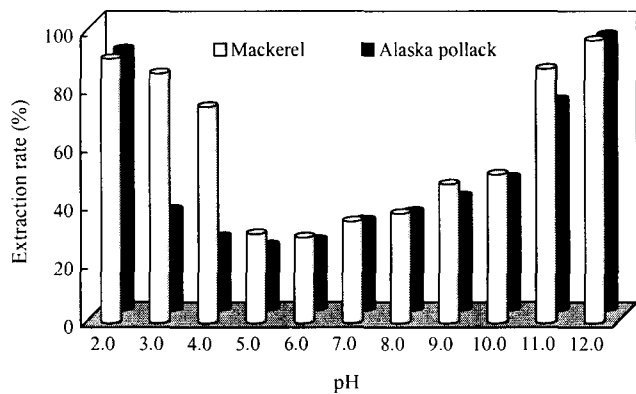


Fig. 2. Extraction rate of soluble protein from Alaska pollack and mackerel at different pH.

Table 3. Extraction and isolation rate of soluble protein from Alaska pollack and mackerel at optimal condition

Raw materials	Protein content (/Raw)	Extraction rate (/Total protein)	Isolation rate (/Total protein)
Alaska pollack 1,000 g	18.2% (182 g)	94.8% (172.5 g)	75.7% (137.7 g)
Mackerel 594 g*	20.1% (119.4 g)	97.3% (116.2 g)	62.4% (74.5 g)

*Mean value of edible portion in 1 kg of mackerel.

Table 1. Chemical compositions of Alaska pollack and mackerel muscle

Species	Components (%)			
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash
Alaska pollack	79.6	18.2	0.6	1.2
Mackerel	69.1	20.1	9.5	1.3

11.0, 3.0, 4.0의 순이었고, pH 5.0~10.0의 범위에서는 29.5~51.2%로서 추출률이 낮았다. 또한 예비실험에서 알칼리 영역에서 단백질을 추출하여 제조한 필름이 산성영역에서 추출하여 제조한 필

름보다 강한 인장강도를 나타내어 필름 제조용 단백질은 pH 12.0에서 추출하여 사용하였다.

Yang et al. (1997)은 대두박을 이용한 가식성 필름의 제조 연구에서 산성측에서 추출한 단백질로 제조한 필름이 중성이나 알칼리 영역에서 추출하여 제조한 가식성 필름보다 강한 인장강도와 우수한 수분 투과도를 보였다고 하여 어류에서 분리한 단백질 필름과는 상이한 결과를 나타내었다. 따라서 향후 식품내 구성 단백질을 이용하여 가식성 필름을 제조할 때에도 단백질 추출 pH는 충분한 검토가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

2) 단백질 분리

단백질 추출률이 가장 높은 pH 12.0에서 추출시킨 용액을 원심 분리한 다음 상정액의 pH를 3.8~6.2로 각각 달리 조절하여 등전점 분리시킨 단백질의 회수율을 Fig. 3과 Table 3에 나타내었다.

pH별 회수율을 보면 명태는 pH 4.8에서 79.8%로서 가장 높았으며, 고등어는 pH 5.0에서 64.1%로서 가장 높았고, 이보다 높거나 낮은 pH에서는 다소 감소하였다. 따라서 가식성 필름 제조용 단백질은 pH 12.0으로 조절하여 가용성 단백질을 추출시킨 다음 명태는 pH 4.8로, 고등어는 pH 5.0으로 다시 조절하여 단백질을 분리하는 것이 가장 바람직하였다.

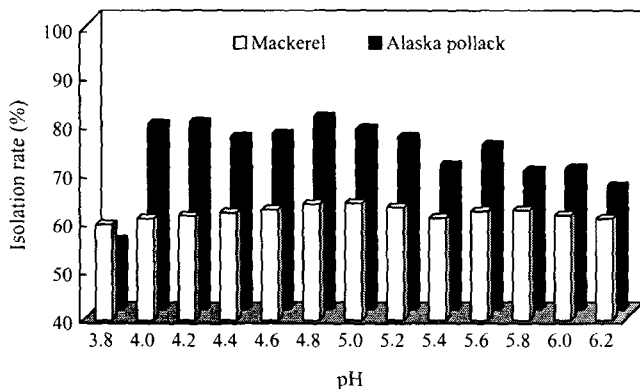


Fig. 3. Isoelectric isolation rate of Alaska pollack and mackerel protein at different pH.

3. 최적 필름 제조 조건

1) 단백질 농도

어류 단백질을 이용하여 가식성 필름을 제조할 때 단백질 농도가 필름의 기계적 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 단백질 농도를 달리하여 필름을 제조한 다음 필름의 기계적 특성에 대하여 알아보았다.

단백질 첨가량이 적으면 (1g/100mL D.W. 이하) 건조에 장시간을 요하고, 필름의 두께가 얇아 wrapping 현상으로 취급에 어려움이 있었으며, 단백질 함량이 많으면 (5g/100mL D.W. 이상) 필름 용액의 겔화로 필름 성형이 곤란하였다. 그리고 단백질을 증류수 100 mL에 2g이나 3g 첨가하였을 때에는 wrapping 현상이나 겔화 현상은 일어나지 않았으나, 단백질을 4g 첨가하여 제조한 필름에 비하여 필름의 두께가 얇고 인장강도가 비교적 낮았으며 신장률이 다소 높았다 (결과 미제시). 따라서 명태와 고등어

단백질을 이용하여 필름을 제조할 때에는 증류수 100 mL에 단백질 4g을 첨가하는 것이 바람직하였다.

2) 온도 및 pH

필름 제조용 용액의 온도와 pH가 인장강도, 신장률 및 수분투과도 등에 미치는 영향을 알아보기 위하여 증류수에 동결 건조한 단백질 분말과 glycerol을 첨가한 용액의 pH를 7.0~11.0으로 조절 한 후, 온도를 60~90°C로 각각 달리하여 제조한 명태 및 고등어 단백질을 원료로 제조한 필름의 기계적 특성과 수분투과도를 측정하여 Fig. 4 및 5에 각각 나타내었다.

명태 단백질을 원료로 필름을 제조하였을 때 필름 제조용 용액의 온도에 따른 기계적 특성과 수분투과도의 변화를 보면, 온도가 높아짐에 따라 인장강도와 신장률은 높아지고 수분투과도는 다소 낮아지는 경향으로서, 90°C로 가열하여 필름을 제조하였을 때에는

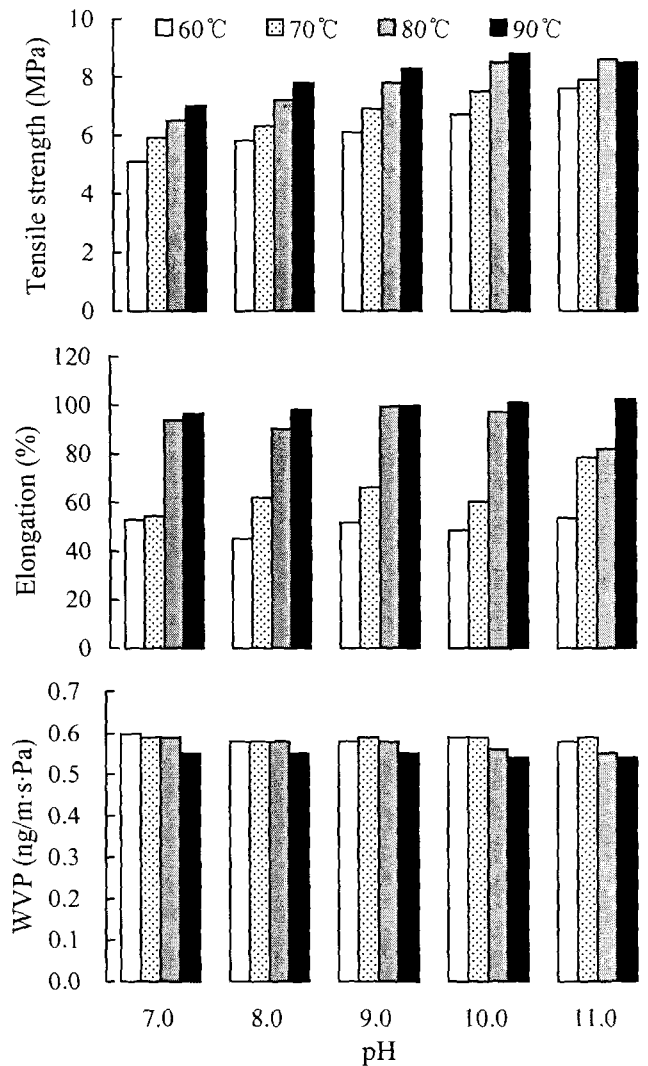


Fig. 4. Effects of pH and temperature of protein solution prepared from Alaska pollack on the physical properties of edible protein films. WVP means water vapor permeability.

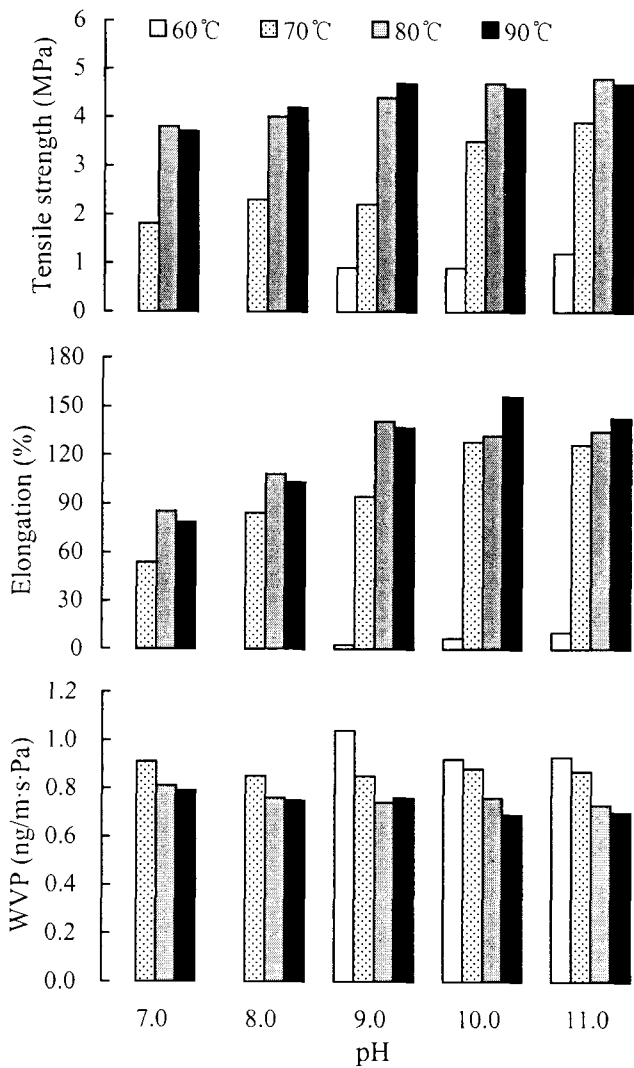


Fig. 5. Effect of pH and temperature of protein solution prepared from mackerel on the physical properties of edible protein films. WVP means water vapor permeability.

인장강도 7.0~8.8 MPa, 신장률 96.4~102.4%, 수분투과도 0.54~0.55 ng/m·s·Pa를 나타내어 인장강도와 신장률은 가장 높았고 수분투과도는 가장 낮았다. 그리고 60°C로 가열하여 제조하였을 때에 비하여 인장강도는 11~37%, 신장률은 83~117% 증가하였고, 수분투과도는 5~10% 감소하였다. 또한, pH의 영향을 보면 필름 제조용 용액의 pH가 높아짐에 따라 인장강도는 60~80°C로 가열하여 제조한 필름은 pH 11.0까지 계속하여 증가하는 경향이 있었으나 90°C로 가열하여 제조한 필름은 pH 10.0까지는 증가하는 경향이 있었으나 pH 11.0에서는 pH 10.0에 비하여 오히려 감소하였다. 그리고 신장률과 수분투과도는 pH에 따른 영향이 크지 않았다 (Fig. 4).

고등어 단백질을 원료로 필름을 제조하였을 때 필름 제조용 용액의 온도에 따른 기계적 특성과 수분투과도의 변화를 보면, 온도를 60°C로 가열하여 제조하였을 때에는 pH 7.0과 8.0에서는 필름 제조가 불

가능하였고 pH 9.0~11.0에서도 인장강도 0.9~1.2 MPa, 신장률 2.3~10.5%로서 기계적 특성이 매우 불량하였다. 온도가 높아짐에 따라 명태 단백질을 원료로 제조한 필름과 유사하게 인장강도와 신장률은 높아지고 수분투과도는 낮아지는 경향으로서, 90°C로 가열하여 필름을 제조하였을 때에는 인장강도 3.7~4.7 MPa, 신장률 78.3~156.1%, 수분투과도 0.69~0.79 ng/m·s·Pa를 나타내어, 70°C로 가열하여 제조하였을 때에 비하여 인장강도는 20~114%, 신장률은 13~46% 증가하였고, 수분투과도는 12~22% 감소하였다. 또한, pH의 영향을 보면 pH 10.0까지는 필름 제조용 용액의 pH가 높아짐에 따라 인장강도와 신장률이 다소 증가하는 경향이 있었으나 pH 11.0에서는 pH 10.0과 차이가 크지 않았다. 그리고 수분투과도는 pH에 따른 영향이 크지 않았다 (Fig. 5).

따라서 명태 및 고등어의 어육 단백질을 이용한 가식성 필름 제조를 위해서는 필름 제조용 용액을 pH 10.0으로 조정한 다음 90°C로 가열하여 제조하는 것이 가장 바람직한 것으로 판단되었다. 한편, 명태와 고등어 단백질 필름을 비교해 보면 명태 필름의 경우는 인장강도 5.1~8.8 MPa, 신장률 45.1~102.4%, 수분투과도 0.53~0.61 ng/m·s·Pa이었고, 고등어 필름은 인장강도 0.9~4.8 MPa, 신장률 2.3~156.1%, 수분투과도 0.69~1.04 ng/m·s·Pa로서 명태 필름이 높은 인장강도와 낮은 수분투과도를 보여 어육 단백질을 이용한 가식성 필름 제조에 있어서 백색어류인 명태가 고등어보다 더 적합하였다.

주박 단백질 (Cho et al., 1998a) 및 유청 분말 (Cho et al., 1998b)을 이용한 가식성 필름 제조 연구에서도 필름 제조용 용액이 중성이나 산성영역으로 조정할 경우에는 단백질 용해도가 낮아 필름 형성이 안되거나 기계적 특성 및 수분투과성이 그다지 양호하지 못하였다. 반면 알칼리 영역에서 제조한 필름은 우수한 물리적 특성을 보여 본 어육 단백질 필름과 유사한 경향을 나타내었다. 또한, 명태어분을 이용한 단백질 필름제조 연구 (You et al., 2000)에서도 필름 용액의 pH가 높을수록 필름의 인장강도와 신장률이 증가하는 경향을 나타내었다고 보고하였다.

Farnun et al. (1976)은 필름의 인장강도에 영향을 주는 것으로 단백질 분자 상호간의 disulfide 결합, 소수성 결합 및 수소결합에 의한 것이라고 하였다. 그러므로 어육 단백질 필름 제조에 있어서 pH가 중성에서 알칼리성으로 갈수록 필름의 인장강도가 증가하는 것은 필름 용액의 pH가 등전점에서 멀어질수록 단백질의 용해도 증가와 함께 unfolding의 증가로 인한 sulfurhydryl기와 소수성 그룹들이 노출되어 건조 시에 disulfide 결합과 소수성 결합 (Genadios et al., 1993)에 의하여 더 치밀한 필름 조직이 형성되기 때문인 것으로 사료된다.

또한, 명태 단백질과 고등어 단백질로 제조한 필름의 기계적 특성과 수분투과도의 차이는 앞으로 충분한 검토가 이루어져야 할 것으로 판단되나, 해당작용이나 산화환원반응에 관여하는 단백질인 근형질 단백질 함량의 차이 (전단백질에 대한 근형질 단백질의 비율: 명태 12.8~17.8%, 고등어 47.3~56.2%)도 필름 형성에 영향을 미쳤을 것으로 추정된다 (박 등, 1995).

따라서 단백질을 이용한 가식성 필름의 제조에 있어서 필름의 기계적 특성 및 수분투과 특성은 제조원료, 온도 및 pH 등에 상

당한 영향을 받으므로 향후 단백질 필름 제조시에는 이에 대한 충분한 검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

요 약

어육 단백질로부터 가식성 필름을 제조하기 위하여 명태와 고등어로부터 최적 단백질 추출조건을 구명하고, 필름 제조용 용액의 단백질 농도, pH 및 온도가 필름의 물성에 미치는 영향을 조사하였다.

명태의 일반성분 함량은 수분 79.6%, 조단백질 18.2%, 조지방 0.6%, 회분 1.2%였으며, 고등어는 수분 69.1%, 조단백질 20.1%, 조지방 9.5%, 회분 1.3%로서 명태가 고등어에 비하여 수분함량은 높고 조단백질과 조지방 함량은 낮았다. 또한, 황함유 아미노산인 cysteine과 methionine 함량은 명태 771 mg/100 g, 고등어 746 mg/100 g으로서 이들 아미노산의 비율은 그다지 높지 않았다.

명태와 고등어로부터 가용성 단백질의 추출률은 pH 12에서 가장 높았으며, 다음으로 pH 2, 11의 순이었고, 중성부근에서는 추출률이 낮았다. 한편 추출된 가용성 단백질을 등전점 분리시켰을 때, 단백질의 회수율은 명태는 pH 4.8 (79.8%)에서, 고등어는 pH 5.0 (64.1%)에서 가장 높았다.

어육 단백질 필름은 증류수 100 mL에 단백질 4 g (glycerol 1.6 g)을 첨가하여 pH 10.0로 조정한 다음 90°C로 가열하여 제조하는 것이 물리적 특성면에서 가장 우수하였다.

감사의 글

본 연구는 국립수산물학원 연구과제 “가식성 필름 제조 연구”의 일부로 수행된 것입니다.

참 고 문 헌

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington.
- ASTM. 1995a. Standard test methods for tensile properties of thin plastic sheeting (D 882-95a). In *Annual Book of American Standard Testing Methods*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- ASTM. 1995b. Standard test methods for water vapor transmission of materials (E 96-95). In *Annual Book of American Standard Testing Methods*, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.
- Bae, S.H. and C. Rhee. 1998. Influences of extraction pH on the functionality of soybean protein isolate. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 557~561 (in Korean).
- Cho, S.Y., J.W. Park and C. Rhee. 1998a. Edible films from protein concentrations of rice wine meal. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 1097~1106 (in Korean).
- Cho, S.Y., J.W. Park and C. Rhee. 1998b. Preparation of whey powder -based biopolymer films. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 1285~1294 (in Korean).
- Cuq, B., C. Aymard, J.L. Cuq and S. Guilbert. 1995. Edible packaging films based on fish myofibrillar proteins: Formulation and functional properties. *J. Food Sci.*, 60, 1369~1374.
- Farnun, C., D.W. Stanley and J.J. Gray. 1976. Protein-lipid interactions in soy films. *Can. Inst. J. Food Sci. Technol.*, 9, 210~207.
- Gehrke, C.W., L.L. Wall, J.S. Absheer, F.E. Kaiser and R.W. Zumwalt. 1985. Sample preparation for chromatography of amino acids: Acid hydrolysis of proteins. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 68, 811~821.
- Gennadios, A. and C.L. Weller. 1990. Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food Technol.*, 44, 63~69.
- Gennadios, A., A.H. Brandenburg, C.L. Weller and R.F. Testin. 1993. Effect of pH on properties of wheat gluten and soy protein isolate films. *J. Agric. Food Chem.*, 41, 1835~1838.
- Guilbert, S., N. Gontard and L.G.M. Gorris. 1996. Prolonging the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 29, 10~16.
- Heinrikson, R.L. and S.C. Meredith. 1984. Amino acid analysis by reverse-phase high-performance liquid chromatography: Pre-column derivatization with phenylisothiocyanate. *Anal. Biochem.*, 136, 65~74.
- Hwang, K.T., J.W. Rhim and H.J. Park. 1997. Effect of κ -carrageenan-based film packaging on moisture loss and lipid oxidation of mackerel mince. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 390~393 (in Korean).
- Kester, J.J. and O. Fennema. 1986. Edible films and coatings: A review. *Food Technol.*, 40, 47~59.
- Kienzle-Sterzer, C.A., D. Rodriguez-sanchez and C.K. Rha. 1981. Characterization of chitosan film. *Rheology*, 3, 621~627.
- Krochta, J.M. 1992. Control of mass transfer in foods with edible coatings and films. In *19 Advances in Food Engineering*, R.P. Singh and M.A. Wirakartakusumah. eds., CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, 517p.
- Rhim, J.W., K.T. Hwang, H.J. Park and S.T. Jung. 1996. Water-vapor transfer characteristics of carrageenan-based edible film. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 545~551 (in Korean).
- Ryu, J.W., H.Y. Lee and S.Y. Oh. 1999. Degradation and preparation of blend films using natural polymers chitosan and algin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 417~422 (in Korean).
- Yang, S.B., S.Y. Cho and C. Rhee. 1997. Preparation of edible films from soybean meal. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 452~459 (in Korean).
- You, B.J. and J.M. Shim. 1999. Effects of processing conditions on physical properties of alginate film. *J. Korean Fish. Soc.*, 32, 582~586 (in Korean).
- You, B.J. and J.M. Shim. 2000. Effects of processing conditions on tensile properties and color of Alaska pollack meal protein isolate film. *J. Korean Fish. Soc.*, 33, 418~422 (in Korean).
- 박영호, 장동석, 김선봉. 1995. 수산가공이용학. 형설출판사, 1128p.

2002년 2월 2일 접수

2002년 5월 1일 수리