

명태 수리미의 일반성분 및 전분의 분석을 위한 근적외선 분광분석법의 이용

송호수 · 이근태 · 박성민* · 황선영
부경대학교 식품생명공학부, *부경대학교 공동실험실습관

Utilization of Near Infrared Spectroscopy for Analysis of Proximate Composition and Starch in Alaska Pollack Surimi

Ho-Su SONG, Keun-Tai LEE, Seong-Min PARK* and Sun-Young HWANG
Division of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea
*Cooperative Laboratory Center of Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Near infrared spectroscopy (NIR), is recently applied to analysis of food, and it gives non-destructive and highly reproducible results. The objectives of this study were to assay protein, lipid and starch content in Alaska pollack surimi and to investigate application in seafood. NIR spectra showed the absorbance signal at 1,510 nm, 2,050 nm, 2,170 nm and 2,180 nm for protein, and signal were increased with protein content. Standard error of equation (SEE) was 0.296 and standard error of prediction (SEP) was 0.327. In analysis of lipid in Alaska pollack surimi by NIR, near infrared spectra of lyophilized Alaska pollack surimi were scanned and the signals of absorbance from C-H functional groups in lipid were identified at 1,730 nm, 1,740 nm and 2,300 nm and these signals were risen as increasing lipid contents of Alaska pollack surimi as samely protein. SEE and SEP were 0.319, 0.353, respectively. In starch analysis using NIR the signals of starch distinctly changed at wavelength of 1,450 nm and 1,950 nm. Collected values of SEE and SEP were 0.304 and 0.318, respectively and the range of errors was 0.0186~0.6470 in starch contents.

Key words: Near infrared spectra, Alaska pollack surimi, Protein, Lipids, Starch

서 론

최근 식품성분의 분석을 위한 각종 기기 분석 방법들 중에서 근적외선을 이용한 분석방법이 소개되기 시작하면서 식품은 물론이고 김 (1999)에 의하면 의약품의 특정성분 정성 및 정량분석, 식품원료의 원산지 판별 (조와 김, 1999), 시료 중에 함유된 여러 가지 성분의 정량 등에 이용하기 위한 시도가 활발히 전개되고 있다.

근적외선을 이용한 식품분석 방법은 식품의 비파괴 평가법의 일종이며 식품의 비파괴 평가법에 대하여 Dull (1978)은 식품의 품질 측정이 끝난 후에도 대상물을 식용으로 제공할 수 있는 평가법이라고 정의하고 있다.

전자기학적 방법 중의 하나인 근적외선 (Near-Infrared) 분광분석법은 식품의 구성성분을 분석하는 비파괴 측정법 중에서 가장 발전된 방법이라 할 수 있다. 이 방법은 식품 구성성분들의 분자 구조 내에 가지고 있는 O-H (수분, 당질), N-H 또는 S-H (단백질), C-H (지질) 등의 관능기가 나타내는 신축진동과 일치하는 파장 (0.8 μm~2.5 μm, 근적외선 영역)의 전자기복사선 흡수를 스펙트럼으로 나타내는 측정방법이다. 또한, 이방법은 대상물을 파괴하지 않고 다성분을 동시에 분석할 수 있는 장점도 가지고 있다 (Lanza, 1983).

1968년에 Norris and Ben-Gera에 의해 개발되어 주로 복미 지역에서 곡류의 성분검사에 이용되고 있는 근적외선 반사분광분석,

즉 Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIR)는 비교적 정확한 간편법으로서 그 조작이 간단하여 이용율이 증가하는 추세에 있다. 근적외선 분광분석법의 원리로 이용되는 각 관능기들의 진동 에너지는 중적외선 영역에 비해 10배 정도 약하므로 신호를 감지하기 어려운 단점이 있다. 하지만 이것은 오히려 식품시료를 희석하지 않고 전처리없이 고농도 상태인 자연상태로 측정할 수 있다는 간편성을 지니고 있어 신속한 결과 도출의 장점이 더 크게 부각되고 있다.

이러한 근적외선 (NIR)을 이용한 분석법은 육제품의 수분, 단백질, 지방 등의 분석에 많이 이용되어지고 있는데, 이것은 각 성분의 관능기가 근적외선 영역에서 각기 다른 흡수 파장대를 나타내기 때문이다. 이를 이용하여 수산식품의 구성성분 분석시 짧은 시간내에 다성분의 분석에 이용되어 질 수 있을 것으로 보이며, NIR을 이용한 성분분석에는 수분 정도의 측정시간 만으로도 충분하므로 매우 신속하게 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

근적외선 분광분석법을 이용한 식품성분의 분석에 관한 연구는 현재까지 주로 농축산물에 대하여 제한적으로 이루어져 왔으며 수산식품 분야에서는 아직 보고된 결과가 없는 실정이다. 따라서 수산식품의 성분분석을 위한 새로운 분석기법으로서 근적외선 분광분석법은 효과적이라 사료되며, 이에 대한 연구가 시급히 진행되어져야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 우선 수산가공품 중에 함유된 성분분석을 위한 적용가능성을 알아보기 위해 가장 널리 이용되고 있는 동결수리미를 대상으로 수리미 중의 단백질, 지질 및 전분의 정량을 위한 근적외선 분광분석법의 이용에 대하여 검토 조사하였다.

*Corresponding author: parksm@mail1.pknu.ac.kr

재료 및 방법

1. 실험재료

가. 명태 수리미

본 실험에 사용한 FA, A, RA 등급의 냉동 명태 수리미는 부산광역시 초량동에 소재하는 (주)해인교역으로부터 구입한 미국산 명태 수리미를 사용하였다. 각 시료는 1 kg 단위의 block으로 절단하여 polyethylene bag에 담아 -20°C 의 냉동고에 동결 저장하면서 실험에 사용하였다.

나. 단백질 및 지방 분석용 수리미

수리미의 일반성분 측정을 위해서는 FA, A, RA 등급의 냉동 명태 수리미를 동결건조기 (Samwon Freezing Engineering Co., SFDSM12, Korea)로 건조한 후 실험에 사용하였으며, 시료의 단백질 및 지방 함량을 변화시키기 위하여 난백 및 대두유의 첨가량을 달리한 시료를 제조하여 일반성분 실험 및 근적외선 분광분석 시료로 사용하였다.

다. 첨가물 분석용 수리미

첨가물의 정량실험을 위해 FA, A, RA 등급의 냉동 명태 수리미에 전분 (5~10 g starch / 100 g sample)의 첨가량을 각각 다르게 첨가한 후 다시 고기갈이 한 다음 동결건조하여 첨가물 분석용 시료로 사용하였다.

2. 실험방법

가. 일반성분의 측정

AOAC (1990)에 따라 수분은 상압가열건조법으로, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법으로 측정하였다. 그리고 조지방은 Soxhlet 법을 이용한 용매추출법으로 측정하였다.

나. 첨가물의 분석

1) 수리미의 전분함량 측정

수리미의 전분함량 측정을 위해 이 (1978)의 방법에 따라 전분을 구성하는 amylose와 amylopectin의 함량을 측정함으로써 전분의 함량을 구하였다. 먼저 amylose 함량의 측정을 위하여 시료 10~15 g을 취한 후 95% ethanol 10 mL로 분산시킨 다음 1 N NaOH 용액 90 mL를 가하여 끓는 물에서 10분간 중탕하여 완전히 호화시켰다. 호화용액 중의 불용성 물질을 제거하기 위해 여과시키고 상온에서 방냉한 후 100 mL 플라스크에 옮겨 증류수를 가하고 잘 섞어주었다. 시료용액을 5 mL 취하여 1,000 mL 플라스크에 넣고 1 N 아세트산 1 mL와 요오드 용액 (0.2 g iodine과 2 g potassium iodine를 100 mL 증류수로 녹인 용액) 2 mL를 가한 후 증류수를 가하여 잘 섞어준 다음 20분간 방치하였다. 요오드와 반응한 시료용액의 흡광도는 620 nm에서 측정한다. 다음 amylose의 검량곡선 (Juliano, 1982)을 이용하여 정량하였다. 한편 amylopectin의 정량을 위해서는 시료 10~15 g을 취하여 dimethyl sulfoxide (DMSO) 10 mL를 넣고 증류수 90 mL를 넣어 분산시킨 것을 시료용액으로 하였다. 별도로 아세트산 완충용액 (pH 4.8, 50 mL)에 β -amylase 60 units/mL를 가하여 준비한 용액 10 mL와 시료용액

10 mL를 혼합하여 37°C 항온수조에서 14시간 가수분해시켰다. 가수분해 후 끓는 물에 넣어 반응을 중지시키고 전당량과 환원당량을 정량하여 β -amylolysis limit (%)를 계산하였다. Amylose와 amylopectin의 말단기 분석은 산화법으로 측정하였다.

다. 명태 수리미의 근적외선 분광분석

수리미 성분 및 첨가물을 근적외선 분광분석법으로 분석하기 위해 전처리한 시료를 분쇄한 후 분석용 시료관에 담아 푸리에변환 근적외선 분광분석기 (Spectrum GX, Perkin Elmer, USA)를 사용하여 분석하였으며, 성분 함량이 다른 각 시료의 spectrum은 1,100~2,400 nm 영역에서 absorbance mode로 측정하였다.

라. 통계처리

통계적 분석은 near infrared spectral analysis software (QUANT C+, Perkin Elmer, USA)를 사용하여 Principal Component Regression (PCR)법으로 행하였다. 통계처리를 위한 측정 시료수는 검량식 작성용 시료 70개, 검증용 시료 20개를 각각 제조하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 명태 수리미의 일반성분과 근적외선 스펙트럼 측정조건

명태 수리미의 근적외선 스펙트럼 측정조건을 설정하고자 예비 측정된 수리미의 근적외선 스펙트럼을 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1에서 위쪽의 스펙트럼은 동결건조 전 명태 수리미의 근적외선 스펙트럼으로서 1,450 nm 대역과 1,950 nm 대역에서 큰 흡광신호가 있었다. 이 신호들은 O-H기에 의하여 나타나는 대표적인 신호이며, 식품의 경우 주로 수분에 의하여 나타나는 신호이다. 그러나 단백질이나 지질로부터 유래된 신호는 확인하기가 어려웠다. 이는 본 실험에 사용한 수리미의 경우 수분함량이 높아 매우 크고 넓은 O-H기 신호를 나타낸 반면 수분에 비해 상대적으로 함량이 낮은 단백질이나 지질의 N-H기 및 C-H기 신호는 넓은 O-H기 신호에 묻혀지는 효과가 나타났기 때문이라 생각된다.

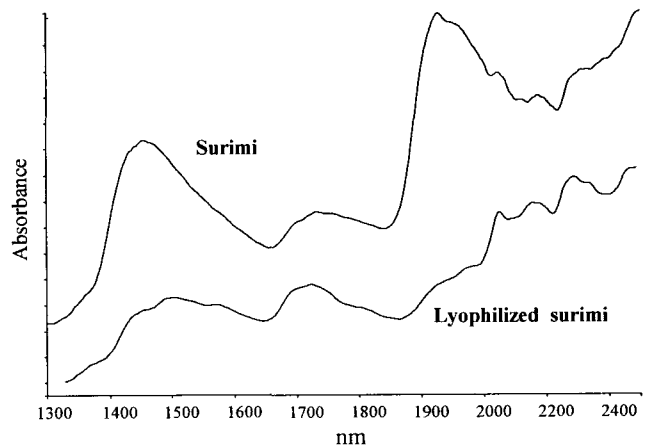


Fig. 1. Near infrared spectra of Alaska pollack surimi and lyophilized surimi.

명태 수리미 적외선 스펙트럼 측정에 미치는 수분의 영향을 좀 더 자세히 알아보기 위해 Fig. 1의 스펙트럼을 2차 미분하여 Fig. 2에 나타내었다. 동결건조한 수리미와 동결건조하지 않은 수리미의 2차 미분 스펙트럼을 비교해 보면 1,450 nm와 1,950 nm에서 수분에 의한 신호가 동결건조하지 않은 수리미에서 매우 크게 나타남을 알 수 있었다. 이로 인하여 다른 신호들은 상대적으로 매우 낮게 나타나게 되어 단백질이나 지질과 같은 성분의 분석에 많은 영향을 끼치게 될 것으로 판단되었다. Gjerde and Marten (1987)은 어류조직의 성분분석을 실시한 결과 가장 큰 영향을 주는 방해물질은 수분이었다고 보고한 바 있다.

따라서 수분함량이 높은 수산물을 근적외선 분광분석법으로 일반성분 분석을 위해서는 수분의 흡수신호 영향을 줄이고 단백질이나 지질의 신호가 관측될 수 있도록 측정 전 어느 정도의 수분을 제거하는 것이 필요하다고 판단되었다.

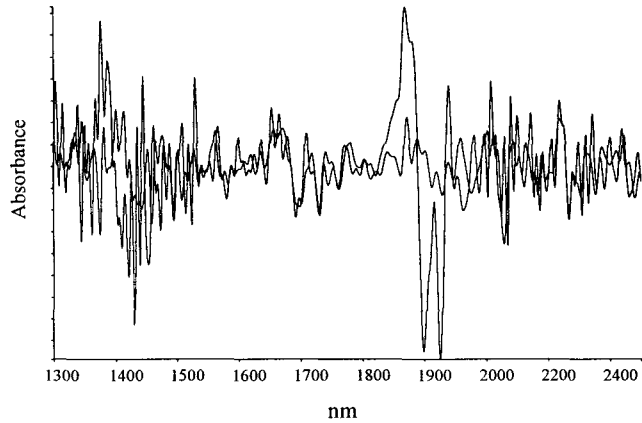


Fig. 2. Second derivative near infrared spectra of Alaska pollack surimi and lyophilized surimi.

2. 근적외선 분광분석법에 의한 수리미내 단백질 및 지질의 분석
수리미내 단백질 및 지질의 분석을 위하여 근적외선 분광분석법으로 측정한 동결건조 수리미의 근적외선 스펙트럼 (Fig. 3)에서 1,510 nm, 2,060 nm, 2,170 nm 대역과 1,740 nm, 2,290 nm 대역에서 특정 신호가 확인되었다. 이들 1,510 nm, 2,060 nm, 2,170 nm 대역의 신호는 N-H기에 의한 신호로 이는 단백질 분자에 존재하는 N-H기에 의한 신호라 여겨지며, 1,740 nm, 2,290 nm 대역의 신호는 C-H기에 의하여 나타나는 신호로, 지질과 관련된 신호로 보여진다. Robertson et al. (1989)은 식품의 근적외선 스펙트럼에서 1,200 nm, 1,510 nm, 2,050 nm, 2,180 nm 대역에서 전형적인 단백질 신호가 나타나며, 1,700 nm, 2,300 nm 대역에서 지질에 의한 신호가 확인된다고 하였다.

2-1. 단백질의 분석

단백질 함량을 근적외선 분광분석법으로 정량하기 위하여 Table 1과 같이 수리미의 단백질 함량을 조절하였다. 이어서 단백질 함량 변화에 따른 근적외선 스펙트럼 변화를 좀 더 뚜렷하게 나타내기 위하여 스펙트럼을 2차 미분한 결과는 Fig. 4와 같다. 2차 미분 스펙트럼의 2,050 nm에 나타난 단백질 신호가 수리미의 단백질

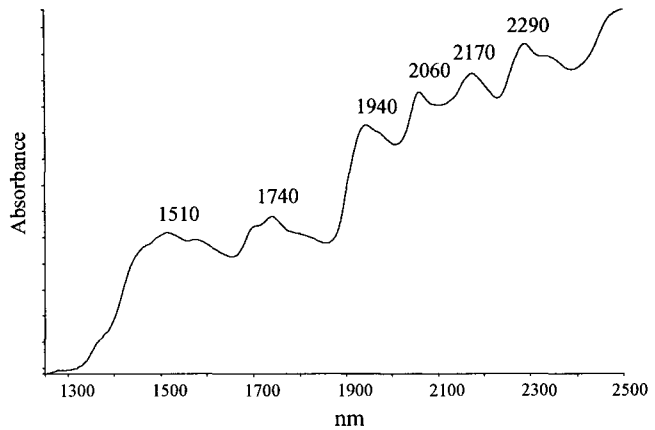


Fig. 3. Near infrared spectra of lyophilized Alaska pollack surimi.

Table 1. Protein contents of Alaska pollack surimi for measuring near infrared spectra (Dry basis)

Protein (%)	Sample name					
	W-15 ¹⁾	W-10 ²⁾	W-5 ³⁾	M-3 ⁴⁾	M-5 ⁵⁾	M-7 ⁶⁾ A ⁷⁾
	78.40	75.19	70.76	40.53	35.74	30.23

¹⁾²⁾³⁾ 15 g, 10 g, 5 g of egg whites were added to Alaska pollack surimi for changing of protein contents.

⁴⁾⁵⁾⁶⁾ 3 g, 5 g, 7 g of skim milk were added to Alaska pollack surimi for changing of protein contents.

⁷⁾ Grade of frozen Alaska pollack surimi.

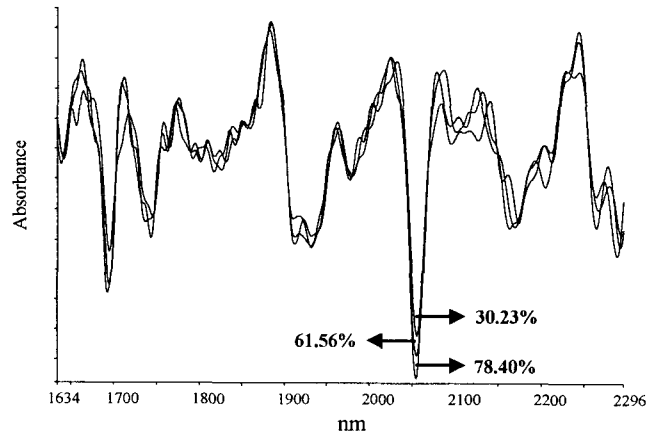


Fig. 4. Changes in second derivative near infrared spectra of Alaska pollack surimi as protein contents of 30.23~78.40%.

함량의 증가와 함께 증가하고 있음이 명확하게 구분되었다. 이와 같은 근적외선 스펙트럼의 미분은 특정 신호의 흡수치 변화를 강조하게 되는데, 이는 변화폭이 적은 스펙트럼 간의 차이를 증폭시키는 효과가 있어 분석에 많은 도움을 주지만 잡음이 많은 스펙트럼에 미분법을 사용할 경우 잡음도 함께 증폭시켜 신호의 정량에 나쁜 영향을 주기 때문에 이런 경우에는 사용하지 않는 것이 좋다고 알려져 있다.

수리미내 단백질의 함량 증가에 따라 흡광도도 함께 증가하는 사실을 이용하여 단백질의 정량이 가능할 것으로 판단되었으며, 단백질 정량을 위하여 함량이 다른 검량식 작성용 시료 70개와 검증용 시료 20개의 근적외선 스펙트럼을 측정 후 통계처리하였다. 검량식 작성 결과의 다중상관계수 R은 0.999, 표준오차 (SEE)는 0.296 그리고 표준예측오차 (SEP)는 0.3267로 나타났으며 이러한 방법으로 작성된 검량식으로 미지시료의 단백질 함량을 측정 한 결과는 Table 2와 같다. 기존의 이화학적 분석결과와 근적외선 분광분석법으로 측정 한 결과와의 오차범위가 0.0029~0.4741로 매우 낮아 정확성이 매우 높았다.

Table 2. Protein contents of Alaska pollack surimi by the chemical analyses and near infrared analyses

Chemical analyses (%)	NIR analyses (%)	Difference
42.8	42.97	-0.1812
36.0	36.06	-0.0180
30.3	30.33	-0.0423
72.3	72.46	-0.0184
78.1	78.20	-0.0952
61.8	61.56	0.2864
36.0	35.98	0.0647
72.3	72.14	0.1423
75.8	75.83	-0.0656
61.8	61.84	0.0018
42.8	42.98	-0.1904
30.3	30.46	-0.1704
75.8	75.90	-0.1395
75.8	75.67	0.0893
78.1	77.86	0.2520
42.8	43.19	-0.3959
36.0	36.37	-0.3253
30.3	29.81	0.4741
72.3	72.28	-0.0029
61.8	61.59	0.2539

2-2. 지질의 분석

근적외선 분광분석법을 이용하여 수리미내 지질을 정량하기 위해 시료의 지질함량을 Table 3과 같이 수리미에 대두유를 각각 다르게 첨가하는 방법으로 변화시켜 측정하였다. 먼저 지질함량의 변화에 따른 근적외선 스펙트럼의 변화를 알아보기 위해 지질함량이 다른 3개의 시료를 측정 한 결과는 Fig. 5와 같다. Fig. 5에서 1,730 nm 대역과 1,740 nm, 2,300 nm 대역에서 흡광도의 변화를 나타내었다. 단백질의 경우와 마찬가지로 지질함량이 증가함에 따라 흡광도도 증가하고 있었다. Nagao et al. (1985)은 축육내 지방함량을 분석하기 위해 돈육, 우유, 계육의 근적외선 스펙트럼을 측정 한 결과, 1,208 nm, 1,230 nm, 1,730 nm, 2,300 nm 대역에서의 차이가 가장 뚜렷하였고, 이 대역에서의 흡광도 변화를 통계처리 한 결과 돈육의 상관관계 (R)는 0.990, 표준예측오차 (SEP)는 0.88% 이었다고 보고하였다.

수리미내 지질함량의 정량을 위하여 지질함량이 다른 검량식 작성용 시료 70종과 검증용 시료 20종의 근적외선 스펙트럼과 이

Table 3. Lipid contents of Alaska pollack surimi for measuring near infrared spectra

Lipid (%)	Sample codes				
	A ¹⁾	O-5 ²⁾	O-10 ³⁾	O-15 ⁴⁾	O-20 ⁵⁾
	1.79	8.48	16.15	22.05	28.30

¹⁾ Grade of frozen Alaska pollack surimi.

²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ 5 g, 10 g, 15 g, 20 g of soybean oil were added to Alaska pollack surimi for changing of lipid contents.

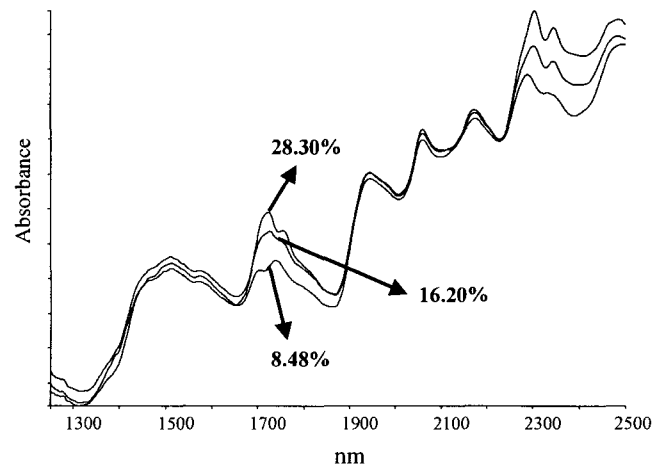


Fig. 5. Changes in near infrared spectra of lyophilized Alaska pollack surimi as lipid contents of 8.48~28.30%.

화학적 방법으로 측정 한 결과를 통계처리 한 결과 다중상관계수 (R)가 0.9996, 표준오차 (SEE)가 0.3191, 표준예측오차 (SEP)가 0.3538이었다. 그리고 이와 같은 방법으로 구한 검량식으로 미지 시료를 측정 한 결과는 Table 4와 같다. 이화학적 분석값과의 오차범 위는 0.0233~0.4384로서 근적외선 분광분석법에 의한 수리미의 지질정량은 매우 효과적이었다.

3. 근적외선 분광분석법에 의한 수리미내 첨가물의 분석

3-1. 전분의 분석

전분은 어묵의 탄력보강 및 증량제로 주로 사용되는 부원료이며, 대부분의 시판어묵에 사용되고 있다. 근적외선 분광법을 이용한 전분의 분석을 위하여 측정 한 감자전분의 근적외선 스펙트럼을 Fig. 6에 나타내었다. 스펙트럼에서 1,400 nm 대역과 1,780 nm 대역, 그리고 2,100 nm, 2,300 nm 대역에서 특징적인 신호가 나타났다. 그림에 나타난 2,100 nm 대역에서의 신호는 2+O-H def+C-H def에 의한 흡수신호이며 2,300 nm 대역에서의 신호 또한 C-H str+C-H str의 흡수신호로서 전분의 흡수신호와 일치하는 결과를 나타내었다. Czuchajowska et al. (1992)은 보리, 전분 및 β-D-Glucan의 amylose 함량을 분석 한 결과 전분의 신호대역은 2,060 nm, 2,096 nm, 2,132 nm, 2,282 nm, 2,335 nm이었다고 보고하였다.

전분 첨가로 인한 근적외선 스펙트럼의 변화를 확인하기 위하여 전분을 첨가한 수리미와 첨가하지 않은 수리미의 근적외선 스펙

Table 4. Lipid contents of Alaska pollack surimi by the chemical analyses and near infrared analyses

Chemical analyses (%)	NIR analyses (%)	Difference
1.8	1.60	0.1977
28.3	28.61	-0.3149
1.8	1.82	-0.0233
8.5	8.52	-0.0409
16.2	15.71	0.4388
28.3	28.18	0.1171
1.8	2.08	-0.2864
8.5	8.83	-0.3485
28.3	28.37	-0.0696
1.8	2.08	-0.2802
8.5	8.27	0.2154
28.3	28.20	0.0982
1.8	1.51	0.2897
8.5	8.65	-0.1635
16.2	15.71	0.4384
22.1	22.63	-0.5756
1.8	1.70	0.0998
8.5	8.77	-0.2884
16.2	15.94	0.2107
28.3	28.12	0.1816

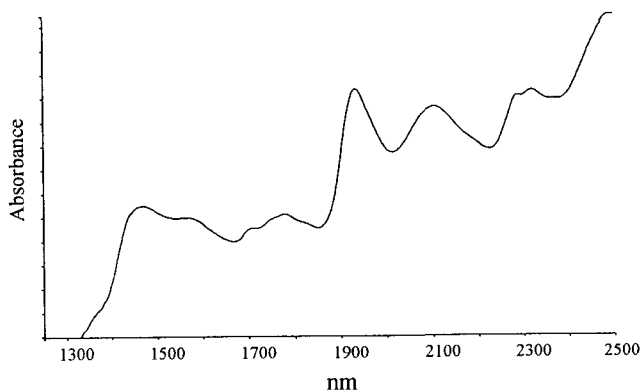


Fig. 6. Near infrared spectra of starch from potato.

트럼을 측정된 결과 (Fig. 7) 1,950 nm 대역에서 전분 첨가구 쪽의 신호가 무첨가구에 비해 크게 나타나는 것으로 확인되었다.

전분함량을 5~10%로 조절한 수리미를 2차 미분한 근적외선 스펙트럼 (Fig. 8)을 살펴보면 1,800 nm 대역과 1,900 nm 부근 대역에서 흡수신호의 변화가 나타나고 있으며, 전분함량이 높을수록 이들 신호도 증가하는 경향을 보였다.

전분함량을 다르게 제조한 수리미로부터 얻어진 근적외선 스펙트럼을 통계처리하여 근적외선 분광분석법으로 전분함량을 정량하고자 검량식 작성용 시료 70종과 검증용 시료 20종의 근적외선 스펙트럼을 측정된 후 PCR법으로 통계처리하여 작성된 검량식을 작성하였다. 전분함량과 근적외선 스펙트럼과의 다중상관계수 R은 0.985로 높은 상관성을 나타내었으며, 이 때의 표준오차 (SEE)는 0.304, 표준예측오차 (SEP)는 0.318이었다. 이 검량식을 이용하여 20개의 미지시료를 측정된 결과는 Table 5와 같으며, 오차범위

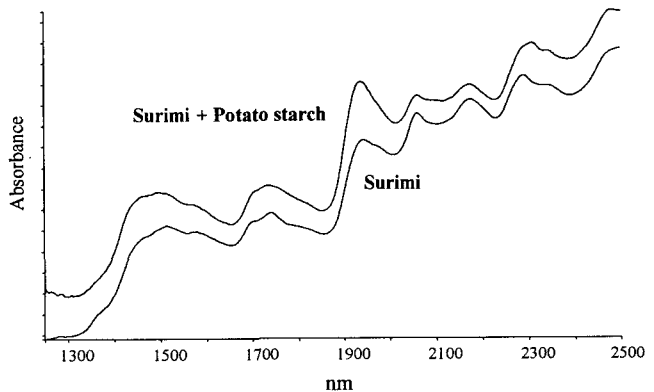


Fig. 7. Near infrared spectra of Alaska pollack surimi and potato starch added surimi.

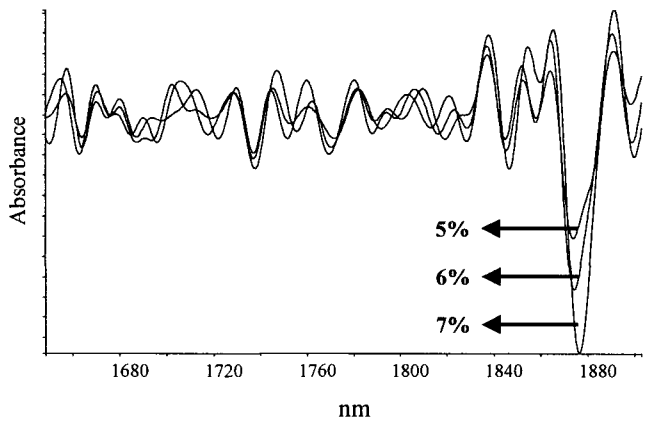


Fig. 8. Changes in second derivative near infrared spectra of Alaska pollack surimi as potato starch contents of 5~7%.

가 0.0186~0.6470으로 낮아 근적외선 분광분석법을 이용한 수리미 중의 전분함량 분석이 매우 효과적인 방법이 될 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

최근 식품의 성분분석을 위한 새로운 분석방법으로 관심을 끌고 있는 식품의 비파괴 분석법의 일종인 근적외선 분광분석법을 이용하여 명태 수리미의 단백질 및 지질의 정량과 수리미의 대표적 첨가물인 전분정량에 관한 일련의 실험을 행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

근적외선 분광분석법을 이용한 수리미 중의 성분 측정을 위해서는 먼저 시료의 높은 수분함량으로 인해 나타나는 크고 폭 넓은 신호를 제거할 필요가 있었으며, 본 연구에서는 시료를 동결건조 시킴으로써 수분에 의한 방해 신호를 제거하였다.

근적외선 분광분석법을 이용한 수리미 중의 단백질 분석에서 단백질의 근적외선 신호는 1,510 nm, 2,050 nm, 2,170 nm, 2,180 nm에서 나타나며, 이들 신호는 단백질 함량이 증가함에 따라 증가하는 경

Table 5. Difference between the actual starch contents of Alaska pollack surimi and quantified starch contents by near infrared analyses

Actual content (%)	NIR analyses (%)	Difference
5	4.905	0.0946
5	4.766	0.2339
5	5.025	-0.0255
6	6.362	-0.3619
6	6.275	-0.2749
6	6.355	-0.3551
6	6.574	-0.5736
7	7.124	-0.1244
7	6.564	0.4357
7	6.832	0.1685
8	7.408	0.5920
8	8.019	-0.0186
8	7.917	0.0827
9	8.624	0.3761
9	8.352	0.6477
9	8.599	0.4005
9	8.518	0.4820
10	10.170	-0.1739
10	9.735	0.2648
10	10.220	-0.2226

향을 나타내었다. SEE는 0.296이었고, SEP는 0.3267이었다.

지질의 정량을 위한 근적외선 분광분석에서는 1,730 nm, 1,740 nm, 2,300 nm에서 지질에 의한 흡수신호가 관찰되었으며, 이들은 지질의 함량 증가에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. SEE는 0.340이었고, SEP는 0.364이었다.

전분의 정량에서는 1,450 nm와 1,950 nm의 신호 변화가 가장 크게 나타났으며, SEE와 SEP는 각각 0.304, 0.318이었고, 오차범위는 0.0186~0.6470이었다.

이상의 결과에서 근적외선 분광분석법을 이용한 수리미 중의 성분 측정은 신속성 및 재현성이 높아 수산가공품 중의 성분분석에 있어서 효과적이라 생각되고, 특히 수산제품 중 건제품의 분석에 있어서 앞으로 근적외선 분광분석법을 이용한 식품의 분석이 크게 확대될 것으로 기대되며, 차후 대상 시료를 달리한 연구가 다방면으로 활발히 진행되어야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 교육부에서 지원한 해양식량자원개발 특성화사업단 연구원 지원금에 의해 수행된 연구과제 결과이며, 연구비를 지원해준 교육부에 심심한 사의를 표합니다.

참 고 문 헌

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, pp. 17, 868, 931, 932.
- Czuchajowska, Z., J. Szczodrak and Y. Pomeranz. 1992. Characterization and estimation of barley polysaccharides by near infrared spectroscopy, I. Barleys, Starches and β -D-Glucans. *Cereal Chem.*, 69, 413.
- Dull, G.G. 1978. Nondestructive quality evaluation of agricultural products. *J. Food Prot.*, 4, 50~58.
- Gjerde, B. and H. Marten. 1987. Predicting carcass composition of rainbow trout by near infrared reflectance spectroscopy. *J. Anim. Breed. Genet.*, 104, 137~142.
- Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Sci. Today*, 16, 334~337.
- Lanza, E. 1983. Determination of moisture, protein, fat and calories in raw pork and beef by near infrared spectroscopy. *J. Food Sci.*, 48, 471~474.
- Nagao, A., J. Uozumi and J. Iwamoto. 1985. Determination of fat content in meats by nir spectroscopy. *Yukagaku*, 34, 23~27.
- Norris, K.H. and I. Ben-Gera. 1968. Direct spectrophotometric determination of fat and moisture in meat products. *J. Food Sci.*, 33, 64~67.
- Robertson, A., M. Hall and C. Scotter. 1989. Near infrared spectroscopy its use in rapid Q.C. analysis and its potential in process control. *Food Sci. Technol. Today*, 3, 102~106.
- 김효진. 1999. 제약 벤처산업에서의 근적외선 분광기술 응용. 한국약제학회. 제10회 제제기술 워크샵, pp. 81~89.
- 이응호. 1978. 시판연제품의 전분함량. 한국식품영양과학회, 7, 1041~1046.
- 조창희, 김효진. 1999. 근적외선 분광분석법에 의한 홍화의 원산지 판별에 관한 연구. 한국분석과학회. 99년 제22회 총회 및 학술대회, pp. 110~110.

2002년 4월 3일 접수

2002년 6월 20일 수리