The Korean Journal of Culinary Research
Vol. 18, No. 5, pp. 205~219 (2012)

저장조건에 따른 복어육의 이화학적 · 기계적 특성과 관능적 특성간의 상관관계 분석

문승권 · 박종희 · 유승석¶
세종대학교 조리외식경영학과

A Correlation Analysis between Physicochemical · Mechanical Characteristics and Sensory Characteristics of Puffer Fish Fillet under Storage Conditions

Seung-Kweon Mun · Jong-Hee Park · Seung-Seok Yoo
Dept. of Culinary and Food Service Management, Sejong University

Abstract

The purpose of this study is to make a correlation analysis between mechanical characteristics and sensory characteristics of puffer fish fillet under storage conditions and to find out those quality characteristics. With the storage time, VBN increased while color, smell and texture values decreased. As the appearance, the fish showed excellent quality stored at 4℃ for 8-12 hours, at 12℃ for 4-8 hours and at 20℃ for 4 hours. When the L value increased, color preference in sensory results decreased in correlation physicochemical properties, mechanical properties and sensory properties of puffer fish fillet. However, mechanical properties and sensory evaluation showed a different aspect. When the higher temperature, redness(*a*-value) decreased. Regardless of storage temperature, yellowness (*b*-value) increased. In the results of the hardness, the value was higher, the sensory showed the better texture.

Key words: Puffer fish, storage conditions, mechanical property, VBN, texture, correlation analysis

Ⅰ. 서 론

삼면이 바다인 우리나라에서 주요한 식량자원으로 이용되고 있는 어패류, 해조류 등의 수산식품은 식량자원으로써 큰 비중을 차지하고 있다. 최근 경제 성장과 소득이 증대함에 따라 소비자들은 웰빙 식품 및 건강 식품인 수산물에 대한 욕구가 높아지고 있다(YB Cho 등 2007). 또한, 주요한 단백질 공급원으로도 이용되며, 현대인의 다양한 생활환경의 변화로 인하여 수산식품의 소비가 점점 증가하고 있는 추세이다(문승권 2012).

복어는 육의 섬유가 강하여 어육과 쇠고기의 중간 정도이다. 일반적으로 생선회는 두껍게 썰면 씹힘성이 좋아지지만 복어를 두껍게 썰면 고무를 씹는 것처럼 되어서 맛이 떨어지므로 복어회는 얇게 써는 대표적인 어류이다. 치사시킨 복어를 바로 회를 뜨면 근육이 움직여서 나비가 날아가듯이 얇게 써는 것이 불가능하므로, 하루 정도 숙성시킨 후에 복어 회로 요리한다(조영제 2001).

생선의 품질변화는 온도와 시간 그리고 처리

¶ : 유승석, 02-3408-3824, yss2@sejong.ac.kr, 서울시 광진구 군자동 98번지 세종대학교 조리외식경영학과

방법에 따라 달라진다. 일반적으로 활어는 치사 후 바로 섭취하는 것보다 숙성시킨 후의 맛이 더 뛰어나며(황용숙 2003) 이 부분에 대한 연구와 식용으로 하는 수산물에 대한 맛 성분은 잘 연구되어 있으나, 복어류의 맛 성분에 대한 자료는 미비한 실정이다(Kim KS & Kim DS 2000). 하지만 한국 경제가 발전하면서 식생활 패턴이 매우 다양화되고, 음식의 양보다는 질을 중요시하게 되면서, 고급 어종인 복어류의 관심이 증가하고 있으며 그 소비량 또한 늘어나고 있다(문승권 2008).

어육의 정미성분으로는 inosinic acid, taurine, glutamic acid, carnosin(β-alanine) 등을 들 수가 있는데 육류, 어류의 맛은 이들 화학물질의 맛 외에 치아나 혀에 감지되는 성질, 즉 텍스쳐(texture)가 관계하여 상당히 다양하다(Kim HY 등 2000).

이에 따라 서로 관련된다고 예측되는 두 개의 구간, 비율척도 변수들에 대해 선형적으로 얼마나 연관성이 있는지 알아보기 위하여(김영림 2011) 복어육의 저장조건을 달리하였을 때의 이화학적 특성과 관능적 특성, 기계적 특성과 관능적 특성의 상관관계를 분석하여 복어육의 식품학적 품질 특성을 분석하였다.

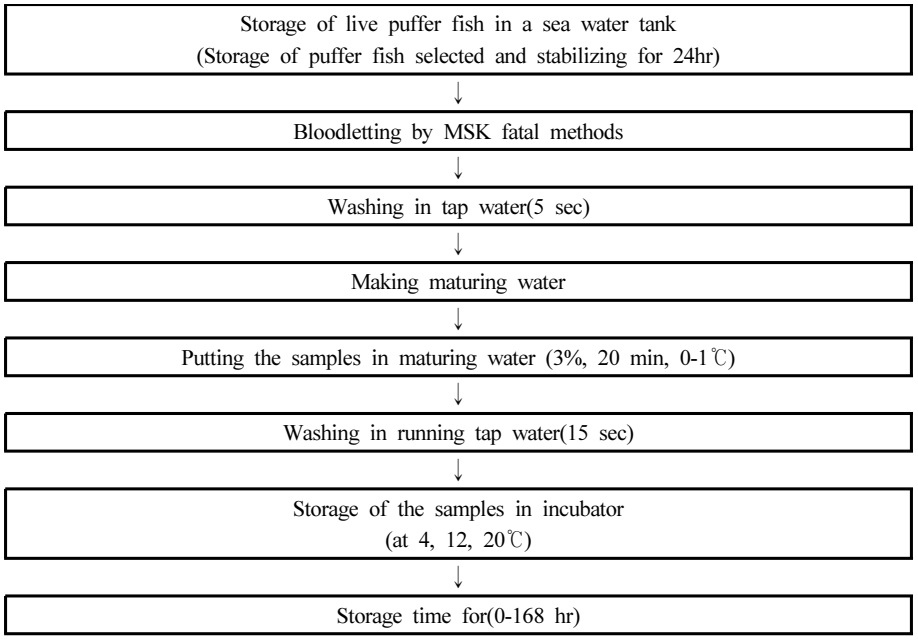
Ⅱ. 재료 및 방법

1. 실험재료

복어는 식약청 인천 지방사무소에서 미생물 및 유해물 검사를 마친 중국산 양식 참복으로 평균 중량 700 g, 길이 34 cm인 것으로 2011년 6월-10월에 후구코리아에서 구입하여 수족관에 3일간 저장한 후 사용하였으며, 소금은 시판되는 순도 100%의 정제염(2011, 한주소금)을 사용하였다. 현재 자연산 활어복은 국내 출하량이 적으며, 저장성 실험관계상 저장기간에 따라 같은 크기의 같은 가두리에서 나오는 활어복을 사용해야한다는 점에서 중국산 양식 참복을 사용하였다.

2. 실험방법

시료어인 참복(*Takifugu chinensis*)을 뇌신경 절단법(MSK법)(18)으로 치사하고 제독처리 한 뒤



<Fig. 1> Preparation process of puffer fish fillet samples

흐르는 수돗물에 5초간 세척한 뒤 3% 농도의 염수를 0 - 1℃의 온도로 맞춘 후 20분간 침지시킨다. 침지시킨 어육을 흐르는 수돗물에 15초간 세척한 후 밀폐용기에 담아 4℃, 12℃, 20℃로 조정된 항온기에 저장하였다. 외식업체나 일반 가정에서의 냉장 저장 온도는 약 10℃ 이내로 되어 있으나 냉장 저장 시 문의 개폐에 따라 온도가 증가하는 경향을 나타내기에 4℃, 12℃, 20℃로 온도를 조정하였다. 시료는 각각 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 36, 48, 60, 72 시간 마다 꺼내어 사용하였다. 또한 VBN, 색도측정, Texture 측정은 96, 120, 144, 168시간까지 추가로 저장하여 사용하였다. 관능검사 시 20℃에서 저장한 시료의 경우 이취 및 시료의 변화로 인해 72시간을 초과한 저장실험은 실시하지 않았다.

3. 일반성분 분석

시료의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분은 AOAC (AOAC 1990)의 방법에 의해 실시하여 수분은 105℃ 상압가열 건조법, 조단백질은 MicroKjeldahl 질소정량법, 조지방은 Soxhlet추출법, 조회분은 550℃ 건식회화법을 적용하여 분석하였다. 모든 분석은 3회 반복으로 실험하여 평균값으로 구하였다.

4. 색도측정

색도는 색차 색도계(Chroma meter CR-200 Minolta, Japan)를 사용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였으며, 3회 측정값의 평균값으로 나타내었다. 시료의 크기는 약 3×3 cm로 잘라 이용하였다. 이때 사용된 standard calibration plate는 L값이 94.50, a값이 0.3032, b값이 0.3193 이었다.

5. 총 휘발성 질소 함량(Volatile Basic Nitrogen) 측정

휘발성 염기태 질소의 함량의 측정은 Conway unit를 이용한 미량확산법(김영붕 등 2008) 으로 시료 3 g에 증류수 27 mL를 가하여 3,000 rpm에서 10분간 균질화 시킨다. 균질액을 Whatman No. 1 여과지로 여과시킨 후 여과액을 3 mL 취하여 conway unit의 외실 한쪽에 넣고, 내실에 0.01N H_3BO_3 1 mL와 지시약(0.066% bromocresol green in ethanol : 0.066% methyl red in ethanol = 1:1) 0.3 mL 넣은 후 빨리 뚜껑을 닫는다. 뚜껑을 미끄러지게 열고, 외실에 50% K_2CO_3 1 mL을 넣고 다시 밀폐시킨 후 용기를 수평으로 회전하여 외실의 시료와 K_2CO_3가 반응하게 하고 이때 내실의 붕산과 지시약이 외실의 시료와 K_2CO_3가 섞이지 않게 한다. 이후 37℃ incubator에서 90분간 활성시킨 후 붕산용액을 0.02N H_2SO_4로 신속히 적정하였다. 공 실험구는 외실에 50% K_2CO_3를 가하지 않은 것의 적정치로 하였다. 뚜껑을 열고 내실에 0.02N H_2SO_4을 이용하여 엷은 pink 색이 나타날 때까지 적정한다.

적정 후 아래의 계산식에 의해 계산하여 VBN mg%를 구하였다.

$$\text{VBN mg\%} = \frac{\text{본시험의적정치}(mL) - \text{공시험의적정치}(mL) \times F \times 28}{\text{시료의양}(g)} \times 100$$

6. Texture 품질특성 측정

시료의 Texture 측정은 Texture analyzer(Model TA-XT2i, England)를 사용하여 다음의 <Table 1>

<Table 1> Measurement condition for texture analyzer

Classification	Conditions
Test speed	200 mm/min
Sample compressed	50%
Trigger	0.005 kg_f
Sample height	10.0 mm
Sample width	10.0 mm
Calibrate Probe	P/10

과 같은 조건하에서 경도(Hardness), 응집성(Cohesiveness), 탄력성(Springiness), 점착성(Gumminess), 씹힘성(Chewiness)을 측정하였다.

이 때 실험의 오차를 줄이기 위한 방법으로 각각의 시료들의 순서를 바꾸어 3회 측정하여 평균값을 계산하였다.

7. 관능검사

시료의 크기를 50 × 25 × 0.3 mm로 잘라 백색 접시에 담아 시료 번호를 균일하게 붙여 표시한 뒤 평가하도록 하였다. 또한 특성차이검사 중 평점법(Scoring Test)을 통해 시료어의 특성 강도에 어느 정도 차이가 있는지를 알아보았다(구난숙 등 2006).

관능검사의 요원으로는 복어전문조리사와 일식조리사 20명을 대상으로 4조로 나뉘어 실시하였으며, 본 실험목적을 충분히 설명하고 관능검사 방법과 평가 특성을 교육시킨 후에 질문지에 관능적 특성을 잘 반영하고 있다고 생각되는 점수를 표시하도록 하였으며, 관능검사 항목으로는 색(Color), 냄새(Smell), 촉감(Tactile sensation)이며, 촉감에 대한 평가는 손으로 시료를 눌러본 후 느껴지는 감촉에 대하여 평가하였다. 평가방법은 9점 척도법(1은 매우 나쁘다(very poor), 3은 나쁘다(poor), 5는 보통(fair), 7은 좋다(good), 9는 매우 좋다(very good))을 이용하였다(김우정 & 구경형 2001). 맛에 대한 평가는 예비실험결과 72시간까지 시료를 저장할 경우 이취, 미생물번식에 의한 식중독 등의 안전성의 이유로 실시하지 않았다.

8. 통계 처리

모든 실험결과는 SPSS(Statistical Package for Social Sciences. SPSS Inc., Chicago, USA) 17.0 통계분석프로그램을 이용하여 통계 처리하였으며, 분산분석(ANOVA)을 이용하여 5% 수준에서 Duncan's Multiple range test로 시료간의 유의적인 차이를 검정하였으며, 저장조건을 달리한 어육의 이화학적 특성과 관능적 품질 특성의 결과 사이의 상관관계는 SPSS(Statistical Package for Social Sciences. SPSS Inc., Chicago, USA) 17.0 for Window를 이용하여 Pearson's correlation에 의해 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 일반성분

복어육의 일반성분 분석 결과는 <Table 2>에 나타내었다.

복어육의 수분함량은 79.0%, 조단백질 함량은 17.3%, 조지방 함량은 1.4%, 조회분 성분은 1.3%로 나타났다.

흰 살 생선인 복어와 달리 붉은 살 생선인 고등어의 수분함량은 69.9%, 단백질함량은 20.65%, 조지방 함량은 9.93%, 조회분 함량은 1.22%를 나타내었다(박신영 2009). 넙치의 일반성분은 수분은 74 - 80%, 조단백은 17 - 20%, 조지방은 1.6 - 5.5%, 조회분은 1.0 - 1.7%로 나타내었다(박상아 2011).

이는 대부분의 흰 살 생선이 붉은 살 생선보다 지방 함량이 적다는 결과와 비슷한 양상을 나타내었다(조영제 2008).

2. 색도

저장조건을 달리한 복어육의 색도 특성을 <Table 3, 4, 5>에 나타내었다.

명도는 4℃ 168시간에서 54.85, 12℃ 168시간에서 58.30, 20℃ 168시간에서 63.13으로 온도가 높고 시간이 경과함에 따라 결과 값이 증가하는

<Table 2> Proximate composition of puffer fish

Unit: %, w/w

Sample	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Puffer fish	79.0	17.3	1.4	1.3

<Table 3> **Changes in color of puffer fish fillet at 4℃**

Storage time (hr)	Hunter's color values		
	L	a	b
0	46.80±0.35^{c}	-1.35±0.07^{bc}	-3.28±0.06^{c}
4	46.01±0.23^{c}	-0.51±1.12^{a}	-4.99±1.41^{cd}
8	46.04±0.05^{c}	-0.78±0.36^{ab}	-4.85±0.18^{cd}
12	46.25±1.08^{c}	-1.20±0.40^{bc}	-4.83±0.23^{cd}
16	46.36±1.85^{c}	-1.32±0.29^{bc}	-4.18±0.28^{bcd}
20	46.53±2.20^{c}	-1.37±0.34^{bc}	-4.01±0.43^{bc}
24	47.24±0.04^{c}	-1.38±0.17^{bc}	-3.97±0.11^{bc}
36	47.26±0.75^{c}	-1.45±0.12^{bc}	-3.54±0.62^{bc}
48	47.37±1.80^{c}	-1.47±0.13^{bc}	-3.35±0.14^{bc}
60	47.80±1.56^{c}	-1.54±0.25^{c}	-3.34±0.53^{bc}
72	48.38±0.57^{c}	-1.58±0.03^{c}	-3.15±1.78^{bc}
96	49.00±2.65^{bc}	-1.61±0.38^{c}	-2.94±1.24^{bc}
120	49.06±1.23^{bc}	-1.63±0.24^{c}	-2.84±0.13^{bc}
144	52.63±1.93^{ab}	-1.70±0.14^{c}	-2.04±1.99^{ab}
168	54.85±3.90^{a}	-1.72±0.16^{c}	-0.48±1.50^{a}
F-Value	4.86***	2.31*	4.36**

1) Values are mean ± S.D.
2) $^{a\sim d}$Means in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.
3) $^{*}p<0.05$, $^{**}p<0.01$, $^{***}p<0.001$

경향을 나타내었다.

적색도는 저장 4℃ 4시간에서 -0.51, 12℃ 4시간과 8시간에서 -1.10, 20℃ 4시간에서 -0.97로 가장 높은 값을 나타냈으며, 4℃168시간에서 -1.72, 12℃ 168시간에서 -4.22, 20℃에서 -2.88로 적색도는 시간에 따른 유의적인 감소를 나타내었다.

<Table 4> **Changes in color of puffer fish fillet at 12℃**

Storage time (hr)	Hunter's color values		
	L	a	b
0	46.80±0.35^{ef}	-1.35±0.07^{ab}	-3.28±0.06^{g}
4	43.99±0.49^{g}	-1.10±0.27^{a}	-4.07±0.09^{f}
8	45.72±1.30^{fg}	-1.10±0.27^{a}	-3.22±0.08^{ef}
12	46.21±0.95^{efg}	-1.13±0.12^{ab}	-2.43±0.31^{de}
16	46.21±0.95^{efg}	-1.31±0.02^{abc}	-2.40±1.28^{de}
20	47.93±2.40^{ef}	-1.33±0.22^{abcd}	-2.14±1.39^{cde}
24	48.06±0.14^{ef}	-1.37±0.08^{abcde}	-1.89±0.01^{cd}
36	48.69±2.02^{de}	-1.43±0.43^{abcde}	-1.66±0.67^{cd}
48	50.93±0.57^{cd}	-1.59±0.21^{abcdef}	-1.59±0.35^{cd}
60	50.95±0.42^{cd}	-1.73±0.11^{bcdef}	-1.08±0.31^{bc}
72	51.03±1.37^{cd}	-1.89±0.16^{cdef}	-1.08±0.31^{bc}
96	53.04±0.68^{bc}	-1.93±0.67^{def}	-0.98±0.27^{bc}
120	54.00±1.07^{b}	-1.97±0.35^{ef}	-0.95±0.10^{bc}
144	54.84±1.74^{b}	-2.04±0.16^{fg}	-0.25±0.02^{b}
168	58.30±0.73^{a}	-4.22±1.55^{g}	1.49±0.69^{a}
F-Value	24.10***	5.75***	24.12***

1) Values are mean ± S.D.
2) $^{a\sim g}$Means in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.
3) $^{***}p<0.001$

<Table 5> Changes in color of puffer fish fillet at 20℃

Storage time (hr)	Hunter's color values		
	L	a	b
0	46.80±0.35^{ef}	-1.35±0.07^{abc}	-3.28±0.06^{e}
4	44.79±0.72^{f}	-0.97±0.67^{a}	-3.76±0.22^{e}
8	46.50±1.13^{f}	-1.28±0.14^{ab}	-3.16±0.41^{de}
12	46.99±3.09^{f}	-1.29±0.30^{ab}	-3.31±0.63^{de}
16	47.74±3.23^{ef}	-1.37±0.10^{abc}	-2.71±1.02^{cde}
20	48.09±1.00^{ef}	-1.38±0.33^{abc}	-1.73±1.21^{cd}
24	51.64±3.13^{de}	-1.80±0.20^{bcd}	-1.44±0.31^{c}
36	53.79±2.91^{cd}	-2.08±0.63^{cde}	-1.20±0.23^{c}
48	57.51±0.64^{bc}	-2.41±0.80^{def}	1.07±2.53^{b}
60	57.61±1.86^{bc}	-2.56±0.03^{ef}	0.74±0.37^{b}
72	59.37±3.20^{ab}	-2.62±0.45^{ef}	0.86±0.64^{b}
96	62.14±2.29^{a}	-2.70±0.27^{ef}	1.89±1.05^{b}
120	63.13±1.99^{a}	-2.88±0.19^{f}	2.43±1.35^{a}
F-Value	21.34***	8.01***	26.55***

1) Values are mean ± S.D.
2) $^{a\sim f}$Means in a column by different superscripts are significantly different a the $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.
3) $^{***}p<0.001$

황색도는 4℃ 4시간에서 -4.99, 12℃4시간에서 -4.07, 20℃ 4시간에서 가장 낮은 값을 나타내었으며, 4℃ 168시간에서 -0.48, 12℃ 168시간에서 1.49, 20℃ 168시간에서 2.43으로 가장 높은 값을 나타내었으며, 시간이 경과함에 따라 황색도는 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다.

도미회는 4℃에서 저장하였을 때의 명도는 시간이 경과함에 따라 증가하였으며, 적색도는 감소, 황색도는 12시간 보관한 도미가 가장 높은 값을 나타냈다. 이와 같은 결과는 복어의 4℃저장에서와 비슷한 경향을 나타내었다(송병구 2010).

3. 총 휘발성 질소 함량(Volatile Basic Nitrogen)

저장 조건을 달리한 복어육의 VBN의 함량을 측정한 결과는 <Table 6>과 같다.

<Table 6> Changes in VBN of puffer fish fillet prepared by different storage conditions

Unit: mg%

Storage time (hr)	Storage temperature		
	4℃	12℃	20℃
0	4.67±0.00^{f}	4.67±0.00^{f}	4.67±0.00^{j}
4	5.60±0.01^{ef}	5.13±0.01^{f}	6.53±0.00^{i}
8	5.60±0.00^{ef}	6.07±0.01^{f}	7.47±0.01^{hi}
12	6.53±0.01^{ef}	6.07±0.01^{f}	7.93±0.01^{h}
16	7.00±0.01^{de}	7.93±0.01^{e}	10.27±0.00^{g}
20	7.00±0.02^{de}	10.73±0.01^{d}	11.67±0.01^{f}
24	7.00±0.01^{de}	11.20±0.00^{d}	12.13±0.00^{f}
36	8.87±0.01^{d}	11.67±0.01^{d}	14.93±0.01^{e}
48	10.73±0.01^{c}	12.60±0.01^{d}	21.47±0.00^{d}
60	12.60±0.00^{b}	16.33±0.01^{c}	28.93±0.00^{c}
72	13.07±0.01^{b}	28.47±0.01^{b}	40.13±0.00^{b}
96	16.80±0.01^{a}	52.73±0.02^{a}	64.40±0.00^{a}
F value	42.53***	575.15***	1714.22***

1) Values are mean ± S.D.
2) $^{a\sim j}$Means in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.
3) $^{***}p<0.001$

선어에 있어서 VBN은 오래전부터 선도저하의 지표로 여겨져 왔으며, 谷川、富山、河端、太田등 많은 업적이 있으나, 그 VBN의 내용은 통상 Ammonia로 표시되고 있음에도 불구하고, 구성성분은 Ammonia 이 외에 휘발성 Amine을 포함한 것이다. 함유 비율은 어종, 생선의 연령, 어획시 계절, 상태 등으로 상이하다고 되어있다(Haruko Nomura 1964).

저장온도 4℃에서 0시간부터 72시간까지 4.67 mg%에서 13.07 mg%로 큰 변화는 없었으며, 72시간에서 96시간까지 13.07 mg%에서 16.80 mg%로 급격한 증가를 나타내었다. 시간이 경과함에 따라 유의적(p<0.001)으로 증가하는 경향을 나타내었다.

저장온도 12℃에서는 0시간부터 16시간까지 4.67 mg% 7.93 mg%로 완만히 증가하였으며, 48시간에서 60시간까지 12.60 mg%에서 16.33 mg%로 급격한 증가를 나타내었다. 4℃와 마찬가지로 시간이 경과함에 따라 유의적(p<0.001)으로 증가하는 경향을 나타내었다.

저장온도 20℃에서는 0시간부터 36시간까지 4.67 mg%에서 14.93 mg%로 완만히 증가하였으며, 36시간에서 48시간까지 14.93 mg%에서 21.47 mg%로 급격한 증가를 나타내었다. 시간이 경과함에 따라 유의적(p<0.001)으로 증가하는 경향을 나타내었다.

20℃에서 저장한 고등어의 경우 초기 2.8 mg%에서 12.56 mg%로 수치가 급상승하였다고 나타냈으며, 높은 온도에서 저장한 것일수록 시간 경과에 따른 수치 상승폭이 크다고 나타냈다(이다선 2010). 이와 같은 결과는 본 실험에서와 비슷한 양상을 나타내었다.

Kim DS 등(2000)은 해동 후 침지시킨 은복에서 10.7 mg%의 함량을 측정하였으며, 상기 살기 실험 결과와 다른 양상을 나타냈는데 이와 같은 결과는 냉동과 냉장의 차이로 판단되어진다.

저장기간에 따라 어육의 자기 소화 효소에 의한 단백질 분해로 생성되는 아미노 화합물이 생리활성물질의 영향을 받아 미생물이 활성화되어 호기적 탈 아미노 반응에 의해 암모니아가 생성되고 탈탄산반응에 의한 휘발성아민 및 환원효소에 의해 TMAO로부터 trimethylamine 등의 휘발성염기질소가 발생한 결과로 생각된다(권미애 2004)

본 실험 결과 VBN의 함량은 일반적으로 5 - 10 mg%는 극히 신선한 어육으로서 4℃ 저장에서 36시간 8.87 mg%, 12℃에서 16시간 7.93 mg%, 20℃ 12시간에 7.93으로 나타났다. 10 - 20 mg%는 시판어육으로서 4℃ 96시간 16.80 mg%, 12℃ 72시간 28.47 mg%, 20℃ 60시간 28.93 mg%로 가열 조리 시 안전하게 섭취할 수 있으며, 30 - 40 mg%는 부패 초기의 어육이며, 50%는 부패어육으로 12℃에서는 96시간 52.73 mg%, 20℃ 72시간부터 40.13 mg% 부패어육으로 판단 할 수 있다.

또한, 4℃에서 96시간까지 시판어육정도의 VBN 함량을, 12℃에서 60시간 이후 초기 부패 함량을, 20℃에서 36시간 이후 초기부패를 나타냈다.

VBN함량은 온도가 올라감에 따라 저장시간이 짧아지고, 함량이 급격히 증가하며, 신선도가 빠르게 감소하는 경향을 나타내었다.

4. Texture 특성

저장온도를 달리한 복어육의 texture 특성을 <Fig. 2, 3, 4, 5, 6>에 나타내었다.

Hardness(경도)는 4℃, 12℃, 20℃ 의 모든 저장온도에서 비슷한 경향을 나타내었는데, 초기 어육의 사후 경직으로 인하여 경도는 점차 증가하여 4℃에서는 저장 24시간에 3941.9로 가장 높게 나타났으며, 저장 12℃에서는 20시간에 3166.6, 저장 20℃에서 12시간에 가장 높게 나타나는 경향을 나타내었다. 가장 최고치를 나타낸 후 4℃, 12℃, 20℃ 모든 저장온도에서 급격한 감소를 나타내었다.

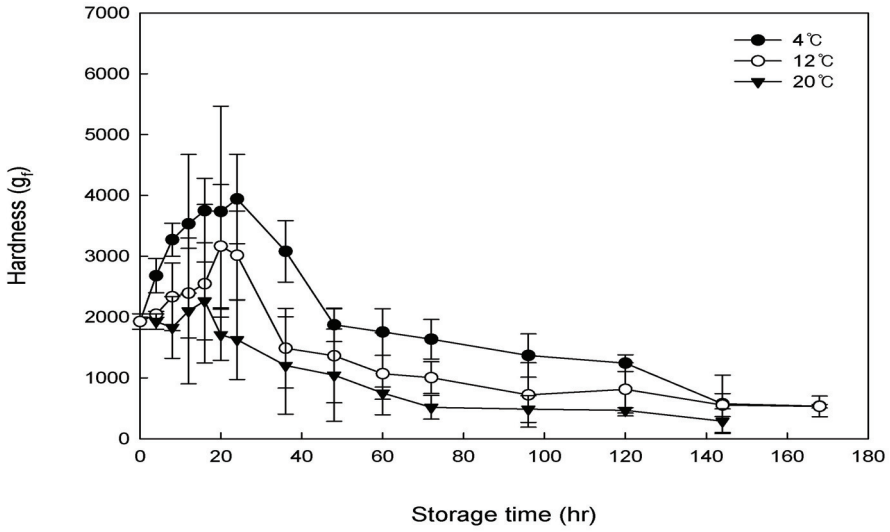
시간이 경과함에 따라 어육은 단단해지고, 최고점에 도달한 이후부터는 감소하는 것을 알 수 있다.

Cohesiveness(응집성)는 hardness(경도)와 유사한 경향을 나타내었다. 시간이 경과함에 따라 급

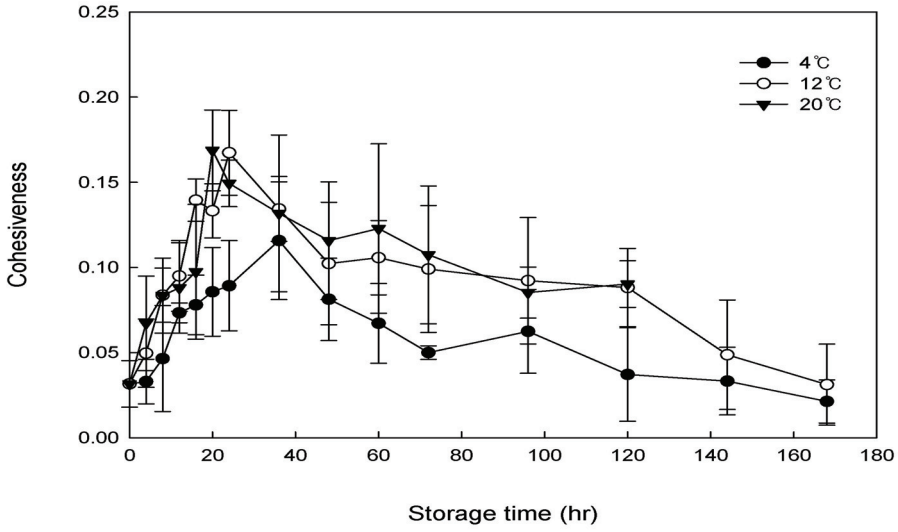
격한 증가를 나타내었으며, 4℃는 36시간에서 0.12, 12℃는 24시간에 0.17, 20℃는 저장 20시간에 0.17로 가장 높게 나타났다. 또한, 4℃에서 96시간, 12℃와 20℃은 60시간에 조금 증가하는 경향을 나타내었다. 응집성은 최고치까지 올라간 후 그 후 급격한 감소를 나타냈으며, 저장 온도가 감소함에 따라 낮은 값을 나타내었다.

Springiness(탄력성)은 4℃, 12℃, 20℃ 모든 저장온도에서 즉살 후 숙성시킨 어육에서 4.40으로 가장 높은 값을 나타내었으며, 시간이 경과함에 따라 감소하는 것을 알 수 있다.

Gumminess(점착성)는 4℃에서 24시간에 0.24, 12℃는 20시간에, 20℃는 12시간에 가장 높게 나타났으며 시간이 경과할수록 감소하는 경향을 나



<Fig. 2> Changes in hardness of puffer fish fillet prepared by different storage conditions



<Fig. 3> Changes in cohesiveness of puffer fish fillet prepared by different storage conditions

타내었다.

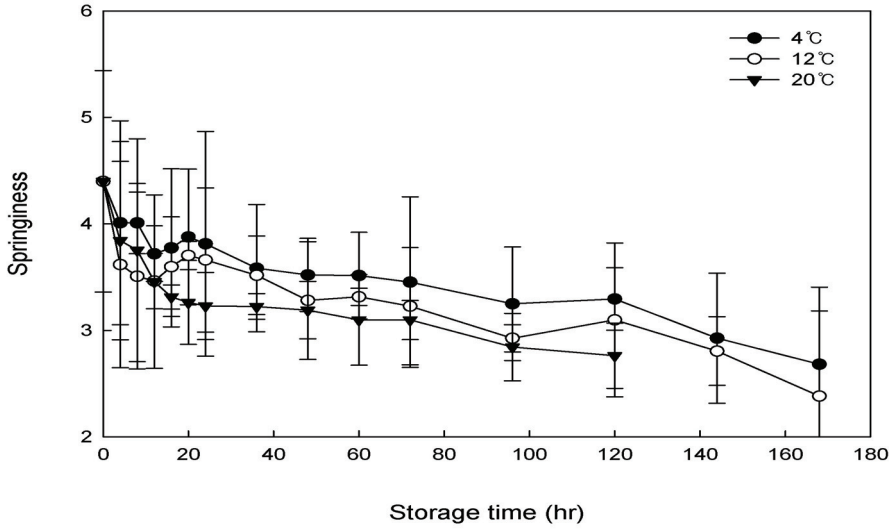
Chewiness(씹힘성)는 저장 4℃는 24시간에서 0.97, 12℃는 20시간에서 0.86, 20℃는 16시간에서 0.65로 가장 높은 값을 나타냈으며, 시간이 경과함에 따라 증가하다 최고치를 나타낸 후 급격한 감소를 나타내었다.

5. 관능기호도

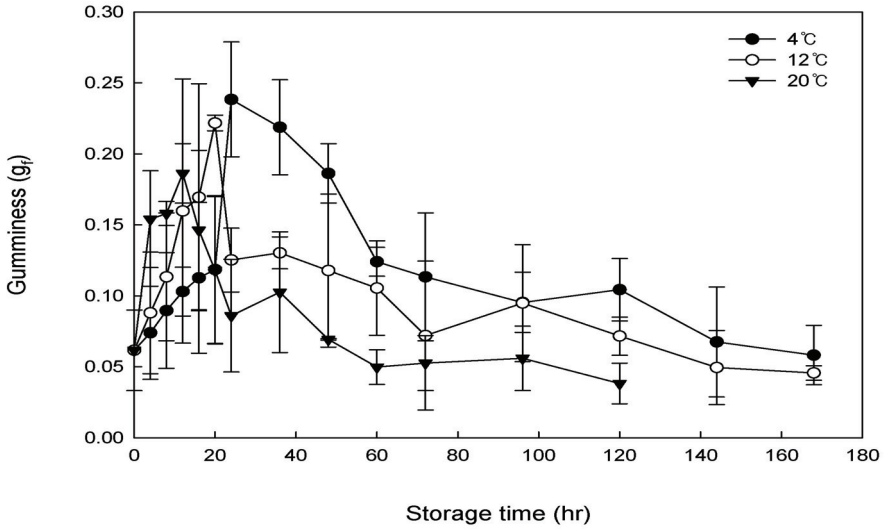
저장조건을 달리한 복어육의 관능적 특성을 분석한 결과를 <Table 7, 8, 9>에 나타내었다.

어육의 횟감으로써의 이용은 복어에 있어 중요시 되고 있는데(황석민 2010), 촉감과 냄새, 색은 중요한 관능적 요건이라 할 수 있다.

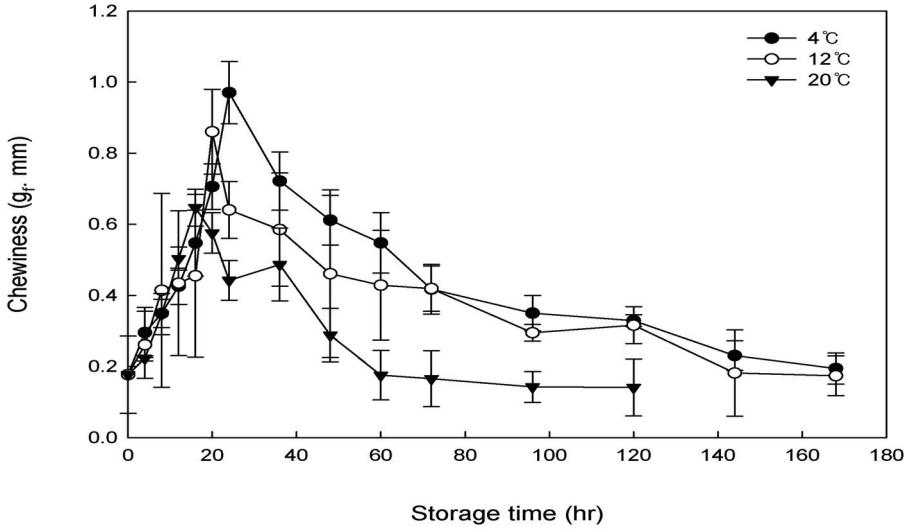
색에 관한 평가에서 4℃에서 12시간, 12℃에서



<Fig. 4> Changes in springiness of puffer fish fillet prepared by different storage conditions



<Fig. 5> Changes in gumminess of puffer fish fillet prepared by different storage conditions



<Fig. 6> Changes in chewiness of puffer fish fillet prepared by different storage conditions

4시간, 20℃에서 4시간이 가장 높게 평가되었으며, 냄새에 관한 평가에서 4℃는 12시간, 12℃는 8시간, 20℃는 4시간에서 가장 높게 평가되었으며, 촉감에 대한 평가는 4℃에서 8시간, 12℃에서 8시간, 20℃에서 4시간에 가장 높게 평가되었다. 관능적 특성을 종합해본 결과 4℃에서 8-12시간 저장한 어육, 12℃에서 4-8시간 저장한 어육, 20℃에서 4시간 저장한 어육의 관능적 품질이 가장 우수하다고 나타났다.

6. 상관관계

저장조건을 달리한 복어육의 이화학적 특성과 관능적 특성 간의 연관성을 <Table 10>에 나타내었다.

4℃, 12℃, 20℃ 모든 저장온도에서 VBN과 색에 대한 평가(4℃ r=-0.810, 12℃ r=-0.775, 20℃

<Table 7> Sensory evaluation of puffer fish fillet at 4℃

Storage time (hr)	Color	Smell	Tactile sensation
0	5.70±1.17^{abc}	6.00±1.38^{a}	6.60±0.82^{ab}
4	5.60±1.31^{bc}	6.10±1.02^{a}	6.60±0.82^{ab}
8	5.60±1.31^{bc}	6.10±1.02^{a}	6.80±0.62^{a}
12	6.40±0.94^{a}	6.40±0.94^{a}	6.70±0.73^{ab}
16	6.30±0.98^{ab}	6.30±0.98^{a}	6.50±0.89^{abc}
20	5.70±1.17^{abc}	6.20±1.01^{a}	6.30±0.98^{abc}
24	5.50±1.28^{bc}	6.10±1.02^{a}	6.20±1.01^{abc}
36	5.50±0.89^{bc}	6.00±1.03^{a}	6.00±1.03^{bc}
48	4.90±1.02^{cd}	5.00±1.30^{b}	6.00±1.03^{bc}
60	4.60±1.05^{d}	4.70±0.98^{b}	5.80±1.01^{c}
72	4.50±1.10^{d}	4.30±0.98^{b}	5.10±1.52^{d}
F-Value	5.916***	9.110***	4.969***

1) Values are mean ± S.D.
2) $^{a\sim d}$Means in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.
3) $^{***}p<0.001$

<Table 8> **Sensory evaluation of puffer fish fillet at 12℃**

Storage time (hr)	Color	Smell	Tactile sensation
0	5.70±1.17^{abc}	6.00±1.38^{d}	6.60±0.82^{ab}
4	6.30±0.98^{a}	6.20±1.01^{c}	6.70±0.73^{ab}
8	5.80±1.20^{ab}	6.30±0.98^{b}	6.80±0.62^{a}
12	5.40±1.05^{bcd}	6.20±1.20^{b}	6.60±0.82^{ab}
16	5.30±1.17^{bcd}	6.00±1.03^{a}	6.50±0.89^{ab}
20	5.20±1.11^{bcd}	5.80±1.01^{a}	6.10±1.02^{b}
24	4.80±0.89^{de}	5.60±1.14^{a}	5.50±1.10^{c}
36	4.80±0.62^{de}	4.40±0.94^{a}	4.70±0.73^{d}
48	4.40±0.94^{e}	3.80±1.01^{a}	4.50±0.89^{d}
60	3.00±0.92^{f}	2.10±1.02^{a}	3.80±1.01^{e}
72	2.30±0.98^{g}	1.10±0.45^{a}	2.80±0.89^{f}
F-Value	28.804***	61.125***	48.808***

1) Values are mean ± S.D.
2) $^{a\sim g}$Means in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test
3) $^{*}p<0.05$, $^{**}p<0.01$, $^{***}p<0.001$

r=-0.837), VBN과 냄새에 대한 평가(4℃ r=-0.908, 12℃ r=-0.857, 20℃ r=-0.837), VBN과 촉감에 대한 평가(4℃ r=-0.912, 12℃ r=-0.972, 20℃ r=-0.956)는 모두 음의 상관관계를 갖으며 유의적인 차이를 나타내었다.

VBN은 식품의 부패정도를 나타내는 지표로써 부패가 진행됨에 따라 휘발성 염기 질소 함량이 증가하게 되는데 VBN이 증가함에 따라 어취가 발생되고 그에 따라 어육이 부패하게 된다. 시간이 경과함에 따라 VBN이 증가하였으며 이는 부패가 진행되어 색에 대한 평가가 감소하게 되며, 어취가 증가하게 되어 냄새에 대한 평가도가 감소하고, 그에 따라 촉감에 대한 평가 또한 감소하게 된다. 기계적으로 휘발성염기질소의 함량을 평가하는 것과 사람의 오감 중 후각으로 느끼는 감각이 다르기 때문에 음의 상관관계가 나타난 것이라 판단된다.

<Table 9> **Sensory evaluation of puffer fish fillet at 20℃**

Storage time (hr)	Color	Smell	Tactile sensation
0	5.70±1.17^{ab}	6.00±1.38^{ab}	6.60±0.82^{a}
4	6.30±0.98^{a}	6.30±0.98^{a}	6.80±0.62^{a}
8	5.60±0.94^{bc}	6.10±1.02^{ab}	6.70±0.73^{a}
12	5.30±0.73^{bc}	5.90±1.02^{ab}	6.60±0.82^{a}
16	5.20±0.89^{bc}	5.50±1.10^{a}	6.40±1.14^{a}
20	4.80±0.89^{c}	5.50±1.10^{b}	6.20±1.01^{a}
24	4.80±0.89^{c}	5.40±1.23^{a}	4.70±0.98^{b}
36	4.70±0.98^{c}	3.10±1.37^{b}	4.50±0.89^{b}
48	3.80±1.01^{d}	3.00±1.30^{b}	3.60±0.94^{c}
60	2.10±1.02^{e}	1.10±0.45^{c}	2.60±1.23^{d}
72	1.10±0.45^{f}	1.00±0.00^{c}	1.40±0.82^{e}
F-Value	50.722***	71.013***	83.226***

1) Values are mean ± S.D.
2) $^{a\sim f}$Means in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test
3) $^{*}p<0.05$, $^{**}p<0.01$, $^{***}p<0.001$,

<Table 10> Correlation coefficients between physiochemical characteristics of quality and sensory preference of puffer fish fillet by different storage temperature

		VBN	Color	Smell	Tactile sensation
4℃	VBN	1.000			
	Color	-0.810**	1.000		
	Smell	-0.908**	0.931**	1.000	
	Tactile sensation	-0.912**	0.825**	0.867**	1.000
		VBN	Color	Smell	Tactile sensation
12℃	VBN	1.000			
	Color	-0.775**	1.000		
	Smell	-0.857**	0.931**	1.000	
	Tactile sensation	-0.972**	0.825**	0.867**	1.000
		VBN	Color	Smell	Tactile sensation
20℃	VBN	1.000			
	Color	-0.837**	1.000		
	Smell	-0.938**	0.931**	1.000	
	Tactile sensation	-0.956**	0.825**	0.867**	1.000

Means significant at $^{**}p<0.01$

저장조건을 달리한 복어육의 기계적 특성과 관능적 특성의 상관관계를 <Table 11-13>에 나타내었다.

명도와 색에 대한 평가(4℃ r=-0.842, 12℃ r=-0.893, 20℃ r=-0.910)는 저장 4℃, 12℃, 20℃에서 음의 상관관계를 나타내며 모두 유의적 차이를 나타내었다.

명도가 증가함에 따라 색에 대한 평가는 감소하게 되는데, 기계적인 특성과 관능적 평가에 있어 다른 양상을 나타내었다.

적색도와 색에 대한 평가(12℃ r=0.952, 20℃ r=0.908)에 있어 4℃에서 유의적 차이를 나타내지 않았으며, 12℃와 20℃에서는 모두 양의 상관관계를 나타내며 유의적 차이를 나타내었다.

4℃에서 연관성이 나타나지 않은 것으로 보아 적색도와 색에 대한 평가에 있어 낮은 온도에서의 적색도는 색에 대한 평가에 있어 크게 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 온도가 증가함에 따라 적색도가 감소하게 되어 색에 대한 평가 또한 감소하게 되는 것으로 나타났다.

<Table 11> Correlation coefficients between mechanical characteristics and sensory preference of puffer fish fillet by different storage time at 4℃

	Color L	Color a	Color b	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness	Color	Smell	Tactile sensation
Color L	1.000										
Color a	-0.779**	1.000									
Color b	0.859**	-0.851**	1.000								
Hardness	-0.607*	0.261	-0.625*	1.000							
Cohesiveness	0.213	-0.482	0.221	0.408	1.000						
Springiness	-0.444	0.083	-0.027	0.286	-0.173	1.000					
Gumminess	0.412	-0.460	0.321	0.239	0.802**	-0.324	1.000				
Chewiness	0.028	-0.247	-0.069	0.687*	0.563	0.041	0.681*	1.000			
Color	-0.842**	0.418	-0.697*	0.784**	0.074	0.496	-0.200	0.178	1.000		
Smell	-0.862**	0.499	-0.686*	0.820*	0.130	0.591	-0.074	0.280	0.931**	1.000	
Tactile sensation	-9.46**	0.670*	-0.742**	0.551	-0.214	0.520	-0.343	-0.023	0.825**	0.867**	1.000

Means significant at $^{*}p<0.05$ and $^{**}p<0.01$

<Table 12> Correlation coefficients between mechanical characteristics and sensory preference of puffer fish fillet by different storage time at 12℃

	Color L	Color a	Color b	Hard ness	Cohesive ness	Springi ness	Gummi ness	Chewi ness	Color	Smell	Tactile sensation
Color L	1.000										
Color a	-0.931**	1.000									
Color b	0.922**	-0.844**	1.000								
Hardness	-0.600	0.694**	-0.431	1.000							
Cohesiveness	0.334	-0.202	0.607*	0.331	1.000						
Springiness	-0.478	0.414	-0.582	0.393	-0.412	1.000					
Gumminess	-0.110	0.302	0.128	0.650*	0.629*	-0.143	1.000				
Chewiness	0.273	-0.080	0.458	0.467	0.800**	-0.266	0.798**	1.000			
Color	-0.893**	0.952**	-0.890**	0.643*	-0.300	0.573	0.220	-0.140	1.000		
Smell	-0.875**	0.955**	-0.804**	0.797**	-0.126	0.577	0.359	-0.005	0.965**	1.000	
Tactile sensation	-0.914**	0.952**	-0.866**	0.731*	-0.267	0.591	0.289	-0.141	0.953**	0.976**	1.000

Means significant at $^{*}p<0.05$ and $^{**}p<0.01$

황색도와 색에 대한 평가(4℃ r=-0.697, 12℃ r=-0.890, 20℃ r=-0.889)는 저장 4℃, 12℃, 20℃에서 모두 음의 상관관계로 유의적인 차이를 나타내었다.

저장온도에 상관없이 황색도가 증가함에 따라 색에 대한 평가가 감소하게 되는데, 어육이 부패함에 따라 어육의 색이 노랗게 변하는 것을 관능적으로 감지할 수 있게 되는데, 기계적인 특성에서도 황색도의 변화가 측정되며 관능적인 평가와 연관성이 있다는 것을 알 수 있다.

경도와 촉감에 대한 평가(12℃ r=0.731, 20℃ r=0.954)에서 4℃는 유의적 차이를 나타내지 않았으며, 12℃와 20℃에서 양의 상관관계를 나타내어 유의적 차이를 보였다. 경도는 어육의 단단함의 정도를 나타내는 기계적 특성의 하나로써 경도가 높을수록 손으로 느끼는 촉감에 대한 평가가 높은 것을 알 수 있다.

경도는 단단함의 정도를 나타내는 기계적 특성인 texture 특성 중 하나로써 단단함이 증가 할수록 손으로 느끼는 촉감이 좋다는 결과가 나타났다.

탄력성과 촉감에 대한 평가(20℃ r=0.657)에서는 4℃와 12℃에서 유의성이 나타나지 않았으나 20℃에서 양의 상관관계를 나타내어 유의적인 차

<Table 13> Correlation coefficients between mechanical characteristics and sensory preference of puffer fish fillet by different storage time at 20℃

	Color L	Color a	Color b	Hardnes s	Cohesive ness	Springi ness	Gummi ness	Chewi ness	Color	Smell	Tactile sensation
Color L	1.000										
Color a	-0.996**	1.000									
Color b	0.976**	-0.966**	1.000								
Hardness	-0.957**	0.948**	-0.951**	1.000							
Cohesiveness	0.427	-0.399	0.523	-0.474	1.000						
Springiness	-0.688*	0.660*	-0.720*	0.674*	-0.838**	1.000					
Gumminess	-0.756**	0.772**	-0.749**	0.809**	-0.146	0.191	1.000				
Chewiness	-0.330	0.343	-0.279	0.335	0.487	-0.323	0.529	1.000			
Color	-0.910**	0.908**	-0.889**	0.864**	-0.360	0.649*	0.682*	0.366	1.000		
Smell	-0.955**	0.959**	-0.915**	0.928**	-0.333	0.643**	0.716*	0.381	0.939**	1.000	
Tactile sensation	-0.976**	0.969**	-0.938**	0.954**	-0.384	0.657**	0.760**	0.412	0.953**	0.959**	1.000

Means significant at $^{*}p<0.05$ and $^{**}p<0.01$

이를 보였다. 시간이 경과함에 따라 기계적인 texture 특성인 탄력성은 감소하게 되고 촉감에 대한 평가 또한 감소하는 경향을 나타내었는데, 기계적인 특성과 손으로 느끼는 관능적 특성이 같은 양상을 나타내는 것을 알 수 있다.

점착성과 촉감에 대한 평가(20℃ r=0.760)에서 4℃와 12℃에서 유의성을 보이지 않았으나 20℃에서 양의 상관관계를 나타내어 유의적인 차이를 보였다. 탄력성과 마찬가지로 저장 온도 중 가장 높은 20℃에서 점착성과 촉감에 대한 유의적인 차이가 나타난 것은 점착성이 온도에 영향을 받으며, 시간이 경과함에 따라 점착성이 증가하여 촉감에 대한 평가 또한 증가하는 것으로 나타났다.

Ⅳ. 요약 및 결론

서로 관련된다고 예측되는 두 개의 구간, 비율척도 변수들에 대해 선형적으로 얼마나 연관성이 있는지 알아보기 위하여(김영림 2011) 복어육의 저장조건을 달리하였을 때의 이화학적 특성과 관능적 특성, 기계적 특성과 관능적 특성의 상관관계를 분석하여 복어육의 식품학적 품질특성을 분석한 결과 명도가 증가함에 따라 색에 대한 평가는 감소하게 되는데, 기계적인 특성과 관능적 평가에 있어 다른 양상을 나타내었다. 시간이 경과함에 따라 VBN이 증가하였으며 이는 부패가 진행되어 색에 대한 평가가 감소하게 되며, 어취가 증가하게 되어 냄새에 대한 평가도가 감소하고, 그에 따라 촉감에 대한 평가 또한 감소하게 된다. 온도가 증가함에 따라 적색도가 감소하게 되어 색에 대한 평가 또한 감소하게 되는 것으로 나타났다. 저장온도에 상관없이 황색도가 증가함에 따라 색에 대한 평가가 감소하였다. VBN은 식품의 부패정도를 나타내는 지표로써 부패가 진행됨에 따라 휘발성 염기 질소 함량이 증가하게 되는데 VBN이 증가함에 따라 어취가 발생되고 그에 따라 어육이 부패하게 된다. 시간이 경과함에 따라 VBN이 증가하였으며 이는 부패가 진행되어 색에 대한 평가가 감소하게 되며, 어취가 증가하게 되어 냄새에 대한 평가도가 감소하고, 그에 따라 촉감에 대한 평가 또한 감소하게 된다. 기계적으로 휘발성염기질소의 함량을 평가하는 것과 사람의 오감 중 후각으로 느끼는 감각이 다르기 때문에 음의 상관관계가 나타난 것이라 판단된다.

경도는 단단함이 증가 할수록 손으로 느끼는 촉감이 좋다는 결과가 나타났다. 시간이 경과함에 탄력성은 감소하게 되고 촉감에 대한 평가 또한 감소하는 경향을 나타내었다. 시간이 경과함에 따라 점착성이 증가하여 촉감에 대한 평가 또한 증가하는 것으로 나타났다. 이에 따라 복어육은 저장시간을 짧게 하고, 냉장저장온도를 낮게 할수록 신선도뿐만 아니라 관능적인 평가가 증가하는 것으로 나타났다.

Ⅴ. 한글초록

본 연구는 저장조건을 달리한 복어육의 기계적 특성과 관능적 특성의 상관관계를 분석하여 복어육의 식품학적 품질특성을 알아내고자 하였다. 시간이 경과함에 따라 VBN이 증가하였으며 이는 부패가 진행되어 색에 대한 평가가 감소하게 되며, 어취가 증가하게 되어 냄새에 대한 평가도가 감소하고, 그에 따라 촉감에 대한 평가 또한 감소하게 된다. 관능적 특성에서는 4℃에서 8-12시간 저장한 어육, 12℃에서 4-8시간 저장한 어육, 20℃에서 4시간 저장한 어육의 관능적 품질이 가장 우수하다고 나타났다. 복어육의 이화학적, 기계적 특성과 관능적 특성의 상관관계에서 명도가 증가함에 따라 색에 대한 평가는 감소하게 되는데, 기계적인 특성과 관능적 평가에 있어 다른 양상을 나타내었다. 온도가 증가함에 따라 적색도가 감소하게 되어 색에 대한 평가 또한 감소하게 되는 것으로 나타났다. 저장온도에 상관없이 황색도가 증가함에 따라 색에 대한 평가가 감소하였다. 경도는 단단함이 증가 할수록 손으로 느끼는 촉감이 좋다는 결과가 나타났다. 시간이 경과함에 탄

력성은 감소하게 되고 촉감에 대한 평가 또한 감소하는 경향을 나타내었다. 시간이 경과함에 따라 검성이 증가하여 촉감에 대한 평가 또한 증가하는 것으로 나타났다.

참고문헌

구난숙, 김향숙, 이경애, 김미정 (2006). 식품관능검사. 교문사, 37-38, 서울

권미애 (2004). 기능성 고등어 fillet제조 및 저장 중 품질 변화. 여수대학교, 44, 전라남도

김영림 (2011). 반응표면분석법을 이용한 된장 첨가 Sour Cream Dressing 제조의 최적화. 세종대학교, 57, 서울

김우정, 구경형 (2001). 식품관능검사법. 효일 출판사, 74-94, 서울

문승권 (2008). 치사방법(MSK법)과 숙성수가 복어회의 Texture에 미치는 영향. 세종대학교, 4-39, 서울

문승권 (2009). 활어복의 치사방법. 한국특허정보원, 특허번호 10-2008-112820

문승권 (2012). 저장 조건에 따른 복어육의 품질 분석을 통한 식품안전성과 기호도에 관한 연구. 세종대학교, 1, 서울

박상아 (2011). 유자 첨가 사료로 사육된 넙치의 영양성분과 휘발성 향미성분. 전남대학교. 9, 전라남도

박신영 (2009). 시중 유통중인 생고등어와 간고등어의 식품학적 품질 평가. 부경대학교, 10, 부산

송병구 (2010). 고추냉이 처리 유무에 따른 도미회 보관방법에 관한 연구. 세종대학교, 29, 서울

이다선 (2010). 명태와 고등어의 냉장저장 중 휘발성 성분의 변화. 부경대학교, 13, 경상남도

조영제 (2001). 생선회 100배 즐기기. 한글, 198-199, 부산

조영제 (2008). 생선회학. 부경대학교 출판부, 147, 부산

황석민 (2010). 레토르트파우치 밀복국의 제조 및 품질특성. 경상대학교, 1~30, 경상남도

황용숙 (2003). 활어의 종류에 따른 생선회의 생명시간 설정. 부경대학교, 4, 부산

AOAC (1990). Official methods of analysis. 15th ed. association of official analytical chemists. Washington, DC, USA.

Cho YB, Yoon TH, Jung JW, Kim KM(2007). A Study of Branding Local Marine Products in Busan Area. The Korean Journal of Culinary Research. 13(3): 137-147.

Haruko Nomura (1964). Food hygienic study of frozen foods (I) : Testing the freshness of frozen fish with special reference to the determination of VB-N (B. LIVING SCIENCE). Kyoto Prefectural University 49, Japan

Kim DS, Jo MR, Ahn H, Kim HD (2000). The preparation of canned puffer fish and its keeping stavility. *Korean J Food Nutr.* 13(2): 181-186.

Kim HY, Shin JW, Sim GC, Park HO, Kim HS, Kim SM, Cho JS, Jang SM. 2000. Comparison of the taste compounds of wild and cultured eel, puffer and sanke head. *Korean J Food Sci Technol.* 329(5): 1058-1067.

Kim KS, Kim DS (2000). Toxicity and Taste Components of the puffer fish, sphoeroides annulayus (bull's eye puffer), from Mexico. *J. Korean Fish. Soc.* 33(1): 75~78.

Kim YB, Jeon KH, Lee NH, Lee JH (2008). Quality changes during storage of spreadable liver product. *Korean J. Food Sci, Anim. Resour.* 28(1): 32-38.

2012년 02월 14일 접 수
2012년 04월 12일 1차 논문수정
2012년 06월 05일 2차 논문수정
2012년 07월 28일 3차 논문수정
2012년 10월 12일 게 재 확 정