

Quality characteristics of tofu prepared with *Lagocephalus lunaris* powder

Ji-Young Yoo¹, Hee-Sook Cho², Bock-Hee Park^{1*}

¹Department of Food and Nutrition, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

²Department of Culinary Art, Chodang University, Muan 534-701, Korea

복어 분말 첨가가 두부의 품질특성에 미치는 영향

유지영¹ · 조희숙² · 박복희^{1*}

¹목포대학교 식품영양학과, ²초당대학교 조리과학부

Abstract

The principal objective of this study was to determine the quality characteristics of a tofu (soybean curd) with added *Lagocephalus lunaris* powder (LLP). The moisture, crude ash, crude protein, and crude lipid contents of the used LLP were 6.20%, 1.04%, 74.55%, and 1.20%, respectively. The yield and turbidity of tofu increased according to the increase in the quantity of LLP, whereas the pH decreased with the increase in LLP. The L value decreased as the amount of LLP in the formulation increased, whereas the a and b values of the tofu increased. Furthermore, the hardness, chewiness, and brittleness significantly increased as the level of LLP increased. In terms of overall acceptability, the preferred tofu samples contained 0.5% LLP. These results suggest that the LLP can be applied to tofu (soybean curd) in order to achieve high quality and functionality.

Key words : *Lagocephalus lunaris* powder, tofu (soybean curd), quality characteristics

서 론

복어는 인류가 아주 오랜 옛날부터 먹어온 어종으로 약 2,200년전 중국에서 발간된 산해경(山海經)이란 책에도 복어의 기록이 남아있다(1). 복어는 우리 나라 연근해에 약 40여종이 서식하고 있는 것으로 알려져 있으며(2), 단일 어종으로는 보기 드물게 최근 그 수요가 1년에 4,500 M/T 이상이나 되어 약 1억불 가량의 시장이 형성(3)되어 있는 인기 있는 어종으로서 그 위치를 확보하고 있다. 복어는 우리의 식생활에 적지 않게 선호하는 수산식품으로 비중을 차지하고 있고 수산물의 수입개방으로 인해 여러 종류의 복어들이 대량으로 수입되다 보니 가격면에서도 예전의 고가식품이라는 선입견을 버리고 누구나 접할 수 있는 대중적인 음식으로 자리 매김하고 있다. 복어는 마비성 신경독을 함유하고 있어 자격을 갖춘 전문 인력만이 조리를 할 수 있어서 일반인들이 요리하여 식단에 올리기에는 다소

어려운 점이 있을 뿐만 아니라 복어요리에 대한 표준 레시피 개발 및 영양분석이 미흡한 실정이다(4). 복어는 그 특유의 독성을 지니고 있음에도 불구하고 전국적으로 그 수요가 점점 크게 증가하고 있으므로 복어 전문 음식점 및 수산관련 산업에 종사하는 이들의 소득증대에 큰 비중을 차지하고 있다(5). 복어의 조직 중에는 20종류 이상의 핵산 물질이 있으며, 주로 근육에 많이 들어있다(6). 근육에는 nucleotide 계 물질 중 90% 이상이 adenine nucleotide 물질로 조직 중에서 adenine nucleotide의 변화를 보면, ATP→ADP→AMP→IMP→inosine→hypoxanthine의 분해경로를 취하며 근육에서는 시간이 지날수록 IMP가 축적되는 경향이 있다(7).

일반적으로 복어요리는 가정에서 과음 후 숙취해소를 위해서 추운 동절기에 별미로 선호하는 편이다. 고단백질 식품인 복어는 영양적인 면에서 매우 우수하며, 아미노산 조성 과 총량은 타 어종에 비해 매우 높은 편으로 가식부위에 리신, 글루탐산, 아스파르트산, 로이신, 아르기닌, 글리신 등이 풍부하게 함유되어 있을 뿐만 아니라 핵산관련물질인

*Corresponding author. E-mail : bhpark@mokpo.ac.kr
Phone : 82-61-450-2522, Fax : 82-61-450-2529

inosine monophosphate(IMP) 함량이 높아 식미가 우수한 것으로 알려져 있다. 또한 혈액을 맑게 하고 간장해독에 탁월한 효과가 있으며, 항산화효과가 뛰어난 것으로 보고된 바 있다(5). 복어는 저칼로리, 고단백질, 저지방, 각종 무기질과 비타민이 있는 건강 다이어트식품이며, 갱년기 장애 혈전과 노화방지, 폐경 지연, 수술 전후 환자 회복, 당뇨병이나 간장 질환의 식이요법, 각종 암, 종양의 예방과 치료 및 신경통, 해열, 파상풍 환자에게도 효과가 있는 것으로 보고되었다(8).

두부는 대두를 물과 함께 마쇄하여 그 중의 단백질 성분과 염류인 Mg^{2+} , Ca^{2+} 성분을 침전하여 응고제로 응고시킨 후 탈수, 성형한 겔(gel)상 식품이다. 두부는 전통적인 콩의 가공품으로 곡류 위주의 식습관을 가진 한국인에게 부족되기 쉬운 필수 아미노산이 다량 함유되어 있으며, 소화흡수율이 96%로 높은 양질의 단백질 공급 식품이다. 또한 다른 식품재료나 어떤 조미료와도 잘 조화되고, 음식 만들기가 간편하므로 우리의 식생활에 밀착해 왔다. 현재 건강식품으로 각광받고 있는 대두가공품은 중국, 일본 등 뿐만 아니라 서양에서도 관심을 가진 세계적인 식품이다(9).

최근, 소비자의 건강에 대한 관심이 증가하여 두부 제조시 영양성분을 강화하거나 기능성을 향상시키기 위하여 천연소재를 첨가한 연구들이 활발하게 보고되고 있다. 관련 연구로는 해조류를 첨가하여 저장성을 향상시킨 두부(10), 구기자(11), 연잎(12), 홍어(13), 새우(14), 노랑 파프리카즙(15), 청국장(16), 오미자즙(17), 매생이(18), 강황(19), 파래(20) 등을 첨가하여 관능적 및 물리적 특성을 향상시킨 두부 등 기호성, 저장성 및 기능성 등을 향상시키고자 연구들이 활발하게 수행되고 있다. 또한 두부에는 영양학적 우수성 이외에 isoflavones류가 함유되어 있음이 밝혀지면서 기능성식품 소재로서 관심과 연구의 대상이 되고 있다. 콩 및 두부의 주요 isoflavones은 daidzein과 genistein으로 이들은 체내에서 에스트로겐과 유사한 작용을 하는 phytoestrogen이 다량 함유된 것으로 보고되고 있다(21).

본 연구는 복어의 가공식품을 개발하기 위한 연구의 일환으로, 복어를 첨가하여 두부를 제조하면 기존의 두부와는 달리 조직감이나 기호성이 개선되고 복어에 함유된 비타민이나 무기질 등 영양적인 기능성을 향상시킬 수 있으리라 생각되어 생리적 효능이 우수한 복어를 분말화한 후 제조한 복어 두부의 품질특성을 측정하여 보고하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

두부 제조에 사용된 대두는 나주에서 재배된 2009년 국내산 백태로 농협 하나로 마트에서 구입하여 사용하였고, 응고제로는 염화마그네슘($MgCl_2 \cdot 2H_2O$)을 사용하였다. 본 실험에 사용한 복어는 부산에서 어획된 2009년 국내산

밀복 복어(*Lagocephalus lunaris*)로 부산에서 구입하여 사용하였다. 복어는 살과 뼈를 제외한 부분은 폐기하였고 복어에서 얻은 살은 $2 \times 6 \times 0.2$ cm로 자르고 뼈는 뼈에 붙어있는 혈액 등 이물질 제거 후 2~3 cm 길이로 잘라서 4시간 동안 흐르는 물에 수침을 해서 독을 흘려보냈다. 복어살과 뼈를 건져서 이를 깨끗한 면포에서 물기를 제거한 다음 40℃ 건조기(S-60, Samwoo Co., Seoul, Korea)에서 3일 동안 건조시킨 후 후드믹서(Original-3000 Ionmag Ronic Co., Paris, France)를 이용하여 10분간 분쇄하여 80 mesh의 체로 걸러 사용하였다. 복어 특유의 독성으로 알려진 tetrodotoxin의 독성검사는 복어살 및 복어뼈분말을 각각 100 g씩 채취하여 목포 국립수산물품질검사원에 의뢰하여 검사한 결과 각각 3 MU/g(mouse unit per gram)의 독성이 검출되었으나 학술적으로 10 MU/g이하의 독성으로 인정하지 않기 때문에 무독한 것으로 생각되었다(22).

복어 분말 첨가 두부의 제조

두부의 제조는 Jeon과 Kim(23)의 방법을 수정 보완하여 소이러브[IOM-201B, (주)이온맥, 서울]를 이용하여 Fig. 1과 같이 제조하였다. 먼저 깨끗이 수세된 대두 100 g을 1,700 mL의 물과 함께 넣어 두유를 제조하고, 여과포를 이용하여 2회 걸러낸 1,400 mL의 두유를 사용하였다. 두유는 water bath에 중탕하면서 75~80℃의 온도를 유지하며 예비실험을 걸쳐 0%, 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%의 복어 분말과 두유량의 0.5% $MgCl_2 \cdot 2H_2O$ 를 넣어 용해시킨 후, 나무주걱으로 한 방향으로 2~3회 교반하여 10분간 응고시켰다. 준비된 성형

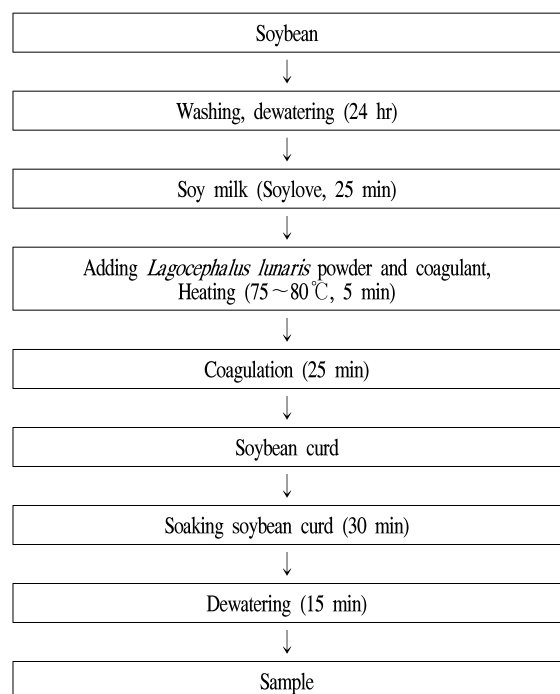


Fig. 1. Procedures of preparation for tofu added *Lagocephalus lunaris* powder.

틀(9.3×7.0×6.3 cm³)에 여과포를 깔고 응고물을 부어 46.08 g/cm²의 압력으로 10분간 압착 성형하여 두부를 제조하였다. 성형된 두부는 증류수에 30분간 수침하였다가 건져서 경사진 쟁반에 15분간 방치하여 두부의 표면의 수분을 제거하였다. 완성된 두부를 4×3×1.5 cm³의 크기로 자른 후 polypropylene zipper bag(14 cm×18 cm)에 증류수 200 mL로 침지한 후 실험에 사용하였다.

일반성분 분석

대두, 북어 분말 및 북어 두부의 일반성분은 AOAC법(24)에 준하여 수분은 130°C 건조법으로, 회분은 550°C 직접회화법으로, 조지방은 petroleum ether를 용매로 하여 Soxhlet 법으로 측정하였고 조단백질은 단백질 자동분석기(Kjeltec 2200 Auto Analyzer, Tecator, Sweden)을 이용하여 micro-Kjeldahl법으로 분석하였다.

수율 측정

두부의 수율(%)은 원료 대두 100 g당 얻어지는 두유 1,400 mL의 양에 대한 총 두부의 무게로 표시하였다.

pH 및 총산도 측정

두부의 pH는 Park 등(11)의 방법으로 두부시료 10 g을 취해서 증류수 20 mL를 가해 균질화 시킨 후 pH meter(EA 920, Orion Research Inc., Indianapolis, USA)를 이용하여 3회 반복하여 측정하였다. 총산도는 0.1 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정 한 후 소요된 mL수를 lactic acid 양으로 환산하여 나타냈다(25).

순물의 탁도 측정

제조된 북어 두부의 순물을 여과지(동양여지 No.2)로 여과한 후 여액의 흡광도를 spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 600 nm에서 5회 반복 측정하였다.

색도 측정

두부의 색도는 제조된 두부를 일정한 크기(5×5×1 cm³)로 절단하여 chromameter(CR-200, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 10회 반복 측정하였다. 표준판의 L(lightness, 명도), a(redness, 적색도)와 b(yellowness, 황색도)값은 각각 96.82, -0.12, 2.06이었다.

조직감 측정

두부의 조직감 특성 측정은 두부를 일정크기(3×3×1.5 cm³)로 절단, rheometer (Compac-100II, Sun Sci. Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 5회 반복 측정하였다. 이때의 측정 조건은 distance 5 mm, adaptor type circle, plunger ϕ 50 mm, table speed : 120 mm/min의 조건으로 견고성(hardness), 탄

력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness)과 깨짐성(brittleness) 등의 값으로 나타내었다.

관능검사

두부의 관능평가는 목포대학교 식품영양학과 교육대학원생 20명을 관능평가요원으로 선정하여 실험 목적과 관능적 품질 요소를 잘 인식하도록 사전 교육을 시킨 후, 실시하였다. 두부는 일정한 크기로(3×3×1 cm³) 흰색접시에 담아 제공하였으며 한 개의 시료를 평가한 후 반드시 생수로 입안을 헹구고 다른 시료를 평가하도록 하였다. 평가 항목으로서 두부의 색, 향기, 조직감, 맛, 전체적인 기호도이며, 최고 5점, 최저 1점으로 표시하는 5점 점수법으로 평가하였다.

통계분석

북어 분말을 첨가한 두부의 실험 결과에 대한 데이터 분석은 SPSS 14.0 Package 프로그램을 이용하여 평균 및 표준편차를 구하고, 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)으로 통계적 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

두부 제조에 사용된 대두와 북어 분말 및 북어 분말 첨가 두부의 일반성분은 Table 1과 같다. 대두의 수분함량은 11.57%, 조지방 8.70%, 조단백질 36.43%, 조회분 4.42%로 나타났으며, 북어 분말은 수분함량 6.20%, 조지방 1.20%, 조단백질 74.55%, 조회분 1.04%로 나타났다. 두부의 수분

Table 1. Proximate composition of soybean, *Lagocephalus lunaris* powder and tofu prepared with *Lagocephalus lunaris* powder levels

	(%)			
Samples ¹⁾	Moisture	Crude lipid	Crude protein	Crude ash
Soybean	11.57	8.70	36.43	4.42
<i>Lagocephalus lunaris</i> powder	6.20	1.20	74.55	1.04
Control	78.00	8.20	10.00	0.70
LLP-0.1	81.70	8.10	10.00	0.70
LLP-0.3	82.76	8.00	10.00	0.80
LLP-0.5	83.80	8.00	11.00	0.80
LLP-0.7	83.96	7.90	12.00	0.80

¹⁾Control : added 0% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.1 : added 0.1% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.3 : added 0.3% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.5 : added 0.5% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.7 : added 0.7% *Lagocephalus lunaris* powder

함량은 대조군이 78.00%로 가장 낮았고, 복어 분말을 첨가한 두부는 각각 81.70, 82.76, 83.80 및 83.96%로 첨가량이 증가할수록 점차 증가하였는데 이는 수율의 증가와 관련이 있는 것으로 사료된다(10). 조단백질과 조회분의 함량도 대조군에 비해 증가하는 경향을 보였다.

수율 및 탁도

두부의 수율은 수분뿐만 아니라 콩의 수용성 단백질과 지방질의 함량에 직접적인 관련이 있다(25). 복어 분말을 첨가하여 제조한 두부의 수율은 Table 2와 같이 대조군은 185.13 g이었으며 복어 분말 첨가 두부의 수율은 각각 188.25, 189.71, 195.22, 198.15 g으로 복어 분말 첨가량이 증가함에 따라 수율이 더 높게 나와 시료간의 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 이는 복어에 다량 함유되어 있는 각종 무기질이 두부 제조시 콩 단백질 응고에 관여하여 두부 총량을 증가시켰기 때문으로 생각되며, 새우(14), 청국장(16), 매생이(18), 오미자즙과 매실즙(26), 비파 두부(27) 등의 결과와 비슷한 경향이였다. 한편, 연잎 두부(11), 노랑 파프리카즙 두부(15), 함초 두부(28) 등은 수율이 감소하는 경향을 보여 본 연구 결과와 차이를 나타냈는데, 천연물의 첨가량이 증가될수록 단백질의 응고성에 변화를 주어 보수력이 낮아져서 수율이 감소되는 것으로 보인다(29). 순물의 탁도는 대조군이 0.25, 0.7% 복어 분말 첨가 두부의 경우 0.36으로 증가하여 같은 경향을 나타내었다. 복어 분말 첨가량이 증가할수록 분말의 미세분자가 단백질에 흡착되지 못해 여액으로 빠져 탁도를 증가시킨 것으로 보이며, 이는 강황 두부(19), 오미자즙과 매실즙 두부(26) 및 알팔파 두부(30)에 대한 연구와 비슷한 결과를 보였다.

Table 2. Yield of tofu and turbidity of tofu whey prepared with *Lagocephalus lunaris* powder levels

Samples ¹⁾	Yield (g)	Turbidity (Abs)
Control	185.13±0.13 ^{d(2)}	0.25±0.01 ^d
LLP-0.1	188.25±0.32 ^c	0.28±0.02 ^c
LLP-0.3	189.71±0.31 ^b	0.30±0.11 ^b
LLP-0.5	195.22±0.12 ^{ab}	0.32±0.12 ^b
LLP-0.7	198.15±0.13 ^a	0.36±0.25 ^a

¹⁾Control : added 0% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.1 : added 0.1% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.3 : added 0.3% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.5 : added 0.5% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.7 : added 0.7% *Lagocephalus lunaris* powder

²⁾Values with different superscripts within columns are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

³⁾Mean±standard deviation

pH 및 총산도

복어 분말 첨가 두부의 pH와 총산도는 Table 3과 같다. 대조군의 pH가 6.05로 가장 높았으며, 복어 분말 첨가 수준

이 증가할수록 두부의 pH는 유의하게 감소하는 경향을 보였다. 이는 복어 분말을 두유에 첨가하여 끓이는 과정에 의해 생성된 산들에 의해 pH가 감소된 것으로 생각되며, 이러한 결과는 구기자 분말(11)과 매생이 가루(18)의 첨가량이 증가할수록 대조군에 비해 pH가 유의적으로 감소한다는 보고와도 같은 경향이였다. 일반적으로 pH가 낮은 식품이 방부 효과가 높으므로 복어 분말 첨가가 두부의 저장성 향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 산도를 측정된 결과는 Table 3에 나타난 바와 같다. 산도는 두부의 부패가 진행됨에 따라 미생물이 증식하게 되고 이때 생성되는 산의 영향으로 증가하는데, 적정산도는 두부의 저장성을 나타내는 지표가 된다. 대조군은 0.31로 가장 낮았고, 복어 분말 첨가량이 증가될수록 0.35~0.49로 증가하였으나 유의한 차이는 없었다.

Table 3. pH and acidity of tofu prepared with *Lagocephalus lunaris* powder

Samples ¹⁾	pH	Acidity(%)
Control	6.05±0.12 ^{d(2)}	0.31±0.01
LLP-0.1	5.90±0.11 ^{ab}	0.35±0.03
LLP-0.3	5.85±0.05 ^b	0.38±0.11
LLP-0.5	5.77±0.01 ^c	0.45±0.10
LLP-0.7	5.72±0.02 ^d	0.49±0.11

¹⁾Control : added 0% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.1 : added 0.1% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.3 : added 0.3% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.5 : added 0.5% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.7 : added 0.7% *Lagocephalus lunaris* powder

²⁾Values with different superscripts within columns are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

³⁾Mean±standard deviation

색 도

두부의 색도는 두부의 품질 요소 중 중요한 요소이며, 색도는 시각적 기호도의 척도로 이용된다(15). 복어 분말의 첨가량을 달리하여 제조된 두부의 색도는 Table 4와 같다. 두부의 명도(lightness)를 나타내는 L값은 대조군이 86.82±0.08로 가장 높게 나타났으며, 복어 분말 0.1, 0.3, 0.5 및 0.7% 첨가군은 각각 80.24±0.13, 76.43±0.22, 70.53±0.13 및 63.83±0.23으로 감소하여 유의 차이를 보였는데, 이는 복어 분말의 색 때문인 것으로 생각된다. 본 결과는 연잎 첨가 두부(12), 홍어 첨가 두부(13) 및 강황 첨가 두부(19)에서 대조군보다 첨가군에서 L값이 감소하였다는 연구보고와 비슷하였다. 적색도(redness)를 나타내는 a값은 모든 시료에서 음(-)을 나타내어 녹색의 경향을 띠었으며, 시료간에 유의적인 차이를 보여 적색도가 높아지는 결과를 보였다. 황색도(yellowness)를 나타내는 b값은 복어 분말 첨가량이 증가될수록 높아졌다. Hwang 등(31)의 연구에 의하면 청양고추 착즙액의 첨가량이 증가할수록 명도는

Table 4. Hunter's color value of tofu prepared with *Lagocephalus lunaris* powder

Samples ¹⁾	L	a	b
Control	86.82±0.08 ^{a2)}	-2.24±0.10 ^d	15.14±0.10 ^d
LLP-0.1	80.24±0.13 ^{ab}	-2.14±0.51 ^c	15.28±0.12 ^c
LLP-0.3	76.43±0.22 ^b	-1.96±0.73 ^b	15.39±0.04 ^{bc}
LLP-0.5	70.53±0.13	-1.91±0.64 ^b	15.76±0.36 ^b
LLP-0.7	63.83±0.23 ^d	-1.33±0.33 ^a	15.98±0.41 ^d

¹⁾Control : added 0% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.1 : added 0.1% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.3 : added 0.3% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.5 : added 0.5% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.7 : added 0.7% *Lagocephalus lunaris* powder

²⁾Values with different superscripts within columns are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

³⁾Mean±standard deviation

Table 5. Texture properties of tofu prepared with *Lagocephalus lunaris* powder

Samples ¹⁾	Hardness (g/cm ²)	Springiness (%)	Cohesiveness (%)	Chewiness (g)	Brittleness (g)
Control	2.14±0.1 ^{a2)}	89.51±0.3 ^a	67.32±1.1 ^a	681.11±3.1 ^d	78.12±3.1 ^d
LLP-0.1	2.33±0.3 ^c	84.36±0.2 ^b	54.25±1.4 ^b	755.22±1.2 ^c	84.21±3.2 ^c
LLP-0.3	3.77±0.4 ^b	82.15±0.1 ^b	53.10±1.2 ^b	769.32±1.3 ^{bc}	88.23±3.0 ^b
LLP-0.5	3.90±0.2 ^{ab}	80.15±0.2 ^b	49.11±1.3 ^c	775.13±2.1 ^b	90.11±2.3 ^{ab}
LLP-0.7	3.95±0.5 ^a	79.55±0.1 ^c	48.25±2.0 ^d	792.20±2.0 ^a	92.36±1.3 ^d

¹⁾Control : added 0% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.1 : added 0.1% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.3 : added 0.3% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.5 : added 0.5% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.7 : added 0.7% *Lagocephalus lunaris* powder

²⁾Values with different superscripts within columns are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

³⁾Mean±standard deviation

Table 6. Sensory properties of tofu prepared with *Lagocephalus lunaris* powder

Samples ¹⁾	Appearance		Flavor		Texture		Taste		Overall preference
	Color	Sleekness	Roasted nutty	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Roasted taste	Beany	
Control	2.50±0.1 ^{c2)}	4.11±0.2 ^a	2.51±0.2 ^d	2.50±1.0 ^d	2.60±0.2 ^d	2.89±0.1 ^c	2.90±0.2 ^c	3.40±0.2 ^c	3.20±0.5 ^d
LLP-0.1	2.61±1.1 ^b	3.49±0.3 ^b	2.95±0.3 ^c	3.12±0.2 ^c	2.90±0.2 ^c	3.32±0.1 ^b	3.20±0.1 ^b	3.51±0.2 ^{bc}	3.40±0.1 ^c
LLP-0.3	3.21±0.1 ^{ab}	3.25±1.2 ^b	3.51±0.1 ^b	3.55±0.3 ^b	3.30±0.1 ^b	3.55±0.3 ^a	3.50±0.1 ^a	3.70±0.1 ^b	3.60±0.2 ^b
LLP-0.5	3.32±0.2 ^a	2.99±1.3 ^c	3.68±0.3 ^a	3.78±0.4 ^b	3.90±0.2 ^a	3.21±0.2 ^{bc}	3.60±0.2 ^a	3.80±0.1 ^b	3.70±0.6 ^a
LLP-0.7	3.52±0.3 ^a	2.51±1.0 ^d	3.21±1.1 ^b	4.08±0.5 ^a	2.90±0.1 ^c	2.73±0.1 ^d	2.80±0.2 ^c	4.10±0.1 ^a	3.35±0.1 ^c

¹⁾Control : added 0% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.1 : added 0.1% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.3 : added 0.3% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.5 : added 0.5% *Lagocephalus lunaris* powder
 LLP-0.7 : added 0.7% *Lagocephalus lunaris* powder

²⁾Values with different superscripts within columns are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

³⁾Mean±standard deviation.

감소하고 적색도 값과 황색도 값이 증가하는 결과와 유사하였다.

조직감

복어 분말 첨가 두부의 조직감 특성은 Table 5와 같다. 견고성은 대조군, 0.1, 0.3, 0.5 및 0.7% 복어 분말 첨가 두부의 경우 각각 2.14와 2.33~3.95 g/cm²로 첨가수준이 증가할수록 견고성은 증가하였다. Table 1에 제시된 바와 같이 복어 분말 첨가량이 증가할수록 복어 두부의 수분함량도 증가하여 두부 내 고형분의 함량이 적음에도 불구하고 견고성이 증가한 것은 복어 분말 중 아미노산의 영향이 크게 작용한 것으로 생각된다. 두부의 견고성은 두유 내 고형분의 함량, 응고제 첨가량, 단백질 함량과 조성에 따라 크게 영향을 받는데(32), 응고제마다 단백질과의 결합하는 양이 다르므로 응고제의 양이 부족하거나 과잉이 될 경우 응고되지 못하여 유출되거나 과잉의 응고제가 두부 형성을 오히려 저해함으로써 수율은 물론 견고성에 영향을 준다(33). 홍어 분말을 첨가한 두부(13)와 녹차 분말을 첨가한 두부(34)의 연구에서도 첨가량이 증가할수록 견고성이 높아진다고 보고하여 본 결과와 유사한 경향을 보였다. 탄력성과 응집성은 복어 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였으나, 씹힘성과 깨짐성은 증가하는 경향이였다. 씹힘성과 깨짐성의 증가는 Kim과 Cho(13)의 홍어 분말을 첨가한 두부의 경우와 비슷한 경향을 보였다.

관능검사

복어 분말을 첨가하여 제조한 두부의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 외관의 색상은 대조군, 0.1, 0.3, 0.5 및 0.7% 복어 분말 첨가두부의 경우 각각 2.50±0.1, 2.61±1.1, 3.21±0.1, 3.32±0.2 및 3.52±0.3으로 복어 분말 첨가량이 증가할수록 증가함을 볼 수 있었다. 대조군과 복어 분말

첨가군들과는 유의한 차이를 보였지만 첨가수준별로는 유의한 차이가 없었다. 표면의 매끄러운 정도는 대조군의 경우 4.11 ± 0.2 에서 0.7% 복어 분말 첨가 두부의 경우 2.51 ± 1.0 으로 복어 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 구수한 냄새는 복어 분말 0.5% 첨가 두부가 3.68 ± 0.3 으로 가장 높았으며 대조군이 2.52 ± 0.1 로 가장 낮았다. 고소한 맛은 복어 분말 0.5% 첨가 두부가 3.60 ± 0.1 로 가장 높았고, 그 다음은 복어 분말 0.3% 첨가군이였다. Kuninaka 등(35)은 nucleotides 맛 연구에서 정미성분은 5'-GMP>5'-IMP>5'-XMP(xanthylic acid)의 순으로 강하다고 보고하였으며, Konosu 등(36)은 IMP와 유리아미노산 사이에는 맛의 상승 작용이 있다고 보고한 바 있는데, 복어의 핵산관련물질 중 IMP는 유리아미노산과 더불어 맛에 중요한 인자가 되는 것으로 사료된다. 또한 복어에는 taurine 함량이 많으며, hydroxyproline, lysine, histidine, glycine 등이 많이 함유(37)되어 있어 특징 있는 맛을 식품에 부여하는 것으로 생각된다. 견고성은 대조군이 2.50 ± 1.0 으로 가장 부드럽고 0.7% 복어 분말 첨가 두부가 4.08 ± 0.5 로 가장 높아 기계적 조직감의 결과와 일치하였다. 비린맛은 대조군이 가장 낮고 복어 분말 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 보였다. 전체적인 기호도는 복어 분말 0.5% 첨가 두부가 3.70 ± 0.6 으로 가장 높은 값을 보였다.

이와 같은 결과로부터 가장 좋은 기호도를 보인 0.5% 첨가가 복어 분말 첨가 두부 제조 시 가장 적절한 수준으로 생각된다. 또한 복어 분말 첨가두부의 제조는 복어 이용의 효율성을 증대시킬 수 있으며, 복어 분말의 두부첨가 제조 시 기능성 효과를 갖는 소재로서의 가능성이 있는 것으로 사료된다.

요 약

복어 분말을 첨가하여 가능성이 우수한 두부를 제조하고 품질특성 변화를 측정하였다. 두부의 수율은 복어 분말 첨가량이 증가할수록 대조군보다 더 높았으며, 탁도 또한 복어 분말 첨가군의 두부에서 높게 나타났다. 두부의 pH는 복어 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향이였다. 색도의 경우 복어 분말 첨가량이 증가될수록 명도(L값)는 감소하였으며, 적색도(a값)와 황색도(b값)는 증가하였다. 조직감은 복어 분말 첨가량이 증가함에 따라 견고성과 씹힘성, 깨짐성은 점차 증가하였으며, 탄력성과 응집성은 감소하였다. 관능검사 결과 외관의 색과 구수한 맛은 복어 분말 첨가량이 증가할수록 증가되었으나 매끄러운 정도는 감소하였다. 견고성은 0.7% 복어 분말 첨가 두부가 가장 높아 기계적 조직감의 결과와 일치하였다. 구수한 냄새와 고소한 맛은 0.5% 복어 분말 첨가 두부가 가장 좋은 것으로 나타났다. 전체적인 기호도는 복어 분말 0.5% 첨가두부가

가장 높은 값을 나타내었다. 이상의 결과를 종합해 보면 가장 좋은 기호도를 보인 복어 분말 0.5% 첨가가 복어 분말 첨가두부 제조시 가장 적절한 수준이며, 복어 분말 첨가두부의 제조는 복어이용의 효율성을 증대시킬 수 있을 것으로 사료된다. 또한 향후 복어를 이용한 다양한 제품 개발이 가능할 것으로 기대된다.

References

1. National fisheries products quality inspection (2008) Correct comprehension of pufferfish, Moonundang, Seoul, Korea. p 10-20
2. Jung MK (1977) The fishes of Korea. Ilgisa, Seoul, Korea. p 10-15
3. Statistics Korea (2002) Statistics of fishery production amount, <http://www.nso.go.kr/book/Ka8.htm>
4. National fisheries research & development institute (2007) Sea story of the inside of maxims. Moonundang, Seoul, Korea. p 83-88
5. Kim HD (2001) Development of a standard recipe for baked pufferfish. MS Thesis, Busan National University, Korea. p 99-113
6. Kim DS, Cho MR, Ahn H, Kim HD (2000) The preparation of canned pufferfish and its keeping stability. Korean J Food Nutr, 13, 181-186
7. Hong CH, Lee JM, Kim KS (2004) Changes of nucleotides in the raw fishes during the aquarium storage. Korean J Food Sci Technol, 36, 379-384
8. Yoo Ji Young (2011) A study of quality characteristics of tofu and noodle prepared with *Lagocephalus lunaris* flesh powder. MS Thesis, Mokpo University, Korea.
9. Kim JH, Woo EY, Kim KS, Kim KH (2006) A study on the soybean curd (tofu) made from defatted soybean flour. Korean J Food Nutr, 19, 22-27
10. Yang SE (2005) Quality characteristics and shelf-life of tofu prepared by addition of seaweeds. MS Thesis, Mokpo National University, Korea. p 10-11
11. Park BH, Koh KM, Jeon ER (2010) Quality characteristics of tofu prepared with *Lycii fructus* powder. Korean J Food Cookery Sci, 26, 586-595
12. Park BH, Cho HS, Jeon ER, Kim SD, Koh KM (2009) Quality characteristics of soybean curd prepared with *Lotus* leaf powder. Korean J Food Culture, 24, 315-320
13. Kim KH, Cho HS (2008) Quality characteristics of tofu prepared with various concentrations of skate (*Raja kenogei*) powder. J East Asian Soc Dietary Life, 19,

- 231-237
14. Cho HS, Kim KH (2009) Quality characteristics of tofu added with shrimp powder. *J East Asian Soc Dietary Life*, 19, 743-749
 15. Park BH, Jeon ER (2008) Quality characteristics of soybean curd prepared with the addition of yellow paprika juice. *Korean J Food Cookery Sci*, 24, 439-444
 16. An SH, Lee SH, Park GS (2008) Quality characteristics of tofu prepared with various concentrations of commercial chungkukjang powder. *Korean J Food Cookery Sci*, 24, 258-265
 17. Kim JS, Choi SY (2008) Quality characteristics of soybean curd with *Omija* extract. *Korean J Food Nutr*, 21, 43-50
 18. Jung BM, Shin TS, Kim DW, Chong KW (2008) Physicochemical quality characteristics of tofu prepared with Mesangi (*Capsosiphon Fulvescens*) powder. *Korean J Food Cookery Sci*, 24, 691-698
 19. Min YH, Kim JY, Park LY, Lee SH, Park GS (2007) Physicochemical quality characteristics of tofu prepared with turmeric (*Curcuma aromatica* Salab.). *Korean J Food Cookery Sci*, 23, 502-510
 20. Chung DO (2010) Characteristics of tofu (soybean curd) quality mixed with *Enteromorpha intestinalis* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39, 745-749
 21. Dwyer JT, Goldin BR, Saul N, Gualtieri L, Barakat S, Aldercreuta H (1994) Tofu and soy drinks contain phytoestrogens. *J Am Diet Assoc*, 94, 769-743
 22. Arakawa Osamu (1998) Toxicity of pufferfish in Korea. *J Korean Fish Soc*, 33, 168-178
 23. Jeon MK, Kim MR (2006) Quality characteristics of tofu prepared with herbs. *Korean J Soc Food Cookery Sci*, 22, 30-36
 24. AOAC (1990) Official Method of Analysis. 15th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
 25. Smith AK, Watanabe T, Nash AM (1960) Tofu from Japanese and United States soybean. *Food Technol*, 14, 332-335
 26. Jung GT, Ju IO, Choi JS, Hong JS (2000) Preparation and shelf-life of soybean curd coagulated by fruit juice of *Schianadra chinensis* Ruprecht (*omija*) and *Prunus mume* (maesil). *Korean J Food Sci Technol*, 32, 1087-1092
 27. Park ID (2012) Quality characteristics of tofu added with *Loquat* (*Eriobotrya japonica* Lindl.) leaf powder. *Korean J Food Culture*, 27, 521-527
 28. Kim MH, Shin MK, Hong GJ, Kim KS, Lee KH (2010) Quality assessment of soybean curd supplemented with saltwort (*Salicornia herbacea* L.). *Korean J Food Cookery Sci*, 28, 406-4012
 29. Choi YO, Chung HS, Yoon KS (2000) Effects of various concentration of natural materials on the manufacturing of soybean curd. *Korean J Postharvest Sci Technol*, 7, 256-261
 30. Kim SE, Lee SW, Yeum DM, Lee MJ (2012) Quality characteristics of tofu with added alfalfa (*Medicago sativa* L.) extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 41, 123-128
 31. Hwang IG, Hwang Y, Kim HY, Lee JS, Jeong HS, Yoo SM (2011) Quality characteristics of tofu (soybean curd) added with cheongyang hot pepper (*Capsicum annuum* L.) juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 40, 999-1005
 32. Park CK, Hwang IK (1994) Effects of coagulant concentration and phytic acid addition on the contents of Ca and P and rheological property of soybean curd. *Korean J Food Sci Technol*, 26, 355-358
 33. Kim HJ, Kim BY, Kim MH (1995) Rheological studies of the tofu upon the processing conditions. *Korean J Food Sci Technol*, 27, 324-328
 34. Jung JY, Cho EJ (2002) The effect of green tea powder levels on storage characteristics of tofu. *J Korean Food Cookery Sci*, 18, 129-135
 35. Kuninaka A, Kibi M, Sakaguchi K (1964) History and development of flavor nucleotide. *Food Technol*, 18, 287-293
 36. Kosonu S, Maeda Y, Fujita T (1960) Evaluation of inosinic acid and free amino acids as testing substance in the katsuobushi stock. *Bull Japan Soc Sci Fish*, 26, 45-48
 37. Aoki T, Takata K, Kunisaki N (1991) Comparison of nutrient components of six species of wild and cultured fishes. *Bull Japan Soc Sci Fish*, 57, 1927-1934