

양식산 자주복의 간·생식소 독성조사

김진아·이영돈*

제주대학교 식품영양학과, *제주대학교 해양과환경연구소

Test for the Toxicity of the Liver and Gonad of the Cultured *Takifugu rubripes*

Jin-Ah Kim and Young-Don Lee*

Dept. of food and nutrition, Cheju National University, Jeju-Do 690-756, Korea

*Marine and Environmental Research Institute, Cheju National University, Jeju-Do 690-756, Korea

The pufferfish, known to have a severe toxin, is one of the favorite foods in Korea. Test for the toxicity of the liver and gonad of the cultured *Takifugu rubripes* was examined. There were no toxicities in the muscles, livers, testis and ovary of the culture *Takifugu rubripes*. These results showed that food poisoning might not occur if we eat the eggs and muscles of culture pufferfish and that the culture pufferfish liver oil might be a potent source of natural biologically active agents, without toxic effects.

Key words : toxicity, culture pufferfish, *Takifugu rubripes*

서론

최근 식생활 패턴의 변화로 인하여 비만증 및 심혈관계 질환 등 각종 성인병이 증가되어 가는 실정과 함께 수산물로부터 여러 가지 기능성 성분이 확인되면서 음식물 소비 형태도 과거의 축육 중심에서 차츰 수산물 중심으로 바뀌고 있다(Jeon et al., 2000; Choi et al., 2003). 그 중에서도 복어류는 육질이 담백하고 맛이 좋을 뿐만 아니라 회복식으로서의 효능 등을 겸비하여 그 기호도가 점증하여 많은 사람들이 찾는 음식으로 정착되어 가고 있다(Yang et al., 1990). 그러나 복어에는 독성이 있어서 복어의 조리과정에서 매우 조심하지 않으면 인체의 생명이 위협한다. 복어에 있는 독성은 테트로도톡신(tetrodotoxin)으로 신경독이며 근육의 말초신경 및 중추신경 마비를 일으킨다. 또한 중독량과 치사량이 비슷하여 치명률이 매우 높을 뿐 아니라 청산나트륨의 약 1000배에 달하는 매우 강력한 독성을 지닌 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2003).

복어 독성의 생성 원인에 대해서는 아직 명확한 규명은 없으나 Jeon et al. (2000)은 복어의 독성이 복어의 체내에서 만들어 진다고 밝혔으며, Abe (1988)는 복어 내부의 장내 세균에 의해서 생성된다는 설과 복어 자체에서 합성한다는 설을 주장하였다. 한편, Jang et al. (2003)은 복어의 독 생성 원인이 복어 자체내 합성이 아니라 사육환경에 따른 먹이에 의한 것으로 자연산 복어의 경우 털담고둥, 수랑, 진주담치, 바지락, 피빨고둥 요각류, 게류의 껍질, 소형 불가사리류 등 맹독성이 있는 종류를 주된 먹이로 선택하고 있었으며, 독이 없는 양식산 황복에게 이러한 맹독성 먹이를 첨가하여 인공 배합 사료를 제조하여 먹이로 급이한 결과 높은 독성이 생성되었다고 하였다.

복어독 증독은 주로 여름철에 많이 발생하는 세균성 식중독(Lee and Kim., 1987)과는 달리 복어가 가장 맛있는 겨울철에 집중적으로 발생하는 것으로 되어 있으나 최근에는 냉동냉장 설비가 완비되어 냉동복어가 많이 유통되면서 연중 복어의 섭취가 가능해지

면서 겨울철이 아닌 계절에도 복어독 증독이 발생하고 있다(Kim et al., 2003). 복어의 가공수단은 주로 국(탕 포함), 찜 등의 가열조리 형태를 이용하고 있고 점차 활어를 선호하는 경향이 두드러져 횡감의 소비량도 매년 급격히 늘고 있는 추세이다. 복어는 고급 어종이어서 국내에서도 일부 종류이지만 양식을 하고 있다(Jeon et al., 2000).

복어류를 식용으로 하는 민족은 주로 한국, 일본, 중국 등으로 우리나라에서는 황복, 자주복, 검자주복, 까치복 등의 고급 종이 식용으로 쓰이고, 지역에 따라서는 은밀복, 흑밀복, 까칠복, 국매리복을 식용으로 하기도 한다(Jeon et al., 2000).

본 연구는 난소와 간장은 맹독, 정소와 근육은 약독으로 비교적 독성이 강하고(Jang et al., 2003), 우리나라에서 식용으로 자주 이용되는 참복속의 자주복을 대상으로 인공배합사료를 급여하면서 수조에서 양식하였을 때 독성이 생성되었는지의 여부와 이에 따르는 식용 및 천연 기능성 성분의 재료로서의 이용 가능성을 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구의 실험어는 사조 CS(주) 제주양식장에서 일반 양어용 사료를 공급하여 양식한 자주복, *Takifugu rubripes* (전장 35.7±1.70 cm, 체중 970.9±82.7 g)을 대상으로 조사하였다. 실험어는 제주대학교 해양과환경연구실로 이송하여 어체 측정 후 자주복의 간과 난소, 정소, 근육을 분리 수집하여 동결건조 처리 후 -18℃의 냉동고에 보관하면서 사용하였다.

실험 방법

복어의 독성실험은 '일본식품위생검사지침' 중의 '복어독 검사법'(Kawabata, 1978)에 의거하여 초산 추출법을 이용하여 시행하였다. 즉, 시료 10g에 0.1%의 초산용액을 25 ml 가하고 열탕 중에서 가열하여 독소를 추출한 후 여과지로 여과하고 잔사는 0.1% 초산용액으로 다시 세정하여 여액을 합쳐 50 ml로 정

량하여 조독원액을 만들었다. 조독원액은 증류수를 사용하여 10, 100, 1000배까지 희석하였다. 조독원액과 희석액을 각각 1 ml씩 3마리 mouse (19-21 g, 수컷)의 복강 내에 주사한 후, 독성치를 TTX (tetrodotoxin)의 치사시간으로부터 계산하여 MU (mouse unit)단위로 나타내고자 하였다. 사망의 판정은 호흡 및 운동의 정지로서 결정하였다(국립수산물검사소, 1989).

결과 및 고찰

양식산 자주복의 알과 정소, 간장, 근육의 부위별 독성 유무를 검사한 결과는 Table 1과 같다. 즉, 자주복의 먹이를 자연적이 아닌 수조라는 인위적인 환경에서 먹이 내용을 인위적으로 조절하여 사육하였을 때 독성이 생성되지 않은 것으로 나타났다. 복어에 의한 식중독의 경과를 평강히 빠르게, 사람의 경우 치사 시간이 가장 짧은 것은 먹은 후 1시간 반, 평균 4-6시간, 가장 긴 것이 약 8시간 정도인 것으로 알려져 있다(국립수산물검사소, 1989). 본 실험에서 자주복의 부위별 조독원액과 그 희석액을 쥐의 복강에 직접 주사한 후 8시간 이상이 경과하여도 쥐는 사망하지 않았으며, 반응 상태에 있어서도 복어 증독 특유의 증상(Jang et al., 2003)인 불안 상태나 혹은 배를 땅에 대고 기거나, 구토, 혈변, 경련 등 주사하기 전과 비교하여 별다른 증상을 보이지 않았다.

Table 1. Toxicity in the culture *Takifugu rubripes*

Pufferfish	Toxicity (MU/g)			
	Eggs	Testis	Livers	Muscles
TR ¹⁾	N.D. ²⁾	N.D.	N.D.	N.D.

TR¹⁾ : *Takifugu rubripes*

N.D.²⁾ : Not detected by mouse assay

일반적으로 테트로도톡신의 독성은 조직의 단위 중량 당 1000 MU 이상이면 맹독이라 하고, 100 - 1000 MU의 수준이면 강독, 10 - 100 MU 수준이면 약독이라 하며 10 MU 이하인 경우는 무독이라고 구분하여 독성으로 인정하지 않고 있고, 최소치사량인 1 MU인 경우 마우스에게 주사 후 25분쯤이면 사망하는 것으

로 알려져 있다(국립수산물검사소, 1989). 본 실험에 의하면 유독 성분 추출액을 주사하여 8시간이 경과하여도 마우스에게 아무런 증상이 없었으며, 이러한 결과에서 볼 때 본 실험에서 사용한 자주복의 독량은 최소치사량 이하인 것으로 판단된다.

우리나라에서 발생한 복어독 증독의 가장 중요한 원인 음식물은 국(탕)으로 발생건수의 68.8%를 차지하고 있다(Kim et al., 2003). 일본에서는 현재 식용 가능한 부위로 근육, 껍질, 정소로 한정하고 있으며 이 세 부위에 있어서도 복어의 종류에 따라 차이를 두어 자주복, 참복, 까치복, 민밀복, 은밀복 및 흑밀복은 세 부위 모두 식용 가능하지만 검복과 황복 등은 근육과 정소만을 복식, 흰점복 및 줄복 등은 근육만을 식용하도록 규정하고 있으나 알, 간 및 내장은 식용대상에서 제외되고 있다. 그러나 우리나라인 경우 독성이 대단히 강하다는 것이 잘 알려져 있는 부위인 간, 내장, 알로 내장탕을 조리하거나 알을 구워먹고 발생하는 증독사건이 상당수 있었다고 한다(Kim et al., 2003). 이는 우리나라 사람들이 평소에 국물있는 음식을 즐기는 식습관과도 관련이 있는 것으로 복어를 양식한 경우 주된 가식부로 이용하고 있는 복어의 근육 뿐 아니라 알인 경우도 독량이 최소 치사량 이하로 인체에 무해하며 조리하여 섭취하여도 식중독을 일으키지 않을 것으로 사료된다.

대구나 상어 등의 어유 중에는 심혈관계 질환을 비롯한 각종 성인병에 효과가 있으면서 돼지고기, 쇠고기 등 가축류에는 전혀 함유되어 있지 않은 EPA, DHA 등 고도불포화지방산이 풍부하게 존재하는 것으로 알려져 있다. 특히 어류의 간유는 이 외에도 비타민 A, D 및 비타민 E가 많이 들어 있어서(Formo et al., 1979) 생체 조절기능을 가진 기능성 건강식품으로서 개발할 가치가 매우 높다고 할 수 있다. 고도불포화지방산의 생리 기능은 혈류 개선, 뇌경색과 심근경색, 동맥경화 등 심혈관계 질환의 예방, 항종양 효과, 항암 효과 등에 효과가 있으며, 또한 뇌세포 노화 지연으로 노인성 치매, 눈을 보호하여 눈의 기능을 향상시킬 뿐만 아니라 알레르기 체질의 개선, 당뇨병의 진행방지, 피부윤택의 향상 등의 효과도 기대되고 있다(Hennekens et al., 1990).

한편, 복어의 간에는 지질 함량이 20-35% 수준으로(Chio et al., 2003) 매우 높아 주요한 어유 원료로

이용될 수 있는 가능성이 높으나, 현재까지는 맹독으로 알려진 복어 간의 독성에 대한 우려 때문에 복어의 간유를 기능성 물질로 현실화 하는 데에 대한 연구가 활발히 이루어져 있지 않다. 복어는 이미 간유의 기능성이 밝혀져 있는 다른 어류들과는 달리 자신의 생명을 방어하기 위한 독특한 생리기능을 가진 어류로서 아직까지 밝혀지지 않은 새로운 기능성 성분이 존재할 가능성이 매우 높을 것으로 기대할 수 있다.

따라서 먹이를 인위적으로 조절하여 체내 독이 생성되지 않은 무독 복어를 양식할 경우 복어 간장에 들어있는 맹독성 독성에 대한 우려나 또한 제독처리 등으로 인한 번거로움과 제독처리 과정에서 손실될 수 있는 기능성 성분들의 손실 우려를 최소화함으로써 여러 가지 생리활성을 지닌 천연 기능성 물질로서의 복어 간유를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 국립수산물검사소. 1989. 복어의 위생과 취급. 문화사. pp. 45-65
- Abe, T. A new scientific name for a Japanese common tetraodontid fish. 1988. Uo., 38: 3-8.
- Chio, J. W., Kim, N. Y. and Kim, D. S. 2003. Bioactive functions of detoxified pufferliver oil. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32(7): 1126-1131.
- Formo, M. W., Jungermann, E., Norris, F. A. and Sonntag, N. O. 1979. Components of nutritional significance. In Bailey's industrial oil and fat products. 4th ed. John Wiley & Sons, New York. 1: 79-81.
- Hennekens, C. H., Buring, J. E. and Mayrent, S. L. 1990. Clinical and epidemiological data on the effects of fish oil in cardiovascular disease. In Omega-3 fatty acids in health and disease. Marcel Deckker, New York. 71-85.
- Jang, H. C., Park, J. U. and Kim, J. H. 2003. A study on the generative reason of the toxicity for the pufferfish. Jour. Fish. Mar. Sci. Edu., 15(1): 67-80.
- Jeon, J. K., Arakawa, O. and Noguchi, T. 2000.

- Toxicity of pufferfish in Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, 33(3): 176-178.
- Kawabata, T. 1978. Assay method for tetrodotoxin. In food Hygiene examination manual(environmental health bureau, ministry of Health and Welfare, ed.). Japan Food Hygiene Association, Tokyo. 2: 232.
- Kim, J. H., Gong, Q. L., Mok, J. S., Min, J. G., Lee, T. S. and Park, J. H. 2003. Characteristics of puffer fish poisoning outbreaks in Korea(1991-2002). *J. Fd Hyg. Safety.*, 18(3): 133-138.
- Lee, Y. W. and Kim, J. G. 1987. A study on the trend of food poisoning outbreaks, reported cases, in Korea. *Kor. J. Food Hygiene.*, 2: 215-237.
- Yang, Y., Han Y. S. and Pyeun J. H. 1990. Changes of the composition of nitrogenous compopunds in globefish meat extracts by the cooking method. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 6(2): 85-95.