

## 복섬(*Takifugu niphobles*)의 독성

류창호 · 김동근 · 김종현 · 장준호 · 이종수<sup>†</sup>

경상대학교 해양생물이용학부 · 해양산업연구소

### Toxicity of the Grass Puffer, *Takifugu niphobles* (Bogseom)

Chang-Ho Ryu, Dong-Geun Kim, Jong-Hyun Kim, Jun-Ho Jang and Jong-Soo Lee<sup>†</sup>

Division of Marine Biosciences and Institute of Marine Industry,  
Gyeongsang National University, Gyeongnam 650-160, Korea

#### Abstract

The living Glass puffers, *Takifugu niphobles* (Bogseom as Korean name), 10 specimens, were purchased at Tongyeong traditional fisheries market every month from November, 2001 to October, 2002, and tested anatomical distribution of the toxicity such as muscle, skin, intestine, liver and ovary by mouse bioassay method. Significant seasonal variations of the toxicity were not shown in muscle, skin, intestine and liver except having lower toxicity in spawning season (May and June) than non-spawning seasons. 92 specimens (76.7%) out of 120 ones were non toxic (below 10 MU/g) for the edible and 28 ones (23.3%) were weakly toxic (10 MU/g~100 MU/g) for the non-edible in muscle ranged between 0 MU/g and 46.4 MU/g. All of those toxicity were shown over 10 MU/g in skin for the non-edible in skin ranged from 10.0 MU/g to 674.4 MU/g. Toxicity range in intestine and liver was varied between non-toxic and strongly toxic (over 1,000 MU/g) for individual specimens. Toxicity range of the ovary found only in May (7 specimens) and June (1 specimens) was 84.2 MU/g to 2,191.3 MU/g.

**Key words:** Glass puffer, *Takifugu niphobles*, puffer fish, toxicity, mouse bioassay

#### 서 론

복어는 육질이 단단하고 맛이 담백하여 독이 있음에도 불구하고 우리나라를 비롯한 일본, 중국 등에서 예로부터 귀한 고급 요리로서 식용되고 있다. 요리의 종류만 해도 회, 찜질 무침, 매운탕, 튀김 등 30여 가지에 달하며(1), 예외적으로 독성이 강한 난소를 젓갈로 만들어 1년 이상 장기간 숙성시켜 아주 소량씩을 식용으로 하는 특수한 식용 방법도 있다(2). 보통 식용으로 하는 복어의 근육이나 내장에는 독성이 거의 없거나 약한 어종들로서 범복, 자주복, 황복 등 16종의 복어가 식용 가능한 종으로 알려져 있으나(1), 이들 어종도 난소나 간장 등 부위에 따라서는 강한 독성을 나타내어 유독 부위를 제거하고 식용으로 하고 있는 실정이다. 우리나라의 식품규격에는 근육이나 껍질의 독성이 10 mouse unit(MU)/g 이상이면 수입하거나 유통 및 음식점에서도 요리에 사용을 금지하고 있다.

복어에 함유된 독소는 tetrodotoxin과 그 유도체들로서 청산카리보다 1,000배나 독성이 강한 맹독성 염기성 화합물로서 신경계에 작용하는 급성 독성 물질이다. 이 독소들은 세균과는 달리 일반적인 가열 조리 방법으로도 파괴되지 않고 남아 치사율이 높은 식중독을 유발한다. 최근에는 부산에서

전문 요리점과 가정에서 각각 복어 요리를 먹고 수명이 중퇴에 빠지는 2건의 식중독 사고가 발생하였다(3,4). 다행히 사망하지는 않았으나 복어 요리는 항상 식중독의 위험성이 있음을 보여주는 예라고 할 수 있겠다.

현재 우리나라에서는 자연산 복어류의 어획량이 감소하여 많은 양이 양식산이나 수입산 냉동 복어가 이용되고 있으나, 남해안 연안에서는 소형 복어류인 복섬(*Takifugu niphobles*, Fig. 1)이 정치망으로 년중 어획되어 상당량이 전문 음식점이나 시장에서 식용으로 유통되어 이용되고 있다. 복섬은 복어류 중에서 크기가 가장 소형에 속하는 종류로서 성어라도 체장이 15~16 cm, 체중은 20 g 이하이며 일부 지방에서는 졸복이라고도 하나, 체표는 청록색 바탕에 흰 반점이 많아(Fig. 1) 검은 반점을 가지는 졸복과는 구분된다(5). 일본 중남부, 중국, 대만 연근해, 특히, 우리나라 전 해역의 연안에서는 5~8월 산란기에 무리를 이루어 서식하는 표층성 어류로서 떨치 정치망 등에 의하여 년중 어획되고 있다.

국내에서 어획되거나 시판되고 있는 복어류의 독성에 관하여는 Noguchi 등(6,7), Jeong 등(8), Jeon과 Yoo(9,10), Kim 등(11)의 보고들이 있으며, 복섬의 독성에 관하여는 난소와 간장에 맹독이 있고, 피부에 강독이 있으며, 살과 정소에는 약독이 있다는 정도의 소개만 있을 뿐(1,11), 구체적인 복섬

<sup>†</sup>Corresponding author. E mail: leejs@gshp.gsnu.ac.kr  
Phone: 82 55 640 3117, Fax: 82 55 640 3111

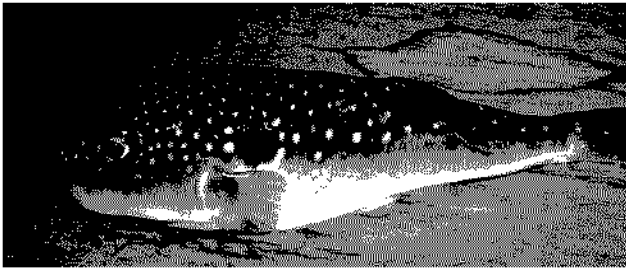


Fig. 1. Glass puffer, *Takifugu niphobles* (Bogseom as Korean name).

의 독성이나 안전성 등에 관한 자료나 연구 보고가 전무한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 복섬이 식품으로서의 안전성과 독성에 관한 자료를 얻은 목적으로 1년 동안 매월 정기적으로 복섬을 구입하여 부위별 독성을 조사하였다.

재료 및 방법

시료

시료는 2001년 11월부터 2002년 10월까지 1년간에 걸쳐 매월 1회씩 통영 인근에서 정치망으로 어획하여 시장에서 판매하는 복섬을 살아있는 상태에서 10마리씩을 구입하여 실험실로 운반하여 실험에 사용하였다.

방법

복어의 독성 시험을 위한 전처리는 살아있는 복섬 10마리를 각각 해부하여 두부와 뼈를 제외하고 부위별로 근육, 껍질, 내장, 간장, 난소로 분리하여 마쇄하였다. 부위별로 각각 마쇄한 시료를 일정량 마개 달린 시험관에 취하여 근육과 껍질은 동량의 0.1% 초산을 가하고, 간장과 내장 등은 2배량의 0.1% 초산을 가하여 끓는 물 중에서 10분간 진탕하면서 가열하여 독소를 추출하였다. 독소의 조추출액은 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 단백질 등을 침전시켜 제거하고 상등액을 일정량으로 희석하여 18~20 g의 ICR계 수컷 마우스 3마리에 각각 1 mL 이하를 복강 주사하여 치사시간을 측정하였다(Fig. 2). 평균 치사 시간과 마우스의 무게로부터 독성

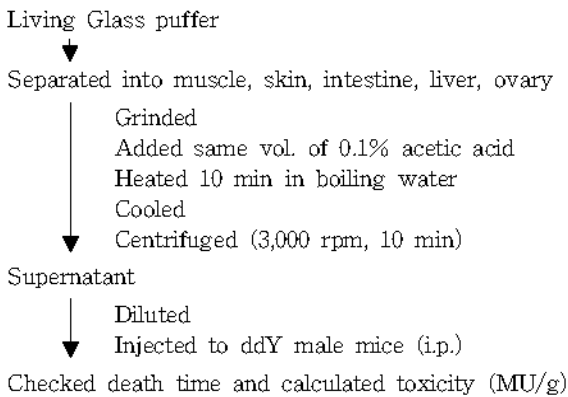


Fig. 2. Mouse bioassay method procedure.

을 계산하여 총독량은 MU/g으로 표시하였다(1 MU는 20 g의 마우스를 30분에 치사시키는 독의 양, 12).

결과 및 고찰

복섬의 성상

실험에 사용한 복섬은 크기가 9.2~14.5 cm(평균 12.4 cm), 체중은 10.3~48.0 g(평균 19.5 g)으로서 난소가 존재할 경우는 30 g을 초과하였으며, 위 내용물의 존재나 난소의 크기의 영향으로 개체간에 변동이 심하였다. 또한, 각 부위가 차지하는 비율은 전 어체 무게에 대하여 내장이 4.1%, 간장 9.2%, 껍질 11.8%, 난소 15.1%였으며 껍질을 제거하고 펠렛으로 하였을 때 근육은 평균 21.6%였고, 특히, 비산란기에는 생식소의 크기가 작아 암수를 구분하기가 불가능하였다.

근육중의 독성

복섬 개체당 월별 독성 분포를 Fig. 3에 나타내었다. 복섬 근육중 독성은 마우스 시험법의 한계치인 2 MU/g 이하에서부터 최고 46.4 MU/g의 범위에 분포하였으며, 실험에 사용한 전체 개체수의 26.7%가 2 MU/g 이하로 독성이 검출되지 않았으며, 특히, 산란기 직후인 7월에는 10개체중 8개체가 2 MU/g 이하였다.

일반적으로 산란기에는 독성이 증가하는 것으로 알려져 있으나(1), 본 실험 결과에서는 근육중의 독성은 오히려 산란기인 5월과 6월, 그리고 산란 직후인 7월에 감소하였다. 10 MU/g을 초과하여 식용에 부적절한 개체는 전 어체의 28%였으며, 11, 12, 5, 6, 7, 10월에는 전체가 식용 가능한 10 MU/g 이하를 나타내었다.

껍질중의 독성

복섬 껍질중의 독성은 근육보다도 강하고 계절에 관계없이 모든 개체에서 독성이 검출되어 유독율 100%를 나타내었다(Fig. 4). 독성의 분포를 보면 독성이 가장 약한 것은 2002

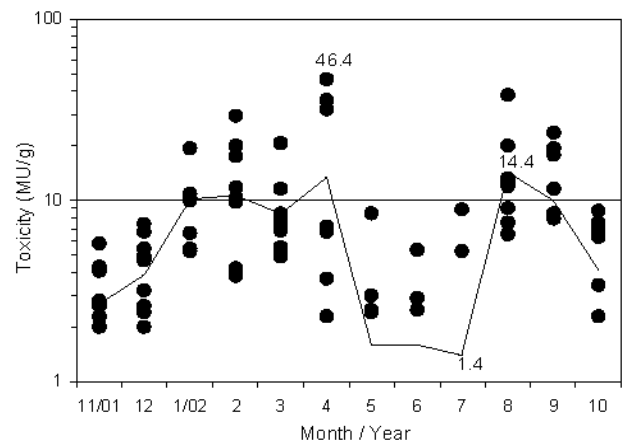
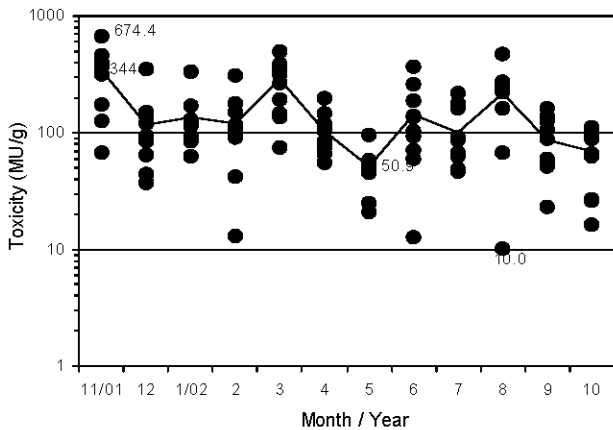


Fig. 3. Seasonal distribution of the toxicity in muscle of the glass puffer.

Line presents the mean toxicity, numbers mean the highest or lowest toxicity value.



**Fig. 4. Seasonal distribution of the toxicity in skin of the Glass puffer.**

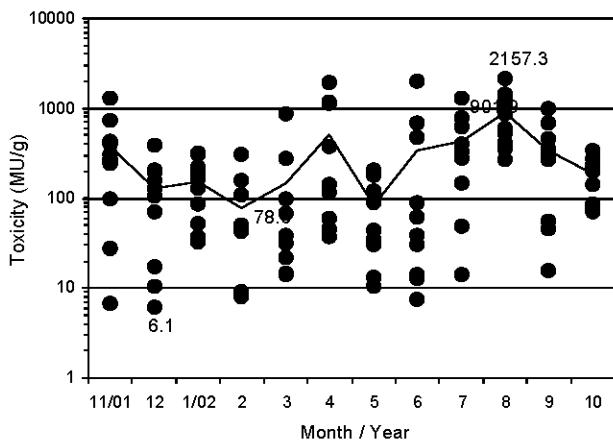
Line presents the mean toxicity, numbers mean the highest or lowest toxicity value.

년 8월의 10 MU/g이었으며 가장 강한 개체는 2001년 11월의 674.4 MU/g을 나타내었다. 일반적으로 복어의 껍질은 별도로 분리하여 무침 등으로 식용하고 있는데 복어의 껍질은 모든 시료에서 식용에 부적절한 10 MU/g 이상을 나타내었다. 월별 평균 독성은 대부분의 달에서 100 MU/g을 초과하였으며, 근육에서와 마찬가지로 산란기인 5월에 가장 낮은 50.9 MU/g을 나타내었다.

**내장중의 독성**

복선 내장의 유독율은 100%이었으며, 독성 분포는 6.1 MU/g(2001년 12월)에서 2157.3 MU/g(2002년 8월) 사이로 개체에 따라 큰 독성의 차이를 나타내었다(Fig. 5).

평균 독성은 2월산이 78.6 MU/g으로 가장 낮았고, 여름철인 8월산이 901.9 MU/g으로 가장 높았으며 국매리복의 경우(10)와는 달리 부위별 독성이 계절에 따른 독성의 뚜렷한 경향



**Fig. 5. Seasonal distribution of the toxicity in intestine of the Glass puffer.**

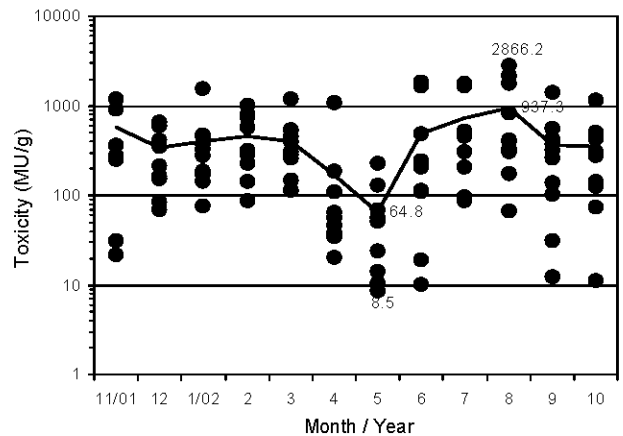
Line presents the mean toxicity, numbers mean the highest or lowest toxicity value.

은 찾아볼 수 없었다.

**간장 및 난소의 독성**

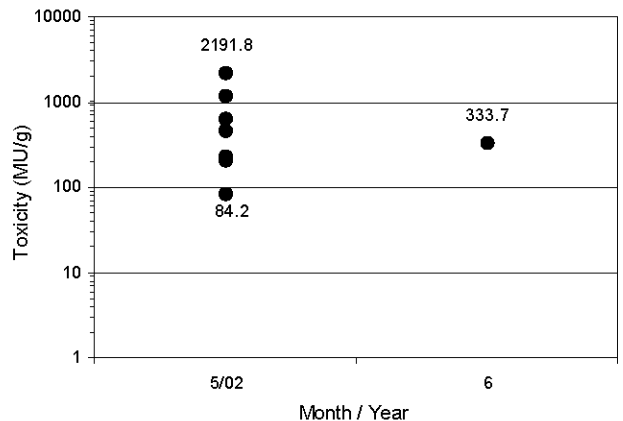
간장중의 독성도 내장과 마찬가지로 같은 달에서도 개체간의 차이가 심하였으며, 산란기인 5월달에 독성이 가장 낮아 평균 64.8 MU/g(최저 8.5 MU/g)의 독성을 나타내었으며, 8월달에 가장 높아 평균 937.5 MU/g(최고 2,866.2 MU/g)의 독성을 나타내었다(Fig. 6).

한편, 산란기인 5월에 분리된 7개체의 난소중 독성은 84.2 MU/g~2,191.8 MU/g(평균 712.2 MU/g)의 범위였으며 6월달에는 한 개체에서 난소가 분리되었고, 독성은 333.7 MU/g이었다(Fig. 7). 일반적으로 산란기에 독성이 높고, 비산란기에는 낮다고 알려져 있으나, 본 실험 결과에서는 산란기인 5월에 난소의 독성은 강하지만 다른 부위의 독성은 오히려 비산란기보다 감소하는 경향을 나타내어 근육이나 껍질, 내장의 독소가 난소로 이행하는 것으로 추정된다.



**Fig. 6. Seasonal distribution of the toxicity in liver of the Glass puffer.**

Line presents the mean toxicity, numbers mean the highest or lowest toxicity value.



**Fig. 7. Seasonal distribution of the toxicity in ovary of the Glass puffer.**

Numbers mean the highest and lowest toxicity value.

Table 1. Frequency of toxic specimens

(n=120 except n=7 in ovary)

Tissue	Total No. of toxic specimens	Toxicity range (MU/g)	No. of toxic specimens			
			Strongly toxic <sup>1)</sup>	Moderately toxic <sup>2)</sup>	Weakly toxic <sup>3)</sup>	Nontoxic <sup>4)</sup>
Muscle	28 (23.3)	0~46.4	0	0	28 (23.3)	92 (76.7)
Skin	120 (100.0)	10.0~674.4	0	56 (46.7)	64 (53.3)	0
Intestine	114 (95.0)	6.1~2,157.3	10 (8.3)	59 (49.2)	45 (37.5)	6 (5.0)
Liver	1 (99.2)	8.5~2,866.2	17 (14.2)	73 (60.8)	29 (24.2)	1 (0.8)
Ovary	8 (100.0)	84.2~2,191.3	2 (25.0)	5 (62.5)	1 (12.5)	0

<sup>1)</sup>over 1,000 MU/g, <sup>2)</sup>100 MU/g ~1,000 MU/g, <sup>3)</sup>10~100 MU/g, <sup>4)</sup>below 10 MU/g.

Parenthesis represent frequency of toxic specimens, %.

### 독성에 의한 복어의 분류

실험에 사용한 120마리의 복섬에 대한 부위별 평균 독성의 분포 및 유독율 등을 Table 1에 나타내었다. 일반적으로 독성에 따라 복어를 분류할 때, 1 g 당 독성이 10 MU 이하를 무독 복어로 하여 식용 가능 복어로 분류하며, 10 MU/g 이상 100 MU/g 이하를 약독 복어, 100 MU/g 이상 1,000 MU/g을 강독 복어, 1,000 MU/g 이상을 맹독 복어로 분류하고 있다 (12). 식용으로 하는 근육에서 식용 가능한 무독 복어는 총 120마리중 92마리(76.7%)이었으나, 근육과 함께 식용으로 하는 껍질에서는 유독율 100%로서 전체가 식용 불가능한 약독(46.7%) 및 강독(53.3%)을 나타내어 특히 껍질을 그대로 식용하는 것은 문제가 있다고 생각되었다(Table 1). 일본산 복섬의 독성과 비교하면 내장, 간장, 피부의 독성은 비슷하여 맹독, 강독을 나타내었으나 근육은 일본산이 약독으로 분류되고 있으나(13) 한국산은 대부분 무독이었다. 또한 내장 및 간장에 있어서는 무독에서부터 맹독까지 독성 분포가 다양하고 평균보다도 표준 편차가 커서 각 부위별 독성 분포의 상관관계가 낮았고 독성의 예측이 불가하였다.

각 부위별 평균 독성을 비교하면 난소의 독성이 가장 높았으며, 내장, 난소, 껍질, 근육의 순으로 낮았으며, 전반적으로 복섬의 독성 분포는 국매리복과 유사하였으나 독성은 국매리복보다 다소 낮았다(8,10). 특히, 동일 어체내에서도 독성은 비식용 부위인 내장이나 간장에는 식용 부위인 껍질이나 근육의 수백배 차이가 있어 장기간 저장시에는 식용 부위의 독성 이행이 우려되며 조리시 비식용 부위의 제거가 필수요구된다. 또한, 동일 조직이라 하여도 개체별 독성의 차이가 심하여 복섬을 일괄적으로 식용 가능 복어로 취급하는 데에는 문제가 있다고 보아진다. 그러나, 조리 과정 중에 일부분 독소가 제거되고 1인당 1회에 섭취하는 복어의 양이 증독을 일으킬 정도로 많은 양을 먹지 않기 때문에 이러한 부분도 고려하여야 할 것이다.

복섬의 각 부위별 독성과 비율로부터 무게 19.5 g의 복섬 한 마리의 각 부위에 들어있을 수 있는 총독량을 계산하면, 근육에 195 MU, 껍질에 1564 MU, 내장에 1726 MU, 간장에 5016 MU이며, 여기에 비가식부의 비율을 고려하여 계산하면 10,000 MU를 넘을 것으로 추정된다.

이상의 결과에서, 복섬에 함유된 독성은 계절에 관계없이 항상 존재하고 있으며, 현재는 독성에 관련하여 아무런 검증

이나 제한 없이 식용에 이용되고 있으나, 금후 보다 많은 시료에 대한 독성의 조사와 함께 지역별 독성의 차이나 일반적인 조리 과정 중 독소의 감소 등 안전성에 관한 연구와 지속적인 독성의 감시와 관리가 필요하다.

### 요 약

2001년 11월부터 2002년 10월까지 일년간 매월 통영 인근에서 어획한 살아있는 복섬(*Takifugu niphobles*) 10마리씩을 구입하여 근육, 껍질, 내장, 간장, 난소로 분리하여 각 부위별 독성 분포를 마우스 시험법으로 조사한 결과는 다음과 같다. 산란기인 5~6월에는 근육, 껍질, 내장 및 간장의 독성이 비산란기에 비하여 감소한 것 이외에 계절에 따른 부위별 독성의 뚜렷한 차이는 없었다. 근육중의 독성은 0~46.4 MU/g의 범위였으며, 총 120마리 중 92마리(76.7%)가 무독(10 MU/g 이하)으로 식용 가능하였으나, 나머지는 약독(10 MU/g~100 MU/g)으로 식용에 부적합하였다. 껍질의 독성은 최소 10.0 MU/g에서 최고 674.4 MU/g의 약독 및 강독 범위로써 전체 시료가 식용에 부적합하였다. 내장 및 간장의 독성 분포는 무독에서부터 맹독(1,000 MU/g 이상)까지 계절에 상관없이 개체에 따라 차이가 심하였으며, 난소는 산란기인 5월에 7개의 시료에서 6월에 1개의 시료에서 분리되었으며, 독성 범위는 84.2 MU/g에서 2,191.3 MU/g 범위로서 독성이 가장 강하였다.

### 문 헌

1. Kim WI. 1994. *Cooking method of pufferfish*. Ji Gu Publishing Co., Seoul. p 52 63.
2. Fujii T. 2001. *Fermented food of fishes*. Seisando Publishing Co, Tokyo, Japan. p 103 106.
3. Pusanilbo. Food poisoning by pufferfishes. 21th. Jan. 2003. p 33.
4. Kukjeshinmun. Food poisoning by pufferfishes. 20th. Jan. 2003. p 31.
5. National Fisheries Research and Development Agency. 1994. *Commercial fishes of the coastal and offshore waters in Korea*. p 242.
6. Noguchi T, Kim DS, Kanoh S, Asakawa M, Saito T, Tabeta O, Hashimoto K. 1991. Regional differences in toxicity of pufferfish *Fugu vermicularis radiatus* (Nashifugu). *J Food Hyg Soc Japan* 32: 149 154.

7. Noguchi T, Akaeda H, Jeon JK. 1997. Toxicity of puffer, *Takifugu vermicularis* 1. Toxicity of alive *T. vermicularis* from Japan and Korea. *J Food Hyg Soc Japan* 38: 132-139.
8. Jeong DY, Kim DS, Lee MJ, Kim SR, Byun DS, Kim HD, Park YH. 1994. Toxicity of several puffers collected at a fish market of Pusan. *Bull Korean Fish Soc* 27: 682-689.
9. Jeon JK, Yoo JM. 1995. Toxicity of pufferfish in Korea. 1. Anatomical distribution of toxicity of pufferfish *Takifugu obscurus* (Hwang bok). *J Korean Fish Soc* 28: 137-140.
10. Jeon JK, Yoo JM. 1995. Toxicity of pufferfish in Korea. 2. Anatomical distribution of toxicity of pufferfish *Takifugu vermicularis radiatus* (Gukmeri bok). *J Korean Fish Soc* 28: 141-144.
11. Kim KC, Park JW, Lee MJ, Kim SR, Kim DS, Kim HD, Park YH. 1995. Toxicity of the pufferfish *Fugu stictonotus* (Ggachilbog) collected at a fish market of Pusan. *Bull Korean Fish Soc* 28: 31-34.
12. Ministry of Health and Welfare. 1978. Shokuhin Eiseikensa II. p 232-240.
13. Tani I. 1945. Toxicological studies of puffers in Japan. Teikokutosho, Tokyo. p 55-77.
14. Society of Japanese Pharmacology. 2000. Methods of Analysis in Health Science. Kanehara Pub. Co, Tokyo. p 270.

(2003년 5월 30일 접수; 2003년 8월 13일 채택)