

진주담치의 마비성패류독의 내열성에 관한 연구

신일식 · 장동석*

동래여자전문대학 식품영양과

*부산수산대학교 식품공학과

Studies on Thermal Resistance of Paralytic Shellfish Poison in Blue Mussel

Il-Shik Shin and Dong-Suck Chang*

Department of Food and Nutrition, Tong-Nae Women's Junior College, Pusan

*Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan, Pusan

Abstract

Of the several methods proposed for decreasing toxicity of Paralytic shellfish poison(PSP) from intoxicated shellfish, heat treatment has been most popular, although a large percentage of the incidents of PSP illness have been related to the ingestion of cooked shellfish. The purpose of this study was to determine the kinetics of PSP destruction at various temperatures. The homogenate of intoxicated blue mussel(*Mytilus edulis*) was heated at temperature ranging from 90 to 121°C and toxicities measured in samples heated for various time intervals. The rate constant(k) per second was 3×10^{-4} at 90°C, 4.98×10^{-4} at 100°C, 7.38×10^{-4} at 116°C and 8.38×10^{-4} at 121°C. By the Arrhenius equation, the decimal reduction time(D-value) was 121 min. at 90°C, 82 min. at 100°C, 58 min. at 116°C and 53 min. at 121°C. The z-value, activation energy(E_a) and Q_{10} was 72°C, 3.9×10^7 (J/kg·mol) and 1.39, respectively.

Key words : paralytic shellfish poison(PSP), rate constant(k), decimal reduction time(D-value), z-value

서 론

마비성패류독(Paralytic shellfish poison, PSP)에 의한 중독사고는 1790년 홍합(California mussel, *Mytilus californianus*)에 의하여 Alaska의 Sitka에서 러시아의 Petroff 탐험대에 발생된 것이 최초의 보고⁽¹⁾이었고, 그 후 미국, 캐나다의 대서양과 태평양연안 각지에서 발생하였으며⁽²⁻⁴⁾, 미국의 경우 1930년부터 1954년 사이에 California 주에서만 373명이 중독되어 30명이 사망하였고⁽³⁾, 이웃 일본에서도 1948년부터 1979년 사이에 93명이 중독되어 3명이 사망한 바 있다⁽⁵⁾. 우리나라에서는 1986년 부산 감천만에서 폐선 밑바닥에 붙어 있는 진주담치(Sea mussel, *Mytilus edulis*)를 먹고 11명이 중독되어 2명이 사망한 사고가 보고된 바 있다⁽⁶⁾.

미국에서는 PSP에 의한 중독사고를 방지하기 위하여 可食部 100g당 PSP 함량이 80 µg 이상되는 해역을 패류채취 금지구역으로 정하는 등 24시간 감시체제를 운영하고 있으며 일본에서도 PSP 함량이 可食部 g당 4

mouse unit(MU) 이상이면 출하를 규제하고 있다. 특히 일본의 경우 1981년 5월에 Ofunato Bay에서 채취된 가리비(Sea scallop, *Patinoptecten yessoensis*) 중장선의 독력이 g당 2100~3500 MU로 높게 나타나 수산식품위생상 심각한 문제가 된 바 있다⁽⁷⁾.

그래서 이들 고독력 패류의 유효 이용에 관하여 많은 연구가 진행되어 왔는데 Medcof 등⁽⁸⁾, Prakash 등⁽⁴⁾은 PSP의 내열성에 관하여 보고한 바 있으며 Gill 등⁽⁹⁾은 soft-shell clam(*Mya arenaria*)의 PSP에 대한 D-value에 관하여 보고한 바 있으나 우리나라에서는 이에 관한 연구보고가 거의 없는 실정이다.

따라서 본 실험에서는 PSP에 의하여 독화된 진주담치를 시료로 하여 PSP의 decimal reduction time(D-value), z-value, 반응속도상수(k), 활성화에너지(E_a) 및 Q_{10} 에 관하여 실험한 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

시료

본 실험에 제공된 시료는 1989년 4월 25일 부산 감천만에서 채취한 진주담치로 독력이 可食部 g당 270

Corresponding author : Il-Shik Shin, Department of Food and Nutrition, Tong-Nae Women's Junior College, Pusan 612-082

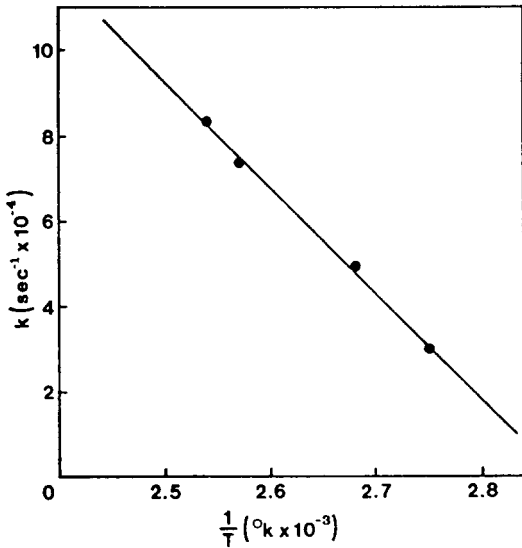


Fig. 1. Rate constant(k) for PSP toxin in blue mussel homogenate

MU이었다.

실험동물

시료의 독력측정을 위하여 생물시험에 사용된 실험동물은 체중 18~20g의 ICR(Institute of Cancer Research)계 새알쥐 수컷이었다.

조독소의 추출

PSP 조독소의 추출은 일본식품위생협회의 食品衛生検査指針 II⁽¹⁾ 및 A.O.A.C.⁽¹⁰⁾의 방법에 따랐다. 즉 채집한 시료를 빙장함에 넣어 실험실에 운반하여 깨끗이 씻고 탈각한 다음 플라스틱발 위에서 5분간 탈수시킨 후 약 200g을 취하여 90초간 균질화하였다. 균질화된 시료 100g을 0.1 N HCl 100 ml와 잘 섞은 후, 5 N HCl로서 pH 3.0으로 조정하여 5분간 끓이고 상온에서 완전히 식힌 다음 5 N HCl로서 다시 pH를 3.0으로 조정하고 pH 3.0의 증류수로서 200 ml로 정용하였다. 이 시료액을 2940×g에서 5분간 원심분리하여 그 상청액을 조독소로 하였다.

독력의 측정

PSP 조독소의 독력측정은 일본식품위생협회 食品衛生検査指針 II⁽¹⁾의 방법에 따라 생물시험을 통하여 측정하였다. 즉, 추출한 PSP 조독소용액 1 ml를 실험동물에 복강주사하여 사망하기까지의 생존시간을 측정하여 Sommer의 표⁽³⁾에 의하여 독력으로 환산하였다. 이 때 1 MU는 20g의 새알쥐가 15분만에 사망하는 독력을 나타낸다.

Table 1. Decimal reduction time of PSP toxin at various temperature^{a)}

Temperature(°C)	D-value(min.)	r ²
90	132	0.95
100	82	0.93
116	58	0.94
121	53	0.96

a) All data was corrected for thermal lag at initial stage of heating.

내열성 시험

진주담치 육속의 PSP에 대한 내열성 시험은 독화된 진주담치를 균질화하여 screw cap tube(21×200 mm)에 10 ml씩 분취한 다음 식용유를 넣은 순환냉온수조(Cooling Thermostat FRIGOMIX[®] 1495, B. Braun Melsungen AG)에서 시료의 중심온도가 90, 100, 116, 121°C에 달하고 나서 각각 시간별로 가열하여 독력의 변화를 측정한 후 각 온도별 반응속도상수(k)를 구하였고 반응속도상수를 이용하여 D-value, z-value를 구하였고 Arrhenius 식에 의하여 활성화에너지(E_a) 및 Q₁₀를 구하였으며 시료의 중심온도는 봉상온도계로 측정하였다.

결과 및 고찰

반응속도상수(k)

PSP에 대한 온도별 반응속도상수는 Fig. 1과 같다. 그리고 반응속도상수는 다음 식에 의하여 구하였다.

$$\log \frac{N_n}{N_0} = -\frac{k}{2.303} t$$

k ; 반응속도상수(sec⁻¹)

N₀ ; PSP 초기독력

N_n ; t시간 가열 후의 독력

t ; 가열시간

90°C에서의 반응속도상수는 3.02×10⁻⁴, 100°C는 4.99×10⁻⁴, 116°C는 7.38×10⁻⁴, 121°C는 8.38×10⁻⁴(sec⁻¹)로 직선관계를 나타내었으며, 최소자승법에 의하여 구한 상관계수회귀직선식은 y=7.10×10⁻³-2.47x이며 상관계수는 (r²)는 0.99이었다.

Decimal reduction time(D-value)

반응속도상수를 이용하여 구한 PSP의 각 온도별 D-value는 Table 1과 같다.

Come-up time을 합하여 90°C가 132분, 100°C가 82분, 116°C가 58분, 121°C가 53분으로, *Clostridium botulinum* type A 및 B spore의 D_{121.1}이 0.1~0.3분, *Bacillus stearothermophilus* spore의 D_{121.1}이 4~5분, 내열성이 강한

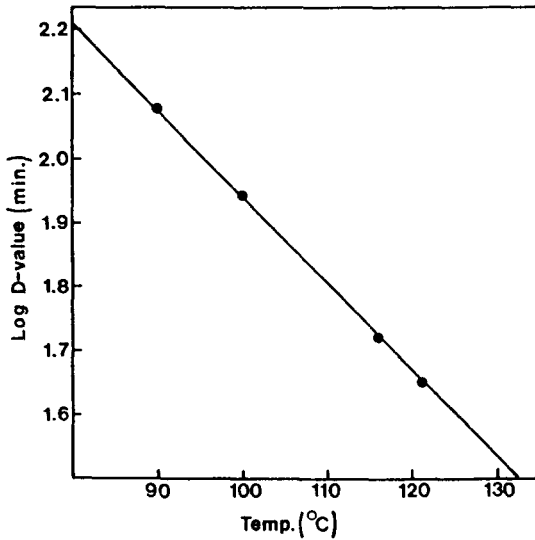


Fig. 2. TDT curve for PSP toxin in blue mussel homogenate (z -value = 72°C)

것으로 알려진 *Staphylococcus*의 enterotoxin의 $D_{121.1}$ 이 9.4분⁽¹¹⁾인 것에 비하여 내열성이 상당히 강한 것으로 나타났다.

Gill 등⁽⁹⁾은 soft-shell clam(*Mya arenaria*)의 PSP에 대한 D-value를 조사한 결과 121°C에서 71분이라고 보고하였는데 이에 의하면 진주담치의 PSP가 soft-shell clam의 PSP에 비해서는 내열성이 다소 약한 것으로 사료된다.

z -value, 활성화에너지(E_a), Q_{10}

D-value를 1/10로 감소시키는데 필요한 온도상승에 해당하는 z -value를 구한 결과는 Fig. 2와 같다.

각 온도별 D-value를 이용하여 최소자승법에 의한 상관회귀직선을 구하였으며 그 직선식은 $y = 3.3 - 0.0136x$ 이었고 상관계수(r^2)는 0.95이었으며 이 직선식에서 구한 z -value는 72°C이었다. Arrhenius식에 의하여 구한 활성화에너지(E_a)는 3.9×10^7 (J/kg·mol)이었고 열처리 온도가 10°C 상승함에 따라 반응속도가 얼마나 빨라지는가를 나타내는 Q_{10} 은 1.39이었다.

Clostridium sporogenes P.A. 3679 spore의 z -value는 9.2~11.4°C 정도이며, *C. botulinum*의 경우 8.2~9.1°C, 효모, 곰팡이, 젓산균 등의 z -value는 1.1~5.5°C 정도⁽¹¹⁾인 것으로 볼 때 진주담치의 PSP가 미생물에 비해 내열성이 강한 것으로 나타났으나 Gill 등⁽⁹⁾이 보고한 soft-shell clam의 z -value가 24.2°C(75.6°F)인 것에 비하면 역시 내열성이 약한 것으로 나타났다.

요 약

진주담치의 육속에 함유되어 있는 PSP의 반응속도상수, D-value, z -value, 활성화에너지(E_a), Q_{10} 을 조사한 결과 반응속도상수(k)는 90°C에서 3.02×10^{-4} , 100°C는 4.99×10^{-4} , 116°C는 7.38×10^{-4} , 121°C는 8.38×10^{-4} (sec^{-1})이었다. D-value는 90°C에서 132분, 100°C가 82분, 116°C가 58분, 121°C가 53분이었다. z -value는 72°C이었으며 활성화에너지(E_a)는 3.9×10^7 (J/kg·mol)이었고 Q_{10} 은 1.39이었다.

문 헌

1. 日本食品衛生協會：麻痺性貝毒. 食品衛生検査指針 II, p.240(1978)
2. Sommer, H. and Meyer, K.F.: Paralytic shellfish poisoning. *Arch. Path.*, 24(5), 560(1937)
3. McFarren, E.F., Schfer, M.L., Campbell, J.E., Lewis, K.H., Jensen, E.J. and Schantz, E.J.: Public health significance of paralytic shellfish poison. *Adv. in Food Res.*, Academic Press, Vol.10, p.131 (1960)
4. Prakash, A., Medcof, J.C. and Tennant, A.D.: Paralytic shellfish poisoning in eastern Canada. *Fish. Res. Bd. Canada*, 111, 1(1971)
5. 野口玉雄：麻痺性貝毒. 衛生化學, 29, 10(1983)
6. 張東錫, 申逸湜, 卞在亨, 朴榮浩: 진주담치의 麻痺性毒에 관한 研究—1986년 釜山 감천만 中毒事故를 中心으로—. *韓水誌*, 20(4), 293(1987)
7. Maruyama, J., Noguchi, T., Onoue, Y., Ueda, Y., Hashimoto, K. and Kamimura, S.: Anatomical distribution and profiles on the toxins in highly PSP-infested scallops from Ofunato Bay during 1980~1981. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 49(2), 233(1983)
8. Medcof, J.C., Leim, A.H., Needler, A.B., Needler, A.W. H., Gibbard, J. and Naubert, J.: Paralytic shellfish poisoning on the Canadian Atlantic coast. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, 75, 1(1947)
9. Gill T.A., Thompson, J.W. and Gould, S.: Thermal resistance of paralytic shellfish poison in soft-shell clams. *J. Food. Prot.*, 48(8), 659(1985)
10. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C., p.881 (1990)
11. 한국식품과학회: *식품공학*(형설출판사), p.159 (1989)

(1990년 8월 2일 접수)