J. Fd Hyg. Safety 14(4), 380-385 (1999)

시판 건 해산물 중 아황산염류 함량 조사

함희진† · 김무상 · 최병현 · 김명희
서울시 보건환경연구원

Sulfites Contents Survey on Dried Marine Products in Market

Hee-Jin Ham†, Mu-Sang Kim, Byung-Hyun Choi and Myung-Hee Kim
Seoul Health & Environmental Research Institute, Seoul 137-130, Korea

ABSTRACT – This study was performed to investigate the contents of sulfites in 2,770 dried marine products in Seoul Chung-Bu market from March to October in 1999. Sulfites of the samples were determined by Zn powder reduction method and Monnier-Williams's modified method. Eight samples of 2,770 (0.29%) were detected over 30ppm in SO2 contents by Monnier-Williams's modified method. In samples detected over 30ppm, six dried filefishes(130.2~573.4ppm) were imported from Vietnam, same kind of other one(114.2ppm) was from China and the other one Alaska pollack(195.3ppm) was domestic. By Zn powder reduction method, 259 dried marine products (259/2,770=9.35%) were positive reaction (1-30ppm). These were 93 dried shrimps, 53 filefish meats, 34 dried squids, 33 slices of dried pollacks and 17 sea mussel meats. So sulfites must be use commonly to prevent black spot and preserve for many dried shrimps, filefishes meats, dried squids etc. According to results, the quality test for the imported dried marine products must be reinforced to supply safety food for the citizens.

Key words □ Sulfites, Dried marine products

식품 첨가제로서 오랜 역사를 갖고 있는 아황산염류는 주로 식품 내 효소에 의한 갈색화 현상의 방지, 방부, 산화방지제 및 환원제, 미생물에 의한 식품의 변질 방지 효과를 목적으로 사용되었고,[1-3,5] 이외에도 pH 조절, 안정제 등의 목적으로도 사용되었다.[1,4] 이러한 아황산염류에는 아황산가스(SO_2), 메타 중 아황산칼륨(potassium metabisulfate), 메타 중 아황산나트륨(sodium metabisulfate, $Na_2S_2O_5$), 무수 아황산(sulfur dioxide), 결정 아황산나트륨(sodium sulfite), 무수 아황산나트륨(sodiumsulfite anhydrous), 산성 아황산나트륨(sodium bisulfite, $NaHSO_3$), 차 아황산나트륨(sodium hydrosulfite) 등이 사용되고 있다.[1,4,6,14] 아황산염류는 효소 및 비 효소적 갈변 작용 저해제 및 항균제로 주로 사용되고 있는데 일반적으로 sulfite는 낮은 pH(<4.5)에서 강력한 항균작용을 가지며 높은 pH에서는 효소보다는 세균의 성장을 효과적으로 저해한다고 알려져 있다.[13] 낮은 pH에서 항 미생물 효과가 뛰어난 이유는 해리되지 않은 황산 때문인 것으로 알려지고 있다.[5] 아황산은 세포 내에 존재하는 acetaldehyde와 bisulfite와의 반응, 효소내의 disulfite 결합의 감소, 그리고 nicotinamide dinucleotide가 관여하는 호흡반응을 방해하는 bisulfite 첨가 화합물의 형성 등에 의한 미생물의 성장 저해를 가져온다고 한다.[13]

미국 FDA 규정에 의하면 SO_4, Na_2SO_4, K_2SO_3, Na_2HSO_3, $K_2S_2O_5$는 GRAS(generally recognized as safe)품목에 속하나, 이들 화합물에 의하여 비타민 B1은 파괴되므로 thiamine을 주체로 하는 식품에는 사용할 수가 없다.[5] FAO/WHO에서는 아황산염류의 ADI (acceptable daily intake)를 SO_2로 0.7 mg/kg body weight로 정하고 GRAS 목록에 수재하였으나 소비자들의 불평과 부작용 등에 의하여 그 안정성을 재검토하고 사용상 주의를 경고하며 특히, 10 ppm이상일 경우 포장에 표기하도록 하는 규정을 만들었다.[2]

아황산염류의 독성을 살펴보면, 쥐의 시험에서 사료에 Na_2SO_3를 0.1% 가하면 다발성 신경염, 골수의 위축 등이 일어나고, 토끼에 대한 치사량은 5.5 mg/kg (정맥)이며, 호흡 마비에 의해서 죽고, 사람의 경우는 1 g으로는 아무런 장애가 없으나 4-6 g으로는 심한 설사 또는 순환기 장애를 초래한다.[4]

본 실험은 국내산 및 수입산 건 해산물이 도매시장인 중부시장을 경유하여 서울 전역으로 유통되고 있는 바 이곳

†Author to whom correspondence should be addressed.

에서 시료를 채취하여 아황산염류의 사용 실태를 조사함으로 건 해산물에서의 표백제 사용실태를 파악코자 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

시험재료

1999년 3월부터 10월까지 건 해산물 도매 시장인 중부시장에 유통되는 건 해산물 2,770 건에 대하여 직접 수거 검사를 실시하였다. 2,770 건 가운데 어육 또는 패육을 가공하여 조미한 명태 알포, 쥐치 알포 등 조미 어포류 187 건, 어육 또는 패육 등을 그대로 또는 주원료로 하여 조미, 건조 등 가공한 쥐치맛포, 오징어 전기구이 등 조미 건포류 316 건, 어육 또는 패육 등의 원형을 변형시켜 건조한 오징어 진미, 명엽채, 쥐치포 등 건 어포류 1,675 건 그리고 김, 미역 등 기타 건 해산물은 592 건이었다.

시험방법

식품공전[6]의 아황산. 차 아황산 및 그 염류의 시험법에 준하여 실시하였는데, 간이 검사는 아연분말 환원법[5]에 의하여, 정밀 검사는 모니어-윌리엄스 변법[5-6]에 의해 시행하였다.

간이 검사 (아연 분말 환원법) – 건 해산물 고체 검체를 잘게 썰어서 잘 섞은 후 약 2g을 정량하여 증류수 10 ml를 넣은 100 ml 삼각 플라스크에 넣고 진탕하였다. 아연분말(zinc powder, Kanto Chemical Co. Inc. Japan) 1-2 g, 염산(HCl, Yakuri Pure Chemical Co. LTD. Japan) (1+1) 5 ml를 가한 후, 초산 납지(lead acetate standard test paper, Toyo Roshi Kaishi LTD, Japan)를 달아맨 실리콘 마개를 막고 약 10분 이상 실온에서 방치하였다. 이 때 초산 납지의 30% 이상이 진한 흑갈색으로 변하면 아황산염류 30 ppm이상 함유로 추정하여 정밀검사를 실시하였다.

정밀 검사(모니어-윌리암스 변법) – 간이 검사 결과 아황산염류 함유량이 30 ppm 이상으로 추정되는 건 해산물 검체에 한하여 정밀 검사를 실시하였다. 1,000 ml 환저 플라스크에 증류수 200 ml를 넣고 100 ml 분액 깔대기에 4 N HCl 45 ml를 넣어두었다. 아린 냉각관에 물을 공급한 다음 가스 주입관을 통하여 질소 가스를 0.21 l/min 속도로 통과시키고 이 때 수기(Ø 25 mm * 150 mm)에 3% 과산화수소 용액 30 ml를 넣었다. 15분 후 분액 깔대기(100 ml)를 떼고, 검체 100 g을 취해 분쇄기에 넣고 5% 에탄올 용액 100 ml를 넣어 혼합한 후 이 가운데 20 g를 1000 ml 플라스크에 넣은 다음 100 ml 분액 깔대기를 부착한 후 코크를 열어 수 ml가 남을 때까지 환저 플라스크에 주입하였다. 한 시간 45 분 동안 가열한 후 수기를 떼고 가스 유도관(bubber) 끝을 소량의 3% 과산화수소 용액으로 씻어 수기에 넣고 마이크로 뷰렛을 써서 0.01N NaOH 용액으로 20초간 지속하는 황색이 될 때까지 적정하여 아래 공식에 따라 이산화황의 량을 산출하였다.

이산화황(mg/kg) = 320*V*f / S

0.01 N NaOH 용액 1 ml=320 μg SO_2

V=0.01 N NaOH 용액의 소비량(ml)

f =0.01 N NaOH 용액의 역가

S= 검체의 량(g)

결과 및 고찰

아황산염류 간이 검사 결과

아연 분말 환원법에 의한 간이 검사 결과는 Table 1과 같았으며, 아황산염 함량이 1-5 ppm 인 경우가 건 새우 47 건, 쥐치포 36 건, 건 오징어 20 건, 명태포 및 명태채가 18건, 건 멸치 8 건 그리고 기타 7건으로 합계 136건이었고, 6-10ppm인 경우가 건 새우 23 건, 명태포 및 명태채 15건, 쥐치포 10 건, 건 오징어 10 건 그리고 기타 13 건으로 합계 71 건이었다. 11-20 ppm인 경우는 건 새우 23 건, 홍합살 11 건 그리고 기타 14 건으로 합계 48 건이었고, 21-30 ppm인 경우는 쥐치포 3 건 그리고 대구포 1 건으로 합계 4 건이었다. 결국 이황산염류 함량이 1-30ppm의 경우는 259 건으로 전체 2,770 건 가운데 9.35%를 차지하였다. 기록된 아황산염류 함유량의 수치(1-5 ppm, 6-10 ppm, 11-20 ppm, 21-30 ppm)는 모니어-윌리암스 변법에 의한 결과 수치를 참고하여 아연 분말 환원법에서의 초산 납지의 흑갈색 변이 정도를 육안으로 판단하였다. 이는 1987년 김 등[28]이 국내에서 조사한 건 오징어 1.67 ppm, 쥐치포 0.57 ppm, 뱅어포 1.13 ppm, 건 명태 1.48 ppm 등의 결과와 일치하였고, 1985년 미국[7]에서 조사한 건 대구 10 ppm 등과 일치하여 아황산염류가 식품 첨가제로 계속 사용되고 있는 것을 알 수 있었다. 품목별로 건 새우 93건, 쥐치포 53건, 건 오징어 34건, 명태채 및 건어채 33건 그리고 홍합 살 17건 등에서 엷은 갈색 반응을 보여 이들 품목들은 제품 가공시 대부분 아황산염류가 상용되고 있는 것으로 나타났다.

아황산염류 정밀 검사 결과

모니어-윌리암스 변법에 의한 정밀 검사 결과는 Table 2와 같았다. 아황산염 함량이 30 ppm 이상인 경우는 명태알포 1 건에서 195.3 ppm, 중국산 쥐치포 1 건에서 114.2 ppm

Table 1. Results of SO_2 screening test in 2,270 dried marine products by Zn powder reduction method

SO_2(mg/kg)	products	samples	total
0 ppm	dried anchovy etc.	2,511	2,511
1-5 ppm	dried shrimp	47	136
	filefish meat	36	
	dried squid	20	
	slices of dried pollack	18	
	dried anchovy	8	
	sea mussel meat	2	
	smoked tuna	1	
	clam meat	1	
	glassfish flat	1	
	dried small octopus	1	
	dried catfish	1	
6-10 ppm	dried shrimp	23	71
	slices of dried pollack	15	
	filefish meat	10	
	dried squid	10	
	sea mussel meat	4	
	dried anchovy	3	
	sea mussel meat	2	
	glassfish flat	2	
	dried sea mustard	2	
11-20 ppm	dried shrimp	23	48
	sea mussel meat	11	
	filefish meat	4	
	dried squid	4	
	dried sea cucumber	2	
	dried anchovy	1	
	sand borer	1	
	dried small octopus	1	
	dried sea mustard	1	
21-30 ppm	filefish meat	3	4
	cod meat	1	
total			2,770

그리고 베트남산 쥐치포 6건에서 각각 130.2 ppm, 152.9 ppm, 219.2 ppm, 228.9 ppm, 251.2 ppm 그리고 573.4 ppm 등으로 나타나 식품위생법[6]상 규격기준을 초과하는 것으로 나타났다. 수입산과 국내산을 포함해 전체 시험 건 해산물 검체에 대한 아황산염류 규격 기준 부적합(>30 ppm)률은 0.29%(8/2770)이었다. 그 외 아황산 염류 함량이 5-30 ppm 인 경우가, 조갯살 1건에서 27.0 ppm, 홍합살 3건에서 19,5 ppm, 14.6 ppm 및 8.9 ppm으로 각각 나왔고, 다시마 1건에서 16.3 ppm, 건 새우 5건에서 각각 20.8 ppm, 19.5 ppm, 12.0 ppm, 11.2 ppm 및 8.5 ppm 으로 나타났으며, 명태포 2 건에서 10.4 ppm, 9.8 ppm, 베트남산 쥐치포 2 건에서 11.8 ppm, 11.3 ppm 으로 각각 나타나서, 아황산염류의 휘발 가능성 등을 고려해 볼 때, 베트남산 쥐치포와 국내산 홍합살 그리고 건 새우, 일부 다시마, 조갯살 등에서는 아황산염류 상용량이 10-20 ppm 정도 되고 있음을 알 수 있었다.

새우의 경우 1987년 김 등[28]이 국내에서 조사한 건 새우의 최고치 37.24 ppm, 같은 해 또 다른 김 등[3]이 조사한 건 새우 최고치 195.2 ppm 및 86년 5월[9] '대한 주부클럽'에서 조사한 건 새우 최고치 64.03 ppm, 튀김 새우 최고치 6.16 ppm 등보다도 낮은 결과를 나타냈다. 새우에서는 새우 체내 효소인 polyphenol oxidase의 작용으로 흑색 반점(black spot)이 생성되는 것을 방지하기 위할 뿐 아니라 보관 기간을 연장하기 위해 아황산염류가 상용화되어 있는데,[12, 2-22, 25, 27] 천식 등을 유발하는 아황산염류 사용 부작용을 억제하기 위해 다른 식품과 같이 새우살에서도 1950년대부터 100 ppm 까지의 잔류량을 허용하고 있고,[8, 12, 14] 건 새우의 경우 기타 식품으로 분류돼 30 ppm 이하에 해당되는데[6, 8] 이번 조사 결과 그 사용량의 억제가 상당히 지켜지고 있는 것으로 나타났다. 이는 새우에서의 흑반 생성을 예방하기 위한 방법으로 4-hexylresorcinol을 첨가한 EverfreshR사용법이나,[18] formaldehyde 사용법,[23] methyl bromide 사용법,[10] phosphine 사용법[10] 등이 응용되고 있는 때문인 것으로 보인다. 한편 아황산염류 잔류 문제에서 새우의 품종이나 새우 크기가 잔류량에는 영향이 없는 것으로 보고되고 있다.[19]

쥐치포의 경우 86년 5월[9] '대한 주부 클럽'에서 조사한 쥐치포의 최고치 79.98 ppm보다는 상당히 높은 함유량이 베트남산 쥐치포 6건, 중국산 쥐치포 1건 등 모두 7건에서 나타났으나, 1987년 김 등[3]이 조사한 최고치 619.9 ppm 보다는 낮은 결과를 보였다. 86년 조사한 결과에 의하면 건 해산물의 건조 시 자연 건조가 아닌 인공건조 방법인 연탄, 방커 C 유 등의 건조법으로 인해 아황산염류가 검출되는 것으로 밝혀졌으나,[7, 9] 최근 위 부적합품을 수입했던 수입업자들의 현지 조사 결과에 의하면 장작으로 때서 말리거나 방카 C유를 사용하는 것으로 확인되었다.

명태 건어포의 경우도 86년 5월[9] '대한 주부 클럽'에서 조사한 최고치 86.25 ppm보다도 2배 이상 함유량인 195.3 ppm을 나타내는 등 건 해산물에 대한 아황산염류 검출율은 낮아진 반면, 그 함량은 전체적으로 높아졌음을 볼 수 있었다.

김 등[3]은 동물성 식품과 식물성 식품의 아황산염류 사용을 비교할 때 건조 과실류와 건조 채소류 특히 백색 근채류 등 식물성 식품에서 아황산염류의 사용이 훨씬 보편화되어 있다고 보고하였다.[1-3] 이번 조사 결과 일부 개발도상국에서는 아직도 장작을 때서 말리는 등 재래적인 건조 방

Table 2. Results of SO_2 test in dried marine products by Monier-Williams's method

Species	Products	Nation	SO_2 (mg/kg)	S*/US* (<30ppm)
sea cabbage	boiled sea cabbage	Korea	16.3	S
alaska pollack	dried pollack	Korea	1.1	S
	red pepper sourced pollack	Korea	3.3	S
	sourced pollack	Korea	9.8	S
	sourced dried pollack	Korea	10.4	S
	nudle sourced pollack	Korea	195.3	US
shrimp	dried shrimp	Korea	1.1	S
	dried opposum shrimp	Korea	1.6	S
	dried shrimp	Korea	1.6	S
	deheaded shrimp	Korea	1.7	S
	mixed dried shrimp	Korea	1.8	S
	dried shrimp	Korea	8.5	S
	curved dried shrimp	Korea	11.2	S
	deheaded shrimp	Korea	12.0	S
	white dried shrimp	China	19.5	S
	curved dried shrimp	Korea	20.8	S
squid	slices of squid	Korea	1.2	S
	slices of squid	Korea	1.5	S
	dried squid	Argentina	4.9	S
clam	clam meat	Vietnam	27.0	S
filefish	filefish meat	Vietnam	11.3	S
	filefish meat	Vietnam	11.8	S
	filefish meat	China	114.2	US
	filefish meat	Vietnam	130.2	US
	filefish meat	Vietnam	152.9	US
	filefish meat	Vietnam	219.7	US
	filefish meat	Vietnam	228.9	US
	filefish meat	Vietnam	251.2	US
	filefish meat	Vietnam	573.4	US
sea mussel	sea mussel meat	Korea	8.9	S
	sea mussel meat	Korea	14.6	S
	sea mussel meat	Korea	19.5	S

*S =Suitable, US =Unsuitable

법을 사용하고 있음으로 인해 동물성 식품에서의 아황산염류 검출이 여전히 많은 것으로 보인다.[26] 하지만 수입산을 제외한 국내 건 해산물의 경우 30 ppm이상의 규격 기준 부적합 결과인 것은 명태 건어포 1건 뿐으로 전체 시험 건 해산물에 대한 국내산 부적합률이 0.036%(1/2770)로 나타나 상당히 표백제 사용이 개선되었음을 볼 수 있다.

김 등[1]은 식물성 식품 가운데 파에서 조사한 결과 성분 중 free-SO_2보다는 주로 combined-SO_2에 의하여 아황산염류의 함량이 높게 나타나는 것으로 보고하였고, 이 때문에 acidic distillation method에 의한 total SO_2의 측정이 신중한 주의를 요한다는 입장을 보이고 있다. 또한 김 등[3]은 자가제조 식물성 식품의 경우 평균 아황산염류 검출량이 10.5 mg/kg 정도로 그 자연 함량이 10-20 mg/kg 범위였다고 보고함으로써 아황산염류 검사시 식품 자체의 자연 함량을 고려해야 한다고 보고하고 있다.[3, 11]

이상에서 살펴본 바와 같이 건 해산물 도매시장으로 반입되는 국내산, 수입산 건 해산물에 대한 아황산염류 분포를 조사한 결과 전체 시험 건 해산물 검체에 대한 아황산염류 부적합률은 0.29%(8/2770)이었고, 베트남산 쥐포가 전체 부적합 8 건 가운데 6 건, 중국산 쥐포가 1 건을 차지하여 이들 품목의 수입산이 국내산보다 높은 부적합율을 보였으며, 간이검사 결과, 품목별로 건 새우, 홍합 살, 쥐치포,

명태채, 건 오징어 등에서 제품 가공시 대부분 아황산염류가 상용되고 있는 것으로 나타났다. 이상의 고찰 결과 앞으로도 건 해산물에 대한 아황산염류 등 첨가물 검사가 강화되어야 하며 특히, 수입산 건 해산물에 대한 검사가 더욱 더 강화되어야만 안전한 건 해산물을 시민에게 공급될 수 있으리라고 보여진다.

국문요약

서울시내 건 해산물 도매시장인 중부시장으로 반입되는 국내산, 수입산 건 해산물에 대한 아황산염류 함량을 조사한 결과 30 ppm 이상을 함유하는 검체가 0.29%(8/2770)이었고, 명태알포 1 건에서 195.3 ppm, 중국산 쥐치포 1 건에서 114.2 ppm 그리고 베트남산 쥐치포 6 건에서 130.2~573.4 ppm 으로 모니어-윌리암스 변법에 의한 검사 결과 나타났다. 아연분말 환원법에 의한 간이 검사 결과에서는 이황산염류 함량 1-30 ppm인 경우가 전체 2,770 건 가운데 259 건으로 9.35%를 차지하였고, 품목별로는 건 새우 93 건, 쥐치포 53 건, 건 오징어 34 건, 명태채 및 건어채 33 건 그리고 홍합 살 17 건 등에서 양성반응을 보여 이들 품목들의 가공에 아황산염류가 갈변방지와 방부 목적으로 상용되고 있는 것으로 나타났다. 앞으로도 건 해산물에 대한 아황산염류 등 첨가물 검사가 강화되어야 하며 특히, 수입산 건 해산물에 대한 검사가 더욱 더 강화되어야만 안전한 건 해산물이 시민에게 공급될 수 있으리라고 보여진다.

참고문헌

1. 김명희, 김갑수, 한천길, 채영주, 김진곤, 김정헌, 원지숙: ILC를 이용한 과일 및 채소류 중의 총 아황산염류 자연함량 측정. 서울시 보건환경연구원보, **23**, 57-63 (1987).
2. 김명희, 한천길, 김진곤, 김갑수: IC에 의한 시판 백색 채소류 중의 아황산염류 측정. 서울시 보건환경연구원보, **24**, 116-120 (1988).
3. 김갑수, 김명희, 이덕행: 건조식품 중의 아황산염 사용 실태 조사. 서울시 보건환경연구소보, **22**, 64-67 (1986).
4. 조제선, 조무제, 하봉석: 식품 첨가물. 집현사, 서울, pp 92-96 (1991)
5. 김창환, 문영덕, 양종범,윤원호, 이치호, 고명수, 김대곤, 현재석: 식품 분석. 고문사, 서울, pp 268-272 (1996).
6. 한국식품공업협회: 식품공전. pp 1124-1125 (1999)
7. 이서래: 식품의 안전성 연구. 이화여자대학교 출판부, 서울, pp 191-209, 365-370 (1993)
8. 한국식품공업협회: 첨가물공전. p 237 (1999)
9. 전창희: 무허가, 비위생 가공건어물, 조미 김의 문제. 현대해양, **206**, 30-33 (1987).
10. Friendship, R.: The fumigation of dried fish. *Trop Sci*, **30**, 185-193 (1990)
11. 燈子, 藤原香里, 柿內 雅, 紫田 正, 內堀幸子, 古山みゆき, 兼田 登, 尾田美子, 藤原一也, 鈴木 廣, 伊藤志男 : 生鮮食品及 び 加工食品中 の 天然由來 の 亞硫酸 含有量. *J. Food Hyg. Soc. Japan*, **34**(4), 303-313 (1993).
12. McEvily, A.J., Iyengar, R. and Otwell, S.: Sulfite alternative prevents shrimp melanosis. *Food Tech.*, **45**(9), 80, 82-86 (1991).
13. 김상무: Sulfite 염에 의한 저염 명란젓의 보존효과. *Korean J. Food Sci. Tech..*, **28**(5), 940-946 (1996).
14. United States Patent US 5-830-522 (1998)
15. Armentia-Alvarez, A., Pena-Egido, M.J. and Garcia-Moreno, C.: Improved method for determination of sulfites in shirmp. *J. AOAC International*, **76**(3), 565-569 (1993)
16. William, D.J., Slattery, S.L. and Nottingham, S.M.: A comparison of selected methods for determining sulfite in prawns. *J. Food Protection*, **53**(10), 875-877, 880, (1990)
17. Matsumoto, T., Fukaya, M., Kanegae, Y., Akita, S., Kayamura Y., and Ito. Y.: Comparison of the microbial biosensor method with the modified Rankine's method for determination of sulfite in fresh and dried vegetables including sulfur compounds. *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi*, **43**(6), 716-718 (1996)
18. Slattery, S.L., Williams, D.J. and Cusack: A sulphite-free treatment inhibits blackspot formation in prawns. *Food Australia*, **47**(11), 509-514, (1995)
19. Slattery, S.L., Williams, D.J. and Nottingham, S.M.: Factors influencing use of sulphite for prevention of black spot in prawns. *Food Australia* **43**(7), 311-313, (1991)
20. Slattery, S.L. and Williams, D.J.: Sulphite residues in prawns stored in metabisulphite-treated refrigerated sea water. *Food Australia*, **43**(1), 25-27, (1991)
21. Slattery, S.L., Williams, D.J. and Nottingham, S.M.: Alternatives to sodium metabisulphite for blackspot prevention in prawns. *Food Australia*, **46**(5), 212-215, (1994)
22. Rea, S., Latini, M., Branciari, R. and Antonio, E.D.: Influences of the amount of sulfites on shrimp (Ne-

phrops norvegicus). *Industrie Alimentari*, **37**(367), 178-181, 186, (1998)
23. Renon, P., Malandra, R. and Biondi, P.A.: Formaldehyde formation in frozen crustacea treated with SO_2. *Industrie Alimentari*, **32**(313), 254-257, 261, (1993)
24. Armentia-Alvarez, A., Pena-Egido, M.J. and Garcia-Moreno, C.: S-sulfonate determination in shrimp. *J. Agr. and Food Chem.*, **45**(3), 791-796, (1997)
25. Armentia-Alvarez, A., Garcia-Moreno, C. and Pena-Egido, M.J.: Residual levels of sulfite in raw and boiled frozen shrimp, variability, distribution and losses. *J. Food Protection*, **57**(1), 66-69, (1994)
26. Dafflon, O. and Gobet, H.: Differential pulse polarographic determination of total sulfites in fish. *Mitt. Gebiete Lebensminteluntersuchung Hyg.*, **86**(6), 699-707, (1995)
27. Resumo: Effect of citric acid sodium metabisulphate on iced shrimp quality. *Coletanea Instituto Tech. Alimentos*, **25**(1), 35-45, (1995)
28. 김길생, 이철원, 이달수 등: 식품첨가물의 섭취량 조사(III), (프로피온산, 아질산염 및 아황산염(SO_2로서)). 국립보건원보, **24**, 719, (1987)