

갑각류부산물을 이용한 키틴의 제조 및 이용에 관한 연구

1. 키틴, 키토산 및 미세결정화 키틴의 기능특성

안창범 · 이응호

부산수산대학교 식품공학과

Utilization of Chitin Prepared from the Shellfish Crust

1. Functional Properties of Chitin, Chitosan, and Microcrystalline Chitin

Chang-Bum AHN and Eung-Ho LEE

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan,
Pusan 608-737, Korea

To utilize shellfish by-products effectively, chitin, chitosan, and microcrystalline chitin were prepared from 6 kinds of crustacean shells (Antarctic krill, *Euphausia superba*; Red snow crab, *Chionectes japonicus*; Daelongsuyum shrimp, *Solenocera prominentis*; Lobster, *Linuparus trigonus*; Gasibal shrimp, *Nephrops thomsoni*; Blue crab, *Portunus trituberculatus*) and their functional properties were studied. Apparent volume (AV), settling volume (SV), water binding capacity (WBC), and fat binding capacity (FBC) of various chitins, chitosans, and microcrystalline chitins ranged from $3.1 \pm 0.1 \text{ ml/g}$ to $27.0 \pm 0.2 \text{ ml/g}$, from $5.1 \pm 0.1 \text{ ml/g}$ to $45.0 \pm 0.2 \text{ ml/g}$, from $318 \pm 40 \text{ g/100g}$ to $2,382 \pm 12 \text{ g/100g}$, and from $235 \pm 20 \text{ g/100g}$ to $2,169 \pm 20 \text{ g/100g}$, respectively, and the krill chitin and chitosan had the highest AV, SV, WBC, and FBC of them. Chitins and chitosans did not produce emulsion but microcrystalline chitins showed emulsifying properties. Emulsifying capacity and stability of various microcrystalline chitins ranged from $18.2 \pm 4.0 \%$ to $50.1 \pm 2.5 \%$ and from $15.2 \pm 3.5 \%$ to $31.1 \pm 1.0 \%$, respectively. Dye binding capacity of microcrystalline chitins was higher than that of chitins or chitosans.

서 론

키틴(chitin, poly- β (1-4)-N-acetyl-D-glucosamine)은 게, 새우 등의 수산무척추동물이나 곤충 등에 널리 존재하고 단백질, 탄산칼슘과 함께 생물의 골격을 형성하고 있는 조직다당류이며 지구상에서 섬유소 다음으로 풍부한 유기화합물이다. 키틴은 연간 $1 \times 10^8 \sim 5 \times 10^8$ 톤 정도 어획되는 크릴에는 $0.33 \sim 1.74 \%$ 함유되어 있고(Nacz et al., 1981), 새

우나 게의 가공폐기물에는 건물량 기준으로 각각 $14 \sim 27 \%$, $13 \sim 15 \%$ 함유되어 있다(Ashford et al., 1977). 연간 세계적으로 이용할 수 있는 키틴의 함량은 150×10^3 톤 정도라고 보고되고 있다(Knorr, 1984). 이와 같이 키틴은 양적으로 풍부하지만 대부분이 폐기되고 있는 실정이고 그 이용범위는 한정되어 있다. 따라서 키틴분자의 잠재적 기능을 인위적으로 개량하여 인간생활에 유효하게 이용하도록 한다는 것은 폐기물처리나 미이용자원의 개발

본 연구는 1987년도 한국과학재단 연구비지원에 의해 수행되었음.

이라는 측면에서 볼 때 중요한 과제라 할 수 있다.

본 연구에서는 수산부산물을 유효하게 이용하기 위해 폐기되고 있는 갑각류(6종)의 껍질을 회수하여 키틴(chitin), 키토산(chitosan) 및 미세결정화키틴(microcrystalline chitin)을 제조하였고, 식품산업에 이용하기 위한 기초자료를 얻는 목적으로 이들 성분의 기능특성을 살펴보았다.

재료 및 방법

시료: 시료로 사용한 크릴껍질은 1987년 11월부터 1988년 3월 사이에 남대양에서 어획되어 -35°C 에서 급속동결한 크릴(*Euphausia superba*)을 실험실에서 해동한 후 근육부분을 제거하여 분리하였다. 붉은대게(*Chinonectes japonicus*)의 껍질은 경북 영덕군 강구면 소재 아발론베이(주, Avalon Bay)에서 폐기되고 있는 것으로 각피(脚皮)만 회수하여 사용하였다. 대롱수염새우(*Solenocera prominentis*), 필답새우(*Linuparus trigonus*), 가시발새우(*Nephrops thomsoni*) 및 꽃게(*Portunus trituberculatus*)의 껍질은 부산 자갈치시장에서 폐기되고 있는 것을 회수하여 사용하였다.

일반성분: 수분과 회분은 상법에 따라 분석하였고, 조단백질함량은 건조시료에서 수분, 회분 및 키틴함량을 뺀 나머지 함량으로 나타내었다.

키틴, 키토산 및 미세결정화(微細結晶化)키틴의 제조: Hackman의 방법(Muzzarelli, 1977a)을 약간 수정하여 조분쇄한 껍질에 2.0N HCl을 가하여 실온에서 48시간 방치하여 회분을 제거한 후 수세하였다. 이어서 1.0N NaOH로 $95\sim 100^{\circ}\text{C}$ 에서 48시간 처리하여 단백질을 제거한 다음 충분히 수세한 후 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 에서 건조하여 키틴을 제조하였다. 제조된 키틴에 47% (w/v) NaOH로 $100\sim 110^{\circ}\text{C}$ 에서 2시간 처리하여 탈아세틸화(deacetylation)한 후 충분히 수세하고 건조하여 키토산을 제조하였다. 미세결정화키틴은 Austin 등(1981)의 방법을 참고하여 제조된 키틴 150g에 85% (v/v) H_2PO_4 475ml와 2-propanol 1l을 가하여 100°C , 2시간 처리하여 키틴을 가볍게 가수분해시켰다. 여기에 2l 정도의 물을 넣고 풀어 15분간 방치하여 반응을 중지시켰다. 이를 원심분리(1,600×g, 15min)하여 침전물을 디온물과 아세톤으로 각 2회씩 수세하였다. 침전물에 약 10% 정도의 물을 첨가하여 blender로 간 후 동결건조하여 미세결정화키틴을 제조하였다. 제조된 이들 제품을 30~40mesh로 분쇄하여 실험에 사용하였

다.

탈아세틸화도 및 분자량의 측정: 탈아세틸화도는 Sannan 등(1978)의 방법에 따라 IR spectrum을 분석한 후 2878cm^{-1} 에서의 흡광도에 대한 1550cm^{-1} 에서의 흡광도의 비(A_{1550}/A_{2878})를 구하고 이 비로부터 Sannan 등(1978)이 제시한 검량선을 이용해 탈아세틸화도를 측정하였다. IR spectrum은 KBr cell을 만들어 IR spectrophotometer(Perkin-Elmer, Model 710B)로 $4000\sim 600\text{cm}^{-1}$ 에서 측정하였다. 분자량은 극한점도법으로 측정하였다. 키토산의 극한점도수는 키토산을 0.2M acetic acid+0.1M NaCl+4.0M Urea 용액에 용해시킨 후 Ostwald점도계를 이용해서 25°C 에서 구하였다. 구해진 극한점도수와 Lee의 정수(Muzzarelli, 1977b)를 통용한 변형된 Staudinger식($\eta=K\cdot W^a$: η , 극한점도수; K, 8.93×10^{-4} ; a, 0.71)으로부터 분자량을 계산하였다.

기능특성 시험: 겔보기체적은 시료 1.0g을 50ml 용 눈금실린더에 넣고 진동시키면서 더 이상 체적이 감소하지 않을 때의 체적으로 하였다. 수중침정 체적은 Takeda와 Kiriyama(1979)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 시료 1.0g을 정평하여 탈이온수 70ml과 함께 100ml 삼각플라스크에 취하였다. 물의 침투가 잘 되게 감압하여 24시간 방치한 후 100ml 눈금실린더에 정량적으로 옮겼다. 이를 실온에서 다시 24시간 방치하여 침전물이 완전히 갈아앉은 후 시료가 차지하는 부피를 ml로 나타내었다.

보수력과 지방흡수력은 Lin 등(1974)의 방법을 약간 수정하여 측정하였다. 즉, 시료 1.0g을 원심관(30mm×110mm)에 넣고 정평한 후 원심관에 보수력을 측정하기 위해서는 증류수 50ml을, 지방흡수력을 측정하기 위해서는 대두유(주, 동방유량) 10ml을 가하여 실온에서 1시간 방치하면서 vortex mixer로써 15분마다 5초동안 교반하였다. 이를 원심분리(1,600×g, 25min)하여 상층액을 버리고 원심관을 45° 기울여 30분동안 여지상에 방치한 후 무게를 측정하여 건조시료의 무게증가 %로 나타내었다.

유화성과 유화안정성은 Wang과 Kinsella(1976)의 방법을 수정하여 측정하였다. 즉, 시료 0.5g에 증류수 10ml을 가하여 균질기(Ace homogenizer, AM-8)로 5,000rpm에서 1분간 분산시킨 후, 대두유(주, 동방유량) 10ml을 가하여 15,000rpm에서 5분간 균질화하였다. 이와같이 하여 생성된 유화액을 두 원심관(12mm×110mm)에 나누어 넣고 각각 유화측정용 및 유화안정성측정용으로 하였다. 유화성은 원심관을 원심분리(1,600×g, 15min)하여 식[유

화성(%)=(유화된 층의 높이/원심관내 총내용물의 높이)×100]에 따라 계산하였다. 유화안정성은 유화액을 80℃의 수조상에서 30분 가열한 후 15℃로 냉각하여 원심분리(1,600×g, 15min)한 다음 유화성특정과 동일한 방법으로 측정하였다.

색소흡착능은 시판식용색소인 적색 40호(Red No. 40)에 대해 실험하였다. 시료 0.1g을 정평하여 일정농도의 식용색소(5~20mg dye/l water) 10ml 이 든 시험관(20mm×150mm)에 넣은 후 vortex mixer로 10초간 교반하였다. 이를 20분마다 5초간 교반하면서 1시간동안 방치하여 반응시킨 후 원심분리(1,600×g, 5min)하였다. 상층액을 모아 505nm에서 흡광도를 측정한 후(blank는 증류수) 미리 작성한 검량선을 이용해 잔존색소의 농도를 계산하였다. 색소흡착능은 처음 색소의 농도와 반응 후 잔존색소농도의 차로써 나타내었다. 이들 기능 특성값들은 3회 측정하여 그 평균값으로 나타내었다.

원료각각의 일반성분 및 제품의 수율: Table 1에 나타낸 바와 같이 원료껍질의 수분함량은 11.5%~15.8%의 범위였고 이 중 가시발새우껍질의 수분함량이 15.8%로 가장 높았다. 회분함량은 18.6%~60.6%의 범위로 원료간에 차이가 심했다. 조단백질함량이 가장 높았던 크릴껍질의 경우 회분함량은 18.6%로 가장 낮았고, 조단백질함량이 13.2%로 가장 낮았던 꽃게껍질의 경우는 회분함량이 60.6%로 가장 높았다. 이처럼 회분의 함량이 높을수록 조단백질의 함량은 낮은 경향을 나타내었다. 한편 원료껍질의 두께는 필담새우껍질이 716.0±150.0µm로 가장 두꺼웠고 크릴껍질이 57.5±14.1µm로 가장 얇았다. 6종류의 키틴의 수율은 11.2~22.7%였다(Table 2). 이중 붉은대게의 각피(脚皮)로 키틴을 제조하였을 때의 수율이 22.7%로 가장 높았다. 키토산 및 미세결정화키틴의 수율은 키틴에 대해 각각 약 70~75%, 76~80%의 범위였다.

탈아세틸화도 및 분자량: 키토산의 탈아세틸화도는 79~85% 정도로 시료간에 약간의 차이가 있었다(Table 3). 키틴의 탈아세틸화도는 11~18%로 생각보다 높았는데 이는 껍질에서 유래된 키틴은

결과 및 고찰

Table 1. Proximate compositions and thicknesses of various dried shells (g/100g dried shell)

Shell source	Moisture	Crude protein	Ash	Thickness ^{a)} (µm)
Antarctic krill (<i>Euphausia superba</i>)	11.8	48.5(59.6) ^{c)}	18.6	57.5 ± 14.1
Red snow crab ^{b)} (<i>Chionoecetes japonicus</i>)	11.5	24.6(41.8)	41.2	216.0 ± 32.5
Daelongsuyum shrimp (<i>Solenocera prominentis</i>)	12.2	22.8(46.2)	50.6	143.0 ± 20.0
Lobster (<i>Linuparus trigonus</i>)	13.5	17.0(37.5)	54.7	716.0 ± 150.0
Gasibal shrimp (<i>Nephrops thomsoni</i>)	15.8	16.2(37.5)	56.8	310.5 ± 29.2
Blue crab (<i>Portunus trituberculatus</i>)	14.2	13.2(33.5)	60.6	490.5 ± 39.9

a) Mean value ± standard deviation for 20 samples.

b) Leg shell of red snow crab.

c) Numbers in the parentheses are ash free basis.

Table 2. Yields of chitin, chitosan, and microcrystalline chitin (g/100g dried shell)

Sample source	Chitin	Chitosan	Microcrystalline chitin
Antarctic krill	21.1	- ^{a)}	-
Red snow crab	22.7	17.0	18.2
Daelongsuyum shrimp	14.4	10.6	11.3
Lobster	14.8	10.9	11.5
Gasibal shrimp	11.2	8.0	8.5
Blue crab	12.0	8.5	9.2

a) Not determined.

천연에 존재할 때부터 이미 부분적으로 탈아세틸화되어 있고(Muzzarelli, 1973), 키틴 제조과정중에 알칼리처리로 인해 어느 정도 탈아세틸화되어졌기 때문에 생각된다. 한편 키틴산의 분자량은 1.4~

3.0×10^6 의 범위로 꽃게껍질로 만든 키틴산의 분자량이 가장 컸고 필담새우껍질로 만든 키틴산의 분자량이 가장 작았다.

Table 3. Degrees of deacetylation and molecular weights of various chitins and chitosans

Sample source	Degree of deacetylation(%)		Average molecular weight
	Chitin	Chitosan	Chitosan
Antarctic krill	12	82	2.7×10^6
Red snow crab	11	79	2.2×10^6
Daelongsuyum shrimp	16	80	1.9×10^6
Lobster	18	85	1.4×10^6
Gasibal shrimp	15	80	1.6×10^6
Blue crab	15	83	3.0×10^6

기능특성: 키틴, 키틴산 및 미세결정화키틴의 겔보기체적은 $3.1 \pm 0.1 \sim 27.0 \pm 0.2 \text{ ml/g}$ (Fig. 1), 수중침정체적은 $5.1 \pm 0.1 \sim 45.0 \pm 0.2 \text{ ml/g}$ (Fig. 2)의 범위로 제조원료가 다름으로 해서 서로 차이가 컸다. 크릴껍질로 만든 키틴과 키틴산의 겔보기체적은 각각 $25.5 \pm 0.2 \text{ ml/g}$, $27.0 \pm 0.2 \text{ ml/g}$ 으로서 다른 키틴이나 키틴산의 겔보기체적보다 매우 컸다. 이는 겔보기체적이 작은 필담새우나 꽃게껍질로 만든 키틴 및 키틴산보다 약 6~7배나 큰 체적이었다. 수중침정체적도 겔보기체적과 같은 경향이어서 크릴껍질로 만든 키틴, 키틴산의 수중침정체적이 각각 $44.5 \pm 0.2 \text{ ml/g}$, $45.0 \pm 0.2 \text{ ml/g}$ 으로 가장 컸다. 이는 필담새우나 꽃게껍질로 만든 키틴, 키틴산보다 8배 이상 큰 체적이었다. 크릴껍질로 제조된 것 다음으로는 대롱수염새우껍질로 만든 키틴, 키틴산 및 미세결정화키틴의 겔보기체적 및 수중침정체적이 가장 컸다. 같은 원료로 제조된 키틴, 키틴산 및 미세결정화키틴의 겔보기체적 및 수중침정체적을 서로 비교해 보면 겔보기체적일 경우는 키틴산이 가장 컸고 미세결정화키틴이 가장 작았다. 수중침정체적일 경우는 뚜렷한 경향이 없었다.

키틴, 키틴산 및 미세결정화키틴의 보수력은 $318 \pm 40 \sim 2,382 \pm 12 \text{ g}/100 \text{ g}$ (Fig. 3), 지방흡수력은 $235 \pm 20 \sim 2,169 \pm 20 \text{ g}/100 \text{ g}$ (Fig. 4)의 범위로 보수력과 지방흡수력도 키틴, 키틴산 및 미세결정화키틴간에 제조원료가 다름으로 해서 상당한 차이가 있었다. 크릴껍질로 제조된 키틴과 키틴산의 보수력은 각각 $2,284 \pm 30 \text{ g}/100 \text{ g}$, $2,382 \pm 12 \text{ g}/100 \text{ g}$ 이었고, 지방흡수력은 각각 $2,169 \pm 20 \text{ g}/100 \text{ g}$, $1,732 \pm 29 \text{ g}/100 \text{ g}$ 이었다. 이는 다른 원료에서 제조된 것들의 보수력이나 지방흡수력보다 월등히 높은 값이었다. 크릴껍질로

제조된 키틴이나 키틴산 다음으로 보수력 및 지방흡수력이 큰 것은 대롱수염새우껍질로 만든 키틴, 키틴산 및 미세결정화키틴이었다. 같은 원료로 제조된 것을 서로 비교해 보면 보수력은 키틴산이 가장 컸고 지방흡수력은 키틴이 키틴산보다 컸다.

키틴과 키틴산은 유화성이 없었고 미세결정화키틴만 유화성이 있었다. 5종류의 미세결정화키틴의 유화성은 $18.2 \pm 4.0 \sim 50.1 \pm 2.5 \%$, 유화안정성은 $15.2 \pm 3.5 \sim 31.1 \pm 10 \%$ 의 범위였다(Table 4). 이 중 대롱수염새우껍질로 제조한 미세결정화키틴의 유화성 및 유화안정성이 가장 좋았다.

일정농도($1.0 \text{ mg dye/g sample}$)의 색소를 제조된 키틴, 키틴산 및 미세결정화키틴에 첨가하였을 경우 미세결정화키틴의 색소흡착능이 키틴이나 키틴산보다 훨씬 컸고 키틴산은 키틴보다 컸다(Fig. 5). 색소흡착능이 가장 큰 붉은대게의 각피로 제조된 미세결정화키틴의 경우는 첨가된 색소의 95%를 흡수했다. 서로 다른 원료에서 제조된 키틴, 키틴산의 색소흡착능을 비교해 보면, 크릴껍질로 제조된 키틴, 키틴산의 흡착능이 가장 컸고 가시발새우껍질로 제조된 키틴, 키틴산의 흡착능이 가장 약했다.

겔보기체적, 수중침정체적 및 보수력의 상관성: 제조된 키틴, 키틴산 및 미세결정화키틴들의 겔보기체적, 수중침정체적, 보수력, 지방흡수력, 유화성, 분자량 및 탈아세틸화도와의 상관성을 살펴본 결과 겔보기체적, 수중침정체적 및 보수력간에만 상관성이 있었다(Table 5). 표에서 알 수 있듯이 제조된 6종의 키틴, 키틴산과 5종의 미세결정화키틴들의 겔보기체적, 수중침정체적 및 보수력간에는 상관계수 0.9이상의 좋은 양의 상관성이 있었다.

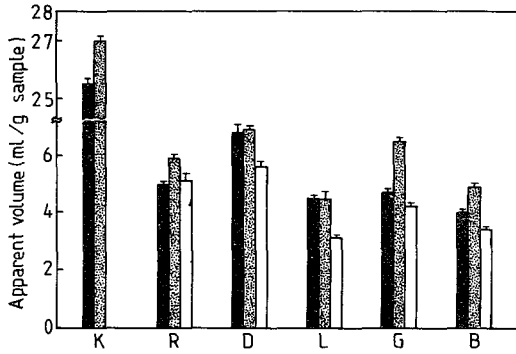


Fig. 1. Apparent volumes of various chitins, chitosans, and microcrystalline chitins. The marks in the graph mean: ■, Chitin; ▨, Chitosan; □, Microcrystalline chitin. The letters written below the graph represent the source of samples: K, Antarctic krill; R, Red snow crab; D, Daelongsuyum shrimp; L, Lobster; G, Gasibal shrimp; B, Blue crab.

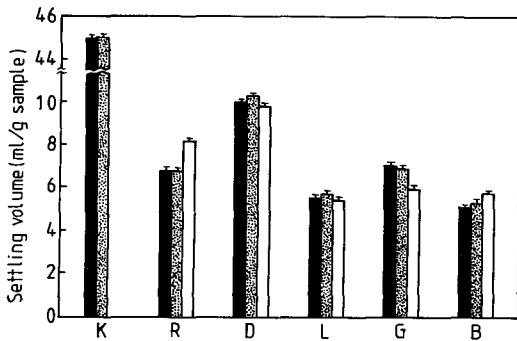


Fig. 2. Settling volumes of various chitins, chitosans, and microcrystalline chitins. Marks and the letters written below the graph are the same as described in legend to Fig. 1.

Table 4. Emulsifying properties of various microcrystalline chitins- (%)

Sample source	Emulsifying property ^{a)}	
	Activity	Stability
Red snow crab	36.0 ± 3.5	24.7 ± 2.9
Daelongsuyum shrimp	50.1 ± 2.5	31.1 ± 1.0
Lobster	49.7 ± 3.2	15.2 ± 3.5
Gasibal shrimp	43.8 ± 1.5	21.6 ± 2.0
Blue crab	18.2 ± 4.0	15.8 ± 3.7

a) Mean value ± standard deviation for 3 samples.

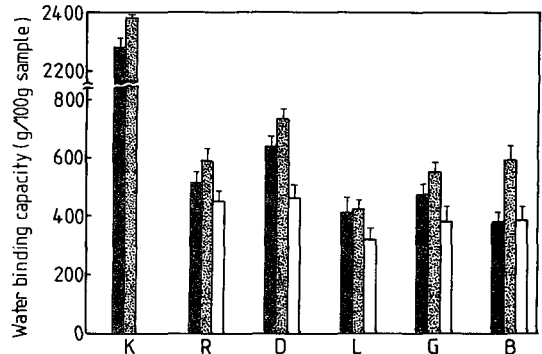


Fig. 3. Water binding capacities of various chitins, chitosans, and microcrystalline chitins. Marks and the letters written below the graph are the same as described in legend to Fig. 1.

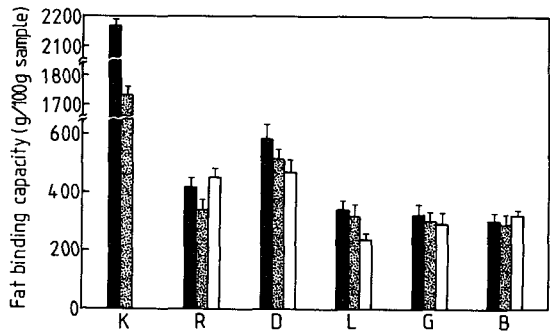


Fig. 4. Fat binding capacities of various chitins, chitosans, and microcrystalline chitins. Marks and the letters written below the graph are the same as described in legend to Fig. 1.

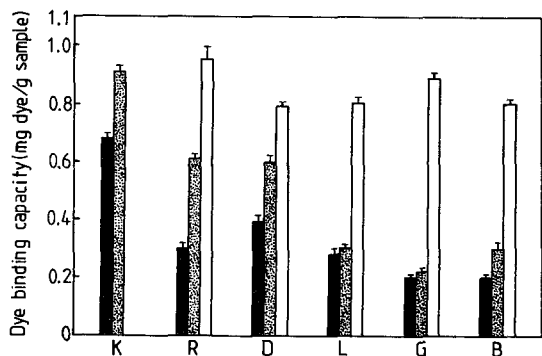


Fig. 5. Dye binding capacities of various chitins, chitosans, and microcrystalline chitins at constant added dye concentration (1.0mg dye/g sample). Marks and the letters written below the graph are the same as described in legend to Fig. 1.

미세결정화키틴들의 보수력과 수중침정체적간의 상관계수는 0.899로 다소 낮았다.

지금까지의 결과로 미루어 알 수 있듯이 제조된 키틴, 키토산 및 미세결정화키틴은 제조원료에 따

라 기능특성에 차이가 많았다. 이같은 원인에 대해서는 이들 제품의 결정화도를 살펴보는 등 좀더 상세한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Table 5. Correlations of apparent volumes, settling volumes, and water binding capacities of various chitins, chitosans, and microcrystalline chitins

	Chitin		Chitosan		Microcrystalline chitin	
	Apparent volume	Settling volume	Apparent volume	Settling volume	Apparent volume	Settling volume
Settling volume	0.999 ^{a)}		0.998		0.948	
Water binding capacity	0.999	0.999	0.997	0.997	0.935	0.899

a) Correlation coefficient.

요 약

폐기되고 있는 수산부산물물을 유효하게 이용하여 식품산업의 학술적 자료를 얻을 목적으로 6종의 갑각류의 갑각을 회수하여 키틴, 키토산 및 미세결정화키틴을 제조하여 이들 성분의 기능특성에 대해 검토하였다.

제조된 키틴, 키토산 및 미세결정화키틴들의 겔보기체적, 수중침정체적, 보수력 및 지방흡수력은 각각 $3.1 \pm 0.1 \sim 27.0 \pm 0.2 \text{ ml/g}$, $5.1 \pm 0.1 \sim 45.0 \pm 0.2 \text{ ml/g}$, $318 \pm 40 \sim 2,382 \pm 12 \text{ g/100g}$ 및 $235 \pm 20 \sim 2,169 \pm 20 \text{ g/100g}$ 의 범위였고 크릴껍질로 만든 키틴과 키토산의 겔보기체적, 수중침정체적, 보수력 및 지방흡수력이 가장 컸다. 키틴과 키토산은 유화성이 없었고 미세결정화키틴만이 유화성이 있었다. 5종의 미세결정화키틴의 유화성은 $18.2 \pm 4.0 \sim 50.1 \pm 2.5\%$, 유화안정성은 $15.2 \pm 3.5 \sim 31.1 \pm 1.0\%$ 의 범위였다. 색소흡착능은 붉은대개의 각피로 제조된 미세결정화키틴이 가장 좋았다.

문 헌

Austin, P. R., C. J. Brine, J. E. Castle and J. P. Zikakis. 1981. Chitin: New facets of research. *Science* 212, 749~753.
 Knorr, D. 1984. Use of chitinous polymers in food. *Food Technol.* 38(1), 85~97.
 Lin, M. J. Y., E. S. Humbert and F. W. Sosulki.

1974. Certain functional properties of sunflower meals. *J. Food Sci.* 39, 368~371.
 Muzzarelli, R. A. A. 1973. Natural chelating polymer. Pergamon Press, New York, pp. 85~90.
 Muzzarelli, R. A. A. 1977a. Chitin. Pergamon Press, Oxford, pp. 89~94.
 Muzzarelli, R. A. A. 1977b. Chitin. Pergamon Press, Oxford, p. 79.
 Naczki, M., J. Synowiecki and Z. E. Sikorski. 1981. The gross chemical composition of antarctic krill shell waste. *Food Chemistry* 7, 175~179.
 Revah-Moiseev, S. and A. Carroad. 1981. Conversion of enzymatic hydrolysate of shellfish waste chitin to single-cell protein. *Biotechnol. Bioeng.* 23, 1067~1078.
 Sannan, T., K. Kurita, K. Ogura and Y. Iwakura. 1978. Studies on chitin: 7.i.r. spectroscopic determination of degree of deacetylation. *Polymer* 19, 458~459.
 Takeda, H. and S. Kiriyaama. 1979. Correlation between the physical properties of dietary fibers and their protective activity against amaranth toxicity in rat. *J. Nutr.* 109, 388~396.
 Wang, J. C. and J. E. Kinsella. 1976. Functional properties of novel protein: Alfalfa leaf protein. *J. Food Sci.* 41, 286~292.

1991년 12월 5일 접수
 1992년 1월 18일 수리