

키토산 관련 산업의 현황과 전망

Current status and prospects of chitosan for industrial applications

정병옥^{1*}
Byung Ok Jung^{1*}

¹속초물산 붉은대게연구소
¹Institute of Red-Snow Crab, Sokchomulsan

Abstract

For the development of the chitosan industry in Korea, the catch of red snow crabs caught on the east coast is rapidly decreasing. Therefore, it is urgent to develop raw materials that can replace the red snow crab as the top priority to solve the supply and demand problems, as well as wastewater treatment costs account for a large proportion of the cost of chitosan. In order to solve the problems, continuous research on biological extraction methods such as enzymatic extraction and microbial fermentation will increase production efficiency and lower unit cost as well as chemical extraction methods. Further efficient manufacturing method can

be established. Establishing of novel techniques is indispensable for production of high-purity chitosan and the ability to regulate and separate the molecular weight, as well as joint research with industry, academia and research institute for the research and development of high-functional chitosan derivatives.

Key words : red-snow crab, insect, chitin, chitosan, chitooligosaccharide

*Corresponding author: Byung Ok Jung,
Institute of Red-Snow Crab, Sokchomulsan, 76, Nonggongdanji-gil, Sokcho-si, Gangwon-do, 24899, Korea
Tel: +82-33-636-0141
Fax: +82-33-633-7172
E-mail: bok6738@hanmail.net
Received February 3, 2020; revised February 14, 2020; accepted February 17, 2020

서론

지구상에서 생산되는 키토신의 양은 연간 약 1천억 톤으로 추정되며, 이는 식물이 생산하는 셀룰로오스에 필적하는 매우 큰 역할을 수행하고 있다. 또한, 키토신과 셀룰로오스는 존재량이 무한하고, 이들을 유용하게 활용하기 위한 연구와 노력이 계속되고 있다.

이 두 개의 고분자 물질이 지구 환경과 생태계의 균형을 유지하는데 주요용도는 폐수처리에서의 응집제나 탈수제와 같은 수처리제였으나(Cho 등, 1994), 인간의 면역력을 높여 self care 작용을 도와 줄 수 있다는 사실이 밝혀지게 됨에 따라 건강보조식품 시장에서 키토올리고당이 유력한 소재로 대두되기 시작하였다(Lee 등, 2005). 또한, 건강보조식품 이외에도 많은 분야에 사용되고 있는데 특히 최근에는 일반 식품음료(Rhoades 등, 2000; Park 등, 2015; Lee 등, 2000) 첨가제로서의 활용빈도가 높아지고 있는 추세이고, 식품 이외의 분야로는 축산·어업용 사료(Kim 등, 2005), 항균·항산화제(Allran 등, 1979; Jung, 1999), 폐수처리용 응집제 및 중금속 흡착제(Lee 등, 2003; Huang 등, 2000), 화장품의 소재(Kim과 Jeon, 1997), 각종 막이나 랩(Hwang 등, 2005), 의료용 인공피부(Freier 등, 2005), 수술용 봉합실(Li 등, 1992), 토양개량제 및 성장촉진제(Jin 등, 2004) 등 천연 유기농업용 자재 등 용도가 실로 매우 다양하다.

한편, 키토신·키토산이 국내시장에 활용되기 시작된지 25년이 경과했지만 초창기 폐수처리용 응집제로 활용되다가 거의 대부분이 건강보조식품으로 이용되고 있는 실정으로 매우 편협한 시장구조를 가지고 있었다. 국내 키토신·키토산 업체는 대부분 소규모로 영세하여 자체적으로 연구시설을 갖추지 못하고 있을 뿐만 아니라 산·학·연 공동연구도 한두 업체에서 2000년도 초반 활발히 진행되다가 그나마도 현재는 거의 이뤄지지 않고 있어 새로운 기능

성을 발휘할 수 있는 유도체의 개발이나 의약품으로서의 고부가가치 상품 개발이 제대로 이루어지지 않는 실정이다.

국내 키토산 가공식품은 식품공전에 올라있는 25개의 건강보조식품 중 2000년 초까지는 알로에, 칼슘제 등과 함께 3대 건강보조 식품군을 형성(고 등, 2002)하는 제품의 반열에 올라 국내 키토산 시장형성의 큰 견인요인으로 작용할 수 있지만, 영세한 키토산 업체들의 난립으로 키토산의 품질문제가 지속적으로 대두되고 이러한 문제를 기술적으로 해결되지 못해 현재는 건강식품으로서의 키토산의 시장 점유율의 급격한 감소 현상으로 이어지고 있다. 초창기 국내 키토산 시장은 건강보조식품 및 환경용 소재 분야로 치중되어 형성되어 있으며, 기술 수준에 비하여 시장이 비교적 일찍 형성되면서 급격한 발전이 예상되었지만 키토산 관련 산업체의 영세성과 연구개발의 부족으로 키토산 산업의 발전이 정체기에 이르고 있는 실정이다. 또한 최근 몇 년간 국내에서 어획되는 붉은대게의 해양수산부 통계를 보면 어획량이 급격히 감소하고 있어서 키토산 제조에 따른 원료의 수급에 문제가 발생하고 있는 실정으로 기존의 업체들이 원료 확보에 어려움을 겪고 있는 실정이다. 이에 대응하기 위한 대체 원료로 국내 또는 동남아시아 등에서 생산되는 새우 껍질의 활용방안과 곤충류를 활용한 키토산을 추출하는 기술을 개발하는 것을 적극적으로 검토하는 것도 한 방법이라 할 수 있겠다. 기존의 화학적 추출방법에서는 폐수의 배출량이 많아 폐수처리에 많은 비용과 어려움이 따르고 있어 효소와 미생물을 이용한 생물학적 추출방법으로 전환하려는 연구와 노력을 경주함으로써 환경오염을 줄이는 것은 물론 국가환경정책에도 부합할 수 있다. 고품질의 키토산과 고기능성의 키토산 유도체 개발과 추진이 향후 키토산 시장의 지속적 성장을 가능하게 하는 중요한 요소로 작용할 것으로 생각된다.

이처럼 키토산 관련 산업은 공정의 개선과 연구



개발 및 기술정도에 따라 부가가치의 극대화가 가능한 산업으로, 현재의 기술수준의 문제 및 시장왜곡 현상을 극복하기 위해서는 국가차원의 관심과 산업체와 연구자 모두 심도 있는 연구개발과 노력이 절실히 요구된다.

본론

1. 키토산개발의 역사

키토산과 화학적 구조가 거의 유사한 셀룰로오스가 1930년대에 체계적인 연구가 시작되었으나 큰 발전이 없었던 것처럼 키토산도 1960년대부터 연구가 시작되어 여러 산업분야에서 개발 가능성이 타진되었으나 진정한 산업화는 이루어지지 않고 있다.

1960년대 이탈리아의 Muzzarelli에 의해 키토산에 대한 체계적인 연구가 시작되었는데, 키토산의 물리화학적 특성 연구가 주류를 이루고 있다. 키토산의 특성인 중금속이온 흡착성을 폐수처리에 이용한 것을 필두로 오늘날에는 정밀화학이나 생물산업분야를 위해 고순도 원료와 차별화된 다양한 종류의 키토산이 요구되고 있다.

1970년대는 공장 폐수처리가 산업적 응용분야였으며 수산물 가공업체에서 폐기되는 갑각류폐기물의 부패에 의한 오염을 방지하고 키토산을 폐수처리와 단백질 회수에 응용하려는 연구개발이 주목적이었다. 키토산은 순도가 높지 않아도 슬러지 처리와 중금속과 같은 유해화합물의 흡착에 사용할 수 있다. 1970년대의 주요 과제는 게, 새우, 크릴 등의 갑각류 폐기물로부터 키토산과 키토산을 제조하는 것이었으며 수득된 키토산의 분자량, 결정화도, 물리화학적 특성에 관한 연구가 병행되었다(Muzzarelli 1977).

1978년 미국 MIT대학에서 국제키토산 학회가 처음 개최되었는데 키토산의 제조법, 물리

화학적 특성 분석, 키토산 유도체의 제조법, 의료, 폐수처리, 섬유가공, 농업 등의 응용분야로 분류된 것을 보면 관련 연구가 다양해지고 학문적 수준도 향상되었다. 제1세대 연구시기라고 하는 이 시기의 세계적 연구 중심지는 미국과 유럽지역이었으나 산업화된 예는 없었다. 주로 대학이나 연구소가 참여하였고 1978년부터 물질의 분리, 회수 분야에 관한 세계 각국에서의 특허가 증가되었다(Muzzarelli 1988).

1980년대에 연구중심이 미국과 유럽에서 일본으로 옮겨졌고, 이 시기를 제2세대 연구시기라고도 한다. 1982년 일본 농림수산성에서 10개년 계획으로 이용되지 않는 생물자원의 활용 중 껍질질의 이용에 대한 연구로 본 궤도에 올랐고 응용할 수 있는 분야가 전부 연구에 참여하였기 때문이다. 식품, 의료용 재료, 건강식품 등의 분야에서 연구되었으며, 1980년대 일본에서 1000여건에 달하는 특허출원과 600~700편의 학술논문이 발표되었는데 연구개발의 주축은 기업체였다(고 등, 2002). 1980년대 후반 일본은 우리나라를 최대의 원료시장으로 하여 동해안에서 폐기되는 양질의 붉은 대게 껍질을 확보하였으며 일본으로 수출된 붉은 대게 껍질은 일본의 키토산 생산에 상당한 도움이 되었다.

3년마다 열리는 국제키토산학회는 1991년 미국 프린스턴에서 제5회가 개최되었는데 정밀화학, 유전공학, 고순도의 키토산 제조, 의료분야 등으로 연구개발 방향이 완전히 선회되었고 천연고분자화합물로서의 중요성이 인식되면서 연구중심이 다시 유럽으로 옮겨졌고 제3세대 연구시기라고도 한다.

1990년대 중반 이탈리아의 Muzzarelli를 중심으로 프랑스, 독일, 영국, 노르웨이 등이 주축이 되어 유럽 키토산 학회가 창립되어 2년마다 열리고 있다. 유럽학회의 연구방향은 정밀화학, 생명공학, 생물산업으로서 의료용 소재, 향장첨가제, 의약품 분야에 집중되어 있다. 1997년 프랑스에서 제7회

학회가 개최되었는데 고부가가치 창출의 선두를 달리고 있는 유럽지역에서 학회가 개최되어 기대되는 바가 컸던 만큼 21세기에 전개될 키틴·키토산 산업의 방향을 제시해주었다. 2000년 일본에서 제 8회 학회는 새로운 자원을 이용한 키토산의 생산과 더불어 다양한 생리활성, 키틴·키토산 관련 효소에 연구가 집중되었으며, 여러 산업분야에서 활발히 연구 개발되고 있는 일본에서 개최된 만큼 관심을 모았다.

이밖에도 아시아-태평양 키틴·키토산 심포지움이 2년마다 개최되고 있고 일본키틴·키토산연구회도 해마다 열려 관련된 기초연구 및 응용연구가 활발히 발표되고 있다. 이와 같이 키틴·키토산은 지구의 환경과 생태계를 보전할 21세기의 기능성 신소재로서 국제적으로 주목을 받고 있다. 우리나라는 1996년 8월 23일 한국키틴키토산연구회 창립총회 및 심포지움(연구회장 이용호교수)을 시작으로 1999년 1월 한국키틴키토산학회(초대회장 김세권교수)로 승격하였으며, 2006년 4월 23일부터 26일까지 제7차 아시아태평양 키틴키토산 국제심포지움 개최(부산, BEXCO)하여 성황리에 마쳤으며 이를 계기로 키토산 관련 연구자들끼리 유기적인 연구가 이루어지게 되면서 20여년간 비약적인 발전과 함께 키토산 연구의 활성화가 되었다.

2. 국내 키토산 업체 동향

국내 키틴·키토산 제품 생산업체는 키틴·키토산 원재료를 제조하는 1차 제품업체, 키토산 올리고당 유도체 등을 생산하는 2차 제품업체, 그리고 건강보조식품을 생산하는 3차 제품업체를 구분할 수 있다. 2000년대 초반 키틴·키토산 관련 업체가 수십여개 업체가 난립하여 서로의 자생력을 잃고 키토산 시장이 왜곡되면서 기술과 연구개발이 되지 않으므로 해서 키토산 공장의 도산, 사업 철수 및 원료 공급의 부족으로 생산량 급감 현상과 M&A 등

이 이루어져서, 현재에는 업체 현황을 파악하기 매우 어려운 상황으로 한두 업체만 키토산을 생산하고 있는 실정이다.

(1) 1차 제품업체

2000년대 초까지만 해도 국내 주요 키틴·키토산 생산업체는 금호화성, 신영키토산, 태훈바이오, 양양키토산(삼성키토피아), 고려키토산(영덕키토산), 단석산업(영창씨앤씨), 속초물산(경화) 등 7개 업체였으나 특히 태훈산업은 계맛살 제조기업으로 풍부한 원료를 기반으로 키토산 및 키토올리고당 시장 참여 의사를 밝혀 키틴·키토산 시장의 판도 변화가 불가피할 것으로 전망했지만 과잉 투자로 인한 손실과 과당경쟁으로 인해 키토산 제조업체들이 거의 도산하고 현재에는 속초물산에서만 키틴·키토산을 원활히 생산하여 내수 및 수출을 하고 있는 실정이며, 금호화성과 고려키토산은 아미코젠에서 인수를 하였지만 회사 내부적인 문제인지 아니면 원료 수급(계껌질)이 되지 않아서 인지 키토산 생산이 원활하게 이뤄지지 않고 있는 것으로 알려져 있으며, 중국에서 키토산을 수입해서 2차 제품을 가공하고 있는 것으로 생각된다.

(2) 2차 제품업체

2차 제품인 키토산올리고당과 수용성키토산의 경우 키토라이프(주), 건풍바이오(주), 신영키토산(주), (주)오투바이오, 에스케이바이오랜드(주), 속초물산 등 10여개의 업체가 2000년대 초까지는 치열한 경쟁이 전개되어 건풍바이오를 비롯한 1~2 업체가 산·학협동연구를 통하여 불순물과 산이 함유되어 있지 않은 키토올리고당을 제조에 성공하여 에스케이바이오랜드(주), (주)아이기스 화진엔엔에이치, 코스맥 바이오와 일부 제약회사에 납품하고 발전을 거듭하고 있는 듯 보였으나 건강식품산업의 키토산의 인기가 하락하면서 성장세가 둔화되어 현재는 키토라이프, 건풍바이오, 에스케이바이오랜드는 속초물산



표 1. 키토산 수입업체 현황(식품의약품안전처, 2019)

식품수입명	식품구분/유형	수입업체	제조사/제조국가	비고
키토산	건강식품/원료성	주)비티씨	Chitosan World Co., LTD/베트남	
키토산	건강식품/원료성	(주)동일팜텍	The Green Labsllc/미국	
키토산	건강식품/원료성	웨이밀리프로드스(주)	United Industry Group Limited/중국	
키토산 HD1P	건강식품/원료성	(주)지큐바이오	Marine Bio Resource Co., LTD/태국	
키토산90%	건강식품/원료성	아사히고도(주)서울	Wintersun Chemical/미국	
키토산	건강식품/원료성	(주)뉴트라젠	Marine Bio Resource Co., LTD/태국	
키토산	건강식품/원료성	SKBIOLAND(주)	Chitosan World Co., LTD/베트남	
키토산	식품첨가물	(주)유진켄	Qingdao Honghai Bio-Tech Co., LTD/중국	
키토산	수입식품/비타민 /키토산 제품	모데어코리아(주)	Modere Inc./미국	
키토산	수입식품(식품첨가물)/ 키토산	주식회사 루텍	Marine Bio Resources Co., LTD/태국	
키토산	수입식품(식품첨가물)/ 키토산	주)에이스인터	Qingdao Honghai Bio-Tech Co., LTD/중국	
키토산	수입식품(식품첨가물)/ 키토산	아미코젠(주)	Weifang Kehai Chitosan Co., LTD/중국	
키토산	수입식품(건강기능식품)/ 키토산(원료성)	주)디에이치솔루션	Zhejiang Weili Chemical Co., LTD/중국	
키토산분말	수입식품(건강기능식품)/ 키토산(원료성)	주)서흥	Primex Ehf./아이슬란드	
키토산	수입식품(건강기능식품)/ 키토산(원료성)	아이비티(주)	Marine Bio Resources Co., LTD/태국	
키토산	수입식품(건강기능식품)/ 키토산(원료성)	(주)미래바이오텍	Zhejiang Aoxing Biotechnology Co., LTD/중국	
키토산	수입식품/ 기타가공품	(주)뉴트리바이오텍	Human Nutramax Inc./중국	

등이 국내에서 생산하여 제공하는 키토산과 부족한 키토산은 대부분 동남아 등지에서 수입하여 생산하는 실정이며, 일부 업체는 동남아에서 키토산을 수입하여 식품가공회사에 OEM으로 키토올리고당을 생산 의뢰하여 건강식품업체에 납품하는 실정이다.

(3) 3차 제품업체

3차 제품인 키토산 건강보조식품 업체는 LGCI, 종근당건강, 아이와이피엔에프가 주도하고 있다.

LGCI는 1999년 기준으로 500억원 가량의 매출을 기록하여, 당해연도 시장규모의 약 30% 가량을 차지하였다. 2001년 LGCI의 키토산 시장 점유율은 15%에 머물러 초창기에 비해 대폭 감소했으며, 매출도 50% 이상 감소한 것으로 나타났다. 매출감소 이유로는 1대1 마케팅 방식의 변동이 가장 큰 원인으로 지적되고 있으며, 2002년에도 성장세를 기대하기는 어려운 실정이다(월간식품저널 2001, 6). 한편, LGCI의 사업축소를 틈타 최근 일부 중소기업

표 2. 키토산 제품 수입업체 현황(식품의약품안전처, 2019)

식품수입명	식품구분/유형	수입업체	제조사/제조국가	비고
리포산올트라 키토산분말	건강기능식품/ 개별인정형	주영엔에스(주)	Primex Ehf/아이슬란드	
키토산 리퀴드 엘(2)	수입식품(첨가물)/ 혼합제제	(주)이킴	Maruzen Pharmaceuticals Co., LTD/일본	
파워블럭 키토산	수입식품/ 키토산제품	한국암웨이(주)	Access Business Group. LLC/미국	
키토산 슬림 밸런스	수입식품/ 키토산제품	(주)명성뉴트라	Nic Health/캐나다	
키토산 키쿠	수입식품/키토산/키토올 리고당제품	트렌드테크놀러지(주)	Asahi Godo Inc./일본	
키토산 함유 자른 당면	수입식품/당면	(주)이마트	Jining Shengfeng Foodstuffs Co./중국	
프리미엄 키토산 골드	수입식품/ 키토산제품	(주)헬스하우스	Natural Life Nutrition Inc./캐나다	
키토산 플러스	수입식품/ 키토산제품	(주)동원에프앤비	Jarrow Industries Inc./미국	
키토산액	수입식품(첨가물)/ 혼합제제	(주)삼진글로벌넷	Maruzen Pharmaceuticals Co., LTD/일본	
키토산 혼합제제	수입식품/ 혼합제제	(주)정우인터네셔널	Wings Foods of Alberta/캐나다	
키토라이트 키토산& 비타민C	수입식품/비타민/ 키토산 제품	(유)포라이프 리서치코리아	Biomedical Research Laboratories, LLC/미국	
키토리치 키토산	수입식품/비타민/ 키토산 제품	유니시티코리아(유)	CSB Nutrition Coporation/미국	
마인드에이스 키토산	수입식품/키토산 제품	뉴라이프	Kitosan Food Industry Co., LTD/일본	
키토산	수입식품/키토산제품	(주)디에이치씨 코리아아이앤씨	Toyo Beauty Supply Co., LTD/일본	
키토산컴플렉스앤다 이아트	수입식품/키토산제품	블랙오니스	Natural Life Nutrition Inc./캐나다	
프리미엄레드 키토산 앤 다이어트	수입식품/키토산 제품	오리진코리아	Natural Life Nutrition Inc./캐나다	
키토산 600MG	수입식품/키토산 제품	(주)네이처스토리	Atlantic Essential Products, Inc./미국	
키토산	수입식품/비타민 /키토산 제품	모데어코리아(주)	Modere Inc./미국	
키토올리고당	수입식품/키토올리고당 (원료성)	웨이리프로텍스 (주)	United Industry Group Limited/중국	
키토올리고당 분말	수입식품(가공식품)/ 기타가공품	코맥스바이오	진풍바이오/한국, 태국	
키토산 지액스	수입식품(건강기능식품)/ 키토산제품	한국코스믹라운드(주)	Shin Nihon Medical Co., LTD/일본	



표 3. 글루코사민 원료형 수입업체 현황(식품의약품안전처, 2019)

식품수입명	식품구분/유형	수입업체	제조사/제조국가	비고
글루코사민 염산염분말	수입식품/ 글루코사민	주)비오지노키	Yangzhou Rixing Bio-Tech/중국	
글루코사민 황산염	수입식품/ 글루코사민	주)미래바이오텍	Jiangsu Aoxin Bio Technology Co., LTD/중국	
디글루코사민 염산염	수입식품/ 글루코사민	화일약품(주)	Jiangsu Jiushoutang Organism Manufacture Ctures Co.,LTD/중국	
N-acetyl glucosamine	수입식품/ NAG	주)신바이오	Changsha Huir Biological Tech. Co., LTD/중국	
디글루코사민 염산염	수입식품/ 글루코사민	주)화인베이스	Zhejiang Aoxing Biotechnology Co., LTD/중국	
글루코사민 염산염	수입식품/ 글루코사민	주)오룬무역인터네셔널	Beloorbayir Biotech LTD/인도	
글루코사민 황산염	수입식품/ 글루코사민	디에이치상사	Wellable Group Marine Biological & Chemical Co., LTD/중국	
글루코사민 염산염분말	수입식품/ 글루코사민	주)다뉴	Wellable Group Marine Biological & Chemical Co., LTD/중국	
글루코사민 황산염	수입식품/ 글루코사민	주)더존피에이치씨	Wuhanyuancheng Gongchuang Technology Co.,LTD/중국	
디글루코사민 염산염	수입식품/ 글루코사민	향림산업(주)	Ethical Natural, Inc/미국	
디글루코사민 염산염	수입식품/ 글루코사민	(주)백중인터네셔널	K.-W. Pfannenschmidt GmbH/독일	
글루코사민 황산염	수입식품/ 글루코사민	에이아이코리아	Lab Express International/미국	
글루코사민 황산염	수입식품/ 글루코사민	제삼바이오잠(주)	Qingdao Highsun Biochemical Product Co., LTD/중국	
N-acetyl glucosamine	수입식품/ NAG	엔젤코리아	Evergreenlife LTD/뉴질랜드	
글루코사민 염산염	수입식품/ 글루코사민	(주)대림물산	Sinochem Qingdao Co., LTD/중국	
글루코사민 염산염	수입식품/ 글루코사민	에스케이바이오랜드(주)	Wellable Group Marine Biological & Chemical Co., LTD/중국	
디글루코사민 염산염	수입식품/ 글루코사민	이앤에스(주)	Wellable Group Marine Biological & Chemical Co., LTD/중국	
글루코사민 황산염분말	수입식품/ 글루코사민	(주)세원통상	Kaz International, Inc./미국	
글루코사민 황산염 분말	수입식품/ 글루코사민	태성트리딩	Socal Nature Inc./미국	
글루코사민 황산염	수입식품/ 글루코사민	(주)아우라코퍼레이션	Zhejiang Aoxing Biotechnology Co., LTD/중국	
키토올리고당	수입식품/ 키토올리고당	혜밀리프로덕츠(주)	United Industry Group Limeted/중국	

표 4. 글루코사민 제품 수입업체 현황(식품의약품안전처, 2019)

식품수입명	식품구분/유형	수입업체	제조사/제조국가	비고
루마-F-글루코사민1500	수입식품/ 글루코사민 제품	그린뉴트리코리아	Lifebloom Corp./미국	
조인트 글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	통라이프	Natural Life Nutrition Inc./캐나다	
애드윌글루코사민/ 조인트플러스	수입식품/ 글루코사민 제품	(주)탑포인트인터내셔널	New Zealand Nutritionals/뉴질랜드	
조인케어 글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	에이스팜	Proherb Lab./미국	
글루코사민 플러스	수입식품/ 글루코사민 제품	파마누코	Natural Life Nutrition Inc./캐나다	
무브프리글루코사민 비타민D	수입식품/ 글루코사민 제품	(유)옥시레킷벤커저	Rb Manufacturing LLC/미국	
조인트플렉스골드 글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	비타민뱅크(주)	Lifebloom Corp./미국	
글루코사민	수입식품/비타민/ 글루코사민	건강상담연구소	Natural Life Nutrition Inc./캐나다	
오스테오에센셜 글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	유니시티코리아(유)	GMP Laboratories of America Inc./미국	
프리미엄 조인트 글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	(주)저스트헬스	GMP Pharmaceuticals LTD/뉴질랜드	
글루코사민 오스빌	수입식품/ 글루코사민 제품	쓰리제이팜	Nutritional Therapeutics Inc./미국	
프로코사 글루코사민	수입식품/비타민/ 글루코사민	유사나헬스사이언스코리아(유)	Usana Health Sciences/미국	
글루코사민 황산염500	수입식품/ 글루코사민 제품	(주)동원에프앤비	Nutra Manufacturing Inc./미국	
조인트플렉스 플러스글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	메디스팜(주)	Nuera Nutraceutical Inc./캐나다	
글루코사민 조인트플러스	수입식품/ 글루코사민 제품	(주)승명	Natural Life Nutrition Inc./캐나다	
오스본포르테 글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	(주)제이엘파미스	Proherb Lab./미국	
굿헬스프리미엄 그린글루 코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	(주)굿헬스코리아	Good Health Products LTD/뉴질랜드	
리플레넥스 글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	멜라루카인터내셔널 코리아	Melaleuca Inc./미국	
오스테오에센셜글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	유니시티코리아(유)	GMP Laboratories of America Inc./미국	
글루코사민플러스	수입식품/ 글루코사민 제품	(주)씨엔씨 커뮤니케이션	Pmupharm Co./캐나다	
엠에스엠글루코사민듀얼액션	수입식품/ 글루코사민/MSM	(주)비타민마을/	Lifebloom Corp./캐나다	



식품수입명	식품구분/유형	수입업체	제조사/제조국가	비고
미건글루코사민	수입식품/비타민/ 무기질/글루코사민	(주)미건헬시스	B&A Health Products Co./미국	
프리미엄 그린 글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	(주)하이웰코리아, 헬스오션코리아	GMP Pharmaceuticals LTD/뉴질랜드	
헬시초이 글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	씨투트레이딩	Lifebloom Corp./미국	
그린글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	(주)헬스하우스	Natural Life Nutrition Inc./캐나다	
FN마골드 포르테 글루 코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	이니시아	Natureindulge/미국	
글루코사민 황산염 750	수입식품/ 글루코사민 제품	엠큐네트웍스(주)	Sante Naturelle(A.G.), Lte./캐나다	
조인트와이 글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	헬스밸런스(주)	Premium Way CANADA/미국	
솔가 글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	한국솔가(주)	Solgar Inc./미국	
글루코사민 염산염 1500	수입식품/ 글루코사민/MSA	(주)코스트코코리아	Nbty Manufacturing LLC/미국	
N-아세틸 글루코사민	수입식품/비타민/ NAG/N-아세틸글루 코사민	(주)헬시엔뉴트리션	Jarrow Industries Inc./미국	
글루코사민 골드	수입식품/ 글루코사민 제품	뉴트리코리아(주)	TNC LTD/캐나다	
엔조그린 글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	(주)엔조코리아	Enzohealth LTD/뉴질랜드	
에이피에프 글루코사민	수입식품/ 글루코사민 제품	네츄럴헬스코리아	Natural Health Inc./미국	
글루코사민 황산염	수입식품/ 글루코사민 제품	(주)백중인터내셔널	K.-W. Pfannenschmidt Gmbh/독일	
N-아세틸글루 코사민	수입식품/비타민/ NAG/N-아세틸글루 코사민	엔젤코리아	Evergreenlife LTD/뉴질랜드	
렐리 글루코사민 2000 콤플렉스	수입식품/ 글루코사민 제품	이너네이처	Natureindulge/미국	

업과 종근당건강 등, 여러 제약회사와 식품회사에서 건강식품사업부 등을 신설하여 키토산 관련 제품을 생산하여 판매하고 있지만 괄목할만한 성과는 거두지 못하는 것으로 알려져 있다. 이러한 주요인은 2000년대 초 시장을 주도해오던 키토산 관련 제품의 공급과잉에 따른 유통질서 혼란과 키토산의 기능성에 대한 소비자들의 의문이 제기되면서 어려움을 겪고 있는 것으로 생각된다.

3. 국내 키토산 관련 수입업체 동향(식품의약품안전처, 2019)

국내에서 키토산·키토산 관련 제품을 수입하는 나라는 미국, 일본, 중국, 캐나다, 베트남, 태국, 뉴질랜드, 아이슬랜드 등에서 주로 수입하고 있으며 (표1), 국내에 수입한 키토산·키토산은 수입회사가 직접 또는 OEM으로 수용성 키토산과 키토올리고당으로 제조하여 건강식품 제조회사, 식품 및 식품

표 5. 국내 붉은대게 생산량(해양수산부, 2018)

연도별	생산량[M/T]			생산금액[천원]		
	계	활어	선어	계	활어	선어
2015	41,647	2,088	39,559	60,079,172	21,609,767	38,469,405
2016	36,180	3,499	32,680	67,882,896	31,406,458	36,476,438
2017	29,686	8,108	21,578	92,522,563	61,579,336	30,943,227
2018	20,344	6,072	14,272	93,468,782	70,353,964	23,114,819

첨가물 회사 또는 화장품제조회사 등으로 납품하는 실정이고, 키토산 제품을 수입하는 회사의 경우는 건강식품 회사와 소비자에게 직접 판매한다(표 2). 또한 글루코산민 염산염, 글루코사민 황산염, N-acetylglucosamine 등의 원료를 수입하는 업체(표3)는 소분해서 판매 또는 캡슐에 넣어 상품으로 제조하여 건강보조식품으로 판매하거나 건강보조 식품회사로 납품을 하며, 글루코사민 제품을 수입하는 업체(표4)의 경우는 소비자에게 직접 판매 또는 건강보조 식품 판매 회사에 납품하는 것으로 알려져 있으나 각 업체별 수입량에 대한 통계는 잘 나타나 있지 않은 실정으로 조사가 어려웠다.

최근 2년간 키토산과 키토산 관련 제품의 수입 현황을 살펴보면, 중국산 키토산의 경우 웨일리프 로덕스(주)는 United Industry Group Limited/China, (주)유진캠과 (주)에이스인터는 Qingdao Honghai Bio-Tech Co. LTD, 아미코젠(주)은 Weifang Kehai Chitosan Co., LTD, (주)디에이치솔루션은 Zhejiang Weili Chemical Co., LTD, (주)미래바이오텍은 Zhejiang Aoxing Biotechnology Co., LTD, (주)뉴트리바이오텍은 Human Nutramax Inc. 등으로 부터 수입하였다. 태국에서 수입하는 회사는 (주)지큐바이오, (주)뉴트라젠, (주)루텍과 아이비티(주)는 Marine Bio Resources Co., LTD, 베트남에서 수입하는 회사 (주)비티씨와 에스케이바이오랜드(주)는 Chitosan World Co., LTD, 키토산 제품을 미국에서 수입하는 회사는 한국암웨

이(주)는 Access Business Group LLC., (주)동원에프앤비는 Jarrow Industries Inc., (유)포라이프리서치코리아는 Biomedical Research Laboratories Co., LTD, 유니시티코리아(유)는 CSB Nutrition Co., (주)네이처스토리는 Atlantic Essential Health Products Inc., 모데코리아(주)는 Modere INC. 이며, 캐나다에서 수입하는 회사는 (주)명성뉴트라는 NIC Health, (주)헬스하우스는 Natural Life Nutrition Inc., (주)정우인터내셔널은 Wing Foods of Alberta, 블랙오니스와 오리진코리아는 Natural Life Nutrition Inc., 일본에서 수입하는 회사는 (주)이킵 Maruzen Pharmamaceuticals Co., LTD, 트랜드테크놀로지(주)는 Asahi Godo Inc., 뉴라이트는 Kitosan Food Industry Co., LTD, (주)디에이치씨코리아아이앤씨 Toko Beauty Supply Co., LTD, 한국코스믹라운드(주)는 Shin Nihon Medical Co., LTD 등에서 수입을 하고 있으며, 글루코사민 원료형은 중국과 미국 두 나라에서 수입의 대부분을 차지하고 있으며 일부 뉴질랜드와 독일에서 수입하는 것으로 나타났다. 글루코사민 제품은 미국, 캐나다, 뉴질랜드에서 대부분 수입을 하여 판매하고 있는 것으로 조사되었다.

4. 원료수급의 불안정성

셀룰로오스 다음으로 자연계에 풍부하다고 알려진 갑각류와 곤충류 등에서 추출하는 키틴·키토산

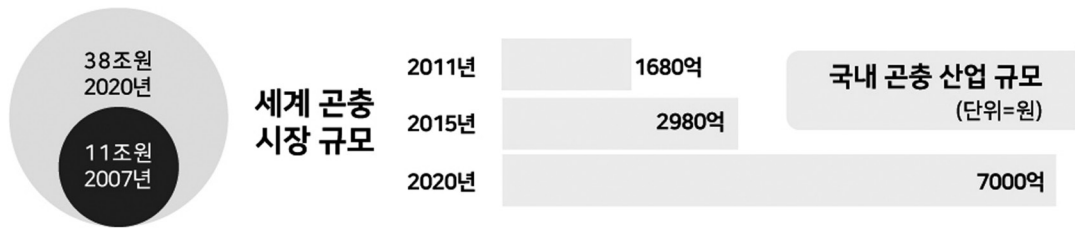


그림 1. 곤충시장 현황(농촌진흥청, 2019)

은 천연고분자 화합물이라는 점이 널리 알려져 있어 그동안 원료수급에 전혀 문제가 없을 것으로 생각되었다. 그러나 우리나라 동해안에서 어획되는 붉은 대게(홍게)의 어획이 과거 연근해 수심 200 m에서 포획되던 붉은 대게가 최근 300~500 m로 수심이 점점 깊어지면서 포획됨에 따라 포획의 어려움과 조업상 통발의 길이를 늘려야 하는 어려움으로 2016년부터는 붉은 대게 어획량이 점점 감소하기 시작하여 전년대비 13% 정도 감소 되다가 2018년에는 전년대비 31% 감소(표 5)로 해가 갈수록 붉은 대게 어획량의 감소폭이 증가하고 있으며, 국민들의 식생활의 변화로 음식점과 포장마차 등으로 붉은 대게의 판매가 확대되면서 식품공장으로 납품되는 붉은 대게의 양이 예년에 비해 절반 이하로 감소하고 있는 실정이다. 이런 추세로 어획량이 감소한다면 몇년내로 키토산의 생산이 차질이 예상되고 있다. 원료 공급 문제를 해결하지 못하면 키토산 산업의 발전을 기대하기 어렵다. 일본과 중국의 경우도 국내에서 건조한 붉은 대게 껍질과 키틴을 수입해서 키토산을 생산하였으나 국내 공급물량 부족으로 수출을 하지 못하게 되자 태국 등 동남아시아에서 새우 껍질을 수입하여 키토산을 제조하기에 이르렀다.

5. 원료수급의 안정성 확보 방안

국내에서 어획되는 붉은 대게가 거의 대부분이

붉은 대게 가공공장으로 납품되어 게 맛살등으로 가공되어 수출을 하였으나 현재에는 외식문화가 변하면서 가격을 비싸게 받을 수 있는 상인(식당, 노점상)들에게 판매를 하면서 붉은 대게 가공공장으로 납품되는 붉은 대게의 양이 현격하게 줄고 있으며, 붉은 대게 어획량도 2015년 어획량과 2018년 어획량이 48.85%로 급격하게 감소되어 기존의 국내 키토산 제조업체도 원료 부족으로 공장의 가동이 어려운 실정이다.

키토산 제조업체의 원활한 가동을 위해서는 대체 원료를 발굴하는 것이 시급한 실정이다. 국내 또는 동남아시아에서 생산되는 새우 껍질을 수집 또는 수입해서 키토산을 생산하는 방안과 요즘 국내에서 농민들에게 각광받고 있는 곤충류의 사육 농가가 급격히 증가하면서 농가수익을 창출하고 있다. 국내 곤충산업의 규모는 2011년 1,680억, 2015년 2,980억원, 2020년에는 7,000억원으로 9년간 24%의 성장률이 예상되며, 2007년 11조원에서 2020년에는 38조원으로 13년간 28.95%의 성장률(그림1)을 나타내고 있어 붉은 대게의 감소로 인한 대체 원료로 곤충류를 적극적으로 활용하는 방안을 모색하는 것도 바람직한 방향으로 생각된다.

6. 곤충을 이용한 키토산 제조 현황

현재 국내에서는 곤충을 사육하는 농장 및 농가에서 식용 및 사료용으로 사용하고 부산물로 발생

표 6. 키토산 제조방법에 따른 장단점(주간경향, 2018; 플라스틱타임즈, 2016)

추출공정		내용	장점	단점
화학적 추출		<ul style="list-style-type: none"> 탈회 : HCl처리 제단백 : NaOH처리 	<ul style="list-style-type: none"> 생물학적 방법 대비 수율이 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 고온의 제단백 공정 → 다량의 에너지 투입 수득된 키토산의 순도 낮음 유해 시약 대량 사용(HCl, NaOH, 표백제) 염산 분해 및 염산 잔류 시비 세척공정은 다량의 오염폐수 배출 → 폐수 재활용 어렵고 고비용 소요 공정 중에 키틴 변성 가능성 有
생물학적 추출	효소적 추출	<ul style="list-style-type: none"> 주로 제단백 공정에 이용 효소 가수분해에 의한 단백질 제거 	<ul style="list-style-type: none"> 환경문제에 영향이 적음 화학적 추출 대비 경제적 발효를 시키지 않으므로 공정 시간 단축(반응12hr 이내) 	<ul style="list-style-type: none"> 효소 가수분해 전후에 별도의 화학적 탈회 공정 필요 → 세척 작업 필요 → 폐수 배출 시판 효소는 crude 상태가 아니라 정제된 것이므로 비쌈(가격적 문제)
	미생물 발효	<ul style="list-style-type: none"> 주로 제단백 공정에 이용 균주의 존재 하에서 발효 제단백 및 탈회 효소를 생성하는 박테리아 균주 이용 	<ul style="list-style-type: none"> 화학적 추출 대비 경제적 환경 친화적 내부 효소의 촉매반응에 의한 반응 특이성 → 효율적 빠른 증식성 	<ul style="list-style-type: none"> 제단백 비율이 낮음 → 낮은 키틴 순도 별도의 탈회 처리 필요 극히 긴 반응시간 (5-7일 소요) 중균 관리 문제 (균의 오염, 변형 가능성) 반응조건 최적화 어려움

되는 곤충의 껍질을 활용하기 위한 노력을 경주하고 있는 것으로 알려져 있다. 그중에서 곤충을 유일하게 친환경 곤충소재로 반려동물의 프리미엄 사료 및 간식 제조와 곤충 사육을 위한 스마트팜을 운영하는 농업회사법인 푸디웜에서 직접 스마트팜에서 사육한 동애등어를 이용한 키틴을 추출하고 추출된 키틴으로부터 고순도 저분자 키토산을 제조하여 고순도로 정제하는 기술을 확립하여 정제된 고순도 저분자 키토산 콜로이드 형태로 제조에 성공하여 그 키토산을 이용한 위탁용역과제(중소벤처기업부, 2019)로 서울대학교 융합과학기술대학원 이강원 교수팀과 곤충의 잉여자원에서 추출한 키토산을 동물의 창상수복용 소재로 쓰이는 3D-printer bioink로 가공 및 개발을 완료하였으며, 개발한 3D-printer bioink 창상수복제로 중부대학교 바이오융합학부 정태호 교수팀과 공동연구를 통해서 동물실험 결과 우수한 창상회복 능력을 가진 것으로 입증되었으며, 푸디웜에서는 반려동물의 사료 및 간식을 제조하는 과정에서 부산물로 생산되

는 동애등어 껍질을 활용하여 키토산 제조할 경우 화학적 추출의 경우도 기존의 붉은 대게를 이용하여 키토산을 제조하는 경우보다 약품이 훨씬 적게 들어 경제적이라고 하며, 생물학적 추출(효소 추출, 미생물 발효)을 위하여 연구원들의 꾸준한 연구결과 좋은 성과를 거두고 있다고 하며 부족한 키토산 원료의 확보 측면에서도 커다란 변화가 예상되고 있다. 어려움이 따르겠지만 곤충을 이용한 키틴·키토산을 제조하고자 하는 업체들이 상호 정보교환과 연구개발을 통하여 키토산 산업발전에도 기여할 것으로 사료 된다. 곤충 유래 키틴·키토산의 경우 껍질에서 추출한 키틴·키토산과의 구조특성을 FT-IR과 X-선 회절분석을 통하여 비교해본 결과 구조특성의 차이는 없었으며 곤충에서 추출한 키틴·키토산은 생물학적, 화학적 활성을 나타낼 것으로 기대되는바 곤충 유래 키틴·키토산의 기능성과 활용분야에 대한 연구가 계속되어야 할 것으로 생각된다(Lee 등, 1998).

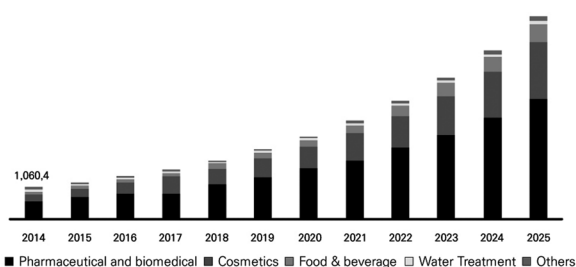


그림 2. 응용분야별 미국 키토산 시장, 2014~2025(USD million)
(grand view research, 2017)

7. 키토산의 제조방법에 따른 장단점

현재까지 국내에서 생산되는 키토산 제조공정은 화학적 처리에 의한 추출방법으로 강산과 강알칼리를 사용하여 키토산을 제조함으로써 발생하는 환경오염 및 폐수로 인한 처리에 많은 비용이 들고 있으며(주간경향, 2018), 화학약품을 사용함으로써 환경부의 규제에 대응하기 위한 많은 비용과 노력이 요구되고 있다. 물론 화학적 추출방법이 반응시간과 수율이라는 측면에서는 생물학적인 추출보다는 월등히 높으나 서로의 장·단점(표6)을 지니고 있으므로(Rao 등, 2000; Jung 등, 2007; Jo 등, 2011) 생물학적 추출방법을 화학촉매 반응에 비하여 효율성을 높이고 반응시간과 비용을 절감할 수 있는 친환경적 키토산 제조공정 연구개발에 산·학·연의 끊임 없는 연구와 노력으로 소기의 연구성과를 거둔다면 강산과 강알칼리를 사용하지 않고 키토산을 생산함으로써 폐수의 발생으로 인한 생산비용 절감은 물론 깨끗한 환경보존에 기여할 것으로 생각된다.

8. 키토산 산업의 발전과 전망

국내 키토산 제조업체의 영세성과 붉은 대게 어획량이 점점 감소하면서 그나마 유지되던 키토산 제조업체의 어려움이 더욱더 가중될 것으로 생각되며 키토산 제조에 따른 원료를 확보를 위한 방안

이 절실히 요구된다. 현재의 생산공정을 어떻게 획기적인 방법(생물학적 추출)으로 개선할 수 있는지 또한 키토산 산업의 발전에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 현재 국내에서 판매 및 응용이 건강식품 일색의 제품에서 다양한 용도를 지닌 고기능성 키토산 유도체의 연구 개발과 산·학·연 공동으로 키토산의 품질개선과 기능성에 대한 많은 연구가 진행된다면 키토산 산업의 발전에 전망은 밝다 하겠다. 글로벌 키토산 시장의 규모는 2016년부터 2025년까지 연평균 17%의 성장을 예측하고 있으며, 2015년 31억 9천달러에서 2025년 178억 4천만 달러로 규모의 키토산 시장이 확대될 것으로 예측하고 있다(그림2). 주요 키토산 시장국가는 북미, 유럽, 일본, 아시아, 태평양 순으로 유지될 것으로 나타났으며, 글로벌 키토산의 응용분야는 2015년 북미시장에서 키토산을 이용한 화장품 분야에 14억 2천만 달러에 달하였으며, 유럽시장에서는 키토산을 식·음료업계에서 2억 9천만 달러의 마케팅 시장이 형성되었다고 발표되었다(그림3). 앞으로의 최대시장은 환경친화적 폐수처리(수처리)분야의 응용될 것으로 생각되며, 제약 및 의료업계에서는 필수 소재이기는 하지만 부족한 기술력과 순도, 즉 키토산을 분자량별 분리와 조절 등의 문제로 인해 제약 및 의료업계의 성장에 걸림돌로 작용하고 있지만 꾸준한 연구개발을 통하여 해결이 가능할 것으로 생각하며, 2025년까지는 수처리, 제약 및 생물의학 분야로의 발전이 기대된다.

요약

게나 새우 갑각류의 껍질로부터 추출되는 키토산은 천연고분자로서 다양한 응용분야로 폐수처리용 응집제와 중금속흡착제, 기능성 식품 및 식품첨가제, 토양개량 및 생육촉진제, 생체재료분야의 의약 및 의료용, 섬유, 화장품, 제지 등 수많은 분야에서 연구 및 상용화가 진행되고 있다. 키토산 제조의 원

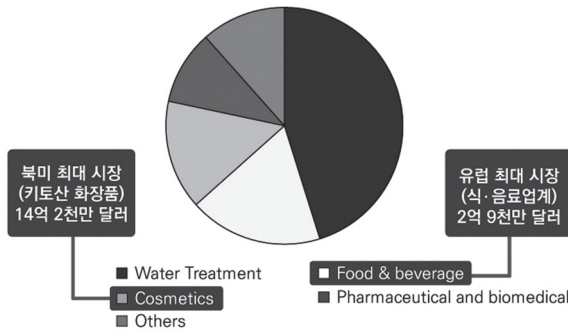


그림 3. 응용분야별 글로벌 키토산 시장, 2015(%)

료인 붉은 대게 어획량이 급격히 감소하여 원료의 부족 현상을 겪고 있어, 키토산 제조에 대체 원료의 발굴이 시급히 요구되고 있는 시점에 이르고 있다. 새우와 곤충류의 껍질을 활용하기 위하여는 새우 껍질은 동남아시아 등에서 수입, 곤충류의 껍질은 국내 사육 농가의 증가로 충분한 양의 확보가 예상되어 키토산 제조의 원료로 대체하는 방법도 고려해 볼 수 있을 것이다. 키토산은 생산단계에서 강산과 강염기를 사용해서 화학반응을 시키므로 해서 많은 양의 폐수가 발생하여 환경오염은 물론 폐수 처리 비용이 키토산의 원가에 큰 비중을 차지하고 있어, 키토산의 제조방법의 혁신적인 개선되지 않고서는 키토산 산업의 발전에 영향을 미칠 것으로 생각되며, 화학적 추출방법이 아닌 생물학적 추출 방법(효소적 추출, 미생물 발효)에 대한 꾸준한 연구와 기술개발로 화학적 추출방법 못지 않는 생산 효율을 높이고 단가를 낮출 수 있을 것으로 생각된다. 고순도 키토산의 생산과 분자량을 조절, 분리할 수 있는 기술, 고기능성 키토산 유도체의 연구개발을 위한 산·학·연의 공동연구가 절실히 요구되며 관련 기업들의 성장을 위한 제품의 혁신과 역량확대가 필연적인 과제라 할 수 있다.

참고문헌

Allran CR, Hadwiger LA. The fungicidal effect of chitosan on fungi of varying cell wall composition. *Exp. Mycol.* 3: 285 (1979)
 Carol LL, Matthew PH. An investigation into the use of chitosan

for the removal of soluble silver from industrial wastewater. *Environ. Sci. Technol.* 33: 3622-3626 (1999)
 Cho SK, Kim SJ, Jung BO, Kim JJ, Choi KS, Lee YM. Effect of wastewater treatment of partially deacetylated chitosan. *J. Korean Ind. & Eng. Chem.* 5(5): 899-903 (1994)
 Freier T, Koh HS, Kazazian K., Shoichet MS. Controlling cell adhesion and degradation of chitosan films by N-acetylation. *Biomater.* 26: 5872-5879 (2005)
 Huang C, Chen S, Pan JR. Optimal condition for modification of chitosan: A biopolymer for coagulation of colloids particles. *Wat. Res.* 34(3): 1057-1062 (2000)
 Hwang HY, Rhim JW, Nam SY. Functional chitosan membranes for pervaporation. *J. Chitin Chitosan* 10(4): 179-191 (2005)
 Jin YI, Ji MS, Kim KY, Chae GS, Chae DH, Park RD. Effect of chitin application on the early growth of Tomato. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 47: 361-365 (2004)
 Jo GH, Park RD, Jung WJ. Enzymatic production of chitin from crustacean shell waste. *Chitin, Chitosan, Oligosaccharides and their derivatives*, Boca Raton, CRC Press (2011)
 Jung BO, Kim CH, Choi KS, Lee YM, Kim JJ. Preparation of amphiphilic chitosan and their antimicrobial activities. *J. Appl. Polym. Sci.* 72: 1713-1719 (1999)
 Jung WJ, Jo GH, Kuk JH, Kim YJ, Oh KT, Park RD. Production of chitin from red crab shell waste by successive fermentation with *Lactobacillus paracasei* KCTC-3074 and *Serratia marcescens* FS-3. *Carbohydr. Polym.* 68: 746-750 (2007)
 Kim JT, Kang BC, Jee HK, Choi AJ, Kim CJ, Cho YJ, Kahn HKG, Nam KD. Effect of Chitosan-based feed additive on the growth and quality of cultured Japanese Flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. Chitin Chitosan* 10(3): 121-127 (2005)
 Kim SK, Jeon YJ. Chitin and chitosan as materials of functional cosmetics. *J. Chitin Chitosan* 2(4): 5-13 (1997)
 Lee KG, Lee YW, Kweon HY, Yeo JH, Park IK, Nam J, Seol KY. Structural characteristics of insect chitin/chitosan. *Korean J. Seric. Sci.* 40(2): 158-162 (1998)
 Lee B, Jung BO, Son T, Kim CH. A Study on the chitosan derivative having anionic carboxy groups and their flocculating characteristics. *J. Chitin Chitosan* 8(1): 24-27 (2003)
 Lee HS, Park HY, Choi YJ, Kim JJ, Jung BO, Chung SJ. Effect of chitosans on bread properties and shelf life. *Appl. Chem.* 4: 113-136 (2000)
 Lee JW, You J, Kim KH, Park YS. R&D Trend of chitin and chitosan in Japan. *J. Chitin Chitosan* 10(1): 8-11 (2005)
 Li Q, Dunn ET, Grandmaison EW, Goosen MFA. Applications and properties of chitosan. *Journal of Bioactive and Compat. Polym.* 7: 370-397 (1992)
 Muzzarelli R.A.A. *Chitin*, Pergamon Press, Oxford, U.K.(1977)
 Muzzarelli R.A.A. Carboxymethylated chitins and chitosans. *Carbohydr. Polym.* 8: 1-21



(1988)

Park GS. Quality characteristics of Muffins added with chitoologosaccharide. *J. Chitin Chitosan* 20(4): 237-244 (2015)

Rao MS, Muñoz J, Stevens WF. Critical factors in chitin production by fermentation of shrimp biowaste. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 54: 808-813 (2000)

Rhoades J, Roller S. Antimicrobial actions of degraded and native chitosan against spoilage organisms in laboratory media and foods. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 80-86 (2000)

고병열, 김상우, 박영서: 키토산. 한국과학기술정보원 (2002)

농축산식품부. 농촌진흥청. 국내곤충 산업규모 및 육성목표 (2019)

식품의약품안전처. 내손안식품안전정보 (2019)

중소벤처기업부. 곤충 외피 추출 키토산을 이용한 동물 창상 치료 용 3D-printer bio ink 개발 (2019)

플라스틱 타임즈. 게 가재 새우 껍데기로 바이오플라스틱 생산 (2016)

<http://plastictimes.co.kr/news/view.html?section=2&category=149&no=527>

주간경향. 뉴스메이커 758호 (2018)

<http://weekly.khan.co.kr/khnm.html?mode=view&article=16537&code=116>

월간식품저널. 키토산 (2001) https://www.foodnews.co.kr/bbs/list.html?table=bbs_13&idxno=50&page=1&total=12&sc_area=T&sc_word=2001

해양수산부. 어업통계 2018

Market Research Report. Chitosan market size, share & trend analysis report by application (Pharmaceutical & Biomedical, Water Treatment, Cosmetics, Food & Beverage) by region(APAC, North America, Eroupe, MEA) and segment forecasts. <http://grandviewresearch.com/industry-analysis/global-chitosan-market>. Jun. 2017.