



ไคโตซาน: ทางเลือกใหม่

ของสารต้านเชื้อจุลินทรีย์และสารต้านอนุมูลอิสระ
ในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์

**Chitosan: Alternative Choice of Antimicrobial agent
and Antioxidant in Meats and Meat Products**



ทานตะวัน พิทักษ์

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์

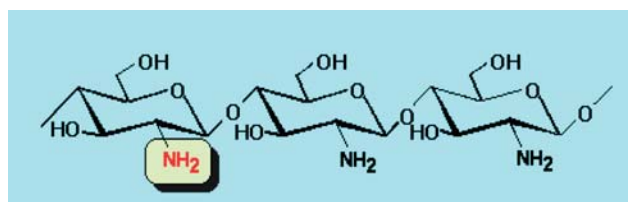
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อีเมล: fagitwk@ku.ac.th



ไคโตซานเป็นสารโพลีเมอร์ธรรมชาติชนิดหนึ่งที่มีสารตั้งต้นคือ ไคติน ซึ่งเป็นสารที่พบมากเป็นอันดับสองในโลกรองมาจากเซลลูโลส โดยพบเป็นโครงสร้างในเปลือกกุ้ง เปลือกปู แกนปลาหมึกและผิวของแมลงบางชนิด นอกจากนี้ยังพบการสร้างไคโตซานจากเชื้อจุลินทรีย์ บางชนิดอีกด้วย ไคโตซานสามารถสกัดจากไคตินด้วยปฏิกิริยาการดึงหมู่อะเซทิล (Deacetylation) โดยหมู่อะเซทิล (acetyl group, -CH₃) ในสายโมเลกุลจะถูกดึงออกและแทนที่ด้วยหมู่อะมิโน (amino group, -NH₂) ทำให้ไคโตซานมีโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วยหน่วยย่อยสองชนิด คือ D-glucosamine และ N-acetyl-D-glucosamine ในปริมาณ 70-100 และ 0-30% ตามลำดับ และหน่วยย่อยจะเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ β -1,4 glycosidic ซึ่งไคโตซานที่มีปริมาณ N-acetyl-D-glucosamine ในสายโมเลกุลต่ำ จะมีความสามารถในการละลายในกรดอินทรีย์ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากโครงสร้างมีความเป็นผลึกต่ำกว่า และมีหมู่อะมิโนและหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group, -OH) ที่มีความไวต่อการเกิดปฏิกิริยา ทำให้สามารถแตกตัวได้ดีในกรดอินทรีย์และมีความสามารถในการละลายมากขึ้น (Winterowd and Sandford, 1995) ซึ่งส่งผลให้โครงสร้างโมเลกุลของไคโตซานแตกต่างจากไคติน และทำให้ไคโตซานสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้ง่ายกว่าไคติน

ในปัจจุบันไคโตซานได้รับความสนใจในวงการอุตสาหกรรมอาหารและการวิจัยทั่วโลก เนื่องจากคุณสมบัติเด่นเฉพาะตัวที่สามารถออกฤทธิ์เป็นสารต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Antimicrobial agent) สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) และสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส (Texture modifier) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการประยุกต์ใช้ไคโตซานในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ การประยุกต์ใช้ไคโตซานเป็นสารต้านเชื้อจุลินทรีย์ และการประยุกต์ใช้ไคโตซานเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ทั้งนี้ความสามารถในการออกฤทธิ์ดังกล่าว ขึ้นอยู่กับสมบัติภายในของไคโตซาน ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุล (Molecular weight, MW)



ภาพที่ 1 โครงสร้างของไคโตซาน (chitosan)

และระดับหมู่อะเซทิลในสายโมเลกุล (degree of deacetylation, DD%) ไคโตซานสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ได้หลายรูปแบบดังต่อไปนี้

1. รูปแบบสารละลายไคโตซานในสารละลายกรดอินทรีย์เจือจาง
2. รูปแบบผงแห้ง หรือเกล็ดของไคโตซาน เช่น ไคโตซานซัลเฟต ไคโตซานกลูโคเนท เป็นต้น หรือใช้ในรูปแบบอนุพันธ์ของไคโตซาน
3. รูปแบบฟิล์มบริโภคนได้ (edible film) หรือใช้เคลือบผิว
4. รูปแบบสารประกอบร่วมกับสารอื่นๆ เช่น composite edible film
5. รูปแบบสารประกอบเชิงซ้อน (Electrostatic complex) ร่วมกับสารอื่น

การประยุกต์ใช้ไคโตซานเป็นสารต้านเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์

ไคโตซานมีความสามารถในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีทั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค และเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสีย โดยมีความสามารถในการต้านเชื้อยีสต์และราได้ดีกว่าแบคทีเรีย และสามารถต้านเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกได้ดีกว่าแกรมลบ สำหรับกลไกในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของไคโตซานยังไม่มีผู้ค้นพบอย่างแน่ชัด ไคโตซานสามารถออกฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายชนิด เช่น น้ำผลไม้ ผักและผลไม้ อาหารทะเล ขนมปังนม เนื้อสัตว์สดและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปชนิดต่างๆ เช่น ไส้กรอกและลูกชิ้น เป็นต้น (ตารางที่ 1)

วิธีหนึ่งที่ไคโตซานได้รับความสนใจในการศึกษาอย่างแพร่หลายคือ การนำไคโตซานมาผลิตเป็นฟิล์มบริโภคนได้ ซึ่งฟิล์มที่ได้มีความสามารถในการต้านทานเชื้อจุลินทรีย์ที่ดี แต่ก็มีอายุการเก็บรักษาต่ำและมักเกิดสีเหลือง ทำให้มีข้อจำกัดในการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด ซึ่งในปัจจุบันมีงานวิจัยจำนวนมากที่ได้ทำการศึกษเกี่ยวกับฟิล์มจากไคโตซาน

ในการผลิตฟิล์มบริโภคนได้จากไคโตซานทำได้โดยการละลายไคโตซานลงในกรดอินทรีย์ก่อนนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์ม ซึ่งอัตราการแพร่

และความสามารถในการละลายของไคโตซานในกรดที่นำมาเป็นตัวทำละลายนั้นแตกต่างกัน โดยกรดที่สามารถนำมาใช้ได้มีหลายชนิด เช่น กรดน้ำส้ม (acetic acid) กรดโพรพิโอนิก (propionic acid) และกรดลอริก (lauric acid) เป็นต้น การละลายไคโตซานลงในกรดลอริกที่ความเข้มข้น 1% โดยน้ำหนัก และเติม cinnamaldehyde หรือ eugenol 0.5% โดยน้ำหนัก จะสามารถยับยั้งการแพร่ของกรดดังกล่าวได้ (Ouattara et al., 2000a) เมื่อนำฟิล์มไคโตซานมาประยุกต์ใช้ในการลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียที่ผิวของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป เช่น โบโลญญา แฮมและ พาสตรามี (pastrami) พบว่าฟิล์มไคโตซานที่ละลายในกรดโพรพิโอนิกให้ผลในการยับยั้งเชื้อ Enterobacteria และ *Serratia liquifaciens* ได้ดี และสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวที่ 4 องศาเซลเซียสได้นาน 21 วัน (Ouattara et al., 2000b) ฟิล์มไคโตซานสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปที่มีความชื้นปานกลาง ด้วยวิธีการหุ้มฟิล์มไคโตซานและฉายรังสี (4 kGy) พบว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไม่มีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตหลงเหลืออยู่ (Rao, Chander and Sharma, 2005) นอกจากนี้ฟิล์มไคโตซานยังมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Aspergillus niger* ที่เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ โดยให้ผลในการยับยั้งในเกณฑ์ดีมาก และไม่พบการสร้างสปอร์ของเชื้อดังกล่าวในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ศึกษา (Sebti et al., 2005)

การเพิ่มประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของฟิล์มบริโภคนได้จากไคโตซานสามารถทำได้โดยนำมาผลิตเป็น composite edible film ร่วมกับสารอื่น เช่น ฟิล์มที่ผลิตจาก konjac glucomannan ผสมกับไคโตซานในปริมาณ 20% ของน้ำหนักฟิล์มและเติมไนซินในปริมาณ 413 IU/disk film จะให้ผลในการต้านเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* และ *Bacillus cereus* ได้เป็นอย่างดี (Li et al., 2006) หรือเพิ่มประสิทธิภาพการยับยั้งโดยการเติมสารอื่นที่มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ร่วมด้วยลงในแผ่นฟิล์ม เช่น น้ำมันกระเทียม หรือโพแทสเซียมซอร์เบท (potassium sorbate) ในปริมาณ 100 mg/g หรือไนซิน (nisin) ในปริมาณ 51,000 IU/g จะให้ผลในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* และ *Bacillus cereus* ได้เป็นอย่างดี (Pranoto et al., 2005) นอกจากนี้ การผสมน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร 4 ชนิด ได้แก่ anise, basil, coriander และ oregano ในปริมาณ 1% โดยน้ำหนัก ทำให้ฟิล์มไคโตซานมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes* และ *Escherichia coli* O157:H7 ที่แตกต่างกัน โดยฟิล์มไคโตซานที่ผสมน้ำมันหอมระเหยจาก oregano จะให้ผลที่ดีที่สุด รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจาก coriander, basil และ anise ตามลำดับ (Zivanovic, Chi and Draughon, 2005)

การผสมไคโตซานในรูปแบบ chitosan glutamate ในปริมาณ 0.005% ร่วมกับ sodium benzoate ในปริมาณ 0.025% โดยน้ำหนัก สามารถยับยั้งยีสต์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย เช่น *Saccharomyces exiguous*, *Saccharomyces ludwigii* และ *Torulasporea delbrueckii* ได้เป็นอย่างดี (Sagoo et al., 2002) การใช้เทคนิคการขึ้นรูปด้วยการอัดความดันร่วมกับการเติมไคโตซานส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาซอส (cod sausage) ที่ผลิตได้มีคุณลักษณะทางคุณภาพที่ดี มีเชื้อจุลินทรีย์ลดลง สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่ยืดหยุ่นมากขึ้นตลอดจนมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น โดยสภาวะที่เหมาะสมคือ ผสมไคโตซาน 1.5% โดยน้ำหนักร่วมกับการขึ้นรูปด้วยการอัดความดัน 350 MPa ที่

ตารางที่ 1 การประยุกต์ใช้โคโคซานเพื่อเป็นสารต้านเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ

Microorganism	Foods	References			
Bacteria	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Sausage Seafoods	Park and others (1999), Youn and others (2000) Tsai and others (2002)		
	<i>Bacillus cereus</i>	Fruits and vegetables	Devlieghere and others (2004)		
		Meat	Rao and others (2005)		
	<i>Bacillus licheniformis</i>	Seafoods	Tsai and others (2002)		
		Bread	Lee and others (2002b)		
	<i>Bacillus subtilis</i>	Bread	Lee and others (2002b)		
		Meat	Darmadji and Izumimoto (1994a)		
		Sausage	Park and others (1999), Youn and others (2000)		
	<i>Bifidobacterium bifidum</i>	Milk	Lee and Lee (2000b)		
	<i>Brochothrix thermosphacta</i>	Fruits and vegetables	Devlieghere and others (2004)		
		Meat	Lee and others (2003)		
		Sausage	Youn and others (2001b)		
	<i>Clostridium histolyticum</i>	Sausage	Youn and others (2001b)		
	<i>Clostridium perfringens</i>	Sausage	Youn and others (2001b)		
	<i>Coliform</i>	Meat	Darmadji and Izumimoto (1994b)		
		Soybean sprouts	Choi and others (2000)		
	<i>Enterobacter aeromonas</i>	Fruits and vegetables	Devlieghere and others (2004)		
	<i>Enterococcus faecalis</i>	Bread	Lee and Lee (1997)		
	<i>Escherichia coli</i>	Bread	Lee and Lee (1997)		
		Meat	Darmadji and Izumimoto (1994a), Lee and others (2003), Rao and others (2005)		
		Sausage	Park and others (1999), Youn and others (2000, 2001b)		
		Seafoods	Cho and others (1998a), Tsai and others (2002)		
		Soybean curd	Chun and others (1997, 1999)		
	<i>Lactobacillus curvatus</i>	Fruits and vegetables	Devlieghere and others (2004)		
		Meat	Lee and others (2003)		
	<i>Lactobacillus fructivorans</i>	Mayonnaise	Roller and Covill (2000)		
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Fruits and vegetables	Devlieghere and others (2004)		
		Kimchi	Lee and Cho (1998), Lee and Jo (1998), Son and others (1996), Yoo and others (1998)		
		Meat	Darmadji and Izumimoto (1994a), Lee and others (2003)		
	<i>Lactobacillus sakei</i>	Fruits and vegetables	Devlieghere and others (2004)		
	<i>Lactobacillus viridescens</i>	Meat	Sagoo and others (2002)		
		Sausage	Youn and others (2001b)		
	<i>Lactobacillus</i> sp.	Kimchi	Jang and Jeong (2005)		
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Kimchi	Yoo and others (1998)		
	<i>Leuconostoc</i> sp.	Kimchi	Lee and Cho (1998), Lee and Jo (1998), Son and others (1996)		
	<i>Listeria innocua</i>	Meat	Lee and others (2003), Sagoo and others (2002)		
		Sausage	Park and others (1999), Youn and others (2000)		
	<i>Listeria monocytogenes</i>	Fruits and vegetables	Devlieghere and others (2004)		
		Meat	Lee and others (2003)		
		Sausage	Park and others (1999), Youn and others (2000)		
		Seafoods	Tsai and others (2002)		
	<i>Micrococci</i>	Meat	Darmadji and Izumimoto (1994b)		
	<i>Micrococcus varians</i>	Meat	Darmadji and Izumimoto (1994a)		
	<i>Pedococcus acidilactici</i>	Fruits and vegetables	Devlieghere and others (2004)		
	<i>Pedococcus pentosaceus</i>	Meat	Darmadji and Izumimoto (1994a), Lee and others (2003)		
	<i>Photobacterium phosphoreum</i>	Fruits and vegetables	Devlieghere and others (2004)		
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Meat	Lee and others (2003)		
		Sausage	Park and others (1999), Youn and others (2000)		
		Seafoods	Tsai and others (2002)		
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Fruits and vegetables	Devlieghere and others (2004)		
		Milk	Ha and Lee (2001)		
	<i>Pseudomonas fragi</i>	Meat	Darmadji and Izumimoto (1994a), Lee and others (2003)		
	<i>Pseudomonades</i>	Meat	Darmadji and Izumimoto (1994b)		
	<i>Pseudomonas</i> sp.	Meat	Rao and others (2005)		
		Seafoods	López-Caballero and others (2005)		
	<i>Salmonella</i> Enteritidis	Mayonnaise	Roller and Covill (2000)		
		Meat	Lee and others (2003)		
		Sausage	Park and others (1999), Youn and others (2000, 2001b)		
	<i>Salmonella</i> Typhimurium	Bread	Lee and Lee (1997)		
		Meat	Lee and others (2003)		
		Sausage	Park and others (1999), Youn and others (2000, 2001b)		
		Seafoods	Tsai and others (2002)		
	<i>Serratia liquefaciens</i>	Meat	Lee and others (2003)		
	<i>Serratia marcescens</i>	Bread	Lee and others (2002b)		
	<i>Shigella dysenteriae</i>	Seafoods	Tsai and others (2002)		
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Bread	Lee and Lee (1997)		
		Meat	Darmadji and Izumimoto (1994a), Rao and others (2005)		
		Sausage	Park and others (1999), Youn and others (2000)		
		Seafoods	Tsai and others (2002)		
		Meat	Darmadji and Izumimoto (1994b)		
	<i>Staphylococci</i>	Meat	Tsai and others (2002)		
	<i>Vibrio cholerae</i>	Seafoods	Tsai and others (2002)		
	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Seafoods	Tsai and others (2002)		
	Yeast	<i>Candida albicans</i>	Seafoods	Tsai and others (2002)	
		<i>Candida lambica</i>	Fruits and vegetables	Devlieghere and others (2004)	
		<i>Cryptococcus humicola</i>	Fruits and vegetables	Devlieghere and others (2004)	
		<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Bread	Lee and Lee (1997), Lee and others (2002b)	
			Juice	Roller and Covill (1999)	
			Milk	Ha and Lee (2001)	
		<i>Saccharomyces exiguus</i>	Juice	Roller and Covill (1999)	
		<i>Saccharomyces ludwigii</i>	Juice	Roller and Covill (1999)	
			Meat	Sagoo and others (2002)	
		<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	Juice	Roller and Covill (1999)	
		<i>Zygosaccharomyces bailii</i>	Juice	Roller and Covill (1999)	
		Mold	<i>Aspergillus fumigatus</i>	Seafoods	Tsai and others (2002)
			<i>Aspergillus niger</i>	Bread	Lee and Lee (1997), Lee and others (2002b)
			<i>Aspergillus parasiticus</i>	Seafoods	Tsai and others (2002)
			<i>Botrydipodia lecanidion</i>	Fruits and vegetables	Chien and Chou (2006), Chien and others (2007a)
	<i>Botrytis cinerea</i>		Fruits and vegetables	Chien and Chou (2006), Chien and others (2007a), El Ghacouth and others (1992a)	
			Fruits and vegetables	Park and others (2005)	
	<i>Cladoasporium</i> sp.		Seafoods	Tsai and others (2002)	
	<i>Fusarium oxysporum</i>		Seafoods	Tsai and others (2002)	
	<i>Penicillium chrysogenum</i>		Bread	Lee and Lee (1997)	
	<i>Penicillium digitatum</i>		Fruits and vegetables	Chien and Chou (2006), Chien and others (2007a)	
	<i>Penicillium expansum</i>		Bread	Lee and others (2002b)	
	<i>Penicillium italicum</i>		Fruits and vegetables	Chien and Chou (2006), Chien and others (2007a)	
	<i>Penicillium notatum</i>		Bread	Lee and Lee (1997)	
	<i>Rhizopus nigricans</i>		Bread	Lee and Lee (1997)	
	<i>Rhizopus stolonifer</i>		Fruits and vegetables	El Ghacouth and others (1992a)	
	<i>Rhizopus</i> sp.		Fruits and vegetables	Park and others (2005)	

อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที (López-Caballero et al., 2005) จากผลในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ set fish ball ที่ทำมาจากการขึ้นรูปซูริมิ (surimi) ด้วยความร้อนโดยใช้เครื่องเอ็กทรูดเดอร์ (extruder) พบว่าอายุการเก็บรักษาจะยาวนานขึ้นเมื่อมีการเติมโคโตซาน พร้อมกับกรดน้ำส้มหรือ glucono delta lactone โดยการละลายโคโตซานในกรดน้ำส้มและผสมลงในผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะนำไปขึ้นรูป ซึ่งให้ผลในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานถึง 21 วัน โดยมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์ น้อยกว่า 1 log CFU/g เช่นเดียวกันกับโคโตซานในรูปแบบฟิล์ม (Kok and Park, 2007) การใช้โคโตซานร่วมกับสารสกัดจากมินท์ (mint extract) ให้ผลที่ดีมากในการเป็นสารต้านเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก และให้ผลในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซาลามิที่ผลิตจากเนื้อหมูเมื่อเก็บรักษาที่ 0-3 องศาเซลเซียส และสามารถยับยั้งการเกิดการเหม็นหืนได้อีกด้วย (Kanatte et al., 2008a) นอกจากนี้ยังพบว่าการผลิตสารประกอบเชิงซ้อนจากโคโตซานและกลูโคสด้วยกระบวนการให้ความร้อน เพื่อให้เกิดสารประกอบ Maillard reaction product ที่ให้ผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์และปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เป็นอย่างดี ในขณะที่การใช้สารทั้งสองตัว ดังกล่าวเพียงชนิดเดียวไม่สามารถให้ผลในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้โดยพบผลในการเป็นสารต้านเชื้อจุลินทรีย์เท่าเทียมกับการใช้โคโตซานเพียงชนิดเดียวในการยับยั้งเชื้อ *E.coli*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus cereus* ซึ่งปริมาณการยับยั้งต่ำที่สุด (minimum inhibitory concentration) ของสารประกอบเชิงซ้อนของโคโตซานและกลูโคสคือ 0.05% เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในเนื้อแกะพบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ยาวนานกว่า 2 สัปดาห์ที่อุณหภูมิแช่เย็น และยังสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของซาลามิจากเนื้อหมูได้ 28 วัน (Kanatte et al., 2008b)

ความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางด้านน้ำหนักโมเลกุลและระดับหมู่อะเซทิลในสายโมเลกุลของโคโตซาน

ซึ่งเมื่อเติมโคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างกัน ให้ผลในการยับยั้งเชื้อแตกต่างกัน เช่น โคโตซานที่มีน้ำหนักมากกว่า 300 kDalton สามารถยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ได้ดี แต่โคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่า 300 kDalton ให้ผลดีในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* เท่านั้น (Zheng and Zhu, 2003) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Juneja และคณะ (2006) พบว่า โคโตซานสามารถควบคุมการสร้างสปอร์ของ *Clostridium perfringens* ในเนื้อวัวและเนื้อไก่จวบจนระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นได้ โดยปริมาณที่ให้ผลดีที่สุดคือ 3% โดยน้ำหนัก

การประยุกต์ใช้โคโตซานเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์

โคโตซานสามารถออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ได้ แต่จำเป็นต้องมีการเตรียมหรือดัดแปรให้สมบัติดังกล่าวสูงขึ้นด้วยวิธีการต่างๆ เช่น โคโตซานที่ผ่านกระบวนการ Maillard reaction สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดี (Kanatte et al., 2008b) หรือการฉายรังสีที่ระดับความเข้ม 20 kGy ทำให้โคโตซานมีความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันและการเกิดเพอร์ออกไซด์ได้ดี (Feng et al., 2008) หรือการใช้ร่วมกับสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ซึ่งโคโตซานไฟเบอร์ที่มีสารฟลาโวนอยด์เกาะเกี่ยวในสาย จะมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้น และเพิ่มความสามารถในการต้านเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด เช่น *Bacillus subtilis* และ *Pseudomonas aeruginosa* ได้อีกด้วย (Sousa et al., 2009) การใช้โคโตซานเปรียบเทียบกับสารสกัดโรสแมรี่ และ แอลฟา-โทโคฟีรอลในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์เนื้อวัวที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส พบว่าการใช้โคโตซานเพียงชนิดเดียวให้ผลในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ดีกว่าชนิดอื่น และผลที่ดีที่สุดพบได้เมื่อใช้ร่วมกับสารสกัดโรสแมรี่ (Georgantelis et al., 2007a) ซึ่งสารดังกล่าวให้ผลเช่นเดียวกันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูสด ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (Georgantelis et al., 2007b) โคโตซานสามารถใช้ร่วมกับสารอื่นๆ อีกหลายชนิด เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น gallic acid (Pasanphan and Chirachanchai, 2008) ใช้ร่วมกับทองในระดับนาโน (Esumi et al., 2003) ใช้ร่วมกับ α -lipoic acid ในรูปแบบของการ encapsulation (Weerakody et al., 2008) และใช้ร่วมกับ disaccharide (Lin and Chou, 2004)

นอกจากนี้ ยังพบผลการออกฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระของโคโตซานที่ผลิตจากแหล่งอื่น ที่ไม่ใช่เปลือกกุ้ง เช่น โคโตซานที่ได้จากเห็ด shitake มีค่า antioxidant activities อยู่ที่ 61.6-82.4% เมื่อใช้ในปริมาณ 1 mg/ml และเมื่อเพิ่มปริมาณเป็น 10 mg/ml โคโตซานดังกล่าวมีค่า scavenging abilities อยู่ที่ 28.4-31.3% (Yen et al., 2007) ส่วนโคโตซานที่ผลิตจากเปลือกปูโดยการแช่ในสารละลายต่างเป็นเวลา 60, 90 และ 120 นาที เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระพบว่ามีค่า antioxidant activities อยู่ที่ 58.3-70.2% เมื่อใช้ปริมาณ 1 mg/ml และมีค่า reducing powers อยู่ที่ 0.32-0.44 เมื่อใช้ในปริมาณ 10 mg/ml นอกจากนี้ เมื่อใช้ในปริมาณ 10 mg/ml โคโตซานที่ผ่านการแช่สารละลายต่าง 60 นาที จะมีค่า scavenging ability เท่ากับ 28.4% สำหรับโคโตซานตัวอื่นๆ ที่ผ่านการแช่สารละลายต่าง 90 และ 120 นาที จะมีค่าเท่ากับ 46.4-52.3% ดังนั้น

ไคโตซานจากเปลือกปูจึงสามารถเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดีได้ (Yen et al., 2008) การผสมไคโตซานลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ นอกจากจะสามารถต้านทานเชื้อจุลินทรีย์ และต้านอนุมูลอิสระแล้ว ไคโตซานยังสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสและความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity, WHC) ที่ดีขึ้นอีกด้วย (Benjakul et al., 2003)

บทสรุป ไคโตซานสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อเป็นสารต้านเชื้อจุลินทรีย์ สารต้านอนุมูลอิสระและสารช่วยเพิ่มคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพดังที่ได้กล่าวข้างต้น จึงนับได้ว่าไคโตซานเป็นทางเลือกใหม่สำหรับการนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารของประเทศ เนื่องจากประเทศไทยมีวัตถุดิบ

เปลือกกุ้ง ซึ่งเป็นส่วนเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม การผลิตกุ้งแช่แข็งและกุ้งแปรรูป ในปริมาณมาก อีกทั้งไคโตซานเป็นโพลีเมอร์จากธรรมชาติที่มีสมบัติที่ดีทั้งการต้านเชื้อจุลินทรีย์ และการต้านอนุมูลอิสระ จึงมีความปลอดภัยสูงกว่าการใช้สารเคมีเพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าว ทั้งนี้การประยุกต์ใช้ไคโตซานยังต้องการการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถนำไคโตซานมาใช้ประโยชน์ได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- Benjakul, S., Visessanguan, W., Phatchrat, S., and Tanaka, M. 2003. Chitosan affects transglutaminase-induced surimi gelation. **Journal of Food Biochemistry**. 27: 53-66.
- Esumi, K., Takei, N., and Yoshimura, T. 2003. Antioxidant-potentiality of gold_/chitosan nanocomposites. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**. 32: 117-123.
- Feng, T., Du, Y., Li, J., Hu, Y., and Kennedy, J.F. 2008. Enhancement of antioxidant activity of chitosan by irradiation. **Carbohydrate Polymers**. 73:126-132.
- Georgantelis, D., Blekas, G., Katikou, P., Ambrosiadis, I., and Fletouris, D.J. 2007a. Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. **Meat Science**. 75: 256-264.
- Georgantelis, D., Ambrosiadis, I., Katikou, P., Blekas, G., Georgakis, S.A. 2007b. Effect of rosemary extract, chitosan, and α -tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausage stored at 4 oC. **Meat Science**. 76: 172-181.
- Juneja, V.K., Thippareddi, H., Bari, L., Inaysu, Y., Kawamoto, S., and Friedman, M. 2006. Chitosan protects cooked ground beef and turkey against *Clostridium perfringens* spores during chilling. **Journal of Food Science**. 71(6): M236-M240.
- Kanatte, S.R., Chander, R., and Sharma, A. 2008a. Chitosan and mint mixture: A new preservative for meat and meat products. **Food Chemistry**. 107: 845-852.
- Kanatte, S.R., Chander, R., and Sharma, A. 2008b. Chitosan glucose complex - A novel food preservative. **Food Chemistry**. 106: 521-528.
- Kok, T.N., and Park, J.W. 2007. Extending shelf life of set fish ball. **Journal of Food Quality**. 30: 1-27.
- Li, B., Peng, J., Yie, X., and Xie, B. 2006. Enhancing physical properties and antimicrobial activity of Konjac glucomannan edible films by incorporating chitosan and nisin. **Journal of Food Science**. 71(3): C174-C178.
- Lin, H.Y., and Chou, C.C. 2004. Antioxidative activities of water-soluble disaccharide chitosan derivatives. **Food Research International**. 37: 883-889.
- López-Caballero, M.E., Gómez-Guillén, M.C., Pérez-Mateos, M., and Montero, P. 2005. A functional chitosan-enriched fish sausage treated by high pressure. **Journal of Food Science**. 70(3): M166-M171.
- No, H.K., Meyers, S.P., Prinyawiwatkul, W., and Xu, Z. 2007. Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: A review. **Journal of Food Science**. 72(5): R87-R100.
- Ouattara, B., Simard, R.E., Piette, G., Bégin, A., and Holley, R.A. 2000a. Diffusion of acetic and propionic acids from chitosan-based antimicrobial packaging films. **Journal of Food Science**. 65(5): 768-773.
- Ouattara, B., Simard, R.E., Piette, G., Bégin, A., and Holley, R.A. 2000b. Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan. **International Journal of Food Microbiology**. 62: 139-148.
- Pasanphan, W., and Chirachanchai, S. 2008. Conjugation of gallic acid onto chitosan: An approach for green and water-based antioxidant. **Carbohydrate Polymers**. 72: 169-177.
- Pranoto, Y., Rakshit, S.K., and Solokhe, V.M. 2005. Enhancing antimicrobial activity of chitosan films by incorporating garlic oil, potassium sorbate and nisin. **LWT**. 38: 859-865.

- Rao, M.S., Chander, R., and Sharma, A. 2005. Development of shelf-stable intermediate-moisture meat products using active edible chitosan coating and irradiation. *Journal of Food Science*. 70(7): M325-M331.
- Sagoo, S.K., Board, R., and Roller, S. 2002. Chitosan potentiates the antimicrobial action of sodium benzoate on spoilage yeast. *Letters in Applied microbiology*. 34: 168-172.
- Sebti, I., Martial-Gros, A., Carnet-Panties, A., Grelier, S., and Coma, V. 2005. Chitosan polymer as bioactive coating and film against *Aspergillus niger* contamination. *Journal of Food Science*. 70(2): M100-M104.
- Sousa, F., Guebitz, G.M., and Kokol, V. 2009. Antimicrobial and antioxidant properties of chitosan enzymatically functionalized with flavonoids. *Process Biochemistry*. 44: 749-756.
- Winterowd, J.G. and Sandford, P.A. 1995. Chitin and chitosan. In M.S. Alistair (ed.), *Food polysaccharides and their applications*, pp. 441-462. New York: Marcel Dekker.
- Weerakody, R., Fagan, P., and Kosaraju, S.L. 2008. Chitosan microspheres for encapsulation of α -lipoic acid. *International Journal of Pharmaceutics*. 357: 213-218.
- Yen, M.T., Tseng, Y.H., Li, R.C., and Mau, J.L. 2007. Antioxidant properties of fungal chitosan from shiitake stipes. *LWT*. 40: 255-261.
- Yen, M.T., Yang, J.H., and Mau. 2008. Antioxidant properties of chitosan from crab shells. *Carbohydrate Polymers*. 74: 840-844.
- Zheng, L.Y., and Zhu, J.F. 2003. Study on antimicrobial activity of chitosan with different molecular weights. *Carbohydrate Polymers*. 54(4): 527-530.
- Zivanovic, S., Chi, S., and Draghorn, A.F. 2005. Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. *Journal of Food Science*. 70(1): M45-M51.



กว่า 5,000 เครื่องต่อปี ที่โรงงานอุตสาหกรรมทั่วโลก
มั่นใจและเลือกใช้ เครื่องพันพาเลทโรโบแพค



We pack your business.

<p>เครื่องพันพาเลท ROBOPAC</p> 	<p>เครื่องซีลสุญญากาศ (Vacuum) HENKELMAN</p> 	<p>เครื่องปิดกล่อง P-3M</p> 	<p>เครื่องรัดกล่อง</p> 	<p>เครื่องบรรจุ ของเหลว ของหนัก</p> 
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

บริษัท วรกุลชัย แพ็คเกจ ซีล จำกัด
20 ซ. เพชรเกษม 28 แยก 5 แขวงบางจาก เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160
Tel. 0-2868-5870-5 Fax. 0-2457-5229
www.worakulchai.com, E-mail: thanida@worakulchai.com

อะไหล่และทีมงาน
พร้อมบริการ
ทั่วประเทศ