ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 28:273-282 (2537)

การผลิต Carboxymethyl-chitin เพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร

Study on Carboxymethyl-chitin Production and its Application in Food Industry

ชิดชม ฮิรางะ[1] จุฬาลักษณ์ จารุนุช[2] และ กาญจนารัตน์ ทวีสุข[1]

Chidchom Hiraga, Chulaluck Charunuch and Kanjanarat Thaveesook

ABSTRACT

On the production of carboxymethyl-chitin (CM-chitin), alkali chitin was prepared by mercerized chitin in 50, 55, 60 and 65% (W/V) NaOH solution. After keeping over night at 0 and -20°C, the resulted frozen alkali-chitin was alkylated with the addition of monochloroacetic acid in 2-propanol. CM-chitin obtained from the various conditions showed different properties. The degree of carboxymethyl group substitution at C_6 studied by IR and ^{13}C NMR ranged from 0.38 to 0.7 depending on the concentration of sodium hydroxide. CM-chitin could be effectively used as an emulsifier, thickener, stabilizer in salad dressing and bodying agent in sweetened soft drinks.

Key words : CM-chitin, carboxymethyl-chitin, water soluble derivative of chitin

บทคัดย่อ

การผลิต carboxymethyl-chitin (CM-chitin) โดยใช้ NaOH ความเข้มข้นร้อยละ 50, 55, 60 และ 65 (W/V) ทำปฏิกริยากับ chitin ที่อุณหภูมิ 0 และ -20°ซ. หลังจากทิ้งไว้ค้างคืนจึงนำ alkalichitin ที่เตรียมได้มาทำปฏิกริยา alkylation กับกรด monochloroacetic ใน 2-propanol ผลการทดลองปรากฏว่า CM-chitin ที่ผลิตได้ในแต่ละสภาวะมีคุณภาพแตกต่างกัน และมีค่า degree of substitution (D.S.) ของ carboxymethyl กรุ๊ปที่ตำแหน่ง C_6 ซึ่งศึกษาโดย IR และ ^{13}C NMR อยู่ในช่วง 0.38-0.7 ขึ้นกับความเข้มข้นของ NaOH ที่ใช้ สำหรับการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอาหาร พบว่า สามารถใช้เป็นสาร emulsifier,

1 ฝ่ายผลิตทดลอง สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Dept. of Pilot Plant, Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Bangkok 10903, Thailand.

2 ฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Dept. of Product Development, Institute of Food Research and Product Development Kasetsart University, Bangkok 10903, Thailand.

thickener, stabilizer ในผลิตภัณฑ์ salad dressing และทำหน้าที่เป็น bodying agent ในผลิตภัณฑ์น้ำหวานเข้มข้นอย่างได้ผล

คำนำ

ปัจจุบันไคติน (chitin) เป็นสารสกัดจากธรรมชาติที่ขณะนี้ทั่วโลกให้ความสนใจศึกษากันมาก เนื่องจากเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่พบมากในธรรมชาติ เช่นเดียวกับเซลลูโลส สามารถสกัดได้จากเปลือกกุ้ง และกระดองปู ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีราคาถูก นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติพิเศษหลายประการที่ช่วยส่งเสริมให้ไคตินเป็นสารดึงดูดความสนใจในการศึกษาวิจัย เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ทั้งในด้านการแพทย์ เภสัช เกษตร และอุตสาหกรรม คุณสมบัติดังกล่าวได้แก่ คุณสมบัติในด้านความเหนียว ความสามารถในการย่อยสลายได้ด้วยขบวนการทางชีวภาพ และเป็นสารที่ไม่ว่องไวต่อปฏิกริยาทางเคมี เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ไคตินเป็นสารที่ไม่ละลายในน้ำและตัวทำละลายส่วนมาก ดังนั้นการนำมาใช้ประโยชน์จึงค่อนข้างจำกัดทำให้งานวิจัยที่เกี่ยวกับไคตินส่วนมากเกี่ยวข้องกับความพยายามที่จะดัดแปลงโครงสร้างของไคตินให้อยู่ในรูปอนุพันธ์ต่างๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้น และในจำนวนนี้พบว่าไคตินในรูปของ Carboxymethyl chitin หรือ CM-chitin มีคุณสมบัติพิเศษคือสามารถละลายได้ในน้ำ เตรียมได้จากปฏิกริยาของ alkali-chitin กับ monochloroacetic acid ใน iso-propyl alcohol (Somorin *et al.*,1982) คุณสมบัติในการละลายนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนของ carboxyl group ที่เข้าแทนที่ในปฏิกริยา จากการศึกษาของ Tokura *et at.*, (1984) เกี่ยวกับคุณสมบัติทางเคมีของ CM-chitin พบว่า มีคุณสมบัติเป็น chelating agent และ polyelectrolyte เมื่อนำไปละลายน้ำให้ความหนืด ส่วนการศึกษาทางด้านชีวภาพ CM-chitin นอกจากไม่เป็นพิษแล้ว ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเซลเม็ดเลือดขาว (macrophages) และช่วยยับยั้งการเจริญของเนื้องอกและเซลมะเร็ง ที่ต่อมน้ำเหลืองและปอดในหนูทดลองได้ สำหรับคุณสมบัติอื่นๆ ยังอยู่ในระหว่างการศึกษาค้นคว้า ดังนั้น CM-chitin จึงเป็นสารที่น่าสนใจที่จะนำมาศึกษาเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิต และการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม เนื่องจากการวิจัยเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ประโยชน์ทางด้านนี้ยังมีน้อย อีกทั้งขณะนี้ประเทศไทยก็ได้เริ่มมีการวิจัยเกี่ยวกับการผลิตไคตินจากเปลือกกุ้งแล้ว จึงควรที่จะสนับสนุนให้มีการขยายงานวิจัยที่เกี่ยวกับไคตินให้มากยิ่งขึ้นเพราะประเทศไทยเป็นประเทศที่มีวัตถุดิบในการผลิตไคตินอยู่มากและมีราคาถูก หากมีการนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้ให้เกิดอุตสาหกรรม ก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อประเทศชาติ

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิต CM-chitin จากไคตินที่ผลิตได้จากเปลือกกุ้ง และศึกษาคุณสมบัติเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจาก CM-chitin เป็นสารที่ไม่เป็นพิษ และมีโครงสร้างคล้ายคลึงกับ CMC (carboxymethyl cellulose) ซึ่งผลิตจากเซลลูโลสของพืช และจัดเป็นสารเจือปนในอาหารจำพวกกัม (gum)

อุปกรณ์และวิธีการ

ไคตินที่ใช้ในการทดลองเตรียมได้จากเปลือกกุ้งกุลาดำนำมาสกัดไคตินตามวิธีของ Tokura and Nishimura (1986) และนำมาบดละเอียดขนาด 45-60 mesh ก่อนใช้

การผลิต Carboxymethyl chitin (CM-chitin)

การผลิต CM-chitin วางแผนการทดลองแบบ Split Plot design ทำการทดลอง 2 ซ้ำ มีขั้นตอนการผลิตคือ

1. การเตรียม alkali-chitin

ชั่งไคติน 10 กรัม ผสมกับ NaOH 40 มล. ที่ความเข้มข้นร้อยละ 50, 55, 60 และ 65 (w/v) ตามลำดับ ทิ้ง

ไว้ที่อุณหภูมิ 4° ซ. นาน 1 ชม. จากนั้นนำไปแช่แข็งทิ้งไว้ค้างคืนที่อุณหภูมิ 0 และ -20°ซ. ตามลำดับ จะได้ alkali-chitin

2. การเตรียม CM-chitin

นำ alkali-chitin ที่เตรียมได้มาทำให้ละลายใน 2-propanol ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นค่อยๆ เติม กรด monochloroacetic จนกระทั่งสารทั้งหมดที่ทำปฏิกริยาอยู่ในสภาพเป็นกลาง แยก residue ที่เป็นตะกอนของเกลือออกโดยการล้าง CM-chitin ด้วย ethanol แล้วนำมาละลายในน้ำ ตกตะกอน CM-chitin อีกครั้งด้วย acetone ล้างด้วย ethanol นำมาขจัด residue ที่เหลือออกอีกโดยวิธี dialyze ใน deionized water ทำให้แห้งโดยวิธี lyophilize CM-chitin ที่ผลิตได้นำมาศึกษาคุณสมบัติเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

การศึกษาคุณสมบัติของ CM-chitin

CM-chitin ที่ผลิตได้นำมาศึกษา

1. degree of carboxymethylation ศึกษาการแทนที่ของ carboxymethyl กรุ๊ปที่ตำแหน่ง C_6 ของ chitin จาก Infrared absorption spectrum ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้ Infrared spectrophotometer และ KBr pellet methodology และ ^{13}C NMR spectrum (วัดได้จาก Bruker AF-C (200 MH_2) spectrometer ใน D_2O ที่อุณหภูมิห้อง) ปริมาณ carboxymethyl group ที่เข้าแทนที่ในปฏิกริยา (Degree of substitution) คำนวณได้จาก intensity ratio ของ carbonyl signals ระหว่าง carboxyl และ acetamide กรุ๊ป จาก ^{13}C NMR spectrum

2. ความสามารถในการละลาย โดยนำมาวิเคราะห์หาปริมาณของ water insoluble วิเคราะห์ปริมาณความชื้น และ pH

3. วิเคราะห์ค่าความหนืดเมื่อละลายในน้ำ (viscosity) วัดค่าความหนืดโดย Brookfield RVT viscometer ที่อุณหภูมิ 25°ซ. , 20 rpm.

การใช้ประโยชน์ของ CM-chitin ในอุตสาหกรรมอาหาร

นำ CM-chitin ที่เตรียมได้มาศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสหกรรมอาหาร โดยนำมาทดลองใช้เป็นสารเจือปนในอาหาร ศึกษาคุณสมบัติในการทำหน้าที่เป็น emulsifier, stabilizer และ thickener ในผลิตภัณฑ์ salad dressing และศึกษาคุณสมบัติในการทำหน้าที่เป็น bodying agent ในผลิตภัณฑ์น้ำหวานเข้มข้น

1. ในผลิตภัณฑ์ salad dressing ได้ทำการทดลองผลิต salad dressing ที่ผสม CM-chitin (D.S.= 0.38) ในอัตราส่วนต่างๆ กัน เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ 3 สูตรคือ

สูตรที่ 1 มีไข่ไก่ผสมอยู่ในปริมาณร้อยละ 8 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด สูตรนี้ใช้เป็นสูตรควบคุม

สูตรที่ 2 ลดปริมาณไข่ไก่ลงครึ่งหนึ่งของปริมาณที่ใช้ในสูตรที่ 1 และเติม CM-chitin ในปริมาณร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

สูตรที่ 3 ไม่มีไข่ไก่ผสมในสูตร แต่เติม CM-chitin ในปริมาณร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

salad dressing ที่ผลิตได้หลังจากเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 3 เดือน นำมาวิเคราะห์หาค่าความหนืด โดย Brookfield RVT viscometer และเปรียบเทียบความคงตัวของผลิตภัณฑ์

2. ในผลิตภัณฑ์น้ำหวานเข้มข้น ได้ทำการทดลองผลิตน้ำกระเจี๊ยบเข้มข้น เปรียบเทียบกันระหว่างน้ำกระเจี๊ยบเข้มข้น ที่ได้จากการนำเอาน้ำเชื่อม หรือน้ำตาลผสมกับน้ำในอัตราส่วนร้อยละ 65 กับ น้ำกระเจี๊ยบเข้มข้นที่ใช้สารละลาย CM-chitin (D.S.=0.38) ความเข้มข้นร้อยละ 3 แต่งกลิ่น สี และรสด้วยสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแห้ง กรด (ซิตริค) และเกลือ NaCl เพื่อศึกษาคุณสมบัติของ CM-chitin ในด้านความคงตัว และการทำหน้าที่เป็น bodying agent

ผลและวิจารณ์

การผลิต CM-chitin

จากการทดลองผลิต CM-chitin โดยการแปรค่าความเข้มข้นของ NaOH และอุณหภูมิที่ใช้ในการเตรียม alkali-chitin เพื่อศึกษาสภาวะในการผลิต CM-chitin ผลการทดลองจากการวิเคราะห์ค่า degree of substitution (D.S.) ของ carboxymethyl กรุ๊ป ที่ตำแหน่ง C_6 ของ CM-chitin ซึ่งวิเคราะห์โดย IR และ ^{13}C NMR spectrum แสดงใน Figure 1, 2, 3 และ 4

จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของ NaOH ที่ใช้ในปฏิกริยาการเตรียม alkali-chitin มีผลต่อค่า D.S. ของ CM-chitin ที่ผลิตได้โดย CM-chitin ที่ผลิตได้ที่ความเข้มข้นของ NaOH ร้อยละ 55 มี D.S. สูงสุดคือ 0.7 และค่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของ NaOH เพิ่มขึ้น ส่วนอุณหภูมิของปฏิกริยาซึ่งควบคุมที่จุดเยือกแข็งที่อุณหภูมิ 0 และ -20°ซ. ไม่มีผลต่อค่า D.S. ของ CM-chitin ที่ผลิตได้ เนื่องจาก CM-chitin เป็นสารประเภท ether ซึ่งโดยทั่วไปสารประเภทนี้สามารถเตรียมได้จากปฏิกริยา ระหว่าง alkoxide กับ alkyl halide (Raymond and Carraher 1988) และโดยที่ ไคติน เป็นโพลี่เมอร์ ที่มีหมู่ OH เป็น pendant group ดังนั้น ไคติน จึงสามารถทำปฏิกริยากับ NaOH ให้ alkoxide หรือ alkali-chitin ได้และ alkali-chitin นี้ เมื่อนำไปทำปฏิกริยากับสารพวก alkyl halide เช่น กรด monochloroacetic จะได้สารประเภท ether หรือ carboxymethyl-chitin จากปฏิกริยาดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ความสามารถในการแทนที่ของหมู่ carboxymethyl จะมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับคุณภาพของ alkali-chitin ที่เตรียมได้ในขั้นแรก ดังนั้นจากการทดลองจึงพบว่า ความเข้มข้นของ NaOH ที่ใช้มีผลต่อค่า D.S.ของ CM-chitin ที่ผลิตได้

ในการเตรียม เพื่อให้ได้ alkali-chitin ที่มีคุณภาพดี นอกจากต้องคำนึงถึงความเข้มข้นของ NaOH ที่ใช้ในการทำปฏิกริยาแล้ว จากการทดลองของ Somorin *et al.*, (1982) พบว่า freezing process มีความจำเป็นต่อปฏิกริยาการเตรียม alkali-chitin ด้วย ในการทดลองนี้จึงได้เตรียม alkali-chitin โดยควบคุมอุณหภูมิของปฏิกริยาที่อุณหภูมิ 0 และ -20°ซ. ผลการทดลองพบว่า CM-chitin ที่ผลิตได้มีค่า D.S.ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นในการผลิต CM-chitin การควบคุมอุณหภูมิของปฏิกริยาในระหว่างการเตรียม alkali-chitin ไว้ที่ 0°ซ . ก็น่าจะเพียงพอ

การศึกษาคุณสมบัติของ CM-chitin

ผลของการวิเคราะห์และทดสอบคุณภาพของ CM-chitin จาก Table 1 พบว่าคุณสมบัติในด้านการละลายน้ำและความหนืดของ CM-chitin ขึ้นกับค่า D.S. คือ CM-chitin ที่มี D.S. ต่ำจะมีความสามารถ ในการละลายน้ำได้น้อย และมีความหนืดต่ำ ความสามารถในการละลายน้ำ และความหนืดจะเพิ่มขึ้น เมื่อ D.S. ของ CM-chitin มากขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่าค่าความหนืดของ CM-chitin ในบางตัวอย่างมีค่าต่ำกว่าที่ควรจะเป็น อาจเป็นเพราะ ในตัวอย่างนั้นๆ มี residue ที่เป็นเกลือ NaCl ตกค้างอยู่ ซึ่งเกลือ NaCl นี้จะมีผลทำให้ความหนืดของ CM-chitin ลดลง (Somorin *et al.*, 1982)

สำหรับค่า pH ของ CM-chitin ทั้ง 8 ตัวอย่าง มีค่าอยู่ในช่วง pH 4.37-6.24 ค่า pH นี้เป็นดรรชนีที่แสดงให้เห็นว่าปฏิกริยาการเตรียม CM-chitin โดยการเติมกรด monochloroacetic เพื่อทำปฏิกริยากับ alkali-chitin เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ เพราะในการเติมกรดเพื่อให้เกิดปฏิกริยาการแทนที่ของหมู่ carboxymethyl จะต้องควบคุมอัตราเร็วของการเติมกรดให้เหมาะสม และเมื่อปฏิกริยาสิ้นสุดลง pH สุดท้ายควรมีค่าเป็นกลาง แต่จากการทดลองพบว่าบางตัวอย่างมี pH ต่ำ แสดงว่าในตัวอย่างนั้นการควบคุมอัตราเร็วของการเติมกรดยังไม่เหมาะสม อัตราการเติมกรดเร็วเกินไปทำให้ pH ลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งก็จะมีผลต่อค่า D.S.ด้วย ทำให้ CM-chitin ที่ผลิตขึ้นในสภาวะดังกล่าวมี D.S. ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

Table 1 Properties of CM-chitin produced in various conditions.

Conditions of Production	Properties				
	D.S.	water insoluble (%)	viscosity (cps)	pH	moisture (%)
Reactiontemp. 0°C.					
50% NaOH	0.38	36.6	l02.5	6.24	5.8l
55% NaOH	0.7	0.6	l85	5.47	5.45
60% NaOH	0.52	3.1	l55	5.50	5.25
65%NaOH	0.42	23.1	92	5.30	5.9l
Reactiontemp -20°C.					
50% NaOH	0.36	32.l	90	5.2	5.65
55% NaOH	0.7	0.4	l82.5	5.32	5.43
60% NaOH	0.5	2.8	l50	5.40	5.72
65% NaOH	0.44	28.2	72.5	4.37	5.67

การใช้ประโยชน์ของ CM-chitin ที่ผลิตขึ้น

เนื่องจาก CM-chitin เป็นสารที่มีคุณสมบัติและโครงสร้างคล้ายคลึงกับ CMC (carboxymethyl cellulose) มาก นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติพิเศษคือสามารถจับกับโลหะโดยเฉพาะ calcium ion (Tokura et al., l984) ดังนั้นจึงเป็นสารที่น่าจะนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่นเดียวกับ CMC เช่น ในอุตสาหกรรมอาหาร อาจนำมาใช้เป็นสารเจือปนในอาหารเช่นเดียวกับ CMC ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้ทดลองใช้ CM-chitin เป็นสารเจือปนในอาหารเพื่อศึกษาคุณสมบัติในการทำหน้าที่เป็น emulsifier, stabilizer และ thickener ในผลิตภัณฑ์ salad dressing และศึกษาคุณสมบัติในการทำหน้าที่ bodying agent ในผลิตภัณฑ์น้ำหวานเข้มข้น

l. ในผลิตภัณฑ์ salad dressing ได้ทดลองผลิต salad dressing ที่มีไข่ไก่และ CM-chitin ผสมอยู่ในปริมาณต่างกัน 3 สูตร เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ผลการทดลองพบว่า salad dressing ที่ผลิตได้ หลังจากเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 3 วัน ไม่พบการแยกชั้นของน้ำเกิดขึ้นแต่หลังจากนั้นจะค่อยๆ มีการแยกตัวของน้ำเกิดขึ้น และหลังจากเก็บ salad dressing ไว้นาน 3 เดือน นำมาศึกษาคุณภาพพบว่า salad dressing ทั้ง 3 สูตร มีน้ำแยกตัวออกมาในปริมาณมากน้อยต่างกัน คือ สูตรที่ 2 มีปริมาณน้ำแยกตัวออกมาน้อยกว่าสูตรที่เป็นชุดควบคุม และสูตรที่ 3 มีปริมาณน้ำแยกตัวออกมาในปริมาณเท่ากับสูตรที่เป็นชุดควบคุมสาเหตุที่ทุกสูตรมีปริมาณน้ำแยกตัวออกมาหลังจากที่ตั้งทิ้งไว้ระยะหนึ่ง อาจเป็นเพราะสูตรที่นำมาใช้ในการผลิต salad dressing นี้ สัดส่วนของส่วนผสมต่างๆ ยังไม่เหมาะสม ทั้งในด้านปริมาณของไข่ไก่และ CM-chitin ที่ใช้ อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองพบว่า สูตรที่ 2 และ 3 ซึ่งมี CM-chitin ผสมอยู่นั้นปริมาณน้ำที่แยกตัวออกมามีน้อยกว่า และเท่ากับสูตรที่เป็นชุดควบคุมตามลำดับ และหลังจากผลิตไม่พบว่าไขมันและน้ำแยกตัวออกมาในทันที แสดงว่า CM-chitin มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในการช่วยทำหน้าที่

emulsify และ stabilize ไขมันใน salad dressing เช่นเดียวกับไข่ไก่ นอกจากนี้ ความหนืดของ salad dressing ในสูตรที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งวัดโดย Brookfield RVT viscometer ที่อุณหภูมิ 25°ซ. มีค่า 720 cps, 1220 cps และ 1460 cps ตามลำดับ แสดงว่า CM-chitin เพิ่มความหนืดของ salad dressing ดังนั้นผลการทดลองนี้จึงพอสรุปได้ว่า CM-chitin สามารถทำหน้าที่ เป็น emulsifier stabilizer และ thickener ได้ แต่ปริมาณการใช้ที่เหมาะสมควรจะต้องมีการศึกษาต่อไป

2. ในผลิตภัณฑ์น้ำหวานเข้มข้น เปรียบเทียบกันระหว่าง น้ำกระเจี๊ยบเข้มข้นที่มีน้ำตาลร้อยละ 65 กับน้ำกระเจี๊ยบเข้มข้นที่มี CM-chitin ร้อยละ 3 เพื่อศึกษาคุณสมบัติของ CM-chitin ในด้านความคงตัวและการทำหน้าที่เป็น bodying agent ผลการทดลอง พบว่า สารละลาย CM-chitin เมื่อนำมาแต่งกลิ่น สี และรสด้วย สารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแห้ง กรด (ซิตริค) และเกลือ NaCl มีความหนืดลดลง คือก่อนการปรับกรดมีความหนืด 420 cps และหลังจากการปรับกรดให้มีปริมาณกรดร้อยละ 1.2 มีความหนืด 360 cps นอกจากนี้เมื่อนำมาผ่านความร้อนตามกรรมวิธีการผลิตน้ำกระเจี๊ยบเข้มข้น พบว่า ความหนืดลดลงเล็กน้อย เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แต่หลังจากทิ้งไว้ให้เย็นมีความหนืดเท่าเดิมคือ 360 cps สำหรับความหนืดของผลิตภัณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกระเจี๊ยบเข้มข้นที่ใช้น้ำตาล พบว่าน้ำกระเจี๊ยบเข้มข้นที่ใช้น้ำตาลมีความหนืดมากกว่าเล็กน้อย คือ มีความหนืด 452 cps ส่วนลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปเมื่อเปรียบเทียบกันมีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก ยกเว้นในด้านความหวาน จากผลการทดลองนี้จะเห็นว่าความคงตัวของสารละลาย CM-chitin ขึ้นอยู่กับ pH และอุณหภูมิ โดยความหนืดลดลงเมื่อ pH ลดลง และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นแต่สำหรับอุณหภูมินั้น เมื่ออุณหภูมิลดลงถึงอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิห้อง) ความหนืดจะกลับเท่ากับเมื่อเริ่มต้น ซึ่งคุณสมบัตินี้คล้ายคลึงกับคุณสมบัติของสารที่มีคุณสมบัติเป็นกัม (gum) โดยทั่วไป ซึ่ง Kovacs (1973) ได้กล่าวว่า สารละลายกัมส่วนมากมีความหนืดลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ถ้าให้ความร้อนแก่สารละลายในระยะเวลาสั้นๆ และเมื่อสารละลายเหล่านี้มีอุณหภูมิลดลงจนเท่าอุณหภูมิห้องจะมีความหนืดเท่ากับเมื่อเริ่มต้น ดังนั้นจากผลการทดลองนี้จึงพอสรุปได้ว่า CM-chitin สามารถ ทำหน้าที่เป็น bodying agent ซึ่งคุณสมบัตินี้มีประโยชน์มากในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภท low-calorie foods

สรุป

ผลของการศึกษาการผลิต CM-chitin ในขั้นตอนต่างๆ และการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารพอสรุปได้ดังนี้

1. ค่า degree of carboxymethylation ของ CM-chitin ที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ NaOH ที่ใช้ในปฏิกิริยาการเตรียม alkali-chitin

2. คุณสมบัติของ CM-chitin ที่ผลิตได้นอกจากจะขึ้นอยู่กับค่า Degree of substitution แล้วยังขึ้นอยู่กับการควบคุมปฏิกริยาในขั้นตอนของการเปลี่ยน alkali-chitin ให้เป็น CM-chitin ซึ่งโดยทั่วไป pH ของ CM-chitin ที่ผลิตได้ควรอยู่ในช่วง 5.5-7.5

3. การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร CM-chitin สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่นเดียวกับ CMC ซึ่งเป็นสารประเภทกัม (gum) ตัวหนึ่งที่ใช้กันอยู่ในอุตสาหกรรมอาหาร สำหรับปริมาณ และวิธีการใช้ในอาหารแต่ละชนิดควรจะต้องมีการศึกษาต่อไป เพื่อช่วยสนับสนุนให้เกิดการใช้ประโยชน์จาก CM-chitin ให้มากยิ่งขึ้น

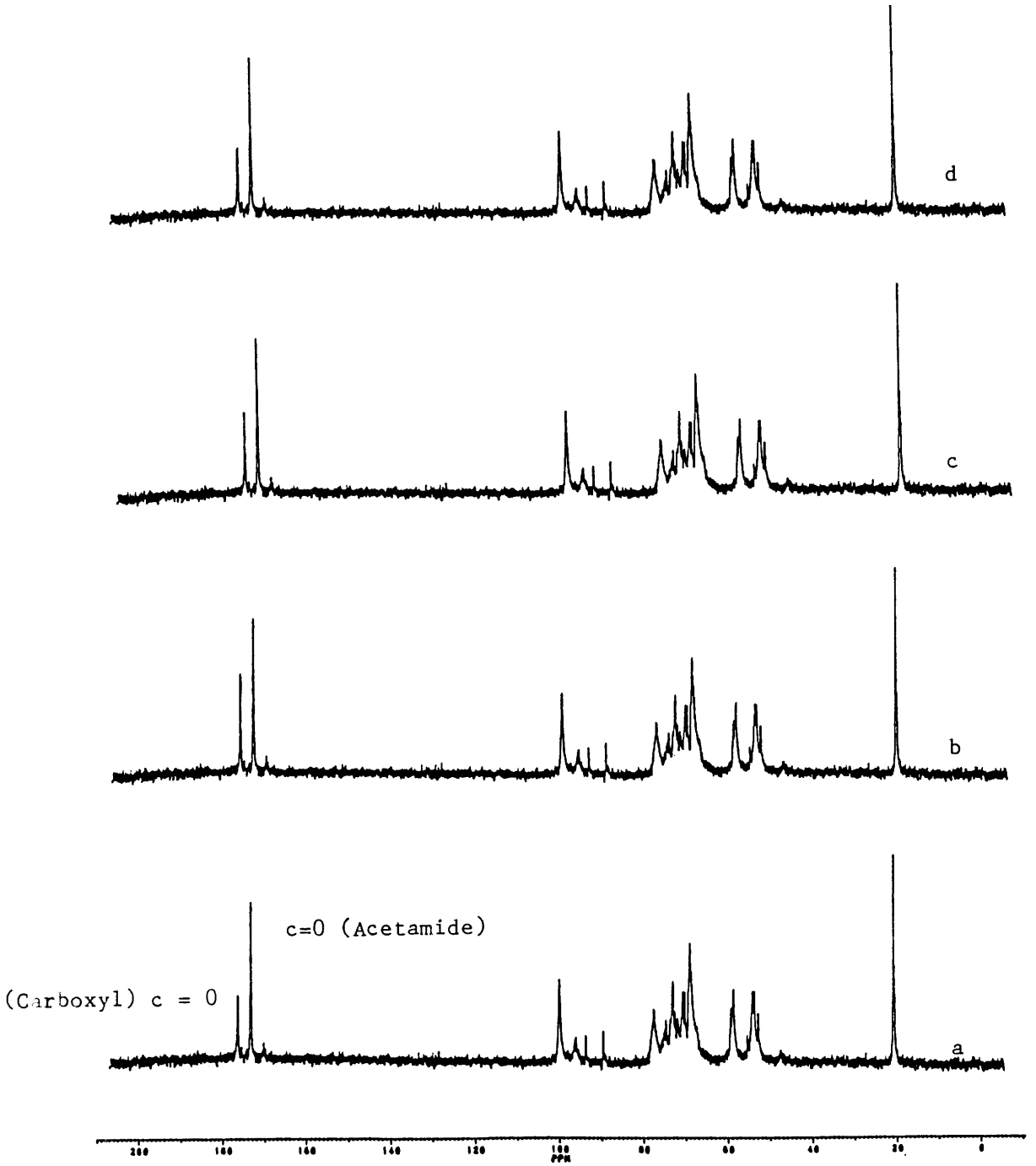

Figure 1 ^{13}C NMR spectra of CM-chitins produced from various concentrations of NaOH at 0°C.
a : 50% NaOH **b : 55% NaOH**
c : 60% NaOH **d : 65% NaOH**

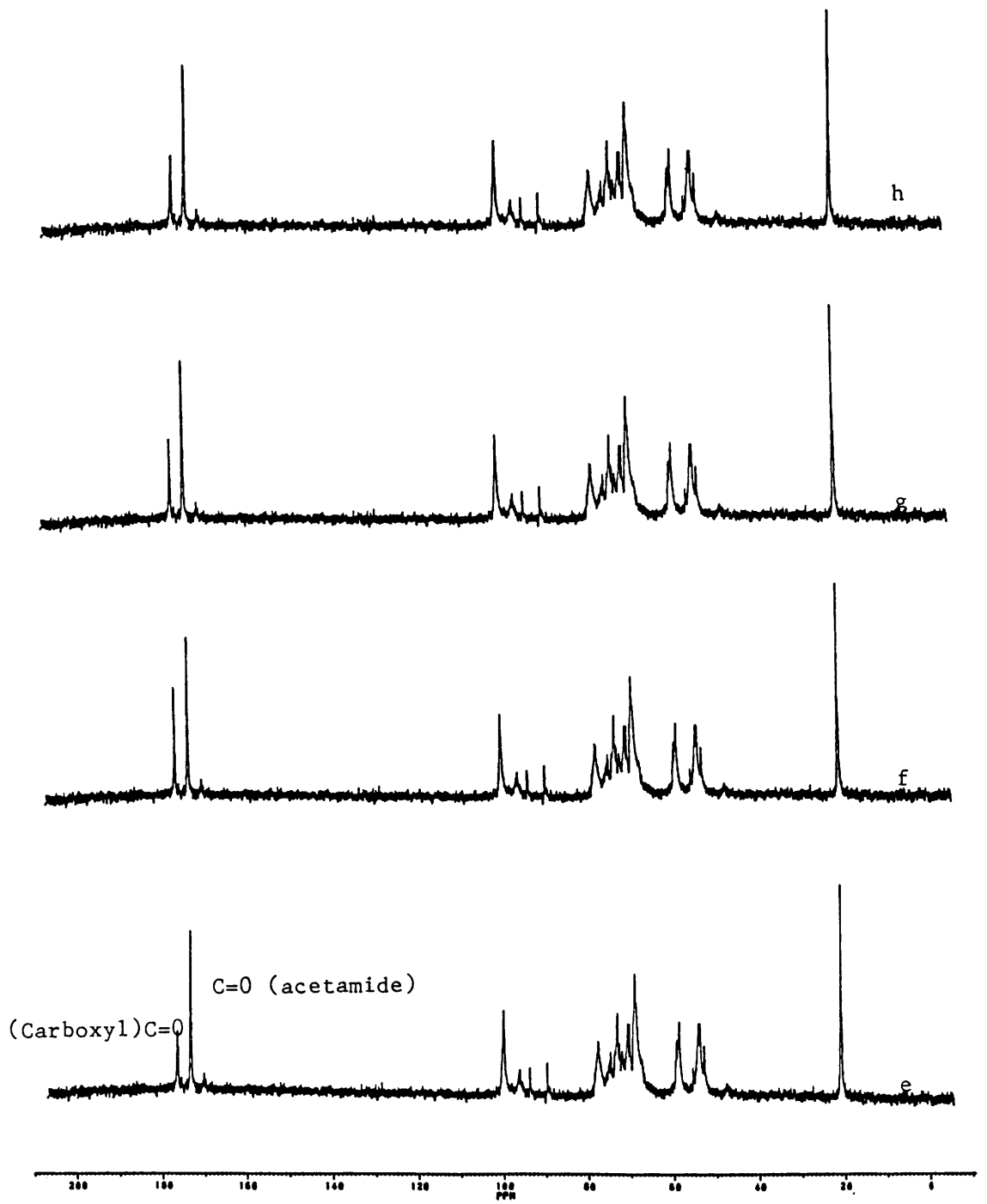

Figure 2 ^{13}C NMR spectra of CM-chitins produced from various concentrations of NaOH at -20°C.

e : 50% NaOH **f : 55% HaOH**

g : 60% NaOH **h : 65% NaOH**

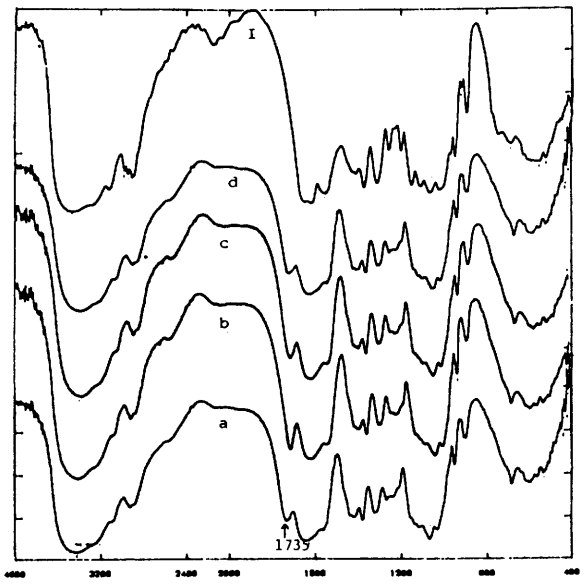

Figure 3 IR spectra of chitin and CM-Chitins produced from various concentrations of NaOH at 0°C.

a : D.S. = 0.38 **b : D.S. = 0.7**

c:D.S. = 0.52 **d : D.S. = 0.42**

I : chitin

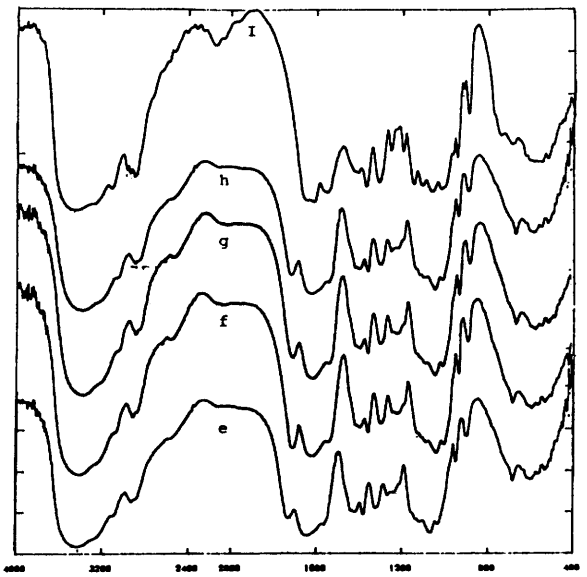

Figure 4IR spectra of chitin and CM-Chitins produced from various concentrations of NaOH at -20°C. I : chitin

e : D.S. = 0.36 **f : D.S. = 0.7**

g : D.S. = 0.5 **h : D.S. = 0.44**

i : Chitin

เอกสารอ้างอิง

Kovacs, P. l973. Xanthan gum, anew and unique colloidal stabilizer for the British Food Industry. Food Trade Review. 43(ll):l7-22

Raymond, B.S. and C.E. Carraher, Jr. l988. Polymer Chemistry. 2nd ed., Marcel Dekker, INC., New York. 688 p.

Somorin, O., N. Nishi and S. Tokura. l982. Preparation and some properties of water soluble chitin derivatives. pp 54-56. In: S. Hirano and S. Tokura (eds.). Chitin and Chitosan .Proceedingsof the Second International Conferenceon Chitin and Chitosan. Sapporo.

Tokura, S., N. Nishi, S. Nishimura, Y.Ikeuchi, I. Azuma and K. Nishimura. l984. Physicochemical biochemical and biological properties of chitin derivatives, pp 303-325. In J.P. Zikakis(ed.). Chitin, Chitosan and RelatedEnzymes. Academic Press, INC. Orlando, Florida.

Tokura, S. and S. Nishimura. l986. The preparation of chitin and chitosan. Protein Nucleicacid & Enzyme. 3l:l62l-l63l.