

ผลของ pH ความเข้มข้นและชนิดน้ำตาลต่อความแข็งแรงของเจลเหนกตินชนิดเมทอกซีสูง



นางสาวอโรรัช บุระคะคงคาศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-632-669-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16496937

**EFFECT OF pH, CONCENTRATION AND TYPES OF SUGAR ON STRENGTH OF
HIGH METHOXY PECTIN GEL**

Miss. Urairat Buranakongkatee

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-632-669-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของ pH ความเข้มข้นและชนิดน้ำตาลต่อความแข็งแรงของเจลเพกติน
ชนิดเมทอกซีสูง

โดย นางสาวอุไรรัช บุระคงคาตรี

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี ปานกุล



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

สันติ อึ้งสุวรรณ

----- คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ อึ้งสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

วราณา อึ้งสุวรรณ

----- ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วราณา อึ้งสุวรรณ)

พัชรี ปานกุล

----- อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี ปานกุล)

สุวรรณา สุกิมารส

----- กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา สุกิมารส)

พาสวี ประทีปะเสน

----- กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พาสวี ประทีปะเสน)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมเพียงแผ่นเดียว

อุไรรัช บุรณะคงคาตรี : ผลของ pH ความเข้มข้นและชนิดน้ำตาลต่อความแข็งแรงของเจล เพกตินชนิดเมทอกซีสูง (EFFECT OF pH, CONCENTRATION AND TYPES OF SUGAR ON STRENGTH OF HIGH METHOXY PECTIN GEL) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.พัชรี ปานกุล, 102 หน้า. ISBN 974-632-669-6

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ pH ความเข้มข้นและชนิดน้ำตาลต่อการเกิดเจล ; ความแข็งแรงของเจลและการยอมรับด้านรสชาติในเพกตินชนิดเมทอกซีสูง โดยศึกษาในน้ำตาลซูโครส fructose syrup (42% fructose dry basis) และ glucose syrup (40 dextrose equivalent) ชั้นแรกศึกษาผลของ pH และความเข้มข้นของน้ำตาลทั้ง 3 ชนิดต่อการเกิดเจล ให้เพกติน ความเข้มข้น 0.5% โดยน้ำหนักเจล โดยศึกษาช่วง pH (2.0, 2.5, 3.0, 3.5) และความเข้มข้น น้ำตาล (50, 60, 70, 80 °Brix) พบว่า ในน้ำตาลซูโครส ช่วง pH 2.0-2.5 เจลเกิดที่ความเข้มข้น น้ำตาล 50-70 °Brix ช่วง pH 2.5-3.0 เจลเกิดที่ 60-70 °Brix ส่วน fructose syrup ช่วง pH 2.0-3.0 เจลเกิดที่ 50-70 °Brix ช่วง pH 3.0-3.5 เจลเกิดที่ 70 °Brix และในน้ำตาล glucose syrup ช่วง pH 2.0-2.5 เจลเกิดที่ 50 °Brix ช่วง pH 2.5-3.0 เจลเกิดที่ 50-60 °Brix ชั้นที่สอง ศึกษาผลของ pH ความเข้มข้นและชนิดน้ำตาลต่อความแข็งแรงของเจล โดยวัดค่า modulus และ firmness พบว่าในน้ำตาล fructose syrup ค่าความแข็งแรงของเจลจะลดลงเมื่อ ความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มขึ้น และ pH มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของเจลเล็กน้อย โดยการ เพิ่ม pH จะทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่ความเข้มข้นสูง (>66 °Brix) แต่เมื่อความเข้มข้นน้ำตาล ต่ำกว่า (50-65 °Brix) การเพิ่มของ pH จะทำให้ความแข็งแรงลดลง ในน้ำตาล glucose syrup ความแข็งแรงของเจลจะลดลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นน้ำตาลในช่วง 50-60 °Brix และ/หรือ เมื่อ pH เพิ่มขึ้น ความเข้มข้นน้ำตาลจะมีผลต่อความแข็งแรงของเจลมากกว่า pH ในน้ำตาลทั้งสองชนิด โดย น้ำตาล fructose syrup มีค่าความแข็งแรงสูงสุดของเจลมากกว่าน้ำตาล glucose syrup สำหรับ น้ำตาลซูโครสจากการวิเคราะห์ข้อมูลโดย regression analysis พบว่าได้ค่า R² ที่ต่ำมาก (<0.4) จึงมิได้นำไปศึกษาในขั้นต่อไป ขั้นตอนสุดท้ายศึกษาการยอมรับทางด้านรสชาติของเยลลี่ที่เตรียมจากน้ำตาล fructose syrup และ glucose syrup ที่มีความแข็งแรงของเจลสูง โดยคัดเลือกภาวะในการเตรียม เยลลี่จาก response surface methodology model พบว่าเยลลี่ที่เตรียมจากน้ำตาล fructose syrup ซึ่งมีความเข้มข้นน้ำตาล 50.80 °Brix pH 2.2 และที่เตรียมจาก glucose syrup ความเข้มข้นน้ำตาล 50.60 °Brix pH 2.52 เป็นตัวอย่างเยลลี่ที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดในน้ำตาลชนิดนั้น ๆ นอกจากนี้ผู้ทดสอบมีความชอบเยลลี่ซึ่งค่าความแข็งแรงของเท่ากันที่เตรียมจากน้ำตาล fructose syrup มากกว่าที่เตรียมจากน้ำตาล glucose syrup



ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร.....
สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร.....
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C526907 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: HIGH METHOXY PECTIN / GELLING AGENT / GEL FORMATION

URAIRAT BURANAKONGKATEE : EFFECT OF pH, CONCENTRATION AND TYPES OF SUGAR ON STRENGTH OF HIGH METHOXY PECTIN GEL. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. PATCHAREE PANKUL, Ph.D. 102 pp. ISBN 974-632-669-6

The objective of this research was to study the effects of pH, concentration as total soluble solid (TSS) and types of sugar (sucrose, fructose syrup (42% fructose dry basis), glucose syrup (40 dextrose equivalent)) on the gel formation, gel strength and the taste acceptance of high methoxy pectin. Firstly, the effects of pH, TSS and types of sugar on the gel formation were studied at pH 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 and TSS 50, 60, 70, 80°Brix. It was found that gel were formed at pH 2.0-2.5, 50-70°Brix and pH 2.5-3.0, 60-70°Brix for sucrose, pH 2.0-3.0, 50-60°Brix and pH 3.0-3.5, 70°Brix for fructose syrup and pH 2.0-2.5, 50°Brix, pH 2.5-3.0, 50-60°Brix for glucose syrup. Secondly, the effects of pH, TSS and the types of sugar on gel strength by measuring modulus and firmness were studied. It was found that gel strength of fructose syrup decreased with increasing TSS and pH had only a slight effect. Increasing pH at high TSS (>66°Brix) increased the gel strength slightly and decreased at lower TSS (50-65°Brix). Gel strength of glucose syrup was found to decrease with increasing TSS (50-60°Brix) and/or increasing pH. TSS affected gel strength more than pH in both types of sugar. The highest gel strength of fructose syrup was higher than that of glucose syrup. For sucrose, it was found with regression analysis that R^2 was very low (<0.4), therefore, it was not included in further studying. Thirdly, the taste acceptances of jellies from fructose syrup and glucose syrup at high level of gel strength taken from response surface methodology model were studied. It was found that fructose syrup jelly at 50.80°Brix, pH 2.2 and glucose syrup jelly at 50.60°Brix, pH 2.52 were most acceptable. At the same level of gel strength, panelists accepted fructose syrup jellies greater than glucose syrup jellies.

ภาควิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....

ลายมือชื่อนิสิต.....*UR*.....

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีการอาหาร.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*UR*.....

ปีการศึกษา.....2538.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี ปานกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำความช่วยเหลือ และให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ตลอดจนแก้ไข เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์และวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไข เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์รินทร์ ภูมิรัตน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับหัวข้อวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ชาสวัสดิ์ ประทีปะเสน ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีวัดค่าความแข็งแรงของเจล รวมทั้งให้ความรู้ทางวิชาการ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ชนะบุณย์ ชรรณสีจจากุล ที่กรุณาให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และให้ข้อคิดเห็นความรู้เกี่ยวกับกลไกและปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเพกตินเจลและความแข็งแรงของเพกตินเจล

ขอขอบพระคุณ คุณสมพร เอี่ยมสำอางค์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำและสร้างเครื่องวัดความแข็งแรงของเจล

ขอขอบพระคุณ บริษัท นิวครีชั่น จำกัด ที่เลื้อเพื่อ flavour และสี บริษัท เจ้าคุณเพชรซีสผล จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์น้ำตาล fructose syrup ในงานวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่สาว และคุณไพบุณย์ บุรณะคงคาตรี พี่ชาย ขอขอบคุณน้องชายที่ช่วยส่งเสริมและให้โอกาสที่คึกคักกับข้าพเจ้า ตลอดจนให้กำลังใจและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ด้วยดีเสมอมา



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	3
3. การทดลอง.....	32
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	46
5. สรุปผลการทดลอง.....	78
รายการอ้างอิง.....	80
ภาคผนวก ก.....	85
ภาคผนวก ข.....	86
ภาคผนวก ค.....	87
ภาคผนวก ง.....	88
ภาคผนวก จ.....	90
ประวัติผู้เขียน.....	102

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ความหวานของน้ำตาลชนิดต่างๆ ที่ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์แอมพลัม เฮลลี่.....	2
2 ค่า degree of esterification (DE) เวลาและอุณหภูมิในการเกิดเจล ของเพกตินชนิดเมทอกซีสูง.....	5
3 องค์ประกอบน้ำตาลใน glucose syrup ชนิดใช้กรดอย่างเดี่ยว และกรดรวม กับเอนไซม์ในการผลิต.....	9
4 องค์ประกอบน้ำตาลชนิดต่างๆใน Fructose syrup ชนิด A,B,C และD.....	11
5 ค่า degree of esterification ของเพกตินที่ใช้ในการเตรียมเจล.....	19
6 ความเข้มข้นค่าสุดของน้ำตาลหรือสารประกอบที่มีหมู่ไฮดรอกซิลหลายหมู่ชนิดต่างๆ ที่ต้องการในการเกิดเจลเพกตินชนิดเมทอกซีสูง.....	23
7 อุณหภูมิของการเสี้ยวสภาพโปรตีน ที่เพิ่มขึ้น (ΔT_m) ในสารละลายน้ำตาลชนิดต่างๆ....	25
8 แผนการทดลอง central composite design ใน glucose syrup	39
9 แผนการทดลอง central composite design ใน fructose syrup.....	40
10 แผนการทดลอง central composite design ในน้ำตาลซูโครส.....	41
11 สัดส่วนและชนิดน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในน้ำตาลซูโครส.....	46
12 สัดส่วนและชนิดน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในน้ำตาล fructose syrup.....	47
13 สัดส่วนและชนิดน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในน้ำตาล glucose syrup	47
14 ภาวะความเข้มข้นน้ำตาลและ pH ในการเตรียมเฮลลี่ซึ่งคัดเลือกได้จาก contour plot ของน้ำตาล fructose syrup และ glucose syrup.....	69
15 ค่าการประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านรสเปรี้ยว รสหวาน และความชอบรวมของ เฮลลี่ที่เตรียมจากน้ำตาล fructose syrup ที่ภาวะต่างกัน.....	70
16 ค่าการประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านรสเปรี้ยว รสหวาน และความชอบรวมของ เฮลลี่ที่เตรียมจากน้ำตาล glucose syrup ที่ภาวะต่างกัน.....	71

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
17	ค่า firmness ของเซลล์ที่คำนวณจากสมการและค่าที่วัดได้จริง โดยเตรียมเซลล์จากน้ำตาล fructose syrup ที่ภาวะต่างกัน..... 72
18	ค่า firmness ของเซลล์ที่คำนวณจากสมการและค่าที่วัดได้จริง โดยเตรียมเซลล์จากน้ำตาล glucose syrup ที่ภาวะต่างกัน..... 72
19	ค่าการประเมินผลทางประสาทสัมผัส ด้านรสเปรี้ยว รสหวาน ความอ่อนนุ่มของเจล และความชอบรวมของเซลล์ที่เตรียมจากน้ำตาลfructose syrup และ glucose syrup ซึ่งมีค่าความแข็งแรงของเจลเท่ากัน..... 75
20	ค่า firmness ของเซลล์ที่คำนวณจากสมการและค่าที่วัดได้จริง โดยเตรียมเซลล์จากน้ำตาล fructose syrup และน้ำตาล glucose syrup ที่ภาวะต่างกัน..... 76

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
1 รูปแบบของโครงร่างแหเจล เส้นขนานแทน Junction Zone.....	3
2 สูตรโครงสร้างของเพกตินชนิดเมทอกซีสูง.....	4
3 สูตรโครงสร้างน้ำตาลซูโครส.....	6
4 สูตรโครงสร้างน้ำตาลกลูโคส มอลโตส มอลโตไตรโอส.....	8
5 สมบัติทางเคมีกายภาพของ glucose syrup ที่มีค่า dextrose equivalent ต่ำจนถึงค่า dextrose equivalent สูง.....	10
6 สูตรโครงสร้างน้ำตาลฟรุคโตส.....	12
7 โครงสร้างของ junction zone ในเจลเพกตินชนิดเมทอกซีสูง ศึกษาด้วย X-ray diffraction.....	14
8 รูปแบบของการเกิด hydrophobic interaction.....	16
9 สูตรโครงสร้างของ k-carrageenan.....	17
10 ผลของอุณหภูมิต่อความแข็งแรงของเจลจากเพกติน ที่มีค่า DE ร้อยละ 70 ความเข้มข้น 3.6 g/kg เตรียมจากน้ำตาลซูโครส 550 g/kg และเจลจาก carrageenan เตรียมที่ความเข้มข้น 10 g/kg.....	17
11 ค่า rupture strength (RS) ของเจลที่เตรียมจากเพกติน B (3.3 g/kg) เพกติน C (3.6g/kg) และเพกติน D (3.4 g/kg) ที่ความเข้มข้นต่างๆของ เอทานอล.....	20
12 ค่าพลังงานอิสระมาตรฐานของ hydrophobic interaction (ΔG_{H_1}) ใน สารละลายเอทานอล ที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายวัดที่ 25 °C.....	21
13 ผลของระดับไฮโดรเจนไอออนต่อความแน่นของเจลในน้ำตาลชนิดต่าง ๆ.....	26
14 เครื่องวัดความแข็งแรงของเจล (สร้างขึ้นโดยอาศัยทฤษฎี modulus).....	34
15 วิธีการเตรียมเจลเพกตินชนิดเมทอกซีสูง.....	37
16 วิธีการเกิดเจลเพกตินชนิดเมทอกซีสูง.....	38

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
17	วิธีการเตรียมเซลล์ตัดแปลงวิธีของ Oakenfull และ Scott(1984)..... 45
18	ช่วงpH และความเข้มข้นน้ำตาลที่ทำให้เกิดเจลในน้ำตาลซูโครส..... 49
19	ช่วงpH และความเข้มข้นน้ำตาลที่ทำให้เกิดเจลในน้ำตาล fructose syrup..... 49
20	ช่วงpH และความเข้มข้นน้ำตาลที่ทำให้เกิดเจลในน้ำตาล glucose syrup..... 49
21	ภาพสามมิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นน้ำตาล pH และค่า modulus ในน้ำตาล fructose syrup..... 55
22	ภาพสองมิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นน้ำตาล pH และค่า modulus ในน้ำตาล fructose syrup..... 56
23	ภาพสามมิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นน้ำตาล pH และค่าfirmness ในน้ำตาล fructose syrup..... 57
24	ภาพสองมิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นน้ำตาล pH และค่า firmness ในน้ำตาล fructose syrup..... 58
25	ภาพสามมิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นน้ำตาล pH และค่า modulus ในน้ำตาล glucose syrup..... 59
26	ภาพสองมิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นน้ำตาล pH และค่า modulus ในน้ำตาล glucose syrup..... 60
27	ภาพสามมิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นน้ำตาล pH และค่า firmness ในน้ำตาล glucose syrup..... 61
28	ภาพสองมิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นน้ำตาล pH และค่า firmness ในน้ำตาล glucose syrup..... 62