



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาสมบัติระหว่างพื้นผิวและสมบัติอิเล็กทรอนิกส์ของซูโครสเอสเทอร์เพื่อใช้ในน้ำกะทิ

โดย ดร. สุวิมล อริยประกาย และคณะ

ธันวาคม 2555

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาสมบัติระหว่างพื้นผิวและสมบัติอิเล็กทรอนิกส์ของซูโครสเอสเตอร์
เพื่อใช้ในน้ำกะทิ

ผู้วิจัย	สังกัด
1. ดร. สุวิมล อริยประกาย	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
2. นายธนโชติ ลิ้มปโชติ	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
และ มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG5380233

ชื่อโครงการ: การศึกษาสมบัติระหว่างพื้นผิวและสมบัติอิมัลชันไฟเออร์ของซูโครสเอสเตอร์เพื่อใช้ในน้ำกะทิ

ชื่อนักวิจัย และสถาบัน ดร. สุวิมล อริยประกาย และ นายธนโชติ ลิ้มปโชติ มหาวิทยาลัยสัสหมชัย

อีเมล: suwimona@yahoo.com

ระยะเวลาโครงการ: วันที่ 15 มิถุนายน 2553 ถึง วันที่ 15 ธันวาคม 2555

บทคัดย่อ:

ในการศึกษานี้พบว่าซูโครสเอสเตอร์มีสมบัติอิมัลชันไฟเออร์ที่ดีเมื่อประยุกต์ใช้ในน้ำกะทิ สามารถใช้แทนทวิน ซึ่งเป็นอิมัลชันไฟเออร์จากปิโตรเคมีสังเคราะห์ ในการทดลองใช้ซูโครสเอสเตอร์ที่ประกอบด้วยซูโครสโมโนสเตียเรตเป็นหลักและใช้ทวิน 60 เป็นอิมัลชันไฟเออร์เปรียบเทียบ เมื่อวัดความสามารถในการลดแรงตึงผิวของอิมัลชันไฟเออร์ทั้งสองพบว่าซูโครสเอสเตอร์มีความสามารถในการลดแรงตึงผิวระหว่างพื้นผิวน้ำมันมะพร้าวและน้ำดีกว่าทวิน 60 เล็กน้อย เมื่อนำซูโครสเอสเตอร์และทวิน 60 ในปริมาณ 0.25 % โดยน้ำหนัก มาประยุกต์ใช้ในน้ำกะทิที่มีปริมาณน้ำมัน 5 % โดยน้ำหนัก และศึกษาผลของ pH ความเข้มข้นเกลือและอุณหภูมิต่อความคงตัวของอิมัลชันน้ำกะทิ โดยสังเกตลักษณะปรากฏภายนอกของอิมัลชัน สังเกตผ่านกล้องจุลทรรศน์ วัดค่าศักย์ไฟฟ้าซีตาหรือค่าประจุบนอนุภาคอิมัลชัน วัดขนาดอนุภาคอิมัลชัน และวัดดัชนีการเกิดคริม ผลการทดลองพบว่าที่ pH เท่ากับ 4 หรือที่ประมาณค่า pI ของโปรตีนกะทิ อนุภาคน้ำมันของน้ำกะทิที่เติมซูโครสเอสเตอร์และน้ำกะทิที่เติมทวิน 60 มีลักษณะเกาะกลุ่มกันมาก และเมื่อเติมเกลือ CaCl_2 ในน้ำกะทิที่เติมซูโครสเอสเตอร์และน้ำกะทิที่เติมทวิน 60 มีผลให้อนุภาคน้ำมันเกาะกลุ่มกัน ผลต่อ pH และความเข้มข้นเกลื่อดังกล่าวแสดงถึงลักษณะประจุของโปรตีนกะทิ แสดงว่าโปรตีนบนอนุภาคอิมัลชันน้ำกะทิไม่ได้ถูกแทนที่ทั้งหมดจากการเติมอิมัลชันไฟเออร์ทั้งสองซึ่งเป็นสารประเภทไม่มีประจุไฟฟ้า อิมัลชันน้ำกะทิที่เติมทวิน 60 มีลักษณะไม่คงตัวต่อสภาวะอุณหภูมิต่างๆ หลังให้ความร้อนพบบ้อนุภาคน้ำมันขนาดใหญ่ที่เกิดจากการรวมตัวกันของอนุภาคน้ำมันและหลังผ่านการแช่เยือกแข็งและละลายน้ำแข็งพบชั้นน้ำมันลอยแยกชั้น ในขณะที่อิมัลชันน้ำกะทิที่เติมซูโครสเอสเตอร์มีความคงตัวต่อสภาวะอุณหภูมิต่างๆ ดีกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความคงตัวสูงหลังการแช่เยือกแข็งและละลายน้ำแข็ง

คำหลัก : ซูโครสเอสเตอร์, น้ำกะทิ, ทวิน, การให้ความร้อน, การแช่เยือกแข็งและละลายน้ำแข็ง

Abstract:

In this study, sucrose esters were presented as a promising alternative to petrochemically synthesized Tweens for application in coconut milk emulsions. The interfacial and emulsifier properties of sucrose ester (SE), mainly sucrose monostearate, had been investigated in comparison with Tween 60 (TW), an ethoxylate surfactant. The interfacial tension measurement showed that SE had a slightly better ability to lower the interfacial tension at coconut oil-water interface. These surfactants (0.25 wt%) were applied in coconut milk emulsions with 5 wt% fat content. The effects of changes in pH, salt concentration, and temperature on emulsion stability were analyzed from visual appearance, optical micrograph, droplet charges, particle size distributions, and creaming index. Oil droplets in both SE and TW coconut milk emulsions extensively flocculated at pH 4, or around the pI of the coconut proteins. Salt addition induced flocculation in both emulsions. The pH and salt dependence indicated polyelectrolyte nature of proteins, suggesting that the proteins on the surface of oil droplets were not completely displaced by either added nonionic SE or TW. TW coconut milk emulsions appeared to be thermally unstable with some coalesced oil drops after heating and some oil layers separated on top after freeze thawing. The change in temperature had much lesser influence on stability of SE coconut milk emulsions and, especially, it was found that SE emulsions were remarkably stable after the freeze thawing.

Keywords : Sucrose ester, Coconut milk, Tween, Heating, Freeze thawing

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

น้ำกะทิได้มาจากการสกัดน้ำมันมะพร้าวออกจากเนื้อมะพร้าวโดยใช้ น้ำกะทิจึงมีองค์ประกอบหลักคือน้ำและน้ำมันมะพร้าว น้ำกะทิมีลักษณะเป็นอิมัลชันคือประกอบด้วยอนุภาคน้ำมันมะพร้าวกระจายแขวนลอยในวัฏภาคน้ำ โปรตีนกะทิทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ล้อมรอบอนุภาคน้ำมันทำให้อนุภาคน้ำมันสามารถแขวนลอยในน้ำได้ น้ำกะทิตั้งแต่แรกเป็นสินค้าอาหารส่งออกของประเทศไทย น้ำกะทิตั้งแต่แรกสามารถเก็บรักษาได้นานเนื่องจากได้ผ่านกระบวนการต่าง ๆ อาทิเช่น การลดขนาดอนุภาคน้ำมันโดยผ่านเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ การผ่านความร้อนฆ่าเชื้อ และการเติมอิมัลซิไฟเออร์อื่นๆเพิ่ม

ในการศึกษาวิจัยอื่นๆที่ผ่านมา อิมัลซิไฟเออร์ที่นิยมเติมเพิ่มในน้ำกะทิตัวส่วนใหญ่ได้แก่สารพวก Ethoxylated ester (หรือ Polysorbate หรือ Tween) และพวก Sorbitan ester (หรือ Span) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ สามารถใช้กับอาหารในปริมาณจำกัดและในบางประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่นไม่อนุญาตให้ใช้สารดังกล่าว ซูโครสเอสเตอร์ (Sucrose Ester) เป็นอิมัลซิไฟเออร์อีกประเภทหนึ่งที่นำศึกษาเนื่องจากมีความปลอดภัยสูงต่ออาหาร สามารถใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหารภายใต้กฎหมายของประเทศต่าง ๆ ทั้งประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป ซูโครสเอสเตอร์สังเคราะห์มาจากน้ำตาลซูโครสและน้ำมันพืช มีค่า Hydrophile-lipophile balance (HLB) หลายหลายค่าขึ้นกับจำนวนโมเลกุลของกรดไขมันที่ทำปฏิกิริยาเอสเตอริฟิเคชันต่อกับหมู่แอลกอฮอล์ของโมเลกุลซูโครส และขึ้นกับความยาวสายไฮโดรคาร์บอนของกรดไขมัน ซูโครสเอสเตอร์ที่มีค่า HLB สูงสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับน้ำกะทิ

โครงการวิจัยนี้ศึกษาสมบัติของซูโครสเอสเตอร์ประเภทที่มี sucrose monostearate เป็นองค์ประกอบหลัก และใช้ทวิน 60 เป็นอิมัลซิไฟเออร์อ้างอิงเพื่อเปรียบเทียบผล โดยศึกษาสมบัติของซูโครสเอสเตอร์และทวิน 60 ในการลดแรงตึงผิวระหว่างพื้นผิวน้ำ-น้ำมันมะพร้าว และศึกษาสมบัติและความคงตัวของอิมัลชันน้ำกะทิที่เติมซูโครสเอสเตอร์และอิมัลชันน้ำกะทิที่เติมทวิน 60 หลังผ่านการให้ความร้อน การแช่เยือกแข็งและละลายน้ำแข็ง การแปรความเข้มข้นเกลือ และ pH

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมบัติของซูโครสเอสเตอร์ในการลดแรงตึงผิวระหว่างพื้นผิวน้ำ-น้ำมันมะพร้าวและเปรียบเทียบผลกับสมบัติของทวิน 60
2. เพื่อศึกษาสมบัติและความคงตัวของอิมัลชันน้ำกะทิสด น้ำกะทิที่เติมซูโครสเอสเตอร์และน้ำกะทิที่เติมทวิน 60 ต่อสภาวะอุณหภูมิต่างๆ ความเข้มข้นเกลือ และ pH

ระเบียบวิธีวิจัย

- 3.1 ศึกษากราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงตึงผิวระหว่างพื้นผิวน้ำ-น้ำมันมะพร้าวและความเข้มข้นอิมัลซิไฟเออร์ของซูโครสเอสเตอร์และทวิน 60
- 3.2 ศึกษาสมบัติอิมัลชันของน้ำกะทิสด น้ำกะทิที่เติมซูโครสเอสเตอร์และน้ำกะทิที่เติมทวิน 60 โดยตรวจสอบจาก
 - ก) ลักษณะปรากฏภายนอก
 - ข) ลักษณะการกระจายตัวของอนุภาคน้ำมันจากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์
 - ค) ขนาดอนุภาคน้ำมันที่วัดจากเครื่องวัดอนุภาคหลักการกระเจแสง

3.3 ศึกษาผลของสภาวะอุณหภูมิต่างๆต่อสมบัติอิมัลชันของน้ำกะทิสด น้ำกะทิที่เติมซูโครสเอสเทอร์และน้ำกะทิที่เติมทวิน 60 โดยแปรค่าอุณหภูมิออกเป็น 3 ระดับ คือ 121°C, 100 °C, และ -20°C และตรวจสอบสมบัติอิมัลชันจาก

- ก) ลักษณะปรากฏภายนอก
- ข) ลักษณะการกระจายตัวของอนุภาคน้ำมันจากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์
- ค) ขนาดอนุภาคน้ำมันที่วัดจากเครื่องวัดอนุภาคหลักการกระจายแสง
- ง) ปริมาณน้ำมันที่แยกชั้นจากอิมัลชัน

3.5 ศึกษาผลของ pH ต่อสมบัติอิมัลชันของน้ำกะทิสด น้ำกะทิที่เติมซูโครสเอสเทอร์และน้ำกะทิที่เติมทวิน 60 โดยแปรค่า pH ออกเป็น 4 ระดับ คือ 2, 4, 6, และ 8 และตรวจสอบสมบัติอิมัลชันจาก

- ก) ลักษณะการกระจายตัวของอนุภาคน้ำมันจากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์
- ข) ค่าศักย์ไฟฟ้าซีตาหรือค่าประจุบนอนุภาคอิมัลชัน
- ค) ค่าดัชนีการเกิดคริม

3.6 ศึกษาผลของความเข้มข้นเกลือ CaCl_2 ต่อสมบัติอิมัลชันของน้ำกะทิสด น้ำกะทิที่เติมซูโครสเอสเทอร์และน้ำกะทิที่เติมทวิน 60 โดยแปรค่าความเข้มข้นเกลือ CaCl_2 ออกเป็น 2 ระดับ คือ 0 และ 20 mM และตรวจสอบสมบัติอิมัลชันจาก

- ก) ลักษณะการกระจายตัวของอนุภาคน้ำมันจากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์
- ข) ค่าศักย์ไฟฟ้าซีตาหรือค่าประจุบนอนุภาคอิมัลชัน

แผนการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ

กำหนดเวลา	กิจกรรม	ผลที่ได้รับ
ปีที่ 1 เดือนที่ 1-6	ศึกษาสมบัติของซูโครสเอสเทอร์และทวิน 60 ในการลดแรงตึงผิวระหว่างพื้นผิวน้ำและน้ำมันมะพร้าว	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงตึงผิวระหว่างพื้นผิวน้ำ-น้ำมันมะพร้าวและค่าความเข้มข้นอิมัลชันไฟเออร์ของซูโครสเอสเทอร์และทวิน 60
ปีที่ 1 เดือนที่ 7-12	ศึกษาผลของสภาวะอุณหภูมิต่างๆต่อสมบัติอิมัลชันของน้ำกะทิสด น้ำกะทิที่เติมซูโครสเอสเทอร์และน้ำกะทิที่เติมทวิน 60	ภาพถ่ายแสดงลักษณะปรากฏภายนอกของอิมัลชัน ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสดงลักษณะการกระจายตัวของอนุภาคน้ำมัน กราฟความถี่แสดงขนาดอนุภาคน้ำมัน ขนาดอนุภาคเฉลี่ยของอิมัลชัน และปริมาณน้ำมันที่แยกชั้น ของน้ำกะทิหลังเก็บที่สภาวะอุณหภูมิต่างๆ
ปีที่ 2 เดือนที่ 1-6	ศึกษาผลของ pH และความเข้มข้นเกลือ CaCl_2 ต่อสมบัติอิมัลชันของน้ำกะทิสด น้ำกะทิที่เติมซูโครสเอสเทอร์และน้ำกะทิที่เติมทวิน 60	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสดงลักษณะการกระจายตัวของอนุภาคน้ำมัน ค่าประจุไฟฟ้าบนอนุภาคน้ำมัน และดัชนีการเกิดคริมของอิมัลชันน้ำกะทิที่ค่า pH และค่าความเข้มข้นของเกลือต่างๆ
ปีที่ 2 เดือนที่ 7 -18	จัดทำรายงานและเตรียมเอกสารเพื่อการตีพิมพ์	ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ

1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ:

Suwimon Ariyaprakai S, Tanachote Limpachoti, Pasawadee Pradipasena

Interfacial and emulsifying properties of sucrose ester in coconut milk emulsions in comparison with Tween

Food Hydrocolloids 30(2013)358-367

2. ผลงานเสนอในที่ประชุมวิชาการในประเทศ

สุวิมล อริยประกาย, ธนโชติ ลิ้มปโชติ, และพาสวดี ประทีปะเสน

ผลของกระบวนการเกี่ยวเนื่องกับความร้อนต่อสมบัติอิมัลชันน้ำกะทิที่ใช้ซูโครสเอสเตอร์เป็นอิมัลซิไฟเออร์เปรียบเทียบกับทวิน

เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 49 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554. เล่มที่ 7

สาขาอุตสาหกรรมเกษตร หน้า 32-42