บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ศึกษาชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟู เวลาที่ใช้ในการตีให้ขึ้นฟู อุณหภูมิในการให้ความร้อนกับสารที่ตีให้ขึ้นฟู ปริมาณน้ำตาลไอซิ่ง และเสถียรภาพของโฟมโปรตีนที่ได้ต่อไขมัน

เนื่องจากการผลิตนูกัต ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมส่วนที่ตีให้ขึ้นฟู, การเตรียมส่วนของน้ำเชื่อมเคี่ยวที่อุณหภูมิสูง และการผสมส่วนที่ตีให้ขึ้นฟูกับน้ำเชื่อมเคี่ยวที่อุณหภูมิสูงเข้าด้วยกัน ซึ่งมีการเติมไขมัน และอีมัลซิไฟเออร์ลงไปด้วย (Lees และ Jackson, 1973) ดังนั้นในการผลิตนูกัตจึงควรเลือกชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟู ที่จะให้โฟมที่มีเสถียรภาพต่อน้ำเชื่อมเคี่ยวที่อุณหภูมิสูง, ไขมัน และอีมัลซิไฟเออร์ (Manifie, 1989) นอกจากนี้ในการเตรียมส่วนที่ตีให้ขึ้นฟู ยังต้องคำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการตีให้ขึ้นฟู และปริมาณน้ำตาลไอซิ่ง ที่จะมีผลต่อปริมาตรและเสถียรภาพของโฟมโปรตีน (Meiners และคณะ, 1984 ; Phillips และคณะ, 1987)

5.1.1 ชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟู และเวลาที่ใช้ในการตีให้ขึ้นฟู

ขั้นตอนนี้ศึกษาเวลาในการตีให้ขึ้นฟู ที่มีผลต่อ % overrun และเสถียรภาพของโฟมโปรตีน โดยแปรชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟู 3 ชนิด คือ โปรตีนจากไข่ขาว, โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์ และ โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ และเวลาในการตีสารที่ตีให้ขึ้นฟูต่างๆที่อุณหภูมิห้อง 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 15 นาที

ตารางที่ ค.1, ตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1-4.2 แสดง % overrun และเสถียรภาพของโฟมโปรตีนและการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟู และเวลาในการตีให้ขึ้นฟู มีผลต่อ % overrun และเสถียรภาพของโฟมโปรตีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กล่าวคือ โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์จะให้โฟมโปรตีนที่มี % overrun สูงสุด อาจเนื่องจาก

ว่า โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์มีขนาดโมเลกุลเล็กลง (Schultz และ Anglemier, 1964) และโครงสร้างของโปรตีนม้วนขดไม่เป็นระเบียบ (random coil) (Kinsella, 1984) จึงจัดเรียงตัว และมีประสิทธิภาพในการแผ่เป็นฟิล์มบางๆที่ surface interface ได้ดีกว่าโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ ซึ่งมีโครงสร้างของโมเลกุลม้วนขดเป็นก้อนกลม (globular) (Kinsella, 1979) และ โปรตีนจากไข่ขาว ซึ่งโมเลกุลมีขนาดใหญ่ (Schultz และ Anglemier, 1964) ส่วนโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ จะให้โฟมโปรตีนที่มีเสถียรภาพของโฟมโปรตีนสูงสุด อาจเนื่องจากว่า โครงสร้างของโฟมโปรตีนที่เกิดขึ้นแข็งแรงกว่าโฟมโปรตีนชนิดอื่น (Kinsella, 1979 และ 1984) เมื่อพิจารณา % overrun และเสถียรภาพของโฟมโปรตีนจากไข่ขาว พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการตีโปรตีนจากไข่ขาวให้ขึ้นฟู คือ 10 นาที เพราะให้ % overrun สูงสุด เนื่องจากการรวมกันของ ovomucin และ globulins มากขึ้น จะทำให้ % overrun เพิ่มขึ้น (Phillips และคณะ, 1987) แต่ผลที่ได้ไม่ตรงกับ Phillips และคณะ (1987) ที่ว่า เสถียรภาพของโฟมโปรตีนจากไข่ขาวลดลง เมื่อเวลาในการตีให้ขึ้นฟูของโปรตีนจากไข่ขาวเพิ่มขึ้นจาก 5 นาที เป็น 10 นาที ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่า ในงานวิจัยของ Phillips และคณะ, 1987 ใช้ double beater Sunbeam® ที่ความเร็วรอบในการตี 417 รอบ/นาที และใช้สารละลายของโปรตีนจากไข่ขาวเพียง 5 % แต่ในงานวิจัยที่ศึกษาอยู่นี้ใช้ one beater Kitchen Aid ที่ความเร็วรอบในการตี 498 รอบ/นาที และใช้สารละลายของโปรตีนจากไข่ขาว 25 % ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เสถียรภาพของโฟมโปรตีนจากไข่ขาว น่าจะขึ้นอยู่กับ ชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการตีให้ขึ้นฟู, ความเร็วรอบในการตีให้ขึ้นฟู และความเข้มข้นของสารละลายโปรตีนจากไข่ขาวที่จะนำไปตีให้ขึ้นฟูด้วย เมื่อเวลาในการตีโปรตีนจากไข่ขาวให้ขึ้นฟูนานขึ้นเป็น 15 นาที โฟมโปรตีนที่ได้ไม่สามารถทนต่อแรงที่ใช้ในการตี อาจเนื่องจากว่า โฟมโปรตีนที่เกิดขึ้นมีโครงสร้างที่ไม่แข็งแรง และเกิดการรวมตัวกันของ ovomucin และ lysozyme complex ที่ไม่ละลายมากขึ้น ทำให้เสถียรภาพของโฟมโปรตีนลดลง (Phillips และคณะ, 1987) เมื่อพิจารณา % overrun และเสถียรภาพของโฟมโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์ พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการตีโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์ให้

ขึ้นฟู คือ 15 นาที และ 10 หรือ 15 นาที ตามลำดับ และเมื่อพิจารณา % overrun และเสถียรภาพของโฟมโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการตีโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ให้ขึ้นฟู คือ 15 นาที และจากการสังเกตในการศึกษาเบื้องต้นของผู้วิจัยเอง พบว่า เมื่อเวลาในการตีให้ขึ้นฟูนานกว่านี้ แรงที่ใช้ในการตีโปรตีนทั้ง 2 ชนิดให้ขึ้นฟู จะทำให้ฟิล์มบางๆที่ surface interface แตกได้ ดังนั้นจึงเลือกเวลาในการตีให้ขึ้นฟู 15 นาที ไปศึกษาในหัวข้อต่อไป

5.1.2 อุณหภูมิในการให้ความร้อนกับสารที่ตีให้ขึ้นฟู

ขั้นตอนนี้ศึกษาผลของการให้ความร้อนกับสารที่ตีให้ขึ้นฟูที่มีต่อ % overrun และเสถียรภาพของโฟมโปรตีน โดยแปรอุณหภูมิในการให้ความร้อนกับสารที่ตีให้ขึ้นฟูชนิดต่างๆ 4 ระดับ คือ 90, 100, 110 และ 120 $^{\circ}$C โดยให้ความร้อนเป็นเวลา 15 นาที แล้วนำไปตีให้ขึ้นฟูโดยใช้เวลาในการตีให้ขึ้นฟู 15 นาที

ตารางที่ 4.2 และ ตารางที่ ค.2 แสดง % overrun และเสถียรภาพของโฟมโปรตีนและการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว พบว่า ชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟูมีผลต่อ % overrun และเสถียรภาพของโฟมโปรตีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจึงแยกวิเคราะห์ % overrun และเสถียรภาพของโฟมโปรตีนโดยพิจารณาเฉพาะชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟู ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าเมื่อพิจารณาเฉพาะ % overrun ชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟูที่เหมาะสม คือ โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์ เพราะให้ % overrun ถึง 3068.71$\pm$4.80 ในขณะที่โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ให้ % overrun เพียง 2609.95$\pm$3.18 และเมื่อพิจารณาเฉพาะเสถียรภาพของโฟมโปรตีน พบว่า ชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟูที่เหมาะสม คือ โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ เพราะให้เสถียรภาพของโฟมโปรตีนโดยจับเวลาที่ใช้ในการทำให้น้ำหนักโฟมลดลง 50 % ถึง 446.88$\pm$5.91 นาที ในขณะที่โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์ให้เสถียรภาพของโฟมโปรตีน เพียง 144.50$\pm$4.24 นาที อย่างไรก็ตามอุณหภูมิในการให้ความร้อนกับสารที่ตีให้ขึ้นฟูทั้ง 2 ชนิดไม่มีผลต่อ % overrun และเสถียรภาพของโฟมโปรตีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % อาจเนื่องจากว่า

โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์ และโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ มีขนาดโมเลกุลเล็กลง จึงเป็นโครงสร้างที่ compact กว่า ความร้อนจึงทำให้การรวมตัวกันของโปรตีน และแข็งตัวเป็นก้อนได้ยาก ส่วนโปรตีนจากไข่ขาวจะแข็งตัวเป็นก้อนตั้งแต่อุณหภูมิ 90°C จึงทำการทดลองไม่ได้ เนื่องจากว่า ovomucin - lysozyme complex ในไข่ขาวเกิดการเสียสภาพ และแข็งตัวเป็นก้อน (Garibaldi และคณะ, 1968) จึงไม่เลือกโปรตีนจากไข่ขาว ดังนั้นจึงเลือกโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์ และโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ ไปศึกษาในหัวข้อต่อไป

5.1.3 <u>ปริมาณน้ำตาลไอซิ่ง</u>

เนื่องจากว่าการผลิตนูกัต สำหรับในส่วนที่ตีให้ขึ้นฟูจะต้องใช้น้ำตาลไอซิ่งเพื่อเพิ่มเสถียรภาพของโฟมโปรตีน ดังนั้นในขั้นตอนนี้จึงศึกษาผลของปริมาณน้ำตาลไอซิ่งที่มีต่อ % overrun โดยแปรปริมาณน้ำตาลไอซิ่ง 3 ระดับ คือ 5, 5.5 และ 6 เท่าโดยน้ำหนักของปริมาณสารที่ตีให้ขึ้นฟู และใช้โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์ และโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ เป็นสารที่ตีให้ขึ้นฟู

ตารางที่ 4.4-4.5 แสดง % overrun และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่าง ชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟู และปริมาณน้ำตาลไอซิ่ง มีผลต่อ % overrun อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กล่าวคือ ชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟูที่ให้โฟมโปรตีนที่มี % overrun สูงสุด คือ โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์ ที่ใช้ร่วมกับปริมาณน้ำตาลไอซิ่ง 5 เท่าโดยน้ำหนักของปริมาณสารที่ตีให้ขึ้นฟู น้ำตาลไอซิ่งจะเพิ่มเสถียรภาพของโฟมโปรตีน (Stadelman และ Cotterill, 1973) แต่จะทำให้ % overrun ลดลง เนื่องจากว่า น้ำตาลไอซิ่งทำให้การเกิดโฟมโปรตีนได้ช้าลง อย่างไรก็ตามควรจะพิจารณาเสถียรภาพของโฟมโปรตีนที่ได้ต่อไขมันด้วย ก่อนจะเลือกชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟู ดังนั้นจึงเลือกโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์ และโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ ที่ใช้ร่วมกับปริมาณน้ำตาลไอซิ่ง 5 เท่าโดยน้ำหนักของปริมาณสารที่ตีให้ขึ้นฟู ไปศึกษาในหัวข้อต่อไป

5.1.4 เสถียรภาพของโฟมโปรตีนที่ได้ต่อไขมัน

ขั้นตอนนี้ศึกษาผลของไขมันที่มีต่อความถ่วงจำเพาะ และสีของนูกัตเมื่อใช้ชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟูต่างกัน โดยใช้โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์ และโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ 1 ส่วน ผสมกับ น้ำ 3 ส่วน และน้ำตาลไอซิ่ง 5 ส่วนโดยน้ำหนัก ที่เลือกไว้จากข้อ 5.1.3 นำมาตีให้ขึ้นฟูโดยใช้เวลาในการตีให้ขึ้นฟู 15 นาที จากนั้นเคี่ยวน้ำเชื่อมที่มีอัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัปเท่ากับ 1:1.2 จนอุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อมเท่ากับ 128°C เทน้ำเชื่อมที่ได้ลงในโฟมโปรตีนผสมให้เข้ากัน เติมไขมันปาล์มจากเมล็ดปาล์มผ่านกรรมวิธี 5 % ของน้ำหนักทั้งหมด และเลซิตินชนิดเหลว 1 % ของน้ำหนักไขมันปาล์ม

ตารางที่ 4.6-4.7 แสดง ค่าความถ่วงจำเพาะ, % ความชื้น และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว พบว่า ชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟู มีผลต่อเฉพาะค่าความถ่วงจำเพาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่ไม่มีผลต่อ % ความชื้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กล่าวคือ ชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟูที่เหมาะสมคือ โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ มีค่าความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 0.83±0.02 และ % ความชื้น เท่ากับ 8.63±0.49 ซึ่งอยู่ในช่วงค่าโดยปกติของนูกัตที่มีค่าความถ่วงจำเพาะในช่วง 0.8-0.9 และ % ความชื้นในช่วง 8-18 (Lees และ Jackson, 1973) อาจเนื่องจากว่า โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ เมื่อเกิดเป็นโฟมจะมีโครงสร้างของโฟมที่แข็งแรง จึงเป็นโฟมโปรตีนที่มีเสถียรภาพต่อไขมันที่จะมาทำลายโครงสร้างของโฟมที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 4.8-4.9 แสดงค่าสีจากเครื่อง Lovibond และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว พบว่า ชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟู มีผลต่อเฉพาะค่าสีเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กล่าวคือ โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์มีค่าสีเหลืองเท่ากับ 0.55±0.07 ในขณะที่โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์มีค่าสีเหลือง เท่ากับ 0.95±0.07 อาจเนื่องจากว่าโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ ยังมีโครงสร้างของโปรตีนที่ซับซ้อนโดยม้วนขดเป็นก้อนกลม

(globular) ทำให้ลดอัตราการเกิด Maillard reaction ได้ (John,1990) ซึ่งผลอันนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อพิจารณาเฉพาะสีของนูกัต (ตารางที่ 4.10-4.11) กล่าวคือ โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ได้รับคะแนนความชอบทางด้านสี สูงกว่า โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์ ดังนั้นจึงเลือกโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ ไปศึกษาในหัวข้อต่อไป

5.2 ศึกษาอัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป และอุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อมที่เหมาะสม

5.2.1 อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป

ขั้นตอนนี้ศึกษาอัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป ที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของนูกัต โดยแปรอัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป 5 ระดับ คือ 1:1.2, 1:1.1, 1:1, 1.1:1 และ 1.2:1 เคี่ยวน้ำเชื่อมจนอุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม เท่ากับ 128°C

ตารางที่ 4.12-4.13 แสดงค่าแรงตัด, ค่า Firmness และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว พบว่า อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป มีผลต่อค่า Firmness อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่ไม่มีผลต่อค่าแรงตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กล่าวคือ นูกัตที่ใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป เท่ากับ 1:1.2, 1:1.1 และ 1:1 จะมีค่า Firmness สูงกว่านูกัตที่ใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป เท่ากับ 1.2:1 และ 1.1:1 อาจเนื่องจากว่ากลูโคสไซรัปจะเพิ่มความหนืดในเนื้อนูกัต ทำให้โอกาสที่โมเลกุลของน้ำตาลทรายจะมารวมตัวกันลดลง ถึงแม้ว่ากลูโคสไซรัป จะทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลทรายอิ่มตัวยิ่งยวดลดลง (Hartel และ Shastry, 1991) เป็นผลให้นูกัตที่ใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป เท่ากับ 1:1.2, 1:1.1 และ 1:1 มีเนื้อสัมผัสแบบเคี้ยวได้ (chewy nougat) ในขณะที่นูกัตที่ใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัปเท่ากับ 1.2:1 และ 1.1:1 มีเนื้อสัมผัสแบบร่วน (short nougat) ซึ่งไม่สามารถบอกความแตกต่างของเนื้อสัมผัสนี้ได้ด้วยการวัดค่าแรงตัด เนื่องจากว่าค่าแรงตัดจะบอกถึงแรงสูงสุดที่จะต้องใช้ตัดเข้าไปในเนื้อนูกัต แต่ไม่ได้บอกถึงความเหนียวของนูกัต

ตารางที่ 4.14-4.17 แสดงค่าความถ่วงจำเพาะ, % ความชื้น, ค่าสี และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว พบว่า อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัปไม่มีผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะ, % ความชื้น และค่าสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % อาจเนื่องจากว่า อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อมเท่ากัน คือ 128°C ทำให้ปริมาณน้ำที่ระเหยออกไปในระหว่างการเคี่ยวน้ำเชื่อมมีปริมาณใกล้เคียงกัน เป็นผลให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดในนูกัตใกล้เคียงกันด้วย นอกจากนี้นูกัตยังได้รับความร้อนเท่ากันในส่วนของน้ำเชื่อมเคี่ยว ดังนั้นอัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัปจึงไม่มีผลต่อค่าดังกล่าว

ตารางที่ 4.18-4.19 แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนูกัต และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว พบว่า อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัปมีผลต่อคะแนนความชอบทางด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กล่าวคือ เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนความชอบทางด้านรสชาติ นูกัตที่ใช้อัตราสวนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป เท่ากับ 1.2:1 จะได้รับคะแนนความชอบทางด้านรสชาติต่ำกว่าอัตราส่วนอื่นๆ เนื่องจากว่ากลูโคสไซรัปมีค่าความหวานเป็น 38 เมื่อเทียบกับน้ำตาลทราย ซึ่งมีค่าความหวานเป็น 100 (Dziedzic และ Kearsley, 1984) เป็นผลให้ นูกัตที่ใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป เท่ากับ 1.2:1 มีความหวานเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวม พบว่า นูกัตที่ใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป เท่ากับ 1:1.2, 1:1.1 และ 1:1 ซึ่งมีค่า Firmness เท่ากับ 30.03±0.47, 30.00±0.49 และ 30.32±0.82 $(mm.x10^{-1})^{-1}$ ตามลำดับ จะได้รับคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่าอัตราส่วนอื่นๆ เพื่อลดต้นทุนในการผลิต ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป เท่ากับ 1:1.2 ไปศึกษาในหัวข้อต่อไป อย่างไรก็ตามควรพิจารณา % yield ที่ได้ด้วย

5.2.2 อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม

ขั้นตอนนี้ศึกษาอุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อมที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสนูกัต โดยแปรอุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม 3 ระดับ คือ 128°C, 133°C และ 138°C ใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป 1:1.2

ตารางที่ 4.20-4.21 แสดงค่าแรงตัด, ค่า Firmness และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว พบว่า อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม มีผลต่อค่าแรงตัด และ ค่า Firmness อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กล่าวคือ นูกัตที่ใช้อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม เท่ากับ 128 หรือ 133 °C จะมีค่าแรงตัดต่ำกว่า และ ค่า Firmness สูงกว่านูกัตที่ใช้อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม เท่ากับ 138 °C อาจเนื่องจากว่าปริมาณน้ำที่ระเหยออกไปในระหว่างการเคี่ยวน้ำเชื่อมของนูกัตที่ใช้อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม เท่ากับ 138 °C มีปริมาณมากกว่า เป็นผลให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดในนูกัตสูงกว่าอุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อมอื่นๆ ซึ่งผลสรุปส่วนนี้สามารถดูได้จากผลการทดลองวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ และ % ความชื้นของนูกัต (ตารางที่ 4.22-4.23) กล่าวคือ นูกัตที่ใช้อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม เท่ากับ 138 °C จะมี % ความชื้นที่ต่ำกว่า และค่าความถ่วงจำเพาะที่สูงกว่านูกัตที่ใช้อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม เป็น 128 หรือ 133°C

ตารางที่ 4.24-4.25 แสดงค่าสี และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว พบว่า อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม มีผลต่อค่าสีเหลือง และสีแดง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กล่าวคือ นูกัตที่ใช้อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม = 138 °C จะมีค่าสีเหลือง และสีแดง สูงกว่านูกัตที่ใช้อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อมอื่นๆ อาจเนื่องจากว่าเป็นนูกัตที่ได้รับความร้อนสูงในส่วนของน้ำเชื่อมเคี่ยว และเป็นเวลานาน เมื่อเทน้ำเชื่อมลงในโฟมโปรตีนจะเกิด Maillard reaction ทำให้นูกัตมีสีออกน้ำตาล (John, 1990) ซึ่งผลอันนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อพิจารณาเฉพาะสีของนูกัต (ตารางที่ 4.26-4.27) กล่าวคือ นูกัตที่ใช้อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม เท่ากับ 128 หรือ 133°C จะได้รับคะแนนความชอบทางด้านสี

สูงกว่านูกัตที่ใช้อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม เท่ากับ 138 °C นอกจากนี้นูกัตที่ใช้อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม เท่ากับ 128 หรือ 133 °C ซึ่งมีค่าแรงตัด เท่ากับ 17.50±0.31 และ 20.36±0.06 (N) ตามลำดับ, ค่า Firmness เท่ากับ 29.65±0.21 และ 27.50±1.06 $(mm.x10^{-1})^{-1}$ ตามลำดับ และ % ความชื้น เท่ากับ 8.58±0.15 และ 8.22±0.06 ตามลำดับ จะได้รับคะแนนความชอบทางด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่านูกัตที่ใช้อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม เท่ากับ 138 °C เพื่อลดต้นทุนในการผลิต ดังนั้นจึงเลือกอุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม เท่ากับ 128 °C ไปศึกษาในหัวข้อต่อไป อย่างไรก็ตามควรพิจารณา % yield ที่ได้ด้วย

5.3 ศึกษาปริมาณซอร์บิทอล, ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่เหมาะสมกับการผลิตนูกัต และระยะเวลาในการเก็บ

เนื่องจากในระหว่างการเก็บผลิตภัณฑ์นูกัต ที่มีเนื้อสัมผัสแบบร่วน นูกัตอาจจะมีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้นที่ผิว ทำให้ค่า Firmness ลดลง และผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับลดลง จึงใช้ซอร์บิทอลแทนกลูโคสไซรัปบางส่วน เพื่อให้นูกัตที่มีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้นที่ผิวลดลงในระหว่างการเก็บและผู้บริโภคยังคงยอมรับอยู่ (Sherwood, 1953) นอกจากนี้ถ้าใช้ซอร์บิทอลแทนกลูโคสไซรัปบางส่วนในนูกัตที่มีเนื้อสัมผัสแบบเคี้ยวได้ จะทำให้นูกัตมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น (Lees และ Jackson, 1973) ในขณะที่เมื่อใช้มอลโทเด็กซ์ทรินแทนกลูโคสไซรัปบางส่วน จะทำให้นูกัตมีเนื้อสัมผัสแบบเคี้ยวได้ (Manifie, 1989) ดังนั้นในระหว่างการเก็บผลิตภัณฑ์นูกัต จึงเลือกใช้ปริมาณซอร์บิทอลและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินแทนกลูโคสไซรัปด้วย เพื่อให้นูกัตยังคงมีเนื้อสัมผัสตามที่ผู้บริโภคยอมรับ

5.3.1 ปริมาณซอร์บิทอล, ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน และระยะเวลาในการเก็บ

ขั้นตอนนี้ศึกษาปริมาณซอร์บิทอล, ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน และระยะเวลาในการเก็บที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของนูกัต โดยแปรปริมาณซอร์บิทอล 3 ระดับ คือ 0, 5 และ 10 % ของน้ำหนักทั้งหมด, ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน 3 ระดับ คือ 0, 3 และ 5 % ของน้ำหนักทั้งหมด ใช้แทนกลูโคสไซรัปบางส่วน และระยะเวลาในการเก็บ 2 ระดับ คือ 0 และ 1 เดือน โดยใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป คือ 1:1.2 และอุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม 128 °C แต่กรณีที่ใช้ปริมาณซอร์บิทอล 5 % ของน้ำหนักทั้งหมด ใช้อุณหภูมิ

สุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม 129 °C และกรณีที่ใช้ปริมาณซอร์บิทอล 10 % ของน้ำหนักทั้งหมด ใช้อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี่ยวน้ำเชื่อม 130 °C เพื่อให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดในนูกัดเท่าเดิม

ตารางที่ 4.28 และ ตารางที่ ค.3 แสดงค่าแรงตัด, ค่า Firmness และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณซอร์บิทอล และปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน มีผลต่อ ค่าแรงตัด และ ค่า Firmness อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจึงแยกวิเคราะห์ ค่าแรงตัด และ ค่า Firmness โดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณซอร์บิทอล และปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน (AB) ผลการวิเคราะห์ พบว่า สำหรับนูกัดที่ไม่ใช้ซอร์บิทอล เมื่อนูกัดไม่ใช้มอลโทเด็กซ์ทริน, ใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน 3 % และ 5 % จะมีค่าแรงตัดสูงกว่า และ ค่า Firmness ต่ำกว่านูกัดที่ใช้ปริมาณซอร์บิทอล และปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินอื่นๆ (ตารางที่ ค.4 และรูปที่ 4.3-4.4) อาจเนื่องจากว่า ซอร์บิทอลจะทำให้นูกัดมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น (Lees และ Jackson, 1973) ในขณะที่มอลโทเด็กซ์ทริน จะเพิ่มความหนืด ให้เนื้อ (body) และทำให้นูกัดมีเนื้อสัมผัสแบบเคี้ยวได้ (chewy) (Manifie,1989) จากผลการทดลองนี้จึงนำไปศึกษาถึงปริมาณซอร์บิทอล และปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน ที่เหมาะสมกับการผลิตนูกัด เมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบของผู้บริโภค

5.3.2 <u>ปริมาณซอร์บิทอล และปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่เหมาะสมกับการผลิตนูกัด</u>

ขั้นตอนนี้ศึกษาปริมาณซอร์บิทอล และปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน ที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของนูกัด โดยพิจารณาจากคะแนนความชอบของผู้บริโภค แปรปริมาณซอร์บิทอล 3 ระดับ คือ 0, 5 และ 10 % ของน้ำหนักทั้งหมด และปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน 3 ระดับ คือ 0, 3 และ 5 % ของน้ำหนักทั้งหมด ใช้แทนกลูโคสไซรัปบางส่วน

ตารางที่ 4.29-4.32 แสดงค่าความถ่วงจำเพาะ, % ความชื้น, ค่าสี และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว พบว่า ปริมาณซอร์บิทอล และปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน ไม่มีผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะ, % ความชื้น และค่าสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 4.33 และ ตารางที่ ค.5 แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนูกัต และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนความชอบทางด้านรสชาติ พบว่าปริมาณซอร์บิทอล มีผลต่อคะแนนความชอบทางด้านรสชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจึงแยกวิเคราะห์คะแนนความชอบทางด้านรสชาติ โดยพิจารณาเฉพาะปริมาณซอร์บิทอล (B) ผลการวิเคราห์แสดงในตารางที่ 4.34 พบว่า นูกัตที่ไม่ใช้ซอร์บิทอล หรือใช้ปริมาณซอร์บิทอล 5 % จะได้รับคะแนนความชอบทางด้านรสชาติสูงกว่านูกัตที่ใช้ปริมาณซอร์บิทอล 10 % เนื่องจากว่าซอร์บิทอลมีค่าความหวานเป็น 63 ในขณะที่กลูโคสไซรัป มีค่าความหวานเป็น 38 เมื่อเทียบกับน้ำตาลทราย ซึ่งมีค่าความหวานเป็น 100 (Dziedzic และ Kearsley, 1984) เป็นผลให้นูกัตที่ไม่ใช้ซอร์บิทอล หรือใช้ปริมาณซอร์บิทอล 5 % มีความหวานน้อยกว่า และได้รับคะแนนความชอบทางด้านรสชาติสูงกว่านูกัตที่ใช้ซอร์บิทอลแทนกลูโคสไซรัปบางส่วนในปริมาณ 10 % และเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวม พบว่า ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน และปริมาณซอร์บิทอล มีผลต่อคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย จึงแยกวิเคราะห์คะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวมโดยพิจารณาปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน (A) และปริมาณซอร์บิทอล (B) ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.34-4.35 นูกัตที่ใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน 5 % และไม่ใช้ซอร์บิทอล จะได้รับคะแนนทางด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่านูกัตที่ใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน และปริมาณซอร์บิทอลอื่นๆ ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในตอนต้นที่ว่า ควรจะใช้ซอร์บิทอลแทนกลูโคสไซรัปบางส่วน อาจเนื่องจากว่านูกัตที่ได้เลือกไว้จากข้อ 5.2 เป็นนูกัตที่มีเนื้อสัมผัสแบบเคี้ยวได้ เมื่อใช้ซอร์บิทอลแทนกลูโคสไซรัปบางส่วน จะทำให้นูกัตมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น จึงน่าที่จะใช้ซอร์บิทอล กับนูกัตที่มีเนื้อสัมผัสแบบร่วน ในขณะที่เมื่อใช้มอลโทเด็กซ์ทรินแทนกลูโคสไซรัปบางส่วน จะเพิ่มความหนืดในเนื้อนูกัต และให้เนื้อสัมผัสแบบเคี้ยวได้ แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคชอบนูกัตที่มีเนื้อสัมผัสแบบเคี้ยวได้ แต่ไม่ชอบนูกัตที่มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น

5.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บนูกัต

ขั้นตอนนี้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บนูกัต โดยเตรียมตามสูตรและวิธีที่ได้คัดเลือกไว้ ห่อด้วยกระดาษไข และ Aluminum foil/paper บรรจุลงในกล่องกระดาษ และใช้ฟิล์ม PVC หดแนบกับกล่องกระดาษ เก็บในห้องปรับอากาศ และเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน แล้วสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ทุกสัปดาห์ ติดตามการเปลี่ยนแปลงด้านต่างๆ คือ ค่าแรงตัด, ค่า Firmness, ค่าสี, % ความชื้น, Water activity (a_w), Peroxide value (meq/kg) และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ ค.6, ตารางที่ 4.36 และรูปที่ 4.7-4.8 แสดงค่าแรงตัด, ค่า Firmness และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการเก็บ และระยะเวลาในการเก็บมีผลต่อค่าแรงตัด และ ค่า Firmness อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กล่าวคือ นูกัตที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะมีค่าแรงตัดและ ค่า Firmness ต่ำกว่านูกัตที่เก็บในห้องปรับอากาศ หลังจากระยะเวลาในการเก็บตั้งแต่ 5 สัปดาห์เป็นต้นไป อาจเนื่องจากว่าความหนืดของเนื้อนูกัตจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิในการเก็บลดลง ทำให้โอกาสที่โมเลกุลของน้ำตาลทรายจะมารวมตัวกันลดลง และน้ำตาลทรายไม่ตกผลึก (Hartel, 1987) เป็นผลให้นูกัตที่เก็บไว้ในห้องปรับอากาศ ยังคงมีเนื้อสัมผัสแบบเคี้ยวได้ ซึ่งผลอันนี้สอดคล้องกับ ผลการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสของนูกัต (ตารางที่ ค.8 และ รูปที่ 11) กล่าวคือ นูกัตที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะได้รับคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสต่ำกว่านูกัตที่เก็บไว้ในห้องปรับอากาศหลังจากระยะเวลาในการเก็บตั้งแต่ 5 สัปดาห์เป็นต้นไป และผู้บริโภคจะไม่ยอมรับเมื่อระยะเวลาในการเก็บตั้งแต่ 7 สัปดาห์เป็นต้นไป นอกจากนี้นูกัตที่เก็บไว้ในห้องปรับอากาศจะได้รับคะแนนความชอบทางด้านรสชาติสูงกว่านูกัตที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง และเมื่อระยะเวลาในการเก็บนูกัตเพิ่มขึ้น คะแนนความชอบทางด้านรสชาติจะลดลง หลังจากระยะเวลาในการเก็บตั้งแต่ 8 สัปดาห์เป็นต้นไป แต่ที่สัปดาห์ที่ 8 นี้ผู้บริโภคยังยอมรับอยู่ (ตารางที่ 4.44-4.45)

ตารางที่ 4.37-4.38 แสดงค่า Peroxide value, % ความชื้น, a_w และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว เมื่อพิจารณาค่า Peroxide value และ a_w พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการเก็บและระยะเวลาในการเก็บ มีผลต่อค่า Peroxide value และ a_w อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กล่าวคือ นูกัตที่เก็บไว้ในห้องปรับอากาศ เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 4 เดือน จะมีค่า Peroxide value เท่ากับ 41.03± 0.12 meq/kg เปรียบเทียบกับเมื่อเริ่มเก็บนูกัต จะมีค่า Peroxide value เท่ากับ 2.11± 0.03 meq/kg ในขณะที่นูกัตที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 10 สัปดาห์ จะมีค่า Peroxide value เท่ากับ 47.15±1.42 meq/kg ซึ่งเกินมาตรฐานตามที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่กำหนดไว้สำหรับถั่วกรอบปรุงรส ให้มีค่า Peroxide value ไม่เกิน 40 meq/kg (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2535) นอกจากนี้สำหรับถั่วลิสงคั่ว จะมีค่า Peroxide value threshold เท่ากับ 25-30 meq/kg (Evranuz, 1993) ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าถั่วลิสงซึ่งมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดลิโนเลอิก เท่ากับ 24.7 % (Woodroof,1973) และนูกัตมีค่า a_w ในช่วง 0.6-0.8 ทำให้เกิดการหืนแบบ autoxidation และปฏิกิริยา autoxidation เกิดในอัตราเร็วขึ้น เมื่อสภาวะการเก็บที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น (John, 1990) ดังนั้นนูกัตที่เก็บไว้ในห้องปรับอากาศ จะให้ค่า Peroxide value ที่เกินมาตรฐาน เมื่อระยะเวลาในการเก็บที่นานกว่านูกัตที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งผลส่วนนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นของนูกัต (ตารางที่ ค.7 และ รูปที่ 10) กล่าวคือ ผู้บริโภคจะไม่ยอมรับนูกัตที่เก็บไว้ในห้องปรับอากาศ เมื่อระยะเวลาในการเก็บนาน 4 เดือน และผู้บริโภคจะไม่ยอมรับนูกัตที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อระยะเวลาในการเก็บตั้งแต่ 10 สัปดาห์เป็นต้นไป นอกจากนี้นูกัตที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะมีค่า a_w สูงกว่านูกัตที่เก็บไว้ในห้องปรับอากาศ เมื่อเปรียบเทียบที่ระยะเวลาในการเก็บเดียวกัน และเมื่อพิจารณา % ความชื้น พบว่า อุณหภูมิในการเก็บ (A) และระยะเวลาในการเก็บ (B) มีผลต่อ % ความชื้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจึงแยกวิเคราะห์ % ความชื้น โดยพิจารณาอุณหภูมิในการเก็บ (A) และระยะเวลาในการเก็บ (B) ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.39-4.40 พบว่า นูกัตที่เก็บไว้ที่

อุณหภูมิห้อง จะมี % ความชื้นสูงกว่านูกัตที่เก็บไว้ในห้องปรับอากาศ และเมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น นูกัตจะมี % ความชื้นสูงขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.41-4.42 แสดงค่าสี และการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าว พบว่า อิทธินลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการเก็บและระยะเวลาในการเก็บ มีผลต่อค่าสีแดงและค่าสีเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กล่าวคือ นูกัตที่เก็บไว้ในห้องปรับอากาศ จะมีค่าสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการเก็บตั้งแต่ 12 สัปดาห์เป็นต้นไป และนูกัตที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะมีค่าสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการเก็บตั้งแต่ 7 สัปดาห์เป็นต้นไป อาจเนื่องจากว่า นูกัตซึ่งมีค่า a_w ในช่วง 0.6-0.8 จะเกิด Maillard reaction และเมื่ออุณหภูมิในการเก็บสูงขึ้น อัตราเร็วในการเกิด Maillard reaction จะเพิ่มขึ้นด้วย (John,1990) ดังนั้นนูกัตที่เก็บไว้ในห้องปรับอากาศจะมีสีออกน้ำตาล เมื่อระยะเวลาในการเก็บที่นานกว่านูกัตที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งผลส่วนนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนความชอบทางด้านสีของนูกัต (รูปที่ 9 และ ตารางที่ ค.7) กล่าวคือ นูกัตที่เก็บไว้ในห้องปรับอากาศจะได้รับคะแนนความชอบทางด้านสีลดลง เมื่อระยะเวลาในการเก็บตั้งแต่ 12 สัปดาห์เป็นต้นไป และนูกัตที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะได้รับคะแนนความชอบทางด้านสีลดลง เมื่อระยะเวลาในการเก็บตั้งแต่ 7 สัปดาห์เป็นต้นไป และผู้บริโภคจะไม่ยอมรับเมื่อระยะเวลาในการเก็บตั้งแต่ 12 สัปดาห์ เป็นต้นไป

ดังนั้นอายุการเก็บของนูกัตที่ห่อด้วยกระดาษไข และ Aluminum foil/paper บรรจุในกล่องกระดาษ และใช้ฟิล์ม PVC หดแนบกับกล่องกระดาษ เมื่อเก็บนูกัตไว้ในห้องปรับอากาศ เก็บได้นาน 4 เดือน ในขณะที่นูกัตที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เก็บได้นาน 10 สัปดาห์