บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการลวก

การผลิตเนคต้านั้น ในขั้นตอนการเตรียมเนื้อของผักหรือผลไม้ที่ทำกันโดยทั่วไปคือการนำผักและผลไม้ไปผ่านกระบวนการลวก (blanching) ในช่วงระยะเวลาสั้น และมีการโฮโมจีไนซ์กับส่วนผสมอื่นอย่างประสิทธิภาพ ซึ่งจะได้เครื่องดื่มที่มีความคงตัวดี (Luh, 1971) ดังนั้นขั้นตอนการลวกจึงนับว่ามีความสำคัญ การลวกฟักทองก่อนนำไปใช้นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อยับยั้งเอนไซม์ที่สำคัญ เช่น เพคตินเอสเทอเรส (pectinesterase) ไลพอกซิจิเนส (lipoxygenase) เพอออกซิเดส (peroxidase) และ คะตาเลส (catalase) ซึ่งมีผลต่อการสูญเสียของแคโรทีน (Kimball, 1991; Hidaka, Anno และ Nakatsu, 1986) โดยเอนไซม์เพคตินเอสเทอเรสจะเข้าทำปฏิกิริยากับสารประกอบเพคตินเกิดเป็นกรดเพคติก ซึ่งสามารถเข้าทำปฏิกิริยากับไอออนบวกชนิดโควาเลนต์ได้ดี เช่น แคลเซียมไอออน ทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนของแคลเซียมเพคเตตที่มีสมบัติไม่ละลายน้ำ และตกตะกอนอย่างรวดเร็ว (Kimball, 1991) มีผลทำให้อนุภาคความขุ่นต่าง ๆ ไม่คงตัว และมีผลต่อกลิ่นรสของน้ำผัก (Baker และ Bruemmer, 1973) รวมทั้งทำให้แคโรทีนตกตะกอนไปกับอนุภาคเหล่านี้ ซึ่งมีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ด้วย (Sims และคณะ, 1993) ส่วนเอนไซม์ไลพอกซิจิเนส เพอออกซิเดส และคะตาเลส จะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นผลให้เกิดการสูญเสียของแคโรทีนในฟักทอง (Hidaka และคณะ, 1986) นอกจากนั้นความร้อนที่ใช้ลวกยังช่วยให้ผลึกสารแคโรทีนอยด์ละลายอยู่ในส่วนที่เป็นหยดน้ำมัน ซึ่งจะลดการเกิดออกซิเดชัน (Fennema, 1996) ในขั้นตอนการย่อยสลายโดยใช้เอนไซม์เพคติเนสนั้นจะต้องระยะเวลานาน ดังนั้นถ้าเอนไซม์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาไม่ถูกยับยั้งจะมีผลต่อการสูญเสียแคโรทีน และลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ได้

การทดลองขั้นนี้ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการลวก โดยได้เลือกใช้เอนไซม์เพอออกซิเดสเป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพในการลวก เนื่องจากเอนไซม์เพอออกซิเดส เป็นเอนไซม์ที่ทนความร้อนมากที่สุด สามารถใช้เป็นอินดิเคเตอร์ที่แสดงถึงความเพียงพอต่อการลวกได้ (Williams และคณะ, 1986) นอกจากนั้นยังสามารถตรวจสอบได้ง่าย โดยการตรวจสอบสีน้ำตาลที่เกิดขึ้น

จากกูไอคอล (guaiacol) ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) ได้เป็นเตตระกูไอคอล (tetraguaiacol) (Whitaker, 1972)

จากการทดลองโดยลวกชิ้นฟักทองในน้ำเดือด แล้วแปรอุณหภูมิจุดกึ่งกลางขึ้นเป็น 60 70 80 85 90 และ 95 °C ได้ผลดังตาราง 4.1 ซึ่งพบว่าอุณหภูมิจุดกึ่งกลาง 85 90 และ 95 °C สามารถยับยั้งแอคติวิตีของเอนไซม์เพออกซิเดสได้ นั่นคือไม่เกิดการเปลี่ยนสีภายในระยะเวลาที่กำหนด ในขณะที่ถ้าใช้อุณหภูมิจุดกึ่งกลาง 80 °C ยังคงเกิดการเปลี่ยนสีอยู่บ้างเล็กน้อย ดังนั้นจึงเลือกภาวะการลวกที่ใช้อุณหภูมิกึ่งกลางเป็น 85 °C เนื่องจากเป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเอนไซม์เพออกซิเดสได้ และชิ้นฟักทองยังสามารถคงรูปไม่เกิดการสูญเสียไปกับน้ำที่ใช้ลวก

5.2 <u>ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการใช้เอนไซม์เพคติเนส เพื่อย่อยเพคตินและเฮมิเซลลูเลสในเนื้อฟักทอง</u>

ในการศึกษานี้ได้ใช้เอนไซม์เพคติเนสในการย่อยเนื้อฟักทอง โดยเอนไซม์เพคติเนสที่ใช้เป็นเอนไซม์ที่ผลิตทางการค้า ชื่อ pectinex Ultra SP-L ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ประกอบด้วยเอนไซม์เพคติเนสเป็นส่วนใหญ่ โดยมีโพลีกาแลคทูโรเนส (PG) เป็นองค์ประกอบหลัก ผสมกับเอนไซม์เฮมิเซลลูเลสเล็กน้อย โดยเอนไซม์ PG สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับเพคตินที่ถูกเอสเตอริไฟด์ต่ำ (low esterified pectin) โดยเกิดปฏิกิริยาดีโพลีเมอไรซ์ (depolymerization) ได้กรดเพคติกสายสั้น ๆ ที่ละลายน้ำได้ (Pilnik และ Rombouts, 1979; Crandall, Mathews และ Baker, 1983) Baker และ Bruemmer (1973) พบว่าเอนไซม์เพคติเนส 3 ชนิด คือ เพคตินเอสเทอเรส (PE) เพคตินไลเอส (PL) และ โพลีกาแลคทูโรเนส (PG) เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงความข่นในน้ำส้ม โดยพบว่าเอนไซม์เพคติเนส ที่สามารถรักษาความคงตัวของความข่นได้ดี ต้องมีแอคติวิตีของ PG สูงและมีแอคติวิตีของ PE ต่ำ ดังนั้นเอนไซม์ชนิดนี้จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ส่วนเอนไซม์เฮมิเซลลูเลสที่ผสมอยู่สามารถช่วยย่อยเฮมิเซลลูโลสที่มีอยู่ในส่วนผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อพืช ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ อะราบิแนน (arabinan) กาแลคแทน (galactan) ไซโลกลูแคน (xylogulcan) และไซแลน (xylan) (Grassin และ Fauquembergue, 1996) โมเลกุลของเฮมิเซลลูโลสมีทั้งที่เป็นแบบเส้นตรงหรือเป็นกิ่งก้านสาขา ในผนังเซลล์นั้นเฮมิเซลลูโลสจะจัดเรียงตัวแบบอสัณฐาน (amorphous) แทรกไปกับเพคตินซึ่งเรียงตัวเป็นเมตริกซ์ เฮมิเซลลูโลสและสารเพคตินรวมกันจะมีปริมาตรประมาณ 30 % ของปริมาตรรวมของผนังเซลล์ การแยกเอาส่วนนี้ออกมาจะทำให้ผนังเซลล์หดตัวและเกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติด้านกายภาพ

(กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, 2535ข) Noach (1986) ได้รายงานว่าการใช้เอนไซม์เฮมิเซลลูเลสร่วมกับเอนไซม์เพคติเนส จะสามารถช่วยเสริมประสิทธิภาพของการย่อยเซลล์พืชให้มีประสิทธิภาพขึ้น ดังนั้นการที่เอนไซม์ Pectinex Ultra SP-L ซึ่งประกอบด้วยเอนไซม์ผสมนี้จึงสามารถทำให้เนื้อฟักทองบางส่วนเป็นของเหลว (liquefaction) สามารถนำไปผลิตเนคต้าฟักทองได้ต่อไป

5.2.1 ศึกษาความเข้มข้นและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย่อย

จากการแปรความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนสเป็น 3 ระดับ คือ 2 3 และ 4 % โดยน้ำหนักแห้ง และอุณหภูมิในการย่อยเป็น 3 ระดับ คือ 30 40 และ 50 °C แล้วย่อยเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (control) ซึ่งไม่เติมเอนไซม์ ประเมินผลเนื้อฟักทองที่ได้โดยจากการวัดปริมาณเบต้าแคโรทีน และความหนืดของเนื้อฟักทอง ได้ผลดังตาราง 4.2 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

- ปริมาณเบต้าแคโรทีน พบว่าอิทธิพลความเข้มข้นเอนไซม์และอุณหภูมิในการย่อยไม่มีผลทำให้เบต้าแคโรทีนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง จ.1) Klaui และ Bauernfeind (1981) พบว่าความร้อนที่มีผลทำให้แคโรทีนอยด์เกิดการเสื่อมสลายโดยเกิดการเปลี่ยนแปลงไอโซเมอร์ของแคโรทีนจากความร้อน (thermal isomerization) ได้ แต่เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการย่อยไม่สูงมากคือไม่เกิน 50 °C จึงมีผลในการทำลายเบต้าแคโรทีนน้อยมาก มีรายงานว่าการหุงต้ม (cooking) นั้นไม่มีผลต่อสี และคุณค่าทางโภชนาการของแคโรทีนมากนัก (รัชนี ตัณฑะพานิชกุล, 2535) ดังนั้นการแปรความเข้มข้นของเอนไซม์และอุณหภูมิจึงไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเบต้าแคโรทีน

- ความหนืด พบว่าอิทธิพลของความเข้มข้นเอนไซม์ และอุณหภูมิในการย่อยมีผลทำให้ความหนืดเนื้อฟักทองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง จ.1)

จากอิทธิพลของความเข้มข้นเอนไซม์ต่อความหนืดนั้นพบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอนไซม์ จาก 2 % เป็น 3 %โดยน้ำหนักแห้ง จะมีผลทำให้ความหนืดลดลง (ตาราง 4.3) และเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (control) ที่ไม่ใช้เอนไซม์ซึ่งมีความหนืด 959 เซนติพอยซ์ พบว่าการใช้เอนไซม์ จะมีความหนืดลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยสามารถลดความหนืดได้มากกว่า 77 % เมื่อเทียบกับชุดควบคุม แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเอนไซม์เป็น 4 %โดยน้ำหนักแห้ง จะทำให้ความหนืดไม่แตกต่างกับการใช้ที่ความเข้มข้น 3 %โดยน้ำหนักแห้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การเพิ่มความเข้มข้นของเอนไซม์มีผลทำให้ความหนืดลดลง เนื่องจากเอนไซม์สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับสารประกอบเพคตินและเฮมิเซลลูโลสในฟักทองได้เพิ่มขึ้น โดยเอนไซม์เพคติเนสซึ่งมี

แอคติวิตีของ PG PL และ PE โดยมี PG เป็นองค์ประกอบหลัก สามารถย่อยสลายเพคติน ทำให้เกิดกรดเพคติกสายสั้น ๆ ที่ละลายน้ำได้ (Crandall และคณะ, 1983) จึงทำให้ความหนืดเนื้อฟักทองลดลง Struebi (1978) พบว่าการใช้เอนไซม์เพคติเนสที่ความเข้มข้นสูงขึ้นจะทำให้เพคตินถูกเปลี่ยนไปอยู่รูปที่ละลายน้ำได้ (solubilization) ซึ่งจะเกิดพร้อมกับการสลาย(degradation) พันธะไกลโคซิดิกของเพคตินมีผลทำให้ความหนืดลดลง ส่วนเอนไซม์เฮมิเซลลูเลสจะย่อยเฮมิ-เซลลูโลสในผนังเซลล์ จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นถึง 4 % โดยน้ำหนักแห้ง ความหนืดจะไม่แตกต่างกับเมื่อใช้ความเข้มข้น 3 % โดยน้ำหนักแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากเพคตินและเฮมิเซลลูโลสในฟักทองอาจถูกย่อยสลายหมดแล้ว เมื่อใช้ระยะเวลาในการย่อย 2 ชั่วโมง จึงทำให้ความหนืดเริ่มคงที่ ดังนั้นความเข้มข้นเอนไซม์ที่เหมาะสมคือ 3 %โดยน้ำหนักแห้ง

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิในการย่อยนั้นพบว่า อุณหภูมิ 40 และ 50 °C จะทำให้ความหนืดเนื้อฟักทองต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 30 °C (ตาราง 4.4) แสดงว่าอุณหภูมิ 40 °C เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงานของเอนไซม์ ในภาวะซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเริ่มต้นประมาณ 6-6.2 ซึ่งค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะลดต่ำลงเรื่อย ๆ เนื่องจากเกิดกรดเพคติกขึ้น โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่างสุดท้ายประมาณ 4-4.5 ในขณะที่อุณหภูมิเหมาะสมที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดซึ่งระบุไว้ในสมบัติของเอนไซม์ชนิดนี้ คือ 35 °C ในสภาวะซึ่งมีค่าความเป็นกรดด่าง 3.5 (Novo Nordisk Ferment, 1991)

ฉะนั้นในการศึกษาความเข้มข้นเอนไซม์และอุณหภูมิในการย่อยที่เหมาะสม จึงเลือกที่ภาวะความเข้มข้นเอนไซม์ 3 %โดยน้ำหนักแห้ง และอุณหภูมิในการย่อย 40 °C ในการทดลองขั้นต่อไป

5.2.2 ศึกษาระยะเวลาในการย่อย และสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ ในผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม

จุดประสงค์ของการศึกษาระยะเวลาในการย่อย เพื่อต้องการทดลองใช้เอนไซม์ย่อยเพคตินบางส่วนให้ความหนืดของเนื้อฟักทองลดลง แต่ยังมีปริมาณเพคตินที่ไม่ถูกย่อยซึ่งจะช่วยในการรักษาความคงตัวให้กับผลิตภัณฑ์ได้ จากการทดลองในข้อ 4.2.1 ซึ่งใช้ระยะเวลาในการย่อย 2 ชั่วโมง โดยเป็นระยะเวลาที่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการย่อยสลายที่สมบูรณ์เนื่องจากมีความหนืดคงที่ แต่ในขั้นตอนนี้ได้ศึกษาการใช้ระยะเวลาในการย่อย 60 นาที เพื่อให้ยังมีเพคตินที่ยังไม่ถูกย่อยเหลืออยู่

ในการทดลองนี้ได้แปรระยะเวลาในการย่อยเป็น 4 ระดับ คือ 15 30 45 และ 60 นาที แล้วนำเนื้อฟักทองที่ได้มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เนคต้าโดยแปรสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ เป็น 40:60 และ 50:50 (โดยน้ำหนัก) ประเมินผลโดยการวัดปริมาณเบต้าแคโรทีน ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด ค่าความหนืด ค่าสี (L a และ b) % syneresis และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ได้ผลดังตาราง 4.5-4.15 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

- ปริมาณเบต้าแคโรทีน และเส้นใยอาหารทั้งหมด พบว่าอิทธิพลของสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ มีผลทำให้ปริมาณเบต้าแคโรทีนและปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง จ.2) โดยพบว่าเมื่อใช้สัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ 50:50 จะมีปริมาณเบต้าแคโรทีนและเส้นใยอาหารทั้งหมดมากกว่าที่สัดส่วน 40:60 (ตาราง 4.6) ทั้งนี้เนื่องจากเบต้าแคโรทีน และเส้นใยอาหารทั้งหมด มีอยู่ในเนื้อฟักทอง เมื่อใช้ปริมาณเนื้อฟักทองเพิ่มขึ้นจึงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณเบต้าแคโรทีนและเส้นใยอาหารทั้งหมดเพิ่มขึ้น

- ความหนืด พบว่าอิทธิพลร่วมของระยะเวลาในการย่อยและสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ มีผลทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง จ.2) โดยเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการย่อยนานขึ้น จะมีผลทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง และเมื่อใช้ปริมาณเนื้อฟักทองเพิ่มขึ้นจากสัดส่วน 40:60 เป็น 50:50 จะมีผลทำให้ความหนืดผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น (ตาราง 4.5) การเพิ่มระยะเวลาในการย่อยมีผลทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์ลดลงเนื่องจากเอนไซม์สามารถย่อยเพคตินได้มากยิ่งขึ้น และการใช้ปริมาณเนื้อฟักทองเพิ่มขึ้นก็จะมีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นเนื่องจากเนื้อฟักทองมีความหนืดการเติมเข้าไปผลิตภัณฑ์มากขึ้นก็จะมีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น Hugo (1981) ได้รายงานว่าในผลิตภัณฑ์เนคต้าแอปริคอท และฝรั่งที่ผลิตจากการใช้เอนไซม์ย่อยเนื้อเยื่อ จะสามารถเติมเนื้อลงไปได้ไม่เกิน 25 % เพื่อไม่ให้ความหนืดสูงเกินไป จากตาราง 4.5 พบว่าระยะเวลาในการย่อย 45 และ 60 นาที เมื่อใช้สัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ เป็น 40:60 จะมีความหนืดต่ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

- ค่าสี (L a และ b) พบว่าอิทธิพลของระยะเวลาย่อย และสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ มีผลทำให้ค่าสี L a และ b แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง จ.3) โดยเมื่อระยะเวลาในการย่อยสูงขึ้นจะมีผลทำให้ค่า L (ค่าความสว่าง) และ b (ค่าสีเหลือง) เพิ่มขึ้น แต่จะทำให้ค่า a (ค่าสีแดง) ลดลง (ตาราง 4.8) เนื่องจากเมื่อระยะเวลาในการย่อยเพิ่มขึ้น เอนไซม์สามารถย่อยสลายเพคตินและเฮมิเซลลูโลสได้เพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อเยื่อพืชอ่อนตัว น้ำภายในเซลล์รวมทั้งรงควัตถุสีเหลืองสามารถละลายออกมาจากเนื้อฟักทองได้ ดังนั้นเมื่อนำไปผลิตเป็นเนคต้ารงควัตถุดังกล่าวจึงสามารถแขวนลอยอยู่ในผลิตภัณฑ์ได้เพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้ค่า b เพิ่มขึ้น

ส่วนค่า L ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากเมื่อเพิ่มระยะเวลาย่อยเอนไซม์เพคติเนสสามารถย่อยเพคตินได้เพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลทำให้อนุภาคของแข็งที่เพคตินห่อหุ้มไว้ เกิดการจับกันเป็นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ อันเนื่องจากความแตกต่างของประจุของของแข็งและเพคติน (Lea, 1990) ซึ่งอนุภาคของแข็งบางส่วนจะไม่สามารถผ่านตะแกรงออกมาได้ในขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเมื่อนำเนื้อฟักทองไปผลิตเป็นเนคต้า จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น Gomez, Garibay และ Barzana (1988) พบว่าเอนไซม์ endo-PG สามารถทำให้ความข่นของน้ำแอปเปิ้ลลดลงเมื่อเทียบกับภาวะที่ไม่ใช้เอนไซม์ การที่ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น จึงส่งผลทำให้ค่า a ซึ่งแสดงค่าสีแดง (หรือสีแดงคล้ำ) ลดลง และเมื่อพิจารณาสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อฟักทองจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่า L และ b ลดลง แต่ค่า a จะเพิ่มขึ้น (ตาราง 4.9) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเอนไซม์เพคติเนสเข้าไปย่อยเพคตินและเฮมิเซลลูโลสซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ จะมีผลทำให้โครงสร้างเซลล์พืชอ่อนตัว น้ำภายในเซลล์ถูกปลดปล่อยออกมา รวมถึงน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีอยู่เซลล์เนื้อเยื่อฟักทอง Sreenath, Frey และ Radda (1984) ได้รายงานว่าเมื่อใช้เอนไซม์เพคติเนส ชื่อ Rohament P ย่อยเนื้อแครอทจะทำให้มีน้ำตาลกลูโคส อะราบิโนส และกาแลคโตสเกิดขึ้น น้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้นนี้สามารถทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนที่มีในฟักทองทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเรียกว่าปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) มีผลทำให้เนื้อฟักทองมีสีเหลืองคล้ำกว่าเนื้อฟักทองที่ไม่ได้ย่อยด้วยเอนไซม์ (ดังรูป ช.1) เมื่อนำเนื้อฟักทองดังกล่าวมาผสมในผลิตภัณฑ์ ก็จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำด้วย ดังนั้นการใช้เนื้อฟักทองเพิ่มมากขึ้นจึงมีผลให้ค่า L และ b ลดลง แต่ค่า a มีค่าเพิ่มขึ้น

- % syneresis พบว่า อิทธิพลร่วมของระยะเวลาย่อยกับสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ และอิทธิพลร่วมของสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ กับระยะเวลาเก็บรักษา มีผลทำให้ % syneresis แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง จ.4)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมของระยะเวลาย่อย และสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ ที่มีต่อ % syneresis (ตาราง 4.11) พบว่าเมื่อระยะเวลาย่อยเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ % syneresis มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ ที่สัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ 40:60 ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อย่อยเป็นระยะเวลานานขึ้น เอนไซม์ PE สามารถย่อยเพคตินให้เป็นกรดเพคติก และเพคตินที่มีหมู่เมทิลต่ำ (low methoxyl pectin) และเอนไซม์ PG จะสามารถย่อยผลผลิตที่เกิดขึ้นเป็นกรดเพคติกสายสั้น ๆ มีผลทำให้ความหนืดเนื้อฟักทองลดลง เมื่อนำไปผลิตเป็นเนคต้าจึงทำให้ความคงตัวของผลิตภัณฑ์ลดลง

ดังนั้นเมื่อเพคตินถูกย่อยสลายเพิ่มขึ้นจึงทำให้ % syneresis เพิ่มขึ้น แต่เมื่อใช้สัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ เป็น 50:50 จะให้ % syneresis ไม่แตกต่างกัน และน้อยกว่าที่สัดส่วน 40:60 ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อใช้สัดส่วน 50:50 ผลิตภัณฑ์มีความหนืดสูงกว่าที่สัดส่วน 40:60 ซึ่งความหนืดดังกล่าวสามารถรักษาความคงตัวให้กับผลิตภัณฑ์ได้ จึงทำให้สัดส่วน 50:50 ในทุกระยะเวลาย่อยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และการที่สัดส่วน 50:50 มีการแยกตัวน้อยกว่าที่สัดส่วน 40:60 เนื่องจากสัดส่วน 50:50 มีการใช้น้ำที่น้อยกว่าจึงทำให้ของเหลวที่แยกตัวออกมาน้อยกว่าด้วยเช่นกัน นอกจากนั้นที่สัดส่วน 50:50 ยังมีความหนืดสูงกว่าจึงมีผลทำให้สามารถรักษาความคงตัวได้ดีกว่า จากตาราง 4.11 พบว่าระยะเวลาย่อย 30 และ 45 นาที เมื่อใช้สัดส่วน 40:60 จะมี % syneresis ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ที่ระยะเวลาย่อย 60 นาที จะมี % syneresis สูงสุด

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมของสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ และระยะเวลาเก็บรักษา (ตาราง 4.12) พบว่าเมื่อใช้ปริมาณเนื้อฟักทองเพิ่มขึ้น จะทำให้ % syneresis มีแนวโน้มลดลง และเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะทำให้ % syneresis เพิ่มขึ้นตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ามีการแยกตัวระหว่างน้ำและเนื้อฟักทองของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น การที่ผลิตภัณฑ์เกิดการแยกตัวเนื่องจากเนื้อฟักทองบางส่วน ซึ่งมีอนุภาคที่ใหญ่เกินกว่าที่จะแขวนลอยอยู่ได้สามารถตกตะกอนลงมา ส่วนอนุภาคที่ยังคงแขวนลอยอยู่ได้จะเป็นเนื้อฟักทองที่มีขนาดเล็ก และเป็นเพคตินที่ละลายน้ำได้ซึ่งเป็นผลมาจากการย่อยด้วยเอนไซม์ Crandall และคณะ (1983) ได้รายงานว่าอนุภาคที่สามารถแขวนลอยอยู่ได้ในน้ำส้ม มีขนาดเฉลี่ย 0.05-100 ไมโครเมตร

- การทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความข้นหนืด และความชอบรวม (ตาราง 4.13) โดยใช้แบบทดสอบเชิงพรรณนาชนิด structured scaling (ภาคผนวก ง.2) คะแนน 1-5 โดยคะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ และความข้นหนืด ที่ระดับคะแนนเท่ากับ 3 แสดงว่าเหมาะสมที่สุด ส่วนความชอบรวมนั้น ระดับคะแนน เท่ากับ 5 แสดงว่าได้รับการยอมรับมากที่สุด ซึ่งจากผลการทดสอบสามารถอธิบายได้ดังนี้

สี พบว่าอิทธิพลของสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ จะมีผลทำให้คะแนนด้านสีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง จ.5) โดยพบว่าสัดส่วน 40:60 จะได้รับคะแนนด้านสีอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม คือมีคะแนน 3.07 ซึ่งใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่มีสีเหลืองเหมาะสม คือได้คะแนน 3 โดยได้รับการยอมรับมากกว่าที่สัดส่วน 50:50 ซึ่งมีคะแนน 3.16 (ตาราง 4.13) เนื่องจากสัดส่วน 40:60 ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองสว่างกว่าที่สัดส่วน 50:50 ซึ่งสอดคล้องกับค่าสีของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นที่สัดส่วนดังกล่าวจึงได้รับการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ดี

กลิ่นและรสชาติ พบว่าอิทธิพลของระยะเวลาในการย่อยและสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ ไม่มีผลทำให้คะแนนด้านกลิ่นและรสชาติแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง จ.5) การที่ระยะเวลาย่อยไม่มีผลต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์ แสดงให้เห็นว่าในระหว่างการย่อยที่ระยะเวลาไม่เกิน 60 นาที จะไม่มีผลทำให้เนื้อฟักทองมีกลิ่นที่ผิดปกติขึ้น เช่น กลิ่นที่เกิดจากการหมัก ผลิตภัณฑ์จึงได้รับคะแนนกลิ่นที่ไม่แตกต่างกันโดยอยู่ในช่วงที่มีกลิ่นปกติของฟักทอง ส่วนผลของสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ พบว่าปริมาณเนื้อฟักทองที่ใช้ไม่ทำให้ผู้ทดสอบแยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้ จึงไม่ทำให้คะแนนกลิ่นของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน สำหรับด้านรสชาตินั้นในการทดลองได้ใช้ปริมาณกรดและปริมาณน้ำตาลระดับเดียวกัน จึงไม่ทำให้รสชาติมีความแตกต่างกัน (ตาราง 4.13)

ความข้นหนืด พบว่าอิทธิพลของระยะเวลาย่อย และสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ มีผลทำให้การยอมรับด้านความข้นหนืดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาอิทธิพลของระยะเวลาย่อย พบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการย่อย จะทำให้คะแนนการยอมรับด้านความข้นหนืดใกล้กับเกณฑ์ที่มีความข้นหนืดเหมาะสม คือได้คะแนน 3 จากตาราง 4.18 พบว่าระยะเวลาย่อย 45 และ 60 นาที จะมีคะแนนด้านความข้นหนืดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และใกล้เกณฑ์ที่มีความข้นหนืดเหมาะสมมากที่สุด คือมีคะแนน 3.51 และ 3.50 ตามลำดับ ในขณะที่ระยะเวลาในการย่อย 30 และ 15 นาที จะมีคะแนนความข้นหนืด 3.74 และ 3.96 ซึ่งหมายถึงมีความข้นหนืดมาก ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเพิ่มระยะเวลาในการย่อยจะช่วยให้เพคตินถูกย่อยสลายมากขึ้น ทำให้ความหนืดลดลงจนเป็นที่ยอมรับ และเมื่อพิจารณาอิทธิพลสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ พบว่าสัดส่วน 40:60 จะได้รับการยอมรับด้านความข้นหนืดมากกว่าที่สัดส่วน 50:50 คือมีคะแนน 3.28 ส่วนที่สัดส่วน 50:50 จะมีคะแนนความข้นหนืดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความข้นหนืดมาก คือมีคะแนน 4.08

ความชอบรวม พบว่าอิทธิพลร่วมของระยะเวลาย่อยและสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ มีผลทำให้คะแนนความชอบรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง จ.5) โดยจากตาราง 4.11 พบว่า ภาวะที่ใช้ระยะเวลาในการย่อย 45 นาที เมื่อใช้สัดส่วน 40:60 จะได้คะแนนความชอบรวม ไม่แตกต่างกับภาวะที่ใช้ระยะเวลาการย่อย 60 นาที เมื่อใช้สัดส่วนเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากภาวะดังกล่าวมีคะแนนสี และความข้นหนืด อยู่ในเกณฑ์เหมาะสม จึงทำให้คะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้นในการศึกษาระยะเวลาย่อยและสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำ ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ จะเลือกที่ภาวะที่ใช้ระยะเวลาย่อย 45 นาที เนื่องจากมีความหนืดอยู่เป็นที่ยอมรับและผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดี ส่วนสัดส่วนเนื้อฟักทอง:น้ำที่เหมาะสมคือ 40:60 เนื่องจากได้รับคะแนนด้านสี ความหนืด และความชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ดี โดยภาวะดังกล่าวผลิตภัณฑ์มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 0.97 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร และปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด 7.05 กรัม/100 มิลลิลิตร

อย่างไรก็ตามจากการที่ยังมี % syneresis ที่ค่อนข้างสูง แสดงว่าผลิตภัณฑ์ยังมีความคงตัวที่ไม่ดีนัก ดังนั้นจึงควรมีการนำสารให้ความคงตัวมาใช้เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดีขึ้น ซึ่งได้มีการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

5.3 <u>ศึกษาการใช้สารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์</u>

ในผลิตภัณฑ์เนคต้าการนำสารให้ความคงตัวมาใช้นับว่าเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยเนื้อของผักหรือผลไม้ซึ่งเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ไม่สามารถแขวนลอยอยู่ได้ในระยะเวลานาน ดังนั้นการนำสารพวกไฮโดรคอลลอยด์มาใช้ในผลิตภัณฑ์จะช่วยให้เกิดความคงตัวกับผลิตภัณฑ์ได้ ไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิดจะมีหน้าที่แตกต่างกันไป เช่น เป็นสารเพิ่มความหนืด (thickener) เช่น ในผลิตภัณฑ์แยม ซอส เป็นต้น เป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) เช่น ในน้ำผลไม้ มายองเนส เป็นต้น และเป็นสารที่สามารถเกิดเจลได้ (gelling agent) เช่น ในพุดดิ้ง ขนมหวาน เป็นต้น โดยบางชนิดสามารถทำหน้าที่ได้หลายอย่างขึ้นอยู่กับสมบัติของไฮโดรคอลลอยด์ ชนิดของผลิตภัณฑ์ และความเข้มข้นที่ใช้ ในการทดลองนี้ใช้ไฮโดรคอลลอยด์เพื่อเป็นสารให้ความคงตัว การทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความคงตัวนั้นเกิดจากการทำหน้าที่ของไฮโดรคอลลอยด์ 2 ประการ คือ ทำให้ความหนืดสูงขึ้น และทำหน้าที่เป็นสารปกป้องคอลลอยด์ (protective colloid) เชื่อมตัวกระจายและน้ำเข้าด้วยกัน โดยตัวกระจายจะถูกเคลือบด้วยสารไฮโดรคอลลอยด์ทำให้มีคุณสมบัติเหมือนคอลลอยด์ซึ่งสามารถกระจายตัวในน้ำได้ดี ตัวกระจายจึงไม่ตกตะกอน (Glicksman, 1982)

ในการทดลองนี้ได้เลือกใช้โซเดียมอัลจิเนต และคาราจีแนน เนื่องจากสามารถรักษาความคงตัวในเครื่องดื่มน้ำผลไม้ประเภทเนคต้าได้ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529) ในการทดลองนี้ได้ทดลองใช้สารทั้งสองโดยแปรระดับความเข้มข้นเป็น 5 ระดับ คือ 0 0.1 0.2 0.3 และ 0.4 %w/w แล้วประเมินผลผลิตภัณฑ์จากค่าความหนืด % syneresis และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านความข้นหนืด ความคงตัว และความชอบรวม ของการใช้สารให้ความคงตัวแต่ละชนิด ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

5.3.1 โซเดียมอัลจิเนต

โซเดียมอัลจิเนต สามารถทำหน้าที่เป็นสารให้ความหนืด สารให้ความคงตัว และสารทำให้เกิดเจลได้ (Sharma, 1981) ซึ่งโซเดียมอัลจิเนตที่นำมาใช้นี้เป็นชนิดที่มีความหนืดต่ำ เพื่อให้มีสมบัติเป็นสารให้ความคงตัวเท่านั้น จากผลการทดลองสามารถอธิบายได้ดังนี้

- ความหนืด พบว่าเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตเพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 0.4 % w/w จะทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.16) การที่ความหนืดเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต เนื่องจากปริมาณน้ำที่เป็นอิสระในผลิตภัณฑ์น้อยลง และเกิดจากโมเลกุลของไฮโดรคอลลอยด์เกิดโครงสร้างจับตัวกันเองมากขึ้น มีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น (Pomeranz, 1991)

- % syneresis พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของ โซเดียมอัลจิเนตและระยะเวลาเก็บรักษา มีผลทำให้ % syneresis แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง จ.6) โดยการเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต จะช่วยลด % syneresis ได้นั่นคือทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวขึ้น แต่ % syneresis ยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ความเข้มข้นเดียวกัน ถ้าเวลาเก็บรักษานานขึ้น (ตาราง 4.17)

การเพิ่มความเข้มข้นแล้วทำให้ % syneresis ลดลง เนื่องจากโซเดียมอัลจิเนตจะไปห่อหุ้มอนุภาคที่แขวนลอยให้มีสมบัติเหมือนคอลลอยด์ ทำให้อนุภาคเหล่านั้นสามารถกระจายตัวในน้ำได้ดี (Glicksman, 1982) และเป็นผลมาจากความหนืดของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ทำให้ % syneresis ลดลง แต่ที่ยังพบว่า % syneresis ยังคงเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากขนาดของอนุภาคเนื้อฟักทองที่มีความแตกต่างกัน โดยอนุภาคที่มีขนาดเล็กสามารถแขวนลอยอยู่ได้เมื่อใช้โซเดียมอัลจิเนตที่ความเข้มข้นดังกล่าว ส่วนอนุภาคที่มีขนาดใหญ่และหนักที่ความเข้มข้นที่ใช้ไม่สามารถรักษาความคงตัวไว้ได้ อย่างไรก็ตามเมื่อใช้โซเดียมอัลจิเนตจะมีการเพิ่มขึ้นของ % syneresis น้อยกว่าภาวะที่ไม่ใช้โซเดียมอัลจิเนต Voragen และคณะ (1985) รายงานว่าการที่ทำให้เนคต้าแอปริคอทมีความคงตัวดีขึ้นนั้น จะต้องใช้เอนไซม์เพคติเนส ที่มี PG สูง ร่วมกับการโฮโมจีไนซ์ที่ความดันสูง เพื่อให้อนุภาคของแอปริคอทมีขนาดเล็กมากสามารถแขวนลอยอยู่ได้ ในขณะที่ Grassin และ Fauquembergue (1996) ได้รายงานว่าความคงตัวของเนคต้าขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาค และปริมาณเอนไซม์เพคตินเอสเทอเรสที่เหลืออยู่ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดกรดเพคติก ที่สามารถจับกับอิออนของแคลเซียมทำให้เกิดตะกอนขึ้นได้

- การทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านความข้นหนืด ความคงตัว และความชอบรวม โดยใช้แบบทดสอบความแตกต่างชนิด scoring test ซึ่งคะแนนความข้นหนืดและความคงตัวมีช่วงคะแนน 1-10 ส่วนคะแนนความชอบรวมมีช่วงคะแนน 1-9 โดยตัวอย่างที่ได้รับคะแนนสูงสุดแสดงว่าได้รับการยอมรับสูงสุด จากผลการทดลองแสดงดังตาราง 4.18 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

ความข้นหนืด พบว่าเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตเพิ่มขึ้นจะทำให้คะแนนการยอมรับด้านความข้นหนืดลดลงตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากเมื่อความเข้มข้นโซเดียมอัลจิเนตเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีความหนืดเพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความข้นหนืด พบว่ามีคะแนนลดลงเพราะผู้ทดสอบไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีความข้นหนืดสูง อย่างไรก็ตามภาวะที่ไม่ใช้โซเดียมอัลจิเนต และเมื่อใช้ที่ความเข้มข้น 0.1 %w/w จะได้คะแนนความข้นหนืดอยู่ในช่วงที่มีความข้นหนืดเหมาะสม คือมีคะแนน 8.98 และ 8.15 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เพราะผู้ทดสอบบางส่วนจะยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดใกล้เคียงกับเครื่องดื่มน้ำผลไม้ทั่วไปซึ่งมีความหนืดไม่มากนัก ในขณะที่ยังมีผู้ทดสอบบางส่วนที่ยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีความข้นหนืดสูงขึ้นเล็กน้อย ซึ่งมีเนื้อสัมผัสเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อฟักทองผสมอยู่

ความคงตัว พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต จะทำให้คะแนนการยอมรับด้านความคงตัวเพิ่มขึ้นตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากผู้ทดสอบพบว่าผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดี ซึ่งเป็นลักษณะปรากฏที่ดี โดยภาวะที่ใช้โซเดียมอัลจิเนต 0.1 %w/w จะมีคะแนนความคงตัวค่อนข้างดี คือมีคะแนน 7.85 ซึ่งมากกว่าภาวะที่ไม่ใช้โซเดียมอัลจิเนต ซึ่งได้รับคะแนนเพียง 5.32 ซึ่งหมายถึงผลิตภัณฑ์มีความคงตัวปานกลาง

ความชอบรวม พบว่าความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต มีผลทำให้คะแนนความชอบรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าที่ความเข้มข้น 0.1 %w/w จะได้รับการยอมรับสูงสุด รองลงมาคือภาวะที่ไม่ใช้สารให้ความคงตัว และความเข้มข้น 0.2 0.3 และ 0.4 %w/w ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากผู้ทดสอบได้พิจารณาการยอมรับจากความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์เป็นหลัก โดยพิจารณาความคงตัวของผลิตภัณฑ์เป็นรอง ดังนั้นจึงมีผลให้ความเข้มข้น 0.1 %w/w ได้รับการยอมรับสูงสุด โดยที่ความเข้มข้น 0.1 %w/w มีคะแนนความข้นหนืด 8.15 ซึ่งหมายถึงมีความข้นหนืดเหมาะสมเป็นที่ยอมรับ ส่วนคะแนนความคงตัวพบว่ามีคะแนน 7.85 ซึ่งหมายถึงมีความคงตัวค่อนข้างดี

5.3.2 คาราจีแนน

คาราจีแนนสามารถทำหน้าที่เป็นทั้งสารให้ความคงตัว และสารทำให้เกิดเจล (Sharma, 1981) โดยคาราจีแนนที่นำมาใช้เป็นชนิดที่ไม่เจลคือเป็นคาราจีแนนชนิดแลมดา และใช้ที่ความเข้มข้นต่ำ เพื่อให้เป็นสารให้ความคงตัว จากผลการทดลองสามารถอธิบายได้ดังนี้

- ความหนืด พบว่าเมื่อความเข้มข้นของคาราจีแนนเพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 0.4 %w/w จะมีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.19) การที่ความหนืดเพิ่มขึ้นนั้นสามารถอธิบายได้ในลักษณะเดียวกับการใช้โซเดียมอัลจิเนต

- % syneresis พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของคาราจีแนนและระยะเวลาเก็บรักษา มีผลทำให้ % syneresis แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.20) ซึ่งให้ผลในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการใช้โซเดียมอัลจิเนต

- การทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านความข้นหนืด ความคงตัว และความชอบรวม จากผลการทดลองแสดงดังตาราง 4.21 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

ความข้นหนืด พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของคาราจีแนน จะทำให้คะแนนการยอมรับด้านความข้นหนืดลดลงตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งให้ผลในลักษณะเดียวกับการใช้โซเดียมอัลจิเนต โดยภาวะที่ไม่ใช้คาราจีแนนและที่ความเข้มข้น 0.1 %w/w จะได้คะแนนความข้นหนืดอยู่ในช่วงที่มีความข้นหนืดเหมาะสม คือมีคะแนน 8.52 และ 8.03 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งอธิบายได้ในลักษณะเดียวกับการใช้โซเดียมอัลจิเนต

ความคงตัว พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของคาราจีแนน จะทำให้คะแนนการยอมรับด้านความคงตัวเพิ่มขึ้นตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากผู้ทดสอบพบว่าผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดี ซึ่งเป็นลักษณะปรากฏที่ดี โดยภาวะที่ใช้คาราจีแนน 0.1 %w/w จะมีคะแนนความคงตัวค่อนข้างดี คือมีคะแนน 7.70 ซึ่งมากกว่าภาวะที่ไม่ใช้คาราจีแนน ซึ่งได้รับคะแนนเพียง 5.45 ซึ่งหมายถึงผลิตภัณฑ์มีความคงตัวปานกลาง

ความชอบรวม พบว่าความเข้มข้นของคาราจีแนน มีผลทำให้คะแนนความชอบรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าที่ความเข้มข้น 0.1 %w/w จะได้รับการยอมรับสูงสุดรองลงมาคือที่ความเข้มข้น 0 0.2 0.3 และ 0.4 %w/w ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากผู้ทดสอบได้พิจารณาถึงความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์เป็นหลัก และพิจารณาความคงตัวของผลิตภัณฑ์เป็นรองเช่นเดียวกับการใช้โซเดียมอัลจิเนต ดังนั้นจึงมีผลทำให้ความเข้มข้น 0.1 %w/w ได้รับการยอมรับสูงสุด โดยที่ความเข้มข้น 0.1 %w/w มีคะแนนความข้นหนืด 8.52 ซึ่ง

หมายถึงมีความข้นหนืดเหมาะสมเป็นที่ยอมรับ ส่วนคะแนนความคงตัวพบว่ามีคะแนน 7.70 ซึ่งหมายถึงมีความคงตัวค่อนข้างดี

จากการใช้โซเดียมอัลจิเนตและคาราจีแนน ในการรักษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ พบว่าสารให้ความคงตัวทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.1 %w/w สามารถรักษาความคงตัวให้กับผลิตภัณฑ์ได้ค่อนข้างดี มีความหนืดเหมาะสม แสดงว่าสารทั้งสองมีสมบัติใกล้เคียงกัน ซึ่งขั้นตอนต่อไปจะนำสารให้ความคงตัวทั้งสองชนิดมาเปรียบเทียบกัน เพื่อเลือกสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมมากที่สุด จากการทดลองจะได้ผลดังตาราง 4.22-4.25 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

- ความหนืด พบว่าการใช้โซเดียมอัลจิเนต และคาราจีแนน ที่ความเข้มข้น 0.1 % w/w มีความหนืดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง 4.22) เมื่อนำมาใช้ในการผลิตเนคต้าฟักทองที่ความเข้มข้น 0.1%w/w

- % syneresis พบว่าใช้สารให้ความคงตัวทั้งสองจะไม่มีผลทำให้ % syneresis มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่อิทธิพลของระยะเวลาเก็บรักษามีผลทำให้ % syneresis แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.23) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น การที่สารทั้งสองชนิดให้ % syneresis ไม่แตกต่างกันเนื่องจากความหนืดของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาอิทธิพลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อ % syneresis ที่ยังคงเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น (ตาราง 4.24) เนื่องจากที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าวสามารถรักษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ได้เพียงบางส่วน ซึ่งที่ระดับความเข้มข้นนี้ความหนืดของผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

- การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าการใช้สารให้ความคงตัวทั้งสองชนิดจะได้คะแนนการยอมรับด้านความข้นหนืดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง 4.25) โดยการใช้โซเดียมอัลจิเนตและคาราจีแนนมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่มีความข้นหนืดเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ คือมีคะแนน 8.05 และ 8.10 ตามลำดับ ส่วนคะแนนด้านความคงตัวนั้นพบว่าการใช้โซเดียมอัลจิเนตจะมีคะแนนสูงกว่าการใช้คาราจีแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าส่วนของน้ำที่แยกตัวออกจากผลิตภัณฑ์นั้นมีความแตกต่างกัน โดยในผลิตภัณฑ์ที่ใช้โซเดียมอัลจิเนต ส่วนของน้ำที่แยกตัวจะมีลักษณะขุ่นกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้คาราจีแนนซึ่งเป็นลักษณะปรากฏที่ดีกว่า นอกจากนั้นเนื้อฟักทองที่ตกตะกอนเมื่อใช้โซเดียมอัลจิเนต จะเกาะตัวกันหลวมกว่าการใช้คาราจีแนนซึ่งจะเป็นผลดีคือสามารถเขย่าให้เข้ากันได้ง่าย ที่เป็นเช่นนี้สามารถอธิบายได้ว่า กรดกูลูโลนิก (guluronic acid) ในโซเดียมอัลจิเนตสามารถเกิดเจลอย่างอ่อน ๆ (weak syneresed gel) กับกรดกาแลคทูโรนิก (galacturonic acid) ใน

เพคติน ในภาวะที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 3.6-4.0 ในขณะที่ถ้ามีค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากกว่า 4 จะไม่เกิดเจล และถ้าค่าความเป็นกรดเป็นด่างเป็น 3 จะทำให้การยึดเกาะของเจลลดลง (Thom และคณะ, 1982) จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้อนุภาคที่มีขนาดเล็กสามารถแขวนลอยอยู่ในผลิตภัณฑ์ได้ และมีการจัดเรียงอนุภาคที่ตกตะกอนอย่างหลวม ๆ ดังนั้นจึงทำให้การใช้โซเดียมอัลจิเนต ได้รับการยอมรับด้านความคงตัวสูงกว่าการใช้คาราจีแนน ซึ่งจะส่งผลให้มีคะแนนด้านความชอบรวมสูงกว่าด้วยเช่นเดียวกัน Barey (1996) ได้รายงานว่ากระบวนการรักษาความคงตัวของเครื่องดื่มที่เป็นกรด โดยเฉพาะเครื่องดื่มผลไม้หรือผักที่มีส่วนที่ไม่ละลาย (insoluble material) เช่น เนื้อ (pulp) ของผลไม้หรือผักผสมอยู่ สามารถใช้สารให้ความคงตัวที่เป็นส่วนผสมของเพคตินกับอัลจิเนตได้ เมื่อพิจารณาถึงราคาของสารให้ความคงตัวทั้งสองชนิดนั้น พบว่าสารทั้งสองชนิดมีราคาเท่ากันคือ มีราคา 500 บาท/กิโลกรัม จึงไม่นำราคาของสารให้ความคงตัวมาพิจารณาในการคัดเลือกสารให้ความคงตัวของผลิตภัณฑ์

ดังนั้นจากการศึกษาการใช้สารให้ความคงตัวในรักษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ พบว่าการใช้โซเดียมอัลจิเนต 0.1% w/w เหมาะสมที่สุดในการรักษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ เพราะจะได้รับการยอมรับด้านความคงตัว และความชอบรวมสูงกว่าคาราจีแนน นอกจากนั้นยังมีราคาที่ไม่แตกต่างกันอีกด้วย

5.4 <u>ศึกษาการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์</u>

ในผลิตภัณฑ์โนคต้า กรดและน้ำตาลทรายจัดเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นสารที่ให้รสชาติ และกลิ่นรสกับผลิตภัณฑ์ โดยกรดนี้จะเป็นตัวเพิ่มกลิ่นและรส Sweeny และคณะ (1970) ได้ทดลองศึกษาปริมาณน้ำตาล กรด และสารให้กลิ่นรสต่าง ๆ ในเครื่องดื่ม แล้วสรุปได้ว่ารสชาติของเครื่องดื่มที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้ ขึ้นอยู่กับสมบัติทางเคมีของสารที่มีอยู่ในเครื่องดื่มนั้น ๆ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (total soluble solid) ความเป็นกรด (acidity) และอัตราส่วนของน้ำตาลต่อกรด (sugar/acid ratio) นอกจากนั้น Valdes และคณะ (1956) พบว่าในผลิตภัณฑ์โนคต้า น้ำตาลซูโครสจะช่วยเสริมความเข้มข้นของรสชาติ และยังยังทำให้เครื่องดื่มมีลักษณะเนื้อ (body) ที่ดีขึ้นด้วย

จากการทดลองการเลือกใช้กรด จะเลือกใช้กรดที่มีอยู่ตามธรรมชาติในผักหรือผลไม้ชนิดนั้น เพื่อให้กลิ่นและรสเป็นไปตามธรรมชาติมากที่สุด (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2535) ในฟักทองนั้น Bridges และ Mattice (1942) ได้รายงานว่ากรดที่มีอยู่ในฟักทองคือ กรดมาลิก ซึ่งมีอยู่เพียงชนิดเดียวในปริมาณ 0.15 % แต่ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มนั้นกรดที่ได้รับความนิยมมากคือ กรดซิตริก

เนื่องจากมีราคาถูก และให้กลิ่นรสดี ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้เลือกใช้กรดซิตริก และกรดมาลิก โดยจะศึกษาถึงการใช้กรดซิตริกเพียงชนิดเดียว และการใช้กรดซิตริกร่วมกับกรดมาลิก

ในขั้นตอนนี้ได้แปรปริมาณกรดเป็น 0.15 และ 0.20 %w/w ปริมาณน้ำตาล 10 และ 12 %w/w โดยจะเปรียบเทียบกับการใช้กรดซิตริกเพียงอย่างเดียว และการใช้กรดซิตริกร่วมกับกรดมาลิกในอัตราส่วน 1:1 ประเมินผลผลิตภัณฑ์จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ กลิ่น และความชอบรวม โดยใช้แบบทดสอบ hedonic scale (ภาคผนวก ง.3) ระดับคะแนน 1-9 ได้ผลดังตาราง 4.26 ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า อิทธิพลร่วมของชนิดกรด ปริมาณกรด และปริมาณน้ำตาล ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่จะมีผลต่อความชอบด้านรสชาติ และความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง จ.9) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

- รสชาติ พบว่าการใช้กรดซิตริกร่วมกับกรดมาลิก ที่ปริมาณกรดและปริมาณน้ำตาลทรายเดียวกัน จะได้รับคะแนนมากกว่าการใช้กรดซิตริกเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อธิบายได้ว่ากรดมาลิกนั้นจะไปมีผลทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์มีรสชาติที่กลมกล่อมมากขึ้น (Branen และคณะ, 1989) ในขณะที่การใช้กรดซิตริกเพียงอย่างเดียว จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติที่เปรี้ยวแหลม ซึ่งผู้ทดสอบให้ความชอบลดลง จากตาราง 4.26 พบว่าการใช้กรดซิตริกร่วมกับกรดมาลิกที่ความเข้มข้น 0.15 %w/w และปริมาณน้ำตาล 10 %w/w จะได้รับความชอบด้านรสชาติสูงสุด

- กลิ่น พบว่าชนิดของกรด ปริมาณกรด และปริมาณน้ำตาลทราย จะไม่มีผลทำให้คะแนนด้านกลิ่นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง จ.9) จากตาราง 4.26 พบว่าผลิตภัณฑ์มีคะแนนกลิ่นอยู่ช่วงที่ชอบปานกลางถึงชอบมาก คือมีคะแนน 7.6 ถึง 7.7

- ความชอบรวม พบว่าผู้ทดสอบให้ผลสอดคล้องกับรสชาติ นั่นคือการใช้กรดซิตริกร่วมกับกรดมาลิก 0.15 %w/w และปริมาณน้ำตาลทราย 10 %w/w จะได้คะแนนความชอบรวมสูงสุด ซึ่งที่ภาวะดังกล่าวนั้นผลิตภัณฑ์จะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 3.8 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 16 °บริกซ์

ดังนั้นจากการศึกษาการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์พบว่า ภาวะที่เหมาะสมคือการใช้กรดซิตริกร่วมกับกรดมาลิกในปริมาณ 0.15 %w/w และปริมาณน้ำตาลทราย 10 %w/w เนื่องจากได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติ และความชอบรวมสูงสุด

5.5 ศึกษาผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

จากข้อ 5.4 พบว่าผลิตภัณฑ์เนคต้าที่ผลิตได้นั้น มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 3.8 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 16 °บริกซ์ ซึ่งการที่ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรดต่ำกว่า 4.2 จึงสามารถฆ่าเชื้อได้โดยใช้การพาสเจอไรซ์ได้ ทั้งนี้เพื่อต้องการหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่นรส และลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ Campden & Chorleywood, Food Research Association (1993) รายงานว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 4 สามารถให้ความร้อนเพื่อการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 93.3 °C (200 °F) เป็นระยะเวลา 6 นาที (F^{15}_{200} = 5) โดยพิจารณาจากจุลินทรีย์จำพวก butyric anaerobes *Bacillus macerans* และ *Bacillus polymyxa* เนื่องจากเป็นแบคทีเรียที่สามารถสร้างสปอร์ที่ทนกรด (acid-tolerant sporeforming bacteria) และสามารถเจริญเติบโตได้ที่ความเป็นกรดเป็นด่างมากกว่า 3.8

จากการคำนวณหาระยะเวลาฆ่าเชื้อ (ภาคผนวก ฉ) จะใช้ระยะเวลาฆ่าเชื้อ 3.18 นาที ดังนั้นในขั้นตอนนี้จึงได้ผลิตเนคต้าฟักทอง แล้วนำมาให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 80 °C บรรจุกระป๋องขนาด 202x308 ไล่อากาศ ผนึกฝา แล้วให้ความร้อนในหม้อฆ่าเชื้อเป็นเวลา 3.18 นาที หลังจากอุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อถึง 216 °F นำมาทำให้เย็น แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 °C) แล้วประเมินผลทุกเดือน เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยการวัดปริมาณเบต้าแคโรทีน ค่าสี (L a และ b) จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด จำนวนยีสต์และรา และทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบด้านความชอบชนิด hedonic scaling ได้ผลดังตาราง 4.27-4.30 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

- ปริมาณเบต้าแคโรทีน พบว่าระยะเวลาเก็บรักษามีผลทำให้ปริมาณเบต้าแคโรทีนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.27) โดยเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น ปริมาณเบต้าแคโรทีนจะมีแนวโน้มลดลง ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิตจะทำให้แคโรทีนอยด์เกิดการเปลี่ยนแปลงไอโซเมอร์ ซึ่งตามธรรมชาติจะอยู่ในรูปทรานส์ (trans-forms) จะเปลี่ยนเป็นรูปซีส (cis-forms) ซึ่งมีเสถียรภาพน้อยกว่ารูปทรานส์ และมีสีอ่อนกว่า (Gross, 1991) ทำให้มีปริมาณเบต้าแคโรทีนลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น Chen และคณะ (1995) พบว่าน้ำแครอทที่ผ่านการฆ่าเชื้อ สารเบต้าแคโรทีนและแอลฟาแคโรทีนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไอโซเมอร์จากรูปทรานส์เป็นรูปซีส ซึ่งได้ 13-ซีส-เบต้าแคโรทีน (13-cis-β-carotene) และ 15-ซีส-แอลฟาแคโรทีน (15-cis-α-carotene) มากที่สุด ทำให้ปริมาณเบต้าและแอลฟาแคโรทีนรูปทรานส์ลดลง จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ปริมาณเบต้าแคโรทีนซึ่งจะวัดในรูปทรานส์ลดลง เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น การเปลี่ยนแปลงไอโซเมอร์นี้จะมีผลทำให้ศักยภาพในการเป็นโปรวิตามินของแคโรทีนลดลง (Chandler และ Schwartz, 1987; Gross, 1991)

- ค่าสี (L a และ b) พบว่าระยะเวลาเก็บรักษามีผลทำให้ค่าสี (L a และ b) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.28) โดยเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น จะมีผลทำให้ค่า L และ b มีแนวโน้มลดลง แต่ทำให้ค่า a มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ที่เป็นเช่นนี้สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นเวลานานขึ้นจะมีการลดลงของปริมาณเบต้าแคโรทีน จึงมีผลทำให้ค่าสีเหลือง หรือค่า b ลดลง โดย Pesek และ Warthesen (1987) พบว่าการลดลงของปริมาณเบต้าแคโรทีนในน้ำแครอท จะทำให้ค่า b ลดลง ส่วนค่า a ที่เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากน้ำตาลซูโครสที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ เมื่ออยู่ในสภาวะเป็นกรดและถูกความร้อน จะเกิดการแตกตัวเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรักโตส (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2536) ซึ่งเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ สามารถทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโน เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เรียกว่าปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) นอกจากนั้นน้ำตาลรีดิวซ์อาจเกิดการเปลี่ยนรูปเป็นเฟอร์ฟิวรัล (furfural) เมื่อมีแร่ธาตุหรือกรดอินทรีย์อยู่ ซึ่งสารตัวนี้สามารถทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนหรือสารประกอบเอมีนซึ่งนำไปสู่การเกิดรงควัตถุสีน้ำตาลได้อีกด้วย (รัชนี ตันฑะพานิชกุล, 2535) การที่เกิดสีน้ำตาลขึ้นนี้ จึงมีผลทำให้ค่า a เพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น จากการที่ค่า b ลดลง และ ค่า a เพิ่มขึ้น จึงมีผลทำให้ค่า L ของผลิตภัณฑ์ลดลง

- จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์ และรา (ตาราง 4.29) พบว่าเมื่อเก็บรักษาเนคต้าฟักทองที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 เดือน ไม่พบเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ และรา แสดงว่ากระบวนการให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์เพื่อฆ่าเชื้อดังกล่าว สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีผลทำให้เกิดการเสื่อมเสียกับผลิตภัณฑ์ได้

- การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าระยะเวลาเก็บรักษาไม่มีผลต่อคะแนนด้านกลิ่น รสชาติ และความคงตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่จะมีผลต่อคะแนนด้านสี และความชอบรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.30) โดยคะแนนมีแนวโน้มลดลงที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำลงเล็กน้อย จากการเกิดสีน้ำตาลดังที่ได้กล่าวไปแล้ว จึงมีผลทำให้คะแนนด้านความชอบรวมลดลงด้วยเช่นกัน โดยเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 5 เดือน ผลิตภัณฑ์มีคะแนนสี และความชอบรวม 7.80 และ 7.70 ตามลำดับ ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบชอบปานกลางถึงชอบมาก สำหรับคะแนนกลิ่น รสชาติ และความคงตัว ผู้ทดสอบให้คะแนนไม่แตกต่างกัน คือมีคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลาง (คะแนน 7) ถึงชอบมากที่สุด (คะแนน 9) แต่จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของภาชนะบรรจุซึ่งเป็นกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ พบว่าแลคเกอร์ที่เคลือบอยู่ที่ตัวกระป๋องเกิดการกัดกร่อน แสดงว่าแลคเกอร์ที่เคลือบกระป๋องอาจเป็นชนิดที่ไม่ทนกรด ดังนั้นเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานจะทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถสัมผัสกับแผ่นดีบุก ซึ่ง

จะมีผลต่อกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์น้ำสับปะรดบรรจุกระป๋องเคลือบดีบุก อย่างไรก็ตามการที่ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับดีบุกจะไม่ก่อให้เกิดผลเสีย เนื่องจากดีบุกจะมีเฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี ดีบุกที่ละลายออกมาเล็กน้อยเนื่องจากความเป็นกรดจะช่วยให้รสชาติของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นเป็นยอมรับของผู้บริโภค (กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, 2535ข) ฉะนั้นถ้ามีการทดสอบโดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ระหว่างที่เตรียมใหม่ ๆ กับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษา น่าจะทำให้คะแนนรสชาติมีการเปลี่ยนแปลง โดยอาจจะได้ทำให้ได้รับคะแนนกลิ่น และรสชาติเพิ่มขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย