บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

เตรียมน้ำผักและผลไม้ผสม

น้ำผักและผลไม้ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้ง ได้มาจากวัตถุดิบ 3 ชนิดคือ สับปะรด เสาวรส และแครอท การที่เลือกผักและผลไม้ทั้ง 3 ชนิดนี้ เพราะคาดว่าน่าจะมีความเหมาะสมกับนมผึ้งซึ่งมีสีเหลืองเข้มและกลิ่นแรง เนื่องจากน้ำสับปะรดมีรสหวานถึงหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย สีเหลืองชุ่น และมีเนื้อผสมอยู่ น้ำสับปะรดให้รสชาติดี และเนื้อสับปะรดเป็นเส้นใยอาหารที่มีประโยชน์ต่อระบบการขับถ่ายของเสียของร่างกาย น้ำเสาวรสมีรสเปรี้ยวมาก สีส้มเหลือง และมีกลิ่นหอมจัดซึ่งน่าจะกลบเกลื่อนกลิ่นเฉพาะของนมผึ้งได้ นอกจากนั้นรสเปรี้ยวของน้ำเสาวรสจะทำให้น้ำผัก-ผลไม้ผสมมีสภาพเป็นกรด ซึ่งช่วยรักษาสมบัติของ 10-hydroxy-2-decenoic acid ได้ (Barker et al., 1962; Yatsunami and Echigo, 1985) ส่วนน้ำแครอทมีสีส้มเข้ม จะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีสวย และยังมีวิตามินเอ ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการอีกด้วย

เนื่องจากน้ำผักและผลไม้มีกลุ่ม enzyme polyphenol oxidase ซึ่งประกอบด้วย phenolase, tyrosinase, catechol oxidase, cresolase เมื่อ enzyme เหล่านี้สัมผัสกับสารประกอบ phenols ได้แก่ tyrosine, catechol และอากาศ จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้สารประกอบสีน้ำตาล ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลชนิดนี้เรียกว่า enzymatic browning reaction (Fennema, 1985) ทำให้น้ำผักและผลไม้มีสีน้ำตาล ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ ดังนั้น จึงต้องยับยั้งการทำงานของ enzyme โดยการให้ความร้อน ซึ่งในงานทดลองนี้ ใช้ภาวะอุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 7 นาที (ธนาวัฒน์ ศรีศิรินทร์, 2532) หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์ activity ของ polyphenol oxidase ผลปรากฏว่า ตรวจไม่พบ จึงสรุปได้ว่าพลังงานความร้อนที่ 70°C นาน 7 นาที ยับยั้งการทำงานของ enzyme polyphenol oxidase ในน้ำผักและผลไม้ทั้ง 3 ชนิดได้

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้น ในการผลิตน้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้ง จึงจำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ ที่ใช้ในการทดลองก่อน ได้แก่

1. นมผึ้งสด

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ตารางที่ 1) พบว่า มีความชื้น 65.94% โปรตีน 14.15% ไขมัน 6.52% เถ้า 0.89% กรดทั้งหมด 39.98 มิลลิลิตรของ 0.1 N NaOH ต่อนมผึ้งสด 100 กรัม และ 10-hydroxy-2-decenoic acid 2.41% เมื่อเปรียบเทียบกับ มาตรฐานนมผึ้งสดที่ใช้เป็นอาหารของประเทศญี่ปุ่น (ภาคผนวก ข, ตารางที่ ข.1) กำหนดให้มีความชื้น 62.5-68.5% โปรตีน 11.0-14.5% กรดทั้งหมด 32.0-53.0 มิลลิลิตรของ 0.1 N NaOH /นมผึ้งสด 100 กรัม และ 10-hydroxy-2-decenoic acid $\geq$ 1.4% (National Royal Jelly Fair Trade Conference, 1980) และมาตรฐานนมผึ้งสดของประเทศไทย (ภาคผนวก ข, ตารางที่ ข.1) กำหนดให้มีโปรตีน $\geq$ 11.0% และ 10-hydroxy-2-decenoic acid $\geq$ 1.5% (กระทรวงสาธารณสุข, ประกาศฉบับที่ 133 พ.ศ. 2533) จะเห็นว่า นมผึ้งสดที่ใช้ในการทดลองนี้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของทั้ง 2 ประเทศ

2. น้ำผักและผลไม้

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำผักและผลไม้ (ตารางที่ 2) พบว่า น้ำสับปะรดและน้ำเสาวรสมี pH อยู่ในช่วงเป็นกรด คือ 4.23 และ 3.23 ตามลำดับ ส่วนน้ำแครอทมี pH สูงกว่า คือ 5.26 น้ำสับปะรด และเสาวรสมีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในปริมาณสูง คือ 13.05^{o}Brix และ 14.40^{o}Brix ตามลำดับ แต่น้ำแครอทมีเพียง 2.80^{o}Brix จากการวัดด้วย hand refractometer ของแข็งที่ละลายได้ส่วนใหญ่ในน้ำผักและผลไม้เป็นน้ำตาลชนิดต่างๆ ส่วนที่เหลือเป็นกรดและเกลือชนิดต่างๆ (Tressler and Joslyn, 1971) จึงมีผลให้รสชาติของน้ำสับปะรดและเสาวรส ซึ่งมีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูง มีรสหวานและเปรี้ยวจัด ขณะที่น้ำแครอทซึ่งมีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่ำ จะมีรสค่อนข้างจืด ไม่มีรสหวานหรือเปรี้ยวชัดเจน น้ำเสาวรสมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงมาก คือ 3.09% (คำนวณเป็นกรด citric) ขณะที่น้ำสับปะรด และน้ำแครอทมีกรดอยู่เพียง 0.65% และ 0.07% ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้น้ำเสาวรสจึงเปรี้ยวจัด ขณะที่น้ำสับปะรดมีรสหวานนำและมีรสเปรี้ยวเพียงเล็กน้อย

น้ำเสาวรสมีปริมาณวิตามินซีและเพคติน (2.98 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร และ 0.17%) มากกว่าน้ำสับปะรด (2.13 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร และ 0.07%) ส่วนน้ำแครอทตรวจไม่พบทั้งวิตามินซีและเพคติน ทั้งนี้ เนื่องจากแครอทไม่ใช่แหล่งของวิตามินซี แต่เป็นแหล่งของวิตามินเอ ซึ่งมีอยู่ในปริมาณสูงถึง 18520 IU/100 กรัม (ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทย กรมอนามัย, 2524) ประกอบกับการสกัดน้ำแครอทใช้น้ำสกัดในปริมาณค่อนข้างมาก ขณะที่น้ำสับปะรด และเสาวรสไม่ได้ใช้น้ำในการสกัด Tressler และ Joslyn (1971) รายงานองค์ประกอบทางเคมีของน้ำสับปะรดและเสาวรสพันธุ์เดียวกันกับที่ใช้ในงานทดลองนี้ไว้ ดังนี้ น้ำสับปะรดมี pH 3.5-4.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 12.8-14.3°Brix และกรดทั้งหมด 0.52-0.75% (คำนวณเป็นกรด citric) ส่วนน้ำเสาวรสมี pH 2.8-3.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 13.0-18.0°Brix และกรดทั้งหมด 3.0-5.0% (คำนวณเป็นกรด citric) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับน้ำสับปะรด และเสาวรสที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทดลองนี้ จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีดังกล่าวมีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันทั้งหมด

<u>ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำผัก-ผลไม้ผสม</u>

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ยังไม่มีผู้ทดลองผลิต จึงจำเป็นต้องศึกษาสูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำผัก-ผลไม้ผสม โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อได้สูตรน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่ดีจึงศึกษาตัวแปรต่างๆเพิ่มเติมต่อไป

1. <u>ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำผักและผลไม้</u>

จากที่ผลิตภัณฑ์นี้ประกอบด้วยน้ำผักและผลไม้ 3 ชนิด จึงต้องศึกษาอัตราส่วนของน้ำผักและผลไม้แต่ละชนิด เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสี กลิ่น และรสชาติเป็นที่ยอมรับ จากข้อมูลการทดลองเบื้องต้นถึงความเป็นไปได้ของน้ำผักและผลไม้แต่ละชนิด โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า น้ำเสาวรสมีรสเปรี้ยวเป็นข้อจำกัด จึงใช้ได้ไม่เกิน 70% น้ำแครอทมีกลิ่นเหม็นเขียวเป็นข้อจำกัด จึงใช้ได้ไม่เกิน 10% และน้ำสับปะรดใช้ได้ไม่จำกัดปริมาณ ข้อมูลดังกล่าวนำมากำหนดสูตรน้ำผัก-ผลไม้ผสม (น้ำสับปะรด:น้ำเสาวรส:น้ำแครอท) ที่มีอัตราส่วนต่างๆกัน 8 สูตร คือ 9:0:1, 8:1:1, 7:2:1, 6:3:1, 5:4:1, 4:5:1, 3:6:1 และ 2:7:1 ตามลำดับ ตัวอย่างที่ได้นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และทดสอบทางประสาทสัมผัส ค่าเฉลี่ยที่ได้จากสูตรที่ดีที่สุดนำมากำหนดเป็นมาตรฐาน เพื่อใช้ควบคุมการผลิตให้มีคุณภาพเหมือนกันทุกรุ่น

ผลการทดลอง พบว่า อัตราส่วนของน้ำผักและผลไม้มีผลต่อค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด กรดทั้งหมด และวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 4) เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของน้ำเสาวรสมีผลให้ค่า pH ลดลง แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด กรดทั้งหมด และวิตามินซีเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำเสาวรสที่มี pH ต่ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด กรดทั้งหมด และวิตามินซีสูง เมื่อเพิ่มสัดส่วนของน้ำเสาวรส จึงทำให้องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปในลักษณะดังกล่าว

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส อัตราส่วนของน้ำผักและผลไม้มีผลต่อความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ปริมาณเนื้อผลไม้ และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 3) ผู้ทดสอบชอบสี และกลิ่นของตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรสตั้งแต่ 20% ขึ้นไป ($P > 0.05$) พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของน้ำเสาวรส มีผลทำให้สีผลิตภัณฑ์เปลี่ยนจากเหลืองเป็นเหลืองส้ม (ที่ปริมาณน้ำเสาวรส 20%) และเข้มมากขึ้นจนเป็นส้มเหลือง (น้ำเสาวรส >20%) และผู้ทดสอบมีความเห็นว่า ทั้งสีเหลืองส้มและส้มเหลืองต่างก็มีความเหมาะสมดีกับผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ จึงให้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน ในด้านกลิ่น การเพิ่มสัดส่วนของน้ำเสาวรสทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมของเสาวรสเพิ่มขึ้น และตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรสตั้งแต่ 20% ขึ้นไปมีกลิ่นอยู่ในระดับชอบปานกลาง (คะแนน 7.03-7.38) เหมือนกันทุกตัวอย่าง ผู้ทดสอบชอบรสชาติของตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 10% และ 20% มากกว่าตัวอย่างที่ไม่มีน้ำเสาวรส หรือมีน้ำเสาวรส $\geq$30% อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากน้ำเสาวรสมีรสเปรี้ยวมาก ตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส $\geq$30% จึงไม่เป็นที่ยอมรับ ทำให้ความชอบด้านรสชาติลดลงมาตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างที่ไม่มีน้ำเสาวรส (สูตรที่ 1) มีรสหวานเด่น ขาดรสเปรี้ยว จึงไม่เป็นที่ยอมรับเช่นกัน ผู้ทดสอบชอบปริมาณเนื้อผลไม้ของตัวอย่างที่มีน้ำสับปะรดตั้งแต่ 20% ถึง 70% ($P > 0.05$) โดยมีความเห็นว่าน้ำผักและผลไม้มีปริมาณเนื้อผลไม้ และความข้นในระดับพอเหมาะ แต่ตัวอย่างที่มีน้ำสับปะรดมากกว่าหรือเท่ากับ 80% (สูตรที่ 1 และ 2) จะมีเนื้อสับปะรดมากไป และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะข้น ไม่ไหล จึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ จากความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และปริมาณเนื้อผลไม้มีผลให้คะแนนความชอบโดยรวมของตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 20% และ 30% สูงสุดและไม่แตกต่างกัน

ดังนั้น เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ปริมาณเนื้อผลไม้ และความชอบโดยรวม จึงสรุปได้ว่า อัตราส่วนน้ำผัก-ผลไม้ผสม (น้ำสับปะรด:น้ำเสาวรส:น้ำแครอท) 7:2:1 และ 6:3:1 (สูตรที่ 3 และ 4) เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตน้ำผัก-ผลไม้ผสม และเมื่อดูลักษณะภายนอกของตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 30% พบว่า มีความคงตัว

ของตะกอนเนื้อผลไม้ดี ดังนั้น จึงเลือกปริมาณเนื้อผลไม้ให้เท่ากับที่มีในตัวอย่างนี้ คือ 9% W/V และกำหนดให้เป็นมาตรฐานในการผลิตทุกครั้ง

2. ศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายที่เหมาะสม

เนื่องจากผู้ทดสอบให้ข้อคิดเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีอัตราส่วนน้ำสับปะรด:น้ำเสาวรส: น้ำแครอท = 7:2:1 และ 6:3:1 ทั้ง 2 ตัวอย่างยังมีรสเปรี้ยวเกินไป ควรปรับให้มีรสหวานมากขึ้น ประกอบกับเมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20% และ 30% พบว่า อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (คะแนน 6.29-7.18) เท่านั้น จึงศึกษาเพื่อปรับปรุงรสชาติผลิตภัณฑ์ที่เลือกได้ โดยศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายที่เหมาะสม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติเป็นที่ยอมรับมากขึ้น เนื่องจากน้ำตาลทรายเป็นสารให้ความหวานที่ช่วยเสริมรสชาติ และให้ลักษณะเนื้อ (body) ที่ดีกับเครื่องดื่ม (Valdes, Simone and Hinreiner, 1956) สะดวกในการใช้และเก็บรักษา นอกจากนี้ยังมีราคาถูก และหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด จากการทดลองเบื้องต้นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ปริมาณน้ำตาลทรายมากกว่า 12% W/V ทำให้น้ำผัก-ผลไม้ผสมมีรสหวานมากเกินไปจนไม่เป็นที่ยอมรับ ดังนั้น การทดลองในขั้นตอนนี้จึงแปรปริมาณน้ำตาลทรายที่จะเติมในน้ำผัก-ผลไม้ผสมเป็น 0, 3, 6, 9 และ 12% W/V ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และเลือกตัวอย่างที่ดีที่สุดโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลการทดลอง พบว่า น้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20% ปริมาณน้ำตาลไม่มีผลต่อค่า pH และเพคติน ($P>0.05$) แต่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด กรดทั้งหมด และวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) (ตารางที่ 7) ปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นจาก 0% เป็น 12% ไม่มากพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดกับค่า pH และเพคติน ทั้งนี้เพราะน้ำตาลทรายเป็นของแข็งที่ละลายได้ดี และเมื่อละลายน้ำให้สารละลายที่มีสภาพเป็นกลาง จึงไม่มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง ส่วนเพคติน เนื่องจากปริมาณเพคตินตั้งต้นในตัวอย่างนี้มีปริมาณต่ำมากคือเพียง 0.07% การเพิ่มปริมาณน้ำตาล $\leq$12% จึงไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนต่อปริมาณเพคตินในน้ำผัก-ผลไม้ผสม เมื่อพิจารณาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดพบว่า น้ำตาลเพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) เนื่องจากน้ำตาลทรายเป็นของแข็งที่ละลายได้ และตรวจวิเคราะห์ได้ด้วย hand refractometer มีหน่วยเป็น ^{o}Brix หรือ % W/W (Junk and Pancoast,

1973) เมื่อวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำผักและผลไม้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลชนิดต่างๆ (Tressler and Joslyn, 1971) ค่าจาก refractometer จึงเป็นการวัดเฉพาะน้ำตาล ดังนั้น การเพิ่มปริมาณน้ำตาลจึงทำให้ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่วัดได้เพิ่มขึ้น และสำหรับปริมาณกรดทั้งหมด และวิตามินซี การเพิ่มปริมาณน้ำตาลมีผลให้กรดทั้งหมด และวิตามินซีลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากน้ำผักและผลไม้มีกรดและวิตามินซีคงที่ปริมาณหนึ่ง การเพิ่มปริมาณน้ำตาล จึงทำให้อัตราส่วนของสารละลายได้ชนิดอื่นในน้ำผักและผลไม้หนึ่งหน่วยน้ำหนักลดลง ปริมาณกรดทั้งหมดและวิตามินซีจึงลดลง

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 5) ปริมาณน้ำตาลมีผลต่อความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาคะแนนสี พบว่า น้ำตาลที่เพิ่มจาก 0 เป็น 6% มีผลทำให้ความชอบด้านสีเพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) แต่ตัวอย่างที่มีน้ำตาล 6-12% คะแนนสีไม่ต่างกัน ($P > 0.05$) ทั้งนี้ อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้มีน้ำและเนื้อสับปะรดเป็นส่วนประกอบหลัก จึงมีสีเหลืองและค่อนข้างขุ่น การเติมน้ำตาลทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใสขึ้น คะแนนการยอมรับด้านสีจึงเพิ่มขึ้น ส่วนกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ทุกตัวอย่างที่เติมน้ำตาลมีระดับความชอบด้านกลิ่นสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่เติมน้ำตาล ทั้งนี้ อาจเนื่องจากน้ำตาลทรายช่วยลดการแทรกซึมของออกซิเจนลงในอาหาร โดยเฉพาะในขณะให้ความร้อน (Junk and Pancoast, 1973)จึงทำให้สารให้กลิ่นในน้ำผักและผลไม้ไม่ถูกทำลายโดยปฏิกิริยา oxidation กลิ่นจึงดีกว่าตัวอย่างที่ไม่เติมน้ำตาล อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำตาลแตกต่างถึง 9% (3%-12%) ไม่มีผลในการปรับปรุงกลิ่นของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้นอย่างชัดเจน ระดับความชอบจึงไม่ต่างกัน เมื่อพิจารณาคะแนนรสชาติ พบว่า การเพิ่มน้ำตาลทำให้ความชอบด้านรสชาติเพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) ผู้ทดสอบชอบรสชาติของตัวอย่างที่มีน้ำตาล $\geq 9\%$ มากกว่าตัวอย่างที่ไม่ใช้น้ำตาลหรือที่มีน้ำตาล $< 9\%$ ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำผัก-ผลไม้ผสมตัวอย่างนี้มีรสค่อนข้างเปรี้ยว จากการที่มีน้ำเสาวรสถึง 20% จึงต้องใช้น้ำตาลในปริมาณมากถึง 9% หรือมากกว่า รสชาติจึงดีขึ้นจนถึงขนาดที่ความชอบของผู้ทดสอบจะเพิ่มจากเฉยๆ (คะแนน 5.04)ไปเป็นชอบปานกลาง (คะแนน 7.39) ซึ่งเป็นระดับความชอบสูงสุดของผลิตภัณฑ์ในการทดลองขั้นตอนนี้ และเมื่อคะแนนสี กลิ่น และรสชาติดี จึงมีผลให้คะแนนความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นด้วย

ดังนั้น เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่า ปริมาณน้ำตาลที่ 9% และ 12% ให้ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบสูงสุดทุกลักษณะ และไม่แตกต่างกัน แต่เนื่องจากนมผึ้งสดที่จะใช้เป็นส่วนประกอบต่อไปนั้น มีรส

เปรี้ยวและเผ็ด จึงได้เลือกน้ำตาลทรายที่ 12% เป็นปริมาณเหมาะสมสำหรับน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20%

ในกรณีของน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 30% พบว่า ปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อค่า pH ($P>0.05$) แต่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด กรดทั้งหมด และวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) (ตารางที่ 8) ผลดังกล่าวมีแนวโน้มเช่นเดียวกับค่าที่ตรวจพบในน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20% จึงอาจอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกัน ส่วนเพคตินพบว่า เมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น เพคตินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะน้ำผักและผลไม้ตัวอย่างนี้มีเพคตินตั้งต้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำเสาวรส 20% ปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นจึงมีผลชัดเจนขึ้นต่อสัดส่วนต่อหน่วยน้ำหนักของเพคติน ปริมาณเพคตินจึงลดลง

จากคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 6) ปริมาณน้ำตาลไม่มีผลต่อความชอบด้านสี ($P>0.05$) แต่มีผลต่อความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) เมื่อพิจารณาความชอบด้านสี อาจอธิบายได้ว่า น้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 30% มีสีออกส้มมากกว่าตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรสเพียง 20% และยังมีความขุ่นจากเนื้อสับปะรดน้อยกว่า ดังนั้น การเติมน้ำตาลจึงไม่มีผลทำให้ลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นอย่างชัดเจน คะแนนจึงไม่แตกต่างกัน ส่วนความชอบด้านกลิ่น พบว่า การเพิ่มน้ำตาล $\geq3\%$ มีผลให้ความชอบด้านกลิ่นเพิ่มขึ้น ผลที่ได้นี้เหมือนที่ตรวจพบในน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20% และอาจอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกัน ส่วนรสชาติ พบว่า เมื่อเพิ่มน้ำตาลจาก 0 เป็น $\geq9\%$ ระดับความชอบจะเปลี่ยนจากไม่ชอบรสชาติของตัวอย่างเล็กน้อย (คะแนน 4.52) เป็นชอบปานกลาง (คะแนน 7.21) ซึ่งผลเป็นที่ยอมรับมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด จากการที่รสเปรี้ยวลดลงและรสหวานเพิ่มมากขึ้น และระดับความชอบด้านสี กลิ่น และรสชาติ ส่งผลไปยังระดับความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ด้วย

ดังนั้น เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม จึงสรุปได้ว่าปริมาณน้ำตาลทรายที่ 12% เหมาะสมสำหรับน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 30%

เพื่อควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายของน้ำผัก-ผลไม้ผสม ที่จะผลิตขึ้นสำหรับการทดลองต่อไป จึงได้กำหนดองค์ประกอบมาตรฐานของน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20%, 30%

ไว้ดังตารางที่ 9 โดยตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 20% กำหนดให้มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 20.20±0.30°Brix กรดทั้งหมด 0.72±0.03% และเพคติน 0.06±0.01% ส่วนในตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 30% กำหนดของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเป็น 20.70±0.30°Brix กรดทั้งหมด 0.91±0.03% และเพคติน 0.10±0.01%

ศึกษาตัวแปรในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มผสมนมผึ้ง

ในการผลิตน้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้ง คุณภาพที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ นอกจากปริมาณนมผึ้งในระดับที่ไม่ต่ำกว่ามาตรฐาน โดยผู้บริโภคยังยอมรับผลิตภัณฑ์ได้แล้ว ความคงตัวหรือการไม่ตกตะกอนของเนื้อผลไม้ในผลิตภัณฑ์ก็เป็นสมบัติอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญ จึงได้ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อปัจจัยทั้ง 2 ในการทดลองขั้นตอนนี้

1. ศึกษาชนิดและปริมาณสารให้เจล

เนื่องจากน้ำผัก-ผลไม้มีเนื้อสับปะรดผสมอยู่ หลังผ่านกระบวนการผลิต บรรจุลงขวดแก้ว และตั้งทิ้งไว้จะเกิดการแยกชั้นของเนื้อสับปะรดออกจากน้ำผักและผลไม้อย่างเห็นได้ชัด ลักษณะปรากฏเช่นนี้อาจอธิบายได้ว่า เกิดจากผลของ enzyme pectin methylesterase โดย enzyme ชนิดนี้จะตัดหมู่ของ methyl ออกจากโมเลกุลของเพคติน ทำให้เพคตินรวมตัวกับ calcium ion หรือ magnesium ion และเกิดตะกอนของเพคเตทขึ้น เป็นผลให้ความหนืดของน้ำผักและผลไม้ต่ำลงเนื่องจากมีเพคตินละลายอยู่ในปริมาณต่ำ จึงทำให้เกิดการแยกชั้นขึ้น (Tressler and Joslyn, 1971) ซึ่งลักษณะดังกล่าวไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จึงได้ศึกษาชนิดและปริมาณสารให้เจล เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏเป็นที่ยอมรับ ชนิดของสารให้เจลที่เลือกมาใช้สำหรับผลิตภัณฑ์นี้ ได้แก่ เพคตินที่มีกลุ่ม methoxyl ต่ำ และ carrageenan เนื่องจากน้ำผัก-ผลไม้ผสมทั้ง 2 ตัวอย่างที่เลือกไว้ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดค่อนข้างต่ำ และมีความเป็นกรดสูง ซึ่งทั้งเพคตินที่มีกลุ่ม methoxyl ต่ำ และ carrageenan จะทำหน้าที่เป็นสารให้เจลได้ดีที่ภาวะดังกล่าว นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้สารให้เจลทั้ง 2 ชนิดนี้ในเครื่องดื่มเสริมสุขภาพบางชนิด เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารเหลวเสริมสุขภาพประเภทปราศจากนม (Amer, 1989) เครื่องดื่มน้ำผัก-ผลไม้ผสมเสริมเส้นใยอาหารในลักษณะที่เป็นเจล (วัชระ โถหินัง และธีรศักดิ์ วัฒนพล, 2536) เป็นต้น การทดลองขั้นตอนนี้ จึงแปรปริมาณเพคตินที่มีกลุ่ม methoxyl ต่ำ เป็น 0, 0.1, 0.2 และ 0.3% W/V และแปรปริมาณ carrageenan

เป็น 0.025, 0.050, 0.075, 0.1, 0.2 และ 0.3% W/V โดยใช้ค่าความหนืด และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นเกณฑ์ในการเลือกตัวอย่างที่ดีที่สุด และเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดและปริมาณสารให้เจลที่เหมาะสม จึงได้ทดลองเก็บผลิตภัณฑ์ ที่อุณหภูมิ 5-8°C และวัดปริมาณตะกอนเนื้อผลไม้ทุกวัน เป็นเวลา 2 เดือน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข, ตารางที่ ข.2 และ ข.3) ผลที่ได้นำมาร่วมพิจารณาในการตัดสินเลือกตัวอย่างที่ดีที่สุดด้วย

ในกรณีของน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20% พบว่า ชนิดและปริมาณสารให้เจลมีผลต่อค่าความหนืดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 10) เมื่อเพิ่มปริมาณสารให้เจลทั้ง 2 ชนิด ค่าความหนืดจะเพิ่มขึ้น อาจอธิบายได้ว่า สารให้เจลส่วนใหญ่จะสร้างพันธะแบบต่างๆ กับองค์ประกอบอื่นๆในผลิตภัณฑ์ ได้แก่ น้ำตาล น้ำ เกลือแร่ต่างๆ เกิดเป็นโครงสร้างของเจลแบบต่างๆ ที่มีความแข็งแรงไม่เท่ากัน เป็นผลให้มีลักษณะปรากฏเหนียวข้นมากบ้างน้อยบ้างตามชนิด ปริมาณพันธะ และโครงสร้างสุดท้าย เมื่อเพิ่มปริมาณสารให้เจล จึงมีการสร้างพันธะมากขึ้น เกิดเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรงมากขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเหนียวข้นมากขึ้น ค่าความหนืดจึงสูงขึ้น ตัวอย่างที่ใช้เพคตินเป็นส่วนผสมมีค่าความหนืดต่ำกว่าตัวอย่างที่ผสม carrageenan ในปริมาณเท่าๆกัน ทั้งนี้ เนื่องจากกลไกการเกิดเจลของเพคตินที่มีกลุ่ม methoxyl ต่ำมีลักษณะโครงสร้างแบบ egg box ซึ่งเกิดจาก ionic interaction bonding ระหว่างเพคติน (เมื่อละลายน้ำจะให้ประจุลบ) และ calcium salt ในน้ำผักและผลไม้ (มีประจุบวก) ในขณะที่กลไกการเกิดเจลของ carrageenan มีลักษณะโครงสร้างแบบ double helix และมี salt bridge ซึ่งเกิดจาก hydrogen bonding และ ionic interaction bonding ร่วมกัน (Lineback and Inglett, 1982) ทำให้เจลของ carrageenan มีความแข็งแรงมากกว่าเจลของเพคติน ส่งผลให้ความหนืดของตัวอย่างที่ผสม carrageenan มีค่าสูงกว่า

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความข้น และความชอบโดยรวม (ตารางที่ 11) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณสารให้เจลมีผลให้ความชอบด้านสี กลิ่นรสชาติ ความข้น และความชอบโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนสี ผู้ทดสอบชอบสีของตัวอย่างที่ผสมเพคติน 0.1% W/V มากกว่าตัวอย่างที่ไม่ผสมเพคติน ตัวอย่างที่ผสมเพคติน >0.1% W/V และตัวอย่างที่ผสม carrageenan 0.025-0.3% W/V ทั้งนี้ เนื่องจากการเกิดเป็นเจลมีผลต่อการสะท้อนแสง ทำให้ผู้ทดสอบเห็นสีผลิตภัณฑ์ต่างไปจาก

ปกติ ปริมาณเพคติน 0.1% W/V ในตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 20% ให้เจลที่มีลักษณะเหนียวข้นเล็กน้อย ซึ่งสีของผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นระดับนี้เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบมากที่สุด จึงมีคะแนนสีสูงสุด ขณะที่ตัวอย่างผสม carrageenan 0.1-0.3% W/V มีลักษณะข้นมาก และสีจางกว่าปกติมากจากการสะท้อนของแสง คะแนนจึงต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาความชอบด้านกลิ่นและรสชาติ พบว่า ตัวอย่างที่ผสมเพคติน 0-0.3% W/V และตัวอย่างที่ผสม carrageenan 0.025-0.1% W/V ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) เมื่อผสม carrageenan $\geq$0.1% W/V ผู้ทดสอบจะบอกความแตกต่างด้านกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ได้ในทางที่มีความชอบลดลง โดยให้ระดับความชอบกลิ่นลดลงจากชอบปานกลาง (คะแนน 7.06) เป็นชอบเล็กน้อย (คะแนน 6.70) และระดับความชอบรสชาติลดลงจากชอบเล็กน้อย (คะแนน 6.65) เป็นรู้สึกเฉยๆ (คะแนน 5.99) ทั้งนี้ อาจเนื่องจาก carrageenan ที่ความเข้มข้น $\geq$0.1% W/V ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดเป็นเจลมากขึ้น มีโครงสร้างเจลที่แข็งแรงมากกว่าที่ความเข้มข้นต่ำๆ และมีการดูดน้ำเก็บในโครงสร้างเจลมากขึ้น สารให้กลิ่นรสส่วนใหญ่ที่ละลายน้ำจึงถูกเก็บไว้ในโครงสร้างเจลนี้ด้วย ทำให้ผู้ทดสอบได้กลิ่นของผลิตภัณฑ์น้อยลง และการเกิดเจลมากขึ้นมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเหนียวข้น เมื่อเทแล้วไม่ไหล รสชาติจึงแตกต่างจากน้ำผลไม้ปกติธรรมดาทั่วไป ระดับความชอบจึงลดลงตามลำดับ แต่ตัวอย่างที่ผสมเพคติน 0-0.3% W/V และตัวอย่างที่ผสม carrageenan 0.025-0.1% W/V แม้ผลิตภัณฑ์จะข้นขึ้น แต่ไม่มีการเปลี่ยนของกลิ่นและรสชาติชัดเจนจนผู้ทดสอบบอกความแตกต่างได้ เมื่อพิจารณาคะแนนความข้น พบว่า ตัวอย่างที่ผสมเพคติน 0-0.3% W/V และตัวอย่างที่ผสม carrageenan 0.025-0.075% W/V มีความข้นไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) อาจเนื่องจากสารให้เจลทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าวเกิดเป็นเจลที่เหนียวข้นเล็กน้อย ซึ่งที่ความเหนียวข้นระดับนี้แม้จะแตกต่างกันแต่ก็ไม่มากพอที่ผู้ทดสอบจะสังเกตเห็นได้ แต่ที่ความแตกต่างระดับนี้ เครื่องวัดความหนืด Brookfield viscometer ที่มีความไวมากกว่า สามารถตรวจพบความแตกต่างของความหนืดในแต่ละตัวอย่างได้ ตัวอย่างที่ผสม carrageenan $\geq$0.1% W/V มีคะแนนความข้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) ทั้งนี้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์เกิดเป็นเจลมากขึ้น มีลักษณะเหนียวข้นมากขึ้นจนถึงระดับที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (คะแนนต่ำกว่า 5.00) จากคะแนนความชอบกลิ่น รสชาติ และความข้น ส่งผลให้ความชอบโดยรวมของตัวอย่างที่ผสมเพคติน 0-0.3% W/V และตัวอย่างที่ผสม carrageenan 0.025-0.075% W/V ไม่แตกต่างกัน($P>0.05$) และตัวอย่างที่ผสม carrageenan $\geq$0.1% W/V มีคะแนนความชอบโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$)

เพื่อศึกษาความคงตัวของตะกอนเนื้อผลไม้ในระหว่างเก็บรักษา จึงทดลองเก็บผลิตภัณฑ์ที่ผสมสารให้เจลชนิด และปริมาณต่างๆกันในกระบอกตวง เป็นเวลา 60 วัน ผลที่ได้ (รูปที่ 1) แสดงว่า เพคตินให้ความคงตัวของตะกอนเนื้อผลไม้ต่ำกว่า carrageenan ที่ความเข้มข้นเดียวกัน โดยผลิตภัณฑ์ที่มีเพคตินเป็นส่วนผสม เนื้อผลไม้ลดระดับลง 25-30% ใน 2-12 วันแรก หลังจากนั้นคงที่ตลอด 60 วัน ขณะที่ตัวอย่างซึ่งผสม carrageenan ปริมาณเนื้อผลไม้ลดระดับลง 0-24% ใน 2-7 วันแรก หลังจากนั้นคงที่ตลอด 60 วัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากเพคติน 0.1-0.3% W/V ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวข้นมากขึ้น แต่ไม่มากพอที่จะช่วยทำให้เนื้อผลไม้ลอยตัวได้ 100% ตัวอย่างที่ผสมเพคตินในปริมาณต่ำ ความคงตัวของเนื้อผลไม้จะลดระดับลงมากกว่า เนื่องจากตัวอย่างที่ผสมเพคตินปริมาณต่ำ 0.1% มีค่าความหนืด (56.62 centipoise) น้อยกว่าตัวอย่างที่ผสมเพคตินปริมาณสูง 0.3% (67.42 centipoise) เนื้อผลไม้จึงลอยตัวได้น้อยกว่า ผลิตภัณฑ์ที่มี carrageenan เป็นส่วนผสมในปริมาณ 0.1-0.3% มีค่าความหนืดสูงมากคือ 156.54-1106.34 centipoise เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวข้นมาก เนื้อผลไม้จึงลอยตัวได้ถึง 100% ส่วนในตัวอย่างที่ผสม carrageenan ในปริมาณต่ำๆ (0.025-0.075% W/V) ผลที่ได้มีลักษณะเช่นเดียวกับในตัวอย่างที่ผสมเพคติน กล่าวคือ เมื่อใช้ carrageenan 0.025% ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ (55.02 centipoise) น้อยกว่าตัวอย่างที่ผสม carrageenan 0.075% (108.02 centipoise) เป็นผลให้ความคงตัวของเนื้อผลไม้ลดระดับลงมากกว่า อย่างไรก็ตาม ปริมาณเนื้อผลไม้ลดระดับลงน้อยกว่าตัวอย่างที่ผสมเพคติน ที่ความเข้มข้นเดียวกัน แสดงว่า เจลของ carrageenan มีความแข็งแรงมากกว่าเจลของเพคติน ดังที่ได้อธิบายไว้แล้วข้างต้น (Lineback and Inglett, 1982)

จากค่าความหนืด ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส และผลการเก็บผลิตภัณฑ์ใน measuring cylinder เป็นเวลา 60 วัน รวมทั้งพิจารณาจากปริมาณที่ใช้ต่ำสุดโดยที่คุณภาพผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลง เพื่อเป็นการลดต้นทุนวัตถุดิบในการผลิต จึงเลือกเพคติน 0.1% W/V เป็นชนิดและปริมาณสารให้เจลที่เหมาะสำหรับน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20%

ในน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 30% พบว่า ชนิดและปริมาณสารให้เจลมีผลต่อค่าความหนืดอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 12) และมีแนวโน้มเช่นเดียวกับตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 20% อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบปริมาณเพคตินตั้งต้นที่มีในผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ตัวอย่าง จะเห็นว่า ตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 30% มีเพคตินปริมาณ 0.1% ซึ่งสูงกว่าตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส

20% ดังนั้น แม้แนวโน้มการเปลี่ยนคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ตัวอย่างจะเป็นแบบเดียวกัน แต่ตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 30% เป็นส่วนผสมโดยทั่วไป มีค่าความหนืดสูงกว่าน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20%

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความข้น และความชอบโดยรวม (ตารางที่ 13) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณสารให้เจลแต่ละชนิดจะเป็นผลให้ความชอบด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาคะแนนสี ผู้ทดสอบตรวจไม่พบความแตกต่างด้านสีของตัวอย่างที่ผสม carrageenan 0.025-0.075% W/V และชอบสีของตัวอย่างกลุ่มนี้ มากกว่าตัวอย่างที่ผสมเพคติน 0-3% W/V หรือ carrageenan 0.1-0.3% W/V ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้ อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้มีสีส้มเหลือง หรือมีสีออกส้มมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำเสาวรส 20% เมื่อได้รับผลจากการสะท้อนแสงของเจล จึงทำให้ผู้ทดสอบเห็นสีผลิตภัณฑ์ต่างไปจากเดิมอย่างชัดเจน ดังนั้น เมื่อเพิ่มปริมาณสารให้เจลแต่ละชนิด จึงมีผลให้คะแนนความชอบด้านสีลดลง สำหรับระดับความชอบด้านกลิ่น รสชาติ ความข้น และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 20% เป็นส่วนผสม ซึ่งแสดงว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำเสาวรสแตกต่างกันทั้ง 2 ระดับมีคุณภาพ (ซึ่งเป็นผลจากการเติมสารให้เจล) ในระดับใกล้เคียงกัน

ผลการทดลองเก็บผลิตภัณฑ์ในกระบอกตวง (รูปที่ 2) แสดงว่า เพคตินให้ความคงตัวของตะกอนเนื้อผลไม้ต่ำกว่า carrageenan ที่ความเข้มข้นเดียวกัน โดยเนื้อผลไม้ลดระดับลง 25-30% ใน 2-10 วันแรก ขณะที่ตัวอย่างผสม carrageenan ลดระดับลง 0-21% ใน 2-6 วันแรก หลังจากนั้นคงที่ตลอด 60 วัน ผลที่ได้มีลักษณะเช่นเดียวกับในตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 20% และอาจอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกัน

จากค่าความหนืด ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส และผลการเก็บผลิตภัณฑ์ในกระบอกตวง เป็นเวลา 60 วัน รวมทั้งพิจารณาจากปริมาณที่ใช้ต่ำสุดโดยที่คุณภาพผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลง เพื่อเป็นการลดต้นทุนวัตถุดิบในการผลิต จึงเลือก carrageenan 0.025% W/V เป็นชนิดและปริมาณสารให้เจลที่เหมาะสำหรับน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 30%

2. <u>ศึกษาปริมาณนมผึ้งสดที่เหมาะสม</u>

มาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 133 พ.ศ. 2533) กำหนดไว้ว่าผลิตภัณฑ์นมผึ้งต้องมีปริมาณกรดไขมัน 10-hydroxy-2-decenoic acid ไม่น้อยกว่า 0.16%

และผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของนมผึ้งสด ที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีปริมาณ 10-hydroxy-2-decenoic acid 2.41% ดังนั้น เพื่อให้เครื่องดื่มน้ำผัก-ผลไม้ผสมจัดเป็นผลิตภัณฑ์นมผึ้ง ต้องใช้นมผึ้งสด 6.64% ผสมในตัวอย่างน้ำผัก-ผลไม้ผสม และเนื่องจากกรดไขมันชนิดนี้อาจถูกทำลายระหว่างกระบวนการผลิตและการเก็บรักษา จึงต้องเติมนมผึ้งให้มากกว่า 6.64% และจากที่นมผึ้งสดมีรสเปรี้ยว เผ็ด และหวานเล็กน้อย มีกลิ่นเฉพาะ ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ รวมทั้งมีราคาค่อนข้างแพง เมื่อนำมาทดลองเบื้องต้น พบว่า เติมนมผึ้งได้ไม่เกิน 10% ดังนั้น การทดลองนี้จึงแปรปริมาณนมผึ้งในน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20% และ 30% เป็น 7, 8 และ 9% W/V ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาวิเคราะห์ pH องค์ประกอบทางเคมี วัดสี และคัดเลือกตัวอย่างที่ดีที่สุดโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลการทดลอง พบว่า น้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20% ปริมาณนมผึ้งไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด กรดทั้งหมด และวิตามินซี ($P>0.05$) แต่มีผลต่อค่า pH อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) (ตารางที่ 16) ทั้งนี้ อาจเนื่องจากปริมาณนมผึ้งที่เพิ่มขึ้นเพียง 2% (จาก 7% เป็น 9% W/V) ไม่มากพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด กรดทั้งหมดได้ และวิตามินซี ในผลิตภัณฑ์หนึ่งหน่วยปริมาตร แม้นมผึ้งสดที่ใช้มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และกรดทั้งหมดค่อนข้างสูงก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผัก-ผลไม้ผสมก่อนเติม และหลังเติมนมผึ้ง พบว่า วิตามินซีในน้ำผัก-ผลไม้ผสมก่อนเติมนมผึ้ง (1.40 ± 0.02 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) มีมากกว่าในตัวอย่างที่เติมนมผึ้งแล้ว (1.19 ± 0.08 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) ทั้งนี้ อาจเนื่องจากวิตามินซีทำหน้าที่ป้องกัน และยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมัน 10-hydroxy-2-decenoic acid ในนมผึ้งจากการเร่งปฏิกิริยาของแสงและออกซิเจน (Fennema, 1985) จากการที่ตัวมันเองเกิดปฏิกิริยาแทน ปริมาณวิตามินซีในผลิตภัณฑ์จึงลดลง เมื่อพิจารณาค่า pH พบว่า การเพิ่มปริมาณนมผึ้งมีผลให้ค่า pH ลดลง ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะนมผึ้งที่ใช้มีค่า pH ประมาณ 3.5 ซึ่งระดับความเป็นกรดค่อนข้างสูง เมื่อใช้ในปริมาณมากถึง 9% ก็ส่งผลให้ pH ของน้ำผัก-ผลไม้ผสมต่ำลงได้อย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณาค่าสี พบว่า ปริมาณนมผึ้งมีผลต่อค่าสี L, a และ b อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) (ตารางที่ 15) การเพิ่มนมผึ้งมีผลให้ค่าสี L และ b เพิ่มขึ้น แต่ค่าสี a ลดลง ซึ่งแสดงว่า ผลิตภัณฑ์มีสีขาวสว่างและสีเหลืองมากขึ้น แต่มีสีแดงน้อยลง ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำผัก

-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20% มีสีเหลืองส้มและขุ่นเล็กน้อย ขณะที่นมผึ้งสดมีสีเหลืองอ่อนและขุ่น จึงมีผลในการเจือจางสีส้มในน้ำผัก-ผลไม้ผสมให้น้อยลง ทำให้ผลิตภัณฑ์ผสมนมผึ้งมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น และสว่างขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงว่า นมผึ้งไม่มีผลต่อความชอบด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ($P>0.05$) แต่มีผลต่อความชอบด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) (ตารางที่ 14) เมื่อพิจารณาเฉพาะสี ผู้ทดสอบไม่พบความแตกต่างด้านสีของผลิตภัณฑ์เมื่อเพิ่มปริมาณนมผึ้ง ขณะที่เครื่องวัดสี Chromameter ตรวจพบความแตกต่างของค่าสี เมื่อมีนมผึ้งเป็นส่วนผสมถึง 9% ผลดังกล่าวนี้ อาจเนื่องจากน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20% มีสีเหลืองส้มและขุ่นเล็กน้อย ขณะที่นมผึ้งก็มีสีเหลืองขุ่นแต่อ่อนกว่า เมื่อเติมลงในผลิตภัณฑ์ นมผึ้งอาจมีผลทำให้สีส้มลดความเข้มลงได้บ้าง จนเครื่องวัดสีตรวจพบได้ว่า มีสีเหลืองเพิ่มขึ้น แต่ระดับที่เพิ่มขึ้นนี้ไม่มากพอที่จะสังเกตเห็นด้วยตาเปล่า เมื่อพิจารณาคะแนนรสชาติ การเพิ่มปริมาณนมผึ้งไม่มีผลต่อความชอบด้านรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ($P>0.05$) อาจเนื่องจากน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20% มีรสหวานจัดและเปรี้ยวเล็กน้อย เมื่อเพิ่มปริมาณนมผึ้งซึ่งมีรสเปรี้ยวเผ็ด และหวานเล็กน้อยจาก 7% เป็น 9% W/V (แตกต่างกัน 2%) แม้รสชาติของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนไปบ้าง แต่ผู้ทดสอบก็ยังรู้สึกว่ารสหวานและเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ยังคล้ายคลึงกัน เมื่อพิจารณาความชอบด้านกลิ่น พบว่า การเพิ่มปริมาณนมผึ้งมีผลให้ความชอบด้านกลิ่นลดลง ผู้ทดสอบตรวจไม่พบความแตกต่างกลิ่นของตัวอย่างที่มีนมผึ้ง 7% และ 9% ($P>0.05$) ขณะที่ตัวอย่างซึ่งมีนมผึ้ง 8% มีระดับความชอบกลิ่นต่ำกว่าทั้ง 2 ตัวอย่าง ($P\geq0.05$) ผลดังกล่าวนี้อธิบายไม่ได้ว่าเป็นเพราะเหตุใด เพราะโดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์ที่มีนมผึ้งในปริมาณมาก คะแนนกลิ่นน่าจะด้อยลง อย่างไรก็ตาม ผู้ทดสอบยังให้คะแนนกลิ่นของทุกตัวอย่างอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน คือ ชอบเล็กน้อย (คะแนน 6.03-6.79) ในส่วนของความชอบโดยรวม พบว่า ตัวอย่างที่มีนมผึ้งทั้ง 3 ระดับ ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งผลดังกล่าวนี้แสดงอิทธิพลของสี และรสชาติต่อระดับความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์

ดังนั้น เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวม และปริมาณนมผึ้งมากที่สุดเท่าที่จะยอมรับผลิตภัณฑ์ได้ จึงเลือกนมผึ้ง 9% W/V สำหรับน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20% ซึ่งตัวอย่างดังกล่าวนี้มีระดับความชอบทางประสาทสัมผัสทุกลักษณะ อยู่ในเกณฑ์ยอมรับผลิตภัณฑ์ได้

ผลิตภัณฑ์น้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20% เมื่อเติมนมผึ้ง 9% W/V โดยนมผึ้งมี 10-hydroxy-2-decenoic acid 2.41% ปริมาณกรดดังกล่าวนี้ในน้ำผัก-ผลไม้ผสมในทางทฤษฎีควรมีอยู่ 21.7 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ผลจากการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ พบว่ามีกรดดังกล่าวนี้อยู่ 21.0 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณตั้งต้น แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีการสูญเสียกรดไขมันชนิดนี้น้อยมาก (3.23%) ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะตัวอย่างน้ำผัก-ผลไม้ผสมนี้มีสภาพเป็นกรด (pH ประมาณ 3.65) ซึ่งที่ภาวะนี้จะช่วยรักษาสมบัติของ 10-hydroxy-2-decenoic acid ได้ (Barker et al., 1962; Yatsunami and Echigo, 1985) นอกจากนี้ ยังอาจเป็นเพราะวิตามินซีที่มีในน้ำผลไม้ทำหน้าที่ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันชนิดนี้ ในระหว่างกระบวนการผลิตด้วย

ในน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 30% ปริมาณนมผึ้งมีผลต่อค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด กรดทั้งหมด และปริมาณวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 19) เมื่อพิจารณาค่า pH ผลที่ได้เช่นเดียวกับน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20% และอาจอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกัน การเพิ่มปริมาณนมผึ้งมีผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 30% มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (20.85^{o}Brix) และกรดทั้งหมด (0.92%) มากกว่าตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 20% การเพิ่มปริมาณนมผึ้งซึ่งมีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและกรดทั้งหมดค่อนข้างสูง จึงมีผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาปริมาณวิตามินซี พบว่าการเพิ่มนมผึ้งมีผลให้ปริมาณวิตามินซีลดลง ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะในระหว่างกระบวนการผลิตซึ่งมีการให้ความร้อนผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 76^{o}C นาน 15 นาที วิตามินซีอาจถูกทำลายไปบ้างและนอกจากนั้น วิตามินซียังมีผลในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันในนมผึ้ง เมื่อปริมาณนมผึ้งในผลิตภัณฑ์มากขึ้น วิตามินซีจึงถูกทำลายไปมากขึ้น ประกอบกับปริมาณนมผึ้งที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้สัดส่วนของน้ำผักและผลไม้ในตัวอย่างหนึ่งหน่วยปริมาตรลดลง ปริมาณวิตามินซีจึงลดลง

เมื่อพิจารณาค่าสี พบว่า ปริมาณนมผึ้งมีผลต่อค่าสี L, a และ b อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 18) การเพิ่มปริมาณนมผึ้งมีผลให้ค่าสี L และ b เพิ่มขึ้น แต่ค่าสี a ลดลง ผลที่ได้มีแนวโน้มเช่นเดียวกับในน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20%

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงว่า การเติมนมผึ้งมีผลต่อความชอบ

ด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 17) เมื่อพิจารณาเฉพาะสี ผู้ทดสอบตรวจไม่พบความแตกต่างสีของตัวอย่างที่ผสมนมผึ้ง 7% และ 8% W/V ($P>0.05$) เมื่อเพิ่มนมผึ้งเป็น 9% W/V มีผลให้ความชอบด้านสีลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะนมผึ้งซึ่งมีสีอ่อนกว่าน้ำผัก-ผลไม้ผสม เมื่อเติมในปริมาณมาก ทำให้สีของผลิตภัณฑ์ชีดจางลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งผลดังกล่าวนี้สอดคล้องกับค่าสีที่วัดได้จากเครื่อง Chromameter แต่เมื่อพิจารณาความชอบด้านกลิ่นของตัวอย่างที่ผสมนมผึ้ง 7% และ 8% W/V พบว่า ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ทั้งนี้ อาจเนื่องจากกลิ่นของน้ำเสาวรสในตัวอย่างกลบเกลื่อนกลิ่นของนมผึ้งได้ ผู้ทดสอบจึงตรวจไม่พบความแตกต่าง แต่เมื่อเพิ่มนมผึ้งถึง 9% W/V กลิ่นซึ่งมีลักษณะเฉพาะของนมผึ้งแรงขึ้น จนเป็นผลให้ความชอบด้านกลิ่นลดลงจากชอบปานกลาง (คะแนน 7.56) เป็นชอบเล็กน้อย (คะแนน 6.45) เมื่อพิจารณาความชอบด้านรสชาติ พบว่า การเพิ่มปริมาณนมผึ้งมีผลให้ความชอบด้านรสชาติลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) อาจเนื่องจากน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 30% มีรสเปรี้ยวนำ และหวานปานกลาง เมื่อเพิ่มปริมาณนมผึ้งซึ่งมีรสเปรี้ยว เผ็ด และหวานเล็กน้อยจาก 7% เป็น 9% W/V มีผลให้รสชาติของผลิตภัณฑ์ด้อยลงจนผู้ทดสอบสังเกตเห็น ระดับความชอบจึงเปลี่ยนจากชอบเล็กน้อย (คะแนน 6.84) เป็นรู้สึกเฉยๆ (คะแนน 5.83) จากความชอบด้านสี กลิ่น และรสชาติ ส่งผลให้ตัวอย่างที่ผสมนมผึ้ง 7% มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงกว่าตัวอย่างที่ผสมนมผึ้ง 9% W/V อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ดังนั้น เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม กับปริมาณนมผึ้งมากที่สุดเท่าที่จะยอมรับผลิตภัณฑ์ได้ จึงเลือกนมผึ้ง 8% W/V สำหรับน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 30% ซึ่งตัวอย่างดังกล่าวนี้มีระดับความชอบทางประสาทสัมผัสทุกลักษณะ อยู่ในเกณฑ์ยอมรับผลิตภัณฑ์ได้

ผลิตภัณฑ์น้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 30% ผสมนมผึ้ง 8% W/V ในทางทฤษฎีมี 10-hydroxy-2-decenoic acid ในผลิตภัณฑ์อยู่ 19.28 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร แต่ผลจากการวิเคราะห์ พบว่า มีกรดดังกล่าวนี้อยู่ 18.92 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณตั้งต้น แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีการสูญเสียกรดไขมันชนิดนี้น้อยมาก (1.87%) และน้อยกว่าน้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้งที่มีน้ำเสาวรส 20% (3.23%) ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะตัวอย่างน้ำผัก-ผลไม้ผสมนี้มีความเป็นกรด (pH 3.55) มากกว่าตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 20% (pH 3.65)

ที่สภาวะนี้จะช่วยรักษาสมบัติของ 10-hydroxy-2-decenoic acid ได้ (Barker et al., 1962; Yatsunami and Echigo, 1985) และที่สภาวะนี้วิตามินซีมีความเสถียรมากกว่า (Fennema, 1985) จึงเกิดการสูญเสียน้อยกว่า ทำให้ช่วยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันชนิดนี้ในระหว่างกระบวนการผลิตได้มากกว่า

<u>ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์น้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้ง</u>

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำผักและผลไม้โดยทั่วไป เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยา oxidation ในน้ำผัก-ผลไม้ผสม ประกอบด้วยวิตามินซี เกลือแร่ชนิดต่างๆ และรงควัตถุที่ทำให้เกิดสีที่มีลักษณะเฉพาะสำหรับน้ำผลไม้แต่ละชนิด วิตามินซีมีอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูง Fennema (1985) รายงานว่า วิตามินซีสูญเสียได้ง่ายในระหว่างการแปรรูปผลิตภัณฑ์โดยการให้ความร้อน และการเก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจนและแสง เนื่องจากปฏิกิริยา oxidation โดยมีเกลือของทองแดงและเหล็กเป็นสารเร่งปฏิกิริยา รงควัตถุบางชนิด เช่น carotene หรือ วิตามินเอ อาจถูกทำลายได้ด้วยความร้อนหรือปฏิกิริยา oxidation เช่นเดียวกัน ทำให้สีผลิตภัณฑ์ซีดจางลง และสูญเสียวิตามินเอ นอกจากนี้กรดไขมันในนมผึ้ง โดยเฉพาะ 10-hydroxy-2-decenoic acid ซึ่งมีความสำคัญเพราะพบเฉพาะในนมผึ้ง และปริมาณใช้กำหนดเป็นมาตรฐานของนมผึ้ง (Barker et al., 1959) ยังอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีทำให้ปริมาณลดลง ซึ่งกรดดังกล่าวนี้ถ้ามีอยู่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ (กระทรวงสาธารณสุข, ประกาศฉบับที่ 133 พ.ศ. 2533) ก็ไม่จัดว่าเป็นผลิตภัณฑ์นมผึ้ง นอกจากปัจจัยที่ได้กล่าวมาแล้ว น้ำผัก-ผลไม้ และนมผึ้งประกอบด้วยสารอาหารที่เหมาะกับการเจริญของจุลินทรีย์ ประกอบกับผลิตภัณฑ์นี้ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งเป็นการให้ความร้อนในระดับปานกลาง และไม่มากพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมดที่บนเปื้อนอยู่ (Cruess, 1958) จึงควรใช้วัตถุกันเสียช่วยในการเก็บถนอมผลิตภัณฑ์ ในงานทดลองนี้จึงเลือกใช้ sodium benzoate เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญ หรือทำลายจุลินทรีย์ได้ดีในเครื่องดื่มที่มีความเป็นกรดสูง เมื่อใส่วัตถุกันเสียชนิดนี้ลงในอาหารที่มี pH <4.0 เกลือ benzoate จะเกิดปฏิกิริยา และเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของกรด benzoic ซึ่งไม่แตกตัว (undissociated form) แต่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์มากที่สุด (Robach, 1980) นอกจากนั้นวัตถุกันเสียชนิดนี้ยังมีราคาถูก และไม่เกิดการสะสมในร่างกาย เนื่องจากในร่างกายมนุษย์มีกลไกในการกำจัดความเป็นพิษของกรด

benzoic ได้ การทดลองขั้นตอนนี้ จึงศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์น้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 20% ผสมนมผึ้ง 9% W/V และน้ำผัก-ผลไม้ผสมที่มีน้ำเสาวรส 30% ผสมนมผึ้ง 8% W/V โดยแปรปริมาณ sodium benzoate เป็น 0, 100 และ 200 ppm ผลิตภัณฑ์ที่ได้บรรจุในขวดแก้ว เก็บที่ 5-8°C เป็นเวลา 0-4 สัปดาห์ ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย ยีสต์และรา วัดการเปลี่ยนของสี และวิเคราะห์ pH กับองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ 10-hydroxy-2-decenoic acid ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด กรดทั้งหมด และวิตามินซี ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 20-39

1. <u>ผลิตภัณฑ์น้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้งที่มีน้ำเสาวรส 20%</u>

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดังแสดงในตารางที่ 20-22 แสดงว่า sodium benzoate ที่ระดับต่างๆกัน ไม่มีผลต่อความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่เวลาเก็บที่เพิ่มขึ้น มีผลให้ความชอบด้านสี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) โดยไม่มีผลต่อความชอบโดยรวม ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาความชอบสี อาจเนื่องจาก sodium benzoate เป็นสารสีขาว และปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ ($\leq$200 ppm) ต่ำมาก จึงไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีในผลิตภัณฑ์ แต่เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ถึง 3 สัปดาห์ ระดับความชอบสีลดลงอย่างเห็นได้ชัด ($P\leq0.05$) ทั้งนี้ อาจเนื่องจากการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ จากปฏิกิริยา non-enzymatic browning ชนิด Maillard reaction ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของสารที่มี amino group คือ กรดอะมิโนของโปรตีนในนมผึ้ง และสารที่มี carbonyl group ได้แก่ น้ำตาลในน้ำผักและผลไม้ ได้สารประกอบสุดท้ายเป็น melanoidins ซึ่งมีสีน้ำตาล (Wolfrom, Kashimura and Hoston, 1974) ผลิตภัณฑ์จึงมีการเปลี่ยนแปลงสีในทางที่เป็นผลให้ระดับความชอบลดลงจาก ชอบสีของตัวอย่างปานกลาง (คะแนน 7.43) เป็นชอบสีของตัวอย่างเล็กน้อย (คะแนน 6.86) เมื่อพิจารณาความชอบกลิ่น ถึงแม้ว่า sodium benzoate มีกลิ่นเฉพาะ แต่ปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ต่ำมาก จึงไม่มีผลทำให้เกิดกลิ่นแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์ แต่เวลาเก็บ $\geq$2 สัปดาห์ ทำให้ระดับความชอบด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ลดลง ทั้งนี้ อาจเนื่องจากช่วงเวลาเก็บเริ่มต้น ในผลิตภัณฑ์มีวิตามินซีอยู่ปริมาณหนึ่ง ซึ่งวิตามินซีมีสมบัติในการป้องกัน และระงับการเกิดปฏิกิริยา oxidation ได้ จึงไม่ทำให้กลิ่นในช่วงแรกเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อเวลาเก็บมากขึ้น วิตามินซีที่มีอยู่ถูกทำลาย และลดปริมาณลง อากาศที่มีในผลิตภัณฑ์จึงทำให้เกิดปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันในนมผึ้ง

ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นในผลิตภัณฑ์ ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ คะแนนกลิ่นตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 4 จึงต่ำกว่าสัปดาห์ที่ 1 อย่างเห็นได้ชัด เมื่อพิจารณาความชอบด้านรสชาติ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เก็บเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ มีระดับความชอบด้านรสชาติต่ำกว่าตัวอย่างที่ผลิตใหม่ๆ หรือเก็บเพียงสัปดาห์เดียว ($P \leq 0.05$) ผลดังกล่าวนี้ อาจเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในทางที่มีความชอบลดลงในสัปดาห์ที่ 2 จึงส่งผลให้ความชอบรสชาติเริ่มลดลงที่เวลาดังกล่าวด้วย อย่างไรก็ตามคะแนนกลิ่นและรสชาติทั้ง 4 สัปดาห์อยู่ในระดับความชอบปานกลางเหมือนกัน ส่วนคะแนนความชอบโดยรวม ซึ่งไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาเก็บนั้น อาจเนื่องจากผู้ทดสอบมีความเห็นว่า แม้สี กลิ่น และรสชาติจะเปลี่ยนไปบ้าง แต่โดยทั่วไปแล้ว ผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย ยีสต์และรา (ตารางที่ 23) ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้และใช้ sodium benzoate ในปริมาณต่างๆกัน เมื่อเก็บที่ 5-8°C ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ทุกชนิด ตลอดเวลาเก็บ 4 สัปดาห์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะน้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้งจัดเป็นเครื่องดื่มที่มีความเป็นกรดสูง (pH เท่ากับ 3.65) ซึ่งเป็นภาวะที่เชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญได้ (Fennema, 1985) ประกอบกับในนมผึ้งมีกรดไขมัน 10-hydroxy-2-decenoic acid ซึ่งมีสมบัติในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย และเชื้อราบางชนิดได้ (Blum et al., 1959; Barker et al., 1962; Yatsunami and Echigo, 1985) ผลิตภัณฑ์นี้จึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้ sodium benzoate ช่วยในการเก็บถนอม อย่างน้อย 4 สัปดาห์ ที่สภาวะบรรจุนี้

จากการเปรียบเทียบค่าสีของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 24) พบว่า ปริมาณ sodium benzoate ไม่มีผลต่อค่าสี L, a และ b ($P>0.05$) แต่เมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ค่าสี b ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ค่าสี L ลดลง ขณะที่ a เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ซึ่งแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำลง และสีแดงเพิ่มมากขึ้น ผลดังกล่าวนี้ยืนยันผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีดังที่ได้อธิบายมาแล้วข้างต้น

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ตารางที่ 27) แสดงว่า ปริมาณ sodium benzoate ไม่มีผลต่อค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด กรดทั้งหมด วิตามินซี และ 10-hydroxy-2-decenoic acid ($P>0.05$) ทั้งนี้ อาจอธิบายได้ว่า กรด benzoic จาก sodium benzoate เป็นกรดซึ่งไม่แตกตัวที่ pH <4.0 (Robach, 1980) จึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ที่ทุกเวลาเก็บ อีกประการหนึ่งระหว่างการเก็บ 4 สัปดาห์ ไม่มี

การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์อันจะทำให้ค่า pH เปลี่ยนแปลงจนตรวจพบได้

สำหรับของแข็งที่ละลายได้ซึ่งวัดจาก refractometer ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาล sucrose จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆที่เห็นชัดเจนระหว่างเก็บ และกรดทั้งหมดก็มีแนวโน้มเดียวกัน กล่าวคือ กรดชนิดต่างๆในผลิตภัณฑ์ซึ่งวัดเป็นกรด citric มีปริมาณคงที่ที่ทุกระดับของ sodium benzoate และเวลาเก็บ จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆที่เห็นชัดเจน

เมื่อพิจารณาปริมาณวิตามินซี และ 10-hydroxy-2-decenoic acid พบว่าเวลาเก็บที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้วิตามินซีและ 10-hydroxy-2-decenoic acid ลดลง ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้ เนื่องจากตัวอย่างน้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้งบรรจุในขวดแก้วใส ที่ความดันบรรยากาศ ผลิตภัณฑ์จึงได้รับแสง และมีโอกาสสัมผัสกับอากาศ วิตามินซีจึงอาจเกิดปฏิกิริยา oxidation โดยมีแสง และออกซิเจนจากอากาศเป็นสารเร่งปฏิกิริยา (Fennema, 1985) พบว่าในสัปดาห์ที่ 4 มีวิตามินซีเหลืออยู่ 0.17 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ซึ่งคิดเป็นปริมาณเพียง 16.83% ของปริมาณตั้งต้น ส่วน 10-hydroxy-2-decenoic acid ก็ถูกทำลายได้เนื่องจากปฏิกิริยา oxidation โดยมีแสงและออกซิเจนจากอากาศเป็นสารเร่งปฏิกิริยาเช่นเดียวกัน พบว่าในสัปดาห์ที่ 4 มี 10-hydroxy-2-decenoic acid เหลืออยู่ 17.21 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ซึ่งคิดเป็นปริมาณเพียง 81.03% ของปริมาณตั้งต้น แต่ปริมาณดังกล่าวนี้ยังสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์นมผึ้ง (กระทรวงสาธารณสุข, ประกาศฉบับที่ 133 พ.ศ. 2533) สำหรับการป้องกันการสูญเสียวิตามินซี และ 10-hydroxy-2-decenoic acid ในระหว่างการเก็บรักษาอาจแก้ไขโดยการไล่อากาศออกจาก headspace ของขวด โดยใช้ก๊าซไนโตรเจน หรือคาร์บอนไดออกไซด์ฉีดพ่นก่อนที่จะปิดฝาขวด หรือเปลี่ยนภาชนะบรรจุให้เป็นวัสดุที่ป้องกันแสงผ่านได้ เช่น กระป๋องโลหะเคลือบแลคเกอร์ กล่องกระดาษ laminate กับพลาสติค

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า น้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้งที่มีน้ำเสาวรส 20% บรรจุในขวดแก้วเก็บที่ 5-8°C จัดเป็นผลิตภัณฑ์นมผึ้งที่มีอายุการเก็บ 4 สัปดาห์ โดยผลิตภัณฑ์มีคุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส เป็นที่ยอมรับ

2. <u>ผลิตภัณฑ์น้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้งที่มีน้ำเสาวรส 30%</u>

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 30-32) พบว่า ปริมาณ sodium benzoate ระดับต่างๆกัน ไม่มีผลต่อความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ผลที่ได้เช่นเดียวกับในน้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้งที่มีน้ำเสาวรส 20%

และอาจอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกัน เวลาเก็บเพิ่มขึ้นมีผลให้ความชอบด้านกลิ่น และรสชาติลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยไม่มีผลต่อความชอบด้านสีและความชอบโดยรวม ($P > 0.05$) เมื่อพิจารณาความชอบสี พบว่า คะแนนสีไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้มีความเป็นกรดมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำเสาวรส 20% ซึ่งเป็นสภาพที่ไม่เหมาะต่อการเกิดปฏิกิริยา non-enzymatic browning ชนิด Maillard reaction (Wolfrom et al., 1974) ปฏิกิริยาจึงเกิดได้ช้า เมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้น สารประกอบสีน้ำตาลที่ได้จึงมีปริมาณน้อยมาก จนผู้ทดสอบไม่สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของสีตัวอย่าง เมื่อพิจารณาความชอบกลิ่น พบว่า เวลาเก็บเพิ่มขึ้นมีผลให้คะแนนกลิ่นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์ที่เก็บ ≥ 1 สัปดาห์มีระดับความชอบด้านกลิ่นต่ำกว่าตัวอย่างที่ผลิตใหม่ๆ ทั้งนี้ อาจอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกับในน้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้งที่มีน้ำเสาวรส 20% เมื่อพิจารณาความชอบด้านรสชาติ พบว่า มีแนวโน้มคงที่ตลอดระยะเวลาเก็บ และผู้ทดสอบก็ให้คะแนนกลิ่นและรสชาติที่เวลาเก็บ 4 สัปดาห์อยู่ในระดับชอบปานกลางเหมือนกัน ส่วนความชอบโดยรวมซึ่งไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาเก็บนั้น อาจเนื่องจากผู้ทดสอบมีความเห็นว่า แม้กลิ่นจะเปลี่ยนไปบ้าง แต่โดยทั่วไปแล้ว ผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย ยีสต์และรา (ตารางที่ 33) ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้และใช้ sodium benzoate ในปริมาณต่างๆกัน เมื่อเก็บที่ 5-8°C ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ทุกชนิด ตลอดเวลาเก็บ 4 สัปดาห์ ผลที่ได้เช่นเดียวกับในน้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้งที่มีน้ำเสาวรส 20% และอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกัน

จากการเปรียบเทียบค่าสีของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 34) พบว่า ปริมาณ sodium benzoate ต่างๆกัน ค่าสี L, a และ b ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) เมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้นค่าสี L และ b ลดลง แต่ค่าสี a เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ซึ่งหมายความว่า ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำลง สีเหลืองลดลง และสีแดงเพิ่มมากขึ้น ผลที่ได้ต่างจากผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ทั้งนี้ อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้มีความเป็นกรดมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำเสาวรส 20% ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลเนื่องจากปฏิกิริยา non-enzymatic browning จึงเกิดได้น้อยกว่า ประกอบกับผลิตภัณฑ์มีสีส้มเหลืองซึ่งเข้มกว่าตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 20% ทำให้ผู้ทดสอบไม่สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงสีของตัวอย่าง ขณะที่เครื่องวัดสีซึ่งมีความไวมากกว่า จึงบอกความแตกต่างสีของตัวอย่างได้

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ตารางที่ 37) แสดงว่า ปริมาณ sodium benzoate ไม่มีผลต่อค่า pH ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด กรดทั้งหมด วิตามินซี และ 10-hydroxy-2-decenoic acid ($P>0.05$) เวลาเก็บที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อค่า pH ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และกรดทั้งหมด ($P>0.05$) แต่มีผลให้ปริมาณวิตามินซี และ 10-hydroxy-2-decenoic acid ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) ผลดังกล่าวเหมือนที่ตรวจพบในน้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้งที่มีน้ำเสาวรส 20% และอาจอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกัน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซี และกรด 10-hydroxy-2-decenoic acid ในผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำเสาวรส 20% และ 30% จะเห็นว่า ที่เวลาเก็บ 4 สัปดาห์ น้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้งที่มีน้ำเสาวรส 30% มีวิตามินซีเหลืออยู่ 0.25 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร (คิดเป็นปริมาณ 21.19% ของปริมาณตั้งต้น) ซึ่งมากกว่าผลิตภัณฑ์ผสมนมผึ้งที่มีน้ำเสาวรส 20% ทั้งนี้ อาจเนื่องจากน้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้งที่มีน้ำเสาวรส 30% มีความเป็นกรดมากกว่า ซึ่งที่สภาพนี้วิตามินซีมีความเสถียรมากกว่า (Fennema, 1985) จึงเกิดการสูญเสียน้อยกว่า เมื่อพิจารณาปริมาณ 10-hydroxy-2-decenoic acid พบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำเสาวรส 30% มีกรดดังกล่าวนี้เหลืออยู่ 16.30 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์นมผึ้ง (กระทรวงสาธารณสุข, ประกาศฉบับที่ 133 พ.ศ. 2533) แต่ในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 เหลืออยู่ 15.60 และ 14.27 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ปริมาณดังกล่าวต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์นมผึ้ง และน้อยกว่าตัวอย่างผสมนมผึ้งที่มีน้ำเสาวรส 20% ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำเสาวรส 20% มีของแข็งทั้งหมด ซึ่งหมายถึงน้ำตาลอยู่มากกว่าตัวอย่างที่มีน้ำเสาวรส 30% น้ำตาลมีผลในการช่วยลดการแทรกซึมของออกซิเจนในผลิตภัณฑ์ (Junk and Pancoast, 1973) จึงอาจทำให้ 10-hydroxy-2-decenoic acid ถูกทำลายเนื่องจากปฏิกิริยา oxidation น้อยลง

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าน้ำผัก-ผลไม้ผสมนมผึ้งที่มีน้ำเสาวรส 30% บรรจุในขวดแก้ว เก็บที่ 5-8°C จัดเป็นผลิตภัณฑ์นมผึ้งที่มีอายุการเก็บ 2 สัปดาห์ โดยผลิตภัณฑ์มีคุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส เป็นที่ยอมรับ