# บทที่ 5

# วิจารณ์ผลการวิจัย

1.การศึกษาและวิเคราะห์วัตถุดิบหลักที่ใช้ในงานวิจัย

1.1 น้ำที่ใช้ในการผสมวัตถุดิบ

เมื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่สำคัญพบว่า มีองค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์ คือ มีความขุ่นไม่เกิน 2 NTU (Nephelometric Turbidity Unit ) มีความกระด้างซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปแคลเซียมและแมกนีเซียม ไม่เกิน 75 ppm. และ 50 ppm. ตามลำดับ รวมทั้งปริมาณเหล็กไม่เกิน 0.8 ppm. การที่ต้องควบคุมคุณภาพน้ำที่ใช้ในการผสมวัตถุดิบ เนื่องจากความขุ่นและความกระด้างที่เกินมาตรฐาน จะหมายถึง การมีสารแขวนลอยพวกแร่ธาตุต่างๆเช่น เหล็ก แมงกานีส แคลเซียม แมกนีเซียม ซึ่งถ้ามีในปริมาณสูง จะสามารถทำปฏิกิริยากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายลดลงต่ำกว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ครั้งแรกที่อัดเข้าไป และทำให้เกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติได้ (Woodroof และ Phillips, 1980) นอกจากนี้ยังตรวจไม่พบคลอรีนอิสระในน้ำกรองที่ใช้เตรียมวัตถุดิบซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์ เนื่องจากถ้าน้ำที่ใช้เป็นวัตถุดิบมีสารประกอบคลอรีนในปริมาณสูง จะทำให้สีและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ผิดปกติไปได้ (Woodroof และ Phillips, 1980)

1.2 น้ำตาล

เตรียมในรูปน้ำเชื่อม 15 องศาบริกซ์ โดยให้ความร้อนอุณหภูมิประมาณ 50 °C และกรองด้วยผ้าขาวบางบุสำลีก่อนนำมาใช้ เมื่อนำน้ำเชื่อมที่เตรียมก่อนใช้มาตรวจหาจำนวนแบคทีเรียพบว่ามีเพียง 3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ไม่พบเชื้อราและยีสต์ ซึ่งผลดังกล่าว อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำหวานเข้มข้น (มอก.155-2532) คือ มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 40 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร และต้องไม่พบเชื้อรา และยีสต์ในตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร และกรณีที่ต้องการเตรียมน้ำเชื่อมจำนวนมากเพื่อใช้ในการผลิต ต้องเก็บน้ำเชื่อมไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทและบรรจุให้มี head space น้อยที่สุด รวมทั้งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ประมาณ 4 °C เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์

1.3 นมผงขาดมันเนย

ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพที่สำคัญตามตารางที่ 14 พบว่าเป็นนมที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมสำหรับนมผง (มอก.341-2534) ซึ่งกำหนดให้มีมันเนยไม่เกินร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก ความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนัก และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ไม่เกิน 0.17 เมื่อนำมาเตรียมเป็นนมพาสเจอร์ไรส์ (Total Solid 13 %) และตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ก่อนนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพบว่า มีปริมาณแบคทีเรียอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทางจุลินทรีย์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 36 (พ.ศ.2522) คือ มีจำนวนจุลินทรีย์ไม่เกิน 50,000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

2. <u>การศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดและความดันที่ใช้ในการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีผลต่อปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในผลิตภัณฑ์</u>

จากการศึกษา อิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (โดยใช้น้ำตาลในการแปรปริมาณบริกซ์) 0, 10, 15 และ 20 องศาบริกซ์ และความดันที่ใช้ในการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ณ อุณหภูมิ 4 °C ที่ 60, 80, 100 และ 120 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว พบว่าไม่มีผลต่อปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในผลิตภัณฑ์ โดยปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณของแข็ง 0 องศาบริกซ์ (น้ำเปล่า) จะมีปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในผลิตภัณฑ์สูงสุดเท่ากับ 2.47 Vol.$CO_2$ แต่เมื่อเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงขึ้นคือ 10, 15 และ 20 องศาบริกซ์ ปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายจะลดลง เนื่องจากปริมาณของแข็งที่ละลายจะไปแทนที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีผลให้ความสามารถในการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง (Von Loesecke, 1949) ส่วนความดันที่ใช้ในการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าความดันที่ใช้ในการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่มีผลต่อปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในผลิตภัณฑ์ ตามทฤษฎีของกฎของเฮนรี่ (Henry 's Law) กล่าวว่า การละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะแปรผันตรงกับความดัน ณ อุณหภูมิที่คงที่ ซึ่งหมายถึง การละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ควรเพิ่มขึ้นเมื่อความดันในการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น (Morris, 1959) แต่ในการวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในงานวิจัยนี้ เป็นการวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในขวดแก้วปิดฝาจีบ (Vol. $CO_2$ in bottle) ซึ่งมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น คุณภาพและมาตรฐานการปิดผนึกด้วยฝาจีบ อาจมีผลทำให้ปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในขวดลดลง โดยทั่วไปเมื่อปิดผนึกขวดด้วยฝาจีบแล้วนำไปตรวจสอบมาตรฐานการปิดผนึกด้วยอุปกรณ์เรียกว่า inter crown tapered (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก ) ตามมาตรฐานการปิดฝาจีบ แรงกดด้าน

บน (top pressure) ที่ใช้ในการกดฝาจีบ (uncrimped crown) ควรมีค่าประมาณ 45 กิโลกรัม (ผ่านขั้นตอน NO GO (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)) ส่วนแรงที่ใช้ในการจีบฝาจีบด้านข้าง (crown throat) มีค่าประมาณ 40 กิโลกรัม (ผ่านขั้นตอน GO (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) ) เพื่อให้ได้ฝาจีบที่ปิดขวดแล้ว (crimped crown) ได้มาตรฐาน (อมรรัตน์ มยุรี และไชยวุฒิ, 2535) แต่อุปกรณ์ปิดผนึกฝาจีบที่ใช้ในงานวิจัยยังไม่ได้มาตรฐานเท่าที่ควร กล่าวคือ เมื่อนำไปตรวจสอบมาตรฐานการปิดผนึกด้วย inter crown tapered พบว่าการปิดฝาจีบด้านข้าง (crown throat) ยังไม่ผ่านขั้นตอน GO (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) ซึ่งจะทำให้การปิดผนึกที่ได้หลวมเกินไป ส่งผลให้ปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถรั่วไหลและลดลงจนถึงระดับหนึ่งที่ฝาจีบสามารถเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ได้ จึงทำให้ปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายได้ในผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกัน

ในการวิจัยนี้ จะมีการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง 12-15 องศาบริกซ์ ในการทดลองเบื้องต้นนี้ ปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด 15 องศาบริกซ์ที่ความดันที่ใช้ในการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ให้ปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในผลิตภัณฑ์สูงสุด จึงเลือกความดันที่ใช้ในการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงในผลิตภัณฑ์ 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เพื่อใช้ในการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

3.<u>การศึกษาหาสูตรเหมาะสมในการเสริมนมขาดมันเนยในเครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์</u>

3.1 ศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณน้ำตาล 12 และ 15 องศาบริกซ์ พีเอช 5.0, 5.4, 5.7 ปริมาณนม 0-30 % และประเมินผลดังนี้

3.1.1 ผลด้านความคงตัวของผลิตภัณฑ์ พบว่า ไม่เกิดการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ในทุกๆตัวอย่าง ซึ่งหมายความว่า ทุกตัวอย่างมีความคงตัวเท่ากับ 1 (Technical Memorandum. (n.d.)) เนื่องจาก พีเอชในช่วงดังกล่าว(5.0-5.7) โปรตีนในนมซึ่งส่วนใหญ่ คือ อนุภาคเคซีนยังคงรักษาสมดุลเคซีเนท-ฟอสเฟทอยู่ได้ จึงไม่ทำให้โปรตีนนมเกิดการแยกชั้นหรือตกตะกอน (Dalgleish และ Law, 1988)

3.1.2 ผลด้านประสาทสัมผัส

จากการศึกษา อิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณน้ำตาล 12 และ 15 องศาบริกซ์ พีเอช 5.0, 5.4, 5.7 ปริมาณนม 0-30 % พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณน้ำตาล พีเอชและปริมาณนมไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏด้านความขุ่นขาวและการแยกชั้น ลักษณะด้านเนื้อสัมผัส และความหวาน โดย

ปริมาณนม 30% ให้ค่าเฉลี่ยของลักษณะปรากฏด้านความขุ่นขาว และลักษณะเนื้อสัมผัสสูงสุด เนื่องจากปริมาณนมสูง จะมีปริมาณของแข็งในนมสูง ทำให้นมทึบสะท้อนแสงได้มาก (Jenness และ Patton, 1959) ทำให้ลักษณะปรากฏด้านความขุ่นขาวมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าที่ปริมาณนม 10% และทำให้ได้ลักษณะเนื้อสัมผัส คือ body สูงตามไปด้วย (Harold, 1982) ส่วนการประเมินด้านความหวาน พบว่าที่ 12 และ15 บริกซ์ ได้คะแนนความชอบเท่ากัน

3.1.3 การประเมินผลทางกายภาพด้านสี

เมื่อวัดค่าสีในทุกๆตัวอย่าง พบว่า ในทุกตัวอย่างที่มีปริมาณนม 30% จะให้ค่าความสว่างสูงสุด และไม่แตกต่างจากปริมาณนม 20% ซึ่งค่า L (ความสว่าง) ที่วัดได้สอดคล้องกับการประเมินผลทางประสาทสัมผัส คือ ลักษณะปรากฏด้านความขุ่นขาวของลักษณะที่มีปริมาณนมสูง จะให้ลักษณะปรากฏสะท้อนแสงได้มากเช่นเดียวกัน (Jenness และ Patton, 1959) ส่วนค่า a (ค่าสีแดง) และค่า b (ค่าสีเหลือง) จะสอดคล้องกับปริมานนมเช่นเดียวกันคือ ในตัวอย่างที่มีปริมานนมสูงจะให้ค่า a ต่ำ และให้ค่า b สูง

จากการประเมินผลด้านความคงตัว ด้านประสาทสัมผัส และค่าสี จะเลือกได้ว่าตัวอย่างที่มีปริมาณนม 30 % ปริมาณน้ำตาล 15 อาศาบริกซ์ และพีเอชต่ำคือ 5.0 ได้คะแนนความชอบในทุกลักษณะสูงสุด การเลือกตัวอย่างที่มีพีเอชต่ำในผลิตภัณฑ์ ยังเป็นการป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าพีเอชสูง (Doores, 1990) รวมทั้งพีเอชต่ำสอดคล้องกับกลิ่นรสผลไม้และเครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนการเลือกปริมาณน้ำตาลระดับสูงกว่า เนื่องจากในวิจัยต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น ซึ่งหมายถึงการเพิ่มปริมาณนมให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่โดยปกตินมจะมีเกลือแร่ประมาณ 0.74% ซึ่งทำให้นมมีรสเค็มเล็กน้อย ดังนั้นการใช้นม 30-50%ของปริมาตรทั้งหมด จึงควรเพิ่มความหวานในผลิตภัณฑ์ เพื่อชดเชยความหวานที่ผู้บริโภครับรสได้ลดลงด้วย (Piggott, 1984)

3.2 การศึกษาปริมาณนมที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์

จากการนำสูตรที่มีปริมาณน้ำตาล 15 องศาบริกซ์ พีเอช 5.7 และปริมาณนม 30% มาพัฒนาสูตร โดยลดพีเอชเป็น 4.7 และแปรปริมาณนมเป็น 30%, 40% และ50% ตามลำดับ และทำการประเมินด้านประสาทสัมผัส พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างพีเอช และปริมาณนม ไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความหวาน โดยตัวอย่างที่มีปริมาณนม 30% และ40% ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดในทุกๆลักษณะ ถึงแม้ว่าปริมาณนม 50% จะมีปริมาณของแข็งสูงกว่า ทำให้มีลักษณะปรากฏมากกว่าตัวอย่างที่ใช้ปริมาณนม 30% และ40% แต่ลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ body ให้ค่าเฉลี่ยต่ำกว่าตัวอย่างที่ใช้ปริมาณนม 30% และ40% เนื่องจากปริมาณนมสูงทำให้ผลิตภัณฑ์มี body และมีความ

หนืดมากกว่า ทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนลดลงซึ่งมีผู้ทดสอบบางท่านให้ข้อเสนอแนะว่า ปริมาณนม 50% ทำให้ความสดชื่นของผลิตภัณฑ์ลดลง รวมทั้งมีลักษณะเนื้อสัมผัสมากเกินไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schwartz (1970) ซึ่งแนะนำว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอัดก๊าซควรกำจัดองค์ประกอบที่ทำให้เกิดการเคลือบลิ้นในช่องปากหลังการดื่มออกไป เพื่อให้คงรูปแบบของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ได้ เนื่องจากตัวอย่างที่มีปริมาณนมสูงจะทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสสูง ทำให้เกิดความรู้สึกตกค้างในปากภายหลังการดื่มด้วย

ส่วนการวัดค่าสี พบว่าได้ผลเช่นเดียวกับข้อ 3.1 คือ ค่า L (ความสว่าง) แปรผันโดยตรงกับปริมาณนม และให้ค่า a (ค่าสีแดง) ต่ำ และให้ค่า b (ค่าสีเหลือง) สูง

จากการศึกษาดังกล่าวพบว่า ตัวอย่างที่มีพีเอช 4.7 ปริมาณนม 30% และ 40% และตัวอย่างที่มีพีเอช 5.0 ปริมาณนม 40% ให้ค่าเฉลี่ยด้านประสาทสัมผัสในทุกๆลักษณะเท่ากัน นำตัวอย่างดังกล่าว ประเมินผลด้วย Ranking Test พบว่า ตัวอย่างที่มีพีเอช 4.7 และปริมาณนม 40% ให้ค่าเฉลี่ยด้านประสาทสัมผัสในทุกๆลักษณะ คือ ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส ความหวาน และการยอมรับรวมสูงสุด จึงเลือกตัวอย่างที่มีปริมาณน้ำตาล 15 องศาบริกซ์ พีเอช 4.7 และปริมาณนม 40% ในการพัฒนาในขั้นต่อไป

3.3 การศึกษาพีเอชที่มีผลต่อการแยกชั้นหรือการตกตะกอนของผลิตภัณฑ์

จากการพัฒนาในข้อ 3.2 ได้สูตรที่มีปริมาณน้ำตาล 15 องศาบริกซ์ พีเอช 4.7 และปริมาณนม 40% จะนำมาแปรค่าพีเอชของน้ำเชื่อม เพื่อหาจุดสุดท้ายของพีเอชที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการแยกชั้นหรือตกตะกอน จากการทดลองพบว่า พีเอชของน้ำเชื่อม ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการแยกชั้นคือ พีเอช 3.0 โดยมีค่าพีเอชสุดท้ายในผลิตภัณฑ์เท่ากับ 5.75 และค่าความคงตัวของนมเท่ากับ 0.58 การที่เกิดการแยกชั้นหรือตกตะกอน เนื่องจากเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพีเอชจนถึงค่าพีเอชหนึ่งทำให้เกิดความไม่สมดุลของอนุภาคเคซีเนท-ฟอสเฟต มีผลทำให้ไตรแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งเป็นสารแขวนลอยที่ยึดติดกับเคซีนโดยแรงทางฟิสิกส์นั้น เกิดการเปลี่ยนแปลงจากเฟสแขวนลอย (colloidal phase ) ไปอยู่ในเฟสสารละลาย (soluble phase) ทำให้โปรตีนตกตะกอนในที่สุด (Dalgleish และ Law, 1988) หรืออีกเหตุผลหนึ่งคือ เคซีนไมเซลล์จะมีประจุเป็นบวกเพิ่มขึ้น(พีเอช ลดลง) ทำให้เกิดแรงผลักซึ่งกันและกัน มีโอกาสปะทะและรวมตัวของเคซีนไมเซลล์ ทำให้โปรตีนตกตะกอนเช่นเดียวกัน (Ingenpass,1980) ส่วนพีเอชของน้ำเชื่อมในช่วง 4.7-3.1 ไม่เกิดการตกตะกอน เนื่องจากนมมีคุณสมบัติการเป็นบัฟเฟอร์ที่ดี โดยเกิดจากองค์ประกอบที่สำคัญในการเป็นบัฟเฟอร์ เช่น โปรตีน ฟอสเฟต ซิเตรต แลคเตต และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Jenness และ Patton, 1959)

ในการประเมินผลด้านประสาทสัมผัส ช่วงพีเอช 4.7-3.1 ซึ่งไม่เกิดการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีการปรับพีเอชของน้ำเชื่อมเท่ากับ 3.1 ให้ค่าเฉลี่ยของลักษณะปรากฏด้านความขุ่นขาว ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว และความชอบรวมสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) จึงคัดเลือกตัวอย่างดังกล่าวในการศึกษาขั้นต่อไป

4. <u>การศึกษาชนิดของสารแต่งกลิ่น และปริมาณสีที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์</u>

4.1 การประเมินผลชนิดของสารแต่งกลิ่นที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ กลิ่นส้ม กลิ่นมะนาว กลิ่นสับปะรด กลิ่นสตรอเบอรี กลิ่นแบลคเคอเรนท์ และกลิ่นราสพ์เบอรี พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นส้มให้ค่าเฉลี่ยด้านความชอบสูงสุด รองลงมาคือกลิ่นสับปะรด กลิ่นสตรอเบอรี และกลิ่นแบลคเคอเรนท์ จึงคัดเลือกกลิ่นส้มและกลิ่นสับปะรดซึ่งมีความชอบรองลงมาในการศึกษาขั้นต่อไป

4.2 การประเมินผลด้านความชอบต่อกลิ่นส้มและกลิ่นสับปะรดของบริษัทต่างๆ

จากการประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ พบว่า กลิ่นส้ม ของแหล่งผลิต A และกลิ่นสับปะรดของแหล่งผลิต E ได้รับคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบสูงสุด จึงเลือกกลิ่นส้มและสับปะรดจากบริษัททั้งสองในการศึกษาขั้นต่อไป

4.3 การแปรปริมาณสีที่ใช้ โดยสีส้มจากเบตาแคโรทีน และสีเหลืองจากไรโบฟลาวินที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์

พบว่า ปริมาณสีส้มที่ได้จากเบตาเคโรทีน เข้มข้น 2% และปริมาณสีเหลืองที่จากไรโบฟลาวิน เข้มข้น 2% (เตรียมจากเบตาแคโรทีนและไรโบฟลาวินผง เพื่อสะดวกในการใช้ผสมจึงเตรียมเป็นสารละลาย และเตรียมใหม่ก่อนใช้ทุกครั้ง) ในปริมาณ 0.5 กรัมต่อ 280 ml. ให้ค่าเฉลี่ยด้านความชอบสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าสี คือ ปริมาณสีส้มสูงนั้นจะมีผลค่า L (ความสว่าง) ลดลง ส่วนค่า a (ค่าสีแดง) และ ค่า b (ค่าสีเหลือง) เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเบตาแคโรทีนเป็นรงควัตถุที่ให้สีเหลืองจนถึงสีแดง (Newsome,1989) ดังนั้นปริมาณเบตาแคโรทีนสูง จึงทำให้ค่า a และค่า b เพิ่มขึ้นด้วย

ส่วนปริมาณสีเหลืองที่ได้จากไรโบฟลาวิน ในปริมาณสูงมีผลต่อค่า L (ความสว่าง) และค่า a ลดลง ซึ่งหมายถึง มีค่าสีเขียวเพิ่มขึ้นนั่นเอง ส่วนค่า b (ค่าสีเหลือง) เพิ่มขึ้น เนื่องจากไรโบฟลาวินเป็นวิตามินที่ให้สีเหลืองอมเขียว และให้แสงเรือง (fluorescence) (Wilson Fisher และ Fagua, 1967)

5. การศึกษาผลของการใช้สารกันเสีย และอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

จากตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากดีที่สุดในข้อ 4 คือ ตัวอย่างที่มีปริมาณน้ำตาล 15 องศาบริกซ์ พีเอช 4.7 และปริมาณนม 40 % มาเติมโพแตสเซียมซอร์เบทในปริมาณ 0, 500, 1000 และ 2000 ppm. และเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในขวดแก้วปิดฝาจีบ ขนาดบรรจุ 280 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิประมาณ 4 ° C วิเคราะห์ติดตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุก 2 วัน ในด้านต่างๆ ดังนี้

1. การประเมินผลด้านจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากงานวิจัยพบว่า ปริมาณโพแตสเซียมซอร์เบท 2000 ppm. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บ 16 วัน การที่ผลิตภัณฑ์เมื่อใช้โพแตสเซียมซอร์เบทเพิ่มขึ้น จะมีอายุการเก็บยาวนานขึ้น เนื่องจากโพแตสเซียมซอร์เบทสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่รอดจากการให้ความร้อนแบบพาสเจอไรส์ เช่น สปอร์ของ *Clostridium* และ สปอร์ของ *Bacillus* โดยจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ dehydrogenase เนื่องจากเอนไซม์ dehydrogenase เป็น เอนไซม์สำคัญที่ใช้ในกระบวนการ catabolism ของจุลินทรีย์ จึงทำให้สามารถลดการเจริญของจุลินทรีย์ลงได้ (William และ Dennis, 1988) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้เกณฑ์ทางจุลินทรีย์ตาม มอก.341-2534 คือ จำนวนจุลินทรีย์ที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ต้องไม่มากกว่า 50,000 โคโลนีต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง

2. การประเมินผลด้านจำนวนยีสต์และรา

พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณโพแตสเซียมซอร์เบทในผลิตภัณฑ์ สามารถลดจำนวนยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งมาตรฐานของจำนวนยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ไม่มีเกณฑ์แน่นอน แต่เป็นดัชนีบอกถึงสุขลักษณะที่ดีในกระบวนการผลิต คือถ้ามีในปริมาณสูงโอกาสที่ผลิตภัณฑ์จะเกิดการเสื่อมเสียก็มีมากด้วย (Marriot, 1989)

3. การเปลี่ยนแปลงพีเอช

ตามตารางที่ 53 พบว่า ผลิตภัณฑ์โดยรวมมีพีเอชต่ำลง เนื่องจากในผลิตภัณฑ์อาจมีจุลินทรีย์ที่สามารถรอดจากการให้ความร้อนแบบพาสเจอไรส์ ได้แก่ สปอร์ของ *Clostridium* และ สปอร์ของ *Bacillus* ซึ่งสามารถผลิตกรดแลคติก และกรดบิวทิริก ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดสูงขึ้นเล็กน้อย (William และ Dennis, 1988) โดยเมื่อใช้ปริมาณโพแตสเซียมซอร์เบทในผลิตภัณฑ์สูงกว่าจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพีเอชน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่ใช้โพแตสเซียมซอร์เบทหรือใช้ในปริมาณน้อยกว่า ซึ่งพีเอชของผลิตภัณฑ์โดยรวม (5.74-5.88) ยังคงอยู่ในช่วงที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวหรือไม่เกิดการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากโพแตสเซียมซอร์เบทสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ดังกล่าว โดยจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ dehydrogenase ทำให้ลดการ

เจริญเติบโตของจุลินทรีย์ลง มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพีเอชของผลิตภัณฑ์ลดลงด้วย (William และ Dennis, 1988)

4. ปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เมื่อวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขวด พบว่า ปริมาตรก๊าซลดลงจาก 1.9-1.2 Vol.$CO_2$ เนื่องจากเครื่องปิดฝาจีบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ มีข้อจำกัดในการปิดผนึก ทำให้การปิดผนึกที่ได้หลวมเกินไป ส่งผลให้ปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รั่วไหลและลดลงจนถึงระดับหนึ่งที่ฝาจีบสามารถเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ได้ จึงทำให้ปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายได้ในผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกัน

5. การประเมินค่าสีของผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บ 16 วัน

จากการวัดค่าสีด้วยเครื่องChroma meter พบว่า ผลิตภัณฑ์กลิ่นส้มและกลิ่นสับปะรด มีค่าสีก่อนและหลังการเก็บ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยค่า a (ค่าสีแดง) และ ค่า b (ค่าสีเหลือง) ของผลิตภัณฑ์กลิ่นส้มมีค่าลดลง ส่วนค่า L (ค่าความสว่าง) มีค่าสูงขึ้น เนื่องจากเบตาแคโรทีนสามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนและมีแสงช่วยเร่งการเกิดปฏิกิริยา oxidation ซึ่งออกซิเจนจะจับกับคอนจูเกชั่น(conjugation)ของพันธะคู่ของ carotenoids เกิดเป็นส่วนประกอบสีน้ำตาลของไฮโดรเปอร์ออกไซด์(hydroperoxide) สารประกอบคาร์บอนิล สารประกอบmalodorous และสารที่ระเหยได้อื่นๆ ทำให้ความคงตัวของ carotenoids ลดลง ส่งผลให้สีส้มแดงลดลงด้วย (Chou and Bree, 1972) ,(Newsome, 1989)

ส่วนผลิตภัณฑ์กลิ่นสับปะรด จะมีค่า b (ค่าสีเหลือง) ลดลง ส่วนค่า L (ค่าความสว่าง) และค่า a (ค่าสีแดง) สูงขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์จะบรรจุในขวดแก้วใส ทำให้มีโอกาสที่แสงจะเปลี่ยนไรโบฟลาวินไปเป็นสารลูมิฟลาวินซึ่งมีผลให้สีเหลืองลดลงได้ (Charley, 1982)

6. การประเมินผลด้านประสาทสัมผัส

ด้านความคงตัว พบว่า ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เก็บเป็นเวลา 12 วัน ในทุกๆปริมาณโพแตสเซียมซอร์เบทที่ใช้ จะให้ค่าความคงตัวสูงสุด เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าว พีเอชของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย (จากตารางที่ 53) และอยู่ในช่วงที่อนุภาคเคซีนยังคงสามารถรักษาสมดุลเคซิเนท-ฟอสเฟทไว้ได้ จึงทำให้ไม่เกิดการแยกชั้นหรือตกตะกอนของผลิตภัณฑ์ (Dalgleish และ Law, 1988)

ด้านกลิ่นรส พบว่า ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ใช้โพแตสเซียมซอร์เบท จะเกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติเร็วกว่าตัวอย่างที่ใช้โพแตสเซียมซอร์เบท โดยตัวอย่างที่ไม่ใช้โพแตสเซียมซอร์เบท และใช้โพแตสเซียมซอร์เบท 1000 ppm.จะเกิดกลิ่นรสผิดปกติเมื่อมีอายุการเก็บมากกว่า 12 วัน ซึ่งกลิ่นรสที่

ผู้ทดสอบรับรสได้คือรสขม เนื่องจากจุลินทรีย์ที่สามารถรอดจากการให้ความร้อนแบบพาสเจอไรส์ได้แก่ สปอร์ของ *Clostridium* และสปอร์ของ *Bacillus* ซึ่งสามารถย่อยโปรตีนในนม เกิดเป็นเปปไทด์หลายชนิด มีผลทำให้เกิดกลิ่นรสขมในผลิตภัณฑ์ โดยการย่อยดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ดีเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (William และ Dennis, 1988)

จากการประเมินผลด้านประสาทสัมผัสพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บมากกว่า 12 วัน จะเกิดกลิ่นรสผิดปกติ จากการประเมินผลดังกล่าวสามารถนำมาใช้คัดเลือกปริมาณสารกันเสียที่ใช้ในผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาควบคู่กับผลทางจุลินทรีย์ พบว่า ปริมาณโพแตสเซียมซอร์เบท 1000 ppm. เพียงพอที่จะรักษาผลิตภัณฑ์ให้มีจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานจุลินทรีย์ตาม มอก.341-2534 และยังคงรักษาลักษณะปรากฏรวมทั้งกลิ่นรสที่ดีของผลิตภัณฑ์ไว้ด้วย แสดงดังรูปที่ 9

รูปที่ 9 เครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เสริมนมขาดมันเนย

6. <u>การศึกษาปริมาณสารอาหารในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เสริมนมขาดมันเนย เปรียบเทียบกับเครื่องดื่มอัดก๊าซโดยทั่วไป</u>

การคำนวณคุณค่าทางโภชนาการหรือสารอาหารจากผลิตภัณฑ์ที่ได้ พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เสริมนมขาดมันเนยให้พลังงานใกล้เคียงกับน้ำอัดลม แต่ได้คุณค่าทางโภชนาการมากกว่าน้ำอัดลมและได้โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ไทอะมีน ไรโบฟลาวิน และไนอะซีน จากนมขาดมัยเนยที่เสริมเข้าไป (Wilson Fisher และ Fagua, 1967) และได้สารอาหารเบตาแคโรทีน และ ไรโบฟลาวินจากการแต่งสีในผลิตภัณฑ์

จากการจำแนกเกณฑ์คุณค่าทางโภชนาการของสารอาหารแต่ละชนิด ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เสริมนมขาดมันเนย พบว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นแหล่งของสารอาหารที่ดีเลิศ (excellent) ของ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เบตาแคโรทีน ไรโบฟลาวิน ไนอะซีน โดยเกณฑ์ที่ดีเลิศ (excellent) หมายถึง ปริมาณสารอาหารที่ได้รับมากกว่า 10 % ของปริมาณสารอาหารที่ต้องการต่อวัน โดยจะต้องไม่เกิน 100 Kcal. ส่วนสารอาหารที่ได้รับและอยู่ในเกณฑ์พอใช้ (fair) ถึงเกณฑ์ดี (good) คือ โปรตีน ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวหมายถึง ปริมาณสารอาหารที่ได้รับมากกว่า 10 % ของปริมาณสารอาหารที่ต้องการต่อวัน โดยจะต้องไม่เกิน 1qt.(946 ml.) และ 200 Kcal.ตามลำดับ ส่วนสารอาหารที่จัดว่ามีน้อย (poor) คือ เหล็ก และไทอะมีน เกณฑ์ดังกล่าว หมายถึง ปริมาณสารอาหารที่ได้รับน้อยกว่า 10 % ของปริมาณสารอาหารที่ต้องการต่อวัน โดยจะต้องไม่เกิน 1qt.(946 ml.) (National Research Council, 1968) การจำแนกเกณฑ์เกณฑ์คุณค่าทางโภชนาการ ดังกล่าวจะใช้เกณฑ์ความต้องการสารอาหารต่อวันในเด็ก (อายุ 10-12 ปี) และผู้ใหญ่เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ (National Research Council, 1968)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย