บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีบางประการของนมผงขาดมันเนย (เอ็มจี) และน้ำผลไม้

นมผงที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นนมผงขาดมันเนยที่ได้รับจากบริษัท วิคกี้ คอนโซลิเดท จำกัด ตรา เอ็มจี ซึ่งบริษัทกำหนดให้ค่าความชื้นไม่เกิน 4.00% โปรตีน (N x 6.38) ไม่ต่ำกว่า 33.00% จากผลการวิเคราะห์นมผงขาดมันเนย (เอ็มจี) มีค่าความชื้น 2.50±0.71% ค่าโปรตีน (N x 6.38) คือ 33.56±0.00% ซึ่งอยู่ในช่วงที่ทางบริษัทกำหนด และเมื่อนำนมผงขาดมันเนยเอ็มจีมาละลายน้ำในอัตราส่วนนมต่อน้ำ 1 : 10 จะเทียบได้กับนมขาดมันเนยมาตรฐานที่แคลิฟอเนีย สหรัฐอเมริกา (ภาคผนวก ฉ) (Brohorและ Frank,1988)

น้ำผลไม้ที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำผลไม้แท้ 100% ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋องแล้ว ซึ่งในกระบวนการผลิต ผู้ผลิตจะนำเอาสารที่ทำให้เกิดความขุ่นออกรวมทั้งโปรตีนด้วย เช่นน้ำแอปเปิ้ลจะใช้เจลลาติน ในการตกตะกอนโปรตีนประจุบวกและ Centrifuge โปรตีนออกเพื่อป้องกันน้ำผลไม้ขุ่น (Vernam และ Shutherland , n.d.) มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้จากน้ำผลไม้ (ตารางที่ 7) วิเคราะห์โดย กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขปี พ.ศ 2535

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของการลดลงของปริมาณ แคลเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม ต่อฟอสฟอรัส ต่อค่าพีเอชในนมที่ลดลงด้วยวิธีเรซินแลกเปลี่ยนไอออนชนิดบวก (Dowex MSC-1)

Dowex MSC-1 เป็นเรซินแลกเปลี่ยนไอออนชนิดกรดแก่ (Strong acid macroporous cation exchange rasin) ประกอบด้วย Copolymer ของ Styrene และ Divinylbenzene เป็นแบบ Highly cross-linked matrix และ Macroporous structure ทนต่อแรงกายภาพและสารเคมี มี Counter ion เป็น H^+ จะมีหมู่ฟังก์ชั่นเป็น-SO_3^- สามารถ Regenerate ได้ 25 ครั้ง (บริษัทยูนิเทค ,n.d.) จากผลการทดลองในตารางที่ 8 พบว่า การกวนเรซินกับนมที่พีเอช 6.7-3.5 จะมีการลดลงของปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียม ของนม เป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าพีเอชที่ลดลง แต่ในช่วงพีเอช 3.5-2.6 ปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียม ในนมที่ลดลงจะค่อนข้างคงที่ในขณะที่พีเอชของนมยังคงลดลง ทั้งนี้เนื่องจากยังมีการแลกเปลี่ยนไอออนประเภท Mono-valent ion

ในนม เช่น Na^+ , K^+ เป็นต้น (บริษัทครีเอชั่นเซนเตอร์ , n.d.) ดังนั้นถ้าต้องการประมาณค่าปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม ควรใช้สมการในช่วงพีเอช 6.7-3.5 ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสจะค่อนข้างคงที่ เพราะฟอสฟอรัสมีประจุเป็นลบ จึงไม่มีการแลกเปลี่ยนไอออนกับเรซินชนิดบวก ซึ่งเมื่อนำค่าปริมาณการลดลงของปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และอัตราส่วนแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสที่เหลือในนมที่พีเอชต่าง ๆ มาหาความสัมพันธ์พบว่า มีความสัมพันธ์ในลักษณะเป็นเส้นตรงมีค่า R^2 = 0.94 , 0.84 และ 0.96 ตามลำดับ ซึ่ง R^2 ยิ่งเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีแนวโน้มความเป็นเส้นตรงมาก ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถนำมาพิจารณา ปริมาณ ของแคลเซียม แมกนีเซียมที่ลดลงในนมขาดมันเนยเอ็มจี เมื่อค่าพีเอชมีการลดลง โดยเรซินแลกเปลี่ยนไอออน MSC-1 ได้ ในการประมาณค่าปริมาณแคลเซียมในนมนั้น การใช้สมการแสดงความสัมพันธ์อัตราส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัส ต่อการลดลงของค่าพีเอชนมน่าจะมีความถูกต้องมากกว่าการใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ของแคลเซียมต่อการลดลงของค่าพีเอชนมเพียงอย่างเดียว เพราะโปรตีนนมโดยเฉพาะเคซีนแคลเซียมและฟอสฟอรัสจะอยู่รวมกันในรูป “แคลเซียมเคซีเนท ฟอสเฟต” ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน (ทองยศ อเนกะเวียง,2524)

<u>ศึกษาผลของการลดลงของปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และพีเอช ต่อลักษณะทางกายภาพ ของ นมขาดมันเนย (เอ็มจี)</u>

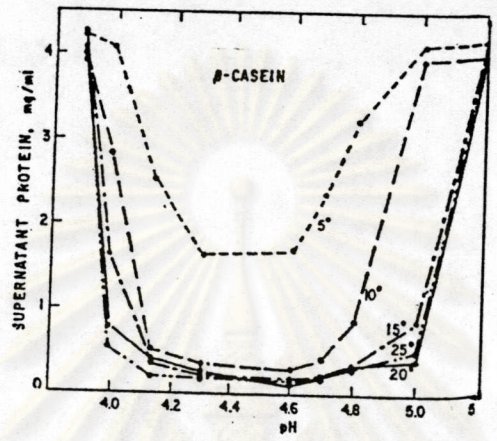
<u>ผลทางด้านความหนืด</u> เมื่อกวนนมขาดมันเนย (เอ็มจี) กับเรซิน (MSC-1) ในช่วงการลดลงของพีเอชจาก 6.7-5.0 ปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียมในนมจะมีการลดลงแต่ค่าความหนืดของนมไม่มีการเปลี่ยนแปลง ($P > 0.05$) เพราะเป็นช่วงพีเอชที่อยู่เหนือ Isoeletric point ของโปรตีนนม และที่พีเอช 4.8 นมจะมีค่าความหนืดสูงขึ้น เนื่องจากเกิดการรวมตัวกันของโปรตีน (ทองยศ อเนกะเวียง, 2524) ซึ่งสันนิษฐานว่า เมื่อมีการดึงเอาแคลเซียมและแมกนีเซียม ออกจากนมมีผลต่อค่าประจุโดยรวมของโปรตีนนม ทำให้มีประจุบวกลดลง และมีการแยกตัวของ β และ κ-เคซีนออกจากเคซีนไมเซล เนื่องจากพันธะแคลเซียมฟอสเฟต ในไมเซลนมถูกทำลาย (Goff และ Hill, 1992) ซึ่งเป็นผลมาจากเรซิน MSC-1 มีการดึงแคลเซียมออกจากนม ซึ่งแคลเซียมเป็นส่วนหนึ่งของแรง Electrostastic interaction ที่ยึดกันภายในเคซีนไมเซลมีผลต่อความคงตัวของโครงสร้างในเคซีนไมเซล (Kinsella, 1984) ทำให้ส่วนของ α_s และ β-เคซีนมีโอกาสทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไอออนที่เหลืออยู่และตกตะกอนก่อนถึงพีเอช 4.6 ได้ แต่การเปลี่ยนแปลงของ Isoelectric point อยู่ในช่วงพีเอช 4.8-4.6 ซึ่งก็ยังเป็นช่วง Isoelectric point โปรตีนเคซีนในนม และที่พีเอช 4.6-4.0 นมจะมีค่าความหนืดลดลงกว่าที่พีเอช 4.8 เพราะขณะกวนเรซิน Curd ของนมจะมีขนาดเล็กลง และที่พีเอช 3.6-2.8 นมจะเริ่มมีค่าความหนืดเพิ่มสูงขึ้น และมีลักษณะใสเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น การที่นมมีค่าความหนืดสูงขึ้นมากนี้สันนิษฐานว่า โปรตีนเคซีนในนมจะมีการรวมตัวกับน้ำตาลในนม เช่น glucose, lactose ที่พีเอช 3.6-2.8 และจะมีการจับกันกับ Amino group ของ lysine ของโปรตีนเคซีนนมด้วยพันธะโควา

เล้นท์ ทำให้นมมีค่าความหนืดเพิ่มสูงขึ้น 4-28 เท่า (Modler, 1985) ปรากฏการณ์ที่นมมีค่าความหนืดเพิ่มสูงขึ้นนี้ สันนิษฐานว่า ไม่น่าเกี่ยวข้องกับ เวย์โปรตีน เพราะจากการทดลองของ Tang, Munro และ Mc Cathy (1993) พบว่าค่าความหนืดของเวย์โปรตีนจะเริ่มสูงขึ้น ที่พีเอชมากกว่า 8 และพีเอชต่ำกว่า 2 ที่ 22°เซลเซียส ที่พีเอช 2.7-2.6 ค่าความหนืดนมที่กวนกับเรซิน MSC-1 มีแนวโน้มลดลงกว่าพีเอช 2.8 ($P \leq 0.05$) สันนิษฐานว่าที่พีเอชต่ำกว่า 2.8 จะมีความเข้มข้นของ H^+ ในสารละลายมากขึ้นมีผลทำให้เกิดแรงผลักกันขึ้นใน Side chain ของกรดอะมิโนในนมมีผลทำให้นมมีความหนืดลดลง (Goff และ Hill, 1992) การศึกษาค่าความหนืดนมที่กวนกับเรซิน MSC-1 นี้ก็เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ออกแบบการผลิตน้ำผลไม้ผสมนมโดยใช้คอลัมน์ในระบบอุตสาหกรรมได้เพราะนมมีค่าความหนืดสูงขึ้นในช่วงพีเอช 3.5-2.8 จะมีผลต่อค่าความดันที่สูงขึ้นในคอลัมน์ได้

เมื่อพิจารณาผลของค่าความหนืดนมที่มีการลดพีเอชด้วยกรดไฮโดรคลอริก 3 โมลาร์ พบว่า ที่พีเอช 6.7-5.0 นมมีค่าความหนืดไม่แตกต่างกับนมปกติที่พีเอช 6.7 ($p > 0.05$) และที่พีเอช 4.6 นมจะมีค่าความหนืดสูงสุด เนื่องจากเป็น Isoelectric point ของโปรตีนนมซึ่งเคซีนจะมีการรวมตัวกันและแยกตัวกับเวย์โปรตีนและที่พีเอช 4.5-2.6 ค่าความหนืดมีแนวโน้มลดลงไม่คงที่ เนื่องจาก αs เคซีนซึ่งเป็นโปรตีนนมที่มีปริมาณมากที่สุด ไม่มีการคืนตัวจากการเสียสมบัติทางธรรมชาติที่พีเอช 4.6 (Bingham, 1971) เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างค่าความหนืดของนมที่มีพีเอชลดลง เมื่อกวนกับเรซิน MSC-1 กับนมที่มีการลดลงของพีเอช ด้วยการปรับด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3 โมลาร์ พบว่าในช่วงพีเอช 6.7-4.6 นมยังคงมีการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดขึ้นกับ Isoelectric point ของโปรตีนนม แต่ที่พีเอชต่ำกว่า Isoelectric point ลงไปค่าความหนืดของนมที่ผ่านเรซิน MSC-1 จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดต่างจากนมที่มีการลดลงของพีเอชด้วยการเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3 โมลาร์ ดังกราฟรูปที่ 8

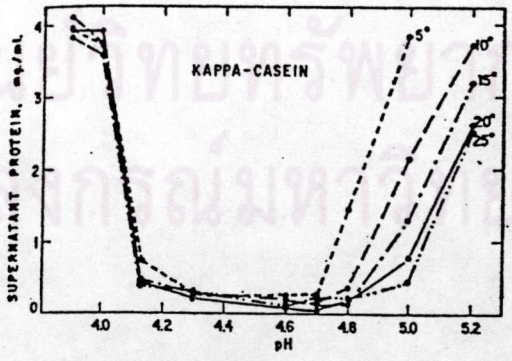
<u>ผลทางด้านค่าความคงตัว</u> พบว่านมที่กวนกับเรซิน MSC-1 ที่พีเอช 6.7-5.2 จะมีค่าความคงตัวที่ 1.0 หรือ 100% ($p > 0.05$) และที่พีเอช 5.1-3.6 ค่าความคงตัวของนมจะลดลงและต่ำสุดที่พีเอช 4.6 เนื่องจากโปรตีนเคซีนเสียสมบัติทางธรรมชาติ และรวมตัวกัน นอกจากนี้มีการแยกตัวออกมาจากเวย์โปรตีน แต่ที่พีเอช 3.5-2.6 นมจะเริ่มมีค่าความคงตัวเพิ่มสูงขึ้นจนถึง 1.0 ที่พีเอช 2.8 และที่พีเอชต่ำกว่า 2.8 นมยังคงมีค่าความคงตัวที่ 1.0 ซึ่งนมที่พีเอชต่ำกว่า 2.8 ค่าความคงตัวนมไม่แปรผันตามค่าความหนืด โดยในช่วงพีเอชนี้ ค่าความหนืดจะลดลง ในขณะที่นมที่มีการปรับพีเอชด้วยการเติมกรดไฮโดรคลอริก 3 โมลาร์ จะพบว่าในช่วงพีเอช 6.7-5.2 นมมีค่าความคงตัวที่ 1.0 ($p > 0.05$) ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับนมที่กวนกับเรซิน MSC-1 ที่พีเอชเดียวกัน และที่พีเอช 5.0-3.5 ค่าความคงตัวจะลดลงเป็น 0.19 ($p > 0.05$) และที่พีเอช 3.2-2.6 ค่าความคงตัวของนมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเพิ่มสูงสุด คือ 0.48 ที่พีเอช 3.0 การที่ค่าความคงตัวของนมที่พีเอช 3.2-2.6 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สามารถอธิบายได้จากผลการทดลองของ

Bingham (1971) ซึ่งแยกโปรตีนนมออกมาในรูป β , κ , α_s-เคซีน แล้วนำมาปรับพีเอชให้สูงขึ้นด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ จากนั้นลดพีเอชด้วย Acetate buffer พีเอช 3.9-5.2 พบว่าเคซีนจะมีค่าความคงตัวลดลงที่พีเอช 5.0-4.0 ที่พีเอชต่ำกว่า 4.0 นมจะมีค่าความคงตัวเท่ากับนมที่พีเอชมากกว่า 5.2 และที่อุณหภูมิต่ำจะมีค่าความคงตัวเพิ่มขึ้นในทุกช่วงพีเอชของนม ดังกราฟรูปที่ 12



รูปที่ 12 ความสามารถในการละลายของ β-เคซีนที่พีเอชและอุณหภูมิต่าง ๆ (Bingham,1971)

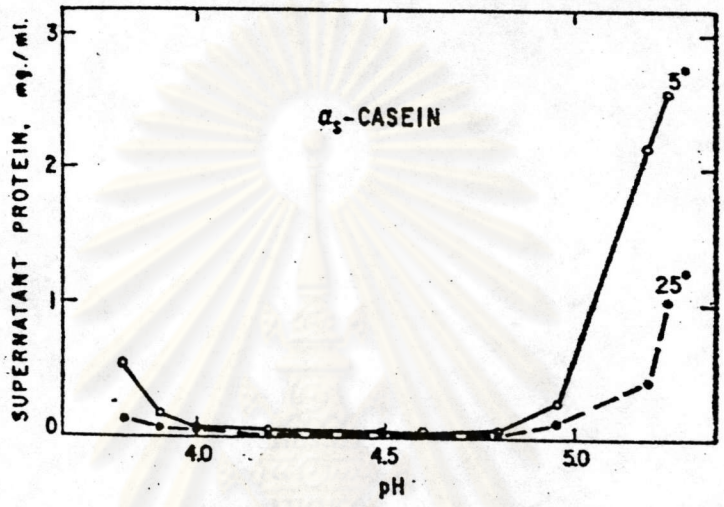
สำหรับ κ-เคซีนพบว่าที่อุณหภูมิต่ำ คือ 5^0เซลเซียส ค่าความคงตัวจะเริ่มลดต่ำลงที่พีเอชต่ำกว่า 5.0 แต่หากอุณหภูมิสูงขึ้น κ-เคซีนจะมีค่าความคงตัวเริ่มลดลงที่พีเอชสูงกว่า 5.0 แสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 13 ความสามารถในการละลายของ κ-เคซีนที่พีเอชและอุณหภูมิต่าง ๆ (Bingham,1971)

จากรูปที่ 12 และ 13 สรุปได้ว่า β และ κ - เคซีน สามารถละลายน้ำได้ทั้งหมดที่พีเอชต่ำกว่า 4.0 ที่อุณหภูมิ 5 - 25 ^{0}เซลเซียส

ในส่วนของ α_s-เคซีน พบว่าที่อุณหภูมิ 5 ^{0}เซลเซียส และ 25 ^{0}เซลเซียส ค่าความคงตัวจะลดลง ที่พีเอชต่ำกว่า 4.9 จะมีปริมาณโปรตีนในส่วน Suppernatant น้อยกว่าา 1% ในขณะที่นมปกติที่พีเอช 6.7 มีโปรตีนในส่วน suppernatant 3.0-3.4% แสดงดังกราฟรูป 14



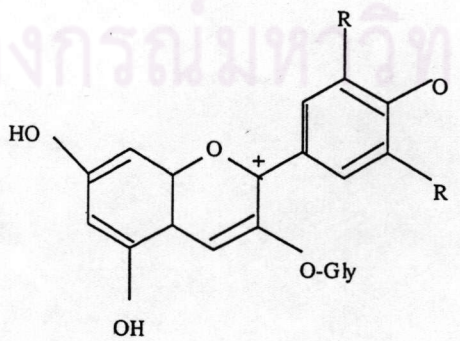
รูปที่ 14 ความสามารถในการละลายของ α_s-เคซีนที่พีเอช และอุณหภูมิต่าง ๆ (Bingham,1971)

ผลจากรูปที่ 12 และ 13 แสดงว่าที่พีเอชต่ำกว่า 4.0 นมที่มีการปรับพีเอชเป็น 3.5 - 2.6 ด้วยกรดไฮโดรคลอริก 3 โมลาร์ พบว่ามีความคงตัวจะดีขึ้น คือมีค่าความคงตัวสูงสุดที่ 0.48 สันนิษฐานว่ามาจากการละลายของ κ และ β-เคซีนในนม (Bingham, 1971) ในขณะที่นมที่กวนกับเรซิน MSC-1 ที่พีเอช 6.7-3.6 มีลักษณะคล้ายนมที่ลดพีเอชด้วยกรดไฮโดรคลอริก 3 โมลาร์ แต่ที่พีเอช 3.6 ลงไปถึง 2.6 ค่าความคงตัวจะเพิ่มสูงขึ้นและเท่ากับ 1.0 ที่พีเอช 2.8 ลงไป แสดงว่าผลของการลดปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียม ร่วมกับพีเอชมีผลต่อการละลาย α_s-เคซีน ที่พีเอชต่ำกว่า 4.0 ได้

ผลทางด้านสี พบว่านมที่มีการกวนกับเรซิน MSC-1 ที่พีเอช 6.7-3.6 ค่าสี (L, a, b) ไม่มีความแตกต่างจากนมปกติที่พีเอช 6.7 ($p > 0.05$) ที่พีเอช 3.2 - 2.6 พบว่าค่า L ของนมมีแนวโน้มลดลง และค่าสี (-a, b) มีแนวโน้มเปลี่ยนไปทางสีเขียวเพิ่มมากขึ้น และมีค่าสีเหลืองของนมลดลงจากนมปกติที่พีเอช 6.7 ($p \leq 0.05$) ค่าสีเขียวของนมที่เพิ่มขึ้น สันนิษฐานว่าน่าจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของโปรตีนในนมของเคซีนร่วมกับเวย์โปรตีนที่มีผลต่อการหักเหของแสง ทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีและลักษณะปรากฏที่เกิดขึ้น จึงต้องมีการศึกษาต่อไปเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโมเลกุลของโปรตีนนม สำหรับนมที่มีการลดพีเอชด้วย

วิธีเติมกรดไฮโดรคลอริก 3 โมลาร์ พบว่าที่พีเอช 6.7-3.6 ค่า L ไม่แตกต่างกับนมปกติที่พีเอช 6.7 ($p > 0.05$) ค่า L ของนมที่พีเอช 3.6-2.6 มีแนวโน้มลดลงจากนมที่พีเอช 6.7 อาจเป็นเพราะปริมาณกรดที่เติมมากเพียงพอที่จะไปเจือจางโปรตีนนมในช่วงพีเอชดังกล่าวได้ ค่า -a (สีเขียว) ของนมที่พีเอช 6.7-2.6 มีแนวโน้มไม่มีความแตกต่างจากนมปกติที่พีเอช 6.7 ($p > 0.05$) สำหรับค่า b ที่พีเอช 6.7-4.6 ค่าสีเหลืองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากโปรตีนเคซีนนม มีการรวมตัวกันทำให้มีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น และคงที่ที่พีเอช 4.4-3.6 ที่พีเอชต่ำกว่า 3.6 ลงไป ค่าสีเหลืองมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากมีการละลายของ β และ κ เคซีน (Bingham, 1971)

จากผลการทดลองเรื่องความคงตัวของนมที่กวนกับเรซิน MSC-1 ที่พีเอช 2.9-3.0 มีค่าความคงตัว ใกล้เคียงกับนมปกติที่พีเอช 6.7 เมื่อนำมาผสมกับน้ำผลไม้ที่พีเอชต่ำจะมีค่าความคงตัวดี แต่มีปัญหาเรื่องสีที่เปลี่ยน และรสเปรี้ยวฝาดที่เกิดขึ้นกับนม จึงทดลองปรับพีเอชของนมให้เพิ่มขึ้น เพื่อลดความเปรี้ยวฝาดที่เกิดขึ้นกับนมก่อนที่จะนำไปผสมกับน้ำผลไม้ โดยเลือกใช้ฟอสเฟตในการปรับพีเอช เพราะเป็นสารที่ใช้ในนมและผลิตภัณฑ์นม มักใช้เป็น Texturizer, Alkalizer และ Nutritional mineral supplement เป็นต้น ซึ่งบริษัท FMC (1990) แนะนำให้ใช้ Monosodium phosphate, Disodium phosphate และ Trisodium phosphate ในนมและผลิตภัณฑ์นม และ Molin (1991) แนะนำให้ใช้ Tetrasodium pyrophosphate ($Na_4P_2O_7$) ในนมและผลิตภัณฑ์นม จากการทดลองนี้พบว่า $Na_4P_2O_7.10H_2O$ 7% w/v เป็น Alkalizer ปรับพีเอชนมที่พีเอช 2.9-3.0 ให้มีลักษณะทางกายภาพเหมือนนมปกติมากที่สุด แต่ด้านความคงตัวยังน้อย เนื่องจากนมยังมีลักษณะเป็น Minimize curd แต่เมื่อนำไปผสมกับน้ำผลไม้ และนำไป Homoginization แล้วให้ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมนมที่ได้มีค่าความคงตัวดีขึ้น การนำแคลเซียมและแมกนีเซียมออกจากนม มีผลทำให้เกิดการแยกตัวของ β และ κ-เคซีน ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นการที่จะนำน้ำผลไม้มาผสมกับนม จะต้องมีการนำ Divalent ion ออกไปบ้าง เพื่อลดการแยกตัวของโปรตีนนม แต่จะมีการสูญเสีย Anthocyanin จากน้ำ-องุ่นแดงบ้างเล็กน้อย เพราะที่พีเอชต่ำกว่า 4 Anthocyanin จะอยู่ในรูปที่มีประจุเป็นบวก และจะถูกจับด้วยเรซิน MSC-1 ได้ แสดงดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 โครงสร้างของ Anthocyanin ที่พีเอชต่ำกว่า 4.0ให้สี red flavylium salts (Engel , 1979)

ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมนม ทำการทดลองใช้ 9 Points Hedonic Scale ก่อน ตามด้วย Just About Right เพราะถ้าผู้ทดสอบจะต้องตอบ Just About Right ก่อน จะทำให้ผู้ทดสอบใช้เวลาในการพิจารณา ผลิตภัณฑ์นานกว่าปกติและอาจทำให้คะแนนความชอบบน 9 Points Hedonic Scale ผิดจากความเป็นจริง ในการทดสอบได้ใช้ผู้ทดสอบ 25-50 คนสำหรับกลุ่มคนในหน่วยงาน (Stone และ Sidel, 1985)

<u>ผลทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมนมที่ผลิตได้</u>

ในด้านลักษณะปรากฏพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำสับปะรดผสมนม และน้ำแอปเปิ้ลผสมนมทั้งอัตราส่วน 1 : 1 และ 2 : 1 และน้ำองุ่นขาวผสมนมในอัตราส่วน 1 : 1 ที่ระดับคะแนน 5.98 ($p > 0.05$) ถ้าต้องการให้มีคะแนนทางด้านลักษณะปรากฏเพิ่มขึ้น ควรมีการปรับสี หรือเลือกชนิดน้ำผลไม้ที่ให้ลักษณะปรากฏที่ดี เช่นสีของน้ำองุ่นแดง เมื่อนำมาผสมกับนม จะทำให้ผู้ทดสอบยอมรับในเกณฑ์ต่ำ คือ มีคะแนนในช่วง 5.20 ที่ค่าความพอดีของสีที่ 3.10 แสดงว่าสีของน้ำองุ่นแดงมีผลต่อลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์มาก ดังนั้นชนิดของน้ำองุ่นแดง อาจไม่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมนมก็ได้ และทางด้านการยอมรับรวม น้ำแอปเปิ้ลผสมนม และน้ำองุ่นขาวผสมนมทั้งอัตราส่วน 1 : 1 และ 2 : 1 และน้ำสับปะรดผสมนมในอัตราส่วน 2 : 1 จะได้ ค่าคะแนนการยอมรับที่ 6.20 ($p > 0.05$) ถ้าจะให้คะแนนการยอมรับมากขึ้นต้องนำผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมที่ผลิตได้ไปพัฒนาสูตรอีก โดยพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับรวม เช่น กลิ่น ความหวานความหนืด และความเปรี้ยว พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำองุ่นขาวผสมนม จะให้กลิ่นที่อ่อนเกินไป ดังนั้นถ้าจะให้คะแนนการยอมรับรวมเพิ่มขึ้น ควรมีการพัฒนาโดยการเติมกลิ่น ส่วนค่าความหนืด และความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์น้ำองุ่นขาวผสมนม มีความพอดีแล้ว ผลิตภัณฑ์น้ำองุ่นแดงผสมนม การพัฒนาต่อไปทำได้ค่อนข้างยาก เพราะมีความพอดีในทุกด้าน แต่คะแนนการยอมรับรวมต่ำ แสดงว่าไม่มีความเหมาะสมที่จะพัฒนาต่อไป ผลิตภัณฑ์น้ำแอปเปิ้ลผสมนมในอัตราส่วน 1 : 1 มีค่าความพอดีด้านความหวานในลักษณะที่หวานน้อยไป ควรมีการเพิ่มน้ำตาลให้มากขึ้น และในอัตราส่วน 2 : 1 มีค่าความพอดีด้านความหวานในลักษณะที่หวานมากไป ควรมีการลดน้ำตาลลงมา เพื่อให้การยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น สำหรับค่าความเปรี้ยวน้ำแอปเปิ้ลผสมนมในอัตราส่วน 2 : 1 จะมีความเปรี้ยวที่มากเกินไป ดังนั้นอาจมีการพัฒนาสูตรโดยลดอัตราส่วนของน้ำแอปเปิ้ลต่อนม เช่น 1.5 : 1 ก็อาจทำให้การยอมรับรวมของน้ำแอปเปิ้ลผสมนมเพิ่มขึ้นได้ สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำสับปะรดผสมนม พบว่าเกิดการแยกชั้นขึ้น ทั้งนี้อาจเกิดจาก Plup ของน้ำสับปะรดเป็นตัว Seeding ทำให้ Minimized curd รวมตัวกันเกิดตะกอนได้ และมีปัญหาเรื่องกลิ่นที่ค่อนข้างแรง และความเปรี้ยวที่มากไป ดังนั้นถ้าจะทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสับปะรดผสมนม ต้องมีการกรองเอา Pulp ของน้ำสับปะรดออกให้หมดก่อน และมีการปรับพีเอชของน้ำสับปะรดเริ่มต้นให้สูงกว่า 3.0 อาจช่วยเพิ่มคะแนนการยอมรับรวมได้ สำหรับน้ำสับปะรดผสมนมนั้น น่าจะเป็นน้ำผลไม้ที่จะนำมาพัฒนา เพราะวัตถุดิบคือน้ำสับปะรดนั้นมี

ราคาถูก และมีตลอดทั้งปี และเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับน้ำสับปะรด ซึ่งจะได้ทั้งคุณค่าทางโปรตีน และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์

<u>ผลของปัจจัยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของน้ำผลไม้ผสมนม</u>

เมื่อพิจารณาพีเอช พบว่าชนิดของน้ำผลไม้แต่ละชนิดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอช ^{o}บริกซ์ ค่าสี ค่าความหนืด และปริมาณจุลินทรีย์ ชนิดของน้ำผลไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอชของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

อัตราส่วนของน้ำผลไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอชของน้ำผลไม้ผสมนม โดยที่การเพิ่มอัตราส่วนของน้ำผลไม้มีผลต่อการลดลงของพีเอช ($p \leq 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของน้ำผลไม้และอัตราส่วนของน้ำผลไม้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำผลไม้ผสมนม ($p > 0.05$)

เวลาการเก็บมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดน้ำผลไม้และเวลา จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างอัตราส่วนของน้ำผลไม้และเวลา จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

อิทธิพลร่วม ระหว่างชนิดน้ำผลไม้ อัตราส่วนของน้ำผลไม้ และเวลามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอชของ น้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$) โดยในช่วงเวลาการเก็บ 1 สัปดาห์ มีน้ำแอปเปิ้ลผสมนมอัตราส่วน 1 : 1 เพียงชนิดเดียวที่มีการลดลงของพีเอช ($p \leq 0.05$) และเมื่อเก็บในช่วงเวลา 2 สัปดาห์ น้ำแอปเปิ้ลผสมนม และน้ำองุ่นขาว ผสมนมในอัตราส่วน 2:1 ที่ยังคงมีค่าพีเอชไม่เปลี่ยนแปลงจากก่อนเก็บ ($p > 0.05$) ซึ่งน้ำผลไม้ผสมนมชนิดอื่น จะมีการเปลี่ยนแปลงโดยพีเอชลดลง ($p \leq 0.05$) แต่น้ำสับปะรดผสมนมมีการเปลี่ยนแปลงโดยพีเอชจะเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) การลดลงของค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์อาจเกิดจากแบคทีเรียที่เพิ่มจำนวนขึ้น และมีการผลิตกรดขึ้นในผลิตภัณฑ์

เมื่อพิจารณา Total Soluble Solid พบว่าชนิดของน้ำผลไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง TSS ของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

อัตราส่วนของน้ำผลไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง TSS ของน้ำผลไม้ผสมนม โดยการเพิ่มอัตราส่วนของน้ำผลไม้จะมีผลต่อการเพิ่ม TSS ($p \leq 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของน้ำผลไม้และอัตราส่วนจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง TSS ของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$) เวลาการเก็บมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง TSS ของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของน้ำผลไม้กับเวลาจะมีผลต่อความเปลี่ยนแปลง TSS ของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$) เวลาการเก็บมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง TSS ของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างอัตราส่วนของน้ำผลไม้กับเวลาจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง TSS ของน้ำผลไม้ผสมนม ($p > 0.05$)

อิทธิพลร่วมทั้งชนิดและอัตราส่วนของน้ำผลไม้และเวลามีผลต่อการเปลี่ยนแปลง TSS ของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

ในเวลาการเก็บ 1 สัปดาห์ น้ำผลไม้ผสมนมทุกชนิดและทุกอัตราส่วนไม่มีการเปลี่ยนแปลง TSS ($p > 0.05$) ยกเว้นน้ำแอปเปิ้ลผสมนมในอัตราส่วน 1:1 จะมีการเพิ่มของ TSS ($P \leq 0.05$) ในเวลา 2 สัปดาห์ ($p > 0.05$) น้ำผลไม้ผสมนมทุกชนิดและทุกอัตราส่วนมีการเพิ่ม TSS ($p \leq 0.05$) ยกเว้นน้ำแอปเปิ้ลผสมนมในอัตราส่วน 2:1 และน้ำสับปะรดผสมนมในอัตราส่วน 1:1 ที่มีค่า TSS ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ($p > 0.05$)

พิจารณาค่าสี L, a, b พบว่าชนิดของน้ำผลไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L, a, b) ของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

อัตราส่วนของน้ำผลไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L, a) ของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$) โดยการเพิ่มอัตราส่วนของน้ำผลไม้จะเป็นการลดค่า L ($p \leq 0.05$) แต่เป็นการเพิ่มค่า a ($p \leq 0.05$) ยกเว้นน้ำสับปะรดผสมนม ค่า a จะลดลง ($p \leq 0.05$) สำหรับค่า b อัตราส่วนจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า b ($p > 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของน้ำผลไม้ และอัตราส่วนของน้ำผลไม้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L, a, b) ($p \leq 0.05$)

เวลาการเก็บไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี a ($p > 0.05$) ในขณะที่เวลามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี L, b ($p \leq 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของน้ำผลไม้กับเวลาจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L, a, b) ของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างอัตราส่วนน้ำผลไม้กับเวลา จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี a, b ($p > 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดอัตราส่วน น้ำผลไม้และเวลา จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L, a, b) ของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

ในเวลา 1 สัปดาห์ น้ำผลไม้ผสมนมทุกชนิดและทุกอัตราส่วนจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L, a, b) ($p > 0.05$) ยกเว้นน้ำองุ่นขาวผสมนม อัตราส่วน 2:1 จะมีค่า -a (สีเขียว) เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) และค่า b ของน้ำองุ่นแดงผสมนมในอัตราส่วน 2:1 จะมีค่าลดลงในระยะเวลา 2 สัปดาห์ น้ำผลไม้ผสมนมทุกชนิด และทุกอัตราส่วนจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L, a, b) ($p > 0.05$) ยกเว้นน้ำองุ่นขาวผสมนมอัตราส่วน 1:1 จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L, a, b) โดย

ค่าสี L, a เพิ่มขึ้น ส่วน b ลดลง ($p \leq 0.05$) และน้ำองุ่นขาวผสมนม และน้ำองุ่นแดงในอัตราส่วน 2:1 จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าสี b ลดลง ($p \leq 0.05$)

การที่ค่าสี a ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเพราะสีแดงเป็นสีของ pigment พวก Anthocyanin เป็นต้น ซึ่งจะเสถียรมากที่พีเอชต่ำกว่า 4.0 (Engel, 1979)

เมื่อพิจารณาค่าความหนืด พบว่าชนิดของน้ำผลไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

อัตราส่วนของน้ำผลไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$) โดยการเพิ่มอัตราส่วนของน้ำผลไม้จะมีผลทำให้ค่าความหนืดน้ำผลไม้ผสมนมมีค่าลดลง ($p \leq 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของน้ำผลไม้และอัตราส่วนของน้ำผลไม้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ค่าความหนืดของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

เวลาการเก็บไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดของน้ำผลไม้ผสมนม ($p > 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของน้ำผลไม้กับเวลาจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด ($p \leq 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างอัตราส่วนของน้ำผลไม้กับเวลาจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด ($p > 0.05$) อิทธิพลร่วมทั้งชนิด อัตราส่วนน้ำผลไม้และเวลา จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด ($p \leq 0.05$) ในระยะเวลาการเก็บ 1 สัปดาห์ น้ำผลไม้ผสมนมทุกชนิดและทุกอัตราส่วนไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด ($p > 0.05$) ยกเว้นน้ำองุ่นขาวผสมนม และน้ำแอปเปิ้ลผสมนม ในอัตราส่วน 1:1 จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) ในระยะเวลาการเก็บ 2 สัปดาห์ น้ำสับปะรดผสมนม ในอัตราส่วน 1:1 และ 2:1 และน้ำองุ่นขาวผสมนม และน้ำแอปเปิ้ลผสมนมในอัตราส่วน 1:1 จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) สำหรับการเปลี่ยนแปลงในช่วงสัปดาห์ที่ 1 และ 2 พบว่าน้ำผลไม้ผสมนมในอัตราส่วน 1:1 จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) ในขณะที่น้ำผลไม้ผสมนมในอัตราส่วน 2:1 จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด ($p > 0.05$) ยกเว้นน้ำองุ่นแดงอัตราส่วน 2:1 จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดสูงขึ้นจากสัปดาห์ที่ 1 ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่าชนิดของน้ำผลไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประมาณจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

อัตราส่วนของน้ำผลไม้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประมาณจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของน้ำผลไม้และอัตราส่วนของน้ำผลไม้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ของน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

เวลาการเก็บมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดน้ำผลไม้และเวลาจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ ในน้ำผลไม้ผสมนม ($p \leq 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างอัตราส่วนน้ำผลไม้และเวลาจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้ผสมนม ($p > 0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและอัตราส่วนของน้ำผลไม้และเวลา ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้ผสมนม ($p > 0.05$)

ในช่วงเวลาการเก็บ 1 สัปดาห์ และ 2 สัปดาห์ น้ำองุ่นขาวผสมนม อัตราส่วน 1:1 และ 2:1 และน้ำสับปะรดผสมนมในอัตราส่วน 1:1 จะมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่ม ขึ้น ($p \leq 0.05$) อาจเป็นเพราะจุลินทรีย์จากนมผงเริ่มต้นมีการเจริญขึ้น ร่วมกับการปนเปื้อนระหว่างการผลิต แต่ปริมาณที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวก็ไม่มากกว่า 10,000 CFU/ml ซึ่งเป็นมาตรฐานของน้ำนม pasteurized ทั่วไป (มอก, 2530)

<u>ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมนมเป็นเวลา 2 สัปดาห์</u>

น้ำผลไม้ผสมนมที่นำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสจะมีการตรวจความคงตัวก่อน โดยน้ำองุ่นขาวผสมนมในอัตราส่วน 1:1 และ 2:1 ลักษณะปรากฏไม่แตกต่างจากเดิมที่เคยทดสอบก่อนเก็บ 2 สัปดาห์ น้ำแอปเปิ้ลผสมนมในอัตราส่วน 1:1 มีค่าคะแนนด้านลักษณะปรากฏลดลง แต่อัตราส่วน 2:1 มีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏไม่ลดลง น้ำองุ่นแดงผสมนมในอัตราส่วน 2:1 มีคะแนนด้านลักษณะปรากฏที่ระดับคะแนน 5.88 จากคะแนนแสดงว่าเมื่อเวลาเก็บน้ำผลไม้ผสมนม 2 สัปดาห์ ทางด้านลักษณะปรากฏผู้บริโภคยังให้การยอมรับ ส่วนทางด้านสีนั้นทุกน้ำผลไม้มีค่าความพอดีของสีดีแล้ว

ผลการทดสอบการยอมรับรวมพบว่า ผู้บริโภคยังให้การยอมรับน้ำผลไม้ผสมนม ไม่แตกต่างกัน ในระดับคะแนนที่ 5.85 ($p > 0.05$) ยกเว้นน้ำแอปเปิ้ลผสมนมในอัตราส่วน 1:1 ซึ่งผู้บริโภคไม่ยอมรับที่ระดับคะแนน 4.35 แตกต่างจากก่อนเก็บ 2 สัปดาห์ ที่ให้การยอมรับที่ระดับคะแนน 5.92 เมื่อพิจารณาผลทางด้านกลิ่นพบว่า น้ำองุ่นขาวผสมนมทั้ง 2 อัตราส่วน มีกลิ่นที่อ่อนเกินไปมีผลคล้ายกับก่อนเก็บ 2 สัปดาห์ ในขณะที่น้ำแอปเปิ้ลผสมนมอัตราส่วน 1:1 และ 2:1 และน้ำองุ่นแดงผสมนมอัตราส่วน 2:1 มีกลิ่นที่แรงกว่าตอนแรกเริ่มเมื่อผลิต และเมื่อพิจารณาทางด้านความหนืดพบว่าน้ำผลไม้ผสมนมทั้งหมดมีความหนืดน้อยไป และด้านความเปรี้ยวผลิตภัณฑ์น้ำองุ่นขาวผสมนมมีค่าความเปรี้ยวเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเก็บ 2 สัปดาห์ โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บ 2 สัปดาห์ทุกตัวมีความเปรี้ยวในระดับคะแนน 3.11 ($P > 0.05$) ในทุกผลิตภัณฑ์ ซึ่งสันนิษฐานว่าน่าจะเกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ในกรด เพราะจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) และผลิตภัณฑ์ที่เก็บ 2 สัปดาห์ ไม่มีการผลิตก๊าซ และแอลกอฮอล์ เนื่องจากไม่มีกลิ่นหมักจึงไม่น่าจะเกิดจากสาเหตุเชื้อยีสต์