

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลของการระเหยน้ำต่อคุณลักษณะของนมถั่วเหลือง

ลักษณะเนื้อสัมผัสหรือความรู้สึกในปากของนมถั่วเหลือง ขึ้นกับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในนมถั่วเหลือง การเพิ่มปริมาณของแข็งในนมถั่วเหลือง อาจทำได้โดยการเพิ่มอัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำที่ใช้ อย่างไรก็ตามการเพิ่มอัตราส่วนของถั่วเหลืองและน้ำที่ใช้ในระหว่างการบด ทำให้ปริมาณของแข็งสูญเสียที่มีในกากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะถ้าอัตราส่วนของถั่วเหลืองและน้ำมากกว่า 4 : 1 (น้ำทิพย์ วงศ์ประทีป, 2540) ดังนั้นในงานวิจัยจึงศึกษาการเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในนมถั่วเหลืองโดยการนำไปทำให้เข้มข้นด้วยการระเหยน้ำด้วยเครื่องระเหยน้ำแบบหมุนสุญญากาศ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของนมถั่วเหลือง เมื่อใช้เวลาในการระเหยน้ำที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0 ถึง 40 นาที แสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งในนมถั่วเหลือง ใช้การวิเคราะห์ 2 วิธี คือ การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วยรีแฟรกโตมิเตอร์และการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแห้งทั้งหมดทั้งสารที่สามารถละลายได้และไม่สามารถละลายได้ จากตารางที่ 4.1 พบว่าปริมาณของแข็งแห้งทั้งหมดหลังการอบแห้งมีปริมาณน้อยกว่าการวิเคราะห์ด้วยรีแฟรกโตมิเตอร์ อาจเกิดเนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยรีแฟรกโตมิเตอร์เป็นการอ่านค่าจากสเกลและนมถั่วเหลืองอยู่ในรูปอิมัลชัน อนุภาคของไขมันอาจส่งผลต่อการสะท้อนแสงของเครื่องมือทำให้แสดงค่าได้คลาดเคลื่อน ในขณะที่การอบแห้งนั้นเป็นการระเหยน้ำและอบตัวอย่างจนได้น้ำหนักของแห้งจากตัวอย่างที่คงที่ ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดด้วยการอบแห้งจึงน่าเชื่อถือมากกว่า แต่อย่างไรก็ตาม การใช้รีแฟรกโตมิเตอร์นั้นเป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วจึงสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ติดตามผลระหว่างการทดลองได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย รีแฟรกโตมิเตอร์ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้จากการอบแห้งมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเวลาที่ใช้ในการระเหยเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่นการระเหยนมถั่วเหลืองเป็นเวลา 20 นาที ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 7.50 องศาบริกซ์ ไปเป็น 8.87 องศาบริกซ์ ยุพร พิษกมฺุทร (2549) รายงานว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของนมถั่วเหลือง เมื่อใช้อัตราส่วนถั่วเหลืองต่อน้ำเท่ากับ 1 : 10 และ 1 : 8 เท่ากับ 4.8 และ 5.3 องศาบริกซ์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการระเหยน้ำออกจากนมถั่วเหลือง 20 นาที ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการเพิ่มอัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำ และเมื่อเวลาที่ใช้ในการระเหยเพิ่มขึ้น ค่าความหนืดที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนการวิเคราะห์ของค่าสีของนมถั่วเหลืองพบว่า เมื่อเวลาในการระเหยน้ำเพิ่มขึ้น ค่า b คือค่าสีน้ำเงินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะเมื่อเวลาการระเหยเพิ่มขึ้นเป็น 30 นาที แสดงว่านมถั่วเหลืองมีสีคล้ำขึ้นเมื่อเวลาในการระเหยเพิ่มขึ้น การที่นมถั่วเหลืองมีสีคล้ำขึ้นเป็นผลมาจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดร่วมกันระหว่างกรดอะมิโนและน้ำตาลรีดิวซ์โดยมีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Kwok และคณะ 1999) เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ร่วมกันของตารางที่ 4.1 และ 4.2 พบว่าเวลาที่ควรเลือกใช้ในการระเหยน้ำออกจากนมถั่วเหลืองคือ 20 นาที เนื่องจากถ้าใช้เวลาในการระเหยเป็น 30 นาทีจะทำให้นมถั่วเหลืองมีสีคล้ำขึ้นมาก พิจารณาจากค่า b ที่เพิ่มขึ้นเป็น 12.02 เทียบกับค่า b ของนมถั่วเหลืองเริ่มต้น คือ 11.17 ดังนั้นจึงเลือกสภาวะการระเหยน้ำที่เวลา 20 นาทีเพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของนมถั่วเหลืองหลังการระเหยน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

Time (min)	Total soluble solid (° brix)	Total dry solid (g. /100 g.)	Viscosity (mPas.)
0	7.50±0.00 ^a	7.35±0.06 ^a	2.56±0.19 ^a
10	8.06±0.12 ^b	7.68±0.19 ^{ab}	2.60±0.29 ^a
20	8.87±0.12 ^c	8.20±0.47 ^{bc}	2.54±0.07 ^a
30	10.56±0.06 ^d	8.90±0.26 ^c	2.63±0.05 ^{ab}
40	11.86±0.12 ^e	10.09±0.73 ^d	2.78±0.31 ^b

^{abc} ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสีของนมถั่วเหลืองหลังการระเหยน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

เวลา (นาท)	L	a	b
0	83.96±0.07 ^b	-1.16±0.07 ^a	11.17±0.05 ^a
10	83.92±0.11 ^b	-1.18±0.08 ^a	11.28±0.07 ^{ab}
20	83.89±0.09 ^b	-1.09±0.02 ^{ab}	11.54±0.30 ^b
30	83.68±0.07 ^a	-0.94±0.06 ^b	12.02±0.05 ^c
40	83.70±0.08 ^a	-1.23±0.13 ^a	12.09±0.07 ^c

^{abc} ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.2 ผลของสารไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณลักษณะของนมถั่วเหลือง

ความหนืดของอาหารเหลวมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร เมื่อนำกะทิผงสำเร็จรูปมาละลายน้ำ พบว่ามีค่าความหนืดประมาณ 6.12 มิลลิพาสคาล ในขณะที่นมถั่วเหลืองที่ได้จากการใช้อัตราส่วนถั่วเหลืองต่อน้ำ 4 : 1 มีค่าความหนืดเท่ากับ 2.56 มิลลิพาสคาล (ตารางที่ 4.1) การเพิ่มความหนืดของนมถั่วเหลืองให้มีค่าใกล้เคียงกับกะทิ สามารถทำได้โดยการเติมไฮโดรคอลลอยด์อย่างไรก็ตาม จากการทดลองเบื้องต้น พบว่าถ้าต้องการเพิ่มความหนืดให้กับนมถั่วเหลืองให้มีความหนืดใกล้เคียงกับกะทิ ต้องใช้ไฮโดรคอลลอยด์ในปริมาณสูง ซึ่งการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ในปริมาณสูง มีปัญหาในด้านการละลายและความเสถียรระหว่างการเก็บรักษา แต่เมื่อนำนมถั่วเหลืองไประเหยน้ำเป็นเวลา 20 นาที ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น พบว่าสามารถลดปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้ลงได้ และพบว่าไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมเพื่อใช้เพิ่มความหนืดให้กับนมถั่วเหลืองได้แก่ คาร์ราจีแนนและของผสมระหว่างแซนแทนกัมกับวุ้นกัม ที่อัตราส่วน 3:1 เนื่องจากเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่สามารถละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับนมถั่วเหลืองได้และไม่เกิดการแยกชั้นส่วนโคลด์สปีนกัม และ คาร์บอกซีเมทิล เซลลูโลส ไม่สามารถละลายเป็นเนื้อเดียวกันในนมถั่วเหลืองได้ และเมื่อใช้แซนแทนกัมเกิดการแยกชั้น

ตารางที่ 4.3 และ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดของนมถั่วเหลืองที่ผ่านการระเหยน้ำเป็นเวลา 20 นาที เมื่อเติมคาร์ราจีแนนและของผสมระหว่างแซนแทนกัมและวุ้นกัม ที่ความเข้มข้นต่างๆตามลำดับ ในกรณีของคาร์ราจีแนนพบว่าเมื่อปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้เพิ่มขึ้น ค่าความหนืดของนมเพิ่มขึ้น เมื่อนำนมถั่วเหลือง

เก็บรักษาไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน เพื่อติดตามความคงตัวของนมถั่วเหลืองพบว่าความหนืดของนมถั่วเหลืองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ด้วยคุณสมบัติของการฟอร์มเจลของคาร์ราจีแนน เมื่อเก็บรักษาไว้ในที่เย็น อาจทำให้คาร์ราจีแนนเกิดการรวมตัวกันประสานกันเป็นร่างแห ทำให้ความหนืดของนมถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้น (Yanes และคณะ, 2004) อย่างไรก็ตาม ไม่พบการแยกชั้นของนมถั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.1) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของสีของนมถั่วเหลืองที่เติมคาร์ราจีแนนพบว่า ค่าความสว่างลดลงตามปริมาณความเข้มข้นของคาร์ราจีแนนที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเกิดจากสีของคาร์ราจีแนนที่มีสีคล้ำ เมื่อเติมคาร์ราจีแนนในนมถั่วเหลืองจึงส่งผลให้สีนมถั่วเหลืองมีสีคล้ำมากขึ้นและระหว่างการเก็บรักษาพบว่า นมถั่วเหลืองมีสีคล้ำเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น ค่า L มีค่าลดลง สัมพันธ์กับค่า a และ ค่า b เพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 ผลของคาร์ราจีแนนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อความหนืดของนมถั่วเหลืองที่เก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ

คาร์ราจีแนน (เปอร์เซ็นต์)	ความหนืด (มิลลิปาสคาล)			
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 3	วันที่ 5
0	2.53±0.06 ^a	2.44±0.02 ^a	2.50±0.03 ^b	2.58±0.02 ^b
0.01	4.96±0.04 ^a	5.08±0.03 ^b	5.12±0.02 ^b	5.34±0.02 ^c
0.02	5.76±0.03 ^a	5.86±0.02 ^b	5.94±0.07 ^b	6.25±0.04 ^c
0.03	8.06±0.03 ^a	8.27±0.05 ^b	8.74±0.05 ^c	9.11±0.03 ^d

^{abc} ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

A.



B.



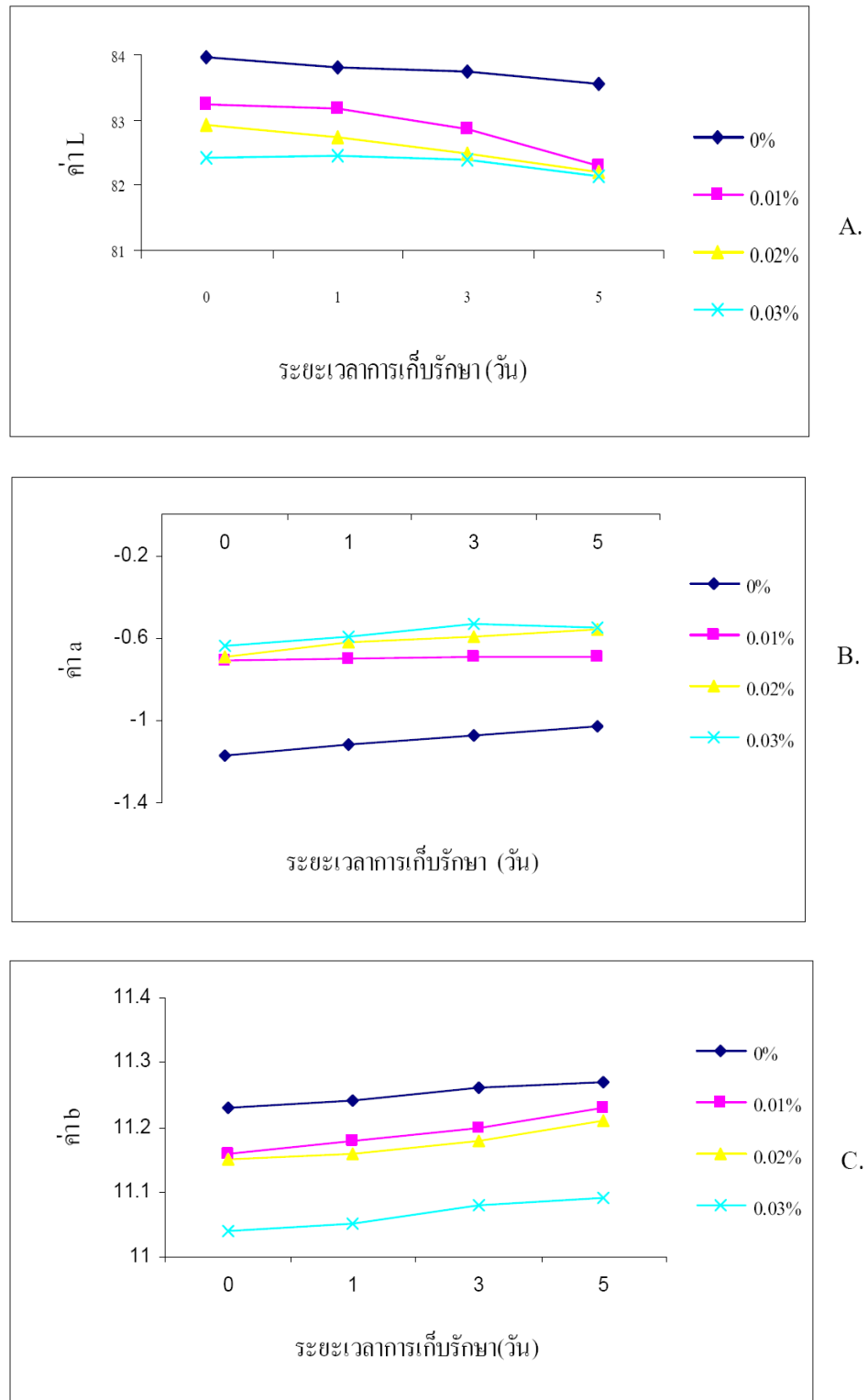
C.



D.



ภาพที่ 4.1 ลักษณะปรากฏของนมถั่วเหลืองที่เติมคาร์ราจีแนนที่ความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 วัน
เมื่อ A คือ 0 เปอร์เซ็นต์ B คือ 0.01 เปอร์เซ็นต์ C คือ 0.02 เปอร์เซ็นต์และ D คือ 0.03 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.2 ผลของการใช้คาร์ราจีแนนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าสีของนมถั่วเหลืองที่เก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ เมื่อ A คือ ค่าความสว่าง (L) B คือ ค่าสีแดง (a) และ C คือ ค่าสีเหลือง (b)

ในกรณีของของผสมระหว่างแซนแทนกัมและกัวร์กัมที่อัตราส่วน 1:3 พบว่าเมื่อปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้เพิ่มขึ้นค่าความหนืดของนมถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการเติมคาร์ราจีแนนเมื่อนำนมถั่วเหลืองเก็บรักษาไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน เพื่อติดตามความคงตัวของนมถั่วเหลือง พบว่านมถั่วเหลืองเกิดการแยกชั้น (ภาพที่ 4.3) โดยเฉพาะเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 วัน แต่เมื่อนำนมถั่วเหลืองมาเขย่าก็สามารถผสมกลับเป็นเนื้อเดียวกัน และถ้านำมาเก็บรักษาต่อพบการแยกชั้นอีกครั้ง ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความหนืดของนมถั่วเหลืองที่เติมของผสมระหว่างแซนแทนกัมและกัวร์กัม ที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 วัน พบว่าความหนืดของนมถั่วเหลืองที่เติมของผสมระหว่างแซนแทนกัม และกัวร์กัม มีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 วัน สอดคล้องกับการแยกชั้นของนมถั่วเหลือง การที่นมถั่วเหลืองที่เติมของผสมระหว่างแซนแทนกัมและกัวร์กัม มีความคงตัวน้อยกว่านมถั่วเหลืองที่เติมคาร์ราจีแนน อาจเกิดจากปริมาณที่ใช้เพื่อให้ได้ความหนืดที่ใกล้เคียงกับกะทิสูงกว่า เป็นผลให้เกิดปฏิกิริยาร่วม (interaction) ระหว่างไฮโดรคอลลอยด์มากกว่า จึงทำให้นมถั่วเหลืองเกิดการแยกชั้น ค่าความหนืดของนมถั่วเหลืองจึงลดลง (Nussinovitch, 1997) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของสีระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน พบว่าค่าความสว่าง (L) ลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานมากขึ้น ส่วนค่าสีแดง (a) และค่าสีน้ำเงิน (b) มีค่าเพิ่มขึ้น (ดังภาพที่ 4.4) ซึ่งแสดงถึงสีของนมถั่วเหลืองมีสีคล้ำมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้

ตารางที่ 4.4 ผลของของผสมระหว่างแซนแทนกัมและกัวร์กัมที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อความหนืดของนมถั่วเหลืองที่เก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ

แซนแทนกัมและกัวร์กัม (เปอร์เซ็นต์)	ความหนืด (มิลลิปาสคาล)			
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 3	วันที่ 5
0	2.53±0.06 ^a	2.44±0.02 ^a	2.50±0.03 ^b	2.58±0.02 ^a
0.050	6.32±0.06 ^a	6.20±0.03 ^b	6.15±0.02 ^b	6.06±0.02 ^c
0.075	7.57±0.02 ^a	7.35±0.03 ^b	7.29±0.02 ^b	7.18±0.06 ^c
0.100	8.74±0.03 ^a	8.70±0.02 ^a	8.68±0.04 ^a	8.58±0.04 ^b

^{abc} ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

A.



B.



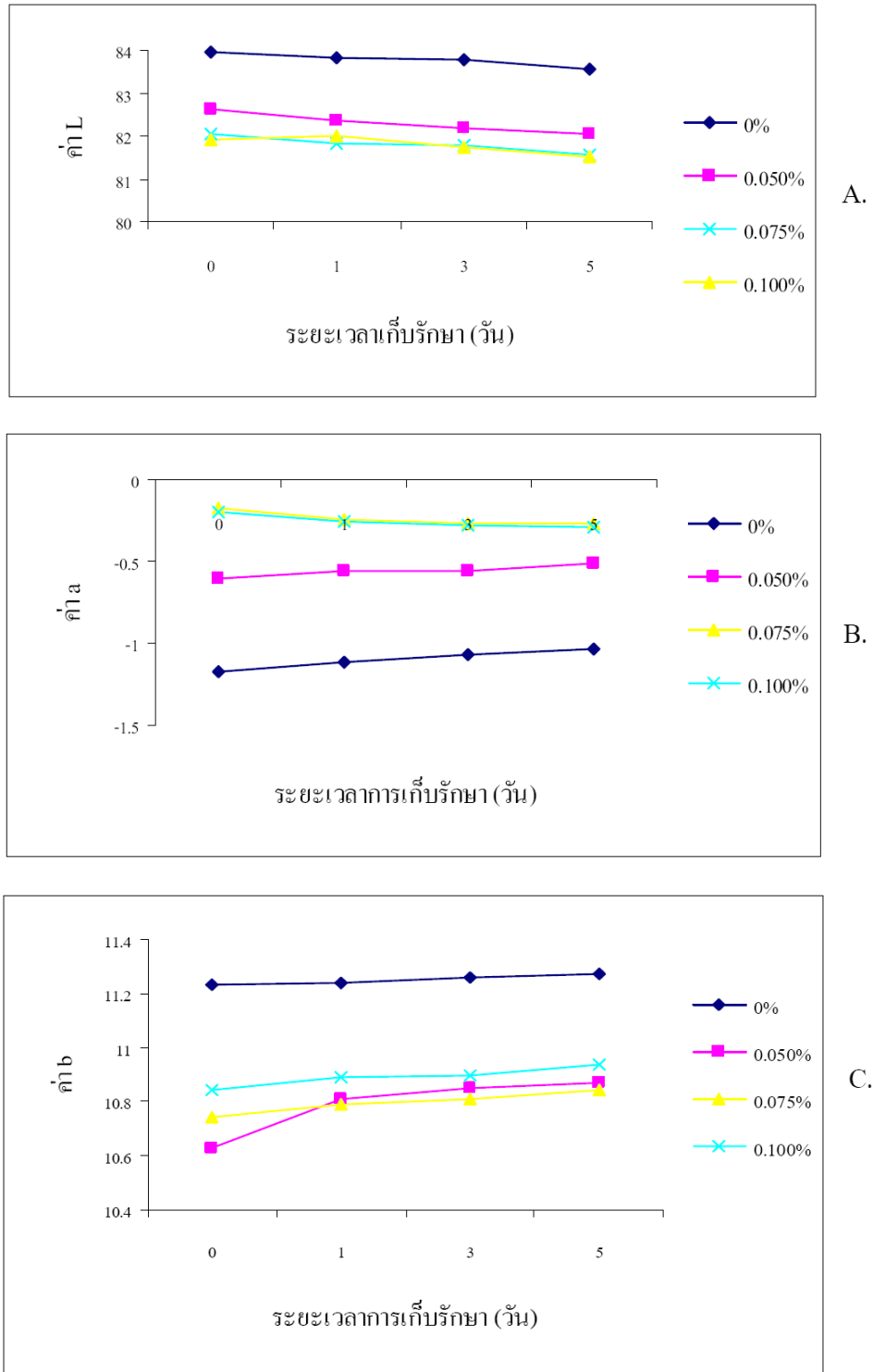
C.



D.



ภาพที่ 4.3 ลักษณะปรากฏของนมถั่วเหลืองที่เติมของผสมระหว่างแซนแทนกัมและกัวร์กัมที่ความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 วัน เมื่อ A คือ 0 เปอร์เซ็นต์ B คือ 0.05 เปอร์เซ็นต์ C คือ 0.075 เปอร์เซ็นต์ และ D คือ 0.10 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.4 ผลของการใช้ของผสมระหว่างแซนแทนกัมและกัวร์กัมที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าสีของนมถั่วเหลืองที่เก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ เมื่อ A คือ ค่าความสว่าง (L) B คือ ค่าสีแดง (a) และ C คือ ค่าสีน้ำเงิน (b)

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองตารางที่ 4.3 และ 4.4 ร่วมกับภาพที่ 4.1 – 4.4 พบว่าควรเลือกใช้คาร์ราจีแนน 0.02 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการใช้คาร์ราจีแนนไม่ทำให้นมถั่วเหลืองเกิดการแยกชั้นและเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 วัน ความหนืดของนมถั่วเหลืองยังคงมีค่าใกล้เคียงกับกะทิ

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร

ในการทดลองได้นำนมถั่วเหลืองดัดแปรที่เตรียมจากการนำนมถั่วเหลืองมาทำให้เข้มข้นโดยการระเหยน้ำและเติมคาร์ราจีแนน 0.02 เปอร์เซ็นต์ มาวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารเปรียบเทียบกับกะทิผง ตารางที่ 4.5 แสดงถึงองค์ประกอบทางเคมีของนมถั่วเหลืองดัดแปรและกะทิผงสำเร็จรูปละลายน้ำตามอัตราส่วนที่ผู้ผลิตกำหนด พบว่าองค์ประกอบหลักของกะทิผงละลายน้ำ คือ น้ำและไขมัน โดยมีไขมันสูงถึง 25.43 กรัมต่อ 100 กรัม ในขณะที่นมถั่วเหลืองดัดแปรมีไขมันเพียง 5.96 กรัม ต่อ 100 กรัม และมีปริมาณโปรตีนสูงมากกว่ากะทิผงละลายน้ำเกือบ 5 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่าในนมถั่วเหลืองดัดแปรประกอบด้วยแคลเซียม 27 กรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งเท่ากับหนึ่งในสามของแคลเซียมที่พบในนมวัว ในขณะที่ไม่พบแคลเซียมในกะทิผงละลายน้ำ Lui (1997) รายงานว่าในถั่วเหลืองประกอบด้วยสารไฟโตเคมิคอลในกลุ่มไอโซฟลาโวนประมาณ 2 - 4 มิลลิกรัมต่อถั่ว 1 กรัม ในเต้าหู้ 1 / 2 ถ้วยหรือในนมถั่วเหลือง 1 ถ้วย พบว่ามีปริมาณไอโซฟลาโวน 30 มิลลิกรัม ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณไอโซฟลาโวนในนมถั่วเหลืองดัดแปร พบว่าในนมถั่วเหลืองดัดแปรประกอบด้วยไอโซฟลาโวน 19.14 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แบ่งเป็น เจนิสทิน (genistin) 9.26 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ไดซีน (daidzein) 4.22 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และ เจนิสเทอิน (genistein) 5.66 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของนมถั่วเหลืองดัดแปรและกะทิผงละลายน้ำ

สารอาหาร	นมถั่วเหลืองดัดแปร	กะทิผงละลายน้ำ
(กรัมต่อ 100 กรัม)		
คาร์โบไฮเดรต	2.30	6.84
โปรตีน	10.28	2.21
ไขมัน	5.96	25.43
ความชื้น	82.56	64.70
เถ้า	0.32	0.69
ครูดไฟเบอร์	0.08	0.13
(มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)		
แคลเซียม	27	-
ไอโซฟลาโวนทั้งหมด	19.14	-
(เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)		
กรดไขมันอิ่มตัว	23.8	92.4
กรดไขมันไม่อิ่มตัว	76.2	7.6

ตารางที่ 4.6 ชนิดและปริมาณไอโซฟลาโวนในนมถั่วเหลืองดัดแปร

ไอโซฟลาโวน	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
Glycitin	-
Genistin	9.26
Daidzein	4.22
Glycitein	-
Genistein	5.66

ตารางที่ 4.7 ชนิดและปริมาณกรดไขมันในนมถั่วเหลืองดัดแปรและกะทิผงละลายน้ำ

กรดไขมัน	นมถั่วเหลืองดัดแปร (เปอร์เซ็นต์)	กะทิผงละลายน้ำ (เปอร์เซ็นต์)
Caproic acid	0	0.1
Caprylic acid	0	3
Capric acid	0	3.6
Lauric acid	0	40.6
Myristic acid	0.3	15.7
Stearic acid	6.7	13.6
Palmitic acid	16.8	15.8
Oleic acid	25	6.8
Linoleic acid	45.1	0.8
Linolenic acid	6.1	0

ในกะทินอกจากจะพบปริมาณไขมันสูงกว่านมถั่วเหลืองดัดแปรยังพบว่า กรดไขมันในกะทิส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันอิ่มตัว โดยประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวในปริมาณ 92.4 และ 7.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7) ในขณะที่นมถั่วเหลืองดัดแปร ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวในปริมาณ 23.8 และ 76.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตารางที่ 4.7 แสดงชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่พบในนมถั่วเหลืองดัดแปรและกะทิพบว่าในกะทิมีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวได้แก่ กรดคาโปรอิก (caproic acid) กรดคาไพริลิก (caprylic acid) กรดแคปริก (capric acid) โดยประกอบด้วย กรดลอริก ไมริสติก สเตียริกและปาล์มมิติกในปริมาณสูงถึง 40.6 15.7 13.6 และ 15.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ประไพศรี ศิริจักรวาล (2549) กล่าวว่า การรับประทานอาหารที่ปรุงด้วยน้ำมันที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูง จะทำให้ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดสูง ในขณะที่ในนมถั่วเหลืองดัดแปรประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่จำเป็นต่อร่างกายคือกรดลิโนเลนิก (linolenic acid) และลิโนเลนิก (linolenic) ปริมาณ 45.1 และ 6.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการเลือกใช้นมถั่วเหลืองแทนกะทิ เป็นการเพิ่มสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย

4.4 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของนมถั่วเหลืองดัดแปร

คุณภาพทางจุลินทรีย์ของนมถั่วเหลืองดัดแปรเลียนแบบกะทิแบบพาสเจอร์ไรส์ที่ผลิตโดยการระเหยน้ำออกและเติมคาร์ราจีแนน 0.01 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักนมถั่วเหลืองและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 198) พ.ศ.2543 เรื่องน้ำนมถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทกล่าวคือพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 ต่อน้ำนมถั่วเหลือง 100 มิลลิลิตร โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number) และตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*) ในน้ำนมถั่วเหลือง 0.1 มิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4.8 แสดงว่านมถั่วเหลืองดัดแปรที่ผลิตได้นี้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และมีความเป็นไปได้ในการผลิตในเชิงการค้า

ตารางที่ 4.8 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของนมถั่วเหลืองดัดแปรเลียนแบบกะทิพาสเจอร์ไรส์ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ 0 3 และ 5 วัน

ชนิดจุลินทรีย์	วันที่เก็บรักษา		
	0 วัน	3 วัน	5 วัน
Total Plate Count (CFU/ml)	20	32	56
Yeast and Mold (CFU/ml)	Less than 1	Less than 1	Less than 1
Coliform (MPN/100ml)	Less than 1	Less than 1	1.1
<i>E.coli</i> (per 0.1 ml)	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Bacillus cereus</i> (CFU/ml)	Less than 1	6	2
<i>Clostridium perfringens</i> (CFU/ml)	Less than 1	Less than 1	Less than 1
<i>Salmonella</i> spp. (per 25 ml)	Not detected	Not detected	Not detected
<i>Staphylococcus aureus</i> (per 0.1 ml)	Not detected	Not detected	Not detected

4.5 ผลการศึกษาการใช้นมถั่วเหลืองดัดแปรทดแทนกะทิในอาหารคาวและอาหารหวาน

4.5.1 ผลการศึกษาการใช้นมถั่วเหลืองดัดแปรทดแทนกะทิในแกงเขียวหวาน

ในการทดลองได้นำถั่วเหลืองดัดแปรที่ผ่านการระเหยน้ำเป็นเวลา 20 นาที และเติมคาร์ราจีแนน 0.02 เปอร์เซ็นต์ มาทดแทนกะทิ 100 เปอร์เซ็นต์ในการผลิตแกงเขียวหวานไก่ โดยได้แบ่งวิธีการปรุงเป็น 2 แบบ วิธีที่ 1 คือ ผัดพริกแกงในน้ำมันให้หอม ผัดเนื้อไก่ให้สุก เติมนมถั่วเหลืองพร้อมมะเขือและผักอื่นๆพร้อมปรุงรส ให้ความร้อนจนเดือด และวิธีที่ 2 คือ ผัดพริกแกงในน้ำมันให้หอม ผัดเนื้อไก่ให้สุก เติมนมถั่วเหลืองและผักต่างผัดให้เข้ากัน เติมนมถั่วเหลืองที่อุ่นให้ร้อนจัดอุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส พร้อมปรุงรส ปิดเตา ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแกงเขียวหวานไก่ ที่ใช้นมถั่วเหลืองที่ได้จากการปรุงทั้งสองวิธี แสดงดังตารางที่ 4.9 พบว่าคะแนนความชอบในทุกด้านของแกงเขียวหวานไก่ที่ปรุงโดยวิธีที่ 2 สูงกว่าแกงเขียวหวานไก่ที่ปรุงโดยวิธีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะคะแนนด้านลักษณะปรากฏ พบว่าแกงเขียวหวานที่ปรุงโดยวิธีที่ 1 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 4.0 ในขณะที่แกงเขียวหวานไก่ที่ได้จากการปรุงวิธีที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.8 การที่

เป็นเช่นนี้ เกิดจากการปรุงโดยวิธีที่ 1 ให้ความร้อนกับนมถั่วเหลืองนานมากกว่าวิธีที่ 2 การให้ความร้อนแก่นมถั่วเหลืองเป็นเวลานาน อาจทำให้โปรตีนถั่วเหลืองเกิดการเสียสภาพธรรมชาติเป็นเหตุให้เกิดการจับตัวกัน พบว่าแกงเขียวหวานไก่ที่ได้จากการปรุงโดยวิธีที่ 1 มีคอลลอยด์เล็กๆกระจายอยู่ในแกงเขียวหวาน และเมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าแกงเขียวหวานไก่ที่ได้จากการใช้นมถั่วเหลือง 100 เปอร์เซ็นต์ปรุงโดยวิธีที่ 2 มีคะแนนความชอบในทุกด้านมากกว่า 5 คะแนน มีเพียงคะแนนด้านรสชาติที่ได้ 5.0 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแกงเขียวหวานไก่ที่ทำจากนมถั่วเหลืองดัดแปรปรุงโดยวิธีที่ 2 เป็นที่ยอมรับของผู้ชิมโดยมีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบถึงชอบปานกลาง

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานทำจากนมถั่วเหลืองที่มีขั้นตอนการปรุงแตกต่างกัน

วิธีการปรุง	สี	ลักษณะ ปรากฏ	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบ รวม
1	4.0 ^a	4.0 ^a	3.7 ^a	3.7 ^a	4.4 ^a	4.2 ^a
2	5.6 ^b	5.8 ^b	5.05 ^b	5.1 ^b	4.95 ^a	5.2 ^b

a,b,c ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.5.2 ผลการศึกษาการใช้นมถั่วเหลืองดัดแปรทดแทนกะทิในกล้วยบวดชี

ในกรณีของอาหารหวานได้ทดลองนำนมถั่วเหลืองดัดแปรมาทำกล้วยบวดชี โดยต้มกล้วยน้ำหว่า ในน้ำเดือดอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 5 นาที จากนั้นนำกล้วยที่ต้มสุกแล้วเติมนมถั่วเหลืองที่ร้อนจัด ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เติมน้ำตาลและเกลือเพื่อปรุงรส ปิดเตา พบว่าคะแนนความชอบรวมมีค่าไม่ถึง 5 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบกับแกงเขียวหวานไก่ซึ่งมีเครื่องเทศและพริกช่วยกลบกลิ่นรสของนมถั่วเหลือง จึงทำให้แกงเขียวหวานไก่ที่ทำจากนมถั่วเหลืองเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ ผู้วิจัยจึงได้ทดลองปรับลดสัดส่วนของนมถั่วเหลือง โดยการใช้ นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในการทำกล้วยบวดชีที่ระดับต่างๆคือ 100 90 80 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยบวดชีทั้ง 4 สูตร แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยบวดชีที่ใช้นมถั่วเหลืองดัดแปรทดแทนกะทิในระดับต่างๆ

นมถั่วเหลือง (เปอร์เซ็นต์)	สี	ลักษณะ ปรากฏ	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบ รวม
100	4.70 ^a	4.65 ^a	4.00 ^a	3.75 ^a	3.70 ^a	3.75 ^a
90	5.00 ^a	5.00 ^{ab}	4.25 ^a	4.1 ^a	4.20 ^a	4.20 ^a
80	5.15 ^a	5.15 ^{ab}	5.10 ^b	5.0 ^b	5.45 ^b	5.40 ^b
70	5.20 ^a	5.35 ^b	5.50 ^b	5.8 ^b	6.05 ^b	5.90 ^b

a,b,c ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยบัวดชีที่ใช้นมถั่วเหลืองดัดแปรทดแทนกะทิ (ตารางที่ 4.6) พบว่าคะแนนความชอบในทุกด้านมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณของกะทิที่ใช้เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่าคะแนนความชอบในทุกด้านของกล้วยบัวดชีที่ทำจากการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ 80 และ 70 เปอร์เซ็นต์มีค่ามากกว่า 5 คะแนน และพบว่าคะแนนความชอบในทุกด้านของกล้วยบัวดชีที่ทำจากการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ 80 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่ากล้วยบัวดชีที่ทำจากการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นที่ยอมรับของผู้ชิมโดยมีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบถึงชอบปานกลาง

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแกงเขียวหวานไก่และกล้วยบัวดชีที่ใช้นมถั่วเหลืองดัดแปรทดแทนกะทิ พบว่าในกรณีของแกงเขียวหวานไก่ที่มีเครื่องเทศและพริกเป็นส่วนประกอบ จึงสามารถใช้นมถั่วเหลืองดัดแปรได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กล้วยบัวดชีซึ่งไม่มีเครื่องเทศช่วยกลบกลืน รส ของนมถั่วเหลืองดัดแปร จึงพบว่าสามารถทดแทนกะทิได้ 80 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนวรรณ บุญปั้นและคณะ (2542) พบว่าในกรณีของอาหารหวานสามารถใช้ soy / oat – 1 ได้เพียง 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณกะทิ การใช้นมถั่วเหลืองดัดแปรในอาหารหวาน อาจมีข้อจำกัดของกลิ่นถั่วที่ไม่สามารถทดแทนกะทิได้ 100 เปอร์เซ็นต์