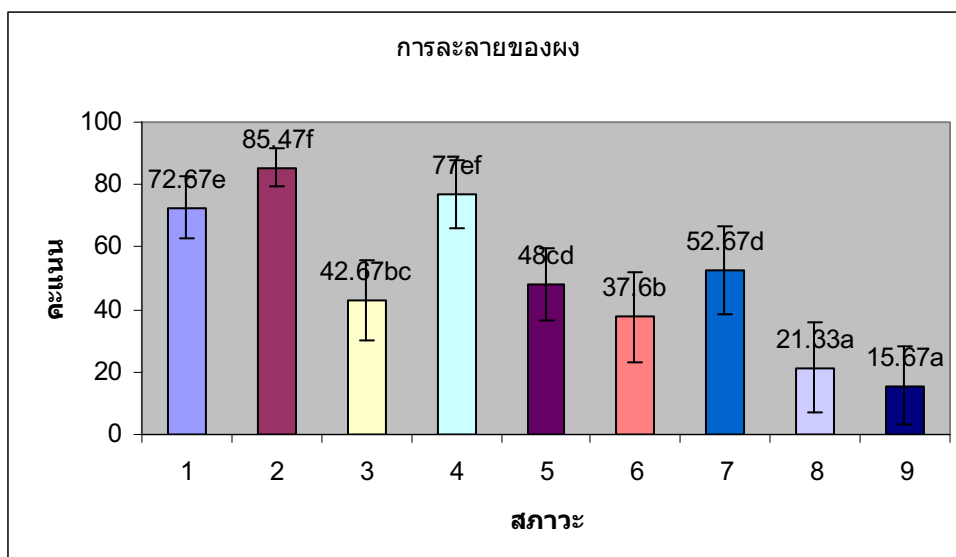
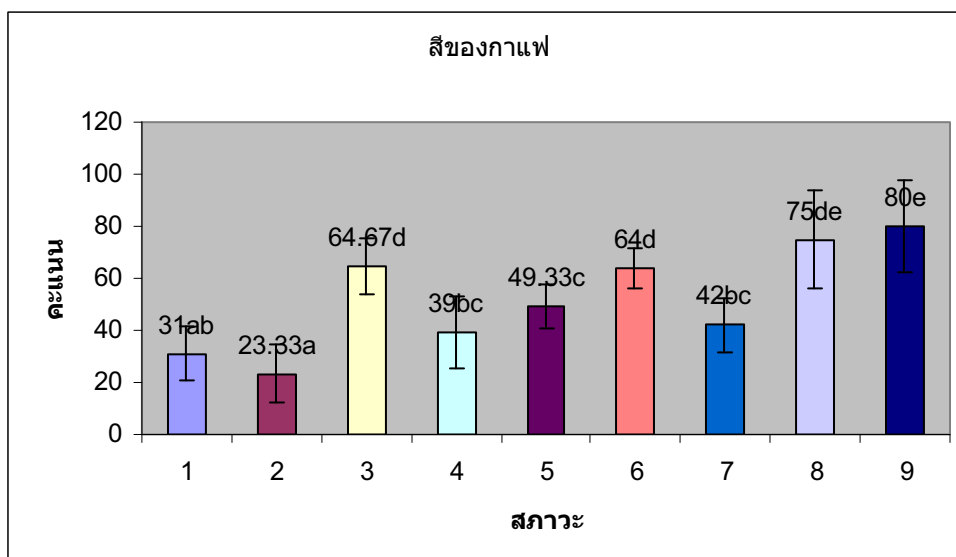




ภาพที่ 31. คะแนนด้านการละลายของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = ไม่สมบูรณ์มาก, 100 = สมบูรณ์)
 ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)
 สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที

4.4.1.4 สีของกาแฟ

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านสีอยู่ในช่วง 23-80 คะแนน (ภาพที่ 32) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีคะแนนด้านสีของกาแฟต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 1 นั่นคือมีสีของกาแฟอ่อน ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 9 มีคะแนนด้านสีของกาแฟสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 8 นั่นคือมีสีของกาแฟเข้ม ครีมเทียมผงที่ดีควรจะทำให้สีของกาแฟอ่อนลงนั่นคือมีสีน้ำตาลอ่อน ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านสีของกาแฟของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิหมักเข้า 160°C และความเร็วรอบของป้อน 5 รอบ/นาที น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ



ภาพที่ 32. คะแนนด้านสีของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

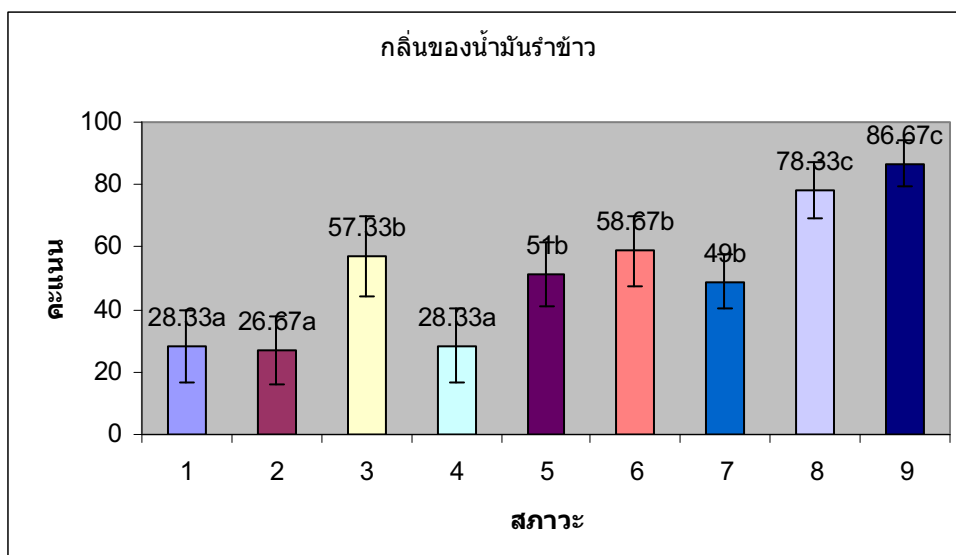
(คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = เข้มมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที่, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที่, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที่, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที่, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที่, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที่, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที่, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที่, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที่

4.4.1.5 กลิ่นของน้ำมันรำข้าว

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านกลิ่นอยู่ในช่วง 26-87 คะแนน (ภาพที่ 33) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 1, 2 และ 4 มีคะแนนด้านกลิ่นของน้ำมันรำข้าวต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีกลิ่นของน้ำมันรำข้าวอ่อน ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 8 และ 9 มีคะแนนด้านกลิ่นของน้ำมันรำข้าวสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีกลิ่นของน้ำมันรำข้าวแรงมาก ครีมเทียมผงที่ดีควรจะมีกลิ่นของน้ำมันรำข้าวอ่อนๆ ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านกลิ่นของน้ำมันรำข้าวของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิหมักเข้า 160°C และความเร็วรอบของป้อน 5 รอบ/นาที่ น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ



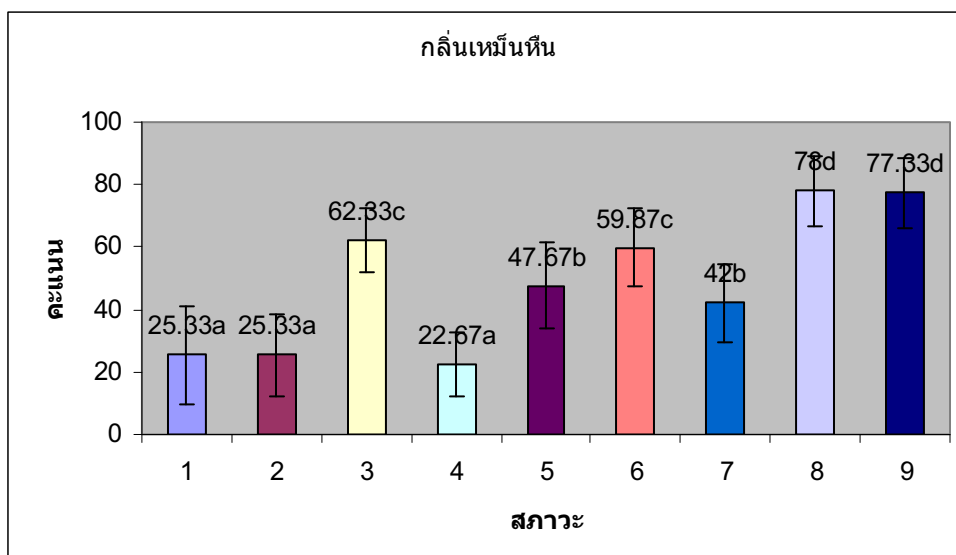
ภาพที่ 33. คะแนนด้านกลั่นของน้ำมันรำข้าวของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = แรงมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที

4.4.1.6 กลิ่นเหม็นหืน

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านกลิ่นเหม็นหืนอยู่ในช่วง 22-78 คะแนน (ภาพที่ 34) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 1, 2 และ 4 มีคะแนนด้านกลิ่นเหม็นหืนต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีกลิ่นเหม็นหืนอ่อน ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 8 และ 9 มีคะแนนด้านกลิ่นเหม็นหืนสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีกลิ่นเหม็นหืนแรงมาก ครีมเทียมผงที่ดีควรจะไม่มีความเหม็นหืน ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านกลิ่นเหม็นหืนของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 4 คือใช้อุณหภูมิ 140°C และความเร็วรอบของปั๊ม 10 รอบ/นาที น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 ก็ได้รับคะแนนด้านกลิ่นเหม็นหืนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กับสภาวะที่ 4



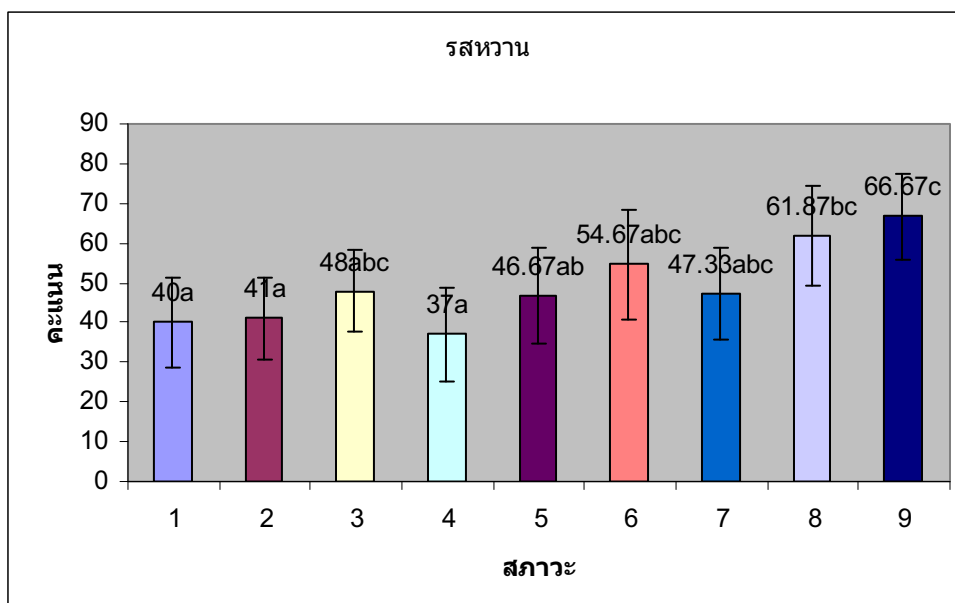
ภาพที่ 34. คะแนนด้านกลิ่นเหม็นหืนของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = แรงมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที่, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที่, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที่, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที่, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที่, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที่, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที่, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที่, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที่

4.4.1.7 รสหวาน

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านรสหวานอยู่ในช่วง 37-67 คะแนน (ภาพที่ 35) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 1-7 มีคะแนนด้านรสหวานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) นั่นคือมีรสหวานเล็กน้อย ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 9 มีคะแนนด้านรสหวานสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 3, 6, 7 และ 8 นั่นคือมีรสหวานเข้มข้นเล็กน้อย ครีมเทียมผงที่ดีควรจะไม่มีรสหวาน ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านรสหวานของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 4 คือใช้อุณหภูมิผสมเข้า 140°C และความเร็วรอบของปั๊ม 10 รอบ/นาที่ น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิผสมเข้า 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที่ ก็ได้รับคะแนนด้านรสหวานไม่แตกต่างจากสภาวะที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$)



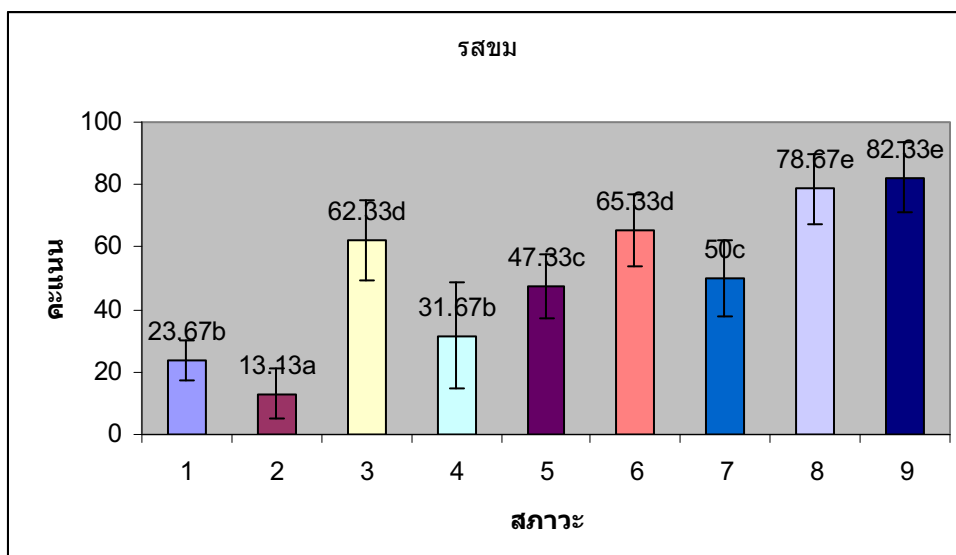
ภาพที่ 35. คะแนนด้านรสหวานของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = เข้มมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที

4.4.1.8 รสขม

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านรสขมอยู่ในช่วง 13-83 คะแนน (ภาพที่ 36) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีคะแนนด้านรสขมต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) นั่นคือมีรสขมอ่อนมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 8 และ 9 มีคะแนนด้านรสขมสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) นั่นคือมีรสขมมาก ครีมเทียมผงที่ดีควรจะไม่มีรสขม ดังนั้นเมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านรสขมของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิหมักเข้า 160°C และความเร็วรอบของป้อน 5 รอบ/นาที น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ



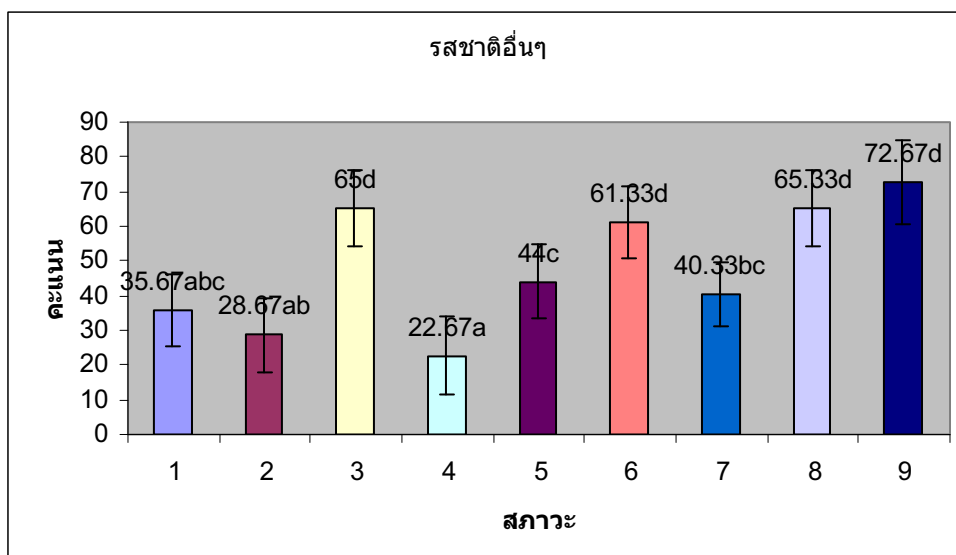
ภาพที่ 36. คะแนนด้านรสขมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = เข้มมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที

4.4.1.9 รสชาติอื่นๆ

รสชาติอื่นๆ หมายถึงรสชาติอื่นที่นอกเหนือจากรสกาแฟ รสหวาน และรสขม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านรสชาติอื่นๆ อยู่ในช่วง 22-73 คะแนน (ภาพที่ 37) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีคะแนนด้านรสชาติอื่นๆ ต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 1 และ 4 นั่นคือมีรสชาติอื่นๆ ค่อนข้างอ่อน ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 3, 6, 8 และ 9 มีคะแนนด้านรสชาติอื่นๆ สูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีรสชาติอื่นๆ ค่อนข้างมาก ครีมเทียมผงที่ดีควรจะไม่มียาเสพติด ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านรสชาติอื่นๆ ของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 4 คือใช้อุณหภูมิ 140°C และความเร็วรอบของปั่น 10 รอบ/นาที น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิ 160°C และความเร็วรอบของปั่น 5 รอบ/นาที ก็ได้รับคะแนนด้านรสชาติอื่นๆ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กับสภาวะที่ 4



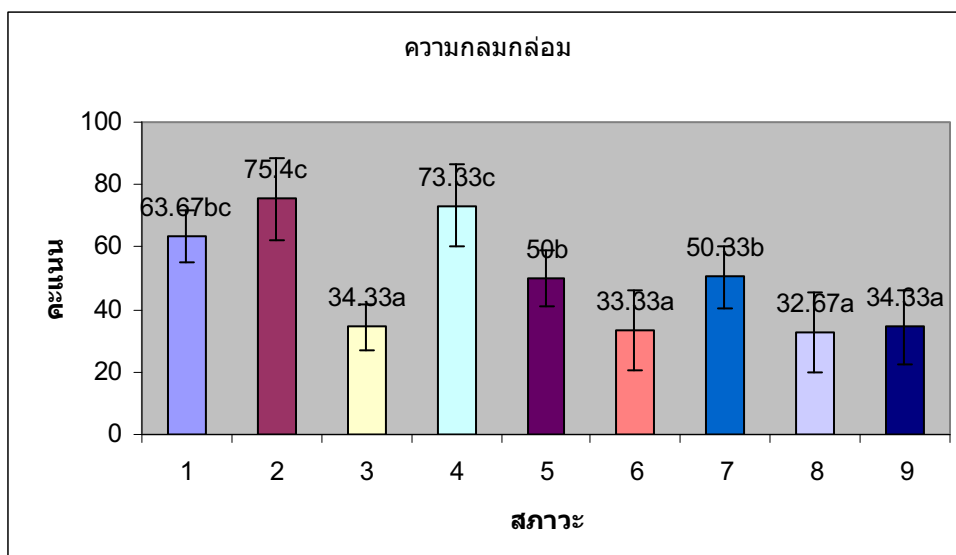
ภาพที่ 37. คะแนนด้านรสชาติอื่นๆของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = เข้มมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที

4.4.1.10 ความกลมกล่อม

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านความกลมกล่อมอยู่ในช่วง 32-75 คะแนน (ภาพที่ 38) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีคะแนนด้านความกลมกล่อมสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 1 และ 4 นั่นคือมีความกลมกล่อมค่อนข้างเข้ม ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 3, 6, 8 และ 9 มีคะแนนด้านความกลมกล่อมต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีความกลมกล่อมค่อนข้างอ่อน ครีมเทียมผงที่ดีควรมีความกลมกล่อมสูง ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านความกลมกล่อมของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิ 160°C และความเร็วรอบของป้อน 5 รอบ/นาที น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ



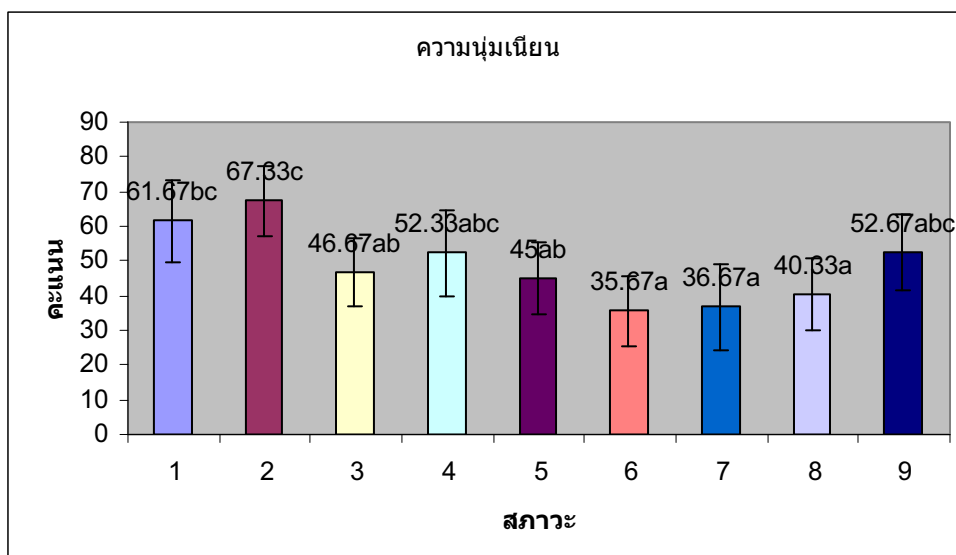
ภาพที่ 38. คะแนนด้านความกลมกล่อมของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = เข้มมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาทีก, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาทีก, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาทีก, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาทีก, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาทีก, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาทีก, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาทีก, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาทีก, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาทีก

4.4.1.11 ความนุ่มเนียน

ความนุ่มเนียนคือความนุ่มและความเนียนของกาแฟที่เติมครีมเทียมผงเมื่อสัมผัสกับลิ้น โดยที่ไม่สากลิ้นหรือมีลักษณะเป็นผงที่ลิ้นเมื่อดื่ม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านความนุ่มเนียนอยู่ในช่วง 35-68 คะแนน (ภาพที่ 39) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีคะแนนด้านความนุ่มเนียนสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 1, 4 และ 9 นั่นคือมีความนุ่มเนียนค่อนข้างเข้ม ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 มีคะแนนด้านความนุ่มเนียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีความนุ่มเนียนค่อนข้างอ่อน ครีมเทียมผงที่ดีควรมีความนุ่มเนียนสูง ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านความนุ่มเนียนของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิผสมเข้า 160°C และความเร็วรอบของป้อน 5 รอบ/นาทีก น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ



ภาพที่ 39. คะแนนด้านความนุ่มเนียนของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = เข้มมาก)

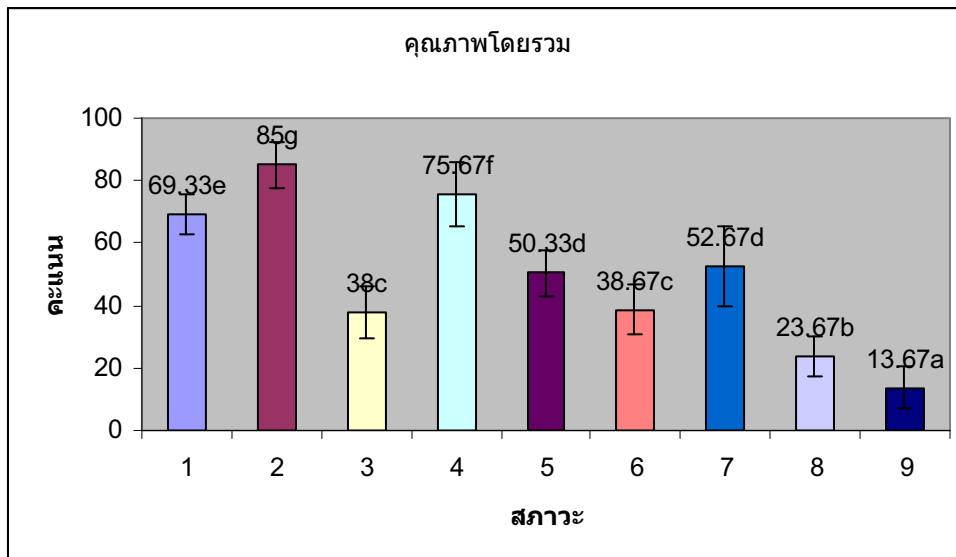
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที

4.4.1.12 คุณภาพโดยรวม

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านคุณภาพโดยรวมอยู่ในช่วง 13-86 คะแนน (ภาพที่ 40) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีคะแนนด้านคุณภาพโดยรวมสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีคุณภาพโดยรวมสูงมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 9 มีคะแนนด้านคุณภาพโดยรวมต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีคุณภาพโดยรวมต่ำมาก ครีมเทียมผงที่ดีควรจะมีคุณภาพโดยรวมสูง ดังนั้น เมื่อพิจารณาคูสมบัติด้านคุณภาพโดยรวมของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิหมัก 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ

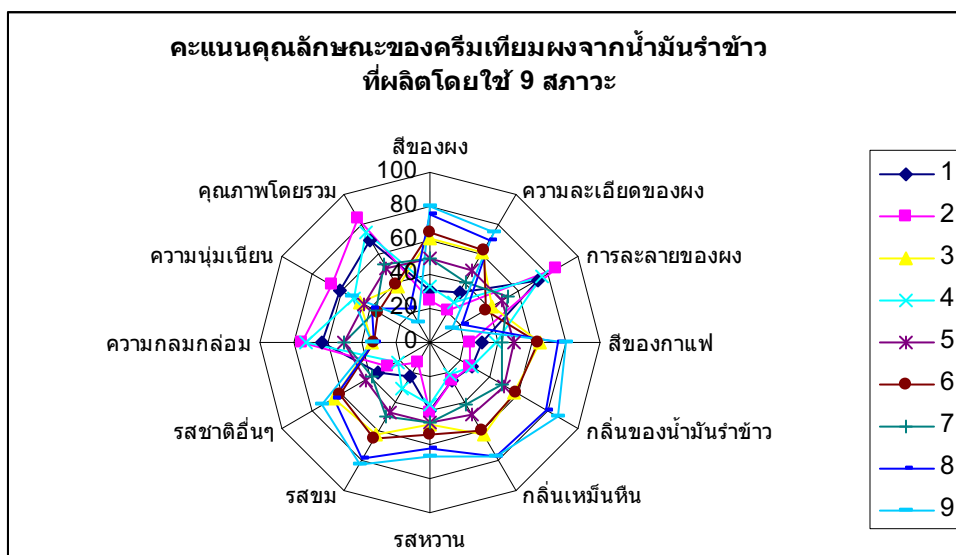
จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของผง ความละเอียดของผง กลิ่นของผง การละลายของผง สีของกาแฟ รสชาติของกาแฟ เนื้อสัมผัสของกาแฟ และคุณภาพโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 9 สภาวะ สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิหมักและความเร็วรอบของปั๊มมีผลต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของครีมเทียมผงที่ผลิตได้ ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยสภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิหมัก 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที มีคะแนนความชอบของผู้บริโภคสูงกว่าสภาวะอื่นๆ ในทุกๆ คุณลักษณะที่ทดสอบ (ภาพที่ 38) ดังนั้น จึงเลือกสภาวะที่ 2 ในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 40. คะแนนด้านคุณภาพโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = ต่ำมาก 100 = สูงมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาทีก, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาทีก, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาทีก, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาทีก, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาทีก, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาทีก, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาทีก, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาทีก, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาทีก



ภาพที่ 41. คะแนนคุณลักษณะของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = ต่ำมาก 100 = สูงมาก)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาทีก, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาทีก, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาทีก, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาทีก, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาทีก, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาทีก, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาทีก, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาทีก, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาทีก

4.4.2 การศึกษาคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

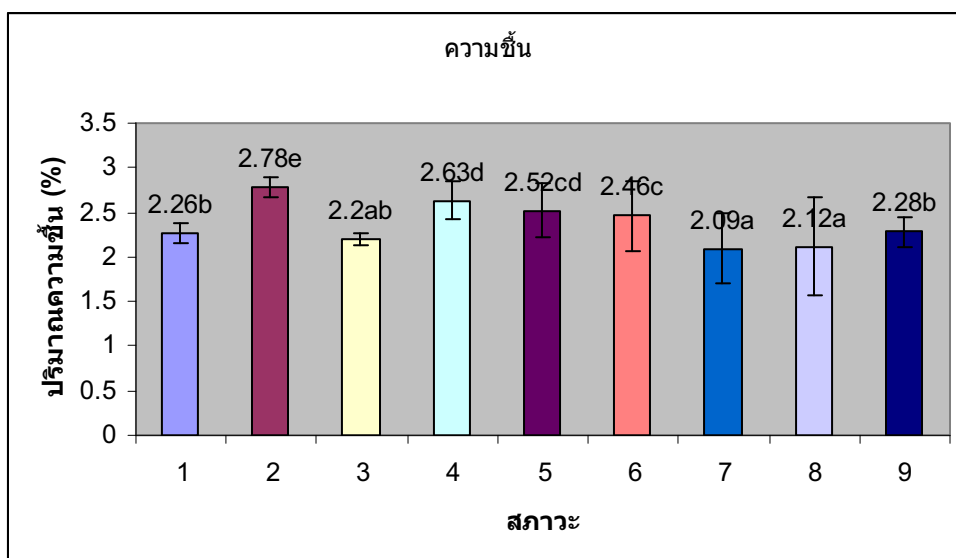
นำครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะในการผลิตทั้ง 9 สภาวะมาทดสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพเพื่อใช้ประกอบการคัดเลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสมควบคู่กับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

4.4.2.1 คุณสมบัติทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะในการผลิตทั้ง 9 สภาวะพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ของค่าเฉลี่ยของทุกๆ คุณสมบัติทางเคมีที่ทดสอบซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.2.1.1 ปริมาณความชื้นของครีมเทียมผงที่ออกจากเครื่อง spray dryer

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิลมเข้า 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที่ มีปริมาณความชื้นสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 42) ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสภาวะที่ 7 มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 3 และ 8 อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ทั้ง 9 สภาวะมีปริมาณความชื้นเป็นไปตามค่ามาตรฐาน (ไม่เกิน 5%) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 208 (พ.ศ. 2543) เรื่องครีม

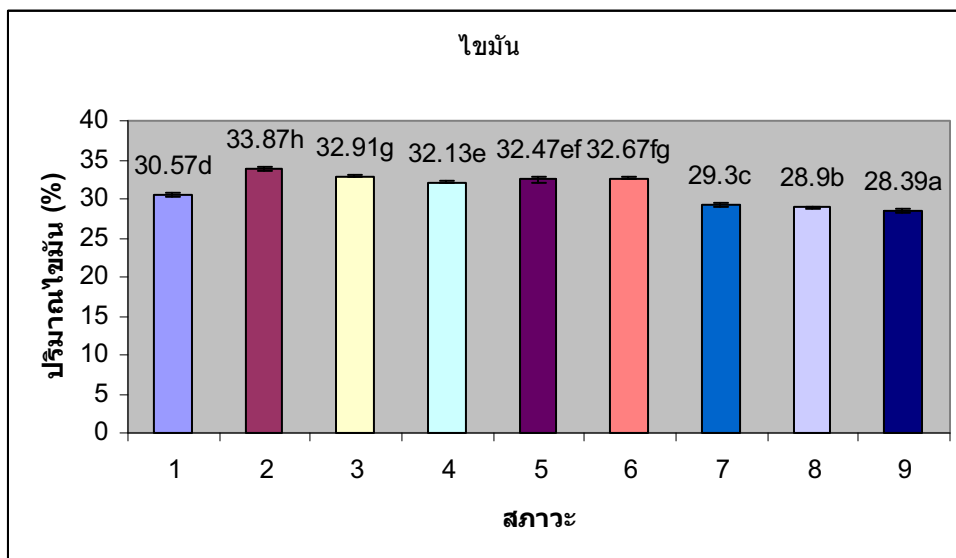


ภาพที่ 42. ปริมาณความชื้นของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที่, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที่, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที่, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที่, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที่, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที่, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที่, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที่, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที่

4.4.2.1.2 ปริมาณไขมัน

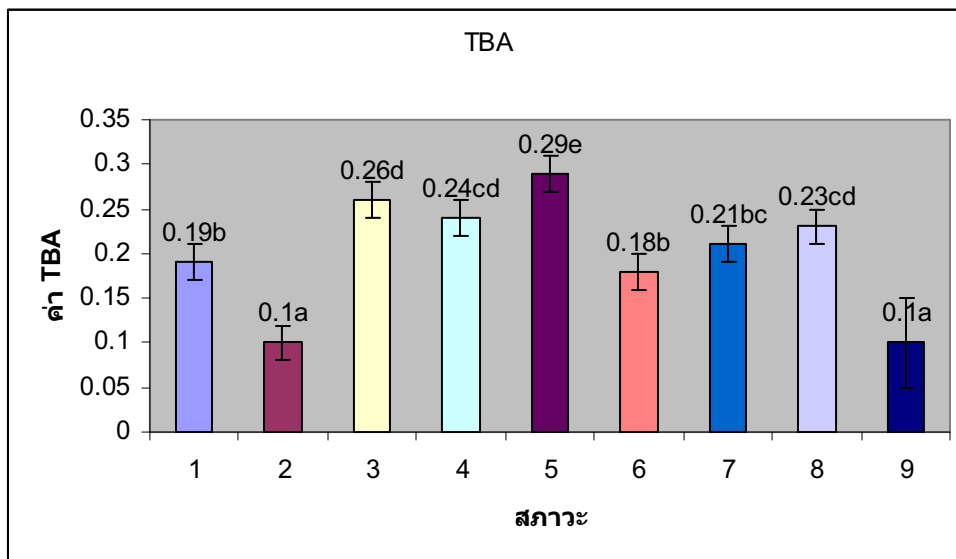
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิ 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที มีปริมาณไขมันสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 43) ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสภาวะที่ 9 มีปริมาณไขมันต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 1-6 มีปริมาณไขมันเป็นไปตามค่ามาตรฐาน (ไม่น้อยกว่า 30%) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 208 (พ.ศ. 2543) เรื่องครีม ในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 7-9 มีปริมาณไขมันเป็นต่ำกว่าค่ามาตรฐานเพียงเล็กน้อย ซึ่ง 3 สภาวะการผลิตหลังนี้มีการใช้ระดับความเร็วรอบของปั๊มสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างไรก็ตาม สูตรที่ใช้เป็นสูตรเดียวกัน ดังนั้นควรมีปริมาณไขมันใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 43. ปริมาณไขมันของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) สภาวะ 1 = 140°C, 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C, 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C, 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C, 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C, 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C, 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C, 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C, 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C, 15 รอบ/นาที

4.4.2.1.3 ค่า TBA

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 และ 9 มีค่า TBA ต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 44) ในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสภาวะที่ 5 มีค่า TBA สูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) จะเห็นได้ว่าทุกสภาวะการผลิตมีค่า TBA ต่ำมากจนสามารถสรุปได้ว่าแทบจะไม่มีกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้น



ภาพที่ 44. ค่า TBA ของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที่, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที่, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที่, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที่, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที่, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที่, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที่, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที่, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที่

4.4.2.1.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้

เนื่องจากทั้ง 9 สภาวะที่ศึกษานี้ใช้สูตรเดียวกันดังนั้นเมื่อนำครีมเทียมเหลวมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดพบว่ามีความเท่ากับ 33°Brix ซึ่งอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้คือ $30-40^{\circ}\text{Brix}$

จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะสามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิและเวลาของปฏิกิริยามีผลต่อคุณสมบัติทางเคมีของครีมเทียมผงที่ผลิตได้ ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 1-6 มีปริมาณความชื้นและไขมันเป็นไปตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (2543) เรื่องครีม อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีปริมาณไขมันสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) และมีค่า TBA ต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 9 ดังนั้น จึงเลือกสภาวะที่ 2 ในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวซึ่งใช้อุณหภูมิ 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที่ ซึ่งผลการทดสอบทางเคมีนี้สอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่เลือกสภาวะที่ 2 เช่นกัน

4.4.2.2 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะในการผลิตทั้ง 9 สภาวะพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ของค่าเฉลี่ยของทุกๆ คุณสมบัติทางกายภาพที่ทดสอบซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.2.2.1 ค่าสี

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีค่า L^* สูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 16) ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 8 มีค่า L^* ต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะในการผลิตทั้ง 9 สภาวะมีค่า L^* สูงมาก (>90) ซึ่งแสดงว่าครีมเทียมผงมีสีขาวครีม และเมื่อพิจารณาทั้งค่า L^* , a^* และ b^* แล้วพบว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะในการผลิตทั้ง 9 สภาวะมีสีในโทนเดียวกันคือมีสีขาวครีม ซึ่งเป็นสีที่ใกล้เคียงกับครีมเทียมที่มีจำหน่ายทางการค้า นอกจากนี้ ค่า L^* , a^* และ b^* ของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะในการผลิตทั้ง 9 สภาวะมีค่า L^* และ a^* สูงกว่า และมีค่า b^* ต่ำกว่าค่าที่พบในงานวิจัยของวิชัยและคณะ (2536) ที่รายงานว่าวุ้นหางจรเข้ผงมีค่า L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 88.34, -2.30 และ 14.55 ตามลำดับ ซึ่งมีลักษณะเป็นผงสีขาวออกเหลือง

ตารางที่ 16. ค่าสีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

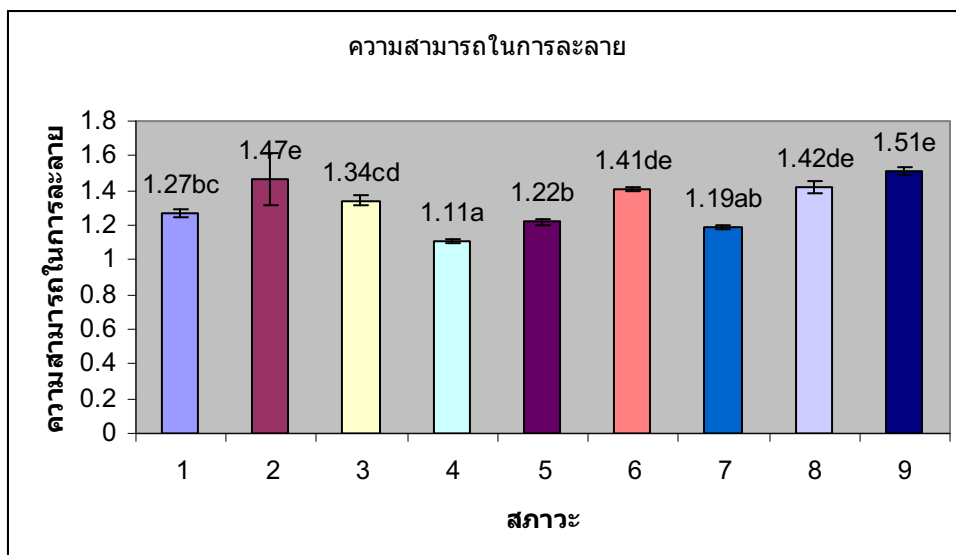
ตัวอย่าง	ค่าสีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว		
	L^*	a^*	b^*
1	94.23 ± 0.01^c	-1.88 ± 0.03^c	10.28 ± 0.02^c
2	94.43 ± 0.02^g	-1.57 ± 0.06^c	9.42 ± 0.48^{ab}
3	93.75 ± 0.07^c	-1.69 ± 0.04^d	10.85 ± 0.12^d
4	94.36 ± 0.04^{fg}	-1.65 ± 0.06^{de}	9.62 ± 0.07^b
5	93.90 ± 0.01^d	-1.93 ± 0.04^c	11.53 ± 0.08^c
6	94.28 ± 0.03^{ef}	-1.55 ± 0.45^c	13.00 ± 0.09^g
7	93.65 ± 0.09^b	-2.31 ± 0.02^a	11.96 ± 0.18^f
8	93.41 ± 0.03^a	-2.03 ± 0.08^b	9.21 ± 0.15^a
9	93.86 ± 0.07^d	-1.62 ± 0.09^{de}	10.10 ± 0.11^c

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวดังแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C, 5 รอบ/นาทีก, 2 = 160°C, 5 รอบ/นาทีก, 3 = 180°C, 5 รอบ/นาทีก, 4 = 140°C, 10 รอบ/นาทีก, 5 = 160°C, 10 รอบ/นาทีก, 6 = 180°C, 10 รอบ/นาทีก, 7 = 140°C, 15 รอบ/นาทีก, 8 = 160°C, 15 รอบ/นาทีก, 9 = 180°C, 15 รอบ/นาทีก

4.4.2.2 ความสามารถในการละลาย

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 และ 9 มีความสามารถในการละลายต่ำกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 6 และ 8 (ภาพที่ 45) เนื่องจากใช้เวลาในการละลาย 1.47 และ 1.51 นาที ตามลำดับ ซึ่งนานกว่าสูตรอื่นๆ และมีความสามารถในการละลายต่ำกว่าครีมเทียมผงสูตร C ที่จำหน่ายทางการค้าที่ใช้ไขมันปาล์ม (1.30 นาที, ตารางที่ 12) อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 ใช้เวลาในการละลายใกล้เคียงกับสูตรเดียวกันที่จำหน่ายทางการค้าแต่ใช้ไขมันปาล์ม ซึ่งมีค่า 1.45 นาที (ตารางที่ 12) ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 4 มีความสามารถในการละลายสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 7 เนื่องจากใช้เวลาในการละลายน้อยที่สุด (1.11 นาที, ภาพที่ 42) และใช้เวลาในการละลายน้อยกว่าสูตรเดียวกันที่จำหน่ายทางการค้าแต่ใช้ไขมันปาล์ม ซึ่งมีค่า 1.45 นาที (ตารางที่ 12)



ภาพที่ 45. ความสามารถในการละลายของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C, 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C, 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C, 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C, 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C, 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C, 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C, 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C, 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C, 15 รอบ/นาที

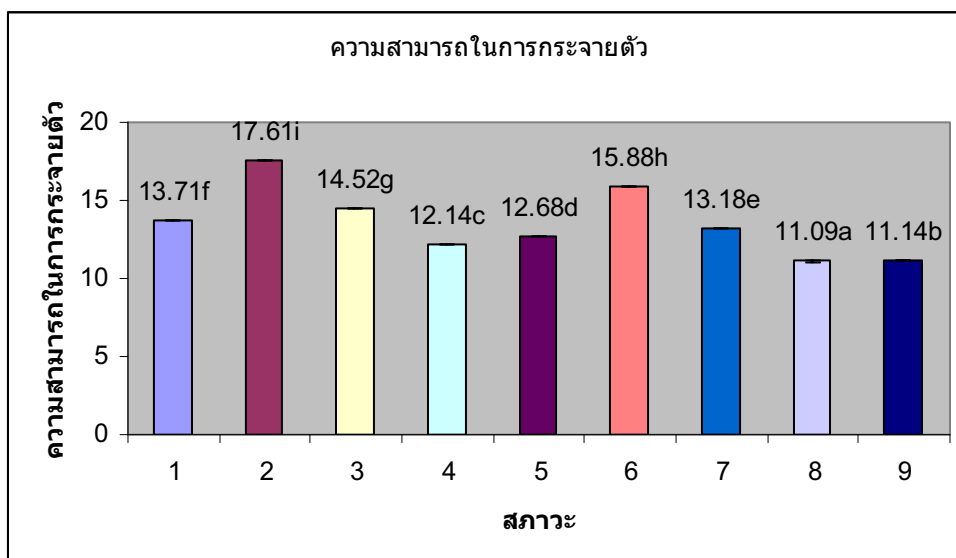
4.4.2.3 ความสามารถในการกระจายตัว

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีความสามารถในการกระจายตัวสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 8 มีความสามารถในการกระจายตัวต่ำกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 46) จากการศึกษาวิธีการผลิตน้ำมัน

ข้าวโพดผงโดยวิธีการอบแห้งแบบโฟม-เมท โดย ดุจหทัย (มปป.) พบว่า น้ำมันข้าวโพดผงมีความสามารถในการกระจายตัว 0.33% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ได้จากงานวิจัยนี้ ในทางตรงกันข้ามความสามารถในการกระจายตัวของว่านหางจระเข้ผงมีค่า 77.25% ซึ่งสูงกว่าค่าที่พบในงานวิจัยนี้มาก (วิชัยและคณะ, 2536)

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิลมเข้าและความเร็วรอบของปั๊มมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของครีมเทียมผงที่ผลิตได้ ถึงแม้ว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีความสามารถในการละลายต่ำกว่าสูตรอื่นๆ แต่มีค่าใกล้เคียงสูตรเดียวกันที่จำหน่ายทางการค้าและยังมีความสัมพันธ์ด้านสีและความสามารถในการกระจายตัวดีกว่าสูตรอื่นๆ ดังนั้นจึงเลือกครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

จากการศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยปรับเปลี่ยนอุณหภูมิลมเข้าและความเร็วรอบของปั๊ม ทั้งหมด 9 สภาวะ แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ทางเคมีและกายภาพ สามารถสรุปได้ว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิลมเข้า 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาท เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวเนื่องจากครีมเทียมผงที่ได้มีคุณสมบัติดีกว่าที่สภาวะอื่นๆ



ภาพที่ 46. ความสามารถในการกระจายตัวของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาท, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาท, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาท, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาท, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาท, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาท, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาท, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาท, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาท

4.4.2.2.4 ลักษณะปรากฏของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกเปรียบเทียบกับครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า

ทำการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวจากสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก แล้วนำมาเปรียบเทียบกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่มีจำหน่ายทางการค้า ผลแสดงดังภาพที่ 47-50

จากภาพที่ 47 จะเห็นได้ว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวมีสีขาวครีมในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้ามีสีเหลืองอ่อน สาเหตุของความแตกต่างอาจมาจาก 4 ปัจจัย คือ 1) น้ำมันที่ใช้ผลิตแตกต่างกัน 2) สูตรหรือส่วนผสมที่ต่างกัน 3) อุปกรณ์เครื่องมือที่ต่างกัน และ 4) สภาวะการผลิตที่ต่างกัน โดยครีมเทียมผงที่ได้จากงานวิจัยนี้ทำมาจากน้ำมันรำข้าวในขณะที่ครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้าทำมาจากน้ำมันปาล์ม ส่วนสูตรนั้นแตกต่างตรงที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวมีการเติมนมผงพร่องมันเนยปริมาณ 125 กรัม เลซิตินและมอลโทเดกซ์ตริน ในขณะที่ครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้าทำมาจากน้ำมันปาล์มมีการเติมนมผงพร่องมันเนย 50 กรัม แต่ไม่ได้เติมเลซิตินและมอลโทเดกซ์ตริน (ตารางที่ 17) ส่วนอุปกรณ์เครื่องมือและสภาวะการผลิตของครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้านั้นไม่มีการเปิดเผยจึงไม่สามารถอธิบายได้ แต่มีความเป็นไปได้ว่าแตกต่างจากงานวิจัยนี้ ซึ่งส่งผลให้ ครีมเทียมผงที่ได้มีความแตกต่างกันด้านสีและคุณสมบัติด้านอื่นๆ

ตารางที่ 17. ส่วนผสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวเปรียบเทียบกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า

ส่วนผสม	ส่วนผสมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ส่วนผสมของครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า (ตาม labeling บนซอง)
กลูโคสไซรัป	560	560
น้ำมันรำข้าว/น้ำมันปาล์ม	360	360
นมผงพร่องมันเนย	125	50
เลซิติน	109.75	0
มอลโทเดกซ์ตริน	25	0
โซเดียมเคซีเนต	25	25
น้ำ	1,000	1,000
ปริมาณทั้งหมด	2,204.75	1,995



ภาพที่ 47. ครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า (ซ้าย) และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก

เมื่อนำครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวจากสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกมาละลายในน้ำร้อนเปรียบเทียบกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า พบว่าทำให้น้ำมีสีขาวขุ่นดังแสดงในภาพที่ 48 โดยครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวมีสีขาวกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้าเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวมีการเติมผงพร่องมันเนยในปริมาณที่มากกว่า จึงทำให้ครีมเทียมผงที่ได้มีสีขาวกว่าเมื่อนำมาละลายในน้ำร้อน



ภาพที่ 48. ครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า (ซ้าย) และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกเมื่อละลายในน้ำร้อน

เมื่อนำครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวจากสูตรและสถานะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกมาชงกับกาแฟเปรียบเทียบกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า พบว่าทำให้กาแฟมีสีน้ำตาลอ่อนซึ่งใกล้เคียงกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้าดังแสดงในภาพที่ 49 และ 50



ภาพที่ 49. ลักษณะปรากฏของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า (ซ้าย) และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสถานะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก



ภาพที่ 50. ลักษณะปรากฏของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า (ซ้าย) และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสถานะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก

จากการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสถานะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า (ภาพที่ 47-50) พบว่ามีคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกัน ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสามารถนำมาใช้ทดแทนครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มได้

4.4.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเพื่อจัดทำข้อมูลโภชนาการแบบย่อรูปแบบมาตรฐาน

4.4.3.1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสุตรและกระบวนการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก

เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสุตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวประกอบด้วย ความชื้น 2.79%, ไขมัน 32.10%, โปรตีน 2.99%, คาร์โบไฮเดรต 60.56%, น้ำตาลทั้งหมด 9.5%, เกลือ 0.64%, ใยอาหาร 0.92% และโซเดียม 2.34 มิลลิกรัม (ตารางที่ 18) ซึ่งพบว่าทั้งปริมาณความชื้นและไขมันเป็นไปตามค่ามาตรฐาน (ความชื้นไม่เกิน 5% และไขมันไม่น้อยกว่า 30%) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 208 (พ.ศ. 2543) เรื่องครีม

ตารางที่ 18. องค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ได้รับการคัดเลือก

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (%)
ความชื้น	2.79
ไขมัน	32.10
ไขมันอิ่มตัว	2.52
โปรตีน	2.99
คาร์โบไฮเดรต	60.56
เกลือ	0.64
ใยอาหาร	0.92
น้ำตาลทั้งหมด	9.5
โซเดียม*	2.34

* มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม

4.4.3.2 การจัดทำข้อมูลโภชนาการแบบย่อรูปแบบมาตรฐานของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสุตรและกระบวนการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก

การจัดทำข้อมูลโภชนาการของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสุตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกนี้เป็นการจัดทำข้อมูลโภชนาการแบบย่อรูปแบบมาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ.2541 เพื่อใช้เป็นข้อมูลและความรู้ด้านคุณค่าทางโภชนาการของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสุตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกแก่ผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 19 ซึ่งจะเห็นได้ว่า

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวหนึ่งหน่วยบริโภคคือ 1 ช้อนชา หรือ 3 กรัม ให้พลังงาน 17 กิโลแคลอรี และมีปริมาณไขมันทั้งหมดคิดเป็น 2% ของปริมาณที่แนะนำต่อวันและมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดคิดเป็น 1% ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน ซึ่งข้อมูลนี้มีค่าใกล้เคียงกับครีมเทียมผงจากน้ำมันถั่วเหลืองที่จำหน่ายทางการค้า ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้าซึ่งเป็นสูตรที่งานวิจัยนี้ได้พัฒนานั้น ไม่มีข้อมูลโภชนาการจึงไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้

ตารางที่ 19. ข้อมูลโภชนาการแบบย่อรูปแบบมาตรฐานของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

ข้อมูลโภชนาการ	
หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ช้อนชา (3 กรัม)	
จำนวนหน่วยบริโภคต่อซอง : 1	
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	
พลังงานทั้งหมด 17 กิโลแคลอรี	
	%ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*
ไขมันทั้งหมด 1 ก.	2 %
โปรตีน 0 ก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 2 ก.	1 %
น้ำตาล 0 ก.	
โซเดียม 0 มก.	0 %
* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี	

4.5 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

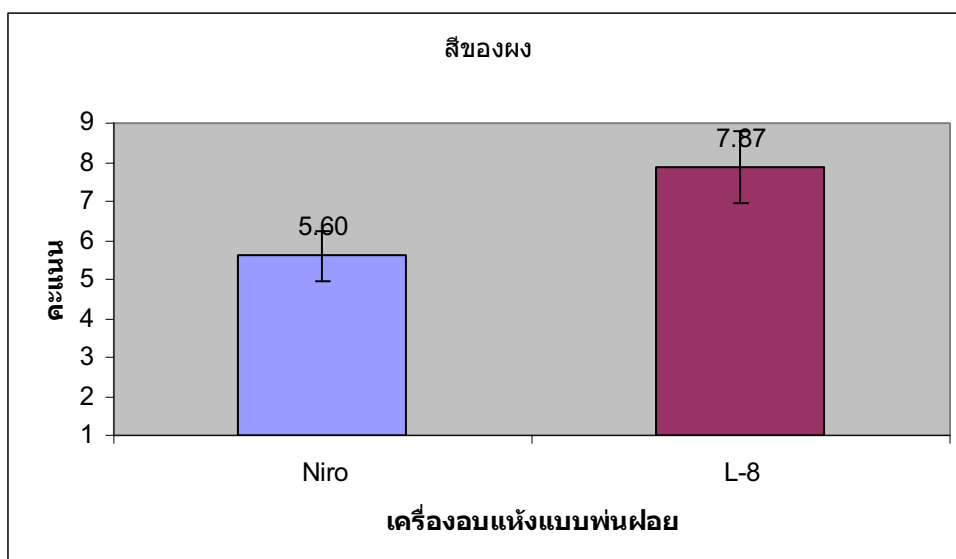
เมื่อได้สูตรและสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวแล้ว นำมาผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่แตกต่างกัน 2 ยี่ห้อ คือ L-8 และ Niro ซึ่ง L-8 เป็นเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ส่วนยี่ห้อ Niro นั้นใช้สำหรับเปรียบเทียบ ทั้งนี้เพื่อยืนยันสูตรและสภาวะการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ได้รับการคัดเลือก

4.5.1 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ เพื่อยืนยันสูตรและสถานะการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ได้รับการคัดเลือก โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 15 คน และวิธี Hedonic scale 9 points ทำการทดสอบคุณลักษณะด้าน สีของผง ความละเอียดของผง กลิ่นของผง การละลายของผง สีของกาแฟ รสชาติของกาแฟ เนื้อสัมผัสของกาแฟ และความชอบโดยรวม ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.1.1 สีของผง

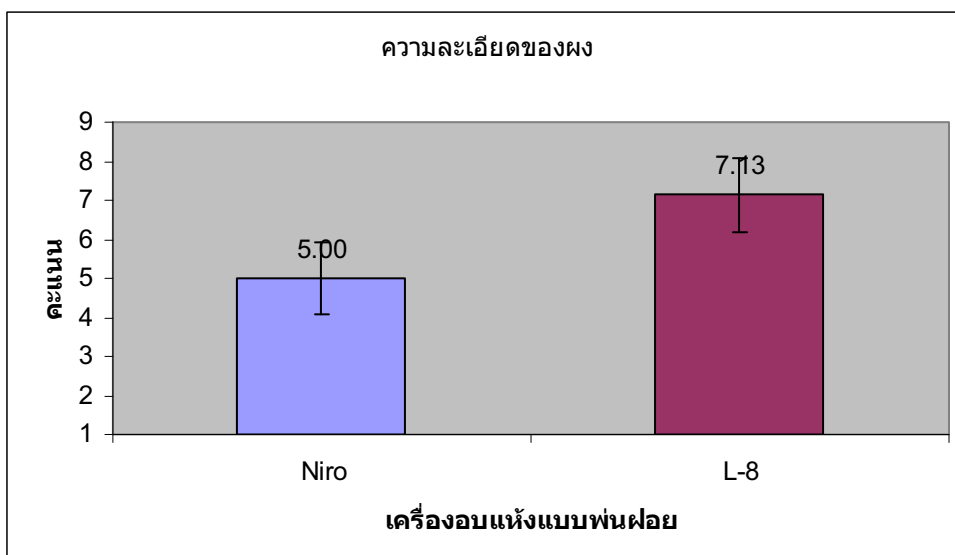
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านสีของผงมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 51) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงชอบเล็กน้อย



ภาพที่ 51. การยอมรับของผู้บริโภคด้านสีของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.5.1.2 ความละเอียดของผง

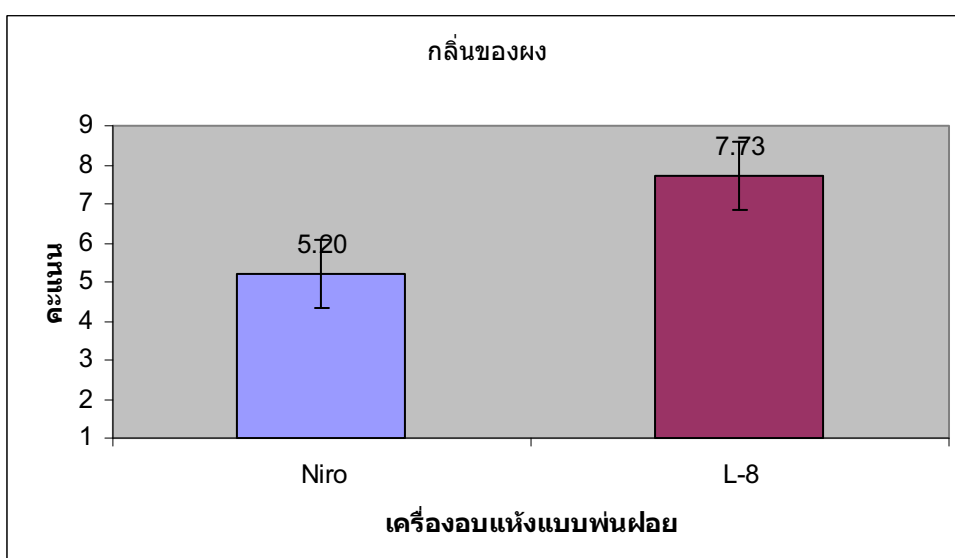
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านความละเอียดของผงมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 52) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่



ภาพที่ 52. การยอมรับของผู้บริโภคด้านความละเอียดของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.5.1.3 กลิ่นของผง

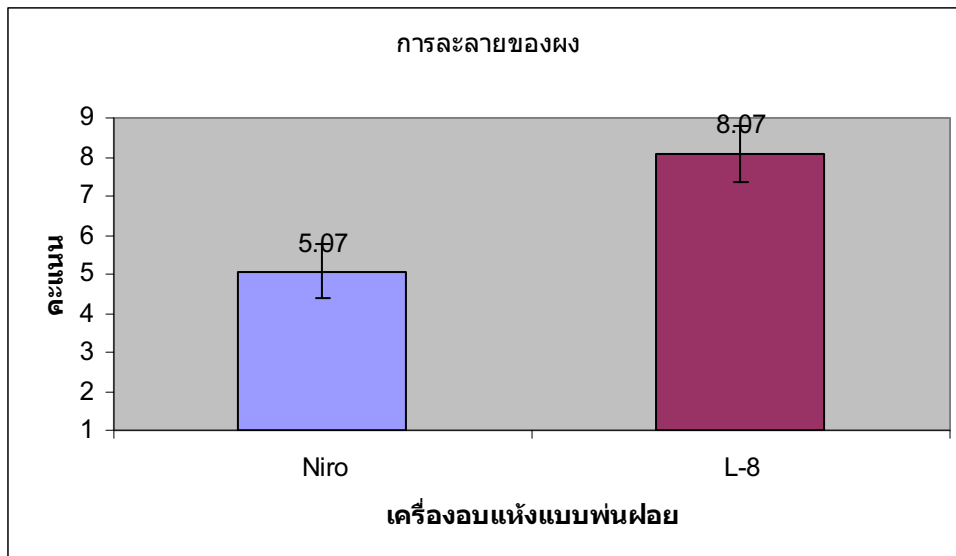
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นของผงมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 53) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงชอบเล็กน้อย



ภาพที่ 53. การยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.5.1.4 การละลายของผง

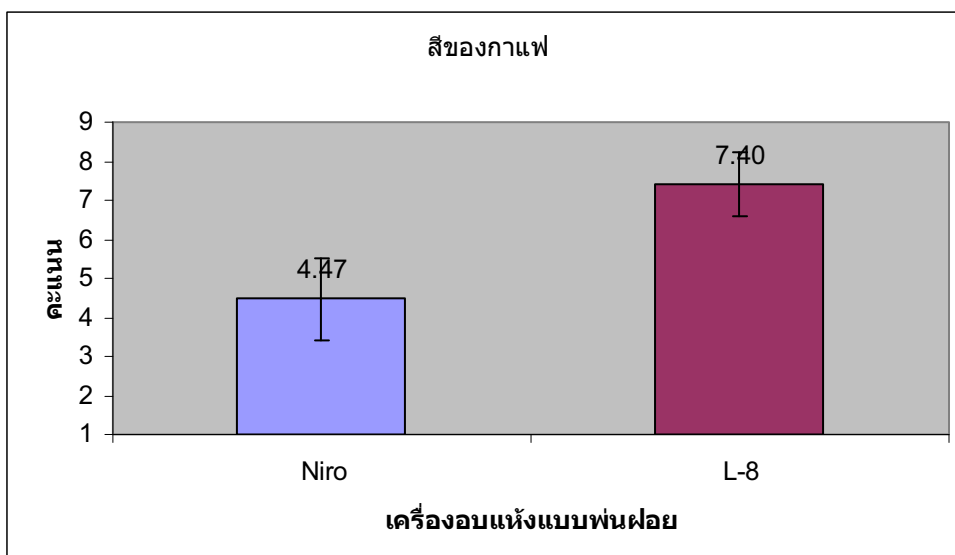
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านการละลายของผงมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 54) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงชอบเล็กน้อย



ภาพที่ 54. การยอมรับของผู้บริโภคด้านการละลายของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.5.1.5 สีของกาแฟ

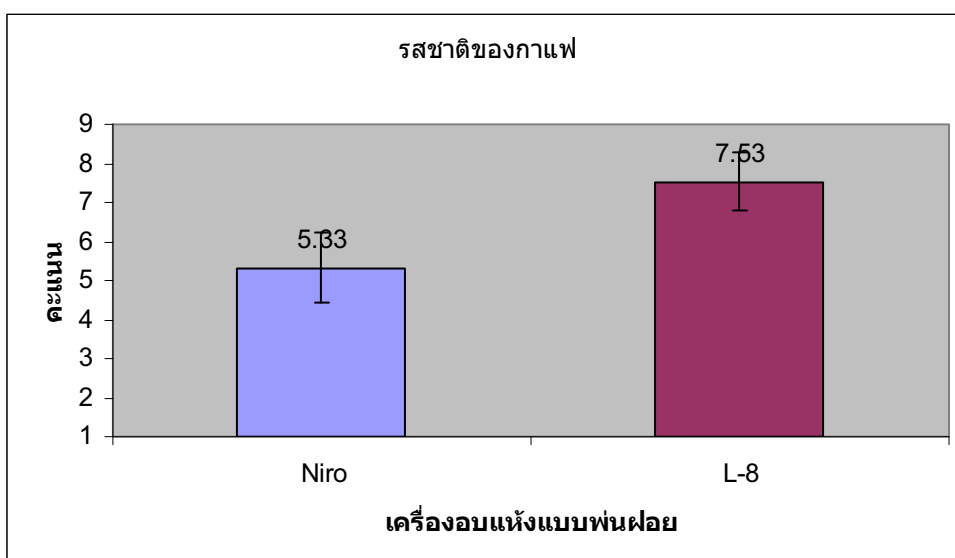
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านสีของกาแฟมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 55) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงชอบเล็กน้อย



ภาพที่ 55. การยอมรับของผู้บริโภคด้านสีของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.5.1.6 รสชาติของกาแฟ

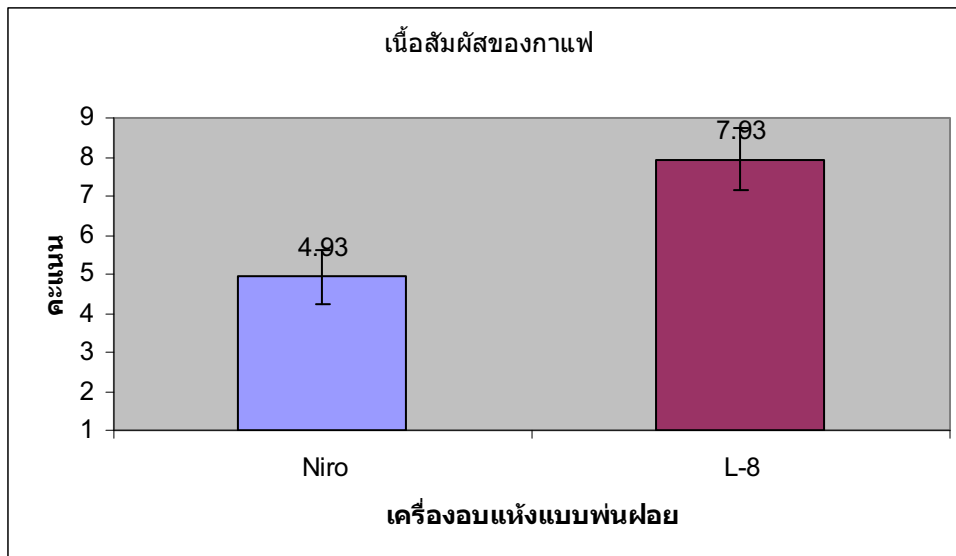
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติของกาแฟมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 56) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงชอบเล็กน้อย



ภาพที่ 56. การยอมรับของผู้บริโภคด้านรสชาติของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.5.1.7 เนื้อสัมผัสของกาแฟ

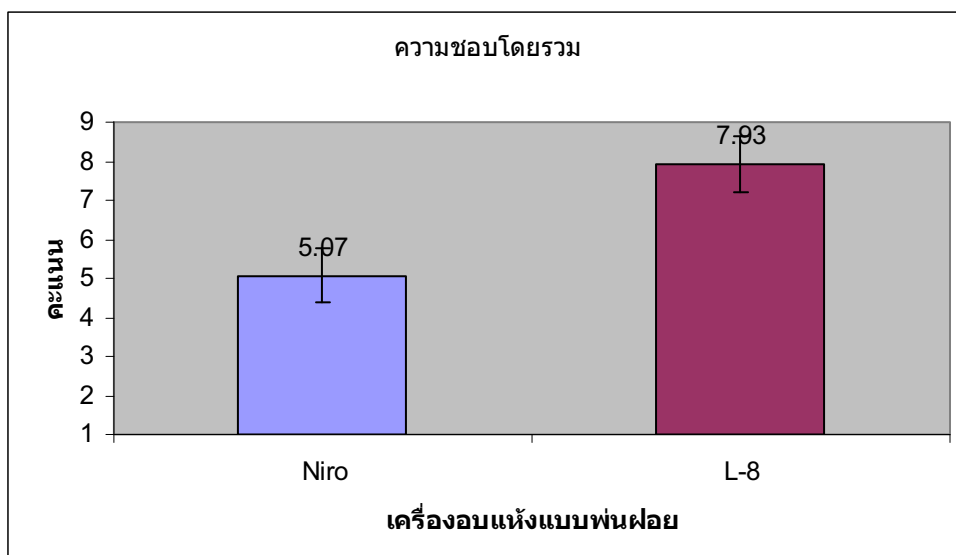
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของกาแฟมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 57) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่



ภาพที่ 57. การยอมรับของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

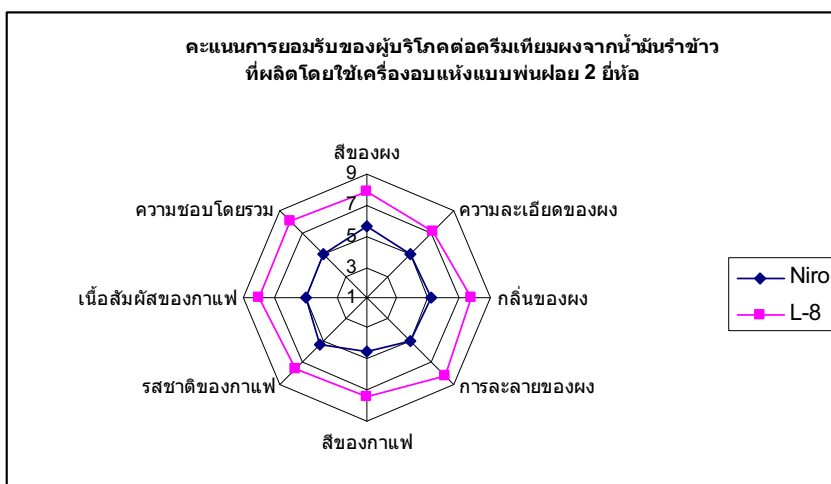
4.5.1.8 ความชอบโดยรวม

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านความละเอียดของผงมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 58) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงชอบเล็กน้อย



ภาพที่ 58. การยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของผง ความละเอียดของผง กลิ่นของผง ความสามารถในการละลายของผง สีของกาแฟ รสชาติของกาแฟ เนื้อสัมผัสของกาแฟ และคุณภาพโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ สามารถสรุปได้ว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 มีคะแนนความชอบของผู้บริโภคสูงกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ในทุกๆ คุณลักษณะที่ทดสอบ (ภาพที่ 59) ดังนั้น เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 เหมาะสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A ในสูตร สภาวะ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยนี้ และสภาวะการผลิตที่ 2 ซึ่งใช้อุณหภูมิลมเข้า 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที เหมาะสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 สูตร สภาวะ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยนี้



ภาพที่ 59. การเปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.6 การศึกษาคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

4.6.1 คุณสมบัติทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

จากตารางที่ 20 ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro มีปริมาณความชื้นและค่า TBA สูงกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 แต่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยทั้ง 2 ยี่ห้อ มีปริมาณความชื้นและไขมันเป็นไปตามค่ามาตรฐาน (ความชื้นไม่เกิน 5% และไขมันไม่น้อยกว่า 30%) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 208 (พ.ศ. 2543) เรื่องครีม และมีค่า TBA ต่ำมากจนสามารถสรุปได้ว่าแทบจะไม่มีกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้น ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยทั้ง 2 ยี่ห้อ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากันคือ 33°Brix ทั้งนี้เนื่องจากมีส่วนผสมเหมือนกัน

ตารางที่ 20. องค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (%)	
	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8
ความชื้น	4.62 ± 0.27	4.38 ± 0.28
ไขมัน	32.83 ± 0.44	32.86 ± 0.82
TBA	0.58 ± 0.13	0.46 ± 0.11
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix)	33 ± 0.00	33 ± 0.00

4.6.2 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro มีค่าสี L^* b^* และ a^* ใกล้เคียงกับครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 (ตารางที่ 21) โดยมีสีขาวครีม

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 มีความสามารถในการละลายและความสามารถในการกระจายตัวสูงกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวจากที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ตารางที่ 21) โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการกระจายตัวนั้นซึ่งมีค่าสูงกว่ามาก

จากผลการทดสอบคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ สามารถสรุปได้ว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 มีคุณสมบัติทางกายภาพดีกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro

ตารางที่ 21. การวิเคราะห์ทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

การวิเคราะห์ทางกายภาพ	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	
	ที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro	ที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8
L*	94.34 ± 0.22	93.85 ± 0.925
a*	-2.49 ± 0.24	-2.48 ± 0.22
b*	10.98 ± 1.07	10.94 ± 1.10
ความสามารถในการละลาย (นาทีก)	1.54 ± 0.11	1.35 ± 0.92
ความสามารถในการกระจาย (%)	8.26 ± 0.83	13.83 ± 1.80

4.6.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 พบว่าปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เถ้า ใยอาหาร และโซเดียม มีค่าใกล้เคียงกันมาก (ตารางที่ 22) ทั้งนี้เนื่องจากมีส่วนผสมที่เหมือนกันและใช้สภาวะการผลิตที่เหมือนกันนั่นเอง

4.7 การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

เมื่อนำปริมาณและราคาของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวมาวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิต ซึ่งแสดงดังตารางที่ 23 พบว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวถ้าผลิตตามสูตรที่ได้รับการคัดเลือกมีต้นทุนในการผลิตที่ยังไม่รวมค่าไฟฟ้าและแรงงานราคาของละเท่ากับ 6.6 บาท หรือประมาณ 7 บาท แต่ถ้าผลิตในปริมาณ 2 เท่าจะมีต้นทุนการผลิตลดต่ำลงคือ 4.34 บาท ซึ่งแพงกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์ม (0.40 บาท/ 3 กรัม) และน้ำมันถั่วเหลือง (0.35 บาท / 3 กรัม) ที่ผลิตทางการค้ามาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีการสูญเสียในเครื่องและการร่อนผ่านตะแกรง นอกจากนี้ ปริมาณการผลิตในงานวิจัยนี้ ที่มีจำนวนน้อยกว่าและมีวัตถุดิบเริ่มต้นมากกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองที่ผลิตทางการค้า

ตารางที่ 22. องค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (%)	
	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ยี่ห้อ Niro	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ยี่ห้อ L-8
ความชื้น	2.76	2.79
ไขมัน	32.13	32.10
ไขมันอิ่มตัว	-	2.52
โปรตีน	2.94	2.99
คาร์โบไฮเดรต	60.58	60.56
น้ำตาลทั้งหมด	-	9.50
เถ้า	0.65	0.64
ใยอาหาร	0.94	0.92
โซเดียม (มก.)	2.31	2.34

ตารางที่ 23. ต้นทุนในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

วัตถุดิบ	ปริมาณการใช้ (กรัม)	ราคาวัตถุดิบ (บาท)	ปริมาณการใช้ (กรัม)	ราคาวัตถุดิบ (บาท)
กลูโคสไซรัป	560	45	1,120	90
น้ำมันรำข้าว	360	180	720	360
นมผงพร่องมันเนย	125	57	250	104
โซเดียมเคซิเนต	25	9	50	18
เลซิติน	109.75	38	219.50	76
มอลโทเด็กซ์ทริน	25	1	50	2
รวม	1,204.75	330	2,409.5	660
ผลผลิต (%)	12.45		18.94	
ปริมาณครีมเทียมผงที่ได้ (กรัม)	150		456.38	
จำนวนซองที่ได้ (ซองละ 3 กรัม)	50		152	
ราคาดันทุนต่อซอง (บาท)	6.60		4.34	

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย

การเตรียมตัวอย่างน้ำมันรำข้าวที่นำมาใช้ในการผลิตครีมเทียมผงเริ่มต้นจากการนำรำข้าวไปบิบน้ำมันด้วยเครื่องบิบน้ำมันรำข้าวแบบบีบเย็น และกรองผ่านกระดาษ Whatman เบอร์ 91 จากนั้นนำมากรองผ่านชุดกรองละเอียด ซึ่งมีความละเอียดขนาด 1 ไมครอนโดยใช้ระบบสุญญากาศ และผ่านกระบวนการเหนี่ยวนำด้วยสนามแม่เหล็ก นาน 4 ชั่วโมงเพื่อช่วยในการจัดเรียงโมเลกุลของไขมันและเพิ่มความคงตัวของไขมัน จากนั้นนำน้ำมันรำข้าวไปผ่านการกำจัดกัม (degumming) โดยนำน้ำมันรำข้าวปริมาณ 500 กรัม ผสมกับ น้ำกลั่นปริมาณ 25 กรัม นำไปปั่นด้วยเครื่อง Stirrer ที่ 500 rpm นาน 20 นาที นำไปต้มให้ร้อนถึงอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แล้วปล่อยตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำน้ำมันรำข้าวไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูง (centrifuge) ที่ 10,000 rpm นาน 1 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จากนั้นเก็บเฉพาะน้ำมันรำข้าวโดยบรรจุลงในขวดพลาสติกและปิดฝาให้สนิทเพื่อรอการนำมาผลิตครีมเทียมผง

ขั้นตอนในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวมีดังนี้

1. นำกลูโคสไปชงกับน้ำ (900 กรัม) จนละลายหมด
2. นำนมผงพร่องมันเนยผสมกับน้ำ (100 กรัม) จนเป็นเนื้อเดียวกัน
3. เติมกลูโคสที่ละลายแล้ว (ข้อ 1) น้ำมันรำข้าว และ โซเดียมเคซิเนต ในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 30 นาที
4. เติมเลซิตินลงไปในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที
5. เติมอิมัลซิไฟอิง สตาร์ช ลงไปในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที
6. เติมนมผงพร่องมันเนยที่ผสมน้ำแล้ว (ข้อ 2) ลงไปในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที
6. นำของผสมออกจากเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และเทใส่ในเหยือกสเตนเลสสำหรับการป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย
7. ตั้งค่าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ดังนี้

7.1 อุณหภูมิลมเข้า 160 องศาเซลเซียส

7.2 ความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที

8. ทำการอบแห้งจนกระทั่งของผสมในเหยือกหมด ก็จะได้เป็นครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

9. นำครีมเทียมผงมากรองผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh และบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์

จากการพัฒนาสูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยใช้สูตรครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า 2 ยี่ห้อ และจากน้ำมันถั่วเหลืองที่จำหน่ายทางการค้า 1 ยี่ห้อ ซึ่งใช้น้ำมันรำข้าวแทนน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสด้าน

สีของผง ความละเอียดของผง กลิ่นของผง ความสามารถในการละลายของผง สีของกาแฟรสชาติของกาแฟ เนื้อสัมผัสของกาแฟ และคุณภาพโดยรวม คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน ค่า TBA และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L^* , a^* และ b^* ความสามารถในการละลาย และความสามารถในการกระจายตัว สามารถสรุปได้ว่า ครีมเทียมผงสูตร A ซึ่งประกอบด้วย 1) กลูโคสไซรัป 560 กรัม 2) น้ำมันรำข้าว 360 กรัม 3) นมผงพร่องมันเนย 125 กรัม 4) เลซิติน 109.75 กรัม 5) อิมัลซิไฟอิง สตาร์ช 25 กรัม 6) โซเดียมเคซิเนต 25 กรัม และ 7) น้ำ 1,000 กรัม เป็นสูตรที่มีคุณสมบัติดีที่สุด

เมื่อนำครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตร มาศึกษาขนาดและรูปร่างของเม็ดไขมันโดยใช้เครื่อง SEM พบว่าครีมเทียมผงเป็นอาหารที่มีอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำ นั่นคือ มีอนุภาคของไขมันกระจายตัวอยู่ในน้ำ โดยครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A มีขนาดของอนุภาคขนาดใหญ่ปะปนอยู่กับอนุภาคเล็ก ส่วนสูตร B มีอนุภาคไขมันที่มีขนาดเล็กกว่ากระจายตัวในน้ำ และสูตร C มีอนุภาคของไขมันที่ไม่แตกตัวเท่าที่ควร โดยรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่และมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน ซึ่งขนาด รูปร่างและการกระจายตัวของเม็ดไขมันนี้มีผลต่อคุณสมบัติของครีมเทียมผงโดยเฉพาะด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและความนุ่มเนียนของกาแฟ

จากการศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยปรับเปลี่ยนอุณหภูมิหมกเข้าและความเร็วรอบของปั๊ม ทั้งหมด 9 สภาวะ แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ทางเคมีและกายภาพ สามารถสรุปได้ว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิหมกเข้า 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาติ เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวเนื่องจากครีมเทียมผงที่ได้มีคุณสมบัติดีกว่าที่สภาวะอื่นๆ

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า ซึ่งสามารถนำมาทดแทนกันได้ โดยมีต้นทุนการผลิตประมาณ 4.34 บาทต่อซองขนาดบรรจุ 3 กรัม

เอกสารอ้างอิง

- กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2545. กระบวนการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยี
กรมวิชาการเกษตร. 2549. น้ำมันปาล์ม. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2549. จาก
http://www.doa.go.th/public/plibai/plibai_46/january%2046/palm.html.
- กรมวิทยาศาสตร์การบริการ. 2525. การศึกษาการผลิตภัตอาหารผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย.
สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2551. จาก www.bangkokhealth.com
- กรมศุลกากร. 2549. น้ำมันพืช. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2549. จาก
<http://www.customs.go.th/Statistic/StatisticIndex.jsp>
- กระทรวงสาธารณสุข. 2543. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 208) เรื่อง ครีม. กระทรวงสาธารณสุข.
กรุงเทพฯ.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2541. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) เรื่อง ฉลากโภชนาการ. กระทรวง
สาธารณสุข. กรุงเทพฯ.
- กรพกา อรรถนิตย์. 2539. การผลิตกะทิขึ้นรูปแปลงไขมันบางส่วนด้วยน้ำหนัมน้ำมันพืชบรรจุกระป๋อง.
วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กัลยาณี โสมนัส. 2540. การผลิตกล้วยหอมผงโดยการทำแห้งแบบโฟมและแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กล้าณรงค์ ศรีรอดและเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2550. เทคโนโลยีแปรรูป. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพฯ.
- กองกาญจน์ อังสุพานิช . 2536. ศึกษากรรมวิธีการผลิตวุ้นหางจระเข้ผง. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
เกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- คมสัน หุตะแพทย์. 2549. น้ำมันรำข้าวบิบบิ้น. เกษตรกรรมธรรมชาติ. 1: 1-3.
- ชมภูษ สีสโสมณ. 2544. การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เค้กผงรสผัก
ผลไม้. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม
พ.ศ. 2549.
- ณัฐวีพร จันทพันธ์. 2547. การผลิตน้ำบ๊วยผงโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ดวงพร ตั้งบำรุงพงษ์. 2543. กระบวนการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจายและ
ไมโครเวฟสุญญากาศ. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ธีรพร กงบังเกิด. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยไข่อัดเม็ด. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัย
นเรศวร. พิษณุโลก.
- นราธิป เดียวนิช. 2539. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมเทียมจากโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์
มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

น้ำมันบริโภคไทย. 2549. น้ำมันรำข้าวกับคอเลสเตอรอล. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 กันยายน พ.ศ. 2549. จาก http://www.thaiedibleoil.com/thai/product_m2.php.

เบญจรัก วายุภาพ. 2546. การผลิตมะขามผงปรุงรสสำเร็จรูปในเชิงการค้า. มหาวิทยาลัยรังสิต. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2549.

ปรัชญา วงศ์ธนบัตร. 2543. ผลของปัจจัยการแปรรูปต่อคุณภาพของน้ำกะทิอบแห้งแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พนิดา รตนปิติกรณณ. 2541. การพัฒนาฟิล์มเคลือบบริโภคได้ชนิดฟิล์มประกอบสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ปลาเส้น. วิทยานิพนธ์. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรเทพ ธนกุลรังสฤษฎ์. 2551. การสื่อสารด้วยวาจา (จากการสนทนา).

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2550. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโดยใช้โปรตีนสกัดจากถั่วลิสง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มณฑิรา นพรัตน์. 2546. การประเมินความเป็นไปได้ทางเทคโนโลยีและทางเศรษฐศาสตร์ในการพัฒนากระบวนการผลิตนมถั่วเหลืองผงสำเร็จรูป. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2549.

เรื่อนำรู้ของเลชิติน. 2551. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2551. จาก www.bangkokhealth.com

วิชัย หลุทัยชนาสันต์ ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก และก่องกาญจน์ อังสุภาณิช. 2536. การศึกษากรรมวิธีการผลิตวุ้นนางจระเข้ผง. วารสารสงขลานครินทร์. 15(4): 371-379.

วัตถุเจือปนในอาหาร. 2551. เคมีอาหาร 1. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2551. จาก www.bangkokhealth.com

วรรณิ มาวิมล. 2545. การพัฒนากรรมวิธีการผลิตมะนาวผงและการประเมินอายุการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ศุภฤกษ์ ไทยอุดม. 2538. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อผลิตน้ำบัวบกผงสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริวัฒน์ มงคลกาญจน์ศิริ. 2545. การผลิตโปรตีนเข้มข้นจากรำข้าว. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สุขใจ ชูจันทร์. 2536. การศึกษากระบวนการและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำเสาวรสชนิดผง. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภาพพรบวงจร. 2551. น้ำมันรำข้าวกับคอเลสเตอรอล. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2551. จาก www.bangkokhealth.com

สุจิตา เมืองเงิน. 2541. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดหอมผง. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.

- สุพัชรี ชาติสุทธิกุล. 2536. การผลิตครีมเทียมจากน้ำมันถั่วเหลือง. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภารัตน์ ช่างล้อ. 2546. สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตตาลสุกโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.
- สุวรรณา เดชคง. 2543. เรื่องกลูโคสไซรัป. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- Al – khatani H. A. and Hassan B. H. 1990. Spray drying of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. J. Food Sci. 55(4): 1073-1076.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of the AOAC International. 16th ed. Association of the Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Bhanbari, B. R. A., Dumoulin, E. D. and Lebert, A. 1993. Spray drying of concentrated fruit juices. Drying Tech. 11(5): 1081-1092.
- Brennan, J. G., Butters, J. R., Cowell, N. D. and Lilly, A. E. V. 1990. Food engineering operations. 3rd ed. Applied Science Publishers, London, 416 pp.
- Coulter, S.T. and Breene, W. M. 1996. Spray drying fruits and vegetable using skim milk as a carrier. J. Dairy Sci. 49: 762-767.
- Herbst, S.T. 1995. Encyclopedia. Barron's Educational Series.
- Juliano, B.O. 1971. Cereal chemistry. Minnesota, St. Paul.
- King, V. A. E. 1986. Studies on the production of banana juice powder spray drying, Food Sci. Technol. 18(12): 81.
- Kirk, R. S. and Sawyer, R. 1991. Pearson's Composition and analysis of foods. Longman scientific & Technical.
- Wang, M., Hettiarachchy, N. S., Qi, M., Burks, W. and Siebenmorgen, T. 1999. Preparation and functional properties of rice bran protein isolate. J. Agric. Food Chem. 47(2): 411-416.

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการวิจัยไปใช้ประโยชน์มี 2 กิจกรรม คือ

1. โครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง “การบีบน้ำมันจากรำข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว” วันที่ 8 พฤษภาคม 2551 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. การนำเสนอตัวอย่างน้ำมันรำข้าวและครีมเทียมผงในงานวันเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ ระหว่างวันที่ 5-14 กันยายน 2551 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1. โครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การบีบน้ำมันจากรำข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

แบบเสนอโครงการ

1. ชื่อโครงการ

โครงการฝึกอบรม การบีบน้ำมันจากรำข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

2. ผู้รับผิดชอบโครงการ

2.1 ผศ. ดร. เจริญทอง	สิงห์จามรงค์	หัวหน้าโครงการ
2.2 ดร. ปวีณา	น้อยทัพ	
2.3 นายนิวัฒน์	ศักดาเดช	
2.4 นายทรงวุฒิ	ทิอ่อน	
2.5 นางสาวชิรญาณ์	โคมยงค์	

3. หน่วยงานที่รับผิดชอบ

3.1 ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

4. หลักการและเหตุผล

ในการสีข้าวจะได้รำข้าวเป็นผลพลอยได้ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 8% ของข้าวเปลือก รำข้าวส่วนใหญ่นำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ซึ่งมีมูลค่าต่ำ ดังนั้นจึงมีการนำรำข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น น้ำมันรำข้าว โปรตีนเข้มข้นจากรำข้าว และใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารเข้าชุมชน เป็นต้น ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับรำข้าว นอกจากนี้ ยังมีการสกัดสารที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูงออกจากส่วนต่างๆ ในรำข้าวและน้ำมันรำข้าว เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงกว่าเดิมหลายเท่า ได้แก่ เลซิติน วิตามินอี แกมมา-ออร์ซานอล อินซิทอล และไฟทิน เป็นต้น (อรอนงค์, 2547) รำข้าวมีองค์ประกอบทางเคมีที่แสดงให้เห็นว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเป็นแหล่งสำคัญของวิตามินบีและวิตามินอี มีโปรตีนซึ่งส่วน

ใหญ่เป็นไลซีนในปริมาณสูงกว่าจากธัญพืชชนิดอื่นๆ มี hypoallergenic protein ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่เหมาะสมสำหรับสูตรอาหารเด็กทารก (Wang et al., 1999) และมีปริมาณไขมันประมาณ 16-32% โดยที่ไขมันของรำข้าวประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด 15-20% และกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมด 80-85% ซึ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะชนิดโมโนสามารถป้องกันโรคหัวใจและโรคเมตาบอลิกบางชนิดได้

น้ำมันรำข้าวเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็น คือ กรดไลโนเลอิก (linoleic acid; C18:2) 32-38% และกรดไลโนเลนิก (linolenic acid; C18:3) 1-2% ซึ่งอุดมไปด้วยวิตามินอี ดี อี และเค โดยเฉพาะวิตามินอีรวมมีมากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำมันรำข้าวมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid: MUFA) สูงกว่า 40% ของปริมาณกรดไขมันทั้งหมด ซึ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวสามารถลดคอเลสเตอรอลที่ไม่ดีหรือ LDL-C (Low Density Lipoprotein Cholesterol) และเพิ่มคอเลสเตอรอลที่ดีหรือ HDL-C (High Density Lipoprotein Cholesterol) และด้วยปริมาณกรดไขมันที่สมดุลนี้เอง องค์การอนามัยโลก สมาคมโรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกา และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติจึงแนะนำว่าเป็นน้ำมันที่เหมาะสมต่อการบริโภค นอกจากกรดไขมันแล้วยังมีวิตามิน และสารอาหารที่สำคัญต่อร่างกายอีกหลายชนิดทั้งวิตามินอี ออร์ซานอล โทโคไตรอีนอล ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และช่วยลดคอเลสเตอรอลในร่างกาย ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดการอุดตันในผนังหลอดเลือดแดง นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มหรือคงระดับคอเลสเตอรอลที่ดี ที่ช่วยพาคอเลสเตอรอลในเซลล์และกระแสเลือดไปเผาผลาญได้อีกด้วย โดยวิตามินอีกลุ่มโทโคไตรอีนอล ซึ่งพบมากในน้ำมันรำข้าว นอกจากจะมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระแล้วยังช่วยชะลอการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย และลดการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (cardiovascular diseases) โดยยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของคอเลสเตอรอลที่ไม่ดี ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดการอุดตันในผนังหลอดเลือดแดงและลดการทำงานของเอนไซม์ HMG CoA (3-hydroxyl-3-methylglutaryl-coenzyme A reductase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย (Mevalonate Pathway) โดยทั่วไปน้ำมันรำข้าวมีวิตามินอีกลุ่มโทโคฟีรอล 19-40% และกลุ่มโทโคไตรอีนอล 51-81% ส่วนออร์ซานอล เป็นสารธรรมชาติที่พบในน้ำมันรำข้าวเท่านั้น ไม่พบในน้ำมันพืชชนิดอื่น สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้ และไฟโตสเตอรอล พบในน้ำมันรำข้าวมากกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น ในน้ำมันรำข้าวมีไฟโตสเตอรอลมากกว่า 17,000 ppm ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นในการช่วยลดการดูดซึมของคอเลสเตอรอล (น้ำมันบริโภคไทย, 2549)

ครีมเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีได้ทำจากนมและมีไขมันอื่นนอกจากมันเนยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญหรือครีมที่มีมันเนยผสมอยู่น้อยกว่า 30% ของไขมันทั้งหมด (กระทรวงสาธารณสุข, 2543) ครีมเทียมส่วนใหญ่ทำมาจากน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันปาล์ม มีจำหน่ายในรูปแบบของเหลว และแช่เยือกแข็ง (Herbst, 1995) และมีบทบาทหลักคือทำให้สีของกาแฟและชาอ่อนลงและทำให้รสชาติกลมกล่อมขึ้น ครีมเทียมที่ทำจากน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์มมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวสูง (90% และ 50% ตามลำดับ) ในขณะที่น้ำมันรำข้าวมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวต่ำ (15-20%) ซึ่งกรดไขมันอิ่มตัวนี้ถ้าบริโภคในปริมาณมากก็จะเป็นสาเหตุของโรคหัวใจและโรคเมตาบอลิกได้ นอกจากนี้ น้ำมันปาล์มยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศมูลค่าหลายล้าน

บาทต่อปี เช่น ปี 2547 และ 2548 มีการนำเข้า 1,379 และ 2,607 ตัน คิดเป็นมูลค่า 26 และ 47 ล้านบาท ตามลำดับ (กรมศุลกากร, 2549) ในขณะที่ ข้าวสามารถผลิตเองในประเทศไทยประมาณปีละ 2 ล้านตัน ซึ่ง 70% หรือ 1.4 ล้านตัน ของข้าว นำไปทำอาหารสัตว์และอีก 15% หรือ 3 แสนตัน นำมาสกัดน้ำมัน ข้าว ซึ่งจะได้ไขมัน 45,000 ตัน/ปี แต่ถ้านำข้าวทั้งหมดมาสกัดเป็นน้ำมันก็จะได้น้ำมันข้าว 300,000 ตัน/ปี (คมสัน, 2549) ซึ่งมากกว่าปริมาณน้ำมันปาล์มที่นำเข้าประเทศ น้ำมันข้าวที่จำหน่ายในท้องตลาด ราคา 30-40 บาท/กิโลกรัม (น้ำมันบริโภคไทย, 2549) ในขณะที่น้ำมันปาล์มดิบราคา 17-25 บาท/กิโลกรัม ซึ่งต้องนำมาผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ก่อนนำมาบริโภค โดยมีราคาจำหน่ายในท้องตลาด 25-30 บาท/กิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2549) ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำมันข้าว ส่วนการข้าวที่เหลือจากการสกัดน้ำมัน ก็สามารถนำไปทำอาหารสัตว์ได้เหมือนเดิมโดยที่ราคายังเท่าเดิม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าน้ำมันข้าวสามารถใช้ทดแทนน้ำมันปาล์มได้เป็นอย่างดี ทั้งปริมาณก็มีมากพอสำหรับอุตสาหกรรม และยังมีคุณค่าทางโภชนาการ มากกว่าน้ำมันปาล์ม

งานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาครีมเทียมชนิดผงที่ผลิตมาจากน้ำมันข้าว เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากรข้าว เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าว และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภค เครื่องดื่มประเภทกาแฟและชาที่ใส่ใจสุขภาพ โดยสามารถเลือกใช้ครีมเทียมผงจากน้ำมันข้าวที่มีกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณที่ต่ำกว่าและมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาด

เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบแล้ว โครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการนี้จึงได้จัดทำขึ้นเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ผู้ประกอบการกลุ่มเป้าหมาย

5. วัตถุประสงค์

5.1 เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมโดยเฉพาะผู้ประกอบการจากโรงสีฟาร์มวิวัฒน์ กลุ่มผู้ประกอบการโรงสี เกษตรกรและกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปข้าว จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และอุดรธานี มีความเข้าใจเทคโนโลยีการบีบน้ำมันข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันข้าว เพื่อการต่อยอดในอนาคต

5.2 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผลพลอยได้จากข้าว

6. ตัวชี้วัดความสำเร็จ

6.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ จำนวนผู้เข้ารับการอบรม 10 คน

6.2 ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ เกณฑ์ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม ร้อยละ 80

6.3 ตัวชี้วัดเชิงเวลา จำนวนวันที่ใช้ในการอบรม 1 วันคือ วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551

7. ระยะเวลาดำเนินโครงการ

เริ่มตั้งแต่ 3 มีนาคม – 30 พฤษภาคม 2551 โดยทำการอบรมในวันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551

8. วิธีดำเนินโครงการ

8.1 กลุ่มเป้าหมายของผู้ร่วมโครงการ

กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้ประกอบการจากโรงสีฟาร์มวิวัฒน์ กลุ่มผู้ประกอบการโรงสี เกษตรกร และกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปข้าว จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และอุดรธานี จำนวน 10 คน

8.2 การจัดกิจกรรม มีกำหนดการอบรมดังนี้

วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551

8.00-8.30 น. ลงทะเบียน

8.30-8.45 น. พิธีเปิด โดยหัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

8.45-10.45 น. บรรยายเรื่อง

1. คุณค่าทางโภชนาการของรำข้าว โดย คุณพรเทพ ธนกุลรังสฤษฎ์
2. การบีบน้ำมันรำข้าว โดย คุณพรเทพ ธนกุลรังสฤษฎ์
3. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ครีมเทียมผง โดย ดร. ปวีณา น้อยทัพ
4. ขั้นตอนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จานุวงศ์

ถาม-ตอบ ปัญหา

10.45-11.00 น. พักรับประทานอาหารว่าง

11.00-12.00 น. ปฏิบัติการ : การบีบน้ำมันรำข้าว

12.00-13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

13.00-15.00 น. ปฏิบัติการ: การผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

15.00-15.15 น. พักรับประทานอาหารว่าง

15.15-16.00 น. ถาม-ตอบ ปัญหา และประเมินผลโครงการ

9. สถานที่ดำเนินโครงการ

โรงงานต้นแบบแปรรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

10. งบประมาณที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

โดยมีรายการใช้จ่ายดังนี้

1. ค่าตอบแทน

ค่าตอบแทนวิทยากร

- บรรยาย 2 ชม. x 600 บาท 1,200 บาท

- ปฏิบัติการ 3 ชม. x 300 บาท x 3 คน 2,700 บาท

2. ค่าที่พัก 1 คืน x 1 ห้อง x 1,000 บาท (วิทยากร 1 ท่าน) 1,000 บาท

3. ค่าใช้สอย

ค่าอาหารสำหรับผู้เข้าร่วมอบรม 16 คน ๆ ละ 180 บาท 2,880 บาท

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (วิทยากร 1 ท่าน) 1,000 บาท

ค่ารับรองและพิธีการ 400 บาท

4. ค่าวัสดุ

ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์	320 บาท
ค่าวัสดุสำนักงานประกอบการอบรม 20 ชุด ๆ ละ 15 บาท	300 บาท
ค่าเอกสารประกอบการอบรม 20 ชุด ๆ ละ 10 บาท	200 บาท
รวมทั้งสิ้น	10,000 บาท

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยจ่ายทุกรายการ

11. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้พื้นฐานเพียงพอสำหรับการบีบน้ำมันรำข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวและแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่จากผลิตผลทางการเกษตร

กำหนดการโครงการฝึกอบรม การบีบน้ำมันจากรำข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551 เวลา 08.00 – 16.00 น.

ณ โรงงานต้นแบบแปรรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

8.00-8.30 น. ลงทะเบียน

8.30-8.45 น. พิธีเปิด โดยหัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

8.45-10.45 น. บรรยายเรื่อง

1. คุณค่าทางโภชนาการของรำข้าว โดย คุณพรเทพ ธนกุลรังสฤษฎ์
2. การบีบน้ำมันรำข้าว โดย คุณพรเทพ ธนกุลรังสฤษฎ์
3. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ครีมเทียมผง โดย ดร. ปวีณา น้อยทัพ
4. ขั้นตอนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จานุวงศ์

ถาม-ตอบ ปัญหา

10.45-11.00 น. พักรับประทานอาหารว่าง

11.00-12.00 น. ปฏิบัติการ : การบีบน้ำมันรำข้าว

12.00-13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

13.00-15.00 น. ปฏิบัติการ: การผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

15.00-15.15 น. พักรับประทานอาหารว่าง

15.15-16.00 น. ถาม-ตอบ ปัญหา และประเมินผลโครงการ

แบบประเมินผลโครงการฝึกอบรม การปั๊บน้ำมันจากร้าข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551 เวลา 08.00 – 16.00 น.

ณ โรงงานต้นแบบแปรรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ท่านคิดว่าเหมาะสม

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้กรอกแบบประเมิน

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

อายุ ☐ <31 ปี ☐ 31-40 ปี ☐ 41-50 ปี ☐ >50 ปี

ส่วนที่ 1 ความพึงพอใจในเนื้อหาการอบรมทั้งภาคบรรยายและภาคปฏิบัติ

เนื้อหาการอบรม (ภาคบรรยาย)	คะแนนการประเมิน				
	ดีเยี่ยม	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ท่านมีความรู้ความเข้าใจก่อนเข้าอบรม					
2. ท่านได้รับความรู้ความเข้าใจหลังเข้าอบรม					
3. การบรรยายตรงกับวัตถุประสงค์การเข้าร่วม อบรม					
4. รายละเอียด ความครอบคลุมเนื้อหา					
5. ความเหมาะสมของเอกสารประกอบการ บรรยาย					
6. การเปิดโอกาสให้ซักถาม					
7. ความสามารถในการถ่ายทอดของวิทยากร					
8. ประโยชน์ที่ได้รับ					

เนื้อหาการอบรม (ภาคปฏิบัติการ)	คะแนนการประเมิน				
	ดีเยี่ยม	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ท่านมีทักษะในการแปรรูปร่าง <u>ก่อน</u> เข้ารับการอบรม					
2. ท่านมีทักษะในการแปรรูปร่าง <u>หลัง</u> เข้ารับการอบรม					
3. รูปแบบของปฏิบัติการตรงกับวัตถุประสงค์การเข้าร่วมอบรม					
4. ความพร้อมและอุปกรณ์ประจำห้องฝึกปฏิบัติการ					
5. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติการ					
6. การได้มีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติการ					
7. ความสามารถในการถ่ายทอดของวิทยากร					
8. ประโยชน์ที่ได้รับ					

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจในการจัดอบรม

การดำเนินการจัดอบรม	คะแนนการประเมิน				
	ดีเยี่ยม	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ความเหมาะสมและความสะดวกในการลงทะเบียนเข้าร่วมอบรม					
2. ความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรม					
3. คุณภาพของสื่อที่ใช้ในการอบรม					
4. คุณภาพของอาหารและเครื่องดื่ม					
5. บริการของเจ้าหน้าที่ระหว่างอบรม					
6. จำนวนวันที่จัดอบรม					
7. ประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรม					

ข้อเสนอแนะ



รายงานสรุปผลการดำเนินโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง การบีบน้ำมันจากรำข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551 เวลา 08.00 – 16.00 น.

ณ โรงงานต้นแบบแปรรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

จัดทำโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จำนงค์

ดร. ปวีณา	น้อยทัพ
นายนิวัฒน์	ศักดิ์ดาเดช
นายทรงวุฒิ	ทื่ออ่อน
นางสาววชิรญาณ์	โคมยงค์

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สนับสนุนโดย งบประมาณรายได้คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ประจำปีงบประมาณ พ. ศ. 2551

สรุปผลการดำเนินโครงการฝึกอบรม
การบีบน้ำมันจากรำข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากรำข้าว
วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551 เวลา 08.00 – 16.00 น.

ณ โรงงานต้นแบบแปรรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

จำนวนผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมที่มาจากภาคเอกชนทั้งหมด 10 คน โดยแบ่งเป็นเพศชาย 7 คนและเพศหญิง 3 คน โดยมีอายุ <31 ปี จำนวน 1 คน ช่วงอายุ 31-40 ปี จำนวน 3 คน ช่วงอายุ 41-50 ปี จำนวน 4 คน และช่วงอายุ >50 ปี จำนวน 2 คน

ความพึงพอใจในเนื้อหาการอบรมภาคบรรยายประกอบด้วยผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจก่อนเข้าอบรมในระดับพอใช้ 90% และหลังการอบรมในระดับดีและดีมาก 50% การบรรยายตรงกับวัตถุประสงค์การเข้าร่วมอบรม รายละเอียดความครอบคลุมเนื้อหา ความเหมาะสมของเอกสารประกอบการบรรยาย การเปิดโอกาสให้ซักถาม และความสามารถในการถ่ายทอดของวิทยากร ได้รับคะแนนระดับดีมาก และประโยชน์ที่ได้รับจากภาคบรรยายได้รับคะแนนในระดับดีเยี่ยม

ความพึงพอใจในเนื้อหาการอบรมภาคปฏิบัติประกอบด้วยผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจก่อนเข้าอบรมในระดับพอใช้ 90% และหลังการอบรมในระดับดีและดีมาก 50% รูปแบบของปฏิบัติการตรงกับวัตถุประสงค์การเข้าร่วมอบรมได้รับคะแนนในระดับดี ความพร้อมและอุปกรณ์ประจำห้องฝึกปฏิบัติการได้รับคะแนนในระดับดีเยี่ยม ความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติการได้รับคะแนนในระดับดีมาก การได้มีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติการได้รับคะแนนในระดับดี ความสามารถในการถ่ายทอดของวิทยากรได้รับคะแนนในระดับดีมาก และประโยชน์ที่ได้รับจากภาคปฏิบัติการได้รับคะแนนในระดับดีมาก

ความพึงพอใจในการจัดอบรมประกอบด้วยความเหมาะสมและความสะดวกในการลงทะเบียนเข้าร่วมอบรมและความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรมได้รับคะแนนในระดับดี คุณภาพของสื่อที่ใช้ในการอบรม คุณภาพของอาหารและเครื่องดื่ม การบริการของเจ้าหน้าที่ระหว่างอบรม จำนวนวันที่จัดอบรม และประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรมได้รับคะแนนในระดับ ดีมาก

ผลการประเมินผลโครงการฝึกอบรม การปั๊มน้ำมันจากร้าข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551 เวลา 08.00 – 16.00 น.

ณ โรงงานต้นแบบแปรรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้กรอกแบบประเมิน

เพศ ชาย 70% หญิง 30%

อายุ <31 ปี 10% 31-40 ปี 30% 41-50 ปี 40% >50 ปี 20%

ส่วนที่ 1 ความพึงพอใจในเนื้อหาการอบรมทั้งภาคบรรยายและภาคปฏิบัติ

เนื้อหาการอบรม (ภาคบรรยาย)	คะแนนการประเมิน				
	ดีเยี่ยม	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ท่านมีความรู้ความเข้าใจก่อนเข้าอบรม	-	-	10%	90%	-
2. ท่านได้รับความรู้ความเข้าใจหลังเข้าอบรม	-	50%	50%	-	-
3. การบรรยายตรงกับวัตถุประสงค์การเข้าร่วมอบรม	20%	50%	30%	-	-
4. รายละเอียด ความครอบคลุมเนื้อหา	10%	50%	40%	-	-
5. ความเหมาะสมของเอกสารประกอบการบรรยาย	10%	50%	20%	10%	10%
6. การเปิดโอกาสให้ซักถาม	20%	40%	40%	-	-
7. ความสามารถในการถ่ายทอดของวิทยากร	30%	40%	30%	-	-
8. ประโยชน์ที่ได้รับ	40%	40%	20%	-	-

เนื้อหาการอบรม (ภาคปฏิบัติการ)	คะแนนการประเมิน				
	ดีเยี่ยม	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ท่านมีทักษะในการแปรรูปร่าง <u>ก่อน</u> เข้ารับการอบรม	-	-	-	80%	20%
2. ท่านมีทักษะในการแปรรูปร่าง <u>หลัง</u> เข้ารับการอบรม	20%	40%	40%	-	-
3. รูปแบบของปฏิบัติการตรงกับวัตถุประสงค์การเข้าร่วมอบรม	10%	40%	50%	-	-
4. ความพร้อมและอุปกรณ์ประจำห้องฝึกปฏิบัติการ	40%	20%	40%	-	-
5. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติการ	20%	40%	40%	-	-
6. การได้มีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติการ	40%	10%	50%	-	-
7. ความสามารถในการถ่ายทอดของวิทยากร	30%	40%	30%	-	-
8. ประโยชน์ที่ได้รับ	20%	50%	30%	-	-

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจในการจัดอบรม

การดำเนินการจัดอบรม	คะแนนการประเมิน				
	ดีเยี่ยม	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ความเหมาะสมและความสะดวกในการลงทะเบียนเข้าร่วมอบรม	10%	40%	50%	-	-
2. ความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรม	20%	30%	50%	-	-
3. คุณภาพของสื่อที่ใช้ในการอบรม	30%	40%	30%	-	-
4. คุณภาพของอาหารและเครื่องดื่ม	-	50%	50%	-	-
5. บริการของเจ้าหน้าที่ระหว่างอบรม	-	70%	30%	-	-
6. จำนวนวันที่จัดอบรม	10%	40%	30%	10%	10%
7. ประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรม	30%	60%	10%	-	-

ไม่มีข้อเสนอแนะจากผู้เข้ารับการอบรม

ภาพบรรยากาศระหว่างการฝึกอบรม



ภาพที่ 60. กล่าวรายงานโดยหัวหน้าโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จำนุสงค์



ภาพที่ 61. กล่าวเปิดงานโดยหัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร รองศาสตราจารย์ ดร. ชีรพร กงบังเกิด



ภาพที่ 62. การบรรยายโดยวิทยากรรับเชิญ คุณพรเทพ ชนกุลรังสฤษฎ์



ภาพที่ 63. ผู้เข้าร่วมการอบรมภาคบรรยาย



ภาพที่ 64. การบรรยายโดยวิทยากร ดร. ปวีณา น้อยทัพ



ภาพที่ 65. การบรรยายโดยวิทยากร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จานุสงค์



ภาพที่ 66. การบรรยายเกี่ยวกับการบิบน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 67. การสาธิตเกี่ยวกับการบิบน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 68. ภาพกลุ่มของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมและวิทยากร



ภาพที่ 69. การรวมกลุ่มแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการบีบน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 70. การบรรยายเกี่ยวกับส่วนประกอบและขั้นตอนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 71. การบรรยายเกี่ยวกับการโฮโมจีไนซ์ส่วนผสมและการตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด



ภาพที่ 72. การเตรียมตัวอย่างสำหรับป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย



ภาพที่ 73. การบรรยายเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย



ภาพที่ 74. ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมและวิทยากรรับประทานอาหารกลางวันร่วมกัน

2. การแสดงตัวอย่างน้ำมันรำข้าวและครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวในงานวันเกษตรแห่งชาติ
ประจำปี 2551 ระหว่างวันที่ 5-14 กันยายน 2551 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตัวอย่างภาพแสดงกิจกรรม



ภาพที่ 75. เต้นท์แสดงนิทรรศการของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร



ภาพที่ 76. รำข้าว น้ำมันรำข้าว และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 77. รำข้าว น้ำมันรำข้าว และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 78. รำข้าว น้ำมันรำข้าว และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

ตารางที่ 24. กิจกรรมที่วางแผนไว้ตลอดโครงการ

เดือนที่	Output ข้อที่	Output
1	1	สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว
4	1	กระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว
4	2	คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว
4	3	การยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว
6	-	รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ตารางที่ 25. ผลการดำเนินงานตลอดโครงการ (1 กันยายน 2550 – 30 กันยายน 2551)

กิจกรรม	ผลงานที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
1. การศึกษาสูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ได้สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ได้สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	1. ผลการดำเนินงานของโครงการล่าช้าไปในช่วงแรกประมาณ 4 เดือนเนื่องจากรอเครื่องบิบน้ำมัน
2. การศึกษากระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ได้กระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ได้กระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	2. ผลการดำเนินงานล่าช้าไปอีกประมาณ 2 เดือนช่วงท้ายโครงการ เนื่องจากรอใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro
3. ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ทราบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ทราบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	
4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ทราบการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ทราบการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	
5. จัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	ได้รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	ได้ร่างรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

วิธีการทดสอบ

1. วิธี Degumming

1.1 การ Degumming แบบเป็นชุด

ทำได้โดยการเติมน้ำหรือไอน้ำ (ใช้น้ำอ่อนห้ามใช้น้ำกระด้าง) ลงในน้ำมันประมาณ 1-2% ขึ้นอยู่กับปริมาณของฟอสฟาไทด์ที่อุณหภูมิ 70°C ผสมให้เข้ากันนาน 30-60 นาที แล้วปล่อยตั้งทิ้งไว้ สารประกอบฟอสโฟลิพิดที่ละลายได้ในน้ำ แต่ไม่ละลายในน้ำมันจะแยกตัวออกไปละลายอยู่ในน้ำ หลังจากนั้น แยกออกจากน้ำมันได้ โดยวิธีการกรอง หรือใช้เครื่องเหวี่ยง หรือปล่อยตั้งทิ้งไว้

1.2 การ Degumming แบบต่อเนื่อง

น้ำมันจะถูกทำให้ร้อนถึงอุณหภูมิ $70-80^{\circ}\text{C}$ แล้วจึงเติมน้ำลงไปให้ผสมกับน้ำมันนานประมาณ 15-30 นาที แล้วจึงส่งต่อไปยังเครื่องเหวี่ยง ประสิทธิภาพของการทำ degumming ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ปล่อยให้ น้ำละลายเอาฟอสฟาไทด์ออกมา กัมที่ละลายอยู่ในน้ำและแยกออกมาได้จากน้ำมันจะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเลซิติน กัมที่แยกออกมาเป็นส่วนผสมของฟอสโฟลิพิดและไกลโคลิพิดเป็นส่วนใหญ่ กัมที่ได้จากการล้างน้ำมันถึงเหลือจะมีประโยชน์มาก เพราะมีปริมาณเลซิตินสูง นอกจากนั้นยังใช้กัมที่ได้จากน้ำมันข้าวโพดเป็นวัตถุดิบในการผลิตเลซิตินด้วย แต่มีปริมาณเลซิตินน้อยกว่าน้ำมันถั่วเหลือง

2. ความสามารถในการละลาย (Solubility) (Al-Khatani and Hassan, 1990)

ชั่งตัวอย่างด้วยน้ำหนักที่แน่นอน 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น (อุณหภูมิห้อง) ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร กวนของผสมทั้งหมดด้วย magnetic stirrer ที่ความเร็วระดับ 5 จิบเวลา (นาที) ที่ใช้ในการละลายของผงจนสมบูรณ์

3. ความสามารถในการกระจายตัว (Dispersibility) (Al-Khatani and Hassan, 1990)

ชั่งตัวอย่างด้วยน้ำหนักที่แน่นอน 2 กรัม ลงในบีกเกอร์ตามน้ำกลั่นด้วยจำนวน 100 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง กวนด้วย magnetic stirrer ที่ความเร็วระดับ 5 นาน 5 วินาที ดึงตัวอย่างออกด้วยกระบอกฉีดยา Syringe ขนาด 50 มิลลิลิตร นำไป centrifuge ที่ 1735 g นาน 3 นาที นำส่วนใสที่ centrifuge ออกมาได้ โดยทำการวัดที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ใช้น้ำกลั่นเป็น blank

4. การหาค่า Thiobarbituric acid number (TBA) (AOCS, 1990)

4.1 หลักการ

มาโลนัลดีไฮด์ เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นที่ 2 ที่เกิดจากออกซิเดชันในอาหารประเภทไขมันชนิด polyunsaturated fatty acid ที่มีพันธะคู่ตั้งแต่ 3 ตำแหน่งขึ้นไป ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยากับ 2-thiobarbituric acid (TBA) เกิดสารที่มีสีแดง (Suzanne.n.d.) ความเข้มของสีแดงที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ Oxidative rancidity ซึ่งสามารถตรวจสอบโดยใช้ Spectrophotometer วัดที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร ซึ่งเป็น absorption ที่สูงที่สุด วิธีนี้สามารถวัดค่า TBA จากไขมันและน้ำมันโดยไม่ต้องผ่านกรรมวิธีการสกัด Oxidative product ที่เกิดขึ้นเป็นวิธีมาตรฐานสำหรับหาค่า TBA ในไขมันจากพืชและสัตว์

4.2 เครื่องมือเครื่องใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- ขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร
- ปิเปต ขนาด 5 มิลลิเมตร
- หลอดทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 10-15 มิลลิเมตร พร้อมฝาปิด
- ชุดเครื่องกลั่น
- เครื่องชั่ง
- เครื่องบดตัวอย่าง
- Water bath
- Spectrophotometer พร้อม Glass cell ขนาด 10 มิลลิเมตร

4.3 สารเคมี

- TBA reagent เตรียมได้จากการละลาย 2-thiobarbituric acid 0.2883 กรัม ในกรดอะซิติก 90% จำนวน 100 มิลลิลิตร ทิ้งสารละลายนี้ไว้ค้างคืน กรองหรือเข้าเครื่องเหวี่ยงแยก (Centrifuge) เพื่อกำจัดเอาสิ่งตกค้างที่ไม่ละลายออก แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ด้วยกรดอะซิติก 90 %
- HCL acid 4 N ปิเปต 37% กรดไฮโดรคลอริก 33.06 มิลลิลิตร ลงในขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
- Antifoaming agent เจือจางโดยใช้ antifoaming agent : น้ำในอัตราส่วน 1: 5

4.4 วิธีการดำเนินการ (Procedures)

1. ชั่วตัวอย่างน้ำหนักอย่างละเอียดประมาณ 10 กรัม ปั่นให้ละเอียดกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที ถ่ายใส่ในหลอดกลั่นของชุดเครื่องกลั่น แล้วปั่นด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร เทรวมลงในหลอดกลั่นแล้วเติมกรดไฮโดรคลอริก 4 N ปริมาณ 2.5 มิลลิลิตร

2. เติม Glass bead 2-3 เม็ด และ dil Antifoaming agent 0.5 มิลลิลิตร นำไปกลั่นได้ distillate ประมาณ 50 มิลลิลิตร
3. ใช้ปิเปตถ่ายสารละลายตัวอย่างในข้อ 2 จำนวน 5 มล. ใส่ในหลอดแก้วที่แห้ง เติม TBA reagent จำนวน 5 มิลลิลิตร ปิดฝา แล้วเขย่าให้ผสมเข้ากันดี นำไปต้มในน้ำเดือด 35 นาที
4. ทำให้เย็นลงโดยการแช่ในน้ำเย็นประมาณ 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร เทียบกับ blank (ไม่ใช่ตัวอย่าง)
5. คำนวณหาค่า TBA Number จากสมการ

4.5 การคำนวณ

$$\text{TBA Number} = 7.8 \times A \text{ (538)}$$

เมื่อ A = absorbance ของตัวอย่าง

5. วิธีการใช้เครื่อง Light microscope ในการดูรูปร่างและขนาดของคริมเทียมเหลว

1. เปิดสวิตช์ไฟที่ตำแหน่ง “ I ” (เปิด) แล้วปรับความสว่างของหลอดไฟโดยปุ่มควบคุมความสว่างให้พอดี
2. หมุนแป้นบรรจุเลนส์วัตถุ เลือกลেনส์วัตถุกำลังขยาย 10 เท่า ให้มาหยุดในตำแหน่งพอดีกับทิศทางของแสง
3. วางตัวอย่างบนแป้นวางวัตถุ
4. หมุนแกนเลื่อนตำแหน่งทั้งแนวดิ่ง และแนวนอน ให้ตัวอย่างอยู่ในตำแหน่งทางเดินของแสง
5. มองผ่านเข้าไปในกระบอกตาข้างขวา โดยใช้ตาข้างขวา และปรับภาพชัด โดยปุ่มปรับหยาบและปุ่มปรับละเอียด
6. มองผ่านเข้าไปในกระบอกตาข้างซ้าย โดยใช้ข้างซ้ายปรับภาพชัด โดยหมุนปุ่มปรับละเอียดจนค่าสายตาให้เห็นภาพของตัวอย่างชัดเจน
7. ปรับระยะห่างระหว่างกระบอกตาทั้ง 2 ข้าง ให้เท่ากับระยะห่างของตาทั้ง 2 ข้าง โดยให้มองเห็นภาพรวมเป็นภาพเดียว
8. สามารถเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์วัตถุได้ตามความต้องการ โดยใช้ปุ่มปรับละเอียดเพื่อปรับภาพชัด
9. หยดน้ำมัน (Oil immersion) ลงบนตัวอย่างในตำแหน่งที่ต้องการดู เมื่อต้องการดูภาพด้วยเลนส์กำลังขยาย 100 เท่า (ทำความสะอาดเลนส์ 100 เท่า ทุกครั้งหลังใช้งานเสร็จ)