

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและกลูเตน

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและกลูเตนที่ใช้ในการทดลองได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและกลูเตน

| องค์ประกอบทางเคมี | ค่าเฉลี่ย <sup>a</sup> ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน<br>(ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) |              |
|-------------------|--|--------------|
|                   | โปรตีนถั่วเหลืองสกัด   | กลูเตน       |
| ความชื้น*         | 5.35 ± 0.07  | 7.94 ± 0.04  |
| โปรตีน            | 90.79 ± 0.82   | 82.06 ± 0.76 |
| ไขมัน             | 0.63 ± 0.07  | 2.68 ± 0.07  |
| เส้นใย            | 0.11 ± 0.08  | 0.20 ± 0.05  |
| เถ้า              | 4.12 ± 0.18  | 0.86 ± 0.05  |
| คาร์โบไฮเดรต**    | 4.35 ± 0.43  | 14.20 ± 0.32 |

\* คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเปียก

\*\* คำนวณจากผลต่างของ 100 เปอร์เซ็นต์กับปริมาณองค์ประกอบอื่น

<sup>a</sup> ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ครั้ง

#### 4.2 ศึกษาอัตราส่วนระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและกลูเตนที่เหมาะสมสำหรับผลิตนักเก็ตมั่งสวิริติ

ผลิตนักเก็ตมั่งสวิริติตามขั้นตอนที่ระบุในข้อ 3.2.2 โดยแปรปริมาณกลูเตนสำหรับใช้ในการผลิต 5 ระดับ คือ 0, 20, 40, 60 และ 80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด หรือคิดเป็นอัตราส่วนของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและกลูเตน เท่ากับ 50:0, 40:10, 30:20, 20:30 และ

10:40 กรัม ตามลำดับ เลือกอัตราส่วนโปรตีนตัวเหลืองสกัดและกลูเตนที่เหมาะสมในการผลิต นักเก็ตมั่งสวิรติ โดยประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านค่าแรงตัดขาดและค่าสีภายในเนื้อของ ผลิตภัณฑ์ (L, a, b) ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.2-4.3 ส่วนผลคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงในตารางที่ 4.4-4.5

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดและค่าสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวิรติที่ผลิตโดยแปรปริมาณกลูเตน

| ปริมาณกลูเตน<br>(%โดยน้ำหนักของโปรตีน<br>ตัวเหลืองสกัด) | ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                                |                  |                               |
|---|-------------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|
|   | ค่าแรงตัดขาด<br>(นิวตัน)            | L                              | a <sup>ns</sup>  | b                             |
| 0   | 75.27 <sup>a</sup> $\pm$ 7.12       | 64.75 <sup>a</sup> $\pm$ 0.59  | -0.14 $\pm$ 0.29 | 19.57 <sup>c</sup> $\pm$ 0.80 |
| 20  | 50.62 <sup>b</sup> $\pm$ 1.36       | 62.84 <sup>b</sup> $\pm$ 0.78  | -0.13 $\pm$ 0.35 | 23.10 <sup>b</sup> $\pm$ 0.90 |
| 40  | 54.84 <sup>b</sup> $\pm$ 1.69       | 63.81 <sup>ab</sup> $\pm$ 1.47 | 0.44 $\pm$ 1.47  | 24.48 <sup>b</sup> $\pm$ 1.17 |
| 60  | 30.19 <sup>c</sup> $\pm$ 1.70       | 61.46 <sup>c</sup> $\pm$ 0.76  | 0.54 $\pm$ 0.82  | 24.52 <sup>b</sup> $\pm$ 1.11 |
| 80  | 29.89 <sup>c</sup> $\pm$ 1.13       | 59.22 <sup>d</sup> $\pm$ 0.72  | 0.90 $\pm$ 0.41  | 26.32 <sup>a</sup> $\pm$ 0.29 |

a, b,... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดและค่าสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์ นักเก็ตมั่งสวิรติที่ผลิตโดยแปรปริมาณกลูเตน

| SOV       | d.f. | MS                       |         |       |         |
|-----------|------|--------------------------|---------|-------|---------|
|           |      | ค่าแรงตัดขาด<br>(นิวตัน) | L       | a     | b       |
| treatment | 4    | 1081.77*                 | 14.042* | 0.624 | 19.121* |
| error     | 10   | 11.876                   | 0.509   | 0.64  | 0.814   |

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design พบว่า ปริมาณกลูเตนที่ระดับต่างๆ สำหรับที่ใช้ในการผลิตนักเก็ตม้งสวิร์ติมีผลต่อค่าเฉลี่ยแรงตัดขาด ค่าความสว่าง (L) และค่าสีเหลือง(b) อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่มีผลต่อค่าสีแดง(a) ( $p > 0.05$ ) และเมื่อนำมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่าเมื่อใช้กลูเตน 80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดจะมีค่าแรงตัดขาดต่ำสุด ส่วนค่าสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์นั้น พบว่า เมื่อใช้กลูเตน 80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด ผลิตภัณฑ์จะมีค่า L ต่ำสุด และค่า b สูงสุด แสดงว่า ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองคล้ำมาก

ตารางที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่มักเกิดมั่งสวิรติที่ผลิตโดยแปรรูปปริมาณกตุเตน

| ปริมาณกตุเตน (%น้ำหนักของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด) | คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                          |                           |                          |                          |                          |                          |
|--|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|  | ลักษณะปรากฏ                       | สีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์    | กลิ่นรส                   | ความแน่นเนื้อ            | ความชุ่มน้ำ              | ความรู้สึกระหว่างเคี้ยว  | ความชอบรวม               |
| 0  | 5.78 <sup>a</sup> ± 1.55          | 5.96 <sup>a</sup> ± 1.64 | 5.98 <sup>a</sup> ± 1.21  | 6.99 <sup>a</sup> ± 1.05 | 3.75 <sup>d</sup> ± 0.77 | 2.64 <sup>d</sup> ± 0.76 | 6.25 <sup>b</sup> ± 1.69 |
| 20   | 4.00 <sup>b</sup> ± 1.17          | 5.23 <sup>a</sup> ± 1.34 | 5.66 <sup>a</sup> ± 0.90  | 5.68 <sup>b</sup> ± 0.92 | 5.13 <sup>c</sup> ± 0.41 | 4.66 <sup>c</sup> ± 0.48 | 7.30 <sup>a</sup> ± 1.25 |
| 40   | 6.48 <sup>a</sup> ± 1.42          | 5.21 <sup>a</sup> ± 1.31 | 4.94 <sup>ab</sup> ± 1.53 | 4.93 <sup>c</sup> ± 0.26 | 5.22 <sup>c</sup> ± 0.30 | 5.01 <sup>c</sup> ± 0.39 | 7.80 <sup>a</sup> ± 0.59 |
| 60   | 6.85 <sup>a</sup> ± 1.51          | 4.94 <sup>a</sup> ± 1.37 | 3.99 <sup>b</sup> ± 1.79  | 2.81 <sup>d</sup> ± 0.72 | 7.13 <sup>b</sup> ± 0.93 | 6.88 <sup>b</sup> ± 0.74 | 5.10 <sup>c</sup> ± 1.56 |
| 80   | 3.99 <sup>b</sup> ± 1.52          | 3.59 <sup>b</sup> ± 1.72 | 4.25 <sup>b</sup> ± 2.24  | 2.28 <sup>d</sup> ± 0.62 | 7.81 <sup>a</sup> ± 0.79 | 7.59 <sup>a</sup> ± 0.86 | 3.45 <sup>d</sup> ± 1.26 |

a, b,... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ  
ผลิตภัณฑ์นักเกิดมั่งสวิริติที่ผลิตโดยแปรปริมาณกลูเตน

| SOV       | d.f. | MS              |                           |         |                   |                 |                             |                |
|-----------|------|-----------------|---------------------------|---------|-------------------|-----------------|-----------------------------|----------------|
|           |      | ลักษณะ<br>ปรากฏ | สีภายในเนื้อ<br>ผลิตภัณฑ์ | กลิ่นรส | ความ<br>แน่นเนื้อ | ความ<br>ชุ่มน้ำ | ความรู้สึก<br>ระหว่างเคี้ยว | ความ<br>ชอบรวม |
| treatment | 4    | 18.298*         | 7.177*                    | 6.713*  | 38.874*           | 25.998*         | 37.295*                     | 30.596*        |
| panelist  | 11   | 2.515           | 3.506                     | 5.520   | 0.404             | 0.852           | 0.430                       | 4.672          |
| error     | 44   | 1.965           | 1.898                     | 1.826   | 0.628             | 0.365           | 0.458                       | 1.025          |

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design พบว่า ปริมาณกลูเตนที่ระดับต่างๆ สำหรับใช้ในการผลิตนักเกิดมั่งสวิริติ มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยลักษณะปรากฏ สีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ กลิ่นรส ความแน่นเนื้อ ความชุ่มน้ำ ความรู้สึกระหว่างเคี้ยว และความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า เมื่อใช้กลูเตน 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด มีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวมสูงสุด มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้กลูเตนในระดับอื่นๆ คะแนนเฉลี่ยด้านความแน่นเนื้อปานกลางและแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่มีกลูเตนในระดับอื่นๆ คะแนนเฉลี่ยความชุ่มน้ำและความรู้สึกระหว่างเคี้ยวอยู่ในเกณฑ์ปานกลางและไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้กลูเตน 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด ดังนั้นจึงเลือกใช้กลูเตน 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด หรือใช้อัตราส่วนระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและกลูเตนเท่ากับ 30 : 20 สำหรับผลิตนักเกิดมั่งสวิริติ และใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

#### 4.3 ศึกษาอัตราส่วนของน้ำที่เหมาะสมสำหรับการผลิตนักเกิดมั่งสวิริติ

นำอัตราส่วนระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและกลูเตนที่คัดเลือกได้จากข้อ 4.2 มาแปรปริมาณน้ำที่ใช้เป็น 2.0, 2.2, 2.4, 2.6 และ 2.8 เท่าของน้ำหนักโปรตีนผสมระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและกลูเตน ผลิตนักเกิดมั่งสวิริติโดยใช้สูตรและกระบวนการผลิตตามข้อ 3.2.2 เลือกอัตราส่วนของปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการผลิตนักเกิดมั่งสวิริติ โดยประเมินคุณภาพ

ผลิตภัณฑ์ด้านปริมาณความชื้น ค่าแรงตัดขาด ค่าสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์ (L, a, b) ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.6-4.9 ส่วนผลคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงในตารางที่ 4.10-4.11

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นและค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวิริติที่ผลิตโดยแปรปริมาณน้ำ

| ปริมาณน้ำต่อน้ำหนัก<br>ของโปรตีนผสม | ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
|                                     | ปริมาณความชื้น<br>(%)               | ค่าแรงตัดขาด<br>(นิวตัน)      |
| 2.0                                 | 55.92 <sup>d</sup> $\pm$ 0.52       | 55.64 <sup>a</sup> $\pm$ 3.80 |
| 2.2                                 | 58.32 <sup>c</sup> $\pm$ 0.89       | 49.08 <sup>b</sup> $\pm$ 1.99 |
| 2.4                                 | 60.23 <sup>b</sup> $\pm$ 0.93       | 49.46 <sup>b</sup> $\pm$ 1.76 |
| 2.6                                 | 61.54 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.99      | 42.47 <sup>c</sup> $\pm$ 0.57 |
| 2.8                                 | 62.47 <sup>a</sup> $\pm$ 0.94       | 39.21 <sup>c</sup> $\pm$ 1.21 |

a, b,... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นและค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวิริติที่ผลิตโดยแปรปริมาณน้ำ

| SOV       | d.f. | MS                 |                       |
|-----------|------|--------------------|-----------------------|
|           |      | ปริมาณความชื้น (%) | ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน) |
| treatment | 4    | 20.605*            | 124.586*              |
| error     | 10   | 0.767              | 4.680                 |

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design พบว่าปริมาณน้ำสำหรับใช้ผลิตนักเก็ตมั่งสวิริติมีผลต่อค่าเฉลี่ยด้านปริมาณความชื้นและค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่า เมื่อใช้ปริมาณน้ำมากขึ้น ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นสูงขึ้นแต่มีค่าแรงตัดขาดต่ำลง ตัวอย่างที่ใช้ปริมาณน้ำ

2.0 เท่าของน้ำหนักรีดนมระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและกลูเตน มีปริมาณความชื้นต่ำสุด แต่มีค่าแรงตัดขาดสูงสุด

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวิริติที่ผลิตโดยแปรปริมาณน้ำ

| ปริมาณน้ำต่อน้ำหนักโปรตีนผสม | ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                  |                                |
|------------------------------|-------------------------------------|------------------|--------------------------------|
|                              | L <sup>ns</sup>                     | a <sup>ns</sup>  | b                              |
| 2.0                          | 63.23 $\pm$ 0.87                    | -0.86 $\pm$ 0.11 | 22.55 <sup>b</sup> $\pm$ 0.66  |
| 2.2                          | 63.04 $\pm$ 0.47                    | -0.88 $\pm$ 0.16 | 23.80 <sup>a</sup> $\pm$ 0.48  |
| 2.4                          | 63.51 $\pm$ 0.62                    | -0.38 $\pm$ 0.53 | 23.19 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.59 |
| 2.6                          | 63.13 $\pm$ 0.53                    | -0.77 $\pm$ 0.21 | 23.23 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.59 |
| 2.8                          | 63.83 $\pm$ 0.66                    | -0.50 $\pm$ 0.31 | 23.09 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.43 |

a, b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวิริติที่ผลิตโดยแปรปริมาณน้ำ

| SOV       | d.f. | MS    |       |        |
|-----------|------|-------|-------|--------|
|           |      | L     | a     | b      |
| treatment | 4    | 0.313 | 0.154 | 0.594* |
| error     | 10   | 0.419 | 0.092 | 0.273  |

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design พบว่าปริมาณน้ำสำหรับใช้ในการผลิตนักเก็ตมั่งสวิริติมีผลต่อค่าเฉลี่ยสีเหลือง (b) ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่มีผลต่อค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง (a) ( $p > 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่าเมื่อใช้น้ำ 2.0 เท่าของน้ำหนักรีดนมระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและกลูเตน มีค่าสีเหลืองต่ำสุด



ตารางที่ 4.10 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำส้มที่ผลิตโดยแปรปริมาณน้ำ

| ปริมาณน้ำต่อ<br>น้ำหนักของ<br>โปรตีนผสม | คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                              |                       |                              |                              |                              |                              |  |
|---|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--|
|   | ลักษณะ<br>ปรากฏ                       | สีภายในเนื้อ<br>ผลิตภัณฑ์    | กลิ่นรส <sup>ns</sup> | ความแน่นเนื้อ                | ความชุ่มน้ำ                  | ความรู้สึก<br>ระหว่างเคี้ยว  | ความ<br>ชอบรวม               |  |
| 2.0                                     | 5.78 <sup>a</sup> $\pm$ 1.91          | 4.26 <sup>c</sup> $\pm$ 0.89 | 4.98 $\pm$ 1.35       | 6.31 <sup>a</sup> $\pm$ 0.64 | 4.25 <sup>c</sup> $\pm$ 0.53 | 4.29 <sup>c</sup> $\pm$ 0.88 | 5.90 <sup>b</sup> $\pm$ 1.05 |  |
| 2.2                                     | 5.30 <sup>ab</sup> $\pm$ 1.06         | 4.53 <sup>c</sup> $\pm$ 0.96 | 4.97 $\pm$ 1.24       | 5.71 <sup>a</sup> $\pm$ 0.87 | 4.73 <sup>c</sup> $\pm$ 0.91 | 4.63 <sup>c</sup> $\pm$ 0.96 | 5.95 <sup>b</sup> $\pm$ 0.86 |  |
| 2.4                                     | 6.22 <sup>a</sup> $\pm$ 1.29          | 5.38 <sup>b</sup> $\pm$ 1.10 | 5.69 $\pm$ 1.09       | 4.70 <sup>b</sup> $\pm$ 0.60 | 5.64 <sup>b</sup> $\pm$ 0.56 | 5.43 <sup>b</sup> $\pm$ 0.80 | 6.85 <sup>a</sup> $\pm$ 0.78 |  |
| 2.6                                     | 4.40 <sup>b</sup> $\pm$ 1.02          | 6.40 <sup>a</sup> $\pm$ 1.15 | 5.74 $\pm$ 1.03       | 3.79 <sup>c</sup> $\pm$ 0.82 | 6.34 <sup>a</sup> $\pm$ 0.84 | 6.33 <sup>a</sup> $\pm$ 0.58 | 6.10 <sup>a</sup> $\pm$ 0.81 |  |
| 2.8                                     | 5.21 <sup>ab</sup> $\pm$ 1.44         | 6.80 <sup>a</sup> $\pm$ 0.86 | 5.39 $\pm$ 0.92       | 3.32 <sup>c</sup> $\pm$ 0.78 | 6.32 <sup>a</sup> $\pm$ 0.87 | 6.85 <sup>a</sup> $\pm$ 0.96 | 5.65 <sup>b</sup> $\pm$ 0.63 |  |

a, b, ... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )



ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส  
ผลิตภัณฑ์นักเกิดมั่งสวิรติที่ผลิตโดยแปรปริมาณน้ำ

| SOV       | d.f. | MS          |                       |         |               |             |                         |            |
|-----------|------|-------------|-----------------------|---------|---------------|-------------|-------------------------|------------|
|           |      | ลักษณะปรากฏ | สีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ | กลิ่นรส | ความแน่นเนื้อ | ความชุ่มน้ำ | ความรู้สึกระหว่างเคี้ยว | ความชอบรวม |
| treatment | 4    | 4.64*       | 12.516*               | 1.362   | 15.721*       | 8.903*      | 11.777*                 | 2.067*     |
| panelist  | 11   | 1.57        | 2.184                 | 1.813   | 0.891         | 1.035       | 1.249                   | 1.583      |
| error     | 44   | 1.440       | 0.707                 | 1.163   | 0.476         | 0.466       | 0.585                   | 0.481      |

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design พบว่า ปริมาณน้ำสำหรับใช้ในการผลิตนักเกิดมั่งสวิรติ มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ ความแน่นเนื้อ ความชุ่มน้ำ ความรู้สึกระหว่างเคี้ยวและความชอบรวม ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่มีอิทธิพลต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ ( $p > 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย พบว่า เมื่อใช้น้ำ 2.4 เท่าของน้ำหนักโปรตีนผสมระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองสกัด ผลิตภัณฑ์มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏและความชอบรวมสูงสุด มีคะแนนเฉลี่ยด้านสีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ ความแน่นเนื้อ ความชุ่มน้ำ และความรู้สึกระหว่างเคี้ยว อยู่ในเกณฑ์ปานกลางซึ่งบางคุณลักษณะแสดงถึงค่าที่เหมาะสมและแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปริมาณน้ำในระดับต่างกัน ดังนั้นจึงเลือกใช้น้ำ 2.4 เท่าของน้ำหนักโปรตีนผสมระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและกลูเตนสำหรับผลิตนักเกิดมั่งสวิรติและใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

#### 4.4 ศึกษาอุณหภูมิของน้ำและเวลาที่ใช้ในการลวกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตนักเกิดมั่งสวิรติ

เตรียมนักเกิดมั่งสวิรติโดยใช้สูตรที่คัดเลือกจากข้อ 4.3 มาแปรอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการลวกขึ้นของผลิตภัณฑ์เป็น 3 ระดับ คือ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส และแปรเวลาสำหรับลวกเป็น 10, 20 และ 30 นาที ตามลำดับ ก่อนนำขึ้นผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปผ่านกระบวนการผลิตที่แสดงในข้อ 3.2.2 เลือกอุณหภูมิของน้ำและเวลาที่ใช้ในการลวกที่เหมาะสมในการผลิตนักเกิดมั่งสวิรติ โดยประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านค่าแรงตัดขาดและค่าสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.12-4.14 ส่วนผลคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 4.15-4.16

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดและค่าสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวิรติที่ผลิตโดยแปรอุณหภูมิน้ำและเวลาที่ใช้ในการลวก

| อุณหภูมิ<br>(°C) | เวลา<br>(นาที) | ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                 |                 |                 |
|------------------|----------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                  |                | ค่าแรงตัดขาด<br>(นิวตัน)        | L <sup>ns</sup> | a <sup>ns</sup> | b <sup>ns</sup> |
| 70               | 10             | 49.16 ± 1.34                    | 63.00 ± 0.35    | 0.51 ± 0.72     | 23.17 ± 0.30    |
|                  | 20             | 43.36 ± 1.59                    | 62.94 ± 0.59    | 0.53 ± 0.84     | 23.23 ± 0.44    |
|                  | 30             | 44.20 ± 1.98                    | 63.25 ± 0.63    | -0.36 ± 0.11    | 22.46 ± 0.98    |
| 80               | 10             | 50.96 ± 1.46                    | 62.71 ± 0.43    | 0.38 ± 0.80     | 22.89 ± 0.71    |
|                  | 20             | 44.93 ± 1.29                    | 62.87 ± 0.14    | 0.13 ± 0.98     | 22.26 ± 0.46    |
|                  | 30             | 43.06 ± 1.56                    | 62.88 ± 0.29    | 0.34 ± 0.56     | 21.86 ± 0.86    |
| 90               | 10             | 44.78 ± 1.59                    | 62.96 ± 0.38    | 0.22 ± 0.77     | 22.67 ± 0.84    |
|                  | 20             | 43.85 ± 1.99                    | 62.84 ± 0.34    | 0.17 ± 0.70     | 22.15 ± 0.55    |
|                  | 30             | 43.12 ± 1.09                    | 62.79 ± 0.37    | 0.59 ± 0.75     | 22.82 ± 0.29    |

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดและค่าสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวิรติที่ผลิตโดยแปรอุณหภูมิน้ำและเวลาที่ใช้ในการลวก

| SOV                           | d.f | MS                       |       |       |       |
|-------------------------------|-----|--------------------------|-------|-------|-------|
|                               |     | ค่าแรงตัดขาด<br>(นิวตัน) | L     | a     | b     |
| อุณหภูมิน้ำที่ใช้ในการลวก (A) | 2   | 13.575                   | 0.155 | 0.023 | 0.459 |
| เวลาที่ใช้ในการลวก (B)        | 2   | 62.761*                  | 0.020 | 0.074 | 0.327 |
| AB                            | 4   | 9.914                    | 0.053 | 0.465 | 0.441 |
| error                         | 18  | 2.465                    | 0.173 | 0.533 | 0.381 |

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Symmetric Factorial Experiment ขนาด 3x3 พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการลวกต่อค่าเฉลี่ยแรงตัดขาด

ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง(a) และค่าสีเหลือง(b) ของผลิตภัณฑ์ ( $p > 0.05$ ) แต่เวลาที่ใช้ในการลวกมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจึงแยกวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแรงตัดขาด โดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของเวลาที่ใช้ในการลวก ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์นักเกิดมั่งสวิตติ เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของเวลาที่ใช้ในการลวก

| เวลา<br>(นาที) | ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน<br>(นิวตัน) |
|----------------|---|
| 10             | 48.30 <sup>a</sup> $\pm$ 3.03                   |
| 20             | 44.05 <sup>b</sup> $\pm$ 1.58                   |
| 30             | 43.46 <sup>b</sup> $\pm$ 1.48                   |

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า เวลาที่ใช้ในการลวกมีผลต่อค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยตัวอย่างที่ใช้เวลาในการลวก 10 นาที มีค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดสูงสุดและแตกต่างจากตัวอย่างที่ใช้เวลาในการลวก 20 นาทีและ 30 นาที

ตารางที่ 4.15 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เก็บกักมีงสรวิธิตที่ผลิตโดยแปรรูปอุณหภูมิมาและเวลาที่ใช้ในการลวก

| อุณหภูมิ<br>(°C) | เวลา<br>(นาที) | คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |   |                       |                             |                           |   |                          |  |  |  |
|------------------|----------------|-----------------------------------|---|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|---|--------------------------|--|--|--|
|                  |                | ลักษณะปรากฏ <sup>ns</sup>         | สีภายในเนื้อ<br>ผลิตภัณฑ์ <sup>ns</sup> | กลิ่นรส <sup>ns</sup> | ความแน่นเนื้อ <sup>ns</sup> | ความชุ่มน้ำ <sup>ns</sup> | ความรู้สึก<br>ระหว่างเคี้ยว <sup>ns</sup> | ความชอบรวม <sup>ns</sup> |  |  |  |
| 70               | 10             | 5.96 ± 0.84                       | 6.77 ± 0.94                             | 6.50 ± 0.98           | 5.03 ± 0.96                 | 5.33 ± 0.75               | 5.24 ± 0.92                               | 6.88 ± 0.57              |  |  |  |
|                  | 20             | 5.25 ± 0.87                       | 6.52 ± 1.11                             | 6.65 ± 1.09           | 4.71 ± 0.80                 | 5.66 ± 0.96               | 5.77 ± 0.83                               | 6.83 ± 0.49              |  |  |  |
|                  | 30             | 5.60 ± 1.23                       | 6.83 ± 0.89                             | 6.24 ± 1.20           | 4.60 ± 0.99                 | 6.03 ± 0.61               | 5.99 ± 0.98                               | 6.50 ± 0.90              |  |  |  |
| 80               | 10             | 5.56 ± 1.18                       | 6.97 ± 1.01                             | 6.49 ± 1.14           | 4.76 ± 0.67                 | 5.78 ± 0.98               | 5.89 ± 0.74                               | 6.67 ± 0.91              |  |  |  |
|                  | 20             | 5.55 ± 1.13                       | 6.65 ± 1.05                             | 6.02 ± 0.84           | 4.63 ± 0.88                 | 5.91 ± 0.82               | 5.98 ± 0.90                               | 6.71 ± 0.86              |  |  |  |
|                  | 30             | 5.37 ± 1.23                       | 6.59 ± 1.01                             | 6.42 ± 1.06           | 5.04 ± 0.96                 | 5.44 ± 0.68               | 5.35 ± 0.96                               | 6.58 ± 0.42              |  |  |  |
| 90               | 10             | 5.58 ± 0.82                       | 6.49 ± 1.02                             | 6.25 ± 1.14           | 4.97 ± 0.72                 | 5.36 ± 0.93               | 5.52 ± 0.78                               | 6.79 ± 0.75              |  |  |  |
|                  | 20             | 4.93 ± 1.06                       | 6.85 ± 1.01                             | 6.41 ± 0.98           | 4.94 ± 0.70                 | 5.53 ± 0.88               | 5.62 ± 0.97                               | 6.63 ± 0.88              |  |  |  |
|                  | 30             | 4.79 ± 0.91                       | 6.82 ± 1.00                             | 6.19 ± 0.95           | 4.85 ± 0.97                 | 5.60 ± 0.87               | 5.97 ± 0.89                               | 6.17 ± 0.89              |  |  |  |

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำกึ่งแข็งที่ผลิตโดยแปรอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการลวก

| SOV          | d.f. | MS          |                       |         |               |             |                         |            |
|--------------|------|-------------|-----------------------|---------|---------------|-------------|-------------------------|------------|
|              |      | ลักษณะปรากฏ | สีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ | กลิ่นรส | ความแน่นเนื้อ | ความชุ่มน้ำ | ความรู้สึกระหว่างเคี้ยว | ความชอบรวม |
| อุณหภูมิ (A) | 2    | 2.506       | 0.007                 | 0.343   | 0.185         | 0.469       | 0.050                   | 0.396      |
| เวลา (B)     | 2    | 2.461       | 0.067                 | 0.156   | 0.238         | 0.508       | 0.659                   | 1.361      |
| AB           | 4    | 0.660       | 0.618                 | 0.650   | 0.469         | 0.911       | 1.607                   | 0.226      |
| panelist     | 11   | 2.254       | 6.243                 | 6.418   | 3.194         | 2.409       | 2.648                   | 1.508      |
| error        | 88   | 0.941       | 0.385                 | 0.433   | 0.431         | 0.496       | 0.555                   | 0.471      |

ไม่มีค่าใดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Factorial with Randomized Complete Block Design พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการลวกต่อคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านของผลิตภัณฑ์ ( $p > 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดค่าสีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์และคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวกในน้ำอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ให้ค่าสีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้อุณหภูมิและเวลาอื่นในการลวก ( $p > 0.05$ ) มีค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดค่อนข้างสูงและต่ำกว่าตัวอย่างที่ใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในด้านคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที สำหรับลวกชิ้นผลิตภัณฑ์ มีคะแนนเฉลี่ยลักษณะปรากฏและความชอบรวมสูงสุด ซึ่งแม้ว่าจะไม่แตกต่างกับเมื่อใช้อุณหภูมิและเวลาอื่นในการลวกก็ตาม แต่ที่อุณหภูมิและเวลาดังกล่าวจะช่วยประหยัดพลังงานที่ใช้ในการเพิ่มและรักษาระดับอุณหภูมิของน้ำและใช้เวลาในการผลิตสั้น ดังนั้นเมื่อพิจารณาสรุปโดยรวมทุกด้าน จึงเลือกใช้อุณหภูมิน้ำ 70 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที เป็นภาวะที่เหมาะสมในการลวกชิ้นผลิตภัณฑ์ สำหรับการทดลองขั้นต่อไป

#### 4.5 ศึกษาปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่และเกลือที่เหมาะสมสำหรับการผลิต นักเกิดมังสวิรัต

ผลิตนักเกิดมังสวิรัตโดยแปรปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่ซึ่งมีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลเป็น 3 ระดับ คือ 0, 1.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนผสมระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและกลูเตน และแปรปริมาณเกลือที่ใช้ในสูตรเป็น 3 ระดับ คือ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนผสม ผลิตโดยใช้อุณหภูมิและเวลาในการลวกสำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่เลือกได้จากข้อ 4.4 พิจารณาเลือกปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่และเกลือที่เหมาะสมในการผลิตนักเกิดมังสวิรัต โดยประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านค่าแรงตัดขาดและค่าสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.17-4.19 ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 4.20-4.23

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดและค่าสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์นักเกิดมังสวิรัตที่ผลิตโดยแปรปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่และเกลือ

| สาร แต่ง<br>กลิ่นรสไก่<br>(%น้ำหนัก<br>โปรตีนผสม) | เกลือ<br>(%น้ำหนัก<br>โปรตีน<br>ผสม) | ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |              |                 |                 |
|---|--------------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|-----------------|
|   |                                      | ค่าแรงตัดขาด<br>(นิวตัน)        | L            | a <sup>ns</sup> | b <sup>ns</sup> |
| 0   | 4                                    | 42.90 <sup>bcd</sup> ± 1.78     | 63.26 ± 0.13 | 0.55 ± 0.70     | 23.33 ± 0.06    |
|   | 6                                    | 48.57 <sup>a</sup> ± 2.59       | 63.13 ± 0.07 | 0.40 ± 0.55     | 23.36 ± 0.25    |
|   | 8                                    | 44.76 <sup>ab</sup> ± 2.66      | 62.56 ± 0.52 | -0.38 ± 0.14    | 22.69 ± 0.84    |
| 1.5   | 4                                    | 45.81 <sup>ab</sup> ± 2.43      | 61.79 ± 0.07 | -0.34 ± 0.13    | 22.84 ± 2.32    |
|   | 6                                    | 46.31 <sup>ab</sup> ± 0.77      | 61.99 ± 0.24 | 0.25 ± 0.54     | 22.56 ± 1.73    |
|   | 8                                    | 43.91 <sup>bc</sup> ± 2.46      | 61.98 ± 0.16 | -0.11 ± 0.19    | 22.21 ± 1.25    |
| 3   | 4                                    | 40.55 <sup>cd</sup> ± 2.73      | 61.31 ± 0.15 | 0.35 ± 0.37     | 23.59 ± 1.69    |
|   | 6                                    | 39.49 <sup>d</sup> ± 1.81       | 61.48 ± 0.95 | 0.49 ± 0.67     | 23.51 ± 1.79    |
|   | 8                                    | 43.88 <sup>bc</sup> ± 0.29      | 61.69 ± 0.46 | 0.38 ± 0.58     | 24.06 ± 2.71    |

a, b, ... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )



ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดและค่าสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมันฝรั่งที่ผลิตโดยแปรปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่และเกลือ

| SOV                   | d.f | MS                       |        |       |       |
|-----------------------|-----|--------------------------|--------|-------|-------|
|                       |     | ค่าแรงตัดขาด<br>(นิวตัน) | L      | a     | b     |
| สารแต่งกลิ่นรสไก่ (A) | 2   | 49.646*                  | 5.304* | 0.515 | 3.133 |
| เกลือ (B)             | 2   | 6.715                    | 0.035  | 0.391 | 0.159 |
| AB                    | 4   | 19.441*                  | 0.266  | 0.320 | 0.417 |
| error                 | 18  | 4.497                    | 0.169  | 0.233 | 2.683 |

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Symmetric Factorial Experiment ขนาด 3x3 พบว่ามีอิทธิพลร่วมกันระหว่างปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่และเกลือต่อค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่มีผลต่อค่าสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์ ( $p > 0.05$ ) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยความสว่าง (L) อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสว่างของผลิตภัณฑ์ จึงพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่ ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยความสว่าง (L) ของสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมันฝรั่งเมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่

| สารแต่งกลิ่นรสไก่<br>(% น้ำหนักของโปรตีนผสม) | ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|--|-------------------------------------|
| 0  | 62.98 <sup>a</sup> $\pm$ 0.41       |
| 1.5  | 61.92 <sup>b</sup> $\pm$ 0.17       |
| 3.0  | 61.49 <sup>c</sup> $\pm$ 0.56       |

a,b,... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความสว่างของสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยตัวอย่างที่ใช้ปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่ 0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนผสมระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและกลูเตน มีค่าเฉลี่ยความสว่างสูงสุดและแตกต่างจากตัวอย่างที่ใช้ปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่ 1.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนผสม

ตารางที่ 4.20 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เก็บกึ่งสุรวิทที่ผลิตโดยแปรปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่และเกลือ

| สารแต่งกลิ่นรสไก่<br>(%น้ำหนักของ<br>โปรตีนผสม) | เกลือ<br>(%น้ำหนักของ<br>โปรตีนผสม) | คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |   |                 |                               |                             |                 | รวม |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|---|-----------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----|
|   |                                     | ลักษณะปรากฏ <sup>ns</sup>             | สีภายในเนื้อ<br>ผลิตภัณฑ์ <sup>ns</sup> | กลิ่นรสไก่      | รสเค็ม                        | ความแน่นเนื้อ <sup>ns</sup> | ความชอบรวม      |     |
| 0   | 4                                   | 5.25 $\pm$ 0.89                       | 5.69 $\pm$ 0.69                         | 0.54 $\pm$ 0.54 | 4.46 <sup>f</sup> $\pm$ 0.69  | 4.90 $\pm$ 0.55             | 6.54 $\pm$ 0.92 |     |
|   | 6                                   | 5.85 $\pm$ 1.13                       | 5.69 $\pm$ 0.53                         | 0.58 $\pm$ 0.59 | 5.61 <sup>cd</sup> $\pm$ 0.70 | 4.83 $\pm$ 0.64             | 7.04 $\pm$ 0.96 |     |
|   | 8                                   | 5.30 $\pm$ 0.94                       | 5.50 $\pm$ 0.56                         | 0.62 $\pm$ 0.52 | 6.74 <sup>b</sup> $\pm$ 0.75  | 4.81 $\pm$ 0.41             | 4.73 $\pm$ 0.99 |     |
| 1.5   | 4                                   | 6.02 $\pm$ 1.25                       | 5.67 $\pm$ 0.58                         | 3.12 $\pm$ 0.64 | 4.82 <sup>ef</sup> $\pm$ 0.54 | 4.81 $\pm$ 0.71             | 7.45 $\pm$ 0.84 |     |
|   | 6                                   | 5.50 $\pm$ 1.11                       | 5.34 $\pm$ 0.53                         | 3.06 $\pm$ 0.67 | 5.19 <sup>db</sup> $\pm$ 0.97 | 4.69 $\pm$ 0.60             | 6.96 $\pm$ 0.94 |     |
|   | 8                                   | 5.45 $\pm$ 1.25                       | 5.36 $\pm$ 0.65                         | 2.93 $\pm$ 0.72 | 6.60 <sup>b</sup> $\pm$ 0.94  | 4.86 $\pm$ 0.59             | 5.08 $\pm$ 0.97 |     |
| 3   | 4                                   | 5.71 $\pm$ 0.81                       | 5.68 $\pm$ 0.48                         | 5.08 $\pm$ 0.50 | 4.65 <sup>ef</sup> $\pm$ 0.44 | 4.67 $\pm$ 0.56             | 7.08 $\pm$ 0.97 |     |
|   | 6                                   | 6.06 $\pm$ 0.80                       | 5.39 $\pm$ 0.58                         | 4.43 $\pm$ 0.75 | 6.18 <sup>bc</sup> $\pm$ 0.62 | 4.69 $\pm$ 0.67             | 6.71 $\pm$ 0.69 |     |
|   | 8                                   | 5.68 $\pm$ 1.17                       | 5.67 $\pm$ 0.53                         | 5.12 $\pm$ 0.69 | 7.83 <sup>a</sup> $\pm$ 0.71  | 4.88 $\pm$ 0.74             | 4.64 $\pm$ 0.97 |     |

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ  
ผลิตภัณฑ์นักเก็ตมันฝรั่งที่ผลิตโดยแปรปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่และเกลือ

| SOV                   | d.f. | MS          |                       |            |         |               |            |
|-----------------------|------|-------------|-----------------------|------------|---------|---------------|------------|
|                       |      | ลักษณะปรากฏ | สีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ | กลิ่นรสไก่ | รสเค็ม  | ความแน่นเนื้อ | ความชอบรวม |
| สารแต่งกลิ่นรสไก่ (A) | 2    | 1.109       | 0.282                 | 167.136*   | 5.159*  | 0.101         | 1.703      |
| ปริมาณเกลือ (B)       | 2    | 0.980       | 0.435                 | 0.539      | 52.904* | 0.115         | 55.396*    |
| AB                    | 4    | 1.053       | 0.210                 | 0.684      | 1.857*  | 0.082         | 0.927      |
| panelist              | 11   | 3.330       | 0.884                 | 1.325      | 1.541   | 1.271         | 1.410      |
| error                 | 88   | 0.833       | 0.260                 | 0.282      | 0.399   | 0.266         | 0.781      |

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Factorial with Randomized Complete Block Design พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่และเกลือต่อคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านของผลิตภัณฑ์ ( $p > 0.05$ ) แต่จะมีอิทธิพลต่อรสเค็มของผลิตภัณฑ์ ( $p \leq 0.05$ ) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่มีอิทธิพลต่อกลิ่นรสไก่ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ในด้านปริมาณเกลือนั้น พบว่า มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ดังนั้นในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจึงแยกวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสไก่ของผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่ แสดงผลในตารางที่ 4.22 ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวมอันเป็นผลจากอิทธิพลของปริมาณเกลือนั้น แสดงผลในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.22 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสไก่ของผลิตภัณฑ์  
นักเกิดมังสวิรัต เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่

| สารแต่งกลิ่นรสไก่<br>(% น้ำหนักของโปรตีนผสม) | คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|--|---------------------------------------|
|  | กลิ่นรสไก่                            |
| 0  | 0.58 <sup>c</sup> $\pm$ 0.53          |
| 1.5  | 3.04 <sup>b</sup> $\pm$ 0.66          |
| 3.0  | 4.87 <sup>a</sup> $\pm$ 0.71          |

a, b, ... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ย  
การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสไก่ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดย  
ตัวอย่างที่ใช้ปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนผสมระหว่างโปรตีน  
ถั่วเหลืองสกัดและกถูเดน มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสไก่สูงสุดและต่างจากตัวอย่างอื่นที่ใช้  
ปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่ 0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนผสม

ตารางที่ 4.23 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์  
นักเกิดมังสวิรัต เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปริมาณเกลือ

| เกลือ<br>(% น้ำหนักของโปรตีนผสม) | คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|----------------------------------|---------------------------------------|
|                                  | ความชอบรวม                            |
| 4                                | 7.02 <sup>a</sup> $\pm$ 0.96          |
| 6                                | 6.90 <sup>a</sup> $\pm$ 0.86          |
| 8                                | 4.81 <sup>b</sup> $\pm$ 0.97          |

a, b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

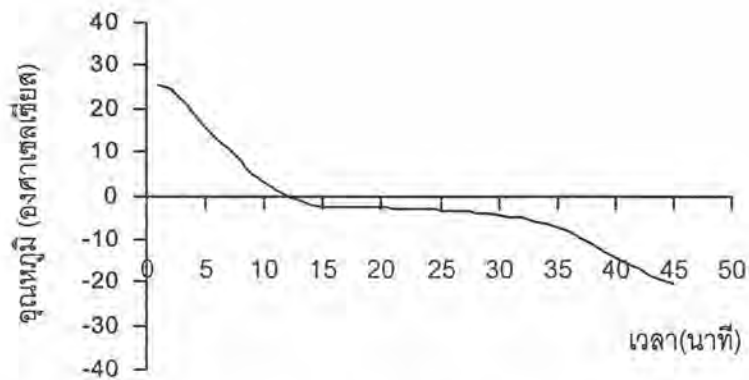
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ปริมาณเกลือมีอิทธิพลต่อคะแนนเฉลี่ยการ  
ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดย  
ตัวอย่างที่ใช้ปริมาณเกลือ 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนผสมระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองสกัด

และกลูเตน มีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวมต่ำสุดและแตกต่างจากตัวอย่างอื่นที่ใช้ปริมาณเกลือ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนผสม เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากเกณฑ์คุณภาพทางกายภาพและคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้าน จึงเลือกใช้ปริมาณสารแต่งกลิ่นรสไก่และเกลือที่เหมาะสมที่สุด คือ ตัวอย่างที่ใช้สารแต่งกลิ่นรสไก่และเกลือเท่ากับ 0 และ 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนผสม ตามลำดับ เนื่องจากตัวอย่างดังกล่าวไม่ใช้สารแต่งกลิ่นรสที่มีราคาแพงทำให้ผลิตภัณฑ์มีต้นทุนในการผลิตต่ำ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับระหว่างตัวอย่างที่ไม่ใช้สารแต่งกลิ่นรสไก่ แต่มีปริมาณเกลือที่แตกต่างกัน จะเห็นว่า ตัวอย่างที่เลือกนี้มีคะแนนความชอบรวมสูงกว่าเพราะมีรสเค็มพอเหมาะ ในขณะที่ตัวอย่างที่ใช้เกลือ 4 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนผสม มีรสเค็มน้อยเกินไป และตัวอย่างที่ใช้เกลือ 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนผสม มีรสเค็มมากเกินไป นอกจากนี้ตัวอย่างดังกล่าวมีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สีสายในเนื้อของผลิตภัณฑ์ ความแน่นเนื้อและความชอบรวม ไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ใช้สารแต่งกลิ่นรสไก่ 1.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนผสมและเกลือ 4 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนผสม ( $p > 0.05$ ) ซึ่งมีคะแนนความชอบรวมสูงสุด ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่างที่ไม่ต้องใช้สารแต่งกลิ่นรสไก่และใช้ปริมาณเกลือ 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของโปรตีนผสมระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและกลูเตน สำหรับศึกษาขั้นต่อไป

#### 4.6 ศึกษาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งแบบลมเป่า (air blast freezing) และไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen cryogenic freezing) และอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการแช่เยือกแข็งแบบไนโตรเจนเหลว

##### 4.6.1 ศึกษาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งแบบลมเป่า

เตรียมนักเก็ตมันฝรั่งสดตามสูตรที่คัดเลือกจากข้อ 4.5 และภาวะการลวกที่เลือกจากข้อ 4.4 นำไปแช่เยือกแข็งใน air blast freezer โดยใช้ตัวอย่างครั้งละประมาณ 36 ชิ้น อุณหภูมิลมเย็นในตู้ประมาณ  $-30$  องศาเซลเซียส ความเร็วลม 0.4 เมตร/วินาที บันทึกอุณหภูมิเริ่มต้นของใจกลางชิ้นนักเก็ตและเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มต้นจนมีอุณหภูมิต่ำสุดท้ายเท่ากับ  $-18$  องศาเซลเซียส ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งกับอุณหภูมิใจกลางชิ้นนักเก็ต แสดงในรูปที่ 4.1

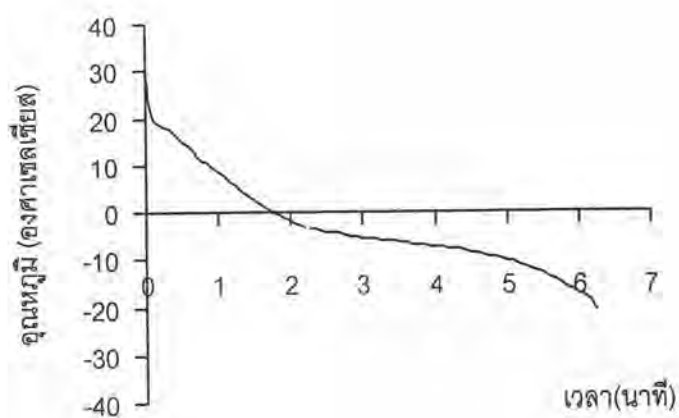


รูปที่ 4.1 Freezing curve ของการแช่เยือกแข็งน้กเกิดม้งสวิรติด้วย air blast freezer ที่อุณหภูมิ  
 ลมเย็นประมาณ  $-30$  องศาเซลเซียส

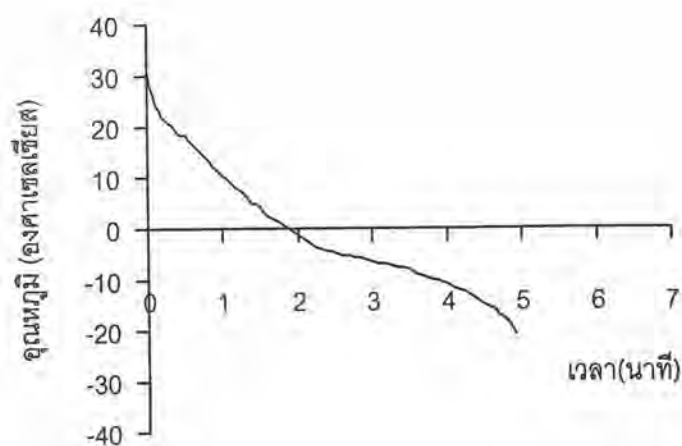
จากรูปที่ 4.1 สามารถหาเวลาในการแช่เยือกแข็งน้กเกิดม้งสวิรติด้วย air blast freezer  
 ที่ใช้ลมเย็นอุณหภูมิตั้งที่  $-30$  องศาเซลเซียส ได้ประมาณ 43 นาที

#### 4.6.2 ศึกษาเวลาและผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิกที่มีต่อ คุณภาพน้กเกิดม้งสวิรติ

เตรียมน้กเกิดม้งสวิรติตามสูตรที่คัดเลือกจากข้อ 4.5 และภาวะการลวกที่ใช้  
 สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่เลือกจากข้อ 4.4 นำไปแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิกด้วย liquid  
 nitrogen freezer โดยใช้ตัวอย่างครั้งละ 12 ชิ้น ตั้งอุณหภูมิแช่เยือกแข็ง 3 ระดับ คือ  $-70$ ,  $-90$   
 และ  $-110$  องศาเซลเซียส บันทึกอุณหภูมิเริ่มต้นของใจกลางน้กเกิดและเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มต้นจน  
 มีอุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ  $-18$  องศาเซลเซียส ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง  
 กับอุณหภูมิจากกลางน้กเกิด แสดงในรูปที่ 4.2-4.4

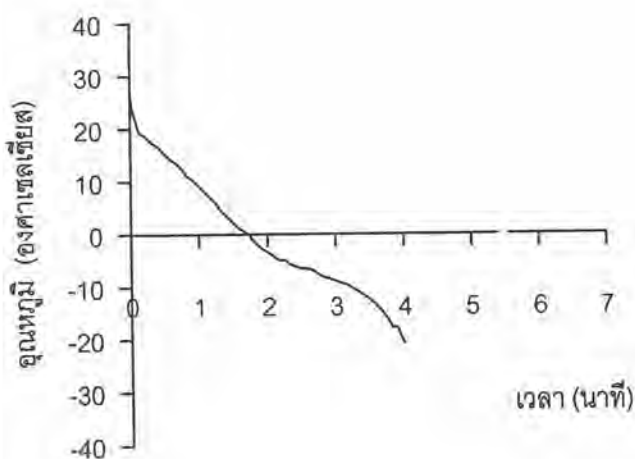


รูปที่ 4.2 Freezing curve ของการแช่เยือกแข็งนักเก็ตมั่งสวิรติด้วยไอไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิ  $-70$  องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.3 Freezing curve ของการแช่เยือกแข็งนักเก็ตมั่งสวิรติด้วยไอไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิ  $-90$  องศาเซลเซียส





รูปที่ 4.4 Freezing curve ของการแช่เยือกแข็งนักเก็ตมั่งสวิรติด้วยไอไนโตรเจนเหลวที่ อุณหภูมิ  $-110$  องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.2-4.4 สามารถหาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งนักเก็ตมั่งสวิรติเมื่อใช้อุณหภูมิ แช่เยือกแข็งที่  $-70$ ,  $-90$  และ  $-110$  องศาเซลเซียส ได้ดังนี้คือ 6 นาที 20 วินาที 4 นาที 48 วินาที 3 นาที 55 วินาที ตามลำดับ

จากนั้นนำนักเก็ตมั่งสวิรติที่ผ่านการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิต่างๆ ข้างต้น มาวิเคราะห์ ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการแช่เยือกแข็ง(%freezing loss) ทันทีหลังเสร็จกระบวนการแช่เยือก- แข็ง แล้วนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวบรรจุถุงพลาสติกชนิด HDPE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $-18$  องศา- เซลเซียส นาน 7 วัน ก่อนนำมาทอดในน้ำมันปาล์มโอเลอิน แบบ deep fat frying ที่อุณหภูมิ  $170-175$  องศาเซลเซียส นาน 3 นาที เพื่อนำมาวัดค่าแรงตัดขาดและประเมินผลทางประสาท สัมผัส ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดและค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการแช่เยือกแข็ง (%freezing loss) ที่ได้แสดงในตารางที่ 4.24-4.25 ส่วนผลคะแนนการทดสอบทางประสาท สัมผัสแสดงในตารางที่ 4.26-4.27

ตารางที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดและ %freezing loss ของผลิตภัณฑ์นักเกิดมังสวิรัตที่ผ่านการแช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิต่างกัน

| อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง<br>(องศาเซลเซียส) | ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                              |
|--|-------------------------------------|------------------------------|
|  | ค่าแรงตัดขาด <sup>ns</sup> (นิวตัน) | %freezing loss               |
| -70                                    | 50.99 $\pm$ 2.99                    | 0.34 <sup>b</sup> $\pm$ 0.05 |
| -90                                    | 49.55 $\pm$ 3.38                    | 0.41 <sup>b</sup> $\pm$ 0.06 |
| -110                                   | 45.76 $\pm$ 4.28                    | 0.62 <sup>a</sup> $\pm$ 0.08 |

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 4.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดและ %freezing loss ของผลิตภัณฑ์นักเกิดมังสวิรัตที่ผ่านการแช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิต่างกัน

| SOV       | d.f. | MS                    |                |
|-----------|------|-----------------------|----------------|
|           |      | ค่าแรงตัดขาด (นิวตัน) | %freezing loss |
| treatment | 2    | 29.153                | 0.09*          |
| error     | 9    | 12.906                | 0.004          |

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design พบว่าอุณหภูมิที่ใช้สำหรับแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์นักเกิดมังสวิรัตด้วยไอไนโตรเจนเหลว มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ย %freezing loss ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ ( $p > 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่า นักเกิดมังสวิรัตที่ผ่านการแช่เยือกแข็งโดยใช้ไอไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิ -70 องศาเซลเซียส และ -90 องศาเซลเซียส มีค่า %freezing loss ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ใช้อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง -110 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มี %freezing loss สูงสุด

ตารางที่ 4.26 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวิร์ติ ที่ผ่านการแช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิต่างกัน

| อุณหภูมิ<br>แช่เยือกแข็ง<br>(องศาเซลเซียส) | คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                             |                           |                          |
|--|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
|  | ลักษณะ<br>ปรากฏ <sup>ns</sup>     | ความแน่นเนื้อ <sup>ns</sup> | ความชุ่มน้ำ <sup>ns</sup> | ความชอบรวม <sup>ns</sup> |
| -70  | 9.72 ± 0.45                       | 5.04 ± 0.69                 | 4.96 ± 0.78               | 7.17 ± 0.72              |
| -90  | 9.67 ± 0.49                       | 4.83 ± 0.72                 | 5.58 ± 0.73               | 7.25 ± 0.75              |
| -110                                       | 9.75 ± 0.45                       | 4.50 ± 1.13                 | 5.00 ± 0.79               | 6.92 ± 0.79              |

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design พบว่า อุณหภูมิที่ใช้สำหรับแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวิร์ติด้วยไอไนโตรเจนเหลว ไม่มีอิทธิพลต่อคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 4.27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ ผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวิร์ติที่ผ่านการแช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิ ต่างกัน

| SOV       | d.f. | MS          |               |             |            |
|-----------|------|-------------|---------------|-------------|------------|
|           |      | ลักษณะปรากฏ | ความแน่นเนื้อ | ความชุ่มน้ำ | ความชอบรวม |
| treatment | 2    | 0.02        | 0.896         | 1.465       | 0.361      |
| panelist  | 11   | 0.217       | 1.396         | 0.522       | 1.051      |
| error     | 22   | 0.215       | 0.434         | 0.632       | 0.331      |

ไม่มีค่าใดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design (ตารางที่ 4.24-4.25) และ Randomized Complete Block Design (ตารางที่ 4.26-4.27) พบว่า อุณหภูมิที่ใช้สำหรับแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวิร์ติด้วยไอไนโตรเจนเหลวไม่มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดและคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้าน ( $p > 0.05$ ) แต่มีผลต่อ

ค่า %freezing loss อย่างมีนัยสำคัญ( $p \leq 0.05$ ) โดยที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง  $-70$  องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์มีค่า %freezing loss ต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ใช้อุณหภูมิในการแช่เยือกแข็งอื่น อีกทั้งยังมีคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวอย่างอื่น( $p > 0.05$ ) นอกเหนือจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นแล้วอุณหภูมิแช่เยือกแข็งดังกล่าวยังเป็นอุณหภูมิที่ประหยัดปริมาณการใช้ไนโตรเจนเหลวมากกว่าที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็งอื่นๆ ที่ต้องใช้ปริมาณไนโตรเจนเหลวเป็นจำนวนมากในการลดอุณหภูมิภายในเครื่อง ดังนั้นจึงเลือกอุณหภูมิแช่เยือกแข็งที่  $-70$  องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์ด้วยไอไนโตรเจนเหลว

#### 4.7 ศึกษาผลของวิธีแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บที่ภาวะแช่เยือกแข็งที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวีต

เตรียมนักเก็ตมั่งสวีตตามสูตรที่คัดเลือกจากข้อ 4.5 และภาวะการลวกที่เลือกจากข้อ 4.4 มาแช่เยือกแข็ง 2 วิธีคือ แบบลมเป่า (air blast freezing) โดยใช้ลมเย็นอุณหภูมิประมาณ  $-30$  องศาเซลเซียส และแบบไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen cryogenic freezing) ที่อุณหภูมิ  $-70$  องศาเซลเซียส จนกระทั่งอุณหภูมิใจกลางของชิ้นนักเก็ตเป็น  $-18$  องศาเซลเซียส แล้วนำไปบรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE และเก็บในภาวะแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ  $-18$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน สุ่มตรวจคุณภาพตัวอย่างเริ่มต้นและหลังจากนั้นทุก 1 เดือน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ในด้านการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ %weight loss, %cooking loss ,ค่าแรงตัดขาดและค่าสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์ แสดงในตารางที่ 4.28-4.34 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 4.35-4.38 ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) แสดงในตารางที่ 4.39

ตารางที่ 4.28 ค่าเฉลี่ย %weight loss ,%cooking loss และค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์  
นักเก็ตมั่งสวิริติที่ผลิตโดยแปรวิธีแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ

| วิธีแช่เยือกแข็ง | ระยะเวลาเก็บ<br>(เดือน) | ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                 |                          |
|------------------|-------------------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------------|
|                  |                         | % weight loss                       | % cooking loss  | ค่าแรงตัดขาด<br>(นิวตัน) |
| air blast        | 0                       | 0.00 $\pm$ 0.00                     | 5.54 $\pm$ 0.25 | 42.08 $\pm$ 1.68         |
|                  | 1                       | 1.36 $\pm$ 0.07                     | 7.41 $\pm$ 0.33 | 35.93 $\pm$ 3.10         |
|                  | 2                       | 1.64 $\pm$ 0.07                     | 8.73 $\pm$ 0.29 | 35.24 $\pm$ 1.53         |
| cryogenic        | 0                       | 0.00 $\pm$ 0.00                     | 4.25 $\pm$ 0.02 | 47.79 $\pm$ 2.55         |
|                  | 1                       | 1.35 $\pm$ 0.06                     | 5.93 $\pm$ 0.17 | 46.22 $\pm$ 3.82         |
|                  | 2                       | 1.67 $\pm$ 0.09                     | 7.13 $\pm$ 0.15 | 46.19 $\pm$ 1.21         |

ตารางที่ 4.29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย %weight loss , %cooking loss และ  
ค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวิริติที่ผลิตโดยแปรวิธีแช่เยือกแข็งและ  
ระยะเวลาเก็บ

| SOV                 | d.f. | MS            |               |                          |
|---------------------|------|---------------|---------------|--------------------------|
|                     |      | % weight loss | %cooking loss | ค่าแรงตัดขาด<br>(นิวตัน) |
| วิธีแช่เยือกแข็ง(A) | 1    | 0.001         | 7.115*        | 338.311*                 |
| ระยะเวลาเก็บ(B)     | 2    | 0.264*        | 4.713*        | 0.391                    |
| AB                  | 2    | 0.0008        | 0.01          | 0.331                    |
| error               | 12   | 0.006         | 0.06          | 7.002                    |

\* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment ขนาด 2x3 พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างวิธีแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บต่อค่าเฉลี่ย %weight loss

%cooking loss และค่าแรงตัดขาด อย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) แต่มีอิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็ง ต่อค่าเฉลี่ย % cooking loss และค่าแรงตัดขาดอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) นอกจากนี้ยังพบว่า ระยะเวลาเก็บมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ย %weight loss และ %cooking loss ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย จึงแยกวิเคราะห์ %cooking loss และค่าแรงตัดขาดโดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของวิธีการแช่เยือกแข็งแสดงผลในตารางที่ 4.30 สำหรับค่าเฉลี่ย %weight loss และ %cooking loss อันเป็นผลจากอิทธิพลของระยะเวลาเก็บนั้นแสดงในตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.30 ค่าเฉลี่ย % cooking loss และค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวิร์ติ เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็ง

| วิธีแช่เยือกแข็ง | ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                               |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
|                  | % cooking loss                      | ค่าแรงตัดขาด<br>(นิวตัน)      |
| air blast        | 7.22 <sup>a</sup> $\pm$ 1.41        | 37.75 <sup>b</sup> $\pm$ 3.78 |
| cryogenic        | 5.76 <sup>b</sup> $\pm$ 1.25        | 46.73 <sup>a</sup> $\pm$ 2.50 |

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

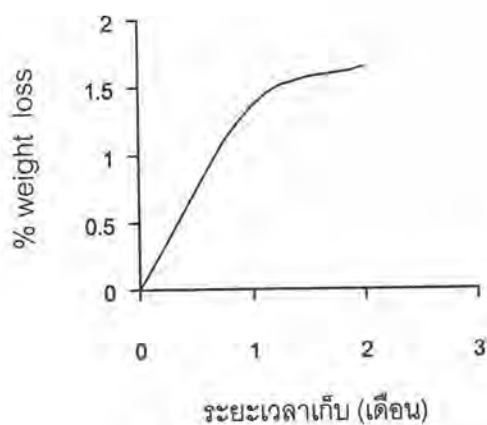
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าวิธีแช่เยือกแข็งมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ย % cooking loss และ ค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่เยือกแข็งแบบไครโอจินิกด้วยไอโนโตรเจนเหลวจะมีค่าเฉลี่ย %cooking loss ต่ำกว่า และมีค่าแรงตัดขาดสูงกว่าตัวอย่างที่ผ่านการแช่เยือกแข็งแบบลมเป่า

ตารางที่ 4.31 ค่าเฉลี่ย %weight loss และ %cooking loss ของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมั่งสวิรติ เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของระยะเวลาเก็บ

| ระยะเวลาเก็บ<br>(เดือน) | ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                              |
|-------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
|                         | %weight loss                        | % cooking loss               |
| 0                       | 0.00 <sup>c</sup> $\pm$ 0.00        | 4.89 <sup>c</sup> $\pm$ 0.72 |
| 1                       | 1.36 <sup>b</sup> $\pm$ 0.06        | 6.67 <sup>b</sup> $\pm$ 0.84 |
| 2                       | 1.65 <sup>a</sup> $\pm$ 0.07        | 7.90 <sup>a</sup> $\pm$ 0.90 |

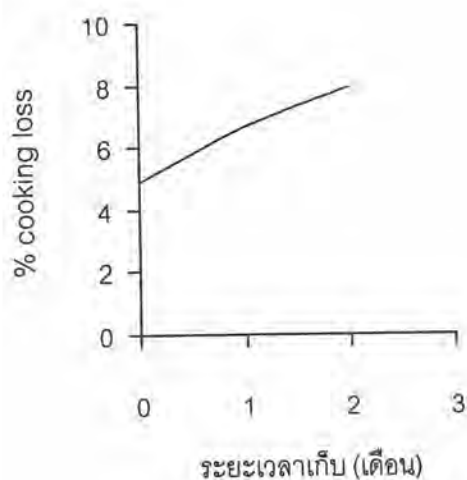
a,b,... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ระยะเวลาเก็บมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ย %weight loss และ %cooking loss ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยจะพบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บนานขึ้น ค่าเฉลี่ย %weight loss และ %cooking loss ของผลิตภัณฑ์ จะสูงขึ้น ดังแสดงในรูป 4.5 และ 4.6



รูปที่ 4.5 ค่าเฉลี่ย % weight loss ของนักเก็ตมั่งสวิรติแช่เยือกแข็ง เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน





รูปที่ 4.6 ค่าเฉลี่ย % cooking loss ของนักเก็ตมังสวิวัติแช่เยือกแข็ง เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน

ตารางที่ 4.32 ค่าเฉลี่ยสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมังสวิวัติที่ผลิตโดยแปรรูปวิธีแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาเก็บ

| วิธีแช่เยือกแข็ง | ระยะเวลาเก็บ<br>(เดือน) | ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                  |                  |
|------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------|------------------|
|                  |                         | L                                   | a                | b                |
| air blast        | 0                       | 63.75 $\pm$ 0.30                    | -0.14 $\pm$ 0.92 | 23.43 $\pm$ 0.14 |
|                  | 1                       | 59.07 $\pm$ 0.52                    | -0.37 $\pm$ 0.72 | 18.89 $\pm$ 0.06 |
|                  | 2                       | 57.57 $\pm$ 0.09                    | 0.46 $\pm$ 0.90  | 17.19 $\pm$ 0.20 |
| cryogenic        | 0                       | 63.35 $\pm$ 0.48                    | -0.33 $\pm$ 0.92 | 23.32 $\pm$ 0.49 |
|                  | 1                       | 59.59 $\pm$ 0.20                    | -0.43 $\pm$ 0.61 | 18.85 $\pm$ 0.24 |
|                  | 2                       | 57.59 $\pm$ 0.15                    | 0.21 $\pm$ 0.93  | 17.63 $\pm$ 0.16 |

ตารางที่ 4.33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมังสวิรัติที่ผลิตโดยแปรวิธีแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ

| SOV                 | d.f. | MS    |       |       |
|---------------------|------|-------|-------|-------|
|                     |      | L     | a     | b     |
| วิธีแช่เยือกแข็ง(A) | 1    | 0.216 | 0.07  | 0.122 |
| ระยะเวลาเก็บ(B)     | 2    | 9.170 | 1.65  | 6.38  |
| AB                  | 2    | 0.185 | 0.02  | 0.17  |
| error               | 12   | 0.08  | 0.647 | 0.03  |

\* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

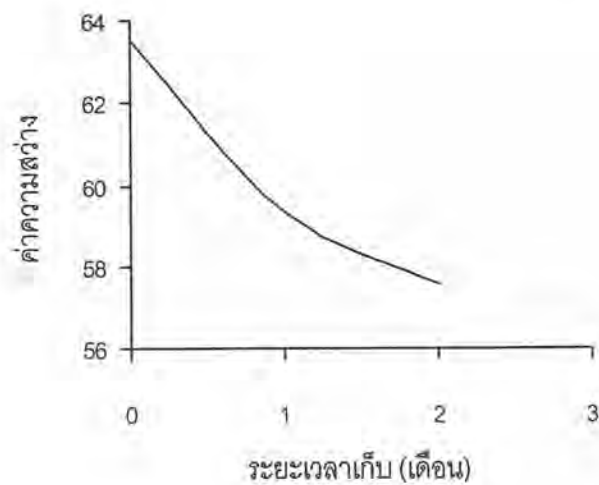
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment ขนาด 2x3 พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างวิธีแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บต่อค่าเฉลี่ยสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์ ( $p > 0.05$ ) แต่มีอิทธิพลของระยะเวลาเก็บต่อค่าเฉลี่ยความสว่าง (L) และค่าสีเหลือง (b) ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจึงแยกวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความสว่าง(L) และค่าสีเหลือง(b)โดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของระยะเวลาเก็บ ดังแสดงในตารางที่ 4.34

ตารางที่ 4.34 ค่าเฉลี่ยความสว่าง (L) และ ค่าสีเหลือง (b) ของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมังสวิรัติ เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของระยะเวลาเก็บ

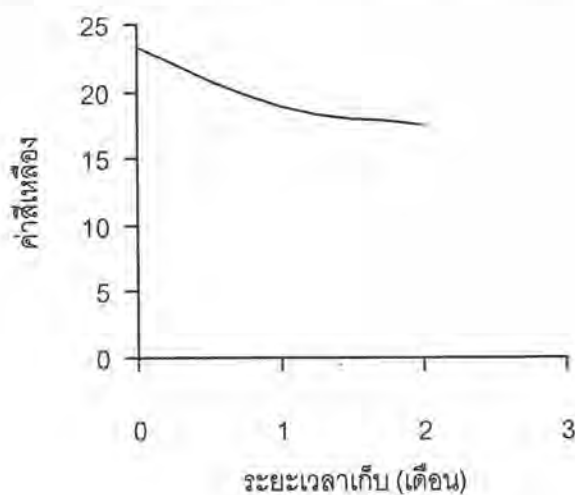
| ระยะเวลาเก็บ<br>(เดือน) | ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                               |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
|                         | L                                   | b                             |
| 0                       | 63.55 <sup>a</sup> $\pm$ 0.41       | 23.37 <sup>a</sup> $\pm$ 0.32 |
| 1                       | 59.33 <sup>b</sup> $\pm$ 0.45       | 18.86 <sup>b</sup> $\pm$ 0.15 |
| 2                       | 57.58 <sup>c</sup> $\pm$ 0.11       | 17.41 <sup>c</sup> $\pm$ 0.29 |

a,b,... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาเก็บมีอิทธิพลต่อเฉลี่ยความสว่าง (L) และค่าสีเหลือง (b) อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บนานขึ้น ค่าเฉลี่ยความสว่างและค่าสีเหลืองของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง ดังแสดงในรูปที่ 4.7 และ 4.8



รูปที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยความสว่างของนักเก็ตมั่งสวิร์ติแซ่เยือกแข็ง เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน



รูปที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยสีเหลืองของนักเก็ตมั่งสวิร์ติแซ่เยือกแข็ง เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน

ตารางที่ 4.35 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กันเกิดมะเร็งที่ผลิตโดยแปรรูปวิธีแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ

| วิธีแช่เยือกแข็ง | ระยะเวลาเก็บ (เดือน) | คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                       |                       |               |             |             |
|------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------|-------------|
|                  |                      | ลักษณะปรากฏ <sup>ns</sup>         | สีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ | กลิ่นรส <sup>ns</sup> | ความแน่นเนื้อ | ความชุ่มน้ำ | ความชอบรวม  |
| air blast        | 0                    | 9.79 ± 0.33                       | 5.79 ± 0.62           | 9.02 ± 0.85           | 4.54 ± 0.65   | 4.50 ± 0.60 | 6.70 ± 0.78 |
|                  | 1                    | 9.79 ± 0.33                       | 4.87 ± 0.57           | 9.00 ± 0.60           | 4.58 ± 0.70   | 4.79 ± 0.49 | 7.00 ± 0.60 |
|                  | 2                    | 9.75 ± 0.39                       | 4.33 ± 0.71           | 8.91 ± 0.79           | 4.25 ± 0.58   | 4.00 ± 0.85 | 6.70 ± 0.58 |
| cryogenic        | 0                    | 9.63 ± 0.48                       | 5.70 ± 0.65           | 9.00 ± 0.76           | 5.42 ± 0.46   | 5.00 ± 0.63 | 7.54 ± 0.58 |
|                  | 1                    | 9.70 ± 0.39                       | 4.87 ± 0.60           | 8.75 ± 0.81           | 5.00 ± 0.63   | 5.42 ± 0.51 | 7.45 ± 0.54 |
|                  | 2                    | 9.79 ± 0.40                       | 4.66 ± 0.57           | 8.54 ± 0.75           | 4.91 ± 0.55   | 4.25 ± 0.69 | 7.00 ± 0.76 |

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ตารางที่ 4.36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสของ  
ผลิตภัณฑ์นักเก็ตมันฝรั่งที่ผลิตโดยแปรวิธีแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ

| SOV                  | d.f. | MS              |                           |         |                   |                 |                |
|----------------------|------|-----------------|---------------------------|---------|-------------------|-----------------|----------------|
|                      |      | ลักษณะ<br>ปรากฏ | สีภายในเนื้อ<br>ผลิตภัณฑ์ | กลิ่นรส | ความ<br>แน่นเนื้อ | ความ<br>ชุ่มน้ำ | ความ<br>ชอบรวม |
| วิธีแช่เยือกแข็ง (A) | 1    | 0.08            | 0.125                     | 0.781   | 7.67              | 3.804           | 5.014          |
| ระยะเวลาเก็บ (B)     | 2    | 0.02            | 9.875                     | 0.441   | 0.941             | 5.922           | 0.899          |
| AB                   | 2    | 0.06            | 0.292                     | 0.219   | 0.316             | 0.223           | 0.462          |
| panelist             | 11   | 0.117           | 0.398                     | 1.140   | 0.269             | 0.517           | 0.287          |
| error                | 55   | 0.163           | 0.392                     | 0.479   | 0.387             | 0.395           | 0.45           |

\* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Factorial with Randomized Complete Block Design พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างวิธีแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บต่อคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมันฝรั่ง ( $p > 0.05$ ) แต่มีอิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็งต่อคะแนนเฉลี่ยด้านความแน่นเนื้อ ความชุ่มน้ำและความชอบรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ในขณะที่ระยะเวลาเก็บมีอิทธิพลต่อคะแนนเฉลี่ยด้านสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์และความชุ่มน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ดังนั้นในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส จึงแยกวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยด้านความแน่นเนื้อ ความชุ่มน้ำและความชอบรวม โดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลวิธีแช่เยือกแข็งแสดงผลในตารางที่ 4.37 สำหรับคะแนนเฉลี่ยด้านสีภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์และความชุ่มน้ำอันเป็นผลมาจากอิทธิพลของระยะเวลาเก็บนั้น แสดงผลในตารางที่ 4.38

ตารางที่ 4.37 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความแน่นเนื้อ ความชุ่มน้ำและความชอบรวมของผลิตภัณฑ์นักเกิดมังสวิรัต เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็ง

| วิธีแช่เยือกแข็ง | คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                   |                   |
|------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------|
|                  | ความแน่นเนื้อ                         | ความชุ่มน้ำ       | ความชอบรวม        |
| air blast        | $4.45^b \pm 0.64$                     | $4.43^b \pm 0.72$ | $6.80^b \pm 0.65$ |
| cryogenic        | $5.11^a \pm 0.58$                     | $4.89^a \pm 0.77$ | $7.33^a \pm 0.66$ |

a,b ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า วิธีแช่เยือกแข็งมีอิทธิพลต่อคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความแน่นเนื้อ ความชุ่มน้ำและความชอบรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยตัวอย่างที่แช่เยือกแข็งแบบไครโอจินิกด้วยไอไนโตรเจนเหลวจะมีคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสทั้ง 3 ด้านสูงกว่าตัวอย่างที่แช่เยือกแข็งแบบลมเป่า

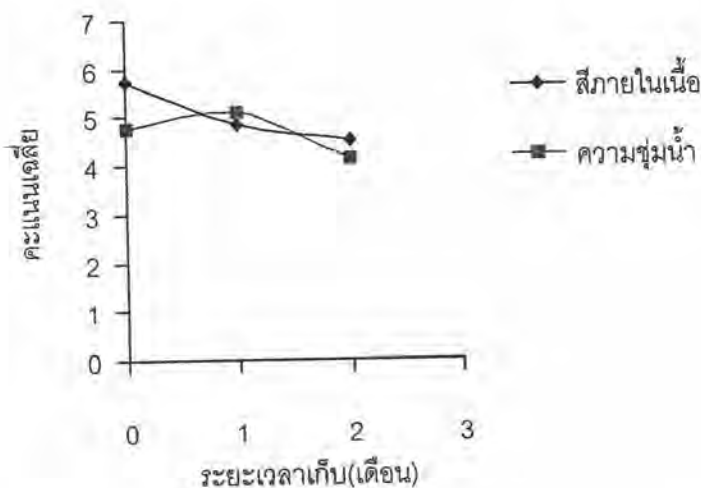
ตารางที่ 4.38 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์และความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์นักเกิดมังสวิรัต เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของระยะเวลาเก็บ

| ระยะเวลาเก็บ<br>(เดือน) | คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |                   |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------------|
|                         | สีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์                 | ความชุ่มน้ำ       |
| 0                       | $5.75^a \pm 0.62$                     | $4.75^a \pm 0.65$ |
| 1                       | $4.87^b \pm 0.57$                     | $5.10^a \pm 0.59$ |
| 2                       | $4.50^c \pm 0.65$                     | $4.12^b \pm 0.76$ |

a,b,... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ระยะเวลาเก็บมีอิทธิพลต่อคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์และความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยผลิตภัณฑ์นักเกิดมังสวิรัตแช่เยือกแข็งก่อนการเก็บรักษามีคะแนนเฉลี่ย

ด้านสีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์สูงสุดและแตกต่างกับตัวอย่างซึ่งมีระยะเวลาเก็บ 1 และ 2 เดือน ที่คะแนนเฉลี่ยเริ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ในด้านคะแนนเฉลี่ยความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์พบว่า ตัวอย่างก่อนการเก็บรักษามีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับตัวอย่างที่มีระยะเวลาเก็บ 1 เดือน ( $p > 0.05$ ) แต่เมื่อเก็บนาน 2 เดือน คะแนนเฉลี่ยด้านความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์จะลดลงและแตกต่างจากตัวอย่างก่อนเก็บและหลังเก็บรักษานาน 1 เดือนอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) แสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีภายในเนื้อผลิตภัณฑ์และความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์นักเกิดมั่งสิริวิติแซ่เอือกแข็ง เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน



ตารางที่ 4.39 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) ในผลิตภัณฑ์นักเกิดมังสวิรัตที่ผลิตโดยแปรรูปวิธีแช่เยือกแข็งและระยะเวลาเก็บ

| วิธีแช่เยือกแข็ง | ระยะเวลาเก็บ (เดือน) | ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน       |                                 |
|------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
|                  |                      | ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม) | ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)* |
| air blast        | 0                    | $1.51 \times 10^3$                    | 1                               |
|                  | 1                    | $8.42 \times 10^2$                    | 0                               |
|                  | 2                    | <300                                  | 1                               |
| cryogenic        | 0                    | $1.90 \times 10^3$                    | 0                               |
|                  | 1                    | $1.02 \times 10^3$                    | 1                               |
|                  | 2                    | <300                                  | 1                               |

\* ที่ระดับความเจือจางที่ 1:10

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(TPC) ในผลิตภัณฑ์นักเกิดมังสวิรัตแช่เยือกแข็ง พบว่ามีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บนานขึ้น และเมื่อพิจารณาผลของวิธีแช่เยือกแข็งที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ พบว่าก่อนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นักเกิดมังสวิรัตที่ผ่านการแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิกด้วยไอไนโตรเจนเหลวจะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่แช่เยือกแข็งด้วยวิธีลมเป่า (air blast freezing) แต่เมื่อเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบมีแนวโน้มลดลงและมีปริมาณใกล้เคียงกันคือ มีปริมาณน้อยกว่า 300 โคโลนี/กรัม สำหรับปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์นั้นพบว่ามีปริมาณต่ำมากคือมีปริมาณ 0 ถึง 1 โคโลนี/กรัม

#### 4.8 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์นักเกิดมังสวิรัต

เมื่อนำผลิตภัณฑ์นักเกิดมังสวิรัตที่เตรียมจากสูตรที่คัดเลือกจากข้อ 4.5 และภาวะการlovak สำหรับใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่เลือกจากข้อ 4.4 แล้วนำเข้าสู่กระบวนการผลิตดังแสดงในข้างต้น จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังทอดในน้ำมันปาล์มโอเลอินแบบ

deep fat frying ที่อุณหภูมิ 170-175 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.40

ตารางที่ 4.40 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์นักเก็ตมันฝรั่งก่อนและหลังทอดแบบ deep fat frying

| องค์ประกอบทางเคมี         | ค่าเฉลี่ย <sup>a</sup> ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน<br>(ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) |              |
|---------------------------|--|--------------|
|                           | ก่อนทอด  | หลังทอด      |
| ความชื้น                  | 63.34 ± 0.04   | 48.04 ± 0.07 |
| โปรตีน                    | 21.53 ± 0.10   | 17.79 ± 0.08 |
| ไขมัน                     | 2.89 ± 0.14  | 17.93 ± 0.11 |
| เส้นใย                    | 1.29 ± 0.09  | 1.21 ± 0.08  |
| เถ้า                      | 4.75 ± 0.07  | 4.56 ± 0.10  |
| คาร์โบไฮเดรต <sup>b</sup> | 69.54 ± 0.27   | 58.51 ± 0.16 |

<sup>a</sup> คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเปียก

<sup>b</sup> คำนวณจากผลต่างของ 100 เปอร์เซ็นต์กับปริมาณองค์ประกอบอื่น

<sup>a</sup> ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ครั้ง

จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์หลังทอดมีปริมาณความชื้น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เส้นใย และเถ้าลดลง มีเพียงปริมาณของไขมันในผลิตภัณฑ์เท่านั้นที่มีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับการที่ผลิตภัณฑ์หลังทอดมีปริมาณไขมันสูงขึ้นนั้นเป็นผลจากการดูดซับน้ำมันของผลิตภัณฑ์ระหว่างการทอด