

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| กิตติกรรมประกาศ | ก |
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ฉ |
| สารบัญตาราง | ญ |
| สารบัญภาพ | ฎ |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 2 |
| 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| 1.4 ขอบเขตการศึกษา | 3 |
| 1.5 นิยามคำศัพท์ | 3 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | |
| 2.1 นมผง | 4 |
| 2.2 น้ำผึ้ง | 14 |
| 2.3 วานิลลา | 21 |
| 2.4 การแปรรูปอาหารผง | 23 |
| 2.5 การใช้มอดโตเด็กซ์ตรินในการผลิตอาหารผง | 26 |
| 2.6 สมบัติสำคัญของอาหารผง | 27 |
| บทที่ 3 อุปกรณ์ สารเคมีและวิธีการวิจัย | |
| 3.1 วัตถุประสงค์ | 34 |
| 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ | 34 |
| 3.3 สารเคมี | 35 |
| 3.4 วิธีการวิจัย | 36 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ | |
| 4.1 สมบัติของนมผึ้งสด | 42 |
| 4.2 อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารปรุงแต่งกลิ่นรสในการทำนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 46 |
| 4.3 สภาพที่เหมาะสมในการทำแห้งนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรสโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง | 52 |
| 4.4 การเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 68 |
| 4.5 อัตราส่วนการชงละลายที่เหมาะสมของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 76 |
| 4.6 ลักษณะขอปชันไอโซเทอร์มของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 79 |
| 4.7 คุณภาพของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรสในระหว่างการเก็บรักษา | 81 |
| บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ | |
| 5.1 สรุปผลการทดลอง | 90 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 92 |
| เอกสารอ้างอิง | 93 |
| ภาคผนวก | 107 |
| ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาและวิธีการคำนวณ | 108 |
| ภาคผนวก ข ตารางผลการทดลอง | 122 |
| ภาคผนวก ค รูปภาพประกอบการวิจัย | 125 |
| ภาคผนวก ง แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส | 147 |
| ภาคผนวก จ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 294 (พ.ศ. 2548) เรื่อง รอยัลเฮลตี้และผลิตภัณฑ์รอยัลเฮลตี้ และคำชี้แจงประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 293 (พ.ศ.2548) เรื่อง ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร | 149 |
| ประวัติผู้เขียน | 160 |

สารบัญตาราง

| ตาราง | หน้า |
|--|------|
| 2.1 องค์ประกอบของนมผึ้ง | 6 |
| 2.2 ปริมาณน้ำตาลในนมผึ้ง | 7 |
| 2.3 ปริมาณวิตามินของนมผึ้ง | 9 |
| 2.4 เปรียบเทียบสารอาหารของนมวัวและนมผึ้ง | 9 |
| 2.5 กรดอะมิโนที่พบในน้ำผึ้ง | 16 |
| 4.1 สมบัติทางเคมีของนมผึ้งสด | 43 |
| 4.2 ปริมาณน้ำตาลในนมผึ้งสด | 43 |
| 4.3 การระบุชนิดของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสในนมผึ้งสด | 44 |
| 4.4 สมบัติทางจุลชีววิทยาของนมผึ้งสด | 44 |
| 4.5 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 47 |
| 4.6 ค่า Pearson's correlation ของการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค | 48 |
| 4.7 สมบัติทางเคมีของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรสสูตรที่เหมาะสม | 49 |
| 4.8 น้ำตาลในนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรสสูตรที่เหมาะสม | 50 |
| 4.9 สารระเหยง่ายที่ตรวจพบในนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรสสูตรที่เหมาะสม | 50 |
| 4.10 สมบัติทางจุลชีววิทยาของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรสสูตรที่เหมาะสม | 52 |
| 4.11 ค่าสีของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรสผสมมอลโตเด็กซ์ทรินก่อนการทำแห้ง | 52 |
| 4.12 ผลของระยะเวลาในการทำแห้งและปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 55 |
| 4.13 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของนมผึ้งผงบริสุทธิ์และนมผึ้งผงปรุงแต่งกลิ่นรส | 68 |
| 4.14 เปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของนมผึ้งผงบริสุทธิ์และนมผึ้งผงปรุงแต่งกลิ่นรส | 70 |
| 4.15 การระบุชนิดของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสในนมผึ้งผงบริสุทธิ์และนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 74 |
| 4.16 สมบัติทางจุลชีววิทยาของนมผึ้งผงบริสุทธิ์และนมผึ้งผงปรุงแต่งกลิ่นรส | 75 |
| 4.17 คะแนนความชอบของผู้บริโภคในการทดสอบทางประสาทสัมผัสระหว่างนมผึ้งผงบริสุทธิ์และนมผึ้งผงปรุงแต่งกลิ่นรส | 76 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตาราง | หน้า |
|---|------|
| 4.18 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรสขงละลาย | 77 |
| 4.19 ค่า Pearson's correlation ของการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค | 79 |
| 4.20 สมบัติทางจุลชีววิทยาของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรสระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $28\pm 5^{\circ}\text{C}$ ระยะเวลา 4 เดือน | 86 |
| ก-1 การอ่าน Most Propable Number (MPN) | 120 |
| ก-2 ค่า a_w ของสารละลายเกลือที่แตกต่างกันที่อุณหภูมิ 25°C | 121 |
| ข-1 ค่า Pearson's correlation ของสมบัติทางกายภาพและเคมีของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 123 |
| ข-2 สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 เดือน | 123 |
| ข-3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 เดือน | 124 |
| จ-1 ตารางการแสดงค่าเดือนของผลิตภัณฑ์อาหารเสริม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 293 (พ.ศ.2548) | 157 |

สารบัญภาพ

| รูป | หน้า |
|--|------|
| 2.1 ความแตกต่างระหว่างนางพญาผึ้ง และผึ้งงาน | 5 |
| 2.2 โครงสร้างโมเลกุลของกรดไขมันในนมผึ้ง | 8 |
| 2.3 Static และ dynamic angle of repose | 29 |
| 4.1 โครมาโตแกรมของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HSSPME-GC-MS ในนมผึ้งสด | 45 |
| 4.2 โครมาโตแกรมของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HSSPME-GC-MS ในนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 51 |
| 4.3 ค่าสี L* ของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส ก่อนและหลังการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง | 54 |
| 4.4 ผลของระยะเวลาในการทำแห้ง และปริมาณมอลโตเด็คซ์ตรินต่อค่าสี L* ของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรสที่ผ่านการทำแห้ง | 56 |
| 4.5 ค่าสี a* ของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส ก่อนและหลังการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง | 57 |
| 4.6 ผลของระยะเวลาในการทำแห้ง และปริมาณมอลโตเด็คซ์ตรินต่อค่าสี a* ของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 58 |
| 4.7 ค่าสี b* ของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส ก่อนและหลังการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง | 58 |
| 4.8 ผลของระยะเวลาในการทำแห้ง และปริมาณมอลโตเด็คซ์ตรินต่อค่าสี b* ของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 59 |
| 4.9 ค่า hue angle ของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส ก่อนและหลังการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง | 60 |
| 4.10 ผลของระยะเวลาในการทำแห้ง และปริมาณมอลโตเด็คซ์ตรินต่อค่าสี hue ของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 61 |
| 4.11 ผลของระยะเวลาในการทำแห้งและปริมาณมอลโตเด็คซ์ตรินต่อความสามารถในการละลายของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรสที่ผ่านการทำแห้ง | 62 |
| 4.12 ผลของระยะเวลาในการทำแห้งและปริมาณมอลโตเด็คซ์ตรินต่อค่ามุมกองของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 64 |
| 4.13 ผลของระยะเวลาในการทำแห้งและปริมาณมอลโตเด็คซ์ตรินต่อค่า a_w ของนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 66 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูป | หน้า |
|--|------|
| 4.14 ผลของระยะเวลาในการทำแห้ง และปริมาณมอด โทเด็กซ์ตรินต่อปริมาณความชื้นของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรส | 67 |
| 4.15 โคโรมาโตแกรมของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HSSPME- GC-MS ในนมผง | 72 |
| 4.16 โคโรมาโตแกรมของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HSSPME- GC-MS ในนมผงปรุงแต่งกลิ่นรส | 73 |
| 4.17 ลักษณะ sorption isotherm ของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรส | 80 |
| 4.18 การเปลี่ยนแปลงของค่า L^* ของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรสระหว่างการเก็บรักษา | 82 |
| 4.19 การเปลี่ยนแปลงของค่า a^* ของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรสระหว่างการเก็บรักษา | 82 |
| 4.20 การเปลี่ยนแปลงของค่า b^* ของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรสระหว่างการเก็บรักษา | 83 |
| 4.21 การเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการละลายของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรสระหว่างการเก็บรักษา | 83 |
| 4.22 การเปลี่ยนแปลงของค่ามุมกองของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรสระหว่างการเก็บรักษา | 84 |
| 4.23 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรสระหว่างการเก็บรักษา | 85 |
| 4.24 การเปลี่ยนแปลงของค่า a_w ของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรสระหว่างการเก็บรักษา | 86 |
| 4.25 การเปลี่ยนแปลงของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรสระหว่างการเก็บรักษา | 87 |
| 4.26 การเปลี่ยนแปลงของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรสระหว่างการเก็บรักษา | 88 |
| 4.27 การเปลี่ยนแปลงของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นวานิลลาของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรสระหว่างการเก็บรักษา | 88 |
| 4.28 การเปลี่ยนแปลงของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสหวานของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรสระหว่างการเก็บรักษา | 89 |
| 4.29 การเปลี่ยนแปลงของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรสระหว่างการเก็บรักษา | 89 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูป | หน้า |
|---|------|
| ก-1 การวัด Static angle of repose | 111 |
| ก-2 การดูดซับสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสด้วยเทคนิค HS – SPME | 115 |
| ก-3 การตรวจนับโคลิฟอร์มและฟีคัล โคลิฟอร์มโดยวิธี MPN | 119 |
| ค.1 ลักษณะของนมผงสด | 126 |
| ค-2 ชุดอุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน | 126 |
| ค-3 ลักษณะการเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์โปรตีน | 126 |
| ค-4 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตนมผงปรุงแต่งกลิ่นรส | 127 |
| ค-5 ชุดอุปกรณ์และเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง | 127 |
| ค-6 การเตรียมตัวอย่างในการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งของนมผง | 127 |
| ค-7 การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งนมผงสด | 128 |
| ค-8 ลักษณะนมผงที่ผ่านการทำแห้งเป็นเวลา 72 ชั่วโมง | 128 |
| ค-9 การเตรียมตัวอย่างนมผงปรุงแต่งกลิ่นรส ในการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง | 128 |
| ค-10 การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งนมผงปรุงแต่งกลิ่นรส | 129 |
| ค-11 ลักษณะของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรส | 129 |
| ค-12 ลักษณะของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรสที่ใส่ตัวอย่างมากเกินไป | 129 |
| ค-13 ลักษณะนมผงปรุงแต่งกลิ่นรสที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง | 130 |
| ค-14 ลักษณะของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรส ที่ผ่านการทำแห้งเป็นเวลา 36 ชั่วโมง | 130 |
| ค-15 ลักษณะของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรส ที่ผ่านการทำแห้งเป็นเวลา 48 ชั่วโมง | 130 |
| ค-16 ลักษณะของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรส ที่ผ่านการทำแห้งเป็นเวลา 72 ชั่วโมง | 130 |
| ค-17 การวิเคราะห์ความสามารถในการไหลของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรส | 131 |
| ค-18 ลักษณะนมผงปรุงแต่งกลิ่นรส | 131 |
| ค-19 เครื่อง Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS) | 131 |
| ค-20 DSC thermogram ของนมผงสด | 132 |
| ค-21 DSC thermogram ของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรส | 132 |
| ค-22 DSC thermogram ของนมผง | 133 |
| ค-23 DSC thermogram ของนมผงปรุงแต่งกลิ่นรส | 133 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูป | หน้า |
|--|------|
| ค-24 ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์โครมาโตแกรมของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรส ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HS-SPME, GC-MS ในนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 134 |
| ค-25 โครมาโตแกรมของ octanoic acid ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HS-SPME, GC-MS ในนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 135 |
| ค-26 โครมาโตแกรมของ ethyl vanillin ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HS-SPME, GC-MS ในนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 136 |
| ค-27 ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์โครมาโตแกรมของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรส ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HS-SPME, GC-MS ในนมผึ้ง | 137 |
| ค-28 โครมาโตแกรมของ cyclopentasiloxane, decamethyl ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HS-SPME, GC-MS ในนมผึ้ง | 138 |
| ค-29 โครมาโตแกรมของ cyclopentasiloxane, dodecamethyl ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HS-SPME, GC-MS ในนมผึ้ง | 139 |
| ค-30 โครมาโตแกรมของ silanamine, N-[2, 6-dimethyl-4-[(trimethylsilyloxy)phenyl]- 1,1,1-trimethyl] ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HS-SPME, GC-MS ในนมผึ้ง | 140 |
| ค-31 โครมาโตแกรมของ benzoic acid, 2, 5-bis(trimethylsilyloxy)-, trimethylsilyl ester ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HS-SPME, GC-MS ในนมผึ้ง | 141 |
| ค-32 ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์โครมาโตแกรมของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรส ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HS-SPME, GC-MS ในนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 142 |
| ค-33 โครมาโตแกรมของ cyclopentasiloxane, dodecamethyl ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HS-SPME, GC-MS ในนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 143 |
| ค-34 โครมาโตแกรมของ ethyl vanillin ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HS-SPME, GC-MS ในนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 144 |
| ค-35 โครมาโตแกรมของ pentasiloxane, dodecamethyl ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HS-SPME, GC-MS ในนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 145 |
| ค-36 โครมาโตแกรมของ benzoic acid, 2, 5-bis(trimethylsilyloxy)-, trimethylsilyl ester ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HS-SPME, GC-MS ในนมผึ้งปรุงแต่งกลิ่นรส | 146 |