

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฎ
สารบัญภาพภาคผนวก	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 สารระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง	48
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	61
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	99
เอกสารอ้างอิง	102
ภาคผนวก	107
ประวัติผู้เขียน	172

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
1.1	สภาวะที่ใช้ในการผลิตเนยแข็งบางชนิด	16
1.2	ชนิดของ โพรเซสซีส์จำแนกตามองค์ประกอบ ปริมาณน้ำ และระดับความเข้มข้น	19
1.3	อัตราส่วนของเนยแข็งที่มีอายุการบ่มแตกต่างกัน ที่ใช้ในการผลิตโพรเซสซีส์ชนิดต่างๆ	23
1.4	สมบัติของวัตถุดิบและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตโพรเซสซีส์	27
1.5	คุณค่าทางโภชนาการของข้าวในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	30
1.6	คุณค่าทางโภชนาการของตะไคร้ในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	31
1.7	คุณค่าทางโภชนาการของหอมแดงในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	33
3.1	อัตราส่วนผสมของโพรเซสซีส์ผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	57
4.1	สมบัติทางเคมีของเนยแข็งแก่ค้าอายุการบ่ม 1 เดือน	61
4.2	สมบัติทางจุลชีววิทยาของเนยแข็งแก่ค้าอายุการบ่ม 1 เดือน	62
4.3	ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบและเวลาในการผลิตที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสซีส์ผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	63
4.3	(ต่อ) ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบและเวลาในการผลิตที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสซีส์ผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	64
4.4	ผลของอุณหภูมิในการผลิตต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสซีส์ผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	65
4.5	ผลของความเร็วรอบในการกวนต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสซีส์ผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	66
4.6	ผลของเวลาในการกวนต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสซีส์ผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	67
4.7	ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสซีส์ผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	69
4.8	ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสซีส์ผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	70

ตาราง	หน้า
4.9 ผลร่วมระหว่างความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิคสเปรด	71
4.10 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางจุลชีววิทยาของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิคสเปรด	73
4.10 (ต่อ) ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางจุลชีววิทยาของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิคสเปรด	74
4.11 ผลของอุณหภูมิในการผลิตต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิคสเปรด	75
4.12 ผลของเวลาในการกวนต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิคสเปรด	75
4.13 ผลร่วมระหว่างความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิคสเปรด	76
4.14 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบและเวลาที่มีต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิคสเปรด	78
4.15 ผลของอุณหภูมิในการผลิตต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิคสเปรด	79
4.16 ผลของความเร็วยรอบในการกวนต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิคสเปรด	80
4.17 ผลของเวลาในการกวนต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิคสเปรด	81
4.18 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนที่มีต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิคสเปรด	82
4.19 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิคสเปรด	83
4.20 ผลร่วมระหว่างความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิคสเปรด	84
4.21 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางรีโอ โลยีของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิคสเปรด	88

ตาราง	หน้า
4.22 ผลของอุณหภูมิในการผลิตต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิรตซ์ ของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	89
4.23 ผลของความถี่รอบในการกวนต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิรตซ์ ของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	90
4.24 ผลของเวลาในการกวนต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิรตซ์ ของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	91
4.25 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความถี่รอบในการกวนที่มีต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิรตซ์ ของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	92
4.26 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิรตซ์ ของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	93
4.27 ผลร่วมระหว่างความถี่รอบในการกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิรตซ์ ของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	94
4.28 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของของโพรเซสซิสผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	97

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 ชนิดของแรงที่กระทำ	35
2.2 แสดงการผิดรูปของวัสดุ	35
2.3 กราฟการคืบ	39
2.4 กราฟการพักความเค้น	40
2.5 มุมเฟสที่เปลี่ยนเมื่อให้ความเค้นหรือความเครียดแบบสั้น	41
2.6 ภาพตัดขวางของรีโอมิเตอร์แบบกรวยกับแผ่นเรียบ	44
4.1 สมบัติวิสโคอีลาสติกเชิงเส้นของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสปรด	87

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก	หน้า
ง1 ตารางแมคคราดี้ (Mc Crady's Table)	138
ง1 (ต่อ) ตารางแมคคราดี้ (Mc Crady's Table)	139
ฉ1.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้น ของโพรเซสซีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	152
ฉ1.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณเถ้าของโพรเซสซีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	152
ฉ1.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโปรตีนของโพรเซสซีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	153
ฉ1.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไขมันของโพรเซสซีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	153
ฉ1.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่าง ของโพรเซสซีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	154
ฉ1.6 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสมบัติทางเคมีของโพรเซสซีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	154
ฉ1.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของโพรเซสซีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	155
ฉ1.8 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของโพรเซสซีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	155
ฉ1.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า firmness ของโพรเซสซีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	156
ฉ1.10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า spreadability ของโพรเซสซีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	156
ฉ1.11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า stickiness ของโพรเซสซีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด	157

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved

ตารางภาคผนวก	หน้า
ฉ1.12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า adhesion ของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	157
ฉ1.13 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	158
ฉ1.14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า elastic modulus ของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	158
ฉ1.15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า viscous modulus ของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	159
ฉ1.16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า complex modulus ของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	159
ฉ1.17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า loss tangent ของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	160
ฉ1.18 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสมบัติทางรีโอโลยีของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	160
ฉ1.19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	161
ฉ1.19 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	162
ฉ2.1 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในกระบวนการผลิตและสมบัติทางเคมีของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	163
ฉ2.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในกระบวนการผลิตและสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	164
ฉ2.3 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีและสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	165
ฉ2.4 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในกระบวนการผลิตและสมบัติทางรีโอโลยีของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	166
ฉ2.5 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมี ทางลักษณะเนื้อสัมผัสและสมบัติทางรีโอโลยีของโพรเซสซีตผสมสมุนไพรรชนิดสเปรด	167

### สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวก	หน้า
ก-1 ถังสำหรับผลิตเนยแข็ง (ซ้าย) ถังคลอรีน (ขวา) เครื่องอัดระบบไฮโดรลิก (หลัง)	109
ก-2 ลวดสำหรับตัดตะกอนน้ำมัน	109
ก-3 ตะแกรงกรองเคิร์ด	109
ก-4 ชุดอัดเคิร์ดในถังผลิต	109
ก-5 อุปกรณ์สำหรับตัดเคิร์ดเป็นก้อน	109
ก-6 พิมพ์สำหรับอัดเคิร์ดเป็นก้อน	109
ก-7 เหน้านมพาสเจอร์ไรส์ลงถังผลิต	110
ก-8 กวนให้วัตถุดิบเข้ากันซ้่าๆ	110
ก-9 ทิ้งไว้ให้นมตกตะกอน 30 นาที	110
ก-10 ตัดตะกอนนมเนวนอน	110
ก-11 ตัดตะกอนนมแนวตั้ง	110
ก-12 ตัดตะกอนนมแนวขวาง	110
ก-13 กวนเคิร์ดเบาๆ 20 นาที	111
ก-14 ปล่อยน้ำเวย์ออก 25 %	111
ก-15 ปรับอุณหภูมิเป็น 38 °C ด้วยน้ำร้อน	111
ก-16 กวนเคิร์ด 30 นาที	111
ก-17 ปล่อยน้ำเวย์ออก 75 %	111
ก-18 อัดเคิร์ดในน้ำเวย์ด้วยความดัน 4 บาร์ 90 นาที	111
ก-19 ปล่อยน้ำเวย์ออกทั้งหมด	112
ก-20 ตัดเคิร์ดเป็นก้อน	112
ก-21 นำก้อนเคิร์ดใส่พิมพ์	112
ก-22 เคิร์ดในพิมพ์พร้อมนำไปกดอัด	112
ก-23 อัดเคิร์ดในพิมพ์ด้วยความดัน 5 บาร์ 60 นาที	112
ก-24 กลับด้าน อัดในพิมพ์ต่อ 30 นาที	112

ภาพภาคผนวก	หน้า
ก-25 แกะเนยแข็งออกจากพิมพ์	113
ก-26 แช่เนยแข็งในน้ำเย็น 5 °C 1 คืน	113
ก-27 แช่เนยแข็งในน้ำเกลือ 20 % นาน 8 ชั่วโมง	113
ก-28 บ่มเนยแข็งในห้องบ่ม 10-16 °C 4 สัปดาห์	113
ข-1 เนยแข็งเกาต์หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ	115
ข-2 เพนตะโซเดียม ไตรโพลีฟอสเฟต	115
ข-3 น้ำกลั่น	115
ข-4 หางนมผง	115
ข-5 ผงสมุนไพรมผสม (ตะไคร้ 45 %, ข่า 30 % และหอมแดง 25 %)	115
ข-6 ชุดผลิตโพรเซสชีส (อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เครื่อง overhead stirrer และใบพัดแบบกรวย)	115
ข-7 โพรเซสชีสก่อนเติมสมุนไพรม	116
ข-8 วัตถุดิบ	116
ข-9 เติมผงสมุนไพรม	116
ข-10 ผสมตามความเร็วรอบและเวลาที่กำหนด	116
ข-11 โพรเซสชีสผสมสมุนไพรมชนิดสเปรดก่อนบรรจุ	116
ข-12 โพรเซสชีสผสมสมุนไพรมชนิดสเปรด	116