บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 สมบัติทางเคมีและจุลชีววิทยาของเนยแข็งเกาด้า

4.1.1 สมบัติทางเคมีของเนยแข็งเกาด้า

สมบัติทางเคมีของเนยแข็งเกาด้าที่มีอายุการบ่ม 1 เดือน ได้แก่ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน และค่าความเป็นกรดด่าง ดังแสดงในตาราง 4.1

ตาราง 4.1 สมบัติทางเคมีของเนยแข็งเกาด้าอายุการบ่ม 1 เดือน

ส่วนประกอบทางเคมี	ปริมาณ
ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	45.71±0.343
เถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	3.61±0.01
โปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	19.55±0.98
ไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	28.31±0.79
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	5.97±0.06

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์เนยแข็งเกาด้าอายุการบ่ม 1 เดือนที่ผลิตในครั้งเดียวกันทำการวัด 3 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.1 เป็นสมบัติทางเคมีที่ได้จากการวิเคราะห์เนยแข็งเกาด้าที่มีอายุการบ่มเพียง 1 เดือน ซึ่งมีปริมาณความชื้นสูงกว่ามาตรฐาน CODEX STAN C-5-1966 ที่กำหนดให้เนยแข็งเกาด้า ที่มีอายุการบ่มโดยปกติไม่ต่ำกว่า 5 สัปดาห์ มีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 43 โดยน้ำหนัก และมีปริมาณน้ำหนักแห้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 57 โดยน้ำหนัก (CODEX, 1966) และโดยทั่วไปเนยแข็งเกาด้าจะมีค่าปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน และไขมัน ร้อยละ 41.0, 3.0, 26.5 และ 28.5 โดยน้ำหนัก และความเป็นกรดด่างประมาณ 5.8 (Kosikowski, 1982) จะเห็นได้ว่าปริมาณเถ้า และไขมันของเนยแข็ง

เกาด้าที่มีอายุการบ่ม 1 เดือนที่ทำการผลิต มีค่าใกล้เคียงกับเนยแข็งเกาด้าทั่วไป จากการที่เนยแข็งเกาด้าที่ผลิตมีปริมาณความชื้นที่สูงกว่าจึงมีผลให้มีค่าความเป็นกรดด่างสูงขึ้นเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee และคณะ (2004) และเนื่องจากสมบัติทางเคมีแสดงในหน่วยของร้อยละโดยน้ำหนักการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นจึงทำให้ปริมาณโปรตีนลดลง อีกทั้งน้ำนมดิบที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเนยแข็งยังเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณเถ้า โปรตีน และ ไขมันต่างจากค่าจากค่ามาตรฐานด้วย

4.1.2 สมบัติทางจุลชีววิทยาของเนยแข็งเกาด้า

สมบัติทางจุลชีววิทยาของเนยแข็งเกาด้าอายุการบ่ม 1 เดือน ได้แก่ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา แลคติคแบคทีเรีย โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E. coli* ดังแสดงในตาราง 4.2

ตาราง 4.2 สมบัติทางจุลชีววิทยาของเนยแข็งเกาด้าอายุการบ่ม 1 เดือน

สมบัติทางจุลชีววิทยา	ปริมาณ
จุลิททรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	2.13×10^5
ยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	< 250
แลคติคแบคทีเรีย (โคโลนี/กรัม)	1.81×10^5
E. coli (MPN/g)	< 3

หมายเหตุ - ข้อมูลจากการวิเคราะห์เนยแข็งเกาด้าอายุการบ่ม 1 เดือนที่ผลิตในครั้งเดียวกันและทำการวัด 3 ซ้ำ

จากตาราง 4.2 พบว่าเนยแข็งเกาด้ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 2.13×10^5 โคโลนี/กรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับแลคติคแบคทีเรีย 1.81×10^5 โคโลนี/กรัม เป็นไปได้ว่าจุลินทรีย์ที่ตรวจพบส่วนใหญ่คือ แลคแบคทีเรียจากการเติมเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นที่ใช้ในการผลิตเนยแข็ง และเนื่องจากน้ำนมที่ใช้ในการผลิตเนยแข็งเกาด้าเป็นน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ จึงไม่พบยีสต์ รา และ *E. coli* ดังนั้นเนยแข็งเกาด้าที่ผลิตจึงมีสมบัติทางจุลชีววิทยา เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 209 (2543) ว่าด้วยเรื่องเนยแข็ง ตามข้อ 5(3) ที่กล่าวว่าเนยแข็งจะต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 ผลของตัวแปรในกระบวนการผลิตที่มีผลต่อสมบัติของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

4.2.1 สมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

สมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ทำการผลิตที่อุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวน และเวลาในการกวนที่กำหนด แสดงในตาราง 4.3

ตาราง 4.3 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	เวลา (นาที)	ความชื้น ns (ร้อยละ)	เถ้า ns (ร้อยละ)	โปรตีน ns (ร้อยละ)	ไขมัน ns (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ns
70	50	5	57.44 ± 0.16	5.44 ± 0.12	11.65 ± 0.23	17.16 ± 0.31	7.06 ± 0.08
		10	56.96 ± 0.13	5.46 ± 0.15	11.44 ± 0.14	17.12 ± 0.19	7.06 ± 0.03
		15	54.50 ± 2.13	5.61 ± 0.21	11.78 ± 0.76	18.04 ± 0.51	6.99 ± 0.01
	100	5	57.54 ± 0.30	5.41 ± 0.07	10.18 ± 0.94	17.12 ± 0.19	7.03 ± 0.02
		10	56.11 ± 0.73	5.50 ± 0.18	11.96 ± 0.23	17.78 ± 0.09	7.01 ± 0.03
		15	54.12 ± 0.84	5.67 ± 0.12	12.92 ± 0.08	18.29 ± 0.72	6.98 ± 0.01
	150	5	56.66 ± 0.26	5.38 ± 0.06	11.44 ± 0.54	18.39 ± 0.52	7.01 ± 0.02
		10	54.46 ± 0.18	5.59 ± 0.08	11.88 ± 0.27	18.39 ± 0.23	6.99 ± 0.03
		15	53.23 ± 0.59	5.83 ± 0.08	13.25 ± 0.29	19.25 ± 0.15	6.93 ± 0.02
75	50	5	56.76 ± 1.60	5.59 ± 0.28	12.24 ± 0.06	18.10 ± 0.35	6.98 ± 0.05
		10	55.63 ± 0.20	5.63 ± 0.10	10.60 ± 0.33	18.51 ± 0.04	6.94 ± 0.01
		15	54.13 ± 0.64	5.70 ± 0.04	11.96 ± 0.66	19.17 ± 0.53	6.94 ± 0.04
	100	5	54.84 ± 0.28	5.40 ± 0.11	10.43 ± 1.32	19.33 ± 0.20	6.96 ± 0.04
		10	53.05 ± 0.48	5.74 ± 0.18	12.27 ± 0.09	19.31 ± 0.31	6.93 ± 0.01
		15	52.44 ± 0.34	5.86 ± 0.19	13.75 ± 0.62	20.54 ± 0.29	6.87 ± 0.03
	150	5	54.13 ± 0.23	5.55 ± 0.06	12.64 ± 0.50	19.94 ± 0.49	6.95 ± 0.03
		10	52.90 ± 0.39	5.65 ± 0.01	13.08 ± 0.30	19.69 ± 0.61	6.94 ± 0.02
		15	51.37 ± 0.97	5.99 ± 0.14	13.73 ± 0.46	20.61 ± 0.43	6.89 ± 0.02

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 1 ซ้ำ

ns ตัวแปรไม่มีอิทธิพลต่อสมบัติทางเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.3 (ต่อ) ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	เวลา (นาที)	ความชื้น ns (ร้อยละ)	เถ้า ns (ร้อยละ)	โปรตีน ns (ร้อยละ)	ไขมัน ns (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ns
80	50	5	56.28 ± 0.39	5.64 ± 0.09	12.26 ± 1.06	17.35 ± 0.62	6.96 ± 0.05
		10	55.34 ± 0.20	5.65 ± 0.04	12.96 ± 0.34	17.79 ± 0.25	6.94 ± 0.01
		15	53.94 ± 0.32	5.85 ± 0.04	13.37 ± 0.26	18.17 ± 0.07	6.94 ± 0.01
	100	5	54.38 ± 0.58	5.62 ± 0.01	10.45 ± 0.66	18.08 ± 0.30	6.95 ± 0.01
		10	53.00 ± 1.62	5.71 ± 0.20	12.92 ± 1.21	19.60 ± 0.32	6.94 ± 0.01
		15	51.13 ± 1.30	6.14 ± 0.19	14.08 ± 0.34	20.14 ± 0.67	6.93 ± 0.02
	150	5	53.80 ± 0.46	5.63 ± 0.12	12.43 ± 0.37	20.12 ± 0.33	6.89 ± 0.00
		10	52.12 ± 1.52	5.69 ± 0.26	13.49 ± 0.74	20.37 ± 0.84	6.87 ± 0.01
		15	50.74 ± 0.88	6.33 ± 0.15	14.98 ± 0.06	20.81 ± 0.25	6.87 ± 0.02

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 1 ซ้ำ

ns ตัวแปรไม่มีอิทธิพลต่อสมบัติทางเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ เพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ดังแสดงในภาคผนวก ฉ1.1 ถึง ฉ1.7 พบว่าตัวแปรในกระบวนการผลิต ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวน และเวลาในการกวน มีผลต่อปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และค่าความเป็นกรด-ด่าง ผลร่วมของสองตัวแปรในกระบวนการผลิตระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนมีผลต่อปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และค่าความเป็นกรด-ด่าง ผลร่วมของสองตัวแปรในกระบวนการผลิตระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวนมีผลต่อปริมาณโปรตีน ผลร่วมของสองตัวแปรในกระบวนการผลิตระหว่างความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนมีผลต่อปริมาณเถ้า และโปรตีน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.1.1 ผลของอุณหภูมิในการผลิตต่อสมบัติทางเคมี ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าตัวแปรอุณหภูมิมีผลต่อปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และค่าความเป็นกรด-ด่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลของอุณหภูมิต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ผลของอุณหภูมิในการผลิตต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
70	55.67±1.69 [a]	5.55±0.18 [a]	11.83±0.94 [a]	17.95±0.77 [a]	7.01±0.05 [a]
75	53.92±1.71 [b]	5.68±0.21 [b]	12.30±1.25 [b]	19.49±0.86 [b]	6.93±0.04 [b]
80	53.42±1.95 [c]	5.81±0.27 [c]	12.99±1.34 [c]	19.16±1.31 [c]	6.92±0.04 [b]

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 1 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

จากตาราง 4.4 ปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ผลิตที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสมีค่ามากที่สุด และที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสมีค่าน้อยที่สุด เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้น้ำระเหยออกไปได้มากขึ้น และความชื้นที่ลดลงมีผลให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลง (Lee *et al*., 2004) นอกจากนี้อาหารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงเมื่อได้รับความร้อนจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง โดยอาหารที่ค่าความเป็นกรด-ด่างสูงจะมีการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่างได้มากกว่าอาหารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า (สุมาลี, 2541) ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในการผลิต จึงทำให้ปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดลดลง โดยในกรณีของปริมาณความชื้นที่อุณหภูมิในการผลิตทั้ง 3 ระดับ จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) และค่าความเป็นกรด-ด่างที่อุณหภูมิ 75 และ 80 องศาเซลเซียส ไม่แตกต่างกัน จากการพิจารณาข้อมูลในตาราง 4.4 แสดงให้เห็นว่า เมื่ออุณหภูมิในการผลิตสูงขึ้น อัตราการลดลงของปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างจะมีแนวโน้มลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณเถ้า โปรตีน และไขมันของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ผลิตที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีค่าน้อยที่สุด และที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่ามากที่สุด ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นปริมาณความชื้นจะลดลงทำให้อัตราส่วนของโปรตีนและเถ้าเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งอุณหภูมิในการผลิตที่สูงขึ้นจะทำให้โปรตีนมีการเสียสภาพ (denature) มากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลให้สามารถวัดปริมาณโปรตีนได้มากขึ้น และโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ผลิตที่อุณหภูมิทั้ง 3 ระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

4.2.1.2 ผลของความเร็วรอบในการกวนต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าตัวแปรความเร็วรอบในการกวนมีผลต่อปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และค่าความเป็นกรด-ด่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลของความเร็วรอบในการกวนต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ผลของความเร็วรอบในการกวนต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
50	55.66±1.46 [a]	5.62±1.67 [a]	12.03±0.90 [a]	17.95±0.73 [a]	6.98±0.06 [a]
100	54.07±2.00 [b]	5.67±0.26 [ab]	12.11±1.54 [a]	18.92±1.15 [b]	6.96±0.05 [b]
150	53.27±1.82 [c]	5.74±0.29 [b]	12.99±1.08 [b]	19.73±0.94 [c]	6.92±0.05 [c]

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 1 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Dancan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.5 ปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่าง ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ผลิตที่ความเร็วรอบในการกวน 50 รอบต่อนาที มีค่ามากที่สุด และที่ความเร็วรอบในการกวน 150 รอบต่อนาที มีค่าน้อยที่สุด เนื่องจากความเร็วรอบในการกวนที่สูงขึ้นจะทำให้การกระจายความร้อนเกิดขึ้นได้ดี น้ำจึงระเหยออกไปได้มากขึ้นปริมาณความชื้นจึงลดลง ซึ่งส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงด้วย (Lee *et al*., 2004) และความเร็วรอบในการกวนทั้ง 3 ระดับมีความแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) แสดงว่าความเร็วรอบในการกวนที่สูงขึ้นจะทำให้ปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่าง ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดลดลง

ปริมาณเถ้า โปรตีน และไขมัน ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ผลิตที่ความเร็วรอบในการกวน 50 รอบต่อนาที มีค่าต่ำสุด ซึ่งแตกต่างกับความเร็วรอบในการกวน 150 รอบต่อนาที ที่มีค่าสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยความเร็วรอบในการกวนที่สูงขึ้นจะทำให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กลงและมีการกระจายตัวมากขึ้น โปรตีนจึงห่อหุ้มเม็ดไขมันได้มากขึ้น (Lee *et al*., 2003 และ Lee *et al*., 2004) ทำให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มสูงขึ้น และปริมาณความชื้นที่ลดลงส่งผลให้ปริมาณโปรตีนถูกแสดงในอัตราส่วนที่สูงขึ้น และความเร็วรอบในการกวนที่สูงขึ้นจะทำให้สมุนไพรมีการกระจายตัวได้ดีขึ้น ปริมาณเถ้าซึ่งส่วนหนึ่งมาจากสมุนไพรจึงมีค่าเพิ่มขึ้น

4.2.1.3 ผลของเวลาในการกวนต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าตัวแปรเวลาในการกวนมีอิทธิพลต่อปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และค่าความเป็นกรด-ด่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลของเวลาในการกวนต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ผลของเวลาในการกวนต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

เวลา (นาที)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
5	55.76±1.51 [a]	5.52±0.14 [a]	11.52±1.11 [a]	18.41±1.16 [a]	6.98±0.06 [a]
10	54.40±1.77 [b]	5.63±0.15 [b]	12.29±0.98 [b]	18.73±1.09 [b]	6.96±0.05 [b]
15	52.84±1.65 [c]	5.89±0.25 [c]	13.31±1.04 [c]	19.46±1.13 [c]	6.93±0.05 [c]

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 1 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.6 ปริมาณความชื้น และค่าความเป็นกรด-ด่าง ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ใช้เวลาในการกวน 5 นาที มีค่ามากที่สุด และที่เวลาในการกวน 15 นาที มีค่าน้อยที่สุด โดยเวลาในการกวนที่นานขึ้นทำให้น้ำระเหยออกไปได้มากขึ้น ปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างจึงลดลง และเวลาในการกวนทั้ง 3 ระดับมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) แสดงว่าเวลาในการกวนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง

ปริมาณเถ้า โปรตีน และไขมันของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ใช้เวลาในการกวน 5 นาที มีค่าน้อยที่สุด และที่เวลาในการกวน 15 นาที มีค่ามากที่สุด การใช้เวลาในการกวนที่นานขึ้นมีผลให้ปริมาณความชื้นลดลงดังนั้นโปรตีนจึงถูกแสดงในอัตราส่วนที่สูงขึ้น และทำให้โปรตีนเสียสภาพมากขึ้นซึ่งอาจส่งผลให้สามารถวัดปริมาณโปรตีนได้มากขึ้น และความเร็วรอบในการกวนทั้ง 3 ระดับมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

4.2.1.4 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดยโปรแกรม SPSS พบว่าผลร่วมของสองตัวแปรในกระบวนการผลิตระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวน มีผลต่อปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และค่าความเป็นกรด-ด่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.7 พบว่าปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ผลิตที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 50 รอบต่อนาที มีค่าสูงที่สุด และการผลิตที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 150 รอบต่อนาที มีค่าต่ำที่สุด โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวน จะมีผลต่อปริมาณความชื้นมากขึ้น แต่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างเพียงเล็กน้อย และการใช้อุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนสูงมีแนวโน้มทำให้ปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดลดลง

ปริมาณโปรตีนและไขมันของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ผลิตที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ในทุกระดับของความเร็วรอบในการกวน ไม่มีความแตกต่างกัน และการผลิตที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในทุกระดับความเร็วรอบในการกวน พบว่ามีปริมาณโปรตีนและไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) แสดงว่าผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนจะมีผลต่อปริมาณโปรตีนและไขมันมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณเถ้า ns (ร้อยละ)	ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
70	50	56.30±1.74 a	5.51±0.16	11.62±0.43 a	17.44±0.55 a	7.04±0.05 a
	100	55.92±1.59 ab	5.53±0.16	11.69±1.30 a	17.73±0.63 a	7.01±0.03 b
	150	54.78±1.54 c	5.60±0.21	12.19±0.88 ab	18.67±0.52 b	6.97±0.04 c
75	50	55.51±1.44 abc	5.64±0.16	11.60±0.84 a	18.63±0.60 b	6.95±0.04 cd
	100	53.44±1.13 d	5.67±0.25	12.15±1.62 ab	19.74±0.64 d	6.92±0.05 e
	150	52.80±1.31 de	5.73±0.22	13.15±0.60 de	20.08±0.61 de	6.92±0.03 e
80	50	55.19±1.06 bc	5.72±0.12	12.86±0.75 cd	17.77±0.49 a	6.95±0.03 de
	100	52.84±1.78 de	5.82±0.28	12.48±1.76 bc	19.27±1.01 c	6.94±0.02 de
	150	52.22±1.61 e	5.88±0.37	13.63±1.18 e	20.43±0.56 e	6.88±0.01 f

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 1 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ns ตัวแปรไม่มีผลต่อสมบัติทางเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95($p \leq 0.05$)

4.2.1.5 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าผลร่วมของสองตัวแปรในกระบวนการผลิตระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวน มีผลต่อปริมาณโปรตีน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.8 พบว่าการผลิตโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่อุณหภูมิสูงและเวลาในการกวนจะมีผลต่ออัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนมากกว่า การผลิตที่อุณหภูมิต่ำกว่า และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยการผลิตที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลาในการกวนนาน 5 นาทีจะมีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุด และการผลิตที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลาในการกวนนาน 15 นาที่จะมีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.8 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	ปริมาณความชื้น ns (ร้อยละ)	ปริมาณเถ้า ns (ร้อยละ)	ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	ปริมาณไขมัน ns (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ns
70	5	57.21±0.47	5.41±0.08	11.09±0.88 [a]	17.56±0.70	7.03±0.04
	10	55.84±1.17	5.52±0.13	11.76±0.31 [b]	17.76±0.57	7.01±0.04
	15	53.95±1.31	5.71±0.16	12.65±0.78 [c]	18.53±0.71	6.97±0.03
75	5	55.24±1.43	5.51±0.18	11.77±1.24 [b]	19.14±0.87	6.96±0.03
	10	53.86±1.37	5.67±0.12	11.98±1.12 [b]	19.17±0.62	6.94±0.01
	15	52.64±1.35	5.85±0.17	13.14±1.03 [c]	20.15±0.72	6.90±0.04
80	5	54.82±1.20	5.63±0.08	11.71±1.15 [b]	18.52±1.30	6.93±0.04
	10	53.48±1.82	5.68±0.16	13.12±0.78 [c]	19.25±1.24	6.92±0.03
	15	51.94±1.71	6.11±0.24	14.14±0.73 [d]	19.70±1.24	6.91±0.04

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 1 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ns ตัวแปรไม่มีผลต่อสมบัติทางเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95($p \leq 0.05$)

4.2.1.6 ผลร่วมระหว่างความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ผลร่วมของสองตัวแปรในกระบวนการผลิตระหว่างความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวน มีผลต่อปริมาณเถ้าและโปรตีน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลร่วมระหว่างความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.9 พบว่าปริมาณเถ้าของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ใช้เวลาในการกวน 5 และ 10 นาที ในทุกระดับความเร็วรอบในการกวน ไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อใช้เวลาในการกวนนานขึ้น ผลร่วมระหว่างความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนจะมีผลต่อปริมาณเถ้ามากขึ้น และการผลิตที่ความเร็วรอบในการกวน 150 รอบต่อนาที เวลาในการกวน 15 นาที จะมีปริมาณเถ้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณโปรตีนของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ผลิตที่ความเร็วรอบในการกวน 50 รอบต่อนาที ในทุกระดับเวลาในการกวนมีปริมาณโปรตีนเท่ากัน ไม่มีความแตกต่างกัน และที่เวลาในการกวนเท่ากันในทุกระดับความเร็วรอบในการกวน จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เมื่อใช้ความเร็วรอบในการกวนเพิ่มขึ้น ผลร่วมระหว่างเวลาในการกวนและความเร็วรอบในการกวนจะมีผลต่อปริมาณโปรตีนมากขึ้น

ตาราง 4.9 ผลร่วมระหว่างความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	เวลา (นาที)	ปริมาณความชื้น ns (ร้อยละ)	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	ปริมาณไขมัน ns (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ns
50	5	56.83±0.97	5.56±0.18 ab	12.05±0.62 bc	17.54±0.58	7.00±0.07
	10	55.98±0.76	5.58±0.13 abc	11.67±1.06 b	17.80±0.62	6.98±0.06
	15	54.19±1.15	5.72±0.15 c	12.37±0.92 bc	18.50±0.68	6.95±0.03
100	5	55.59±1.52	5.58±0.12 a	10.35±0.88 a	18.19±1.00	6.98±0.05
	10	54.05±1.80	5.65±0.20 bc	12.38±0.75 bc	18.90±0.88	6.96±0.04
	15	52.56±1.52	5.89±0.25 d	13.58±0.63 d	19.66±1.16	6.93±0.05
150	5	54.871.38	5.52±0.13 ab	12.17±0.69 bc	19.48±0.91	6.95±0.05
	10	53.16±1.30	5.64±0.14 bc	12.82±0.84 cd	19.48±1.02	6.93±0.05
	15	51.78±1.33	6.05±0.24 e	13.99±0.82 e	20.22±0.78	6.89±0.03

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 1 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ns ตัวแปรไม่มีผลต่อสมบัติทางเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แม้ว่าจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ดังแสดงในภาคผนวก ฉ1.1 ถึง ฉ1.7 จะพบว่าผลร่วมของตัวแปรในกระบวนการผลิตที่ศึกษาทั้งหมด ไม่มีผลต่อสมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด แต่จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยวิธีวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation) ซึ่งแสดงในภาคผนวก ฉ2.1 เมื่อพิจารณาตัวแปรในกระบวนการผลิต พบว่าเวลาในการกวนมีความสัมพันธ์กับปริมาณเถ้า ความชื้น และโปรตีนมากที่สุด โดยการผลิตโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดเป็นระบบเปิด เมื่อมีการให้ความร้อนน้ำจะระเหยออกจากระบบ การใช้เวลาในการกวนนานจะทำให้น้ำระเหยออกจากระบบได้มากขึ้น ทำให้โพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดมีปริมาณความชื้นลดลง ส่งผลให้มีปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Joshi และคณะ (2004) นอกจากนี้ปริมาณความชื้นที่ลดลงจะทำให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นด้วย (Dimitreli and Thomareis, 2007 และ Joshi *et al*., 2004) และเวลาในการกวนที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้โปรตีนเสียสภาพมากขึ้น ซึ่งอาจทำให้สามารถวัดปริมาณโปรตีนได้มากขึ้น แต่ในกรณีของไขมันซึ่งต้องใช้อุณหภูมิสูงในการทำให้เสียสภาพ และไม่สามารถระเหยออกไปด้วยความร้อนในระดับที่ศึกษา ความเร็วรอบในการกวนจึงมีความสัมพันธ์มากที่สุด โดยความเร็วรอบในการกวนที่สูงขึ้นจะทำให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กลง (Lee *et al*., 2003 และ Lee *et al*., 2004) จึงมีการกระจายตัวในโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดได้มากขึ้น จากการที่ค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลงเมื่อมีการให้ความร้อน (สุมาลี, 2541) ดังนั้นอุณหภูมิในการผลิตจึงมีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุด และเมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีจะพบว่าปริมาณความชื้นมีผลต่อสมบัติทางเคมีชนิดอื่นๆ มากที่สุด

ในกระบวนการผลิตโพรเซสชีสชนิดสเปรดที่มีคุณภาพดีนั้น จำเป็นต้องให้ความสำคัญกับผลร่วมของตัวแปรในกระบวนการผลิตที่ศึกษาทั้งหมด โดยจะนิยมทำการผลิตที่อุณหภูมิสูงกว่า 85 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 120-150 รอบต่อนาที และเวลาในการกวน 8-15 นาที (Meyer, 1973) และจากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด พบว่าการผลิตที่อุณหภูมิสูง ความเร็วรอบในการกวนสูง และเวลาในการกวนนาน จะทำให้ได้โพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่มีปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง และมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณเถ้า ปริมาณโปรตีน และปริมาณไขมันสูงขึ้น ดังแสดงในตาราง 4.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.2 สมบัติทางจุลชีววิทยาของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

สมบัติทางจุลชีววิทยาของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ทำการผลิตที่อุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวน และเวลาในการกวนที่กำหนด แสดงในตาราง 4.10 พบการเจริญของยีสต์รา และแลคติคแบคทีเรีย < 250 โคโลนีต่อกรัม โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E. coli* < 3 MPNต่อกรัม ในทุกสภาวะการผลิต แสดงว่าการผลิตโพเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 50 รอบต่อนาที และเวลาในการกวนนาน 5 นาที เพียงพอที่จะทำลายยีสต์ รา แลคติคแบคทีเรีย โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E. coli* แต่ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด โดยตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตั้งแต่ < 250 ถึง 1.58×10^5 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งน่าจะเป็นจุลินทรีย์ประเภทที่ทนความร้อน ซึ่งสามารถทนความร้อนสูงถึง 80-98 องศาเซลเซียส นานหลายนาที (สุมาลี, 2541) และที่อุณหภูมิในการผลิต 70 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 50 รอบต่อนาที และเวลาในการกวน 5 นาที พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงผิดปกติ แสดงว่าอาจเกิดการปนเปื้อนในขณะทำการตรวจวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา

ตาราง 4.10 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางจุลชีววิทยาของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	เวลา (นาที)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	แลคติคแบคทีเรีย (โคโลนี/กรัม)	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/กรัม)	*E. coli* (MPN/กรัม)
70	50	5	1.58×10^5	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		10	1.61×10^3	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		15	6.57×10^2	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
	100	5	1.43×10^5	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		10	2.83×10^3	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		15	7.38×10^2	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
	150	5	6.20×10^2	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		10	6.10×10^2	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		15	3.95×10^2	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3

หมายเหตุ - ข้อมูลจากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.10 (ต่อ) ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางจุลชีววิทยาของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	เวลา (นาที)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	แลคติคแบคทีเรีย (โคโลนี/กรัม)	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/กรัม)	*E. coli* (MPN/กรัม)
75	50	5	1.33×10^{3}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		10	1.26×10^{3}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		15	1.10×10^{3}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
	100	5	6.43×10^{2}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		10	7.04×10^{2}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		15	1.43×10^{3}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
	150	5	5.84×10^{2}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		10	5.61×10^{2}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		15	5.43×10^{2}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
80	50	5	9.00×10^{2}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		10	3.51×10^{2}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		15	2.87×10^{2}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
	100	5	3.27×10^{2}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		10	5.58×10^{2}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		15	< 250.00	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
	150	5	5.93×10^{2}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		10	3.20×10^{2}	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3
		15	< 250.00	< 250.00	< 250.00	< 3	< 3

หมายเหตุ - ข้อมูลจากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.2.1 ผลของอุณหภูมิในการผลิตต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าตัวแปรอุณหภูมิมีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.11

ตาราง 4.11 ผลของอุณหภูมิในการผลิตต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)
70	$3.43\times10^{4\,a}$
75	$9.06\times10^{2\,b}$
80	$4.01\times10^{2\,b}$

หมายเหตุ - ข้อมูลจากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

จากตาราง 4.11 พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ทำการผลิตที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีปริมาณมากที่สุด และการใช้อุณหภูมิในผลิต 80 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องหลักความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ว่าในเวลาการให้ความร้อนเท่ากันอุณหภูมิที่สูงขึ้นย่อมทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้มากขึ้น (สุมาลี, 2541) แสดงว่าอุณหภูมิในการกวนที่สูงขึ้นจะทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง

4.2.1.1 ผลของเวลาในการกวนต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าตัวแปรเวลาในการกวนมีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.12

ตาราง 4.12 ผลของเวลาในการกวนต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

เวลา (นาที)	ปริมาณจุลิททรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)
5	$3.40\times10^{4\,a}$
10	$9.78\times10^{2\,b}$
15	$6.28\times10^{2\,b}$

หมายเหตุ - ข้อมูลจากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.12 พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ใช้เวลาในการกวน 5 นาที มีปริมาณมากที่สุด และการใช้เวลาในผลิต 15 นาที มีปริมาณน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องหลักความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ว่า ที่อุณหภูมิเท่ากันการใช้เวลาในการให้ความร้อนที่นานขึ้นจะทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้มากขึ้น (สุมาลี, 2541) แสดงว่าอุณหภูมิในการกวนที่สูงขึ้นทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง

4.2.2.2 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวนที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าผลร่วมของสองตัวแปรในกระบวนการผลิตระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวนมีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.13

ตาราง 4.13 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการผลิตและเวลาในการกวนที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	ปริมาณจุลิททรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)
70	5	$1.01\times10^{5\,a}$
	10	$1.68\times10^{4\,b}$
	15	$5.97\times10^{2\,b}$
75	5	$8.53\times10^{2\,b}$
	10	$8.40\times10^{2\,b}$
	15	$1.02\times10^{3\,b}$
80	5	$5.30\times10^{2\,b}$
	10	$4.10\times10^{2\,b}$
	15	$2.62\times10^{2\,b}$

หมายเหตุ - ข้อมูลจากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.13 พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ผลิตที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และเวลาในการกวน 5 นาที มีปริมาณมากที่สุด ซึ่งแตกต่างกับการผลิตที่ใช้เวลาในการกวนนานกว่า 5 นาที และที่อุณหภูมิตั้งแต่ 70 องศาเซลเซียสขึ้นไปมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับหลักความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการทำลายเซลล์หรือสปอร์ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่กำหนดให้จะน้อยลงถ้าใช้อุณหภูมิสูงขึ้น (สุมาลี, 2541) แสดงว่าที่อุณหภูมิในการผลิตที่สูงและเวลาที่นานขึ้นจะทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง

4.2.3 สมบัติทางกายภาพของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

4.2.3.1 สมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

สมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ทำการผลิตที่อุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวน และเวลาในการกวนที่กำหนด แสดงในตาราง 4.14

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ เพื่อหาตัวแปรในกระบวนการผลิตที่มีผลต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ดังแสดงในภาคผนวก ฉ1.9 ถึง ฉ.13 พบว่าตัวแปรในกระบวนการผลิตเพียงชนิดเดียว ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวน และเวลาในการกวน ผลร่วมของสองตัวแปรในกระบวนการผลิต ได้แก่ ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวน ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวน และผลร่วมระหว่างความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวน และผลร่วมของสามตัวแปรในกระบวนการผลิต คือ ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวน และเวลาในการกวน มีผลต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ได้แก่ ค่า firmness ค่า spreadability ค่า stickiness และค่า adhesion อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.14 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบและเวลาที่มีต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	เวลา (นาที)	firmness (กรัม)	spreadability (กรัม.วินาที)	stickiness (กรัม)	adhesion (กรัม.วินาที)
70	50	5	75.20 ±5.22^{bc}	464.10±19.27^{bc}	116.93±5.43^{bc}	211.93±12.45^{bc}
		10	90.84±2.73^{cd}	569.93±26.50^{cd}	132.47±6.23^{c}	240.41±12.27^{c}
		15	167.98±2.25^{gh}	1074.77±16.54^{fg}	307.73±1.47^{gh}	539.63±5.22^{fg}
	100	5	46.31±2.67^{a}	296.86±17.20^{a}	72.80±5.02^{a}	131.30±8.75^{a}
		10	113.78±6.35^{e}	717.42±32.95^{e}	174.91±7.01^{d}	311.69±10.95^{d}
		15	215.93±2.76^{i}	1371.20±22.22^{h}	339.16±0.86^{hi}	617.09±12.71^{h}
	150	5	109.06±0.85^{de}	711.30±4.56^{e}	197.62±0.60^{d}	350.83±0.72^{d}
		10	180.28±10.02^{h}	1138.16±55.33^{g}	326.54±22.75^{h}	574.70±34.41^{gh}
		15	318.93±8.55^{m}	2037.68±26.57^{k}	537.09±3.51^{l}	987.53±13.79^{mn}
75	50	5	64.52±3.58^{ab}	382.39±51.05^{ab}	94.33±15.88^{ab}	169.00±27.41^{ab}
		10	104.11±3.40^{de}	675.57±48.44^{de}	186.32±16.27^{d}	326.21±20.47^{d}
		15	168.69±0.52^{gh}	1075.86±5.80^{fg}	307.37±4.61^{gh}	542.11±2.90^{fg}
	100	5	146.76±3.17^{f}	951.49±67.72^{f}	245.93±2.70^{e}	430.54±15.65^{e}
		10	218.33±13.65^{i}	1452.18±66.48^{hi}	420.80±22.14^{j}	744.43±52.69^{j}
		15	385.33±8.77^{n}	2472.70±49.19^{l}	621.01±17.29^{m}	1090.30±51.86^{pq}
	150	5	152.10±3.65^{fg}	958.80±11.66^{f}	259.32±9.57^{ef}	453.63±18.53^{e}
		10	267.40±3.80^{k}	1760.18±62.66^{j}	503.71±21.12^{k}	909.20±29.89^{k}
		15	508.66±36.62^{q}	2991.47±222.98^{o}	597.82±61.38^{m}	1065.31±84.99^{op}
80	50	5	103.00±6.04^{de}	623.66±48.85^{de}	132.23±7.18^{c}	244.79±14.12^{c}
		10	169.17±7.27^{gh}	1078.29±48.18^{fg}	283.51±13.72^{fg}	511.91±20.75^{f}
		15	295.81±6.99^{l}	1850.55±49.72^{j}	489.90±5.37^{k}	954.65±10.19^{lm}
	100	5	242.92±4.20^{j}	1499.31±25.34^{i}	361.69±2.03^{i}	684.36±18.03^{i}
		10	414.06±17.66^{o}	2628.93±121.72^{m}	664.01±29.26^{n}	1161.33±16.67^{r}
		15	553.25±1.19^{r}	3521.34±27.59^{p}	719.44±8.93^{o}	1405.01±37.87^{s}
	150	5	321.32±24.14^{m}	2081.84±102.96^{k}	558.39±23.30^{l}	1016.92±29.12^{no}
		10	441.83±23.46^{p}	2852.40±124.78^{n}	672.03±17.63^{n}	1131.87±38.47^{qr}
		15	649.16±9.76^{s}	4226.77±127.44^{q}	839.83±32.93^{p}	1599.42±72.36^{t}

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.3.1.1 ผลของอุณหภูมิต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ผลของอุณหภูมิในการผลิตต่อสมบัติทางลักษณะทางเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.15

ตาราง 4.15 ผลของอุณหภูมิในการผลิตต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	firmness (กรัม)	spreadability (กรัม.วินาที)	stickiness (กรัม)	adhesion (กรัม.วินาที)
70	146.57±81.08 [a]	931.27±518.63 [a]	245.03±140.50 [a]	440.57±256.94 [a]
75	223.99±137.60 [b]	1413.40±826.65 [b]	359.62±179.57 [b]	636.75±319.68 [b]
80	359.50±180.24 [c]	2262.56±1118.49 [c]	524.56±220.55 [c]	967.81±412.52 [c]

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

จากตาราง 4.15 ค่า firmness ค่า spreadability ค่า stickiness และค่า adhesion ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ผลิตที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีค่าน้อยที่สุด และที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่ามากที่สุด และพบว่าสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ทำการผลิตที่อุณหภูมิทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) แสดงว่าการผลิตโพรเซสชีสชนิดสเปรดที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้มีค่า firmness ค่า spreadability ค่า stickiness และค่า adhesion เพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีพบว่าการผลิตโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่อุณหภูมิสูงขึ้น จะมีปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง และโปรตีนสูงขึ้น ซึ่งจากรายงานผลการวิจัยของ Joshi และคณะ (2003) และ Lee และคณะ (2004) มีความสอดคล้องกันว่าปริมาณความชื้นที่ลดลงและปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้น จะทำให้โพรเซสชีสมีค่า firmness เพิ่มขึ้น และค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงจะส่งผลให้ค่า firmness สูงขึ้นเช่นกัน (Lee and Klostermeyer, 2001 และ Meyer, 1973) จากผลการพิจารณาข้อมูลพบว่าค่า spreadability จะสูงกว่าค่า firmness ประมาณ 6 เท่า แสดงว่า โพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด สามารถแสดงสมบัติในการสเปรดได้ดีกว่าการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แสดงสมบัติในการเป็นของแข็ง แม้ว่าการผลิตที่อุณหภูมิสูงจะทำให้ค่า firmness เพิ่มขึ้น แต่ค่า spreadability ก็เพิ่มขึ้นด้วยในอัตราที่เท่ากัน ในขณะที่ค่า firmness เพิ่มขึ้น ค่า stickiness และค่า adhesion ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความเหนียวของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดก็เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับรายงานการวิจัยของ Piska และ Štětina (2004) ซึ่งพบว่าเมื่อโพรเซสชีสชนิดสเปรดที่มีค่า hardness เพิ่มขึ้น ก็จะมีค่า adhesion เพิ่มขึ้นด้วย และยังคงความสามารถในการสเปรดได้ดี

4.2.3.1.2 ผลของความเร็วรอบในการกวน ต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ผลของความเร็วรอบในการกวน ต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.16

ตาราง 4.16 ผลของความเร็วรอบในการกวน ต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	firmness (กรัม)	spreadability (กรัม.วินาที)	stickiness (กรัม)	adhesion (กรัม.วินาที)
50	137.70±69.44 [a]	866.12±441.47 [a]	227.87±124.88 [a]	415.63±204.88 [a]
100	259.63±155.56 [b]	1656.82±989.43 [b]	402.19±217.19 [b]	730.68±404.07 [b]
150	332.73±181.49 [c]	2084.29±1086.14 [c]	499.15±199.06 [c]	898.82±373.64 [c]

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.16 ค่า firmness ค่า spreadability ค่า stickiness และค่า adhesion ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ผลิตที่ความเร็วรอบในการกวน 50 รอบต่อนาที มีค่าน้อยที่สุด และที่ความเร็วรอบในการกวน 150 รอบต่อนาที มีค่ามากที่สุด และพบว่าสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ผลิตที่ความเร็วรอบในการกวน ทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) การผลิต

โพรเซสชีสด้วยเครื่องผลิตที่มีแรงเฉือนหรือ ความเร็วรอบในการกวนสูง และการโฮโมจีไนเซชั่น จะทำให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กลง ทำให้โปรตีนที่ห่อหุ้มเม็ดเม็ดไขมันสร้างเป็นโครงข่ายที่แข็งแรงขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีค่า firmness สูงขึ้น (Lee *et al*, 2003 และ Lee *et al*, 2004) นอกจากนี้ การกวนด้วยความเร็วรอบในการกวนที่สูงขึ้น จะทำให้เม็ดไขมันซึ่งมีขนาดเล็กกระจายตัวได้ดีขึ้น โพรเซสชีสจะมีความเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น ค่า spreadability ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดจึงเพิ่มขึ้น

4.2.3.1.3 ผลของเวลาในการกวนต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัส ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ผลของเวลาในการกวนต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของ โพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.17

ตาราง 4.17 ผลของเวลาในการผลิตต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัส ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

เวลา (นาที)	firmness (กรัม)	spreadability (กรัม.วินาที)	stickiness (กรัม)	adhesion (กรัม.วินาที)
5	140.22±86.66 [a]	885.53±559.01 [a]	226.58±149.37 [a]	410.37±274.64 [a]
10	222.20±125.03 [b]	1430.34±805.83 [b]	373.81±197.39 [b]	656.86±337.35 [b]
15	367.64±177.27 [c]	2291.37±1068.43 [c]	528.82±181.45 [c]	977.89±358.39 [c]

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.17 ค่า firmness ค่า spreadability ค่า stickiness และค่า adhesion ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ใช้เวลาในการกวน 5 นาที มีค่าน้อยที่สุดและที่ใช้เวลาในการกวน 15 นาที มีค่ามากที่สุด และพบว่าสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ใช้เวลาในการกวนทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) จากรายงานผลการวิจัย Rayan และคณะ (1980) พบว่าเวลาในการกวนที่นานขึ้นจะทำให้เกิดการพัฒนาโครงข่ายของโปรตีน โพรเซสชีสจึงมีค่า firmness สูงขึ้น

นอกจากนี้โพรเซสชีสชนิดสเปรดที่เกิดการแข็งตัวภายหลังการบรรจุ สามารถแก้ไข้ได้ด้วยการใช้เวลาในการกวนที่สั้นลง (Meyer, 1973) แสดงว่าการใช้เวลาในการกวนที่ลดลงจะทำให้ค่า firmness ลดลง และในขณะเดียวกันการผลิตโพรเซสชีสชนิดสเปรด จะใช้เวลาในการกวนสูงกว่าการผลิตโพรเซสชีสชนิดก้อน หรือชนิดแผ่น (Meyer, 1973) แสดงว่าการใช้เวลาในการผลิตที่ นานขึ้นทำให้ค่า spreadability เพิ่มขึ้น

4.2.3.1.4 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ผลร่วมของสองตัวแปรในกระบวนการผลิตระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนที่มีต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.18

ตาราง 4.18 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	firmness (กรัม)	spreadability (กรัม.วินาที)	stickiness (กรัม)	adhesion (กรัม.วินาที)
70	50	111.34±43.13 [a]	702.93±283.21 [a]	185.71±91.86 [a]	330.66±157.48 [a]
	100	125.34±74.05 [b]	795.16±469.34 [b]	195.62±116.46[a]	353.36±212.87[a]
	150	203.03±92.36 [d]	1295.71±587.18 [d]	353.75±148.85[c]	637.69±280.33 [c]
75	50	112.44±45.60 [a]	711.27±303.54 [a]	196.01±93.26 [a]	345.77±163.13 [a]
	100	250.14±106.34 [e]	1625.45±673.52 [e]	429.25±163.15[d]	755.09±288.29 [d]
	150	309.39±158.66 [f]	1903.48±894.26 [f]	453.62±154.83[e]	809.38±279.06 [e]
80	50	189.33±85.05 [c]	1184.16±538.83 [c]	301.88±155.71[b]	570.45±310.79 [b]
	100	403.41±134.92[g]	2549.86±879.88 [g]	581.71±167.46[f]	1083.57±318.25[f]
	150	485.77±165.71[h]	3035.67±946.59 [h]	690.08±124.58[g]	1249.40±270.71[g]

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.18 ค่า firmness ค่า spreadability ค่า stickiness และค่า adhesion ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ใช้ความเร็วรอบในการกวน 50 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 70 และ 75 องศาเซลเซียส เท่านั้นที่มีค่าไม่แตกต่างกัน โดยการผลิตที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 50 รอบต่อนาที มีค่าต่ำสุด และที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 150 รอบต่อนาที มีค่าสูงสุด และที่อุณหภูมิสูงขึ้น จะทำให้ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนมีผลต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสมากขึ้น โดยอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนที่สูงมีแนวโน้มทำให้โพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดมีค่า firmness ค่า spreadability ค่า stickiness และค่า adhesion สูงขึ้น

4.2.3.1.5 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ผลร่วมของสองตัวแปรในกระบวนการผลิตระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวน ที่มีต่อสมบัติลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.19

ตาราง 4.19 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวน ที่มีต่อสมบัติลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	firmness (กรัม)	spreadability (กรัม.วินาที)	stickiness (กรัม)	adhesion (กรัม.วินาที)
70	5	77.12±27.72 [a]	490.75±181.04 [a]	129.12±54.94 [a]	231.35±96.47 [a]
	10	128.30±40.69 [b]	808.50±257.72 [b]	211.31±89.21 [b]	375.60±153.67 [b]
	15	234.28±66.96 [e]	1494.55±427.53 [e]	394.66±107.71 [e]	714.75±207.54 [d]
75	5	121.12±42.62 [b]	764.22±289.58 [b]	199.86±79.91 [b]	351.06±138.12 [b]
	10	196.61±72.92 [c]	1295.98±486.79 [c]	370.28±143.61 [d]	659.95±262.23 [c]
	15	354.22±150.23 [g]	2180.01±865.61 [f]	508.73±154.70 [f]	899.24±272.66 [e]
80	5	222.41±96.60 [d]	1401.60±638.31 [d]	350.77±185.12 [c]	648.69±335.92 [c]
	10	341.69±130.82 [f]	2186.54±841.67 [g]	539.85±193.16 [g]	935.04±318.46 [f]
	15	514.41±175.04 [h]	3199.55±1059.16 [h]	683.06±154.93 [h]	1319.67±289.37 [g]

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.17 ค่า firmness ค่า spreadability ค่า stickiness และค่า adhesion ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ผลิตที่อุณหภูมิเดียวกันในทุกระดับของเวลาในการกวน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95($p \leq 0.05$) โดยการผลิตที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการกวน 5 นาที มีค่าต่ำสุด และการผลิตที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการกวน 15 นาที มีค่าสูงสุด แสดงว่าการใช้อุณหภูมิสูงและเวลาในการกวนนาน จะทำให้ค่า firmness ค่า spreadability ค่า stickiness และค่า adhesion ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดสูงขึ้น

4.2.3.1.6 ผลร่วมระหว่างความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ผลร่วมของสองตัวแปรในกระบวนการผลิตระหว่างความเร็วรอบในการกวน และเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.20

ตาราง 4.20 ผลร่วมระหว่างความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	เวลา (นาที)	firmness (กรัม)	spreadability (กรัม.วินาที)	stickiness (กรัม)	adhesion (กรัม.วินาที)
50	5	80.90±17.75 ^{a}	490.95±112.40 ^{a}	144.50±18.86 ^{a}	208.57±36.87 ^{a}
	10	121.37±36.55 ^{ab}	774.60±235.19 ^{ab}	200.77±67.21 ^{ab}	359.51±121.22 ^{ab}
	15	210.83±63.84 ^{bcd}	1333.72±388.51 ^{bc}	368.33±91.25 ^{cd}	678.79±206.98 ^{c}
100	5	145.33±85.19 ^{abc}	915.89±522.68 ^{ab}	226.81±125.95 ^{ab}	415.40±240.09 ^{ab}
	10	248.73±132.52 ^{cd}	1599.51±838.09 ^{c}	419.91±212.61 ^{cd}	739.15±369.01 ^{c}
	15	384.84±146.14 ^{e}	2455.08±931.62 ^{d}	559.87±171.21 ^{ef}	1037.47±345.03 ^{de}
150	5	194.43±97.67 ^{bcd}	1250.65±634.66 ^{bc}	338.44±167.58 ^{bc}	607.13±311.03 ^{bc}
	10	296.51±116.06 ^{de}	1916.91±755.28 ^{cd}	500.76±150.68 ^{de}	871.92±293.90 ^{cd}
	15	507.25±163.64 ^{f}	3085.31±959.24 ^{e}	658.24±143.02 ^{f}	1217.42±293.90 ^{e}

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.20 ค่า firmness ค่า spreadability ค่า stickiness และค่า adhesion ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ผลิตที่ความเร็วรอบในการกวนเดียวกัน ใช้เวลาในการกวน 5 และ 10 นาที มีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อใช้เวลาในการกวนนานขึ้น ผลร่วมระหว่างเวลาในการกวนและความเร็วรอบในการกวน จะมีผลต่อสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดมากขึ้น โดยการผลิตที่ความเร็วรอบในการกวน 50 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการกวน 5 นาที มีค่าต่ำสุด และการผลิตที่ความเร็วรอบในการกวน 150 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการกวน 15 นาที มีค่าสูงสุด

4.2.3.1.7 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวน ที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

จากตาราง 4.14 ค่า firmness ค่า spreadability ค่า stickiness และค่า adhesion ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ผลิตที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 100 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการกวน 5 นาที มีค่า firmness ค่า spreadability ค่า stickiness และค่า adhesion ต่ำที่สุด คือ 46.31 กรัม 296.86 กรัม.วินาที 72.80 กรัม และ 131.30 กรัม.วินาที ตามลำดับ และการผลิตที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที่ และเวลานาน 15 นาที มีค่า firmness ค่า spreadability ค่า stickiness และค่า adhesion สูงที่สุด คือ 649.16 กรัม 4226.77 กรัม. วินาที 839.83 กรัม และ 1599.42 กรัม.วินาที ตามลำดับ

จากค่าสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสจะเห็นได้ว่าค่า spreadability สูงกว่าค่า firmness ประมาณ 6 เท่า อีกทั้งค่า firmness และค่า spreadability มีอัตราการเพิ่มขึ้นที่เท่ากัน จึงแสดงความสามารถในการสเปรดเด่นกว่าการแสดงสมบัติของของแข็ง และเมื่อพิจารณาค่า stickiness และค่า adhesion ซึ่งแสดงถึงความเหนียว พบว่าเมื่อความเหนียวของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดเพิ่มขึ้น จะทำให้ความสามารถในการสเปรดดีขึ้นด้วย

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยวิธีวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation) ซึ่งแสดงในภาคผนวก ฉ2.2 พบว่าการผลิตที่ใช้อุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวน และเวลาในการกวนร่วมกันมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสมากกว่า ผลร่วมของสองตัวแปรในกระบวนการผลิต และตัวแปรในกระบวนการผลิตเพียงชนิดเดียว ตามลำดับ

โพรเซสชีสชนิดสเปรดที่มีคุณภาพดีควรผลิตที่อุณหภูมิสูงกว่า 85 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 120-150 รอบต่อนาที และใช้เวลาในการกวน 8-15 นาที (Meyer, 1973) โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะช่วยเพิ่มความสามารถในการละลายของสารอิมัลซิฟาย และลดปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างของโพรเซสชีส ซึ่งส่งผลให้ค่า firmness สูงขึ้น (Lee and Klostermeyer, 2001

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และ Lee *et al*., 2004) และความเร็วรอบในการกวนที่สูงขึ้นจะทำให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กลง โปรตีนจะเข้ามาห่อหุ้มเม็ดไขมันได้มากขึ้น สารอีมัลซิฟายที่ละลายและกระจายตัวอยู่จะช่วยให้โปรตีนดูดซับน้ำได้มากขึ้นก่อนจัดเรียงตัวเป็นโครงข่ายของโปรตีนที่มีความแข็งแรง เกิดเป็นลักษณะครีมที่ดี (creaming) (Lee *et al*., 2003 และ Lee *et al*, 2004) ทั้งนี้เวลาในการผลิตจะต้องไม่สั้นเกินไปจนการผสมส่วนผสมและให้ความร้อนไม่ทั่วถึง ซึ่งทำให้เกิดไม่เกิดลักษณะครีม (undercreaming) Rayan และคณะ (1980) พบว่าเวลาในการผลิตที่นานขึ้นจะทำให้เกิดการพัฒนาโครงข่ายของโปรตีนโพรเซสชีสจึงมีค่า firmness สูงขึ้น แต่ถ้าใช้เวลาในการผลิตที่นานเกินไปโปรตีนจะเกิดการรวมตัวกันทำให้เกิดลักษณะเนื้อสัมผัส ที่แห้งและแข็งขึ้น (Berger *et al*., 1993 และ Lee *et al*., 2003)

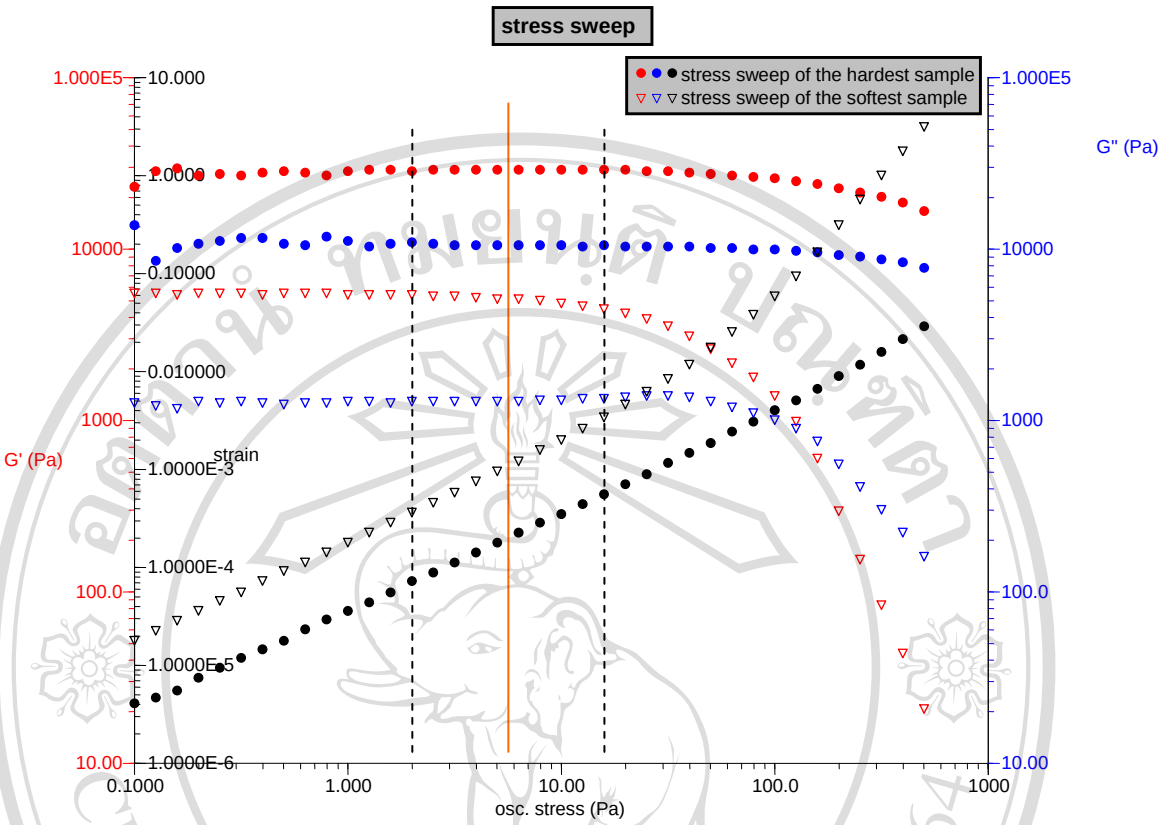
นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ด้วยวิธีวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation) ซึ่งแสดงในภาคผนวก ฉ2.3 ยังแสดงให้เห็นว่า สมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางเคมี โดยปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสมากที่สุด การผลิตที่อุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนสูง และระยะเวลาในการกวนนานทำให้ได้โพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด มีปริมาณความชื้นต่ำ และปริมาณโปรตีนสูง ซึ่งทำให้โพรเซสชีสมีค่า firmness สูงด้วย (Joshi *et al*., 2004 และ Lee *et al*., 2004) นอกจากนี้การที่ความชื้นต่ำยังมีผลให้ค่าความเป็นกรดด่างต่ำซึ่งส่งผลให้ค่า firmness สูงขึ้นเช่นกัน (Lee and Klostermeyer, 2001 และ Meyer, 1973)

4.2.3.2 ผลคุณสมบัติทางรีโอโลยีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ทำการทดสอบหาความเค้นที่เหมาะสม โดยวิธี stress sweep เพื่อใช้ในการทำนายช่วงที่โพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดแสดงสมบัติวิสโคอิลาสติกเชิงเส้น (linear viscoelastic) โดยกำหนดให้มีความถี่ (frequency) 1 เฮิร์ซ ช่วงความเค้นสั่น (oscillating stress) 0.1-500 ปาสคาล

จากภาพ 4.1 ตัวอย่างโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่มีความแข็งสูงสุด และอ่อนที่สุด แสดงสมบัติของวิสโคอิลาสติกเชิงเส้นในช่วงความเค้นสั่นประมาณ 2-11 ปาสคาล จึงทำการเลือกค่าความเค้นสั่นที่ 5 ปาสคาล ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุด เพื่อใช้ในการศึกษาสมบัติทางรีโอโลยีโดยวิธี frequency sweep step ที่ความถี่ 0.1-50 เฮิร์ซ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.1 สมบัติวิสโคอิลาสติกเชิงเส้นของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

จากการผลิตโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด เพื่อศึกษาปัจจัยในกระบวนการผลิต ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวน และเวลาในการกวน ที่ระดับต่างๆ โดยเลือกค่าของสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิร์ท เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติทางรีโอโลยี ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด และสมบัติทางรีโอโลยีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ความถี่ 5 เฮิร์ท ซึ่งทำการผลิตที่อุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวน และเวลาในการกวนที่กำหนด แสดงในตาราง 4.21

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.21 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางรีโอโลยีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	เวลา (นาที)	G′ (กิโลปาสคาล)	G″ (กิโลปาสคาล)	G* (กิโลปาสคาล)	tan δ
70	50	5	5.15±0.65 ^{a}	1.68±0.44 ^{a}	5.42±0.75 ^{ab}	0.32±0.05 ^{bcdef}
		10	7.14±0.71 ^{abc}	2.54±0.43 ^{abcd}	7.58±0.81 ^{abc}	0.35±0.03 ^{cdefg}
		15	14.55±0.94 ^{h}	4.43±0.31 ^{jkl}	15.21±0.91 ^{h}	0.31±0.03 ^{bc}
	100	5	5.96±1.09 ^{a}	1.72±0.27 ^{a}	6.21±1.13 ^{a}	0.29±0.01 ^{ab}
		10	11.32±1.01 ^{efg}	3.49±0.51 $^{d efghij}$	11.85±1.11 ^{efg}	0.31±0.02 ^{bcd}
		15	20.10±2.02 ^{j}	7.05±0.20 ^{n}	21.31±2.00 ^{j}	0.35±0.03 ^{cdefg}
	150	5	10.83±2.30 ^{defg}	3.98±1.02 ^{f}	11.53±2.50 ^{defg}	0.365±0.02 ^{efgh}
		10	17.02±0.15 ^{i}	5.34±0.11 ^{lm}	17.84±0.26 ^{i}	0.31±0.00 ^{bcd}
		15	22.61±0.82 ^{k}	7.11±0.51 ^{n}	23.83±0.93 ^{k}	0.33±0.01 ^{bcdefg}
75	50	5	6.19±0.23 ^{ab}	1.90±0.08 ^{ab}	6.47±0.23 ^{ab}	0.31±0.02 ^{bcd}
		10	9.75±1.28 ^{defg}	2.76±0.34 ^{bcdefg}	10.13±1.32 ^{cdefg}	0.28±0.01 ^{ab}
		15	11.74±1.37 ^{fg}	4.21±1.04 ^{ijk}	12.48±1.63 ^{fg}	0.36±0.05 ^{cdefg}
	100	5	10.43±1.17 ^{defg}	2.67±0.45 ^{abcdef}	10.76±1.35 ^{defg}	0.26±0.01 ^{a}
		10	11.07±0.53 ^{degh}	3.19±0.31 ^{cdefghi}	11.52±0.59 ^{defg}	0.29±0.02 ^{ab}
		15	12.28±0.41 ^{gh}	3.83±0.06 ^{hij}	12.87±0.40 ^{gh}	0.31±0.01 ^{bcd}
	150	5	8.63±1.80 ^{bcde}	2.43±0.41 ^{ij}	8.97±1.85 ^{bcd}	0.28±0.02 ^{ab}
		10	10.09±0.82 ^{defg}	3.59±0.36 ^{efghij}	10.71±0.88 ^{defg}	0.36±0.01 ^{cdefg}
		15	16.95±2.18 ^{i}	5.96±0.75 ^{m}	17.97±2.31 ^{i}	0.35±0.02 ^{cdefg}
80	50	5	5.82±0.43 ^{a}	1.83±0.28 ^{ab}	6.10±0.03 ^{a}	0.31±0.03 ^{bcde}
		10	10.15±0.57 ^{defg}	3.75±0.11 ^{ghij}	10.83±0.59 ^{defg}	0.37±0.01 ^{fgh}
		15	10.86±1.77 ^{defg}	4.10±0.68 ^{ij}	11.62±1.91 ^{defg}	0.38±0.01 ^{gh}
	100	5	9.19±0.25 ^{cdef}	2.61±0.35 ^{abcde}	9.56±0.28 ^{cde}	0.28±0.04 ^{ab}
		10	9.22±0.17 ^{cdef}	3.68±0.73 ^{fghij}	9.94±0.41 ^{cdef}	0.40±0.07 ^{hh}
		15	19.58±1.31 ^{j}	7.02±0.64 ^{n}	20.81±1.45 ^{j}	0.36±0.01 ^{defgh}
	150	5	8.59±1.23 ^{bcd}	2.83±0.29 ^{bcdefgh}	9.04±1.24 ^{bcde}	0.33±0.03 ^{bcdefg}
		10	14.19±2.95 ^{h}	5.07±0.90 ^{klm}	15.07±3.07 ^{h}	0.36±0.02 ^{defgh}
		15	31.70±2.84 ^{l}	10.20±0.96 ^{n}	33.30±3.00 ^{l}	0.32±0.00 ^{bcdef}

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ เพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสมบัติทางรีโอโลยีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ดังแสดงในภาคผนวก ฉ1.4 ถึง ฉ1.7 พบว่าตัวแปรในกระบวนการผลิตเพียงชนิดเดียว ผลร่วมของสองตัวแปรในกระบวนการผลิต และผลร่วมของสามตัวแปรในกระบวนการผลิต มีผลต่อค่า elastic modulus (G′) ค่า viscous modulus (G″) ค่า complex modulus (G*) และ loss tangent (tan δ) ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

4.2.3.2.1 ผลของอุณหภูมิในการผลิตต่อสมบัติทางรีโอโลยีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ผลของอุณหภูมิในการผลิตต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิร์ซ ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.22

ตาราง 4.22 ผลของอุณหภูมิในการผลิตต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิร์ซ ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	G′ (กิโลปาสคาล)	G″ (กิโลปาสคาล)	G* (กิโลปาสคาล)	tan δ
70	10.79±3.00 [a]	3.39±1.23 [a]	11.32±3.22 [a]	0.31±0.04 [a]
75	12.75±6.11 [b]	4.18±2.07 [b]	13.42±6.45 [b]	0.33±0.03 [b]
80	13.26±7.76 [b]	4.56±2.54 [c]	14.03±8.16 [b]	0.35±0.04 [c]

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

จากตาราง 4.22 ค่า elastic modulus (G′) ค่า viscous modulus (G″) ค่า complex modulus (G*) และ loss tangent (tan δ) ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ผลิตที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีค่าน้อยที่สุด โดยอุณหภูมิในการผลิตที่เพิ่มขึ้น จะทำให้โพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดมีปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง และค่า firmness เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ค่า elastic modulus และค่า viscous modulus เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Lee and Klostermeyer (2001) และ Lee *et al.* (2004) แม้ว่าค่า elastic modulus ที่แสดงถึงพฤติกรรมของของแข็งจะเพิ่มขึ้น แต่ในขณะเดียวกันค่า viscous modulus ที่แสดงถึงพฤติกรรมของของเหลว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก็เพิ่มขึ้นด้วยในอัตราที่สูงกว่าเล็กน้อย โดยพิจารณาได้จากการเพิ่มขึ้นของค่า loss tangent ที่แตกต่างกันในอุณหภูมิทุกระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) และยังคงมีสมบัติของการไหลหนืดที่ดี แสดงว่าอุณหภูมิในการผลิตที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้ค่า elastic modulus ค่า viscous modulus และค่า complex modulus เพิ่มขึ้น

4.2.3.2.2 ผลของความเร็วรอบในการผลิตต่อสมบัติทางรีโอโลยี ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ผลของความเร็วรอบในการผลิตต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิร์ซ ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.23

ตาราง 4.23 ผลของความเร็วรอบในการกวนต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิร์ซ ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	G′ (กิโลปาสคาล)	G″ (กิโลปาสคาล)	G* (กิโลปาสคาล)	tan δ
50	9.04±3.15 [a]	3.02±1.14 [a]	9.54±3.33 [a]	0.33±0.04 [a]
100	12.13±4.63 [b]	3.92±1.84 [b]	12.76±4.95 [b]	0.32±0.05 [b]
150	15.63±7.50 [c]	5.20±2.41 [c]	16.47±7.87 [c]	0.33±0.03 [a]

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.23 ค่า elastic modulus (G′) ค่า viscous modulus (G″) และค่า complex modulus (G*) ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ผลิตที่ความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที มีค่าน้อยที่สุด และที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที มีค่ามากที่สุด และที่ความเร็วรอบทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) การเพิ่มความเร็วรอบในการกวนจะทำให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กลง และมีโปรตีนที่มาห่อหุ้มมากขึ้น เกิดเป็นโครงสร้างที่แข็งแรง จึงแสดงพฤติกรรมของของแข็งมากขึ้น คือมีค่า elastic modulus สูงขึ้น อีกทั้งเม็ดไขมันที่มีขนาดเล็กจะเกิดการกระจายตัวได้ดีขึ้น ทำให้ความหนืดจะเพิ่มขึ้น

และแสดงพฤติกรรมของของเหลวมากขึ้น คือมีค่า viscous modulus สูงขึ้น (Drake, 1973) ซึ่งสอดคล้องกับจากรายงานการวิจัยของ Lee และคณะ (2004) และ Joshi และคณะ (2004) จากการพิจารณาค่า loss tangent (tan δ) พบว่าที่ทุกระดับความเร็วรอบในการกวน มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าการเพิ่มขึ้นของความเร็วรอบในการกวนทำให้ค่า elastic modulus และค่า viscous modulus ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดเพิ่มขึ้นในอัตราที่ใกล้เคียงกัน

4.2.3.2.3 ผลของเวลาในการกวนต่อสมบัติทางรีโอโลยีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ผลของเวลาในการกวนต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิร์ซท ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.24

ตาราง 4.24 ผลของเวลาในการกวนต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิร์ซท ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

เวลา (นาที)	G′ (กิโลปาสคาล)	G″ (กิโลปาสคาล)	G* (กิโลปาสคาล)	tan δ
5	7.86±2.28 [a]	2.41±0.81 [a]	8.23±2.40 [a]	0.31±0.04 [a]
10	11.12±2.97 [b]	3.71±0.99 [b]	11.72±3.10 [b]	0.34±0.04 [b]
15	17.82±6.52 [c]	6.02±2.10 [c]	18.82±6.84 [c]	0.34±0.03 [b]

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

จากตาราง 4.24 ค่า elastic modulus (G′) ค่า viscous modulus (G″) และค่า complex modulus (G*) ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ใช้เวลาในการกวนนาน 5 นาที มีค่าน้อยที่สุด และที่เวลาในการกวนนาน 15 นาที มีค่ามากที่สุด และที่ความเร็วรอบในการกวนทั้ง 3 ระดับมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) จากรายงานการวิจัยของ Lee และคณะ (2003) พบว่าเวลาในการผลิตที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อโครงสร้างของโปรตีน โดยเมื่อเวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้นจะทำให้โปรตีนดูดซับน้ำและก่อตัวเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Rayan และคณะ (1980) นอกจากนี้การลดลงของปริมาณความชื้น และค่าความเป็นกรด-ด่าง นั้นเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่า elastic modulus และค่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

viscous modulus เพิ่มขึ้น (Lee and Klostermeyer, 2001 และ Lee *et al*., 2004) จากการพิจารณา loss tangent (tan δ) แสดงให้เห็นว่าการใช้เวลาในการกวน 10 และ 15 นาที อัตราการเพิ่มขึ้นของค่า elastic modulus และค่า viscous modulus มีค่าเท่ากัน แสดงว่าการใช้เวลาในการกวนเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า elastic modulus และค่า viscous modulus ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง

4.2.3.2.4 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางรีโอโลยีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนที่มีต่อสมบัติทางรีโอโลยี ที่ความถี่ 5 เฮิซ์ท ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.25

ตาราง 4.25 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิซ์ท ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	G′ (กิโลปาสคาล)	G″ (กิโลปาสคาล)	G* (กิโลปาสคาล)	tan δ
70	50	9.22±2.61 ^{a}	2.96±1.15 ^{a}	9.69±2.82 ^{a}	0.32±0.04 ^{b}
	100	11.26±1.06 ^{b}	3.23±0.57 ^{a}	11.72±1.17 ^{b}	0.29±0.03 ^{a}
	150	11.89±4.12 ^{b}	3.99±1.62 ^{b}	12.55±4.42 ^{bc}	0.33±0.04 ^{bc}
75	50	8.95±4.34 ^{a}	2.88±1.26 ^{a}	9.40±4.51 ^{a}	0.33±0.04 ^{bc}
	100	12.46±6.31 ^{b}	4.09±2.37 ^{b}	13.12±6.73 ^{bc}	0.32±0.03 ^{b}
	150	16.83±5.27 ^{c}	5.58±1.62 ^{c}	17.74±5.49 ^{d}	0.34±0.03 ^{bc}
80	50	8.94±2.55 ^{a}	3.23±1.12 ^{a}	9.52±2.78 ^{a}	0.35±0.03 ^{c}
	100	12.66±5.23 ^{b}	4.44±2.06 ^{b}	13.43±5.58 ^{c}	0.35±0.07 ^{c}
	150	18.16±10.66 ^{d}	6.03±3.33 ^{c}	19.14±11.16 ^{e}	0.34±0.02 ^{bc}

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.25 ค่า elastic modulus (G′) ค่า viscous modulus (G″) และค่า complex modulus (G*) ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ใช้อุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนสูง จะมีค่ามากกว่าการผลิตที่ใช้อุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนต่ำ โดยที่ความเร็วรอบในการกวน 50 และ 100 รอบต่อนาที ในทุกระดับอุณหภูมิมีค่า elastic modulus และค่า viscous modulus ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนจะมีผลต่อสมบัติทางรีโอโลยีมากขึ้น เมื่อใช้อุณหภูมิในการผลิตสูงขึ้น ซึ่งเมื่อพิจารณาค่า loss tangent (tan δ) จะเห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ และความเร็วรอบในการผลิต จะทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของค่า viscous modulus สูงกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของ ค่า elastic modulus มากขึ้น

4.2.3.2.5 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางรีโอโลยีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิร์ทของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.26

ตาราง 4.26 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิร์ทของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	G′ (กิโลปาสคาล)	G″ (กิโลปาสคาล)	G* (กิโลปาสคาล)	tan δ
70	5	8.42±2.14 ^{a}	2.34±0.46 ^{a}	8.74±2.18 ^{a}	0.28±0.03 ^{a}
	10	10.30±1.00 ^{b}	3.18±0.46 ^{b}	10.78±1.04 ^{b}	0.31±0.04 ^{b}
	15	13.66±2.81 ^{d}	4.66±1.17 ^{d}	14.44±3.02 ^{d}	0.34±0.03 ^{c}
75	5	7.31±2.97 ^{a}	2.46±1.27 ^{a}	7.72±3.21 ^{a}	0.33±0.04 ^{bc}
	10	11.83±4.34 ^{c}	3.79±1.28 ^{c}	12.42±4.52 ^{c}	0.32±0.03 ^{bc}
	15	19.10±3.78 ^{e}	6.31±1.45 ^{e}	20.12±4.02 ^{e}	0.33±0.03 ^{bc}
80	5	7.86±1.69 ^{a}	2.42±0.52 ^{a}	8.23±1.75 ^{a}	0.31±0.03 ^{b}
	10	11.19±2.74 ^{bc}	4.17±0.89 ^{cd}	11.95±2.85 ^{bc}	0.38±0.04 ^{d}
	15	20.71±9.24 ^{f}	7.10±2.72 ^{f}	21.91±9.62 ^{f}	0.35±0.03 ^{cd}

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.26 ค่า elastic modulus (G′) ค่า viscous modulus (G″) และค่า complex modulus (G*) ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ใช้อุณหภูมิสูงและเวลาในการกวนนานจะมีค่ามากกว่าการผลิตที่ใช้อุณหภูมิต่ำและเวลาในการกวนสั้น โดยที่เวลาในการกวนเดียวกันในทุกระดับอุณหภูมิ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) การใช้เวลาในการกวนที่นานขึ้น จะทำให้ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการกวน มีผลต่อสมบัติทางรีโอโลยีมากขึ้น และการใช้อุณหภูมิสูงและเวลาการกวนนานจะทำให้ค่า elastic modulus และค่า viscous modulus ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

4.2.3.2.6 ผลร่วมระหว่างความเร็วรอบในการรกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางรีโอโลยีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ผลร่วมระหว่างความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวน ที่มีต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิร์ซ ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ได้จากการใช้โปรแกรม SPSS แสดงในตาราง 4.27

ตาราง 4.27 ผลร่วมระหว่างความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางรีโอโลยีที่ความถี่ 5 เฮิร์ซ ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	เวลา (นาที)	G′ (กิโลปาสคาล)	G″ (กิโลปาสคาล)	G* (กิโลปาสคาล)	tan δ
50	5	5.72±0.61 ^{a}	1.81±0.28 ^{a}	6.00±0.65 ^{a}	0.32±0.03 ^{b}
	10	9.01±1.62 ^{b}	3.01±0.62 ^{c}	9.51±1.70 ^{b}	0.34±0.04 ^{bc}
	15	12.38±2.07 ^{d}	4.25±0.66 ^{d}	13.10±2.10 ^{d}	0.35±0.04 ^{c}
100	5	8.53±2.16 ^{b}	2.33±0.56 ^{b}	8.84±2.22 ^{b}	0.28±0.03 ^{a}
	10	10.53±1.15 ^{c}	3.45±0.52 ^{c}	11.10±1.10 ^{c}	0.33±0.06 ^{bc}
	15	17.32±3.98 ^{f}	5.97±1.64 ^{e}	18.33±4.28 ^{f}	0.34±0.03 ^{bc}
150	5	9.35±1.93 ^{bc}	3.08±0.90 ^{c}	9.85±2.10 ^{bc}	0.33±0.04 ^{bc}
	10	13.77±3.39 ^{e}	4.67±0.95 ^{d}	14.54±3.50 ^{e}	0.34±0.03 ^{bc}
	15	23.77±6.70 ^{g}	7.86±1.97 ^{f}	25.04±6.98 ^{g}	0.33±0.02 ^{bc}

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์โพรเซสชีสที่ผลิตที่สภาวะเดียวกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งวัด 3 ซ้ำ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ เชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.25 ค่า elastic modulus (G′) ค่า viscous modulus (G″) และค่า complex modulus (G*) ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ใช้ความเร็วรอบในการกวนสูงและเวลาในการกวนนาน มีค่ามากกว่าการผลิตที่ใช้ความเร็วรอบในการกวนต่ำและเวลาในการกวนสั้น โดยที่ความเร็วรอบในการกวนเท่ากันในทุกๆ ระดับของเวลาการกวน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) จากการพิจารณาค่า loss tangent (tan δ) แสดงให้เห็นว่าผลร่วมระหว่างเวลาในการกวนที่นานขึ้นและความเร็วรอบในการกวนสูงขึ้น จะทำให้ค่า elastic modulus และค่า viscous modulus มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างใกล้เคียงกัน

4.2.3.2.7 ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวนและเวลาในการกวนที่มีต่อสมบัติทางรีโอโลยีของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

จากตาราง 4.21 ค่า elastic modulus (G′) ค่า viscous modulus (G″) และค่า complex modulus (G*) ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ที่ผลิตที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 100 และเวลาในการกวน 5 นาที มีค่า elastic modulus ค่า viscous modulus และค่า complex modulus ต่ำที่สุด คือ 5.15, 1.68 และ 5.42 กิโลปาสคาล ตามลำดับ และการผลิตที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 150 และเวลาในการกวน 15 นาที มีค่า elastic modulus ค่า viscous modulus และค่า complex modulus สูงสุด คือ 31.70, 10.20 และ 33.30 กิโลปาสคาล ตามลำดับ แสดงว่าการผลิตที่อุณหภูมิ ความเร็วรอบในการกวนสูง และเวลานานในการกวนนาน จะทำให้มีค่า elastic modulus ค่า viscous modulus และค่า complex modulus ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางรีโอโลยีแสดงให้เห็นว่าโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดมีค่า elastic modulus สูงกว่าค่า viscous modulus และมีค่า loss tangent น้อยกว่า 1 ในทุกหน่วยทดลอง แสดงว่าโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด แสดงพฤติกรรมของของแข็งมากกว่าพฤติกรรมของของเหลว โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยวิธีวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation) ซึ่งแสดงในภาคผนวก ฉ2.4 พบว่าเวลาในการกวนมีผลต่อสมบัติทางรีโอโลยีมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ความเร็วรอบในการกวน และอุณหภูมิ ตามลำดับ โดยในปี ค.ศ. 2003 Lee และคณะ ได้ศึกษาพบว่าเวลาในการกวนที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อโครงสร้างของโปรตีน คือที่เวลาที่เหมาะสมโปรตีนจะดูดน้ำและก่อตัวเป็นโครงสร้างที่แข็งแรง เกิดลักษณะครีมที่ดี ค่าความหนืดจะสูงขึ้น คือมีพฤติกรรมของของแข็งเพิ่มขึ้น และความเร็วรอบในการกวนที่เพิ่มสูงขึ้น จะทำให้ขนาดของเม็ดไขมันลดลงและมีโปรตีนมาห่อหุ้มมากขึ้น ก่อให้เกิดโครงสร้างที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แข็งแรง โพรเซสชีสจะมีค่า firmness ค่า elastic modulus และค่า viscous modulus สูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Lee และคณะ (2004)

นอกจากนี้ยังพบอีกว่าสมบัติทางรีโอโลยียังมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางเคมี ดังแสดงในภาคผนวก ฉ2.5 โดยการผลิตโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ใช้อุณหภูมิสูง เวลาในการกวนนาน ความเร็วรอบในการกวนสูง จะมีปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ และปริมาณเถ้า โปรตีน ไขมันสูง จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและทางรีโอโลยี มีความสอดคล้องกับผลงานวิจัยของนักวิจัยหลายท่านคือ ในปี ค.ศ. 2001 Lee และ Klostermeyer ได้ศึกษาผลของค่าความเป็นกรดด่างต่อสมบัติทางรีโอโลยี พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างที่เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้โพรเซสชีสไขมันต่ำชนิดสเปรดมีพฤติกรรมของของเหลวเพิ่มขึ้น คือมีค่า elastic modulus และค่า viscous modulus ลดลง ต่อมาในปี ค.ศ. 2004 Lee และคณะ ยังได้ทำการศึกษาผลของปริมาณความชื้นต่อสมบัติทางรีโอโลยี พบว่าปริมาณความชื้นและค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงมีผลให้ค่า elastic modulus และค่า viscous modulus สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dimitreli และ Thomareis (2007) Joshi และคณะ (2004) ซึ่งยังพบอีกว่าโพรเซสชีสที่มีปริมาณโปรตีนสูงและไขมันต่ำ จะมีค่า elastic modulus และค่า viscous modulus สูงขึ้นเช่นกัน

4.2.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด ด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยผู้ทดสอบชิม ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 นักศึกษาปริญญาโท และนักศึกษาปริญญาเอก ของภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 50 คน ด้วยแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังแสดงในภาคผนวก ค

ทำการเลือกตัวอย่างที่มีสมบัติทางกายภาพดีที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ การผลิตที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 150 รอบต่อนาที และเวลาในการกวน 10 และ 15 นาที และความเร็วรอบในการกวน 100 รอบต่อนาที และเวลาในการกวน 15 นาที เมื่อนำผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ดังแสดงในภาคผนวก ฉ1.19 พบว่าชนิดของตัวอย่างไม่มีผลต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดที่ทำการคัดเลือกแสดงในตาราง 4.28

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.28 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของของโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรด

คุณลักษณะหลักที่ทดสอบ	ตัวอย่าง		
	1 ns	2 ns	3 ns
ลักษณะปรากฏ (appearance)			
สี	6.68±1.08	6.50±1.30	6.58±1.09
การกระจายตัวของสมุนไพร	6.34±1.22	6.46±1.30	6.62±1.05
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	6.82±1.21	6.54±1.23	6.68±1.20
ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture)			
ความแข็ง	6.76±1.30	6.42±1.28	6.74±1.17
ความสามารถในการสเปรด	6.64±1.35	6.30±1.33	6.66±1.21
ความเหนียว	6.50±1.47	6.10±1.47	6.60±1.25
ความเป็นเม็ดทราย	6.32±1.32	6.02±1.57	6.20±1.07
กลิ่นรส (flavor and test)			
กลิ่นนม	5.88±1.49	6.02±1.39	6.14±1.43
กลิ่นเนย	6.28±1.28	6.04±1.21	6.22±1.37
กลิ่นสมุนไพร	5.72±1.49	6.00±1.43	5.96±1.54
ความเค็ม	6.20±1.44	6.10±1.31	6.12±1.52
ความเหนียวติดปาก	6.34±1.12	6.22±1.40	6.24±1.27
ความคงอยู่หลังรับประทาน	6.24±1.12	6.34±1.14	6.42±1.97
การยอมรับโดยรวม	6.42±1.11	6.62±1.16	6.68±1.11

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผู้ทดสอบชิม 50 คน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan
- ตัวอย่าง 1 คือ การผลิตที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 150 รอบต่อนาที เวลาในการกวน 15 นาที
- ตัวอย่าง 2 คือ การผลิตที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 150 รอบต่อนาที เวลาในการกวน 10 นาที
- ตัวอย่าง 3 คือ การผลิตที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 100 รอบต่อนาที เวลาในการกวน 15 นาที

ns ตัวแปรไม่มีอิทธิพลต่อผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.28 พบว่าโพรเซสชีสที่ผลิตที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 150 รอบต่อนาที และเวลาในการกวน 15 นาที มีคะแนนความชอบในด้าน สี ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความแข็ง ความเป็นเม็ดทราย กลิ่นเนย ความเค็ม และความเหนียวติดปาก สูงที่สุด และโพรเซสชีสที่ผลิตที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการกวน 100 รอบต่อนาที และเวลาในการกวน 15 นาที มีคะแนนความชอบในด้าน การกระจายตัวของสมุนไพร ความสามารถในการสเปรด ความเหนียว กลิ่นนม ความคงอยู่หลังรับประทาน และความชอบโดยรวมสูงที่สุด เนื่องจากโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดทั้ง 3 ตัวอย่างการใช้วัตถุดิบ อัตราส่วนผสม และอุณหภูมิในการผลิตเหมือนกัน อาจจะทำให้โพรเซสชีสมีคุณลักษณะด้านกลิ่นรสไม่แตกต่างกัน และจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ยังแสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างของการกระจายตัวของสมุนไพรและความเป็นเนื้อเดียวกัน แสดงว่าการใช้ความเร็วรอบในการกวน 100 รอบต่อนาที เพียงพอที่จะใช้ในการผสมวัตถุดิบ แต่จากการวิเคราะห์สมบัติทางลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงว่าผู้ทดสอบชิมไม่สามารถบอกความแตกต่างด้านลักษณะเนื้อสัมผัสได้ และโพรเซสชีสผสมสมุนไพรชนิดสเปรดได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมในระดับ “ชอบเล็กน้อย” มีคะแนนความชอบมากกว่า 6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved