

ชื่อโครงการ “ผลกระทบของการทำแห้งที่มีต่อคุณลักษณะโยเกิร์ตนมข้าวโพด”

Effect of Drying on Characteristics of Powdered Corn Milk yoghurt

พิสิฐ ไพบูลย์เกียรติ¹⁾ สิริวรรณ ชัยธรรมรักษ์¹⁾ และ สุภาเวท มานियม^{*2)}

ชื่อผู้วิจัย¹⁾ และ ชื่อหัวหน้าโครงการ^{*2)}

1) ภาควิชาวิศวกรรมกระบวนการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2) ภาควิชาวิศวกรรมกระบวนการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่* Email:

บทคัดย่อ

คุณภาพของโยเกิร์ตนมข้าวโพดในการทำแห้ง อยู่ภายใต้การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิขาเข้าของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยกับความเข้มข้นของมอลโตเด็กซ์ตริน ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นโยเกิร์ตนมข้าวโพดผสมแคโรทและเสาวรสน้ำแคโรทเป็นนมเปรี้ยวพร้อมดื่มที่มีการเติมมอลโตเด็กซ์ตริน 10 – 30 % (w/w) และใช้อุณหภูมิของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย 110 - 130 °C ทำให้ทำแห้ง จากการทดลอง พบว่ามอลโตเด็กซ์ตรินระดับที่ 10 % (w/w) เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม และที่อุณหภูมิ 130 °C เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทำแห้งโยเกิร์ตนมข้าวโพด ผลิตภัณฑ์สุดท้ายให้ผลทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุด

คำสำคัญ (Keywords) : โยเกิร์ต มอลโตเด็กซ์ตริน เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย

1. บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคเริ่มหันมาสนใจผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพกันมาก ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่หลากหลายขึ้น นมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ และสามารถนำมาดัดแปลงเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายรูปแบบ เช่น เนย เนยแข็ง นมเปรี้ยว และครีมชนิดต่างๆ

โยเกิร์ต คือ นมเปรี้ยวชนิดหนึ่ง ทำจากการนำนมไปหมักกับเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างกรดในกลุ่มของเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ภายใต้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม สามารถเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสในนม ให้กลายเป็นกรดแลคติก เมื่อพิจารณาคุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตพบว่า มีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตและพลังงานที่สูง ซึ่งไม่ได้แตกต่างจากนม (Deeth และ Tamine, 1981) แต่ยังคงมีการเสื่อมเสียทางเคมีและชีวเคมีของผลิตภัณฑ์อาหาร เทคโนโลยีการทำแห้งช่วยยืดอายุใน

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ อีกทั้งช่วยลดพื้นที่ใช้ในการเก็บรักษา

การผลิตโยเกิร์ตนมข้าวโพดผสมน้ำแคโรทและน้ำเสาวรสนิดผงโดยใช้วิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยนี้ทำให้คุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับวัตถุดิบเริ่มต้น เพราะใช้เวลาในการทำแห้งสั้นทำให้ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับอากาศร้อนไม่นาน (Desobry, 1981) อาหารเหลวที่นำมาทำแห้งแบบพ่นฝอยนั้น ต้องมีปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total soluble solid) ที่เหมาะสม คืออยู่ในช่วง 20% - 50% % (w/w) ถ้ามีปริมาณของแข็งทั้งหมดน้อยเกินไป จะสิ้นเปลืองพลังงานในการระเหยน้ำออก ไม่คุ้มค่ากับปริมาณผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้ และหากมีปริมาณของแข็งมากเกินไป อาหารเหลวเริ่มต้นจะมีความหนืดสูง ทำให้ต้องใช้พลังงานในการทำให้เป็นละอองฝอยมาก และอาจเกิดการอุดตันที่หัวฉีด (Atomizer)

ในกรณีของเหลวที่มีปริมาณของแข็งน้อย จำเป็นต้องเพิ่มปริมาณของแข็งสารที่นิยมใช้คือในกลุ่มมอลโตเด็คซ์ตริน(Maltodextrin) หรือแป้งดัดแปลง (Modified starch) สารเหล่านี้ยังมีคุณสมบัติด้านการเพิ่มความคงตัว และช่วยป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันให้แก่ผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 วัตถุดิบ

ข้าวโพด, เสาวรส, แครอท, นมผง, น้ำตาล และมอลโตเด็คตริน

2.2 อุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์สำหรับผลิตโยเกิร์ตผง ได้แก่ ตู้บ่มเชื้อ, เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย, เครื่องคั้นน้ำผลไม้, เครื่องชั่ง และตู้เย็นที่โปร่งแสง

วัสดุและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ ได้แก่ เครื่องวัดค่า a_w , เครื่องวัดค่าสี, ชุดวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการเคมีอาหาร, เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง, เครื่องมือวัดความหนืด, อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิและตู้บ่มเชื้อ

2.3 กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต

การเตรียมโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวโพด เริ่มต้นจากการเตรียมนํ้าข้าวโพดปั่นผสมนมผงและน้ำตาลให้เป็นเนื้อเดียวกัน เติมหั้วเชื้อที่สร้างกรด นำไปบ่มทิ้งไว้จนเกิดการแข็งตัวของผลิตภัณฑ์ เติมนํ้าตาล นํ้าเสาวร และนํ้าแครอท ตามสูตรในรูปของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม (Drinking yoghurt) นำสู่ขั้นตอนการทำแห้ง



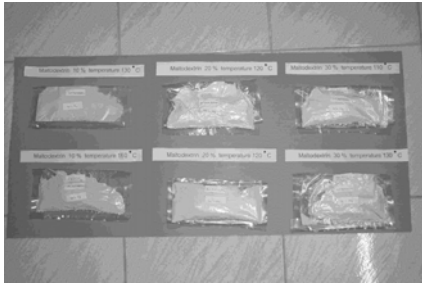
รูปที่ 1 โยเกิร์ตนมข้าวโพดก่อนการทำแห้ง

2.4 วิธีการทดลอง

การศึกษาปัจจัยของอุณหภูมิและปริมาณของมอลโตเด็คซ์ตรินที่มีต่อคุณลักษณะโยเกิร์ตผง โดยนำโยเกิร์ตที่เตรียมไว้ผสมมอลโตเด็คตรินที่ระดับ 10%, 20% และ 30% (w/w) นำไปทำแห้งโดยปรับอุณหภูมิในห้องทำแห้งเป็น 110 120 และ 130°C วางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial Experimental Designs with 2 center points เป็น 6 การทดลอง กล่าวคือมีการทดลองซ้ำที่จุดกึ่งกลาง(อุณหภูมิ 120°C และมอลโตเด็คซ์ตริน 20% (w/w)) จำนวน 2 ครั้ง ควบคุมความเร็วรอบของอะตอมไมล์เซอร์ให้อยู่ที่ 8,300 รอบต่อนาที ป้อนโยเกิร์ตผสมเข้าเครื่องอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเครื่องทำงานจะทำงานจนกระทั่งโยเกิร์ตถูกป้อนเข้าไปหมด จากนั้นปิดเครื่อง เปิดเอาผลิตภัณฑ์ออก นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ทางกายภาพ (ได้แก่ การวัดค่าสี, ความชื้นหนืด และ Bulk density) การวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ การวัดค่าคุณสมบัติทางเคมี (ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง, ของแข็งที่ละลาย และค่า a_w) และองค์ประกอบทางเคมี (ได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลอินเวอร์ส, โปรตีน, ไขมัน, เถ้า, ความชื้น และกรด) ปริมาณจุลินทรีย์ที่สร้างกรด และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนเป็นอย่างดีแล้วจำนวน 10 คน ใช้วิธีทดสอบแบบ Ideal Ratio Profile)

ตารางที่ 1 ส่วนผสมมอลโตเด็คซ์ตรินที่เติมลงในโยเกิร์ต และอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้ง

สูตร	มอลโตเด็คซ์ตริน % (w/w)	อุณหภูมิ (°C)
1	10	110
2	10	130
3	20	120 (1)
4	20	120 (2)
5	30	110
6	30	130



รูปที่ 2 ผลผลิตกล้วยโยเกิร์ตนมข้าวโพดผงภายหลังการทำแห้ง

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทำแห้ง ใช้ระดับของมอลโตเด็กซ์ตรินที่เติมลงไปอยู่ที่ 10 - 30 % (w/w) และอุณหภูมิในห้องทำแห้ง 110 - 130°C ทำการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผงที่ได้ ทั้งทางด้านกายภาพ ทางเคมี ทางจุลินทรีย์ และประเมินทางด้านประสาทสัมผัส

การวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ

จากตารางที่ 1 พบว่า การวัดค่าความหนืดอยู่ระหว่าง 9.46 – 20.70 CP แปรผันตามปริมาณของมอลโตเด็กซ์ตริน ทั้งนี้เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีในด้านการละลายและกระจายตัวในน้ำได้ดี (Macrae และคณะ, 1993b) จึงส่งผลให้ความหนืดสูงขึ้น ในเรื่องของค่าสี L พบว่า ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินให้ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ค่าสี a เพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกันกับปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินและอุณหภูมิสูงขึ้น และค่าสี b ลดลงตามปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากธรรมชาติของมอลโตเด็กซ์ตรินที่เติมซึ่งเป็นอนุพันธ์ของน้ำตาลและการเกิดปฏิกิริยาของน้ำตาล (Browning Reaction) รวมถึงและสารสีที่เป็นส่วนประกอบของโยเกิร์ต ซึ่งสอดคล้องกับค่ากล่าวของ วิล, 2545 การเพิ่มอุณหภูมิในผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบน้ำตาล ทำให้เกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นทำให้ค่า L มีค่าลดลง และค่า a มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่า Bulk Density เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2 การวัดทางกายภาพในโยเกิร์ตผง

สูตร	Viscos (CP)	ค่าสี			Bulk Density (g/ml)
		L	a	b	
1	9.46	74.47	15.91	22.94	0.70
2	10.55	73.99	16.04	23.38	1.94
3	10.15	79.76	13.57	21.37	0.65
4	9.64	79.76	12.66	21.88	0.65
5	20.57	78.61	12.96	19.41	0.68
6	20.70	80.45	11.14	20.31	0.65

การวิเคราะห์ทางด้านเคมี

การวิเคราะห์ทางเคมี แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ด้านคุณสมบัติทางเคมีและองค์ประกอบทางเคมีของโยเกิร์ตผง ดังตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ด้านคุณสมบัติทางเคมี พบว่า ค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.26 - 0.37 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทางชีวเคมี และปริมาณจุลินทรีย์เกิดขึ้นน้อยมาก ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ในโยเกิร์ตคั้นรูปเทียบกับ % ของแข็งเท่ากับโยเกิร์ตเริ่มต้นก่อนทำแห้ง วัดค่า pH อยู่ระหว่าง 3.65 - 3.82 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และค่า TSS อยู่ระหว่าง 25 - 35 Brix เพิ่มมากขึ้นตามปริมาณของมอลโตเด็กซ์ตรินที่ใช้ เนื่องจากคุณสมบัติของสารละลายและกระจายตัวได้ดี จึงทำให้ค่าของแข็งที่ละลายได้สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของสุรินทร์พรและอภิชัย, 2541

ตารางที่ 3 การวัดด้านคุณสมบัติทางเคมีของโยเกิร์ตภายหลังการทำแห้ง

สูตร	a_w	pH	TSS (Brix)
1	0.37	3.77	25.0
2	0.38	3.79	25.0
3	0.26	3.70	27.0
4	0.33	3.65	27.0
5	0.34	3.82	35.0
6	0.31	3.80	34.5

องค์ประกอบทางเคมีของโยเกิร์ตภายหลังการทำแห้ง (Proximate Analysis) ได้แก่ ความชื้นอยู่ระหว่าง 1.40 - 2.23 %(w/w) กรดอยู่ระหว่าง 0.87 - 1.86 %(w/w) และน้ำตาลอยู่ที่ 30 %(w/w) ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เติมลงไปและอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ค่าเถ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.13 %(w/w) โปรตีนอยู่ระหว่าง 3.39 - 6.21 %(w/w) และไขมันอยู่ระหว่าง 1.10 - 2.26 %(w/w) มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เติมลงในโยเกิร์ต เนื่องจากคุณสมบัติของมอลโตเด็กซ์ตรินที่จำหน่ายในท้องตลาดมีปริมาณสารเหล่านี้้อยมาก กล่าวคือมีเถ้า 0.20 %(w/w) โปรตีน 0.15%(w/w) และไม่มีไขมัน ดังนั้นส่วนผสมที่มีปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้องค์ประกอบทางเคมีเหล่านี้ลดลง

ตารางที่ 4 การวัดองค์ประกอบทางเคมีของโยเกิร์ตผง

สูตร	น้ำตาล %	กรด %	โปรตีน %	ความชื้น %	ไขมัน %	เถ้า %
	(w/w)	(w/w)	(w/w)	(w/w)	(w/w)	(w/w)
1	29.97	1.64	5.50	1.80	1.99	0.19
2	29.85	1.64	6.21	1.79	2.26	0.34
3	31.25	1.86	4.64	1.80	1.74	0.13
4	29.86	1.46	4.55	1.40	1.64	0.13
5	30.20	0.87	3.62	2.23	1.31	0.10
6	30.14	1.07	3.39	1.79	1.10	0.13

การวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์

การตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างกรดในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต พบว่า มีปริมาณเชื้อเหล่านี้ในโยเกิร์ตสดเท่ากับ 2.4×10^8 cfu/g ในขณะที่โยเกิร์ตผงที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีทำแห้งแบบพ่นฝอยไม่พบเชื้อเหล่านี้เหลือรอดอยู่เลย เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้สูงอยู่ในช่วง 110-130 °C ซึ่งอาจส่งผลให้เชื้อไม่สามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ และ ผงโยเกิร์ตที่ผ่านการทำแห้งจะตกค้างอยู่ภายในห้องอบแห้งของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยอยู่นานจนกว่าจะทำการทดลองเสร็จอย่างน้อย 2 ชั่วโมง

ทำให้เชื้อในโยเกิร์ตผงไม่เหลือรอด ซึ่ง Metwally, 1989 ทำการศึกษาปริมาณการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตที่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นฝอย ขึ้นกับปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้น สายพันธุ์ของจุลินทรีย์และอุณหภูมิที่ใช้

การประเมินด้านประสาทสัมผัส

การวิเคราะห์ด้านการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้านสี ความข้นหนืด รสหวาน รสเปรี้ยว กลิ่นโยเกิร์ต กลิ่นเสาวรส การยอมรับโดยรวม พบว่า จากค่าการวิเคราะห์เหล่านี้มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 0.70 ได้แก่ ค่าสีมีค่าอยู่ระหว่าง 0.61 – 0.90 กล่าวคือ ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เติมลงไปโยเกิร์ตและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ค่าการยอมรับลดลง โดยเฉพาะมอลโตเด็กซ์ตริน 30 %(w/w) คะแนนที่ห่างจากคะแนนอุดมคติ (Ideal) ของผู้ทดสอบมาก

ค่ากลิ่นโยเกิร์ตมีค่าอยู่ระหว่าง 0.84 – 0.97 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่ากลิ่นโยเกิร์ตของผู้ทดสอบชิมเปรียบเทียบกับค่าอุดมคติ พบว่าปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เติมลงไปโยเกิร์ตส่งผลทำให้ค่าการยอมรับลดลง แต่อุณหภูมิที่สูงขึ้นก็ส่งผลทำให้ค่าการยอมรับเพิ่มขึ้น ซึ่งทั้งสองปัจจัยในช่วงการทดลองมีค่าห่างจากค่าอุดมคติไม่มากนัก และเมื่อนำค่ามาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัย

ค่ารสเปรี้ยวมีค่าอยู่ระหว่าง 0.88 – 1.05 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่ารสเปรี้ยวของผู้ทดสอบชิมเปรียบเทียบกับค่าอุดมคติ พบว่าปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เติมลงในโยเกิร์ตส่งผลทำให้ค่าการยอมรับเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับอุณหภูมิที่สูงขึ้นก็ส่งผลทำให้ค่าการยอมรับเพิ่มขึ้น แต่คะแนนที่ได้มีค่าห่างจากค่าอุดมคติไม่มากนัก และเมื่อนำค่ามาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

และค่าการยอมรับโดยรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.54 – 0.63 พบว่า ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เติมลงไปโยเกิร์ตและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ค่าการยอมรับเพิ่มขึ้นทำให้ค่าการยอมรับเพิ่มขึ้น ทั้งสองปัจจัยมีค่าห่างจากค่าอุดมคติมาก เนื่องจากยังต้องมีการพัฒนาในเรื่องอื่นๆ เพื่อให้รสชาติดีขึ้น

ตารางที่ 5 ค่าการชิมเมื่อเปรียบเทียบกับค่าอุดมคติ

สูตร	ค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบกับค่าอุดมคติ			
	สี	กลิ่นโยเกิร์ต	รสเปรี้ยว	การยอมรับโดยรวม
1	0.90	0.90	0.88	0.54
2	0.61	0.84	1.17	0.54
3	0.70	0.92	0.99	0.56
4	0.80	0.92	1.05	0.60
5	0.85	0.94	1.00	0.56
6	0.76	0.97	0.88	0.63

นำค่าที่ทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมในด้านต่างๆ มาทำการคำนวณโดยใช้อัตราส่วนของค่าทางด้านค่าสี กลิ่นโยเกิร์ต รสเปรี้ยว และค่าการยอมรับโดยรวมจากผู้ทดสอบชิมกับค่าอุดมคติ ไปสร้างสมการการยอมรับเพื่อเลือกค่าที่ใกล้ค่าอุดมคติที่สุด โดยใช้โปรแกรม SPSS Version 10.0 ให้ผลดังตารางที่ 5 ซึ่งจะเลือกค่าที่เข้าใกล้ 1

ตารางที่ 6 แบบจำลองสภาวะที่เหมาะสมของโยเกิร์ต

M (%w/w)	T (°C)	MT (-)	ค่าประเมินทางประสาทสัมผัส			
			สี	กลิ่นโยเกิร์ต	รสเปรี้ยว	ยอมรับโดยรวม
10	110	1100	0.89	0.90	0.89	0.54
10	120	1200	0.87	0.92	0.95	0.55
10	130	1300	0.84	0.94	1.01	0.56
20	110	2200	0.74	0.87	1.03	0.54
20	120	2400	0.77	0.92	0.99	0.57
20	130	2600	0.80	0.96	0.95	0.60
30	110	3300	0.60	0.84	1.18	0.54
30	120	3600	0.68	0.91	1.03	0.59
30	130	3900	0.75	0.97	0.89	0.63

หมายเหตุ M คือ มอลโตเด็คซ์ตริน % (w/w)

T คือ อุณหภูมิที่ใช้ทำแห้ง (°C)

MT คือ มอลโตเด็คซ์ตริน x อุณหภูมิ

ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด เมื่อพิจารณาค่าการวิเคราะห์ในแต่ละด้านเป็นดังนี้

สี(color) ตัวอย่างที่ดีที่สุด คือ 10 % 110 °C

กลิ่นโยเกิร์ต ตัวอย่างที่ดีที่สุด คือ 30 % 130 °C

กลิ่นเปรี้ยว ตัวอย่างที่ดีที่สุด คือ 10 % 130 °C

ยอมรับโดยรวม ตัวอย่างที่ดีที่สุด คือ 30 % 130 °C

เมื่อพิจารณาทางด้านสี กลิ่นโยเกิร์ต กลิ่นเปรี้ยว และการยอมรับโดยรวม พบว่า อุณหภูมิที่ดีที่สุดคือ 130 °C เนื่องจากมีค่าการวิเคราะห์ที่มีค่าเข้าใกล้ 1.0 ถึง 3 ค่า และปริมาณมอลโตเด็คซ์ตรินที่เหมาะสมที่สุด พบว่ามีค่าการวิเคราะห์ ที่ 10 %(w/w) และ 30 %(w/w) จึงพิจารณาเลือกที่ปริมาณมอลโตเด็คซ์ตริน 10 %(w/w) เนื่องจากช่วยในการประหยัดต้นทุนมากที่สุด

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเราได้ทำการศึกษาปริมาณมอลโตเด็คซ์ตรินที่เติมลงไปโยเกิร์ต 10 - 30 %(w/w) และอุณหภูมิในท้องทำแห้งแบบพ่นฝอย 110 - 130 °C ที่มีผลต่อคุณลักษณะของโยเกิร์ตผงให้ผลดังนี้

เมื่อทำการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีเพื่อใช้ประกอบทิศทางการวิจัย พบว่า มอลโตเด็คซ์ตรินและอุณหภูมิส่งผลต่อค่าของการวิเคราะห์ ค่าการวิเคราะห์ที่แปรผันตามมอลโตเด็คซ์ตริน ได้แก่ ค่าความหนืด, ค่าสี L, ค่าสี a, ค่าสี b และค่า TSS ค่าการวิเคราะห์ที่แปรผันกับมอลโตเด็คซ์ตริน ได้แก่ ไขมัน, แลคโตโปรตีน ส่วนค่าการวิเคราะห์ที่แปรผันตามอุณหภูมิ ได้แก่ ความหนืด, ค่าสี L, ค่าสี a และค่าสี b และค่าการวิเคราะห์ ที่ไม่ขึ้นกับมอลโตเด็คซ์ตรินและอุณหภูมิ ได้แก่ Bulk Density, ค่า a_w , ค่า pH, น้ำตาล, กรด และความชื้น

ทางด้านจุลินทรีย์ พบว่าไม่พบปริมาณเชื้อที่สร้างกรดในโยเกิร์ตผงในทุกการทดลอง ในขณะที่โยเกิร์ตก่อนแปรรูปมีจุลินทรีย์เหล่านี้อยู่มากถึง 2.4×10^8 cfu/g

และเลือกการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ดี เนื่องจากการทดสอบเกี่ยวกับการยอมรับของผู้ทดสอบชิม พบว่า ตัว

อย่างที่ดีที่สุดคือ ที่ระดับการเติมมอลโตเด็กซ์ทริน 10% ในโยเกิร์ตและอุณหภูมิที่ใช้ทำแห้งเป็น 130 °C

5. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครั้งนี้ในด้านมอลโตเด็กซ์ทริน และอุณหภูมิเป็นขั้นตอนเริ่มต้น นำไปสู่การพัฒนาต่าง ๆ เช่น การนำตาลหลังการทำแห้งด้วยเครื่องภายหลัง การทำแห้งแบบพ่นฝอย การศึกษาในเรื่องของความเร็วรอบของอะตอมไมเซอร์ หรือการพัฒนาโดยใช้สารช่วยในการทำแห้งในตระกูลมอลโตเด็กซ์ทรินประเภทอื่น ๆ แทน

6. กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับเงินทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการอุตสาหกรรม สำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2546 และสนับสนุนในด้านวัตถุดิบและสารเคมีจากทุนวิจัยโครงการหลวงในด้านวัตถุดิบ รวมถึงบุคลากรภาควิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปางที่ให้การเอื้อเฟื้อในเรื่องอุปกรณ์และเครื่องมือ ขอขอบคุณอาจารย์สุภเวท มานิตย์ที่ให้คำปรึกษาและข้อคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จิรากร ประเสริฐชีวะ, การพัฒนาโยเกิร์ตนมข้าวโพด. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. ม.เชียงใหม่, 2546.
- นิธิยา รัตนปนนท์, เคมีอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. ม.เชียงใหม่ 2545.
- ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และ นิธิยา รัตนปนนท์, หลักการวิเคราะห์อาหาร, เชียงใหม่, คณะเกษตรศาสตร์ ม.เชียงใหม่, 2533, 270 น.

สุรินทร์พร ศรีไพโรสนธิ์ และ อภิชัย กิตติพานประยูร, การผลิตมะนาวผงด้วยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย, วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สาขาวิชาวิศวกรรมกระบวนการอาหาร) คณะอุตสาหกรรมเกษตร, ม.เชียงใหม่, 2541.

ศุภวัฒน์ สิ้นสูงศ์วัฒน์., การศึกษาการผลิตโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองโดยใช้เซลล์ตรึง. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. โครงการพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ประจำปี 2541. คณะอุตสาหกรรมเกษตร, ม.เชียงใหม่, 2541.

A.O.AC. *Biological Analysis Method* Alrington, Virginia, USA, 1995, 1141p.

Desobry, S. A., Netto, F. M. and Labuza, T. P., Comparion of Spray-drying, Drum-drying and Freeze-drying for β -Carotene Encapsulation and Preservation, *J. Food Sci.*, Vol.62, No.6, 1981, pp. 78-86.

Deeth, H.C. and Tamine, A.Y., "Yoghurt: Nutritive and therapeutic apeets," *J. of Food Prot.*, Vol.44, 1981, pp. 78-86.

Metwally, M. M and Abd-El-Gawad, I.A., "Spray drying of lactic acid culture. I The effect of spray drying conditions on the servival of microorganisms," *Egyptian Journal of Dairy Science*, Vol.17, 1989, pp.35-43.

Pearson , D., *Laboratory Techniques in Food, Analysis*.Butterworth.London. 1973, 315 pp.

Suk Shin Kim and Santi, R. Bhowmik, Servival of lactic acid bacteria during spray drying of plain yoghurt, 1990.

Vongsawasdee, P. and Nopharatana, M., Physical properties of spray dried and reconstituted soya milk. Proceedings of 41st Kasetsart University. Annual conference, 3-7 February 2003, Subject: Agro-Industry 2003: 2003, p.242-250.