ภาคผนวก

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ตารางผนวกที่ 1 ผลของระยะเวลาการเก็บและสภาวะการเก็บที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความชื้น ร้อยละการสูญเสียของแข็ง ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักหลังการต้ม และแรงดึงขาด

สัปดาห์	ความชื้น (%)		ร้อยละการสูญเสียของแข็ง		ค่าประสิทธิ์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักหลังการต้ม		แรงดึงขาด	
	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน
0	7.62±0.02	7.62±0.02	9.17±0.07	9.17±0.07	3.14±0.09	3.14±0.09	0.15±0.01	0.15±0.01
1	7.68±0.09	7.67±0.06	10.50±0.05	10.29±0.13	3.21±0.04	3.14±0.12	0.13±0.02	0.16±0.03
2	7.65±0.06	7.64±0.02	10.04±0.06	10.32±0.22	3.41±0.08	3.40±0.05	0.13±0.01	0.14±0.01
3	7.76±0.04	7.76±0.01	10.69±0.27	10.77±0.31	3.16±0.08	3.44±0.06	0.13±0.01	0.14±0.01
4	7.70±0.01	7.78±0.02	10.85±0.16	11.70±0.14	3.32±0.02	3.25±0.33	0.13±0.02	0.14±0.01
5	7.76±0.02	7.78±0.03	10.67±0.72	10.83±0.38	3.27±0.08	3.17±0.06	0.13±0.01	0.13±0.01
6	7.77±0.03	7.82±0.01	10.62±0.27	11.00±0.98	3.71±0.02	3.11±0.01	0.13±0.02	0.14±0.02
7	7.82±0.03	7.78±0.08	10.83±0.56	10.97±0.16	3.52±0.03	3.24±0.31	0.12±0.01	0.16±0.01
8	7.90±0.01	7.92±0.05	10.75±0.81	11.18±0.70	3.11±0.17	3.17±0.23	0.13±0.02	0.15±0.01

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ 2 ผลของระยะเวลาการเก็บและสภาวะการเก็บที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสด้านความแข็งและความเปราะของเส้นบะหมี่แห้ง

สัปดาห์	ความแข็ง (N)		ความเปราะ (mm.)	
	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน
0	0.42±0.06	0.42±0.06	1.54±0.11	1.54±0.11
1	0.24±0.01	0.34±0.06	1.07±0.14	1.36±0.23
2	0.29±0.03	0.35±0.02	1.10±0.08	1.52±0.17
3	0.27±0.04	0.32±0.02	0.76±0.20	1.52±0.17
4	0.28±0.04	0.30±0.02	1.08±0.05	1.05±0.11
5	0.25±0.03	0.33±0.07	1.06±0.06	1.04±0.37
6	0.28±0.06	0.30±0.04	1.03±0.06	1.10±0.17
7	0.27±0.03	0.30±0.05	0.94±0.13	1.15±0.35
8	0.30±0.06	0.24±0.01	0.76±0.08	0.42±0.24

ตารางผนวกที่ 3 ผลของระยะเวลาการเก็บและสภาวะการเก็บที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไลโคปินและค่าสีของเส้นบะหมี่แห้งเสริมไลโคปินสด

สถาบันวิจัย

สัปดาห์	ปริมาณไลโคปิน (mg/100g)		*L**		*a**		*b**	
	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน
0	2.96±0.02	2.96±0.02	72.76±0.16	72.76±0.16	11.50±0.08	11.50±0.08	37.45±0.08	37.45±0.08
1	2.93±0.07	2.69±0.24	75.06±0.41	75.45±0.03	10.92±0.20	9.43±0.27	39.83±1.07	41.92±0.52
2	1.96±0.17	2.68±0.12	74.24±0.46	74.78±0.13	11.16±0.36	10.08±0.08	41.18±0.12	43.31±0.27
3	2.17±0.10	2.19±0.17	73.98±0.02	74.80±0.04	10.96±0.02	10.69±0.06	41.29±0.06	42.10±0.36
4	2.05±0.06	1.86±0.00	72.94±0.02	75.47±0.01	11.12±0.10	9.04±0.19	41.10±0.16	40.42±0.22
5	2.04±0.11	1.80±0.17	71.40±0.04	76.84±0.13	11.14±0.20	8.37±0.10	42.14±0.37	37.28±0.05
6	2.30±0.26	1.78±0.04	71.84±0.04	77.56±0.15	10.65±0.16	7.90±0.13	40.28±0.13	35.21±0.59
7	2.43±0.17	1.82±0.08	71.35±0.20	77.34±0.23	10.45±0.13	7.88±0.01	40.66±0.56	36.16±0.28
8	2.46±0.04	1.43±0.09	71.28±0.04	78.40±0.38	10.40±0.11	6.40±0.22	40.02±0.04	33.54±0.39

ตารางผนวกที่ 4 ผลของระยะเวลาการเก็บและสภาวะการเก็บที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสีเส้นบะหมี่เสริมไลโคปินสดหลังต้มสุก

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

สัปดาห์	*L**		*a**		*b**	
	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน
0	59.08±0.04	59.08±0.04	13.62±0.01	13.62±0.01	52.58±0.02	52.58±0.02
1	59.17±0.10	63.46±0.01	13.82±0.03	10.54±0.32	52.37±0.18	47.46±1.46
2	60.04±0.48	64.74±0.19	12.84±0.04	10.41±0.04	49.98±0.25	48.08±0.37
3	60.48±0.03	64.85±0.17	12.60±0.05	11.10±0.08	52.80±0.13	46.24±0.30
4	62.64±0.02	63.37±0.24	11.84±0.04	10.58±0.30	49.12±0.02	49.18±0.30
5	60.86±0.05	65.30±0.11	11.57±0.03	8.33±0.01	48.88±0.04	41.78±0.93
6	60.67±0.14	65.38±0.43	11.50±0.01	7.70±0.11	49.04±0.10	39.13±0.18
7	60.84±0.08	66.38±0.32	11.22±0.04	6.82±0.46	48.57±0.03	37.27±2.14
8	60.68±0.13	69.58±0.21	11.20±0.01	3.75±0.21	48.32±0.19	29.37±0.47

ตารางผนวกที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของเค้าโครงลักษณะเนื้อ (TPA Profile) ของเส้นบะหมี่เสริมไลโคปินสดหลังต้มสุก

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

สัปดาห์	ความแน่นเนื้อ (N)		ค่าการเกาะติดพื้นผิว (g/sec.)		ความหยุ่น		การเกาะตัวรวมกัน		ความยืดหยุ่น		การทนทานต่อการเคี้ยว	
	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน	ในกล่องทึบแสง	แสงส่องผ่าน
0	1.62±0.05	1.62±0.05	-4.33±0.81	-4.33±0.81	0.86±0.02	0.86±0.02	0.39±0.01	0.39±0.01	0.64±0.04	0.64±0.04	0.52±0.03	0.52±0.03
1	1.39±0.07	1.45±0.15	-3.59±0.91	-3.42±0.18	0.86±0.04	0.86±0.02	0.38±0.00	0.39±0.02	0.56±0.05	0.60±0.10	0.51±0.03	0.49±0.05
2	1.24±0.01	1.39±0.15	-2.82±1.92	-3.09±0.45	0.84±0.02	0.84±0.01	0.40±0.00	0.41±0.01	0.47±0.03	0.62±0.09	0.40±0.02	0.54±0.04
3	1.32±0.16	1.23±0.00	-1.69±0.39	-2.10±0.22	0.87±0.01	0.81±0.00	0.40±0.01	0.39±0.01	0.49±0.01	0.46±0.03	0.46±0.05	0.38±0.02
4	1.29±0.12	1.24±0.3	-1.81±0.71	-2.85±0.16	0.85±0.04	0.78±0.06	0.40±0.03	0.40±0.01	0.47±0.02	0.49±0.01	0.45±0.06	0.42±0.07
5	1.34±0.44	1.23±0.32	-1.82±0.50	-1.72±0.38	0.84±0.04	0.84±0.09	0.41±0.01	0.42±0.01	0.48±0.07	0.49±0.04	0.44±0.08	0.43±0.04
6	1.37±0.34	1.32±0.12	-1.81±0.45	-1.84±0.14	0.84±0.02	0.81±0.01	0.41±0.00	0.42±0.01	0.54±0.03	0.56±0.02	0.46±0.04	0.44±0.01
7	1.35±0.04	1.22±0.10	-1.29±0.41	-1.84±0.72	0.86±0.06	0.65±0.39	0.41±0.02	0.43±0.02	0.54±0.02	0.49±0.04	0.44±0.05	0.42±0.02
8	1.38±0.02	0.99±0.18	-0.96±1.28	-0.73±0.50	0.81±0.01	0.50±0.33	0.41±0.01	0.54±0.12	0.55±0.01	0.45±0.05	0.43±0.01	0.44±0.04

สถาบันวิจัย

ตารางผนวกที่ 6 ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ในกลุ่มผู้บริโภค

ข้อมูล		ร้อยละ
เพศ		
	ชาย	45
	หญิง	55
อายุ		
	น้อยกว่า 20 ปี	6
	21 - 25 ปี	20
	26 – 30 ปี	19
	31 – 35 ปี	13
	36 – 40 ปี	7
	41 – 50 ปี	18
	มากกว่า 50 ปี	17
การศึกษาปัจจุบัน		
	ต่ำกว่ามัธยม	13
	มัธยมศึกษา/ปวช.	14
	ปวส./อนุปริญญา	12
	ปริญญาตรี	54
	ปริญญาโท	7
อาชีพ		
	นักเรียน	3
	นักศึกษา	18
	พนักงานบริษัท	10
	ข้าราชการ	17
	ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	10
	อื่นๆ	42

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
รายได้ต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	23
5,000 – 10,000 บาท	30
10,001 – 15,000 บาท	22
15,001 – 20,000 บาท	16
20,001 – 30,000 บาท	8
มากกว่า 30,000 บาท	1

ตารางผนวกที่ 7 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภค

ข้อมูล	ร้อยละ
ผู้บริโภครู้จักเส้นบะหมี่	
รู้จัก	100
การรับประทานเส้นบะหมี่	
เคย	100
สถานที่ผู้บริโภครับประทานเส้นบะหมี่	
รับประทานที่ร้านอาหาร	54
ทำเองที่บ้าน	46
ความถี่ของผู้บริโภคในการรับประทานเส้นบะหมี่	
มากกว่า 4 ครั้ง/สัปดาห์	4
3 – 4 ครั้ง/สัปดาห์	7
1 – 2 ครั้ง/สัปดาห์	13
แล้วแต่โอกาส	76

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
เกณฑ์การพิจารณาในการเลือกซื้อเส้นบะหมี่แห้งของผู้บริโภค	
รสชาติ	39.52
ความสะดวกในการบริโภค	22.56
หาซื้อง่าย	17.74
คุณค่าทางโภชนาการ	9.68
ราคา	8.87
สีสัน	1.61
สถานที่ที่ผู้บริโภคซื้อผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้ง	
ตลาดสด	35.29
ร้านสะดวกซื้อ	26.47
ห้างสรรพสินค้า	24.26
ร้านค้าปลีก	13.97

ตารางผนวกที่ 8 การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์

ข้อมูล	ร้อยละ
ทัศนะคติการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค	
ยอมรับ	75
ไม่แน่ใจ	20
ไม่ยอมรับ	5
การตกลงซื้อผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งเสริมไลโคปินสดในราคา 15 บาท ต่อ 90 กรัม	
ซื้อ	90.67
ไม่แน่ใจ	9.33

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
เหตุผลที่ผู้บริโภคซื้อผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งเสริมไลโคปินจากเนื้อมะเขือเทศ	
เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่น่าสนใจ	46.46
เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ	43.43
สะดวกในการรับประทาน	4.04
ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี เป็นที่ยอมรับ	2.02
ชอบสี และมีรสชาติอร่อย	4.04

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลของระยะเวลาและสภาวะการเก็บที่มีผลต่อค่าความสว่างของไลโคปินสด

Source of variation	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	F- value	Prob.
Temperature	3	0.295	0.098	97.260	0.000
Time	3	6.286	2.095	2072.976	0.000
Temperature×Time	7	1.684	0.241	237.992	0.000
Error	14	0.014	0.001		
Total	27	8.251			

หมายเหตุ: C.V. = 0.10%

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลของระยะเวลาและสภาวะการเก็บที่มีผลต่อค่าความเป็นสีแดงของไลโคปินสด

Source of variation	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	F- value	Prob.
Temperature	3	0.197	0.066	2.698	0.086
Time	3	0.192	0.064	2.633	0.091
Temperature×Time	7	0.551	0.079	3.232	0.029
Error	14	0.341	0.024		
Total	27	1.303			

หมายเหตุ: C.V. = 0.51%

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลของผลของระยะเวลาและสภาวะการเก็บที่มีต่อค่าความเป็นสีเหลืองของไลโคปินสด

Source of variation	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	F- value	Prob.
Temperature	3	8.892	2.964	6.429	0.006
Time	3	20.817	6.939	15.051	0.000
Temperature×Time	7	5.443	0.778	1.687	0.192
Error	14	6.455	0.461		
Total	27	40.053			

หมายเหตุ: C.V. = 1.74%

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลของผลของระยะเวลาและสภาวะการเก็บที่มีต่อค่าความชื้นของไลโคปินสด

Source of variation	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	F- value	Prob.
Temperature	3	0.509	0.170	0.871	0.479
Time	3	3.715	1.238	6.360	0.006
Temperature×Time	7	0.346	0.049	0.254	0.962
Error	14	2.726	0.195		
Total	27	7.371			

หมายเหตุ: C.V. = 0.47%

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลของผลของระยะเวลาและสภาวะการเก็บที่มีต่อปริมาณ ไลโคปินของไลโคปินสด

Source of variation	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	F- value	Prob.
Temperature	3	473.381	157.794	0.304	0.822
Time	3	34725.131	11575.044	22.270	0.000
Temperature×Time	7	6929.247	989.892	1.905	0.144
Error	14	7276.702	519.764		
Total	27	52619.524			

หมายเหตุ: C.V. = 7.82%

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลของผลของระยะเวลาและสภาวะการเก็บที่มีต่อปริมาณไลโคปินของไลโคปินสด

Source of variation	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	F- value	Prob.
Temperature	3	27.970	9.323	810.608	0.000
Time	3	98.545	32.848	2855.972	0.000
Temperature×Time	2	14.757	7.379	641.528	0.000
Error	9	0.104	0.012		
Total	17	151.953			

หมายเหตุ: C.V. = 2.56%

สถาบันวิทยบริการ

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพของมะเขือเทศ ไลโคปินสด และเส้นบะหมี่แห้งเสริมไลโคปินสด

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

1. อุปกรณ์

1.1 กระป๋องสำหรับหาความชื้น (Moisture can)

1.2 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

1.3 โถดูดความชื้น (Desiccator)

1.4 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2. วิธีการ

2.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ใส่ในกระป๋องหาความชื้นที่ผ่านการอบ และทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว

2.2 นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่

2.3 นำออกจากตู้อบ ปล่อยไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

2.4 คำนวณหาปริมาณความชื้นทั้งหมด

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวอย่างหลังอบ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างก่อนอบ(กรัม)}}$$

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = 100 - \text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (\%)}$$

การวิเคราะห์หาโปรตีนโดยใช้เครื่องย่อยและเครื่องกลั่นหาไนโตรเจนแบบอัตโนมัติ

1. อุปกรณ์

1.1 บิวเรตธรรมดา ขนาด 25 หรือ 50 มิลลิลิตร พร้อมขาตั้งบิวเรต

1.2 หลอดวิเคราะห์ตัวอย่าง (digestion tubes) ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.3 ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.4 กระบอกตวง (graduated cylinder) ขนาด 25 หรือ 100 มิลลิลิตร

1.5 ขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 100 และ 1,000 มิลลิลิตร

1.6 ขวดหยด (dropping bottle) สำหรับบรรจุน้ำกลั่น

1.7 ขวดน้ำกลั่น (wash bottle) สำหรับบรรจุน้ำกลั่น

สถาบันวิจัยพัฒนาไนเลียเกษตร

1.8 ถังพลาสติกมีปริมาตรบอกสำหรับใช้เตรียมสารละลาย

1.9 ถังพลาสติกบรรจุสารละลายและน้ำกลั่นสำหรับเครื่องกลั่นหาปริมาณไนโตรเจน

2. วิธีการย่อยตัวอย่าง (Digester)

2.1 เตรียมตัวอย่างสำหรับการย่อยโดย

1) ชั่งตัวอย่างใส่ในหลอดวิเคราะห์ตัวอย่าง

2) ใส่ Catalyst + Potassium Sulphate

3) เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น 12-15 มิลลิลิตร

4) เติม Antifaom (n-Octanol) 3-5 หยด (หากจำเป็น)

2.2 เสียบปลั๊ก Digester รออุณหภูมิถึง 420 องศาเซลเซียส จึงนำตัวอย่างที่อยู่ใน Digester tube ใส่ และเปิดเครื่อง Scrubber เพื่อดูดไอกรด

2.3 เมื่อครบกำหนดเวลา ปิด Digester (เมื่อไม่ได้ใช้งานต่อปิดเครื่องและถอดปลั๊กหลังจาก Digester เย็นลง ไฟสีส้มดับลง และทำความสะอาดให้เรียบร้อย) ยก rack แขวนไว้กับ Racking system โดยไม่ต้องปิด Scrubber รอประมาณ 15-20 นาที

2.4 ปิด Scrubber ถอดปลั๊ก นำ Digester tube ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องกลั่น Kjeltecต่อไป

3. วิธีการกลั่นหาปริมาณไนโตรเจน โดยใช้เครื่องมือ Kjeltec 2200

3.1 ตรวจสอบถังใส่สารละลาย โดยให้สายยางจุ่มลงในถังให้เรียบร้อย ถังน้ำกลั่น ถังโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 40 ถังใส่กรดบอริกร้อยละ 4 ถังสำหรับทิ้งสารละลาย หรือท่อระบายน้ำทิ้งสารละลาย

3.2 ใส่หลอดสำหรับวิเคราะห์โปรตีนและขวดรูปชมพู่เข้าที่และปิด safety door

3.4 เปิดเครื่อง ระบบโปรแกรมตรวจสอบระบบตัวเองจะทำงานถ้ามีสิ่งใดผิดต้องแก้ไขก่อน สุดท้ายให้ยืนยันการแก้ไขเรียบร้อยโดยกด enter เครื่องจะแสดงโปรแกรมการทำงานเริ่มการวิเคราะห์ด้วยการใส่หลอด ปิด safety door เครื่องจะเริ่มทำงานโดยเติม receiver solution ลงใน titration flask พร้อมกับมีการเติมน้ำลงใน tube เพื่อใช้ในการเจือจาง steam valve จะเปิด ไอน้ำที่เกิดขึ้นจะลงไปสู่ tube ในเวลาเดียวกัน valve ของน้ำ cooling จะเปิด น้ำจะเข้าไปใน condenser และควบแน่น ก๊าซที่ได้จากกระบวนการกลั่นลงใน titration flask ซึ่งมี receiver solution อยู่

3.5 เมื่อมีสัญญาณเตือนแสดงการสิ้นสุดวงรอบการทำงาน นำขวดรูปชมพู่ที่บรรจุสารที่กลั่นได้ออก

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

3.6 นำหลอดกลั่นออกและใส่หลอดที่มีตัวอย่างใหม่แทนที่ ถ้าการกลั่นสิ้นสุดลง แล้วใส่หลอดเปล่าเข้าแทนที่

3.7 วางขวดรูปชมพู่อันใหม่เข้าแทนถ้าสิ้นสุดการทำงานแล้วใช้ขวดรูปชมพู่เปล่าแทนที่

3.8 กดปุ่ม START เพื่อเริ่มการกลั่นใหม่เป็นการกลั่นซ้ำของเดิมตามรายการตั้งไว้

4. การไทเทรตหาปริมาณไนโตรเจน

นำสารละลายทั้งหมดไปไตเตรทกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 N จนได้จุดยุติเป็นสีชมพูแดง

การคำนวณหาปริมาณโปรตีน

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(A - B) \times N \times 14/1000 \times V_1 \times 100 \times CF}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)} \times V_2}$$

กำหนดให้ A = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง

B = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรท Blank

V1 = ปริมาตรทั้งหมดของตัวอย่างที่ถูกเจือจางในขวดปรับปริมาตรหลังการย่อย

V2 = ปริมาตรของตัวอย่างที่ใส่ในDistillating flask ของเครื่องกลั่น

N = Normality หรือความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรท

14 = น้ำหนักโมเลกุลของไนโตรเจน

CF = Conversion factor สำหรับเปลี่ยนค่าไนโตรเจนให้เป็นโปรตีน

การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)

1. อุปกรณ์

1.1 เครื่องต้มน้ำปรับอุณหภูมิได้ (Water bath)

1.2 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

1.3 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (Soxhlet apparatus)

1.4 โถดูดความชื้น (Desiccator)

1.5 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2. สารเคมี

ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleumether) จุดเดือด 40- 60 องศาเซลเซียส

3. วิธีการ

3.1 ชั่งตัวอย่างจำนวน 5 กรัม ใส่ใน Thimble ปิดด้วยสำลีที่สกัดเอาไขมันออกแล้ว (Defatted cotton wool)

3.2 ใส่ Thimble ลงในชุดแยกสกัด (Extraction unit) ของเครื่องวิเคราะห์ จากนั้นเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ประมาณ 300 มิลลิลิตร ลงในขวดก้นกลม หรือ Soxhlet flask และต่อเข้ากับชุดสกัดใช้เวลาสกัดไขมันนาน 2 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ใน Soxhlet flask ออก จนหมดใน Water bath

3.3 นำ Soxhlet flask ไปอบที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนักไขมันที่ได้จากการสกัด คำนวณหาปริมาณไขมัน

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันที่สกัดได้ใน Soxhlet flask (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

การหาปริมาณเถ้าทั้งหมด (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

1. อุปกรณ์

1.1 ถ้วยกระเบื้องซิลิก้า (Pocelain crucible)

1.2 เตาเผา (Muffle Furmace)

1.3 โถดูดความชื้น (Desiccator)

1.4 เตาให้ความร้อน (hot plate)

2. วิธีการ

2.1 ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนจำนวน 5 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้องซิลิก้าที่ผ่านการเผาและทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว แล้วนำตัวอย่างไปเผาบนเตาให้ความร้อนจนกระทั่งตัวอย่างหมดควัน

2.2 นำตัวอย่างที่ผ่านการเผาจนหมดควันไปเผาต่อในเตาเผาเถ้าที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียสนาน 4-6 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งได้เถ้าสีขาวทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักเถ้าที่ได้เพื่อคำนวณหาปริมาณเถ้า

สถาบันวิจัยและนวัตกรรม

$$\text{ปริมาณเถ้าทั้งหมด (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้าหลังเผา (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง(กรัม)}}$$

การวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย (AOAC, 2000)

1. อุปกรณ์

1.1 เตาให้ความร้อน (Hot plate)

1.2 เครื่องต้มน้ำปรับอุณหภูมิได้ (water bath)

1.3 โถดูดความชื้น (Disiccater)

1.4 เตาเผาเถ้า (Muffle furnace)

1.5 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

2.สารเคมี

2.1 สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 1.25 (1.25% H_2SO_4)

2.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 1.25 (1.25% NaOH)

2.3 เอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 (95% C_2H_5OH)

3. วิธีการ

3.1 ชั่งตัวอย่างตัวที่ผ่านการสกัดไขมันแล้วจำนวน 3 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 6000 มิลลิลิตร เติม 1.25% H_2SO_4 จำนวน 200 มิลลิลิตร ต้มให้เดือด คนตลอดเวลานาน 30นาที เพื่อย่อยสลายพวกคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน

3.2 กรองสารที่ต้มแล้วด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 43 ล้างกากที่อยู่บนกระดาษกรองน้ำร้อนหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งไม่มีกรดเหลืออยู่ในกาก (ทดสอบโดยใช้ pH Paper)

3.3 เทกากลงในบีกเกอร์เดิม ใช้สารละลาย 1.25% NaOH จำนวน 200 มิลลิลิตร ล้างกระดาษใส่ในบีกเกอร์นำไปต้มให้เดือดบน Hot plate (คนตลอดเวลา) นาน 30 นาที

3.4 กรองสารละลายที่ต้มแล้วกรอง Whatman No. 43 ที่ปราศจากเถ้าที่ผ่านการอบและทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว ล้างกากที่อยู่บนกระดากรองด้วยน้ำร้อนหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งไม่มีด่างเหลืออยู่ในกาก ทดสอบโดยใช้ (pH paper)

3.5 ล้างกากด้วย 95% C_2H_5OH จำนวน 15 มิลลิลิตร ล้างกากซ้ำด้วยเอทิลแอลกอฮอล์อีกครั้ง และล้างกากด้วยน้ำร้อนเล็กน้อย

3.6 นำไปอบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 6 ชั่วโมง หรือจนได้น้ำหนักคงที่และวาง ทิ้งไว้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักของกากที่แห้งที่เหลืออยู่

สถาบันวิจัยพัฒนาการเกษตร

3.7 นำกากตัวอย่างพร้อมกระดาษกรองใส่ลงในถ้วยกระเบื้องซิลิก้าที่ผ่านการเผาและทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปเผาจนหมดควันบน Hot plate แล้วนำไปเผาต่อในเตาเผาเถ้าที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งได้เถ้าสีขาวทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนักเถ้าที่ได้ นำไปคำนวณหาปริมาณเยื่อใย

$$\text{ปริมาณเยื่อใย (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของกากหลังการอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักเถ้า (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

การคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000)

กำหนดการให้ปริมาณสารอาหารทั้งหมดของบะหมี่เสริมไลโคปินสดคิดเป็นร้อยละ 100

คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) = 100 - (ความชื้น (ร้อยละ) + โปรตีน (ร้อยละ) + ไขมัน (ร้อยละ) + เส้นใย(ร้อยละ)+ เถ้า (ร้อยละ))

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

1. อุปกรณ์

pH – meter

2. วิธีการ

2.1. เปิด pH–meter โดยกดปุ่ม ON ดึงจุกที่หุ้มอิเล็กโทรดออก ล้างหัวอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น

2.2 เช็ดหัวอิเล็กโทรดให้แห้ง จุ่มหัวอิเล็กโทรดลงในตัวอย่าง คนเบาๆ อ่านค่า pH เมื่อตัวเลขคงที่

2.3 ให้ล้างหัวอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นทุกครั้ง ก่อนจะวัดตัวอย่างต่อไป

2.4 เมื่อเลิกใช้งาน ปิดเครื่องโดยกดปุ่ม OFF จากนั้นนำจุกสวมหัวอิเล็กโทรดไว้

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณไลโคปิน (ดัดแปลงตามวิธีการของ Davis et al., 2003)

1. อุปกรณ์

1.1 เครื่องแก้ว

1.2 magnetic bar

1.3 อ่างน้ำแข็ง

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 Magnetic stirring plate

1.5 เครื่องสเปคโตรโฟรโตรมิเตอร์ ยี่ห้อ PG Instrument Limited รุ่นT80, China

2. วิธีการ

2.1 ชั่งตัวอย่างที่ผสมละเอียดจำนวน 0.5000 กรัม

2.2 เติมสารละลายที่มีส่วนผสมของสารละลายอะซีโตนที่มี BHT 0.05% (w/v) จำนวน 5 มิลลิลิตร เอทานอล5มิลลิลิตร และเฮกเซน10 มิลลิลิตร

2.3 กวนสารละลายด้วย Magnetic stirring plate ในอ่างน้ำแข็งนาน 15 นาที แล้วเขย่าให้เข้ากันก่อนเติมน้ำกลั่น จำนวน 3 มิลลิลิตร และเขย่าในอ่างน้ำแข็งนาน 5 นาที

2.4 จากนั้นนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที เพื่อให้เกิดการแยกชั้น

2.5 เทส่วนด้านบนที่เป็นส่วนของเฮกเซนและสารสีแดงใส่ในคิวเวท (quartz cuvette) ขนาด 1-cm-path-length

2.6 แล้ววัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 503 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟรโตรมิเตอร์ ยี่ห้อ PG Instrument Limited รุ่นT80, China โดยใช้เฮกเซนเป็นแบลงค์ (blank) แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณ

ปริมาณไลโคปิน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)= A_{503}X 31.2 /น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) โดย 31.2 คือค่าสัมประสิทธิ์เอกซ์ทิงชันของโมเลกุลไลโคปินในเฮกเซน ($17.2\times10^{4}M^{-1}\cdot cm^{-1}$) ที่มวลโมเลกุล (536.9 กรัม) และการเปลี่ยนหน่วยเป็นมาตรฐานแห้ง

การวัดลักษณะเนื้อ

1. อุปกรณ์

เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)รุ่นTA.XT Plus ยี่ห้อ StableMicro System

2. วิธีการ

2.1 เปิดเครื่อง Computer

2.2 เปิดเครื่อง Texture Analyzer

2.3 เข้าโปรแกรม Texture Exponent 32

2.4 เปิด Graph Texture โดยเลือก File Menu ⟶ New ⟶ Graph

2.5 Calibrate Force สังเกตค่า Capacity ว่าถูกต้องหรือไม่ ⟶ Next ⟶ พิมพ์น้ำหนักลูกตุ้มที่ใช้ ⟶ วางตุ้มน้ำหนัก ⟶ Next ⟶ Finish

2.6 Calibrate Height ควรตั้ง Return Distance สูงกว่าความสูงของตัวอย่าง

2.7 T.A. Setting เลือก Library เพื่อกำหนดรูปแบบการวัด และตั้งค่า Value เพื่อกำหนดการเคลื่อนที่ของ Probe

2.8 คลิ๊ก T.A. Run a Test

2.9 เขียนรายละเอียดและเลือก Drive ที่ต้องการบันทึกข้อมูลเพื่อให้สามารถเรียกใช้ได้

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กรณีไม่มีสูตร

- เลือก Graph ที่ต้องการ กด View Select Only
- ทดสอบเขียนสูตรเพื่อให้ได้สูตรที่ต้องการ
- เลือก Record Macro เพื่อเขียนสูตร
- บันทึก Macro โดยตั้งชื่อสูตรตามค่าที่วิเคราะห์

3.2 กรณีมีสูตร

- ตรวจสอบชื่อสูตร
- เลือก Graph ทุก Graph ที่ต้องการ
- กด Run Macro

แสดง Graph ทีละ Graph ตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งที่ Cursor ชี้ Click OK เมื่อตำแหน่งที่ชี้ถูกต้อง วิเคราะห์ผลที่ได้

หมายเหตุ

*** ถ้าต้องการวัดระยะทาง หรือ %Strain ให้กำหนด Product Height จะต้องมีการ Calibrate Height (หัววัดจะต้องแตะฐานวางตัวอย่าง) ก่อนทุกครั้ง

*** ถ้าต้องการวัด Stress ต้องกำหนด Contact Area เสมอ

*** ถ้าตัวอย่างมีขนาดเล็กกว่า Probe จะต้องระบุขนาดโดยใช้ Manual

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

การตรวจสอบคุณภาพเส้นบะหมี่แห้ง

1. อัตราการขยายตัวของเส้นบะหมี่แห้งและต้มสุกตามวิธีการใน (ดัดแปลงจาก AACC., 2000) โดยวัดความหนาของเส้นบะหมี่หลังอบแห้งด้วยเวอร์เนียร์รายงานค่าเป็นความหนาเฉลี่ยของเส้นบะหมี่ 10 เส้นมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

$$\text{อัตราการขยายตัว} = \frac{\text{ความหนาก่อนต้ม}}{\text{ความหนาหลังต้ม}}$$

2. ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักหลังการต้มตามวิธีการใน (ดัดแปลงจาก Ugarcic-Hardi *et al*., 2007)

โดยนำบะหมี่ที่ต้มสุกแล้วนำขึ้นสะเด็ดน้ำในกระชอนล้างด้วยน้ำประมาณ 50 มิลลิลิตรเมื่อสะเด็ดน้ำแล้วนำบะหมี่ไปชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณหาอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเส้นบะหมี่แห้งและเส้นบะหมี่หลังต้ม

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักหลังการต้ม} = \frac{\text{น้ำหนักบะหมี่ก่อนต้ม (กรัม)}}{\text{น้ำหนักบะหมี่ก่อนต้ม (กรัม)}}$$

3. ปริมาณร้อยละการสูญเสียของแข็งระหว่างต้ม (ดัดแปลงจาก AACC., 2000)

รวบรวมน้ำต้มบะหมี่และน้ำล้างบะหมี่เทใส่บีกเกอร์ (ที่ทราบน้ำหนักแล้ว) จากนั้นนำไประเหยแห้งใส่ตู้ทำแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิ 102 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่จากนั้นนำบีกเกอร์ที่ระเหยจนแห้งแล้วมาชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาร้อยละของการสูญเสียของแข็งระหว่างการต้มดังสมการ

$$\text{ร้อยละของการสูญเสียของแข็งระหว่างต้ม} = \frac{\text{น้ำหนักของแข็งที่เหลืออยู่ในบีกเกอร์ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักบะหมี่ก่อนต้ม (กรัม)}}$$

4. เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก (cooking time) (AACC., 2000)

นำตัวอย่างบะหมี่ 25 กรัม (จดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน) ลงต้มในน้ำเดือด (น้ำกลั่น) 300 มิลลิลิตรเริ่มจับเวลาตั้งแต่นำบะหมี่ลงต้มทำการต้มจนกระทั่งใจกลางเส้นที่เป็นไตสีขาวหายไปเป็นเวลาในการหุงต้มที่เหมาะสม

สถาบันวิจัยและพัฒนาไม่ลิขสิทธิ์

ภาคผนวก ง
แบบทดสอบและแบบสอบถามที่ใช้ในการศึกษาในงานวิทยานิพนธ์

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

แบบทดสอบการให้คะแนนความชอบ (Hedonic Preference Test)

ชุดที่.....

ชื่อ-นามสกุล.....**วันที่**.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ เส้นบะหมี่แห้งเสริมไลโคปินจากมะเขือเทศ

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบ เส้นบะหมี่แห้งเสริมไลโคปินจากมะเขือเทศ โดยให้ท่านทดสอบตามลำดับ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะตามคำอธิบายที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน และกรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างถัดไป

การให้คะแนนให้ถือหลักเกณฑ์ ดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะที่ทำการประเมิน	คะแนนความชอบ/รหัสตัวอย่าง				
ลักษณะปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส-ความนุ่มเหนียว					
ความชอบรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....
.....

สถาบันวิจัยพัฒนาเกษตร

แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

เรื่อง
การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งเสริมไลโคปินสด

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้น เพื่อศึกษาความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค ข้อมูลที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผลิตภัณฑ์นี้และจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อท่านทั้งสิ้น

เส้นบะหมี่แห้งเสริมไลโคปินสด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากแป้งสาลี น้ำ และเกลือเป็นหลักและส่วนประกอบอื่นๆ มีการเสริมไลโคปิน (สกัดด้วยเอนไซม์เพื่อเพิ่มปริมาณไลโคปิน) เพื่อเพิ่มสีธรรมชาติและคุณค่าทางอาหาร

แบบทดสอบนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวผู้บริโภค

ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคเส้นบะหมี่แห้ง

ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์

ชื่อผู้ศึกษา

นางสาวกานดาวดี โนชัย
นักศึกษาปริญญาโท ชั้นปีที่ 2
สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวผู้บริโภค

คำชี้แจง : กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในวงเล็บ ( ) หน้าข้อความที่เห็นว่าตรงกับท่านมากที่สุด

สำหรับเจ้าหน้าที่

1. เพศ Sex ☐

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ Age ☐

( ) น้อยกว่า 20 ปี ( ) 21 – 25 ปี

( ) 26 – 30 ปี ( ) 31 – 35 ปี

( ) 36 – 40 ปี ( ) 41 – 50 ปี

( ) มากกว่า 50 ปี

3. การศึกษาปัจจุบัน Edu ☐

( ) ต่ำกว่ามัธยม ( ) มัธยมศึกษา/ปวช.

( ) ปวส./อนุปริญญา ( ) ปริญญาตรี

( ) ปริญญาโท ( ) ปริญญาเอก

4. อาชีพ Occu ☐

( ) นักเรียน ( ) นักศึกษา

( ) พนักงานบริษัท ( ) ข้าราชการ

( ) ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว ( ) อื่นๆ.....

5. รายได้ต่อเดือน Income ☐

( ) น้อยกว่า 5,000 บาท ( ) 5,000 – 10,000 บาท

( ) 10,001 – 15,000 บาท ( ) 15,001 – 20,000 บาท

( ) 20,001 – 30,000 บาท ( ) มากกว่า 30,000 บาท

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการบิน

ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภค

คำชี้แจง : กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในวงเล็บ ( ) หน้าข้อความที่เห็นว่าตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด

1. ท่านรู้จัก เส้นบะหมี่แห้ง หรือไม่ Behav1 ☐

( ) รู้จัก

( ) ไม่รู้จัก (ถ้าไม่รู้จักให้ข้ามไปตอบตอนที่ 3)

2. ท่านเคยรับประทานเส้นบะหมี่หรือไม่ Behav2 ☐

( ) เคย

( ) ไม่เคย (ถ้าไม่เคยให้ข้ามไปตอบตอนที่ 3)

3. ท่านชอบรับประทานเส้นบะหมี่แบบไหน Behav3 ☐

( ) รับประทานที่ร้านอาหาร

( ) ทำเองที่บ้าน (นำมาลวก ประกอบอาหาร เช่น ผัดไทย ก๋วยเตี๋ยว ฯลฯ)

4. ท่านรับประทานบ่อยครั้งแค่ไหน Behav4 ☐

( ) มากกว่า 4 ครั้ง/สัปดาห์ ( ) 3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์

( ) 1 – 2 ครั้ง/สัปดาห์ ( ) แล้วแต่โอกาส

5. เกณฑ์การพิจารณาเลือกซื้อเส้นบะหมี่แห้งของท่านพิจารณาสิ่งใดบ้าง Behav5 ☐

( ) รสชาติ ( ) ราคา

( ) สีสัน ( ) หาซื้อง่าย

( ) คุณค่าทางโภชนาการ ( ) ความสะดวกในการบริโภค

( ) อื่นๆ ระบุ.....

6. ท่านเคยซื้อผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งจากที่ไหนบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) Behav6 ☐

( ) ตลาดสด ( ) ร้านค้าปลีก

( ) ร้านสะดวกซื้อ ( ) ห้างสรรพสินค้า

( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์

คำชี้แจง: โปรดทดสอบชิมผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งเสริมไลโคปินสดแล้วให้คะแนนความชอบของแต่ละคุณลักษณะ โดยใส่เครื่องหมายถูก (√) ลงในช่องคะแนนในตาราง

คุณลักษณะ	1 ไม่ชอบมากที่สุด	2 ไม่ชอบมาก	3 ไม่ชอบปานกลาง	4 ไม่ชอบเล็กน้อย	5 บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่	6 ชอบเล็กน้อย	7 ชอบปานกลาง	8 ชอบมาก	9 ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
สี									
กลิ่น									
รสชาติ									
ความเหนียว									
ความชอบรวม									

2. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งเสริมไลโคปินจากเนื้อมะเขือเทศหรือไม่ LP1 ☐

( ) ยอมรับ (โปรดตอบแบบสอบถามข้อ 3-4 ต่อค่ะ)

( ) ไม่แน่ใจ โปรดระบุเหตุผล……

( ) ไม่ยอมรับ โปรดระบุเหตุผล……

3. หากมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ **<u>เส้นบะหมี่แห้งเสริมไลโคปินสด</u>**ในราคา 15 บาท ต่อ 90 กรัม ต่อถุง ท่านจะซื้อหรือไม่ LP2 ☐

( ) ซื้อ (โปรดตอบแบบสอบถามข้อ 4 ต่อค่ะ)

( ) ไม่แน่ใจ โปรดระบุเหตุผล……

( ) ไม่ซื้อ โปรดระบุเหตุผล……

สถาบันวิจัยพัฒนาอุตสาหกรรม

4. โปรดระบุเหตุผลที่ท่านซื้อผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่แห้งเสริมไลโคปินจากเนื้อมะเขือเทศ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ) LP3 ☐

( ) เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่น่าสนใจ ( ) เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ

( ) ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี เป็นที่ยอมรับ ( ) สะดวกในการรับประทาน

( ) ราคาถูก ( ) อื่น

ระบุ.....

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ภาคผนวก จ
ภาพประกอบกิจกรรมระหว่างทำการทดลอง

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ภาพผนวกที่ 1 การให้ความร้อนแก่มะเขือเทศ
(ก) อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
(ข) อุณหภูมิ121 องศาเซลเซียส

ภาพผนวกที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการแยกส่วนมะเขือเทศ
(ก) เครื่องแยกแบบบีบอัด และ
(ข) เครื่องแยกแบบเกลียวหมุน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

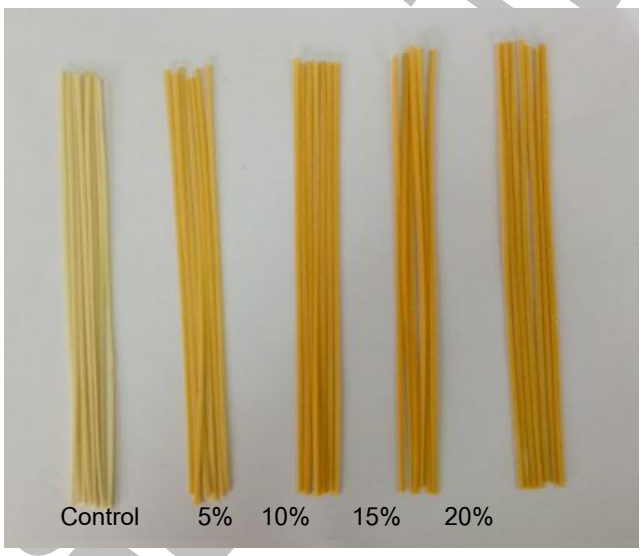
ภาพผนวกที่ 3 การย่อยเนื้อเยื่อมะเขือเทศด้วยเอนไซม์เพื่อสกัดไลโคปินระดับการทดลอง

ภาพผนวกที่ 4 การย่อยเนื้อเยื่อมะเขือเทศด้วยเอนไซม์เพื่อสกัดไลโคปินระดับปฏิบัติการ

ภาพผนวกที่ 5 ไลโคปินสด

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพผนวกที่ 6 การทำเส้นบะหมี่ (ขั้นตอนการตัดเส้นบะหมี่)



ภาพผนวกที่ 7 เส้นบะหมี่แห้งที่เสริมไลโคปินสดที่ระดับร้อยละ 0 (control) 5 10 15 และ 20

สถาบันวิจัยและพัฒนาการเกษตร

ภาพผนวกที่ 8 เส้นบะหมี่เสริมไลโคปินสดร้อยละ 15 ที่ได้รับการคัดเลือก

ภาพผนวกที่ 9 การเปลี่ยนแปลงของเส้นบะหมี่ระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะแสงส่องผ่านที่อุณหภูมิห้อง

สถาบันวิจัยและพัฒนาการเกษตร

ภาคผนวก ฉ
ข้อมูลเอนไซม์ย่อยเนื้อมะเขือเทศ

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

Pectinex Ultra SP-L

Valid From 2007-10-04

Product Characteristics:

Declared Enzyme	Polygalacturonase
Declared Activity	9500 PGU/ml
Colour	Brown Colour can vary from batch to batch. Colour intensity is not an indication of enzyme activity.
Physical form	Liquid
Approximate Density (g/ml)	1.16
Stabilisers	Glycerol Potassium chloride
Preservatives Comment	No preservatives added
Odour	Slight fermentation odour
Solubility	Active component is readily soluble in water at all concentrations that occur in normal usage. Standardisation components can cause turbidity in solution.
Production organism	Aspergillus aculeatus Produced by submerged fermentation of a micro organism. The enzyme protein is separated and purified from the production organism.

Product Specification:

	Lower Limit	Upper Limit	Unit
Polygalacturonase PGU	9500		/ML
Density	-	-	G/ML
Total Viable Count		50000	/G
Coliform Bacteria		30	/G
Enteropathogenic E.Coli	Not Detected		/25 g
Salmonella	Not Detected		/25 g

The product complies with the recommended purity specifications for food-grade enzymes given by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) and the Food Chemical Codex (FCC).

Packaging: See the standard packaging list for more information.

Recommended Storage:

Best before	Best before date appears from label or CoA as requested.
Storage at customer's warehouse	0-10°C (32°F-50°F)
Storage Conditions	In unbroken packaging - dry and protected from the sun. The product has been formulated for optimal stability. Extended storage or adverse conditions such as higher temperature or higher humidity may lead to a higher dosage requirement.

Safety and Handling Precautions

Enzymes are proteins. Inhalation of dust or aerosols may induce sensitization and may cause allergic reactions in sensitized individuals. Some enzymes may irritate the skin, eyes and mucous membranes upon prolonged contact.The product may create easily inhaled aerosols if splashed or vigorously stirred. Spilled product may dry out and create dust. Spilled material should be flushed away with water. Avoid splashing. Left over material may dry out and create dust. Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection as prescribed on the warning label. Wash contaminated clothes. A Material Safety Data Sheet is supplied with all products. See the Safety Manual for further information regarding how to handle the product safely.

Distributed in the USA by:

Gusmer Enterprises, Inc.

Fresno, CA - 559.485.2692
Napa, CA - 707.224.7903
Mountainside, NJ - 908.301.1811
Waupaca, WI - 715.258.5525

Novozymes A/S
Krogshoejvej 36
2880 Bagsvaerd
Denmark

Tel. +45 4446 0000
Fax +45 4446 9999

For more information, or
for more office addresses,
visit www.novozymes.com

Laws, regulations and/or third party rights may prevent customers from importing, using, processing and/or reselling the products described herein in a given manner. Without separate, written agreement between the customer and Novozymes to such effect, this document does not constitute a representation or warranty of any kind and is subject to change without further notice.

© Novozymes A/S

Product Data Sheet

novozymes
Rethink Tomorrow

Valid from 2012-09-07

Celluclast®
1.5 L

In this product the key enzyme activity is provided by
cellulase that hydrolyzes (1,4)-beta-D-glucosidic linkages in cellulose and other beta-D-glucans

PRODUCT CHARACTERISTICS/PROPERTIES

Declared enzyme	Cellulase
Declared activity	700 EGU/g
Color	Brown
Physical form	Liquid
Approximate density (g/ml)	1.22
Odor	Slight fermentation odor

Color can vary from batch to batch. Color intensity is not an indication of enzyme activity.

PRODUCT SPECIFICATION

	Lower Limit	Upper Limit	Unit
Endoglucanase unit EGU	700		/g
Total viable count	-	10000	/g
Coliform bacteria	-	30	/g
E.coli	Not Detected		/25 g
Salmonella	Not Detected		/25 g
Heavy metals		Max 30	mg/kg
Lead		Max 5	mg/kg
Arsenic		Max 3	mg/kg
Cadmium		Max 0.5	mg/kg
Mercury		Max 0.5	mg/kg

The enzyme analytical method is available from the Customer Center or sales representative.

COMPOSITION

Preservatives	Potassium sorbate
Stabilizers	Sodium chloride
	Sorbitol

ALLERGEN

Allergen	Substance contained	Allergen	Substance contained
Beef	no	Lactose	no
Carrot	no	Legumes	no
Celery	no	Lupin	no
Cereals containing gluten[2]	no	Milk	no
Chicken meat	no	Molluscs	no
Cocoa	no	Mustard	no
Coriander	no	Nuts[3]	no
Corn/maize	no	Peanuts	no
Crustaceans	no	Pork	no
Egg	no	Sesame	no
Fish	no	Soy	no
Glutamate	no	Sulphur dioxide/sulphites, more than 10 mg per kg or l	no

[1]Definition of substances according to LeDa/ALBA and EU Directives 2000/13/EC and 2007/68/EC, as amended

[2]i.e. wheat, rye, barley, oats, spelt, kamut

[3]i.e. almond, hazelnut, walnut, cashew, pecan nut, Brazil nut, pistacchio nut, macadamia nut and Queensland nut

NUTRITIONAL VALUES

The product has a typical nutritional value of approximately 540 kJ/100 g enzyme product.

• Protein		14 g/100 g
• Polyols		30 g/100 g
• Organic acid		0 g/100 g
• Ash		5 g/100 g
- Sodium	(1.95 g/100 g)	
• Moisture		51 g/100 g

PRODUCTION ORGANISM

Production organism: Trichoderma reesei

Produced by submerged fermentation of a micro organism. The enzyme protein is separated and purified from the production organism.

© Novozymes A/S

Celluclast®
1.5 L

STORAGE CONDITION

Recommended storage: 0-25 °C (32-77 °F)

Packaging must be kept intact, dry, and away from sunlight. Please follow the recommendations and use the product before the best before date to avoid the need for a higher dosage.

Best before: You will find the best before date in the certificate of analysis or on the product label.

The product gives optimal performance when stored as recommended and used within 18 months from the production date.

SAFETY AND HANDLING PRECAUTIONS

Enzymes are proteins. Inhalation of dust or aerosols may induce sensitization and may cause allergic reactions in sensitized individuals. Some enzymes may irritate the skin, eyes, and mucous membranes upon prolonged contact. See the MSDS or Safety Manual for further information regarding safe handling of the product and spills.

COMPLIANCE

The product complies with the recommended purity specifications for food-grade enzymes given by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) and the Food Chemical Codex (FCC).

Kosher and Halal certificates are available from the Customer Center or sales representative.

CERTIFICATIONS

Novozymes is a signatory to United Nations Global Compact, United Nations Convention on Biological Diversity and report on our sustainability performance through Global Reporting Initiative (GRI). See all our commitments under sustainability on www.novozymes.com.

FOOD SAFETY

Novozymes has carried out a hazard analysis and prepared an HACCP plan describing the critical control points (CCPs). The HACCP plan is supported by a comprehensive prerequisite program implemented in Novozymes' GMP practices.
The product is produced according to Novozymes' HACCP plan, GMP practices, and additional requirements controlled by Novozymes' Quality Management System.

The product complies with FAO/WHO JECFA- and FCC-recommended purity requirements regarding mycotoxins.

PACKAGING

The product is available in different types of packaging. Please contact the sales representative for more information.

Novozymes A/S
Krogshoejvej 36
2880 Bagsvaerd
Denmark

Tel. +45 4446 0000
Fax +45 4446 9999

For more information, or for more office addresses, visit www.novozymes.com

Laws, regulations and/or third party rights may prevent customers from importing, using, processing and/or reselling the products described herein in a given manner. Without separate, written agreement between the customer and Novozymes to such effect, this document does not constitute a representation or warranty of any kind and is subject to change without further notice.

© Novozymes A/S

ภาคผนวก ช

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. ปีที่ 36 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2556

ผลของสายพันธุ์มะเขือเทศและวิธีการสกัดไลโคปินต่อสมบัติทางเคมี และกายภาพของมะเขือเทศผง

กานดาวดี โนชัย[1] และ จิรภา พงษ์จันตา[2*]
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เลขที่ 202 หมู่ 17 ต.พิชัย อ.เมือง จ.ลำปาง 52000

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาสมบัติของมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมือง 5 สายพันธุ์ (พื้นเมืองเบอร์ 1 พื้นเมืองเบอร์ 2 เพชรชมพู สีดา และ อีเป้อ) และผลของวิธีการสกัดไลโคปินที่มีต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของมะเขือเทศผง เมื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีพบว่ามะเขือเทศแต่ละพันธุ์ มีปริมาณความชื้น คาร์โบไฮเดรต ไลโคปิน และค่าสี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใย และ เถ้า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมะเขือเทศพันธุ์อีเป้อมีปริมาณไลโคปินสูงสุด (67.61 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักมาตรฐานแห้ง) จึงคัดเลือกไปผลิตมะเขือเทศผงที่มีไลโคปินสูง โดยนำมะเขือเทศไปลวกที่ 95 องศาเซลเซียส หรือ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 หรือ 10 นาที แยกเนื้อมะเขือเทศด้วยเครื่องเครื่องบีบแบบแรงอัด หรือแบบเกลียวหมุน ระดับเอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลสที่ใช้ในการสกัดไลโคปินเป็น 0.1, 0.2 หรือ 0.3% v/w ระยะเวลาการย่อยมะเขือเทศเป็น 1, 2 และ 3 ชั่วโมง และทดสอบระดับมอลโตรเด็กซ์ตรินที่เหมาะสำหรับการผลิตมะเขือเทศผงแบบแช่เยือกแข็งที่ 0, 5, 10, 15 หรือ 20% w/w ผลการศึกษาพบว่าวิธีการแยกเนื้อมะเขือเทศ วิธีการสกัดไลโคปินด้วยเอนไซม์ และระดับมอลโตเด็กซ์ตริน มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ต่อปริมาณไลโคปินในมะเขือเทศผงที่ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ได้มะเขือเทศผงที่มีคุณภาพดี โดยมีปริมาณไลโคปินเท่ากับ 65.86 มิลลิกรัมต่อกรัม ตัวอย่างมาตรฐานแห้ง

คำสำคัญ : เอนไซม์เพคทิเนส / เซลลูเลสมอลโตรเด็กซ์ตริน / การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

* *Corresponding author. E-mail: pongjanta@rmutl.ac.th*

1 *นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร*

2 *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร*

Effects of Tomato Variety and Lycopene Extraction Methods on Physicochemical Properties of Tomato Powder

Kandawadee Nochai[1] and Jirapa Pongjanta[2*]

Rajamangala University of Technology Lanna, 202 Moo 17 Phichai Muang Lampang 52000, Thailand

Abstract

This experimental investigation describes properties of five local tomato fruit verities (No. 1, No. 2, Phetsompoo, Srida and Eepuea) and the effects of lycopene extraction methods on the physicochemical properties of tomato powder. Physiochemical compositions showed significant differences ($p<0.05$) for moisture content, carbohydrate, lycopene content and color value in relation to the each tomato variety. The tomatoes (Eepuea variety) had the highest lycopene content (67.61mg/100g dry basic), thus it was used to produce tomato powder with high lycopene content. The tomatoes were blanched at 95 and 121°C for 5 and 10 min and then separated either by a hydraulic press or a screw press to produce tomato pulp. The tomato pulps were analyzed for extraction yield, color value, TSS, and lycopene content. The effects of concentration (0.1, 0.2 and 0.3%) and hydrolysis time (1, 2 and 3 h) of pectinase and cellulase enzymes on tomato puree properties were studied. In addition, the optimum levels of added maltodextin (0, 5, 10, 15 and 20 % w/w) on the quality of freeze dried tomato powder were investigated. Results of tomato powder production showed that tissue separation, enzymatically treated and freeze dried treatments exhibited significant ($p<0.05$) effect on lycopene content of tomato powder. The results indicated that the addition of 5% (w/w) maltodextrin produced good quality tomato powder. The lycopene content of the tomato powder was 65.86 mg/100 g dry sample.

Keywords : Cellulase / Freeze dried / Maltodextrin / Pectinase

* *Corresponding author. E-mail: pongjanta@rmutl.ac.th*

1 *Master's student, Faculty of Agricultural Science and Technology.*

2 *Assistant Professor, Department of Food Science, Agricultural Technology Research Institute.*

1. บทนำ

ผลมะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) มีสารแคโรทีนอยด์อยู่มากซึ่งเป็นรงควัตถุสีส้มแดง 2 ชนิด คือ บีตา-แคโรทีน (Beta-carotene) และไลโคปิน (Lycopene) ที่มีสมบัติไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในน้ำมันและตัวทำละลายอินทรีย์ ไลโคปินในผลมะเขือเทศพบมากกว่าร้อยละ 85 ของรงควัตถุทั้งหมด [1] ไลโคปินเป็นไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีวงแหวนอยู่ในโมเลกุล จัดอยู่ในกลุ่มย่อยของแคโรทีนอยด์ที่มีโครงสร้างหลักประกอบด้วยไอโซพรีนซึ่งเป็นไดอีน (diene) [CH_2=C-(CH_3)-CH=CH_2] มาเรียงต่อกัน 8 หน่วย มีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุล 40 อะตอม มีสูตรเป็น C_{40} H_{56} ไลโคปินมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพและป้องกันการก่อตัวของเซลล์มะเร็งในต่อมลูกหมาก ปอด และกระเพาะอาหาร [2] มีรายงานพบว่า มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ 818 cherry มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในรูปของไลโคปิน แอสคอบิกและฟีนอลสูง [3] และพบสารไลโคปิน บีต้าแคโรทีนลูทีนฟีนอลทั้งหมด กรดแอสคอบิก (AsA) กรด dehydoascorbic (DHA) และวิตามินซีทั้งหมด (AsA+DHA) ในมะเขือเทศ 6 สายพันธุ์ [1] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการให้อาหารเสริมไลโคปินเป็นแคปซูล 15 มิลลิกรัม/วัน ในเพศชาย เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ามีผลให้ปริมาณไลโคปินในน้ำเหลืองเพิ่มสูงขึ้น และทำให้ลดภาวะที่มี อนุมูลอิสระมาก (oxidative stress) ป้องกันการทำลายดีเอ็นเอ โปรตีน ไขมันและโมเลกุลเล็กอื่นๆ ได้ [4]

ไลโคปินในมะเขือเทศทั้งผลส่วนใหญ่พบในระดับร้อยละ 48 [5] แต่การสกัด ไลโคปินทำได้ยากเนื่องจากมะเขือเทศมีผนังเซลล์ที่แข็ง เนื่องจากเป็นองค์ประกอบของเซลลูโลสและเพคติน โดยเพคตินเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์จับกับเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และไกลโคโปรตีน ของผนังเซลล์พืช โดยภายในบรรจุโครโมพลาสต์ที่มีรงควัตถุที่ประกอบด้วยไลโคปินและแคโรทีน [6] ได้มีการศึกษาการสกัดไลโคปินจากผลมะเขือเทศ พบว่าชนิดของเอนไซม์และเวลาในการย่อย มีผลต่อปริมาณไลโคปินที่สกัดได้ [7] และมีรายงานผลการสกัดไลโคปิน จากผงกากมะเขือเทศโดยการย่อยด้วยเอนไซม์เพคติเนสนาน 50 นาทีร่วมกับการสกัดด้วยเอทิลอะซีเตตพบว่าได้ ปริมาณไลโคปินสูงถึง 80.21 มิลลิกรัม/100 กรัม ตัวอย่าง [8, 9]

Rustia [10] รายงานการศึกษาการผลิตมะเขือเทศผงจากเนื้อมะเขือเทศสุก และทำแห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่า คุณภาพของมะเขือเทศผงขึ้นอยู่กับปริมาณสารเพิ่มปริมาณ โดยพบว่าการเติมมอลโตเด็กตรินที่มากกว่าร้อยละ 40 ของเนื้อมะเขือเทศ มีผลให้สมบัติการดูดน้ำกลับคืนลดลง ส่วนการใช้น้ำตาลซูโครส พบว่าช่วยปรับปรุงคุณภาพในด้านการกระจายตัว และการละลายได้ แต่ดูดความชื้นเร็วเมื่อเติมน้ำตาลซูโครสมากกว่าร้อยละ 20

มะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองมีผลขนาดเล็ก แต่มีสีแดงทั้งผล ให้ผลผลิตต่อไร่สูง (3,463 กิโลกรัม) มะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองยังไม่ได้มีการใช้ในระดับอุตสาหกรรมมากนัก ในช่วงฤดูกาล จึงมีราคาต่ำ ผลผลิตล้นตลาด [11] มะเขือเทศนี้จึงน่าจะนำไปสกัดไลโคปิน เพื่อเพิ่มโอกาสการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของสายพันธุ์มะเขือเทศพื้นเมือง และกรรมวิธีการผลิตมะเขือเทศผงที่มีไลโคปินเป็นองค์ประกอบ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์มะเขือเทศพื้นเมือง ในเชิงอุตสาหกรรม อันจะส่งเพิ่มต่อการเพิ่มมูลค่ามะเขือเทศพื้นเมืองต่อไป

2. วิธีการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย เช่น มอลโตเด็กซตริน (DE 11-15) จากบริษัท Thai Foods Product International Co., Ltd., ประเทศไทยสารเคมีใช้เกรดวิเคราะห์จากบริษัท Merck, ประเทศเยอรมันนีเอนไซม์เพคติเนส (Pectinase Ultra-SPL), และเอนไซม์เซลลูเลส (Cellulase enzyme, Celluclast, 700 EGU/g) เกรดอาหารจากบริษัท Novozymes ประเทศเดนมาร์ก

2.1 ศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของมะเขือเทศพื้นเมือง

มะเขือเทศพื้นเมือง 5 สายพันธุ์ คือ พื้นเมืองเบอร์ 1 พื้นเมืองเบอร์ 2 เพชรชมพู สีดาส้มตำ และอีเป้อ จากแปลงทดลอง สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว คือ เดือนมกราคม – กุมภาพันธ์ 2555 หลังการเก็บเกี่ยว นำไปล้างทำความสะอาด หั่นครึ่งผล ปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องผสมความเร็วสูง (ยี่ห้อ KYUSEN รุ่น HW – CH1, Thailand) นาน 10 นาที

นำไปวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยทั้งหมด คาร์โบไฮเดรต ตามวิธีการใน AOAC [12] ตรวจสอบค่าสีด้วยระบบ CIE (L^*, a^* และ b^*) โดยใช้เครื่อง Minolta Chromameter รุ่น CT300, ประเทศญี่ปุ่น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด Hand refractometer (ATAGO, ประเทศญี่ปุ่น) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัดรุ่น C831 T (Consort, ประเทศเบลเยี่ยม) และ ปริมาณไลโคปินโดยวิธีสเปคโตรโฟรโตรมิเตอร์ [13] โดยการสกัดไลโคปินด้วย สารละลายที่มีส่วนผสมของสารละลายอะซีโตนที่มี BHT 0.05% (w/v) : เอทานอล : เฮกเซน (5:5:10) ทำการแยกส่วนด้านบนที่เป็นสารสีแดงไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 503 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟรโตรมิเตอร์ ยี่ห้อ PG Instrument Limited รุ่น T80, China โดยใช้เฮกเซนเป็นแบลงค์ (blank) คำนวณปริมาณไลโคปิน (มิลลิกรัม/100 กรัม) = A_{503}x31.2/น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) โดย 31.2 คือค่าสัมประสิทธิ์เอกซ์ทิงชันของโมเลกุลไลโคปินในเฮกเซน ($17.2x10^4$ $M^{-1}*cm^{-1}$) ที่มวลโมเลกุล (536.9 กรัม) และการเปลี่ยนหน่วยเป็นมาตรฐานแห้ง

นำข้อมูลผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของมะเขือเทศพื้นเมือง มาวิเคราะห์ผลทางสถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์โดยวิธี Duncan New Multiple Range Test เพื่อคัดสายพันธุ์ที่มีไลโคปินสูงไปศึกษาต่อไป

2.2 ศึกษากรรมวิธีการเตรียมเนื้อมะเขือเทศที่เหมาะสมสำหรับการสกัดไลโคปิน

นำมะเขือเทศที่มีปริมาณไลโคปินสูงสุดที่คัดเลือกได้จากการทดลองที่ 2.1 ไปล้างให้สะอาด นำไปลวกที่อุณหภูมิที่ต่างกัน 2 อุณหภูมิคือ 95 และ 121 องศาเซลเซียส ลวกนาน 5 และ 10 นาที แล้วบีบคั้นด้วยเครื่องมือ 2 ชนิดคือ เครื่องบีบแบบแรงอัด (hydraulic press) และแบบเกลียวอัด (screw press) ได้ส่วนของเนื้อมะเขือเทศไปตรวจสอบปริมาณผลผลิตที่ได้ทั้งหมด ค่าสี ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณไลโคปินตามรายละเอียดในวิธีการ ข้อ 2.1 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติตามแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 3 ปัจจัยๆ ละ 2 ระดับ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (2 x 2 x 2) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan New Multiple Range Test เพื่อคัดเลือกวิธีการที่ได้ผลผลิตที่มีปริมาณไลโคปินสูงสุดไปศึกษาในตอนต่อไป

2.3 ศึกษาระดับของเอนไซม์และเวลาที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปินจากเนื้อมะเขือเทศ

นำเนื้อมะเขือเทศที่แยกได้ไปย่อยด้วยเอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลสที่ระดับแตกต่างกันคือความเข้มข้นร้อยละ 0.1 0.2 หรือ 0.3 นาน 1 2 หรือ 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส หลังจากครบเวลาที่กำหนดหยุดการทำงานของเอนไซม์ด้วยการต้มในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ทำให้เย็นทันที ตรวจสอบปริมาณผลผลิตที่ได้ทั้งหมด ค่าสี ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณไลโคปินตามวิธีการ ในข้อ 2.1 วิเคราะห์ทางสถิติตามแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 2 ปัจจัยๆ ละ 3 ระดับ (3 x 3) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan New Multiple Range Test เพื่อคัดเลือกวิธีการแยก สกัดส่วนประกอบที่ให้ปริมาณไลโคปินสูงสุดไปศึกษาต่อไป

2.4 ศึกษาปริมาณการใช้มอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมในการผลิตมะเขือเทศผง

ใช้เนื้อมะเขือเทศที่สกัดมาจากข้อ 2.3 ไปศึกษาการใช้มอลโตรเด็กซ์ตริน (maltodextrin) ผสมลงไป 2 ระดับ คือ ร้อยละ 0 5 10 15 และ 20 ของน้ำหนักของมะเขือเทศที่สกัดได้ เปรียบเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม แล้วนำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze dryer) รุ่น FD-1, (Japan) โดยใช้อุณหภูมิในการแช่เยือกแข็งที่ -35 องศาเซลเซียส และที่ความดันสูญญากาศต่ำกว่า 132 Pa และ ความดันระดับสูญญากาศสูง เท่ากับ 132 mPa นาน 8 ชั่วโมง หลังอบแห้งบดเป็นผง นำมะเขือเทศผงที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นรวมตามกรรมวิธีใน Jinapong-get et.al. [14] ความสามารถในการกระจายตัวของผง [13] ค่าการพองตัว และค่าความสามารถในการละลาย [15]

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของมะเขือเทศพื้นเมือง

สมบัติทางเคมีและกายภาพของผลมะเขือเทศพื้นเมือง 5 สายพันธุ์แสดงในตารางที่ 1 และ 2 พบว่าปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใยทั้งหมด และ เถ้า มีปริมาณใกล้เคียงกันโดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) พบในช่วงร้อยละ 1.22–1.84 0.02–0.16 1.53–1.92 และ 0.44–0.55 ตามลำดับ ส่วนปริมาณความชื้นและปริมาณคาร์โบไฮเดรต พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) พบในช่วงร้อยละ 92.80–94.16 และ 2.01–3.34 ตามลำดับซึ่งค่าทางเคมีของผลมะเขือเทศที่ศึกษาพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับในรายงาน [16] ที่พบปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยทั้งหมด เถ้า คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 93.20 1.10 0.30 1.20 0.70 และ 3.50 ตามลำดับ

ส่วนด้านค่าสีของผลมะเขือเทศสุก พบว่าอยู่ในกลุ่มสีแดงส้ม พบมีค่าความสว่างสี (L^*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) พบในช่วง 31.47–34.16 (ตารางที่ 2) โดยผลมะเขือเทศพันธุ์อีเป้อมีค่าสูงสุดส่วนค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ระหว่างสายพันธุ์ พบในช่วง 16.67–20.74 และ 24.35–26.32 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานที่ผ่านมา [17, 18] ที่พบในช่วง 20.29–28.20 และ 21.20–27.90 ตามลำดับซึ่งค่าความเป็นสีแดงของผลมะเขือเทศสุกนั้นมีรายงานว่าขึ้นอยู่กับปริมาณไลโคปินและเบต้าแคโรทีนที่มีความแปรผันไปตามสายพันธุ์และสภาพแวดล้อมในการปลูก [18] ในด้านปริมาณไลโคปินในผลมะเขือเทศพื้นเมืองทั้ง 5 สายพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) มีในช่วง 42.39–67.61 มิลลิกรัม/100 กรัม มาตรฐานแห้ง โดยผลมะเขือเทศพันธุ์อีเป้อ มีปริมาณไลโคปินมากที่สุดรองลงมาคือ พันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 2 ส่วนมะเขือเทศพันธุ์สีดามีปริมาณต่ำสุด อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณไลโคปิน ในการศึกษานี้มีค่าสูงกว่ารายงานที่ผ่านมา [19] ที่รายงานว่าผลมะเขือเทศสด มีปริมาณไลโคปินในช่วง 21.03 – 47.44 มิลลิกรัม/100 กรัม มาตรฐานแห้ง

ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมี กายภาพของเนื้อมะเขือเทศสุก 5 สายพันธุ์ (ตาราง 3) พบว่าค่าความเป็นสีแดง (a^*) มีความสัมพันธ์ในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับปริมาณไลโคปิน โดยมะเขือเทศที่มีค่าความเป็นสีแดงสุกมีแนวโน้มของค่าปริมาณไลโคปินสูงขึ้นตามลำดับ ดังตัวอย่างมะเขือเทศพันธุ์อีเป้อ มีปริมาณไลโคปินสูงส่งผลให้ค่าความเป็นสีแดงสูงตาม ดังนั้นในการศึกษานี้จึงคัดเลือกมะเขือเทศพันธุ์อีเป้อที่มีปริมาณไลโคปินสูงสุดไปใช้ในการศึกษากรรมวิธีการเตรียมเนื้อมะเขือเทศต่อไป

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีในเนื้อมะเขือเทศพื้นเมือง 5 สายพันธุ์

สายพันธุ์	ส่วนประกอบทางเคมี (%) (น้ำหนักฐานเปียก)					
มะเขือเทศ	ความชื้น	โปรตีน ^{ns}	ไขมัน ^{ns}	เส้นใย ^{ns}	เถ้า ^{ns}	คาร์โบไฮเดรต
พื้นเมืองเบอร์ 1	93.54±0.4 ^{ab}	1.46±0.2	0.05±0.0	1.76±0.1	0.55±0.0	2.63±0.2 ^{ab}
พื้นเมืองเบอร์ 2	92.80±0.3 ^{c}	1.42±0.2	0.02±0.0	1.92±0.1	0.47±0.0	3.37±0.1 ^{a}
เพชรชมพู	94.16±0.3 ^{a}	1.84±0.2	0.02±0.01	1.53±0.1	0.44±0.0	2.01±0.1 ^{c}
สีดาส้มตำ	93.73±0.2 ^{a}	1.52±0.1	0.16±0.0	1.91±0.2	0.39±0.0	2.43±0.0 ^{b}
อีเป้อ	93.34±0.1 ^{b}	1.22±0.3	0.05±0.0	1.65±0.1	0.43±0.0	3.34±0.1 ^{a}

^{ns}ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

$^{a, b,\cdots}$อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณไลโคปินใน มะเขือเทศพื้นเมือง 5 สายพันธุ์

สายพันธุ์ มะเขือเทศ	ค่าสี			pH	TSS (°Brix)	Lycopene (mg/100g dry basic)
	*L**	*a**	*b**			
พื้นเมืองเบอร์ 1	32.33±1.1 ^{ab}	19.74±3.8 ^{bc}	26.16±1.3 ^{ns}	4.02 ^{ns}	4.65 ^{ns}	55.02±5.29 ^{b}
พื้นเมืองเบอร์ 2	31.47±1.3 ^{b}	20.74±1.4 ^{b}	24.53±1.2	4.22	4.65	56.12±8.32 ^{b}
เพชรชมพู	34.16±1.5 ^{a}	16.67±4.1 ^{d}	24.35±0.9	4.03	4.55	46.56±6.31 ^{e}
สีดาส้มตำ	33.41±1.2 ^{ab}	19.81±4.6 ^{bc}	24.72±1.7	4.07	4.65	42.39±3.80 ^{d}
อีเป๋อ	34.00±1.4 ^{a}	23.84±3.6 ^{b}	26.32±2.7	3.94	4.90	67.61±5.90 ^{a}

^{ns}ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

$^{a, b,\ldots}$อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตารางที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพและทางเคมีในมะเขือเทศบดพันธุ์พื้นเมือง จำนวน 5 สายพันธุ์

	*L**	*a**	*b**	pH	TSS	Lycopene
*L**	-	-0.631**	0.332*	-0.426*	0.131*	-0.176*
*a**		-	-0.223*	0.132*	0.103*	0.559**
*b**			-	-0.303*	0.068*	-0.005*
pH				-	-0.447*	-0.197*
TSS					-	0.178*
Lycopene						-

* ค่าสหสัมพันธ์ที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (2-tailed) N= 20

** ค่าสหสัมพันธ์ที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 2-tailed N= 20

3.2 ผลของกรรมวิธีการเตรียมเนื้อมะเขือเทศที่เหมาะสมสำหรับการสกัดไลโคปิน

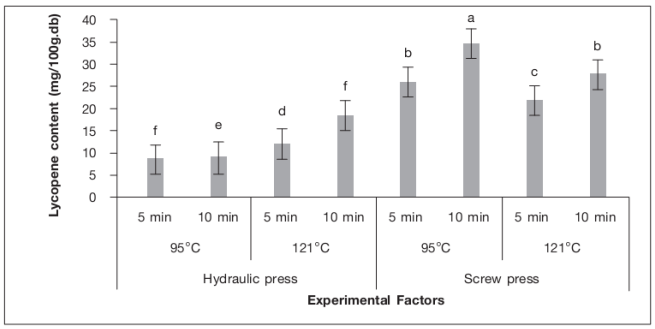
ผลของกรรมวิธีการเตรียมเนื้อมะเขือเทศที่เหมาะสำหรับการสกัดไลโคปินต่อปริมาณร้อยละของผลผลิต ค่าสี และปริมาณไลโคปิน แสดงในตารางที่ 4 และรูปที่ 1 พบว่าปัจจัยด้านอุณหภูมิ และเวลาในการให้ความร้อนไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ต่อปริมาณร้อยละของผลผลิต ค่าสี และปริมาณไลโคปิน แต่ชนิดของเครื่องมือแยกสกัด และปัจจัยร่วมระหว่าง อุณหภูมิ-เวลาในการให้ความร้อน และชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการแยกเนื้อมะเขือเทศมีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) พบว่าการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วแยกเนื้อมะเขือเทศด้วยเครื่องแยกแบบเกลียวหมุนมีปริมาณไลโคปีนมากที่สุด (44.65 มิลลิกรัม/100 กรัมมาตรฐานแห้ง) มีปริมาณผลผลิตที่ได้ร้อยละ 84.50 และมีค่าความสว่างของสี ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลือง ที่ระดับ 22.66 15.70 และ 21.84 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณไลโคปินที่สูงนี้ เป็นผลมาจากเครื่องแยกแบบเกลียวอัด ทำให้เซลล์เนื้อเยื่อมะเขือเทศแตกหลุดออกมามากกว่าเครื่องบีบแบบแรงอัดที่บีบเนื้อมะเขือเทศผ่านผ้ารองมีเนื้อมะเขือเทศออกมาน้อยจึงมีปริมาณไลโคปินต่ำ ซึ่งมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองที่ใช้ในการวิจัยนี้มีผิวเปลือกนอกที่บางและพบ รงควัตถุสีแดงในส่วนของเนื้อมะเขือเทศมากดังนั้นจึงคัดเลือกวิธีการเตรียมเนื้อมะเขือเทศ โดยการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วแยกเนื้อมะเขือเทศด้วยเครื่องแยกแบบเกลียวหมุนไปเป็นวัตถุดิบในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปินด้วยเอนไซม์ต่อไป

ตารางที่ 4 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อน และชนิดเครื่องมือแยกสกัดเนื้อมะเขือเทศที่มีต่อปริมาณผลผลิตที่สกัดได้ ค่าสีและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในเนื้อมะเขือเทศ

Treatments			Puree	Color value			TSS
Heating temperature	Heating time	separation equipment	yield (%)	*L**	*a**	*b**	(°Brix)
Temperature at 121 °C	(Total mean)	at 95°C	76.12^{ns} 77.62	20.00^{ns} 20.50	8.05^{ns} 8.50	15.17^{ns} 18.75	3.89^{ns} 4.20
Heating time	(Total mean)	at 5 min	76.62^{ns}	20.26^{ns}	8.12^{ns}	16.45^{ns}	4.04^{ns}
	at 10 min	77.12		20.24	8.43	17.47	4.06
Equipment	(Total mean)	Hydraulic P.	84.80^{a}	19.70^{b}	2.93^{b}	13.66^{b}	3.56^{ns}
Screw P.			72.00^{b}	24.80^{a}	13.64^{a}	23.81^{a}	4.48
95°C	5 min	Hydraulic P.	93.00^{a}	17.64^{c}	3.84^{d}	12.64	3.52^{e}
		Screw P.	56.54^{f}	23.15^{a}	11.38^{c}	18.44^{b}	4.26^{b}
95°C	10 min	Hydraulic P.	84.50^{b}	17.05^{c}	1.31^{e}	7.26^{d}	3.52^{e}
		Screw P.	71.50^{e}	22.66^{ab}	15.70^{a}	21.84^{b}	4.27^{a}
121°C	5 min	Hydraulic P.	77.10^{c}	18.54^{c}	3.67^{d}	13.25^{c}	3.39^{d}
		Screw P.	78.50^{c}	22.77^{ab}	13.61^{b}	21.98^{b}	5.00^{d}
121°C	10 min	Hydraulic P.	77.55^{c}	17.80^{c}	2.92^{d}	24.22^{a}	3.44^{e}
		Screw P.	75.50^{d}	20.62^{b}	13.81^{b}	20.62^{b}	5.00^{b}

^{ns}ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

$^{a, b,...}$อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

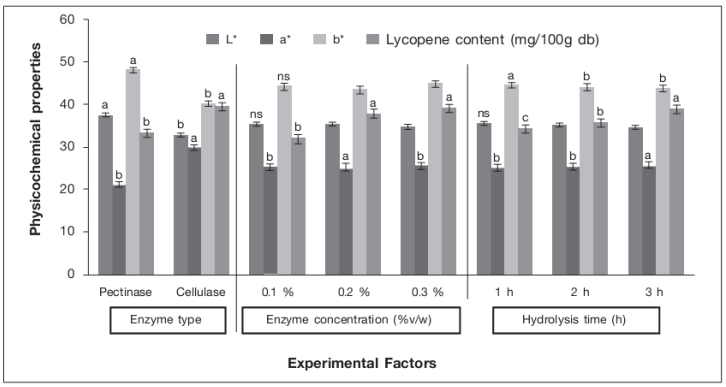


a, b,... อักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 1 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อน และชนิดเครื่องมือแยกสกัดเนื้อมะเขือเทศที่มีต่อปริมาณไลโคปินในเนื้อมะเขือเทศ

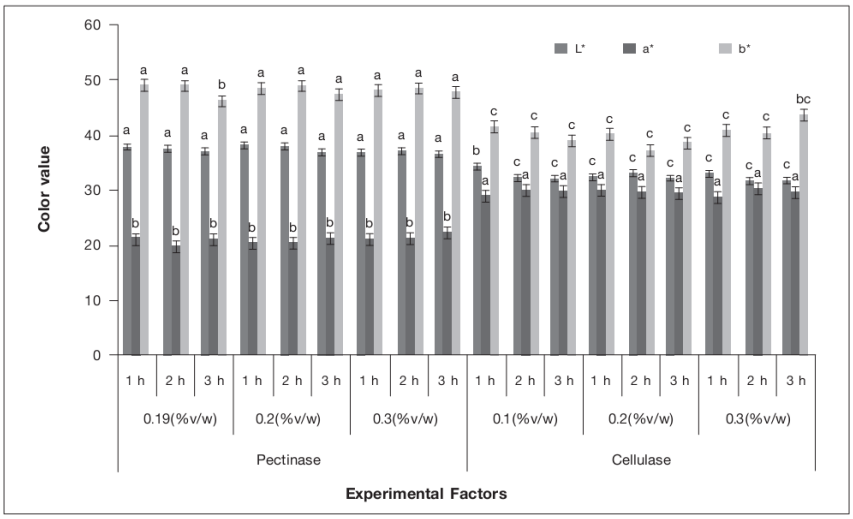
3.3 ผลของระดับเอนไซม์และเวลาที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปินจากเนื้อมะเขือเทศ

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการย่อยสกัดไลโคปินจากเนื้อมะเขือเทศ ที่แยกได้จากวิธีการในการทดลองที่ 3.2 ด้วยเอนไซม์เพคติเนส และเซลลูเลส ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการย่อยที่ต่างกัน แสดงใน รูปที่ 2 และ 3 พบว่าปัจจัยด้านชนิดของเอนไซม์มีผลต่อค่าสว่างของสี (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) และปริมาณไลโคปินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าในช่วง 31.91 – 37.96, 19.83 – 30.42 และ 37.49 – 49.01 และ 23.90 – 55.07 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ พบว่าเนื้อมะเขือเทศที่ย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูเลสมีค่าสี a^* และ b^* และปริมาณไลโคปินสูงกว่าเนื้อมะเขือเทศย่อยด้วยเอนไซม์เพคติเนสทั้งนี้เนื่องจากเอนไซม์เพคทิเนสมีสมบัติในการย่อยสลายสารเพคตินที่หุ้มเซลล์เนื้อมะเขือเทศออกส่วนเอนไซม์เซลลูเลสมีสมบัติในการย่อยสลายเซลล์เนื้อมะเขือเทศทำให้ไลโคปินที่แทรกอยู่ในเซลล์เคลื่อนที่ออกมาได้มากกว่า [20, 21] ส่วนปัจจัยด้านความเข้มข้นของเอนไซม์ และระยะเวลาในการย่อยพบว่าไม่มีผลต่อค่าความสว่างของสี (L^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) แต่มีผลต่อค่าความเป็นสีแดง (a^*) และ ปริมาณไลโคปินในเนื้อมะเขือเทศ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับเอนไซม์และเวลาการย่อยที่เพิ่มขึ้นส่วนค่าสี L^* และ b^* มีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณเอนไซม์เพิ่มมากขึ้นและระยะเวลาย่อยนานขึ้นส่วนปัจจัยร่วมระหว่างชนิดเอนไซม์ความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาการย่อยต่อค่าสีและปริมาณไลโคปินพบว่าการสกัดไลโคปินจากเนื้อมะเขือเทศโดยการย่อยด้วยเอนไซม์เพคติเนสที่ระดับร้อยละ 0.3 นาน 2 ชั่วโมงมีปริมาณไลโคปินไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับสิ่งทดลองที่ย่อยนาน 3 ชั่วโมง ส่วนตัวอย่างที่ย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูเลสที่ระดับร้อยละ 0.2 นาน 3 ชั่วโมง มีปริมาณไลโคปิน (54.88 มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่างมาตรฐานแห้ง) จึงคัดเลือกสิ่งทดลองที่ย่อยด้วยเอนไซม์เพคติเนสที่ระดับร้อยละ 0.3 นาน 2 ชั่วโมง แล้วนำไปย่อยต่อด้วยเอนไซม์เซลลูเลสที่ระดับร้อยละ 0.2 นาน 3 ชั่วโมง ไปเตรียมผลมะเขือเทศเพื่อผลิตไลโคปินผงจากมะเขือเทศด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



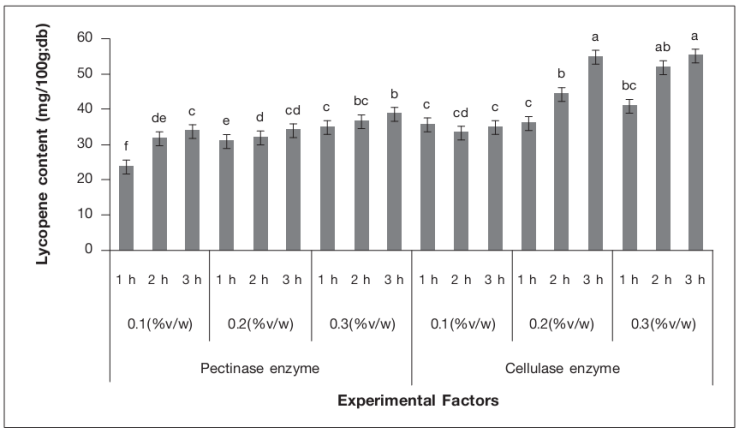
a, b,... อักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 2 ผลรวมของปัจจัยด้านชนิดเอนไซม์ ความเข้มข้น และระยะเวลาในการย่อย ที่มีต่อค่าสีและปริมาณไลโคปินในเนื้อมะเขือเทศ



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

รูปที่ 3 ผลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดเอนไซม์ ความเข้มข้น และระยะเวลาในการย่อย ที่มีต่อค่าสีเนื้อมะเขือเทศ



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

รูปที่ 4 ผลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดเอนไซม์ ความเข้มข้น และระยะเวลาในการย่อย ที่มีต่อปริมาณไลโคปินในเนื้อมะเขือเทศ

3.4 ผลของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่มีต่อค่าสีและปริมาณไลโคปินในมะเขือเทศผง

ผลการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินที่ระดับ 0 5 10 15 และ 20 ของสารละลายเนื้อมะเขือเทศ ที่ผ่านการสกัดไลโคปินด้วยการย่อยด้วยเอนไซม์เพคติเนสที่ระดับร้อยละ 0.3 (v/w) นาน 2 ชั่วโมง และทำการย่อยต่อด้วยเอนไซม์เซลลูเลสที่ระดับร้อยละ 0.2 (v/w) นาน 3 ชั่วโมง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6 พบว่ามะเขือเทศผงที่ได้มีปริมาณผลผลิตมะเขือเทศผงที่ได้ปริมาณความชื้น ปริมาณไลโคปีน ค่าสี L^* a^* และ b^* ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร) และค่าการกระจายตัวและกำลังการพองตัว (กรัม/กรัม) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าคุณภาพดังกล่าวมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินส่วนค่าร้อยละของการละลายได้พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เลือกตัวอย่างมะเขือเทศผงที่เติมมอลโตเด็กซ์ตรินที่ระดับร้อยละ 5 ซึ่งมีสมบัติทางเคมีและกายภาพที่ดี ไม่จับตัวเป็นก้อนเมื่อเก็บในถุงอลูมิเนียมฟลอย์ ณ อุณหภูมิห้อง นาน 1 เดือน ยังมีปริมาณไลโคปิน 65.86 มิลลิกรัม/100 กรัมมาตรฐานแห้ง ความชื้นร้อยละ 13.54 ให้ปริมาณผลผลิตมะเขือเทศผงที่ได้ร้อยละ 9.94 ของสารสกัดไลโคปินเริ่มต้น มีค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 52.06 25.43 25.43 มีค่าความหนาแน่น ค่าการกระจายตัว และกำลังการพองตัว 0.27 (กรัม/มิลลิลิตร)) 80 และ 2.94 (กรัม/กรัม) ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลของระดับมอลโตรเด็กซ์ตรินที่มีต่อปริมาณผลผลิตที่ได้ ปริมาณความชื้น และปริมาณไลโคปินในมะเขือเทศผงที่ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

Maltodextrin addition (% w/w)	Production yield (%)	Moisture content (%)	Lycopene content (mg/100gdb)
0	4.73±0.98^{e}	16.73±0.06^{d}	79.88±7.29^{d}
5	9.94±0.74^{d}	13.54±0.46^{c}	65.86±0.87^{b}
10	15.65±0.54^{c}	7.52±0.33^{b}	30.08±0.79^{c}
15	22.12±0.88^{b}	4.98±0.06^{a}	19.80±1.22^{d}
20	25.13±0.73^{a}	4.35±0.21^{a}	11.31±1.46^{d}

$^{a, b,\cdots}$อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 ผลของระดับมอลโตรเด็กซ์ตรินที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของมะเขือเทศผงที่ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

Maltodextrin addition (% w/w)	Color			Bulk density (g/mL)	Dispensa-bility (%)	Swelling power (g/g)	Solubility (%)
	*L**	*a**	*b**				
0	48.40^{a}	28.50^{a}	39.03^{a}	0.25^{e}±0.00	100^{a}±0.00	3.90^{a}±0.08	4.86±0.00^{ns}
5	52.06^{b}	25.43^{b}	35.61^{b}	0.27^{d}±0.01	80^{b}±0.00	2.94^{b}±0.05	4.86±0.04
10	63.29^{c}	18.12^{c}	32.46^{c}	0.40^{a}±0.01	46^{c}±0.00	1.88^{c}±0.10	4.86±0.03
15	68.20^{d}	14.06^{d}	30.58^{d}	0.36^{b}±0.01	30^{d}±1.41	1.40^{d}±0.22	4.85±0.04
20	71.32^{e}	11.76^{e}	28.81^{e}	0.34^{c}±0.01	25^{e}±0.00	1.35^{d}±0.16	4.85±0.00

^{ns}ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

$^{a, b,\cdots}$อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

4. สรุปผลการทดลอง

ผลมะเขือเทศพื้นเมืองที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปิน คือ พันธุ์อีเป๋อ เนื่องจากมีปริมาณไลโคปินสูงสุด และมีผิวเปลือกบางเมื่อนำไปแยกเนื้อมะเขือเทศโดยการลวกที่ผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 10 นาทีแล้วแยกเนื้อมะเขือเทศด้วยเครื่องแยกแบบเกลียวหมุน นำเนื้อมะเขือเทศที่ได้ไปย่อยด้วยเอนไซม์เพคติเนส (ร้อยละ 0.2 นาน 2 ชั่วโมง) และย่อยต่อเนื่องด้วยเอนไซม์ เซลลูเลส (ร้อยละ 0.2 นาน 3 ชั่วโมง) หยุดการทำงานของเอนไซม์ด้วยการต้มที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที แล้วเติมมอลโตเด็กซ์ตริน ที่ระดับร้อยละ 5 ของสารละลายมะเขือเทศที่ย่อยสกัดไลโคปินได้ ไปทำแห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ผลผลิตมะเขือเทศผงที่ได้ มีปริมาณไลโคปิน 65.86 มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่างมาตรฐานแห้ง

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตผลงานวิจัย ในกลุ่ม Hands on Researcher Track 2 (สัญญาเลขที่ HR# 2L-011) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่สนับสนุนงบประมาณการดำเนินงานและเผยแพร่ผลงานวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

1. Riadh, I., Chafik, H., Marcello, S. L., Imen, T., and Giuseppe D., 2011, “Antioxidant activity and bioactive compound changes during Fruit ripening ofhigh lycopene tomato cultivars”, *Journal of Food Composition and Analysis*, Vol. 24, pp: 588–595.

2. Stahl, W., and Sies, H.,1996, “Perspective in Biochemistry and Biophysics., Lycopene: a Biologically Important Carotenoid for Humans”, *Journal of Biochemistry Biophysics*, Vol. 336, pp. 1-9.

3. Binoy, G., Charanjit, K., Khurdiya, D.S., Kapoor, H.C., 2004, “Antioxidants in tomato (Lycopersi-umesculentum) as a function of genotype”, *Journal of Food Chemistry*, Vol. 84, pp. 45–51.

4. Kim,J.Y., Paik,J.K., Kim, O.Y., Park, H.P., Lee,J.H., Jang,Y., Lee,J.H., 2011, “Effects of lycopene supplementation on oxidative stress and markers ofendothelial function in healthy men”, *Atherosclerosis Journal*, Vol. 215, pp. 189–195.

5. Inmaculada, N.G., Veronica, G.V., Javier, G.A., and Periago, M., 2011, “Chemical profile, functional and antioxidant properties of tomato peel fiber”, *Journal of Food Research International*, Vol. 44, pp. 1528-1535.

6. Manashi, D. P., and Charu L. M., 2011, “Physicochemical properties of five different tomato cultivars of Meghalaya and their suitability in food processing”, *African Journal of Food Science* Vol. 5 (12), pp. 657–667.

7. Ramandeep, K.T. and Geoffrey, P. S., 2005, “Antioxidant activity in differentfractions of tomatoes”, *Food Research International Journal*, Vol. 38, pp. 487–494.

8. Sheetal, M.C. and Laxmi, A., 2007, “Enzyme aided Extraction of Lycopene from Tomato Tissues”, *Food Chemistry Journal*, Vol. 102, pp. 77–81.

9. Kanyakahm, K. and Uriyapongson, J., 2010, “Lycopene extraction from tomato waste by various enzyme and organic acid”, *Journal of Agricultural Science KasetsartUniversity*, Vol. 41(3/1) (special), pp. 289-292. (In Thai)

10. Rustia, J.M. 2003. Spray-drying of tomato (Lycoperisiconlycopersicum (L.) Karsten). Master thesis of University Library, University of the Philippines at Los Baños (Philippines) UPLB.

11. Sotikul, A., Suwatthi, W., Boonta,T., and Manisara T., 2010, “Development and improved local tomato and pumpkin line in raining season on 2010”, *Report of completed research*, ATRI, Rajamangala University of Technology Lanna.pp 60-61. (In Thai)

12. AOAC., 2005, "Official Method of Analysis of AOAC International 18th ed". The Association of Official Analytical Chemists, *Washington D.C.*, pp. 850 -1030.

13. Davis, A.R., Fish, W.W. and Perkins, P., 2003, "A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content in tomato product", *Journal of Postharvest Biology and Technology*. 28: 425–430.

14. Jinapong, N., Suphantharika, M. and Jamnong, P.,2008, "Production of instant soymilk powders by ultra-filtation, spray drying and fluidized bed agglomeration", *Journal of Food Engineering*, Vol. 84. pp. 194-205.

15. Schoch, T.J., 1964, "Swelling Power and Solubility of Granular Starches", In: Methods in Carbohydrate Chemistry, Whistler, R.L., R.J. Smith and J.N. Be Miller (Eds.). Vol. 4, Academic Press, New York, USA., pp: 106-108.

16. Fabiano R. B.C., Derly J. H.S., Paulo C.S., 2010, "Quality of Tomato grown under a protected environment and field conditions", *IDSIA (Chile) Mayo-Agosto*. Vol. 28 (2), pp. 75 - 82.

17. Arias, R., T,C.Lee., L. Logendra and H. Janrs, 2000, "Correlation of lycopene measure by HPLC with the *L**, *a**, *b** color readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 48, pp. 1607-1702.

18. Louis C.L., Salma I.Ai H., Jube B. and Madduri V. R., 2010, "Assessment of lycopene content of fresh tomatoes (Lycopersiconesculentum Mill.) and tomato products in the United Emirates, *Journal of Food, Agricultural & Environment*, Vol. 8 (3&4), pp. 142-147.

19. Das, R.D., Hossain, T., Sultana, M.M., Sarwar, G.S.H.M. and Hafiz, M.H.R., 2011, "Effect of different sowing time on the quality of tomato varities", *Bangladesh Research Publications Journal*, Vol. 6(1), pp. 46-51

20. Galicia R.M., VerdeR., Ponce E.,. González R.O, SaucedoC. and Guerrero I., 2008, "stability of lycopene in cv. saladette tomatoes (Lycoper siconesculentum Mill.) stored under different conditions". *Revista Mexicana de IngenieríaQuímica*. Vol. 7, No. 3, pp. 253-262.

21. Tran, M.H., Nguyen, D., Zabaras L., and Vu,T.T., 2008, "Process development of Gac powder by using different enzymes and drying techniques", *Journal of Food Engineering*, Vol. 85, pp. 359–365.

22. Sheetal, M.C. and Laxmi, A., 2007, "Enzyme aided Extraction of Lycopene from Tomato Tissues", *Food Chemistry Journal*, Vol. 102, pp. 77–81

RMUTCON
Rajamangala University of Technology
Bangkok Thailand 2013
LANDER
UNIVERSITY
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
CERTIFICATE OF APPRECIATION
Present to Oral
Kandawadee Nochai
Physicochemical Properties of Dried Noodle Enrichment with Lycopene from Tomato
The 4th Rajamangala University of Technology International Confernce
July 15 - 16 , 2013
Bangkok Convention Centre at Centralworld , Bangkok , Thailand
Assoc.Prof.Duangsuda Taechotirote
President

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวกานดาวดี โนชัย

วัน เดือน ปีเกิด 19 เมษายน 2532

สถานที่เกิด จังหวัดลำปาง

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 119/764 ถ. ลำปาง-แม่ทะ ต. พระบาท อ.เมือง จ.ลำปาง

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2538	ประถมศึกษาโรงเรียนสบมายสามัคคีวิทยาจังหวัดลำปาง
พ.ศ. 2544	มัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสบมายสามัคคีวิทยาจังหวัดลำปาง
พ.ศ. 2548	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเสด็จวนชยางค์กูลวิทยาจังหวัดลำปาง
พ.ศ. 2550	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (เทคโนโลยีการอาหาร)
พ.ศ. 2552	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

ทุนการศึกษา ได้รับการสนับสนุนทุนการดำเนินงานวิทยานิพนธ์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตามโครงการ Hand's on researcher track 2-large ประจำปี 2555

ประสบการณ์

พ.ศ. 2552	ผู้ช่วยวิจัย โครงการวิจัยเรื่อง การผลิตไลโคปินผงจากมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารเพื่อสุขภาพ
พ.ศ. 2555	ผู้ช่วยวิจัย โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตวัตถุดิบอาหารเสริมสุขภาพเฉพาะทางจากข้าว (*Oryzasativa* L.) พันธุ์พื้นเมืองเพื่อนำร่องสู่อุตสาหกรรมอาหารปลอดของเสีย
พ.ศ. 2557	นักวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลงานทางวิชาการ

1. นำเสนอบทความทางวิชาการ เรื่อง ผลของสายพันธุ์มะเขือเทศและวิธีการสกัดไลโคปินต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของมะเขือเทศผง ในวารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. ปีที่ 36 ฉบับที่ 4 เดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2556 หน้า 409-421.

2. นำเสนอบทความทางวิชาการ เรื่องPhysicochemical Properties of Dried Noodle Enrichment withLycopene from Tomato ในวารสารวิชาการและวิจัย มทร, พระนคร (ฉบับพิเศษ). (อยู่ระหว่างรอการตีพิมพ์)

3. นำเสนอผลงานภาคบรรยายภาษาอังกฤษ สาขาอุตสาหกรรมเกษตรในหัวข้อ“Physicochemical Properties of Dried NoodleEnrichment with Lycopene from Tomato” ในงานประชุม “The 4th Rajamangala University ofTechnology International Conference “วันที่ 15-16 กรกฎาคม 2556 ณ ศูนย์ประชุมบางกอกคอนเวนชั่นเซ็นเตอร์เซ็นทรัลเวิลด์ ปทุมวัน กรุงเทพฯ

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์