บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสุ่มตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มจากผู้ประกอบการที่ผ่านการอบรม GMP แล้ว จำนวน 10 ราย และน้ำพริกหนุ่มจากผู้ประกอบการที่วางจำหน่ายในตลาดในอำเภอเมืองเชียงใหม่ 8 แห่ง จำนวน 36 ราย โดยสุ่มรายละ 2 ครั้ง มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา โดยได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

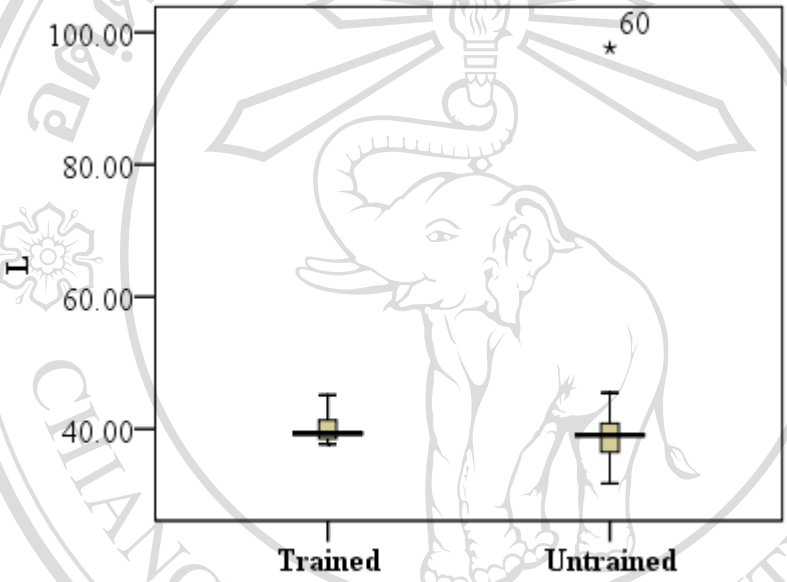
4.1 ผลวิเคราะห์ค่าสี L

ค่าสี L เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่างของอาหาร ซึ่งหากค่าเข้าใกล้ 0 คือตัวอย่างมีความสว่างน้อยสีจะคล้ำ หากค่าเข้าใกล้ 100 คือตัวอย่างมีความสว่างมากสีจะขาว (McGuire, 1992) จากตาราง 4.1 และรูป 4.1 แสดงผลวิเคราะห์ค่าสี L สำหรับตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ได้รับการอบรม GMP มีค่าเฉลี่ยของค่าสี L คือ 40.18 (±2.39) มีค่าต่ำสุด 37.69 และค่าสูงสุด 45.14 ส่วนค่าเฉลี่ยของค่าสี L ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม GMP คือ 39.68 (±7.44) มีค่าต่ำสุด 31.76 และค่าสูงสุด 45.45 เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มมีความสว่างปานกลางค่อนไปทางคล้ำ โดยสีคล้ำในน้ำพริกหนุ่มอาจเกิดจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสารประกอบฟีนอลลิกในอาหารไปเป็นสารควิโนน โดยเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสในอาหาร (Unal, 2007) และอาจเกิดจากการทำงานของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในอาหารร่วมด้วย ซึ่งสามารถออกซิไดส์สารประกอบฟีนอลิกไปเป็นสารประกอบควิโนนได้เมื่อมีไฮโดนเจนเปอร์ออกไซด์ (Bucheli and Robinson, 1994) สอดคล้องกับรายงานของทรงกลด (2549) พบว่า ตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มจากตลาดต่างๆ ในเมืองเชียงใหม่มีค่า L อยู่ในช่วง 39.36-42.80

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.1 ผลวิเคราะห์ค่าสี L

Group	n	L value					
		Mean	S.D.	Min	Max	t	Sig.
Trained	20	40.18	2.39	37.69	45.14	0.301	0.764
Untrained	74	39.68	7.44	31.76	45.45		



รูป 4.1 ผลวิเคราะห์ค่าสี L ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่ม

4.2 ผลวิเคราะห์ค่าสี a*

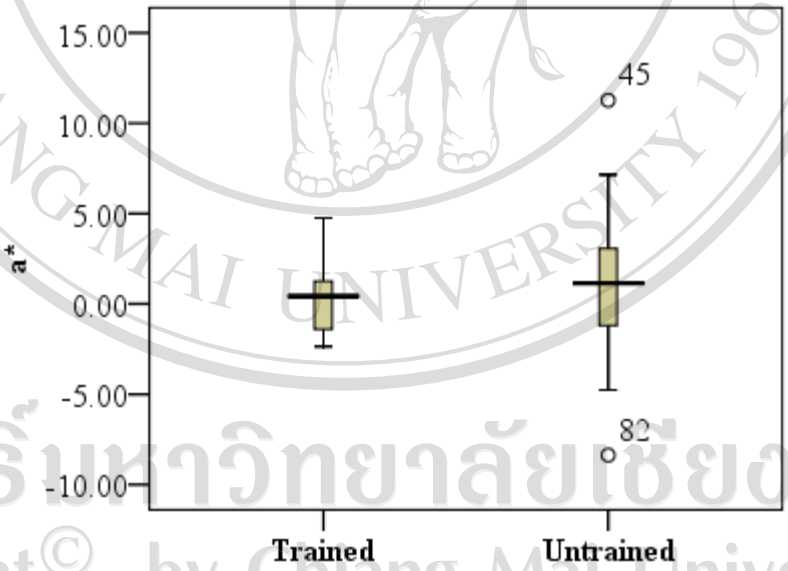
ค่าสี a* เป็นค่าที่แสดงสีเขียวและสีแดง โดยค่าสี a* บวก แสดงถึงความเป็นสีแดง ส่วนค่าสี a* ลบ แสดงถึงความเป็นสีเขียว (McGuire, 1992) จากตาราง 4.2 และรูป 4.2 แสดงผลวิเคราะห์ค่าสี a* สำหรับค่าเฉลี่ยตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มของกลุ่มที่ได้รับการอบรม GMP คือ 0.38 (±3.30) มีค่าต่ำสุด -2.35 และค่าสูงสุด 4.76 ส่วนค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม GMP คือ 1.98 (±4.61) มีค่าต่ำสุด -8.37 และค่าสูงสุด 11.26 เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มมีสีเขียวถึงสีแดง ซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาเคมีในน้ำพริกหนุ่ม เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งโดยเอนไซม์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากคลอโรฟิลล์ในน้ำพริกหนุ่มเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยอาจสูญเสียแมกนีเซียมออกไปจากวงแหวนทำให้เปลี่ยนเป็นฟีโอไฟติน ซึ่งมีสีเขียวน้ำตาล หรืออาจเกิดการสูญเสียไฟตอลร่วมด้วยทำให้ได้เป็นฟีโอฟอร์ไบด์ ซึ่งมีสีน้ำตาล (นิธิยา, 2545) สอดคล้องกับรายงานของทรงกลด (2549) พบว่าตัวอย่างน้ำพริกจากตลาดต่างๆ ในเมืองเชียงใหม่ซึ่งมีค่า a* อยู่ในช่วง 2.103-2.967

ตาราง 4.2 ผลวิเคราะห์ค่าสี a*

Group	n	a* value					
		Mean	S.D.	Min	Max	t	Sig.
Trained	20	0.38	3.30	-2.35	4.76	0.724	0.471
Untrained	74	1.98	4.61	-8.37	11.26		



รูป 4.2 ผลวิเคราะห์ค่าสี a* ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

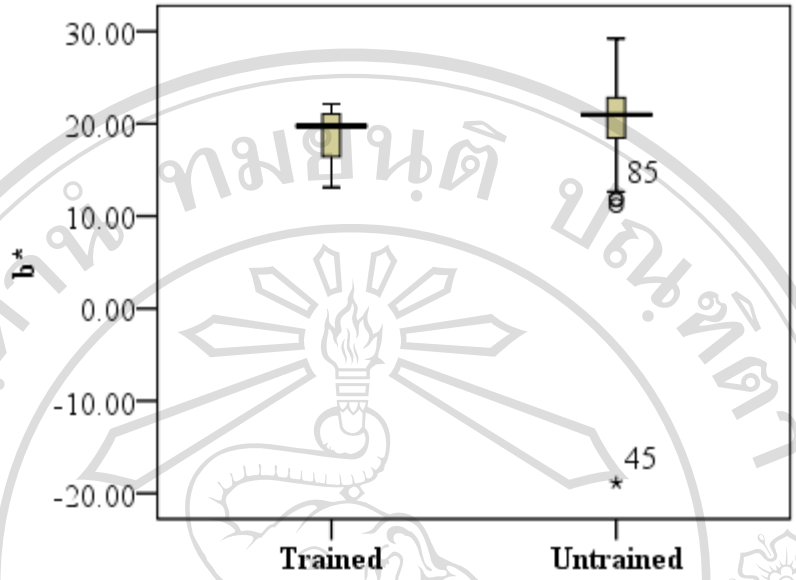
4.3 ผลวิเคราะห์ค่าสี b*

ค่าสี b* ที่แสดงค่าของสีเหลืองและสีน้ำเงินของน้ำพริกหนุ่ม โดยค่าสี b* บวก แสดงถึงความเป็นสีเหลือง ค่าสี b* ลบ แสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน (McGuire, 1992) จากตาราง 4.3 และรูป 4.3 แสดงผลวิเคราะห์ค่าสี b* สำหรับค่าเฉลี่ยตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มของกลุ่มที่ได้รับการอบรม GMP คือ 18.78 (±1.91) มีค่าต่ำสุด 13.10 และค่าสูงสุด 22.15 ส่วนค่าเฉลี่ยตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มของกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม GMP คือ 20.63 (±3.33) มีค่าต่ำสุด 11.18 และค่าสูงสุด 29.23 เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มที่ทดสอบมีสีเหลืองเล็กน้อย ซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาเคมีในน้ำพริกหนุ่ม เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งโดยเอนไซม์ และปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด และอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ในน้ำพริกหนุ่มไปเป็นฟีโอไฟติน และฟีโอฟอร์ไบด์ ซึ่งมีสีเขียวน้ำตาลและสีน้ำตาล (นิธิยา, 2545) สอดคล้องกับรายงานของทรงกลด (2549) พบว่า ตัวอย่างน้ำพริกจากตลาดต่างๆ ในเมืองเชียงใหม่มีค่า b* อยู่ในช่วง 18.36-19.63

ตาราง 4.3 ผลวิเคราะห์ค่าสี b*

Group	n	b* value					
		Mean	S.D.	Min	Max	t	Sig.
Trained	20	18.78	1.91	13.10	22.15	0. 460	0.646
Untrained	74	20.63	3.33	11.18	29.23		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 4.3 ผลวิเคราะห์ค่าสี b* ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่ม

จากผลการทดสอบค่าสี L, a* และ b* ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มของทั้งสองกลุ่ม พบว่าน้ำพริกหนุ่มของทั้งสองกลุ่มมีสีไม่แตกต่างกันโดยมีสีเขียวอมเหลืองแดง มีความสว่างปานกลางค่อนไปทางคล้ำ ซึ่งผู้ผลิตน้ำพริกหนุ่มมีปัญหาเกี่ยวกับความไม่สม่ำเสมอของสีของน้ำพริกหนุ่ม ซึ่งมีสาเหตุมาจากสีของวัตถุดิบสำคัญ คือ ผลพริกที่มีตั้งแต่สีเขียวอ่อนจนถึงสีเขียวเข้ม สารให้สีในพริกจัดอยู่ในกลุ่มรงควัตถุพวกแคโรทีนอยล์ ผลพริกจะมีสารให้สีที่สำคัญ คือ แคปแซนทิน (capsaithin) ซึ่งเป็นสารคีโตแคโรทีนอยล์ (ketocarotenoid) (จงรักษ์, 2545) ผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มจะมีการเปลี่ยนสี กลิ่น รส และสูญเสียวิตามิน ระหว่างการให้ความร้อน และ/หรือระหว่างการเก็บรักษา โดยจุลินทรีย์จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะน้ำพริกหนุ่มโดยเฉพาะ รวมถึงถ้ามีการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้อย่างสมบูรณ์ก็จะสามารถรักษายากลิ่น รส ของผลิตภัณฑ์ไว้ได้ (เมธินี และคณะ, 2543) นอกจากนั้นยังเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของวัตถุดิบ กรรมวิธีการเตรียมพริก การย่างพริก โดยเตาถ่านจะทำให้ได้สีดำด้วย แต่ถ้าใช้วิธีการอบจะได้สีเขียวค่อนข้างสม่ำเสมอ และการต้มจะทำให้ได้สีเขียวอมเหลือง (ทรงกลด, 2549) แม้ว่าสีจะไม่ได้บ่งบอกถึงคุณค่าทางอาหาร รส หรือคุณสมบัติในการนำไปใช้งาน แต่สีให้ความสำคัญในแง่ของความชอบของผู้บริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในทางอาหารบางครั้งอาจใช้สีอาหารเป็นดัชนีในการคัดเลือกวัตถุดิบ ควบคุมขั้นตอนการผลิต และจัดแบ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546) ทรงกลด (2549) พบว่าสีของน้ำพริกหนุ่มมีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อน้ำพริกหนุ่ม โดยมีคนชอบสีเขียวสด 45% สีเขียวอมเหลือง (ขี้ม้า) 35.2%

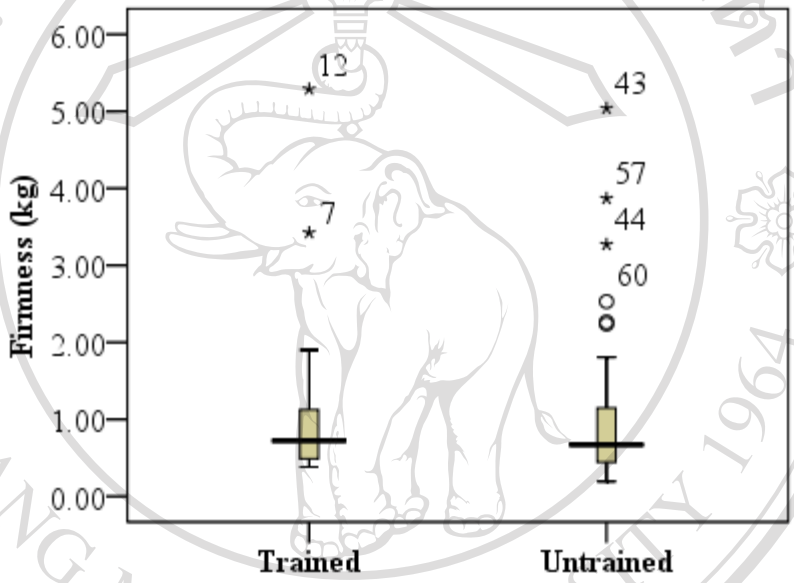
4.4 ผลวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส โดยค่า firmness คือ ค่าแรงสูงสุดที่ใช้ในการกดหัววัดลงบนตัวอย่างครั้งแรก ซึ่งหมายถึงค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ (Smewing, J., 1999) ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มต้องมีเนื้อหยาบ นุ่ม ชุ่มฉ่ำ (สมอ., 2547) จากตาราง 4.4 และรูป 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่า firmness สำหรับค่าเฉลี่ยของค่า firmness ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ได้รับการอบรม GMP คือ 1.14 (±1.21) kg มีค่าต่ำสุด 0.38 kg และค่าสูงสุด 5.29 kg ส่วนค่าเฉลี่ยของค่า firmness ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม GMP คือ 0.94 (±0.82) kg มีค่าต่ำสุด 0.19 kg และค่าสูงสุด 5.04 kg เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างนุ่ม ชุ่มฉ่ำ เพราะมีน้ำเป็นองค์ประกอบถึง 75% Nicolas *et al.* (2007) พบว่า ค่า hardness มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับปริมาณความชื้นในตัวอย่าง taro paste โดยค่า hardness จะลดลงเมื่อปริมาณความชื้นในตัวอย่างเพิ่มขึ้น ในตัวอย่าง taro paste ที่มีความชื้น 55% ได้ค่า hardness 1.6 N และตัวอย่าง taro paste ที่มีความชื้น 66.4% ได้ค่า hardness 0.5 N นอกจากนั้นลักษณะเนื้อสัมผัสของพริกสัมพันธ์กับกระบวนการทางความร้อน เช่น การลวก การหุงต้ม ผักเมื่อได้รับความร้อนจะนิ่มลง เนื่องจากการสูญเสียความเต่ง (turgor) และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของ polysaccharides ในผนังเซลล์ การเติมแคลเซียมอิออนมีผลทำให้เนื้อเยื่อแน่นขึ้น หรือป้องกันการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ (เมธินี และคณะ, 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.4 ผลวิเคราะห์ค่า firmness

Group	n	firmness (kg)					
		Mean	S.D.	Min	Max	t	Sig.
Trained	20	1.14	1.21	0.38	5.29	0.866	0.389
Untrained	74	0.94	0.82	0.19	5.04		



รูป 4.4 ผลวิเคราะห์ค่า Firmness ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5 ผลวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

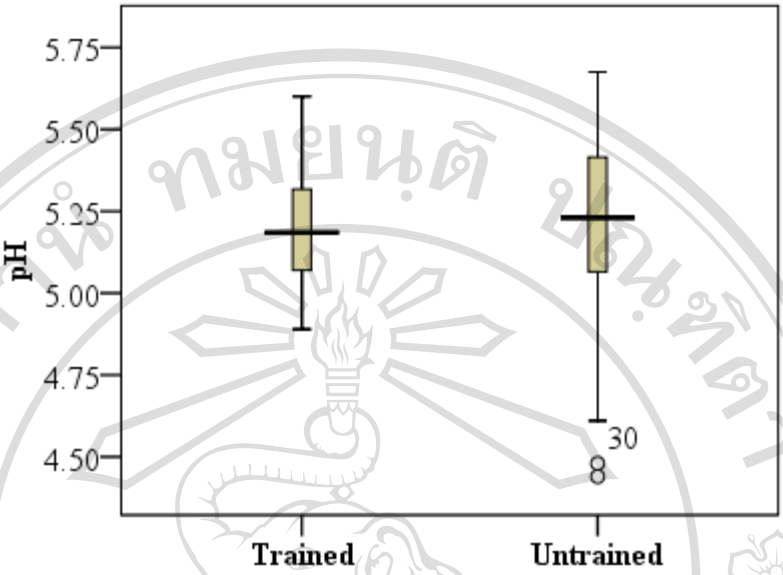
จากตารางที่ 4.5 และรูป 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่า pH สำหรับค่าเฉลี่ยของค่า pH ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ได้รับการอบรม GMP คือ 5.21 (±0.18) มีค่าต่ำสุด 4.89 และค่าสูงสุด 5.60 ส่วนค่าเฉลี่ยของค่า pH ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม GMP คือ 5.20 (±0.26) มีค่าต่ำสุด 4.44 และค่าสูงสุด 5.68 เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับรายงานของ

สุทธิศักดิ์ (2550) พบว่า น้ำพริกหนุ่มที่ผลิตจากพริกพันธุ์จักรพรรดิ์มี pH 5.25 ซึ่งค่า pH ของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำพริกหนุ่มทุกชนิดมีค่ามากกว่า 4.6 น้ำพริกหนุ่มจึงจัดเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ค่า pH ของอาหารขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่าง ได้แก่ องค์ประกอบของอาหาร ความแก่อ่อน สายพันธุ์ และสภาพการเพาะปลูก ค่า pH จะมีอิทธิพลต่อความทนทานความร้อนและการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ pH ต่ำ จุลินทรีย์จะถูกทำลายได้ง่ายกว่าที่ pH สูง การแปรรูปเพื่อยืดอายุการเก็บให้นานขึ้นสามารถทำได้ คือ การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและการแช่แข็ง แต่การแช่แข็งอาจมีสิ่งที่ด้อยกว่าการใช้ความร้อน เนื่องจากจำเป็นต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง (-18 °C) ซึ่งอาจมีปัญหาในแง่ของการวางสินค้าจำหน่ายหรือการขนส่ง การแปรรูปด้วยความร้อนสามารถทำได้ 2 วิธี คือ การพาสเจอร์ไรซ์ (pasteurization) ซึ่งใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อไม่เกิน 100 °C แต่ผลิตภัณฑ์ต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ระหว่าง 5-8 °C มีอายุการเก็บไม่เกิน 1 สัปดาห์ ส่วนการสเตอริไลซ์ (sterilization) ซึ่งต้องใช้อุณหภูมิมากกว่า 100 °C ความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศ สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้อง ไม่ต้องแช่เย็น และโดยทั่วไปจะมีอายุการเก็บไม่ต่ำกว่า 6 เดือน (เมธินี และคณะ, 2543)

ตาราง 4.5 ผลวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

Group	n	pH value					
		Mean	S.D.	Min	Max	t	Sig.
Trained	20	5.21	0.18	4.89	5.60	0.685	0.564
Untrained	74	5.20	0.26	4.44	5.68		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 4.5 ผลวิเคราะห์ค่า pH ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่ม

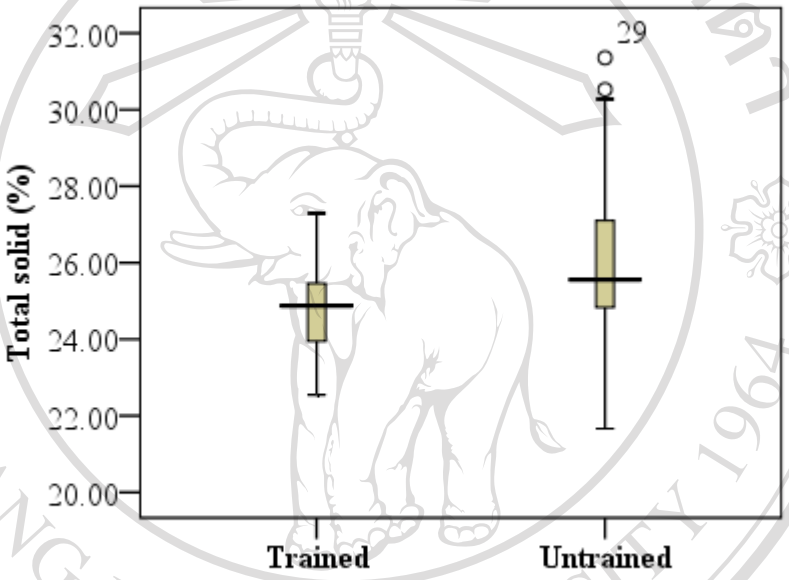
4.6 ผลวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid)

จากตาราง 4.6 และรูป 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งทั้งหมดของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มของกลุ่มที่ได้รับการอบรม GMP คือ 24.73% (±1.27) มีค่าต่ำสุด 22.55% และค่าสูงสุด 27.29% ส่วนค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งทั้งหมดของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มของกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม GMP คือ 26.04% (±1.91) มีค่าต่ำสุด 21.66% และค่าสูงสุด 31.35% เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งทั้งหมดของกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม GMP มีปริมาณมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการอบรม จากผลการวิเคราะห์พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มมีความชื้นอยู่สูง ประมาณ 75% สุทธิศักดิ์ (2550) พบว่า น้ำพริกหนุ่มที่ผลิตจากพริกพันธุ์จักรพรรดิ์มีความชื้น 82.68% ความชื้นเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเติบโตของจุลินทรีย์ ถ้าทำให้น้ำอิสระลดลงมาระดับหนึ่งจะทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ ดังนั้นอาจใช้วิธีการช่วยยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มโดยวิธีการอบแห้ง การแช่แข็ง หรือการอบแห้งโดยการแช่แข็ง (freeze drying) จะสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มได้นานขึ้น (ชิตพล และคณะ, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.6 ผลวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid)

Group	n	total solid (%)					
		Mean	S.D.	Min	Max	t	Sig.
Trained	20	24.73	1.27	22.55	27.29	2.881	0.005
Untrained	74	26.04	1.91	21.66	31.35		



รูป 4.6 ผลวิเคราะห์ค่า total solid

4.7 ผลวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity)

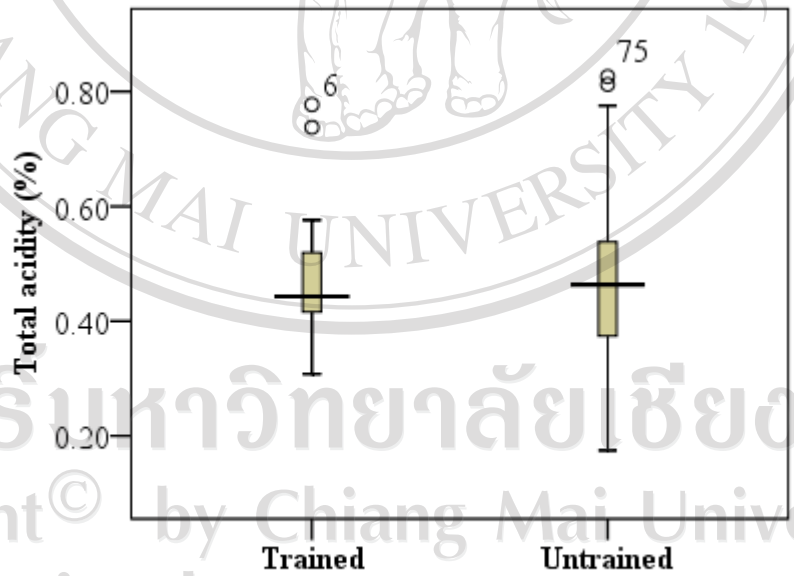
จากตาราง 4.7 และรูป 4.7 แสดงผลวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity) ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่ม สำหรับค่าเฉลี่ยปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ได้รับการอบรม GMP คือ 0.48% (±0.12) มีค่าต่ำสุด 0.31% และค่าสูงสุด 0.78% ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม GMP คือ 0.46% (±0.12) มีค่าต่ำสุด 0.17% และค่าสูงสุด 0.83% เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งอรรถนพ (2551) ได้รายงานเกี่ยวกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำพริกหนุ่มพันธุ์แม่ปิงมีค่าปริมาณกรดทั้งหมด 0.31% (±0.01) และวัตถุดิบในการทำพริกหนุ่มได้แก่ พริกหนุ่มพันธุ์แม่ปิงอบมีค่า 0.29% (±0.01) หอมแดง 0.35% (±0.01) และกระเทียมมีค่า 0.25% (±0.03) ซึ่งค่าปริมาณกรดทั้งหมดที่พบในตัวอย่างจากท้องตลาดมีค่าสูงกว่า อาจมาจากกรดที่ถูกสร้างขึ้นในน้ำพริกหนุ่มเนื่องจากกิจกรรมของเอนไซม์หรือจุลินทรีย์ ซึ่งผักมีโปรตีนต่ำจึงขาด buffering capacity จึงทำให้อาหารประเภทผักที่มีจุลินทรีย์เติบโตและใช้น้ำตาลที่มีอยู่ในผัก แล้วมีการสร้างกรดออกมาเล็กน้อย และอาจไปขัดขวางการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ (บุษกร, 2550)

ตาราง 4.7 ผลวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity)

Group	n	total acidity (%)					
		Mean	S.D.	Min	Max	t	Sig.
Trained	20	0.48	0.12	0.31	0.78	0.456	0.649
Untrained	74	0.46	0.12	0.17	0.83		



รูป 4.7 ผลวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

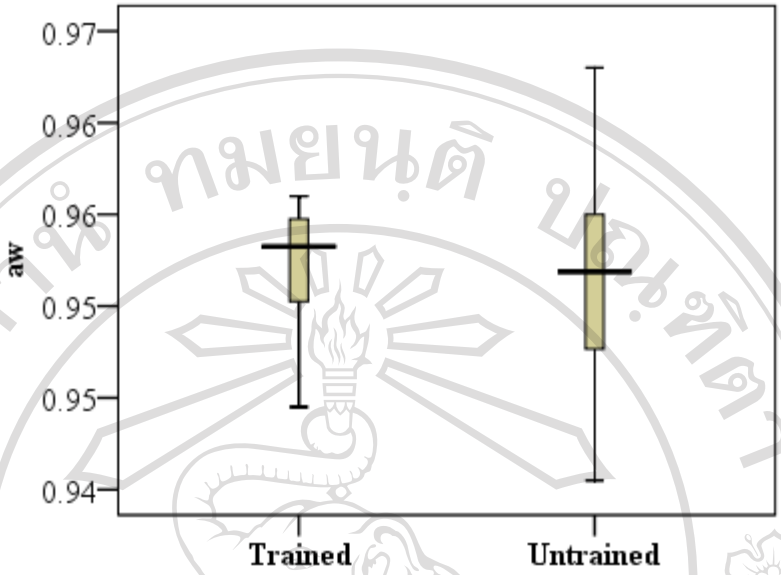
4.8 ผลวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w)

ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) เป็นค่าของน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญได้ และเป็นตัวชี้บ่งถึงความปลอดภัยของอาหาร จากตาราง 4.8 และรูป 4.8 แสดงผลวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) สำหรับค่าเฉลี่ยของค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ได้รับการอบรม GMP คือ 0.95 (±0.003) มีค่าต่ำสุด 0.94 และค่าสูงสุด 0.95 ส่วนค่าเฉลี่ยของค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม GMP คือ 0.95 (±0.004) มีค่าต่ำสุด 0.94 และค่าสูงสุด 0.96 เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทรงกลด (2549) พบว่า ตัวอย่างน้ำพริกจากตลาดต่างๆ ในเมืองเชียงใหม่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) เท่ากับ 0.88 น้ำพริกหนุ่มเป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดว่ามีค่าวอเตอร์แอคติวิตีสูง คือ มีค่าใกล้เคียง 1.0 ซึ่งแบคทีเรียสามารถเจริญได้ดีในสภาวะที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตีสูง ทำให้เกิดการเสื่อมจากจุลินทรีย์และปฏิกิริยาเคมีง่าย อายุการเก็บรักษาสั้น กิจกรรมของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตีต่ำกว่า 0.6 เชื้อราส่วนใหญ่ถูกยับยั้งที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตีต่ำกว่า 0.7 เชื้อยีสต์ที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตีต่ำกว่า 0.8 (วิไล, 2543) จึงอาจใช้วิธีการแปรรูปอาหารโดยการลดค่าวอเตอร์แอคติวิตีลงโดยวิธีการอบแห้ง การแช่แข็ง หรือการอบแห้งโดยการแช่แข็ง (freeze drying) จะสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มได้นานขึ้น (ชิตพล และคณะ, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.8 ผลวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w)

Group	n	a_w					
		Mean	S.D.	Min	Max	t	Sig.
Trained	20	0.95	0.003	0.94	0.95	0.317	0.712
Untrained	74	0.95	0.004	0.94	0.96		



รูป 4.8 ผลวิเคราะห์ค่า วอเตอร์แอคติวิตี (a_w)

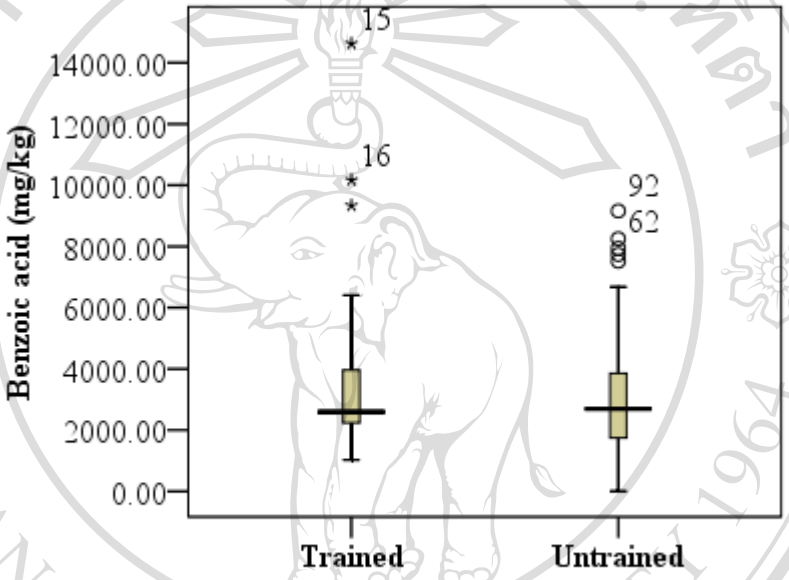
4.9 ผลวิเคราะห์ปริมาณ benzoic acid

จากตาราง 4.9 และรูป 4.9 แสดงผลวิเคราะห์ benzoic acid สำหรับค่าเฉลี่ยของปริมาณ benzoic acid ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ได้รับการอบรม GMP คือ 3,938.3 (±3,537.98) mg/kg มีค่าต่ำสุด 1,024.1 mg/kg และค่าสูงสุด 14,629.0 mg/kg ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณ benzoic acid ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม GMP คือ 2,965.8 (±1,988.26) mg/kg มีค่าต่ำสุด 0 mg/kg และค่าสูงสุด 9,157.2 mg/kg เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วน sorbic acid ไม่พบในน้ำพริกหนุ่มทุกตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.9 ผลวิเคราะห์ปริมาณ benzoic acid

Group	n	benzoic acid (mg/kg)					
		Mean	S.D.	Min	Max	t	Sig.
Trained	20	3,938.3	3,537.98	1,024.1	14,629.0	1.613	0.110
Untrained	74	2,965.8	1,988.26	0	9,157.2		



รูป 4.9 ผลวิเคราะห์ค่า benzoic acid

ตาราง 4.10 ผลวิเคราะห์ปริมาณ benzoic acid เมื่อเทียบกับมาตรฐาน

Group	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (1,000 ppm)*	จำนวนตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (1,000 ppm)*
Trained	20	0 (0%)	20 (100%)
Untrained	74	5(6.75%)	69 (93.24%)

หมายเหตุ * เกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.10 แสดงผลวิเคราะห์ปริมาณ benzoic acid เมื่อเทียบกับมาตรฐานที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยากำหนดไว้ คือ ไม่เกิน 1,000 ppm (กระทรวงสาธารณสุข, 2535) โดยมีตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มจากผู้ที่ได้รับการอบรมผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 0 ตัวอย่าง และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 20 ตัวอย่าง คิดเป็น 100% ส่วนน้ำพริกหนุ่มจากผู้ที่ไม่ได้รับการอบรมผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 5 ตัวอย่าง คิดเป็น 6.75% และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 69 ตัวอย่าง คิดเป็น 93.24% เมื่อเปรียบเทียบกับผลการสำรวจของจรีย์พร (2549) ซึ่งทำการสุ่มตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มจากร้านค้าในตลาดทั้ง 6 แห่ง รวมทั้งสิ้น 34 ตัวอย่าง พบว่า benzoic acid มีค่าตั้งแต่น้อยกว่า 342.35 ถึง 4,532.56 ppm โดยมีน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาจำนวน 5 ตัวอย่าง คิดเป็น 14.71% และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 29 ตัวอย่าง คิดเป็น 85.29% และจากผลการสำรวจของดวงพร (2539) ซึ่งทำการศึกษาอาหารพื้นเมือง เช่น น้ำพริกแดง น้ำพริกหนุ่ม หมูยอ ไส้อั่ว จากการตรวจหาสารกันเสียโดยวิธีโครมาโทรกราฟฟีกระดาษและสเปคโตรโฟโทเมตรีในน้ำพริกหนุ่ม 6 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณ benzoic acid อยู่ในช่วง 220-2,445 ppm มีตัวอย่างที่มีปริมาณ benzoic acid เกินมาตรฐานที่อนุญาตให้ใช้ ($\leq$ 1,000 ppm) 4 ตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีการใช้ benzoic acid ในปริมาณมากเกินกำหนดอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค แม้ว่า benzoic acid จะไม่เกิดการสะสมในร่างกายเพราะร่างกายมีกลไกในการขับออกทางปัสสาวะ แต่ถ้าได้รับในปริมาณมากเป็นเวลาติดต่อกันนานๆ อาจเกิดเป็นอันตรายต่อร่างกาย มีผลกระทบต่อระบบทางเดินอาหาร คลื่นไส้อาเจียน ปวดท้อง ท้องเสียหรือเกิดอาการแพ้มีผื่นคันได้ จึงควรใช้สารกันบูดในปริมาณที่เหมาะสมและจำเป็นเท่านั้น (ศิวาพร, 2546) นอกจากนั้นจากการสัมภาษณ์พบว่ามีการเติมสารกันเสียในระหว่างขายด้วย เพราะผู้ประกอบการบางรายเข้าใจผิดว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นโดยเฉพาะในวันที่มีอากาศร้อน หรือวันที่จำหน่ายน้ำพริกหนุ่มไม่หมด อย่างไรก็ตามจากการสำรวจพบว่าไม่มีน้ำพริกหนุ่มรายใดที่มีส่วนผสมของ sorbic acid การนิยมใช้ benzoic acid มากกว่า sorbic acid อาจเนื่องมาจากราคาถูกกว่า ตรงกันข้ามกับในต่างประเทศที่นิยมใช้ sorbic acid เป็นสารกันเสียในเครื่องดื่มถึง 45% ขณะที่พบการใช้ benzoic acid เพียง 9% เนื่องจาก sorbic acid มีความปลอดภัยมากกว่า (ขวัญตา และอโณทัย, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างไรก็ตามการใช้สารกันเสียจากสมุนไพรทดแทนการใช้สารเคมีในการถนอมอาหาร เพื่อส่งเสริมการใช้สารกันเสียจากธรรมชาติในผลิตภัณฑ์น้ำพริกชุมชนให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการยืดอายุผลิตภัณฑ์น้ำพริก โดยไม่มีผลกระทบต่อสีหรือกลิ่น และมีความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค จากการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเชื้อของสารสกัดสมุนไพร 4 ชนิด ได้แก่ คูน พะยอม ฝางและสะทอน พบว่ามีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก *S. aureus* และแกรมลบ *E. coli* ได้ในความเข้มข้นต่างๆ รุ่งรวี และคณะ (2548) ผู้วิจัยทำการคัดเลือกสารสกัด 3 ชนิดมาผสมในน้ำพริกนรกและน้ำพริกปลาย่าง ได้แก่ สารสกัดฝาง 0.296% และ 0.592% สารสกัดคูน 4.125% สารสกัดทอน 0.9625% พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ยีสต์และราได้ดี

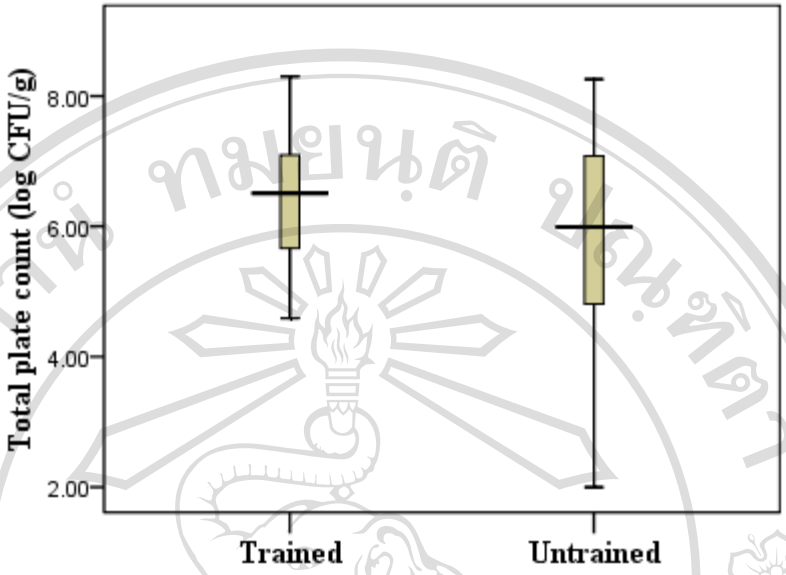
4.10 ผลวิเคราะห์ปริมาณ Total plate count

จากตาราง 4.11 และรูป 4.10 แสดงผลวิเคราะห์ปริมาณ Total plate count สำหรับค่าเฉลี่ยของปริมาณ Total plate count ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ได้รับการอบรม GMP คือ 6.43 (±0.99) log CFU/g มีค่าต่ำสุด 4.59 log log CFU/g และค่าสูงสุด 8.30 log CFU/g ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณ Total plate count ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม GMP คือ 5.74 (±1.54) log CFU/g มีค่าต่ำสุด 2.00 log CFU/g และค่าสูงสุด 8.26 log CFU/g เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.11 ผลวิเคราะห์ปริมาณ Total plate count

Group	n	Total plate count (log CFU/g)					
		Mean	S.D.	Min	Max	t	Sig.
Trained	20	6.43	0.99	4.59	8.30	1.879	0.063
Untrained	74	5.74	1.54	2.00	8.26		



รูป 4.10 ผลวิเคราะห์ปริมาณ Total plate count

ตาราง 4.12 ผลวิเคราะห์ปริมาณ Total plate count เมื่อเทียบกับมาตรฐาน

Group	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (<1 x 10^6 CFU/g)*	จำนวนตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (>1 x 10^6 CFU/g)*
Trained	20	8 (40%)	12 (60%)
Untrained	74	39 (52.7%)	35 (47.3%)

หมายเหตุ * เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.12 แสดงผลวิเคราะห์ปริมาณ Total plate count เมื่อเปรียบเทียบผลกับเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่กำหนดให้มีปริมาณ Total plate count มีได้ไม่เกิน 1 x 10^6 CFU/g พบว่า กลุ่มที่ได้รับการอบรมผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 8 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่าง 20 ตัวอย่าง คิดเป็น 40% และกลุ่มที่ไม่ผ่านการอบรมผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 39 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่าง 74 ตัวอย่าง คิดเป็น 52.7% เมื่อเปรียบเทียบ

กับผลการสำรวจของจรีย์พร (2549) ซึ่งทำการสุ่มตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มจากร้านค้าในตลาดทั้ง 6 แห่ง รวมทั้งสิ้น 34 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณ Total plate count มีค่าตั้งแต่ 6.05 x 10^5 ถึง 7.09 x 10^8 CFU/g โดยเมื่อเทียบผลกับเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาประเภทอาหารปรุงสุกทั่วไปของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบว่าตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ 3 ตัวอย่าง คิดเป็น 10.34% และผ่านเกณฑ์ 26 ตัวอย่าง คิดเป็น 89.66% การที่น้ำพริกหนุ่มมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่ค่อนข้างสูงอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่ การปนเปื้อนจากวัตถุดิบ หากไม่ได้ล้างวัตถุดิบก่อน จะมีจุลินทรีย์ปะปนมาในปริมาณสูง ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากวัตถุดิบที่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์สูงจะเก็บไว้ไม่ได้นานเท่ากับผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากวัตถุดิบที่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ต่ำ (สินธนา, 2542) โดยทั่วไปจุลินทรีย์ที่พบในพืชจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืชที่พบซึ่งได้แก่ *Pseudomonas*, Micrococcus, Coliform bacteria, Lactic acid bacteria ยีสต์และราชนิดต่างๆ อาจมีจำนวนไม่ต่ำกว่า 2 x 10^2 - 10^6 เซลล์ต่อตารางเซนติเมตรของพื้นที่ผิว พืชผักอาจมีการปนเปื้อนจากดิน น้ำ อากาศ ซึ่งจะทำให้มีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอีกหากอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต การปนเปื้อนระหว่างการขนส่งและการผลิตอาหาร พบว่าผู้ประกอบการอาหารอาจทำให้จุลินทรีย์เกิดการปนเปื้อนในอาหารระหว่างการผลิตโดยจำนวน และชนิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีการปนเปื้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างจำหน่ายอาหารอีกด้วย (สุมาลี, 2535) อย่างไรก็ดี จากการสำรวจในตลาดพบว่าผู้ขายบางรายในตลาดใหญ่ๆ ใช้วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มโดยการแช่น้ำแข็งไว้ด้านล่างของภาชนะที่ใส่น้ำพริกหนุ่ม ซึ่งสามารถช่วยลดอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ ชะลอการเน่าเสีย และลดอัตราการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีได้ (มณฑาทิพย์, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

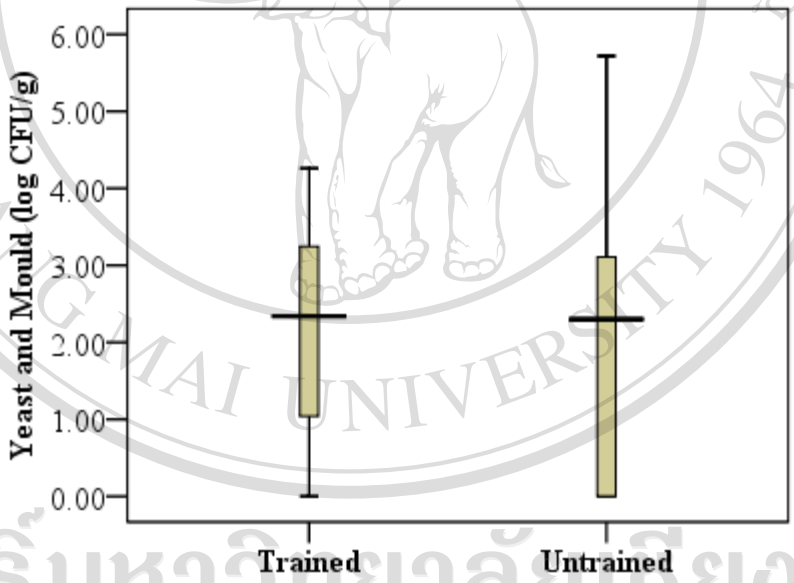
4.11 ผลวิเคราะห์ปริมาณ Yeast and Mould

จากตาราง 4.13 และรูป 4.11 แสดงผลวิเคราะห์ปริมาณ Yeast and Mould สำหรับค่าเฉลี่ยของปริมาณ Yeast and Mould ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ได้รับการอบรม GMP คือ 2.20 (±1.48) log CFU/g มีค่าต่ำสุด 0 log CFU/g และค่าสูงสุด 4.26 log CFU/g ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณ Yeast and Mould ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มของกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม GMP คือ 2.03

(±1.49) log CFU/g มีค่าต่ำสุด 0 log CFU/g และค่าสูงสุด 5.72 log CFU/g เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 4.13 ผลวิเคราะห์ปริมาณ Yeast and Mould

Group	n	Yeast & Mould (log CFU/g)					
		Mean	S.D.	Min	Max	t	Sig.
Trained	20	2.20	1.48	0	4.26	0.462	0.645
Untrained	74	2.03	1.49	0	5.72		



รูป 4.11 ผลวิเคราะห์ปริมาณ Yeast and Mould

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.14 ผลวิเคราะห์ปริมาณ Yeast and Mould เมื่อเทียบกับมาตรฐาน

Group	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (<10 CFU/g)**	จำนวนตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (>10 CFU/g)**
Trained	20	5 (25%)	15 (75%)
Untrained	74	22 (29.73%)	52 (70.27%)

หมายเหตุ **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกหนุ่ม (มผช.293/2547)

จากตาราง 4.14 แสดงผลวิเคราะห์ปริมาณ Yeast and Mould เมื่อเปรียบเทียบผลกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกหนุ่มที่กำหนดให้มีปริมาณปริมาณ Yeast and Mould ไม่เกิน 10 CFU/g พบว่า กลุ่มที่ได้รับการอบรมผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 5 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่าง 20 ตัวอย่าง คิดเป็น 25% และกลุ่มที่ไม่ผ่านการอบรมผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 22 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่าง 74 ตัวอย่าง คิดเป็น 29.73% พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับผลการสำรวจของจรีย์พร (2549) ซึ่งทำการสุ่มตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มจากร้านค้าในตลาดทั้ง 6 แห่ง รวมทั้งสิ้น 34 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณ Yeast and Mould มีค่าตั้งแต่ < 10 ถึง 9.35 x 10^3 CFU/g โดยมีน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 2 ตัวอย่าง คิดเป็น 5.89% และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 32 ตัวอย่าง คิดเป็น 94.11% สาเหตุประการหนึ่งของการเสื่อมเสียของอาหาร มักเป็นผลมาจากการเจริญของเชื้อรา ซึ่งได้แก่ เชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* spp. มักจะปนเปื้อนทั้งในอาหารของคนและสัตว์ ทั้งนี้เพราะเชื้อราพวกนี้สามารถเจริญได้ดีในที่มีความชื้นต่ำ และบางชนิดสามารถสร้างสารพิษปนเปื้อนในอาหารได้ เช่น *Aspergillus flavus* สร้าง Aflatoxin รังสิมา (2549) ได้ศึกษาปริมาณ Yeast and Mould ในวัตถุดิบในการผลิตน้ำพริกหนุ่ม พบว่า พริกหนุ่มเผา หอมเผา และกระเทียม มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี ความชื้น และความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของ Yeast and Mould และพบว่ามีเชื้อรา เท่ากับ 8.32 x 10^3, 3.72 x 10^3, < 250 และ 1.58 x 10^3 CFU/g ซึ่งเป็นปริมาณที่เกินมาตรฐาน เมื่อนำไปผสมเป็นน้ำพริกหนุ่มจึงทำให้เพิ่มปริมาณ Yeast and Mould มากขึ้น แม้ว่าจะมีรายงานว่ากระเทียมซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในน้ำพริกหนุ่มจะมีสารแอลลิซิน (Allicin) ที่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้โดยจะเข้าไปจับกับเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจของเชื้อราที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มซัลไฟดิล (Sulfidyl Group) ทำให้เอนไซม์เสียสภาพส่งผลให้กิจกรรมของเอนไซม์ลดลง หรือเข้าไปทำลายผนังเซลล์ทำให้เชื้อราถูกยับยั้ง แต่สารนี้จะไม่ทนความร้อนในการปรุงอาหาร ทำให้ฤทธิ์ในการยับยั้งลดลง (ชมรมเทคโนโลยีทางอาหารและชีวภาพ, 2002)

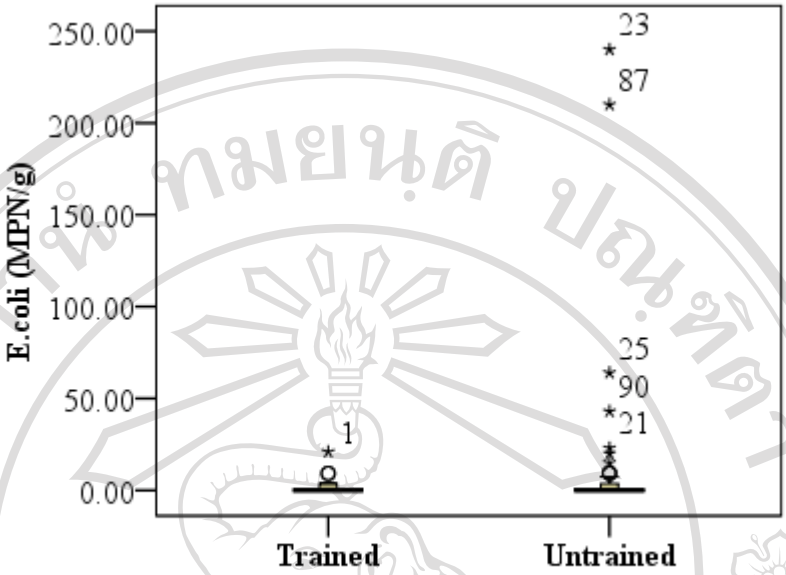
4.12 ผลวิเคราะห์ปริมาณ *E. coli*

จากตาราง 4.15 และรูป 4.12 แสดงผลวิเคราะห์ *E. coli* สำหรับค่าเฉลี่ยปริมาณ *E. coli* ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ได้รับการอบรม GMP คือ 2.51 (±5.24) MPN/g มีค่าต่ำสุด <3 MPN/g และค่าสูงสุด 21 MPN/g ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณ *E. coli* ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม GMP คือ 9.30 (±37.54) MPN/g มีค่าต่ำสุด <3 MPN/g และค่าสูงสุด 240 MPN/g เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 4.15 ผลวิเคราะห์ปริมาณ *E. coli*

Group	n	*E. coli* (MPN/g)					
		Mean	S.D.	Min	Max	t	Sig.
Trained	20	2.51	5.24	<3	21	-0.804	0.423
Untrained	74	9.30	37.54	<3	240		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 4.12 แสดงผลวิเคราะห์ปริมาณ *E. coli* ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่ม

ตาราง 4.16 ผลวิเคราะห์ปริมาณ *E. coli* เมื่อเทียบกับมาตรฐาน

Group	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (<3 MPN/g)*	จำนวนตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (>3 MPN/g)*
Trained	20	14 (70%)	6 (30%)
Untrained	74	56 (75.68%)	18 (24.32%)

หมายเหตุ * เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.16 แสดงผลวิเคราะห์ปริมาณ *E. coli* เมื่อเปรียบเทียบผลกับเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่กำหนดให้มีปริมาณ *E. coli* มีได้ไม่เกิน 3 MPN/g พบว่า กลุ่มที่ได้รับการอบรมผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 14 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่าง 20 ตัวอย่าง คิดเป็น 70% และกลุ่มที่ไม่ผ่านการอบรมผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 6

ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่าง 74 ตัวอย่าง คิดเป็น 30% เมื่อเปรียบเทียบกับผลการสำรวจของจรีย์พร (2549) ซึ่งทำการสุ่มตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มจากร้านค้าในตลาดทั้ง 6 แห่ง รวมทั้งสิ้น 34 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณ *E. coli* มีค่าตั้งแต่ < 3 ถึง 16.08 MPN/g โดยมีน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 14 ตัวอย่าง คิดเป็น 41.17% และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 20 ตัวอย่าง คิดเป็น 58.83% โดยแหล่งที่มาของ *E. coli* เป็นเชื้อที่ปนเปื้อนจากทางเดินอาหารของคน เนื่องจากสุขลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานไม่เหมาะสม กล่าวคือ หลังการเข้าห้องน้ำแล้วล้างมือไม่สะอาด แต่สามารถควบคุมได้โดยการใช้ความร้อนในกระบวนการผลิตที่ถูกต้อง การเก็บอาหารที่อุณหภูมิเหมาะสม ($\leq$ 4 °C) และการประกอบอาหารที่ถูกสุขลักษณะ (มาลัย, 2547)

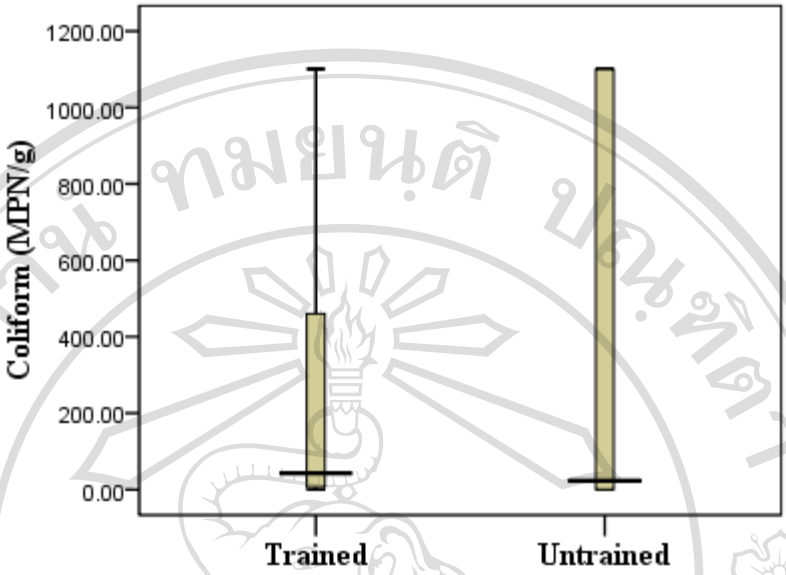
4.13 ผลวิเคราะห์ปริมาณ Coliform

จากตาราง 4.17 และรูป 4.13 แสดงผลวิเคราะห์ Coliform สำหรับค่าเฉลี่ยของปริมาณ Coliform ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ได้รับการอบรม GMP คือ 255.66 (±346.54) MPN/g มีค่าต่ำสุด <3 MPN/g และค่าสูงสุด >1100 MPN/g ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณ Coliform ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม GMP คือ 332.60 (±488.84) MPN/g มีค่าต่ำสุด <3 MPN/g และค่าสูงสุด >1100 MPN/g เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 4.17 ผลวิเคราะห์ปริมาณ Coliform

Group	n	Coliform (MPN/g)					
		Mean	S.D.	Min	Max	t	Sig.
Trained	20	255.66	346.54	<3	>1100	-0.659	0.511
Untrained	74	332.60	488.84	<3	>1100		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 4.13 ผลวิเคราะห์ปริมาณ Coliform ของตัวอย่างน้ำพริกหนุ่ม

ตาราง 4.18 ผลวิเคราะห์ปริมาณ Coliform เมื่อเทียบกับมาตรฐาน

Group	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (<500 MPN/g)*	จำนวนตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (>500 MPN/g)*
Trained	20	18 (90%)	2 (10%)
Untrained	74	58 (78.38%)	16 (21.62%)

หมายเหตุ * เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.18 เมื่อเปรียบเทียบผลการสำรวจกับเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่กำหนดให้มีปริมาณ Coliform มีได้ไม่เกิน 500 MPN/g พบว่า กลุ่มที่ได้รับการอบรมผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 18 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่าง 20 ตัวอย่าง คิดเป็น 90% และกลุ่มที่ไม่ผ่านการอบรมผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 58 ตัวอย่างจาก

จำนวนตัวอย่าง 74 ตัวอย่าง คิดเป็น 78.38% เมื่อเปรียบเทียบกับผลการสำรวจของจรีย์พร (2549) ปริมาณ Coliform ในตัวอย่างน้ำพริกหนุ่มทั้งหมด 34 ตัวอย่างจากตลาดทั้งหมด 6 แห่ง มีค่าตั้งแต่ <3 ถึง >1100 MPN/g ปริมาณ Coliform เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของของผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ซึ่งกำหนดว่าต้องน้อยกว่า 3 MPN/g พบว่ามีตัวอย่างที่เกินเกณฑ์มาตรฐาน 31 ตัวอย่างจากทั้งหมด 34 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 91.17 ซึ่ง Coliform นี้เป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกโสโครกที่มีอยู่ในสภาพแวดล้อม โดยปกติแบคทีเรียกลุ่มนี้จะอาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น เรียกว่า fecalcoliform ส่วนที่พบในดินหรือพืชเรียกว่า non-fecalcoliform ซึ่งเกิดจากเชื้อที่ปนเปื้อนจากอุจจาระแต่ต่อมาปนเปื้อนมาสู่ดินหรือน้ำ สามารถเพิ่มจำนวนได้ การพบเชื้อนี้ปนเปื้อนในอาหารแสดงถึงความสกปรกมีการสัมผัสอาหารและมีการสุขาภิบาลที่ไม่ถูกต้อง หมายความว่าในกระบวนการผลิตน้ำพริกหนุ่มอาจมีการปนเปื้อนของ Coliform เนื่องจากการผลิตที่ไม่ถูกสุขอนามัย อีกทั้งกระบวนการผลิตน้ำพริกหนุ่มบางขั้นตอนไม่ผ่านความร้อน Coliform จึงยังคงอยู่และสามารถเหลือรอดได้แม้จะผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำหรือที่ระดับแช่เยือกแข็งก็ตาม ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดและสายพันธุ์ของเชื้อ (สุมาลี, ม.ป.พ.) อย่างไรก็ตามปริมาณ Coliform ไม่ได้หมายความว่าการสุขาภิบาลอาหารไม่ดีเสมอไป ตัวอย่างเช่นผักที่ผ่านการลวก (blanching) ยังตรวจพบ Coliform เนื่องจากผักเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของแบคทีเรียเอนเทอโรแบคเตอร์ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Coliform ด้วย ดังนั้นการตรวจพบ Coliform จึงมิได้หมายความว่าเกิดการปนเปื้อนจากการผลิตเสมอไป (สุมณฑา, 2545)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณ Total plate count, Yeast and Mould, *E. coli* และ Coliform แสดงให้เห็นว่าน้ำพริกหนุ่มส่วนใหญ่มีปริมาณเชื้อเกินเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารมากแสดงว่าวัตถุดิบที่นำมาผลิตอาหารนั้นด้อยคุณภาพ หรืออาจเกิดจากการปนเปื้อนระหว่างกระบวนการผลิต การเก็บรักษาหรือการจัดจำหน่ายที่ไม่ถูกสุขอนามัย จากการสังเกตผู้ประกอบการน้ำพริกหนุ่มในตลาดพบว่า ส่วนใหญ่จำหน่ายน้ำพริกหนุ่มผลิตสดแบบตักขายโดยไม่มีมาตรการป้องกัน การปนเปื้อนโอกาสที่เชื้อหลายชนิดจากผู้บริโภคที่เดินผ่านปนเปื้อนลงในอาหารมีมาก กว่าที่อาหารจะจำหน่ายหมดอาจใช้เวลานานทำให้เชื้อโรคสร้างสารพิษในอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาจทำให้เกิดอาหารเป็นพิษได้ ผู้ประกอบการบางรายมีการผลิตและปรุงน้ำพริกในตลาดด้วยกรรมวิธีที่ไม่ถูกสุขลักษณะ น้ำพริกหนุ่มที่เหลือจากการขายแช่ไว้ในถังน้ำแข็งร่วมกับอาหารชนิดอื่นๆ โดยไม่ตระหนักถึงการปนเปื้อนข้ามจากอาหารอื่น นอกจากนี้สาเหตุของการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำพริกหนุ่มที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่มีอยู่ตามธรรมชาติในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต รังษิมา (2549) ได้รายงานผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของน้ำพริกหนุ่มพบว่า ปริมาณ Total plate count เท่ากับ $9.33x10^6$ CFU/g, Yeast and Mould เท่ากับ $1.20x10^6$ CFU/g, Coliform และ *E. coli* เท่ากับ 720 และ 6.05 MPN/g ตามลำดับ ส่วนวัตถุดิบที่ใช้ผลิต ได้แก่ พริกหนุ่มเผา มะเขือเทศต้ม หอมเผา กระเทียม และปลาร้า พบว่าปริมาณ Total plate count มีค่าตั้งแต่น้อยกว่า 250 CFU/g ถึง $4.37x10^6$ CFU/g ปริมาณ Yeast and Mould มีค่าตั้งแต่น้อยกว่า 250 CFU/g ถึง $8.32x10^3$ CFU/g, Coliform มีค่าตั้งแต่น้อยกว่า 3 ถึง 534.44 MPN/g, *E. coli* ในวัตถุดิบทุกชนิดมีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g ซึ่งแสดงว่าวัตถุดิบที่ใช้ได้แก่ มะเขือเทศต้ม หอมเผา และปลาร้าผง มีการผลิตที่ค่อนข้างสะอาด ยกเว้นพริกหนุ่มเผาซึ่งถือได้ว่าเป็นส่วนผสมหลักในน้ำพริกหนุ่มที่ต้องมีการปรับปรุง เพราะมีปริมาณ Total plate count, Yeast and Mould รวมทั้ง Coliform สูงสุด นอกจากวัตถุดิบปัจจัยอื่นที่ทำให้น้ำพริกหนุ่มมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์สูงได้แก่ สถานที่ผลิต ส่วนผสมอื่นๆ วิธีการวางจำหน่าย เป็นต้น ดังนั้นวิธีการช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มให้ได้นานขึ้น อาจต้องใช้บรรจุภัณฑ์ เช่น ใส่ถ้วยพลาสติกหรือถุงพลาสติก และการแช่เย็นร่วมด้วย ทดแทนแบบตักขาย เพื่อช่วยในการปกป้องน้ำพริกหนุ่มจากการปนเปื้อนข้าม และช่วยชลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาพบว่าส่วนใหญ่คุณภาพของน้ำพริกหนุ่มของกลุ่มที่ได้รับการอบรม GMP ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการอบรม และจากการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง พบว่าผลการตรวจวิเคราะห์ในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ค่อนข้างแตกต่างกัน แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่คงที่ ซึ่งเกิดจากขาดระบบการควบคุมคุณภาพที่ดี นอกจากนั้นยังพบว่าผู้ที่เข้าอบรมบางรายไม่ใช่ผู้ผลิตโดยตรง จึงอาจไม่ได้ถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้ผลิตได้อย่างถูกต้อง จากปัญหาดังกล่าวอาจจำเป็นต้องใช้มาตรการที่เข้มข้นขึ้นเพื่อช่วยกระตุ้นให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้ผลิตสามารถผลิตน้ำพริกหนุ่มได้คุณภาพมาตรฐานตามสุขลักษณะที่ดีของอาหาร (GMP) ตลอดจนมีการสร้างจิตสำนึกในการผลิตอาหารให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved