

ผลของการลวกโดยใช้สารเคมีและปริมาณเกลือต่อคุณภาพของพริกดอง

ปรียะทัศน์ีย์ ประไชโย¹ และ ชีรพร กงบังเกิด²

Abstract

Prachaiyo, P. and Kongbangkerd, T.

Effects of chemical blanching and salt content on quality of pickled chilli

Songklanakar J. Sci. Technol., 2007, 29(2) : 489-499

The effect of blanching agents (citric acid and alum) and the salt concentrations (10%, 15% and 20% (w/w)) on the quality of pickled chilli was studied. The results showed that both citric acid and alum had no effect on pH, titratable acidity and moisture content of pickled chilli. However, the pickled chilli blanched in alum solution had lower counts of total microorganisms and lactic acid bacteria than those of pickled chilli blanched in citric acid solution indicating that alum had greater inhibitory effect on microbial growth than citric acid. On the other hand, the salt concentration affected the moisture content of pickled chilli. The moisture content of the pickled chilli increased as the salt concentration increased. In addition, the salt concentration also affected the microbial growth in pickled chilli. The data indicated that the growth of total microorganisms and lactic acid bacteria decreased as the salt concentration increased. This study showed that the combination of using alum solution as blanching agent and 20% salt exhibited greatest inhibitory effect on microbial growth.

Key words : blanching, citric acid, alum, pickled chilli, quality

Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Muang, Phitsanulok, 65000 Thailand.

¹Ph.D. (Food Science) ²Dr. nat. techn. (Agricultural Science) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

Correspond e-mail : teerapornk@nu.ac.th

รับต้นฉบับ 9 มีนาคม 2549 รับลงพิมพ์ 22 มิถุนายน 2549

บทคัดย่อ

ปริยทัศน์ ประโชโย และ ชีรพร กงบังเกิด

ผลของการลวกโดยใช้สารเคมีและปริมาณเกลือต่อคุณภาพของพริกดอง

ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2550 29(2) : 489-499

การศึกษาผลการใช้กรดซิตริกและสารส้มในการลวกและปริมาณเกลือแกง (10% 15% และ 20 % โดยน้ำหนัก) ต่อคุณภาพของพริกดอง พบว่า สารเคมีที่ใช้ในการลวกไม่มีผลต่อค่า pH ปริมาณกรดที่ไดเตตราได้และความชื้นของพริกดอง แต่พบว่าสารส้มมีผลในการยับยั้งการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียแลคติกได้ดีกว่าการใช้กรดซิตริก ในขณะที่ปริมาณเกลือที่ใช้มีผลต่อความชื้นของพริกดอง โดยเมื่อปริมาณเกลือเพิ่มขึ้นความชื้นของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง การใช้ปริมาณเกลือที่สูงขึ้นส่งผลให้การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียแลคติกลดลง และจากการศึกษาพบว่าการใช้สารส้มในการลวกรวมกับการใช้เกลือ 20% ในการหมักพริก มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด

พริก (*Capsicum* sp.) เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่มีความสำคัญทั้งในชีวิตประจำวันและทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2547 พบว่าปริมาณการผลิตพริกใหญ่ในประเทศไทยมีปริมาณ 410,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าผลผลิต 2,471 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2548) ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของพริก ได้แก่ ราคาของผลผลิตที่ขึ้นกับฤดูกาล ในช่วงที่มีผลผลิตออกสู่ท้องตลาดมากพริกจะมีราคาตกต่ำ ถ้าผลผลิตมีมากเกินไปจะทำให้จำหน่ายไม่ทันจะก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจแก่เกษตรกรผู้ปลูกพริก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง เช่น จังหวัดพิษณุโลก นครสวรรค์ และพิจิตร เนื่องจากในบริเวณนี้มีการปลูกพริกจำนวนมากโดยเฉพาะพริกมัน (*Capsicum annuum*) ซึ่งในช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยวระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคมจะมีผลผลิตออกสู่ท้องตลาดมากเกินไปจนเกิดความต้องกร ดังนั้นการแปรรูปพริกให้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรซึ่งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้

พริกดอง (pickled chili) เป็นผลิตภัณฑ์ที่อาศัยหลักการถนอมอาหารโดยใช้ความเค็ม ในกระบวนการผลิตมีการนำพริกสดมาบดให้ละเอียดคลุกกับเกลือประมาณ 2.25-2.50 % โดยน้ำหนัก ให้เข้ากันดี จากนั้นนำไปหมักในโถงดินในสภาวะไม่มีอากาศ เป็นเวลาประมาณ 4-8 สัปดาห์ (ลัดดาวัลย์, 2536) ลักษณะเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์จะมีกรดแลคติกและสารให้กลิ่นรส จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น

พบว่าในแต่ละปีปริมาณพริกดองที่สูญเสียระหว่างการผลิตมีสูงถึง 50% ของปริมาณการผลิตทั้งหมด โดยการเสื่อมเสียเกิดจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในระหว่างการผลิต ลักษณะการเสื่อมเสียที่พบคือการเกิดแก๊สและการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตที่ไม่มีการควบคุมปริมาณเกลือ อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก นอกจากนี้กระบวนการผลิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตไม่สะอาดเพียงพอ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมามีคุณภาพไม่สม่ำเสมอและอาจไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารเคมีชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการลวกพริกและผลของปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักพริกที่มีต่อคุณภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์พริกดอง ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยยกระดับคุณภาพและมาตรฐานการผลิตพริกดองต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่ พริกมันสีแดง ผลใหญ่ ขนาดยาวประมาณ 12-15 ซม. ชื้อจากตลาดรถไฟ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิประมาณ 15°C จนกว่าจะนำมาแปรรูป ก่อนทำการหมักนำพริกมาล้างด้วยน้ำประปา คัดแยกพริกที่เน่าเสีย เด็ดขั้วและสะเด็ดน้ำโดยผึ่งให้แห้งบน

ตะแกรงสแตนเลส

2. การศึกษาชนิดสารเคมีที่ใช้ในการลวก และปริมาณเกลือแกง

ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตพริกแดง 2 ปัจจัย ได้แก่ สารเคมีที่ใช้ในการลวก 2 ชนิด ได้แก่ กรดซิตริกและสารส้ม (แอมโมเนียมอะลูมิเนียมซัลเฟต) โดยเตรียมเป็นสารละลายความเข้มข้น 1% (น้ำหนักต่อปริมาตร) (ค่า pH ประมาณ 2.0 และ 3.0 ตามลำดับ) และศึกษาปริมาณเกลือแกง 3 ระดับได้แก่ 10% 15% และ 20% (โดยน้ำหนักพริก) เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมซึ่งผลิตตามกระบวนการผลิตพริกแดงของโรงงานพริกแดงแม่แจ้ง อำเภอดงพวนหิน จังหวัดพิจิตร

3. วิธีการหมักพริก

นำพริกมันที่เตรียมได้มาลวกในสารละลายต่างๆ ที่อุณหภูมิ 90°C เวลา 5 นาที ฟึ่งให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงสแตนเลส นำไปบดกับเกลือแกงเม็ดในอัตราส่วนต่างๆ ที่กำหนดไว้ โดยใช้เครื่องบดอาหารที่อัตราเร็วสูงสุดจนละเอียด นำพริกบดที่ได้บรรจุในขวดโหลแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว สูง 7 นิ้ว และปิดทับด้วยแผ่นพลาสติกเพื่อป้องกันการสัมผัสโดยตรงกับอากาศ นำไปเก็บในตู้ที่บแสงที่อุณหภูมิห้อง (35±2°C) โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ ตัวอย่างควบคุมผลิตตามกรรมวิธีการผลิตของโรงงานพริกแดงแม่แจ้ง โดยนำพริกที่เตรียมได้จากข้อที่ 1 มาลวกในสารละลายสารส้ม 1% (โดยน้ำหนักพริก) ที่อุณหภูมิน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที นำไปบดกับเกลือแกงเม็ดในอัตราส่วนพริกต่อเกลือเท่ากับ 1 : 10 และดำเนินการหมักเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว ใน การหมักพริกแต่ละครั้งจะใช้พริกมันที่เตรียมแล้ว 2 กก.

4. การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี จุลชีววิทยา และกายภาพ

4.1 การตรวจหาคุณภาพทางเคมี โดยตรวจวิเคราะห์ค่า pH โดยใช้เครื่องวัดค่า pH (Sartorius BP-20) ปริมาณความชื้น โดยใช้เครื่องวัดความชื้นอัตโนมัติ (Sartorius MA-40) ปริมาณเกลือ โดยวิธีไตเตรทกับสารละลายซิลเวอร์ไนเตรท (AOAC, 1990) และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (กรดแลกติก) โดยใช้วิธีไตเตรท (AOAC, 1990) โดย

ทำการวิเคราะห์ผลทุก 6 วันเป็นเวลา 30 วัน

4.2 การตรวจหาคุณภาพทางจุลชีววิทยา การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Standard Plate Count agar (Merck) วิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแลกติกโดยใช้อาหาร MRS agar (Merck) และปริมาณยีสต์และราทั้งหมดใช้อาหาร Rose Bengal agar โดยวิธีการ pour plate ตามวิธีของ AOAC (1990) รายงานผลในหน่วยของ CFU/g

4.3 การตรวจหาคุณภาพทางกายภาพ วัดค่าสีของพริกแดง โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab (DP9000)

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง 3 ซ้ำ นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตัวแปรที่มีค่า significant F-values ที่ระดับนัยสำคัญ 95% เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS® เวอร์ชัน 10

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณภาพทางเคมีของพริกแดง

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่า pH ปริมาณความชื้น ปริมาณเกลือ และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ของพริกแดงที่ผลิตขึ้นหลังจากการลวกพริกโดยใช้สารละลายกรดซิตริกและสารละลายสารส้มความเข้มข้น 1% เท่ากัน และหมักโดยใช้ปริมาณเกลือแกงระดับต่างๆ แสดงดัง Table 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

ค่า pH ของพริกแดงทั้ง 7 ตัวอย่างที่ระยะเวลาหมักต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง (35±2°C) ในสภาวะปราศจากแสง แสดงใน Table 1 พบว่าค่า pH ของพริกแดงทุกตัวอย่างในระหว่างการหมักเป็นเวลา 30 วัน มีแนวโน้มคงที่ โดยในวันที่ 0 มีค่าอยู่ในช่วง 4.17-4.36 และเมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน ค่า pH อยู่ระหว่าง 4.18-4.27 จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าค่า pH ของพริกแดงที่เวลาการหมักต่างๆ ไม่มี ความแตกต่างกัน (p>0.05) ในทุกตัวอย่าง และเมื่อพิจารณาจากวันที่ทำการวิเคราะห์ พบว่าค่า pH ของแต่ละตัวอย่างที่เวลาการหมักเดียวกันไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่ศึกษาทั้งสองปัจจัยไม่มีผล

Table 1. pH values of pickled chilli produced from various blanching conditions and different salt concentrations at various times

treatment	pH* values at different fermentation time (days)					
	0	6	12	18	24	30
Control**	4.32	4.29	4.20	4.19	4.22	4.23
1% citric/10% salt	4.36	4.34	4.28	4.28	4.28	4.27
1% citric/15% salt	4.18	4.19	4.21	4.14	4.17	4.17
1% citric/20% salt	4.17	4.23	4.21	4.15	4.18	4.18
1% alum/10% salt	4.31	4.39	4.28	4.25	4.26	4.27
1% alum/15% salt	4.30	4.31	4.31	4.25	4.28	4.23
1% alum/20% salt	4.19	4.18	4.26	4.24	4.22	4.23

* Means within the same row and column are not significantly different ($p>0.05$).

** Control = blanched in 1% alum solution at 100°C for 5 minutes and added 10% salt

Table 2. Moisture contents (%) of pickled chilli produced from various blanching conditions and different salt concentrations at various times

treatment	Moisture contents* (%) at different fermentation time (days)					
	0	6	12	18	24	30
Control**	78.18 ^{a,b}	78.05 ^{b,b}	78.43 ^{ab,b}	80.26 ^{a,a}	80.90 ^{ab,a}	81.72 ^{a,a}
1% citric/10% salt	78.41 ^{a,c}	79.69 ^{a,c}	80.44 ^{a,bc}	82.22 ^{a,ab}	82.42 ^{a,ab}	83.11 ^{a,a}
1% citric/15% salt	75.51 ^{ab,c}	76.77 ^{bc,bc}	76.99 ^{bc,abc}	77.31 ^{bc,abc}	78.36 ^{bc,ab}	78.93 ^{b,a}
1% citric/20% salt	75.47 ^{ab,ns}	74.90 ^{d,ns}	74.47 ^{de,ns}	74.90 ^{c,ns}	75.56 ^{de,ns}	75.65 ^{cd,ns}
1% alum/10% salt	78.40 ^{a,ns}	77.79 ^{b,ns}	78.44 ^{ab,ns}	79.80 ^{ab,ns}	80.74 ^{ab,ns}	81.17 ^{a,ns}
1% alum/15% salt	75.01 ^{ab,c}	75.75 ^{cd,bc}	75.83 ^{cd,bc}	76.02 ^{c,bc}	77.28 ^{cd,ab}	77.72 ^{bc,a}
1% alum/20% salt	73.79 ^{b,ns}	72.54 ^{e,ns}	73.13 ^{e,ns}	72.67 ^{e,ns}	73.67 ^{e,ns}	73.55 ^{d,ns}

* Means within the same column (the first superscript) and row (the second superscript) not sharing a common letter are significantly different ($p<0.05$).

** Control = blanched in 1% alum solution at 100°C for 5 minutes and added 10% salt

Table 3. Salt concentrations (%) of pickled chilli produced from various blanching conditions and different salt concentrations at various times

treatment	Salt concentrations* (%) at different fermentation time (days)					
	0	6	12	18	24	30
Control**	6.88	6.43	6.59	6.22	7.04	7.03
1% citric/10% salt	6.84	6.25	6.27	6.83	7.10	7.10
1% citric/15% salt	9.59	9.18	9.46	9.00	9.27	9.08
1% citric/20% salt	11.49	11.11	11.26	11.02	11.14	10.62
1% alum/10% salt	7.56	7.07	7.12	7.51	7.30	7.06
1% alum/15% salt	9.16	9.15	9.54	9.58	9.64	8.82
1% alum/20% salt	11.71	11.49	12.17	12.10	12.31	11.59

* Means within the same row are not significantly different ($p>0.05$).

** Control = blanched in 1% alum solution at 100°C for 5 minutes and added 10% salt

Table 4. Titratable acidity (%) (as lactic acid) of pickled chilli produced from various blanching conditions and different salt concentrations at various times

treatment	Titratable acidity* (%) (as lactic acid) at different fermentation time (day)					
	0	6	12	18	24	30
Control**	0.42	0.41	0.47	0.42	0.45	0.43
1% citric/10% salt	0.40	0.39	0.42	0.46	0.42	0.40
1% citric/15% salt	0.40	0.39	0.41	0.42	0.43	0.40
1% citric/20% salt	0.38	0.37	0.37	0.37	0.36	0.35
1% alum/10% salt	0.40	0.38	0.38	0.44	0.39	0.38
1% alum/15% salt	0.38	0.35	0.34	0.39	0.37	0.35
1% alum/20% salt	0.39	0.34	0.32	0.36	0.34	0.33

* Means within the same row and column are not significantly different (p>0.05).

** Control = blanched in 1% alum solution at 100°C for 5 minutes and added 10% salt

ต่อค่า pH ซึ่งจะเห็นได้จากพริกดองที่ใช้ระดับความเข้มข้นของเกลือเท่ากันแต่ใช้สารเคมีในการลวกแตกต่างกัน จะมีค่า pH ที่ไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากสารเคมีที่ใช้ในการลวกทั้งสองชนิด ได้แก่ กรดซิตริกและสารส้มนั้น เมื่อละลายน้ำแล้วต่างมีฤทธิ์เป็นกรดเช่นเดียวกัน (Anonymous, 2005a) จึงส่งผลให้ค่า pH ของพริกดองไม่แตกต่างกัน ส่วนพริกดองที่ใช้สารเคมีในการลวกชนิดเดียวกันแต่ใช้เกลือในปริมาณที่ต่างกัน พบว่ามีค่า pH ที่ไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน

ค่าความชื้นของพริกดองที่ผลิตขึ้นทั้ง 7 ตัวอย่างที่ระยะเวลาหมักต่างๆ ที่อุณหภูมิห้องใน Table 2 แสดงให้เห็นว่าในวันที่ 0 ค่าความชื้นของตัวอย่างพริกดองมีค่าอยู่ในช่วง 73.79% - 78.41% โดยตัวอย่างที่ลวกด้วยกรดซิตริกและใช้เกลือ 10% มีค่าความชื้นสูงสุดคือ 78.41% และตัวอย่างที่ลวกด้วยสารส้ม และใช้เกลือ 20% มีค่าความชื้นต่ำสุดคือ 73.79% เมื่อระยะเวลาหมักนานขึ้นพบว่าความชื้นของทุกตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้น จากผลที่ได้จะเห็นว่าปริมาณเกลือมีผลต่อความชื้นของพริกดองดังจะเห็นได้จากสังเกตได้จากตัวอย่างที่มีการเติมเกลือ 10% มีค่าความชื้นสูงกว่าตัวอย่างที่มีการเติมเกลือ 15% และตัวอย่างที่มีการเติมเกลือ 20% ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากเกลือเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการดึงน้ำออกจากอาหาร ดังนั้นเมื่อเติมเกลือลงในอาหารจึงส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี (a_w) และความชื้นของอาหารลดลง (Fennema, 1996) นอกจากนี้

นี้ค่าความชื้นของพริกดองเพิ่มขึ้นในระหว่างการหมักอาจเป็นผลมาจากการที่เซลล์พริกที่เกิดการฉีกขาดระหว่างการแปรรูปทำให้ของเหลวที่อยู่ภายในเซลล์ไหลออกมา และเกลือที่เติมลงไปก่อให้เกิดความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างภายในและภายนอกเซลล์พริก จึงเกิดการแพร่ของน้ำออกจากเซลล์ ทำให้ค่าความชื้นของพริกดองในระหว่างการหมักเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าชนิดของสารเคมีที่ใช้ลวกไม่มีผลต่อค่าความชื้น ซึ่งจะเห็นได้จากตัวอย่างที่มีการเติมเกลือในปริมาณเท่ากัน แต่ใช้สารในการลวกแตกต่างกัน พบว่าค่าความชื้นของพริกดองไม่มีความแตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาจากปริมาณเกลือในพริกดองแต่ละตัวอย่างใน Table 3 จะเห็นว่าปริมาณเกลือที่แตกต่างกันเป็นผลมาจากความแตกต่างของความเข้มข้นของเกลือที่ใช้ในการหมัก (10% 15% และ 20% ตามลำดับ) โดยพบว่าปริมาณเกลือในทุกตัวอย่างมีค่าลดลงเมื่อเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น การลดลงของปริมาณเกลือในตัวอย่างนี้เป็นผลมาจากปริมาณความชื้นในตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากเซลล์พริกเกิดการฉีกขาดและผลจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติกทำให้น้ำที่อยู่ในเซลล์พริกแพร่ออกมา และสอดคล้องกับการที่ค่าความชื้นของพริกดองเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น

ใน Table 4 พบว่าตัวอย่างพริกดองมีปริมาณกรดแลคติกเริ่มต้นอยู่ระหว่าง 0.38% - 0.42% โดยตัวอย่างควบคุมมีปริมาณกรดสูงสุด และตัวอย่างที่ลวกด้วยกรดซิตริกและใช้เกลือ 20% และตัวอย่างที่ลวกด้วยสารส้มและใช้เกลือ

15% มีค่าต่ำสุด แต่ปริมาณกรดของแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ในระหว่างการหมักที่อุณหภูมิห้อง พบว่าปริมาณกรดในพริกดองแต่ละตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลง นอกจากนี้ยังพบว่าพริกดองที่ผลิตโดยการลวกด้วยสารส้มและใช้ปริมาณเกลือระดับต่างๆ มีค่าปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่ลวกด้วยกรดซิตริกที่ใช้ปริมาณเกลือในระดับเดียวกัน ถึงแม้ว่าค่าที่ได้จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าตัวอย่างพริกดองที่ผลิตโดยการลวกด้วยสารส้มและใช้เกลือ 20% เป็นตัวอย่างที่มีปริมาณกรดต่ำที่สุดและมีค่าต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างพริกดองที่ลวกด้วยกรดซิตริกและใช้ปริมาณเกลือ 10% และ 15% แสดงให้เห็นว่าสารส้มมีผลต่อปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในพริกดอง นอกจากนี้การที่ค่าปริมาณกรดที่ไตเตรทได้มีค่าใกล้เคียงกันตั้งแต่เริ่มต้นและวันที่ 30 ซึ่งวิเคราะห์เป็นวันสุดท้ายโดยไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) จึงอาจเป็นไปได้ว่าพริกดองที่ผลิตขึ้นนี้ไม่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการหมักของแบคทีเรียแลคติก อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีเพียงอย่างเดียวจะยังไม่สามารถสรุปได้ในขั้นนี้ จึงต้องอาศัยการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ในขั้นต่อไปเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาสรุปได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. คุณภาพทางจุลชีววิทยาของพริกดอง

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของพริกดองโดย

วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณแบคทีเรียแลคติก และปริมาณยีสต์และรา แสดงดัง Table 5 6 และ 7 ตามลำดับ เนื่องจากค่าเหล่านี้สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการบ่งบอกถึงระดับการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้ ผลิตภัณฑ์อาหารที่จัดว่าเสื่อมเสียจะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดประมาณ $10^6 - 10^8$ CFU/g ปริมาณแบคทีเรียแลคติก $>10^7$ CFU/g และปริมาณยีสต์และรา $>10^7$ CFU/g ซึ่งค่านี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นกับชนิดของอาหารและชนิดของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง (Jay, 2000)

จากการทดลอง พบว่าในวันที่ 0 พริกดองทั้ง 7 ตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง $1.5 \times 10^3 - 8.7 \times 10^3$ CFU/g ดังแสดงใน Table 5 โดยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแต่ละตัวอย่างมีปริมาณเริ่มต้นใกล้เคียงกัน เมื่อเวลาการหมักเพิ่มขึ้นพบว่าพริกดองทั้ง 7 ตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น และเมื่อหมักเป็นเวลา 30 วัน พบว่าพริกดองทั้ง 7 ตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดระหว่าง $3.0 \times 10^4 - 1.5 \times 10^7$ CFU/g โดยตัวอย่างควบคุมมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในพริกดองที่รีดเม้นต์อื่นๆ แต่จากข้อมูลนี้ไม่สามารถบอกได้ว่าพริกดองตัวอย่างใดมีการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์มากที่สุดเนื่องจากพริกดองแต่ละตัวอย่างมีปริมาณเชื้อตั้งต้นไม่เท่ากัน จึงได้นำค่า $\log N/N_0$ มาประกอบการพิจารณา โดยค่า $\log N/N_0$ เป็นค่าที่แสดง

Table 5. Total microbial counts of pickled chilli produced from various blanching conditions and different salt concentrations at various times

treatment	Total microbial count (CFU/g)					
	fermentation period (day)					
	0	6	12	18	24	30
Control**	6.6×10^3 ^a	1.0×10^6 ^{ab}	4.2×10^7 ^a	2.5×10^7 ^{ab}	1.9×10^7 ^a	1.5×10^7 ^a
1% citric/10% salt	8.7×10^3 ^a	3.2×10^6 ^a	3.4×10^7 ^{ab}	4.5×10^7 ^a	1.2×10^6 ^b	4.4×10^6 ^a
1% citric/15% salt	3.4×10^3 ^a	3.5×10^5 ^b	5.0×10^6 ^{bc}	9.7×10^6 ^{ab}	1.3×10^6 ^b	3.0×10^6 ^a
1% citric/20% salt	1.5×10^3 ^a	6.1×10^3 ^b	1.3×10^6 ^c	7.0×10^6 ^b	7.5×10^6 ^b	2.0×10^6 ^a
1% alum/10% salt	2.8×10^3 ^a	1.6×10^5 ^b	1.2×10^7 ^{abc}	2.2×10^7 ^{ab}	7.7×10^6 ^b	1.5×10^6 ^a
1% alum/15% salt	2.0×10^3 ^a	3.0×10^3 ^b	8.1×10^6 ^{bc}	2.7×10^6 ^b	4.4×10^6 ^b	1.1×10^6 ^a
1% alum/20% salt	2.1×10^3 ^a	2.5×10^3 ^b	2.5×10^6 ^c	2.5×10^4 ^b	7.5×10^4 ^b	3.0×10^4 ^a

Means within the same column not sharing a common superscript are significantly different ($p<0.05$).

** Control = blanched in 1% alum solution at 100°C for 5 minutes and added 10% salt

Table 6. Lactic acid bacteria counts of pickled chilli produced from various blanching conditions and different salt concentrations at various times

treatment	Lactic acid bacteria (CFU/g)					
	fermentation period (day)					
	0	6	12	18	24	30
Control**	1.0x10 ^{3a}	2.5x10 ^{5a}	1.9x10 ^{7a}	1.8x10 ^{7ab}	2.1x10 ^{7a}	2.0x10 ^{6a}
1% citric/10% salt	1.4x10 ^{3a}	5.2x10 ^{5a}	1.8x10 ^{7a}	4.0x10 ^{7a}	6.8x10 ^{6b}	1.3x10 ^{6a}
1% citric/15% salt	2.1x10 ^{2a}	4.8x10 ^{4a}	3.6x10 ^{6a}	3.5x10 ^{6b}	3.2x10 ^{5b}	1.2x10 ^{6a}
1% citric/20% salt	1.1x10 ^{2a}	8.9x10 ^{2a}	2.9x10 ^{4a}	5.9x10 ^{5b}	2.2x10 ^{5b}	3.2x10 ^{4a}
1% alum/10% salt	6.1x10 ^{2a}	8.4x10 ^{4a}	1.0x10 ^{7a}	1.2x10 ^{7b}	5.5x10 ^{6b}	6.4x10 ^{5a}
1% alum/15% salt	6.8x10 ^{2a}	1.7x10 ^{3a}	4.2x10 ^{5a}	2.0x10 ^{6b}	1.5x10 ^{6b}	1.0x10 ^{6a}
1% alum/20% salt	6.5x10 ^{2a}	3.5x10 ^{2a}	2.8x10 ^{4a}	9.1x10 ^{3b}	4.3x10 ^{4b}	3.0x10 ^{4a}

Means within the same column not sharing a common superscript are significantly different (p<0.05).

** Control = blanched in 1% alum solution at 100°C for 5 minutes and added 10% salt

Table 7. Yeast and mold counts of pickled chilli produced from various blanching conditions and different salt concentrations at various times

treatment	Yeast and mold count (CFU/g)					
	fermentation period (day)					
	0	6	12	18	24	30
Control**	<10	1.3x10 ^{5a}	2.6x10 ^{6a}	1.4x10 ^{6ab}	8.9x10 ^{6a}	2.6x10 ^{6a}
1% citric/10% salt	<10	1.6x10 ^{5a}	2.9x10 ^{6a}	2.9x10 ^{6a}	9.7x10 ^{5b}	2.6x10 ^{6a}
1% citric/15% salt	<10	8.4x10 ^{3a}	8.8x10 ^{4a}	4.7x10 ^{4b}	2.0x10 ^{6b}	1.5x10 ^{6a}
1% citric/20% salt	<10	5.0x10 ^{2a}	2.3x10 ^{3a}	2.5x10 ^{4b}	1.7x10 ^{5b}	2.1x10 ^{5a}
1% alum/10% salt	<10	1.2x10 ^{4a}	1.3x10 ^{6a}	1.3x10 ^{6ab}	1.4x10 ^{6b}	1.0x10 ^{5a}
1% alum/15% salt	<10	3.0x10 ^{2a}	1.5x10 ^{4a}	5.5x10 ^{6b}	3.3x10 ^{5b}	3.4x10 ^{5a}
1% alum/20% salt	<10	<10	1.3x10 ^{4a}	6.6x10 ^{3b}	9.7x10 ^{3b}	5.6x10 ^{3a}

Means within the same column not sharing a common superscript are significantly different (p<0.05).

** Control = blanched in 1% alum solution at 100°C for 5 minutes and added 10% salt

สัดส่วนการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในช่วงเวลาหนึ่งซึ่งคำนวณจากค่า log ของปริมาณจุลินทรีย์ในวันที่ 30 หารด้วยปริมาณจุลินทรีย์ตั้งต้น พบว่า ค่า log N/N₀ ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างพริกดองมีค่าอยู่ระหว่าง 1.15-3.36 (ไม่ได้แสดงข้อมูล) โดยตัวอย่างควบคุมมีค่า log N/N₀ สูงสุดคือ 3.36 ในขณะที่ตัวอย่างพริกดองที่ผลิตโดยการลวกพริกด้วยสารส้มและใช้เกลือ 20% มีค่าต่ำสุดคือ 1.15 ซึ่งหมายความว่า ตัวอย่างนี้มีการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำที่สุด ในขณะที่ตัวอย่างควบคุมมีการ

เพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงที่สุดและผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าชนิดสารเคมีที่ใช้ในการลวกมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยตัวอย่างพริกดองที่ผลิตโดยการลวกด้วยกรดซิตริกมีค่า log N/N₀ สูงกว่าตัวอย่างพริกดองที่ผลิตโดยการลวกด้วยสารส้มที่ใช้ปริมาณเกลือในการหมักที่ระดับเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ปริมาณเกลือในระดับที่สูงขึ้นมีผลทำให้การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดในพริกดองลดลงมากขึ้น

ปริมาณแบคทีเรียแลคติกของพริกดองในระหว่างการ

หมักแสดงใน Table 6 พบว่าในวันที่ 0 พริกแดงทั้ง 7 ตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) เช่นเดียวกับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่วิเคราะห์ได้มีค่าต่ำกว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพียงเล็กน้อย ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ในพริกแดงเป็นแบคทีเรียแลคติก ทั้งนี้เนื่องจากการมีปริมาณเกลือที่ค่อนข้างสูงและมีสถานะเป็นกรดจึงอาจยับยั้งการเจริญของเชื้อชนิดอื่น ๆ เมื่อเวลาการหมักตัวอย่างนานขึ้นพบว่าปริมาณแบคทีเรียแลคติกในตัวอย่างเพิ่มขึ้น เมื่อเวลาผ่านไป 30 วันพบว่าพริกแดงทั้งหมดมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกอยู่ระหว่าง $3.0 \times 10^4 - 2.0 \times 10^6$ CFU/g โดยตัวอย่างควบคุมมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกสูงสุด และจากการหมักพบว่าปริมาณของแบคทีเรียแลคติกมีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในรูปของกรดแลคติก เมื่อปริมาณแบคทีเรียแลคติกเพิ่มขึ้น พบว่าปริมาณกรดที่ไตเตรทได้มีค่าสูงขึ้นในระยะเวลาเดียวกัน จากการคำนวณค่า $\log N/N_0$ ของแบคทีเรียแลคติก พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.66-3.76 โดยตัวอย่างพริกแดงที่ผลิตโดยการลวกพริกด้วยสารส้มและใช้เกลือ 20% มีการเพิ่มปริมาณของแบคทีเรียแลคติกต่ำที่สุด และพบว่าชนิดของสารเคมีที่ใช้ในการลวกมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียแลคติกเช่นเดียวกัน โดยตัวอย่างที่ใช้กรดซิตริกในการลวกมีค่า $\log N/N_0$ สูงกว่าตัวอย่างที่ลวกด้วยสารส้มที่ใช้ปริมาณเกลือในการหมักระดับเดียวกัน และพบว่าปริมาณเกลือมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียแลคติกในพริกแดง โดยตัวอย่างที่ใช้เกลือ 20% มีค่า $\log N/N_0$ ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่มีปริมาณเกลือในระดับต่ำกว่าปริมาณยีสต์และราในพริกแดงทั้ง 7 ตัวอย่างในระหว่างการหมักแสดงใน Table 7 พบว่าในวันที่ 0 พริกแดงทั้ง 7 ตัวอย่างมีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/g เมื่อเวลาในการหมักนานขึ้นพบว่าปริมาณยีสต์และราเพิ่มขึ้น โดยเมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน ปริมาณยีสต์และราในพริกแดงมีค่าอยู่ระหว่าง $5.6 \times 10^3 - 2.6 \times 10^6$ CFU/g โดยตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างพริกแดงที่เตรียมโดยการลวกพริกด้วยกรดซิตริกและใช้ปริมาณเกลือ 10% มีปริมาณยีสต์และเชื้อรามากที่สุด อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองยังไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนถึงผลของชนิดสารเคมีที่ใช้ในการลวกต่อปริมาณยีสต์และเชื้อรา เนื่องจากค่า $\log N/N_0$ ของแต่ละตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงโดยไม่มีทิศทางที่แน่นอน

แต่เมื่อพิจารณาจากปริมาณเกลือที่ใช้ในระดับที่สูงขึ้นของตัวอย่างพริกแดงที่ใช้กรดซิตริกและสารส้มในการลวกพบว่าปริมาณยีสต์และรามีแนวโน้มต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมเมื่อเวลาการหมักนานขึ้น

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าชนิดของสารเคมีที่ใช้ลวกและปริมาณเกลือมีผลต่อคุณภาพทางจุลชีววิทยาของพริกแดง โดยสารส้มมีแนวโน้มในการยับยั้งการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียแลคติกและยีสต์และราดีกว่ากรดซิตริก เนื่องจากสารส้มเมื่อละลายน้ำแล้วจะมีคุณสมบัติเป็นกรดทำให้ระบบการทำงานของจุลินทรีย์เสียสภาพและเมื่อแตกตัวสารส้มจะให้สารประกอบที่มีประจุบวก (NH_4^+) ซึ่งเมื่อรวมตัวกับประจุลบของโปรโตพลาสซึมในเซลล์จุลินทรีย์ ทำให้เกิดเป็นสารประกอบที่เป็นพิษกับจุลินทรีย์ นอกจากนี้เมื่อละลายน้ำแล้วสารส้มยังให้สารประกอบของ HSO_3^- ซึ่งเป็นผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ (Jay, 2000)

ในส่วนของปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งสามชนิดลดลง เนื่องจากเกลือมีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์หลายทาง เช่น การดึงน้ำออกจากอาหารทำให้ปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ลดลงและความเข้มข้นของเกลือที่สูงอาจมีผลทำให้จุลินทรีย์สูญเสียน้ำออกจากเซลล์เนื่องจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติกและอาจทำให้เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาโบลิซึมต่างๆ เกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ (Ray, 2000) จากผลการทดลอง พบว่าการใช้สารส้มลวกร่วมกับเกลือ 20% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการออกฤทธิ์เสริมกันของสารทั้งสองชนิด นอกจากนั้นผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ยังอาจเกิดจากส่วนของน้ำมันหอมระเหยในพริกที่มีรายงานว่าสามารถยับยั้งจุลินทรีย์บางชนิดได้ (Meena and Sethi, 1994; Hirasu and Takemasa, 1998)

3. ค่าสีของพริกแดง

การวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์อาหารโดยทั่วไปนิยมใช้ระบบการวัดสีอินเตอร์ ซึ่งพิจารณาค่าสีของผลิตภัณฑ์จากค่า 3 ค่า ได้แก่ค่า L^* , a^* และ b^* โดยค่า L^* หมายถึงค่าความสว่างของสี โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 -100 โดยค่า 0 หมายถึงวัตถุสีดำ และค่า 100 หมายถึงวัตถุสีขาว ค่า a^* ใช้กำหนดสีแดงหรือสีเขียว โดยค่าบวกแสดงว่าวัตถุมีสีออกแดง

ค่าลบหมายถึงวัตถุดิบสีออกเขียว ค่า b^* ใช้กำหนดค่าสีเหลืองหรือน้ำเงิน โดยค่าบวกแสดงว่าวัตถุดิบสีออกเหลือง ค่าลบหมายถึงวัตถุดิบสีออกน้ำเงิน (เพ็ญศรี และคณะ, 2540) ในที่นี้จะแสดงผลเฉพาะค่า L^* และค่า a^* ของพริกดอง แสดงดัง Table 8 และ 9 ตามลำดับ

Table 8 แสดงค่า L^* ของพริกดองในระหว่างการหมัก ในวันที่ 0 ค่า L^* ของพริกดองมีค่าอยู่ระหว่าง 28.82-30.34 โดยตัวอย่างควบคุมมีค่าสูงสุด แต่ค่า L^* ทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) และค่า L^* ของแต่ละตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นและลง ในวันที่ 30 พบว่าพริกดองทุก

ตัวอย่างยังคงมีค่า L^* ของสีใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้นโดยมีสีแดงคล้ำ

Table 9 พบว่าในวันที่ 0 ค่า a^* ของพริกดองทุกตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกันโดยอยู่ระหว่าง 32.82-34.67 และมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นและลงเช่นเดียวกับค่า L^* และที่เวลาหมัก 30 วัน พบว่าทุกตัวอย่างมีค่า a^* ลดลงเล็กน้อยโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 32.23-33.93 แต่ไม่มีความแตกต่างกันจากค่าเริ่มต้น ($p>0.05$)

จากการที่พริกดองเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสีผสมระหว่างสีเหลืองและแดง รงควัตถุหลักที่พบมากในพริกคือคีโตแคโร-

Table 8. L^* values of pickled chilli produced from various blanching conditions and different salt concentrations at various times

treatment	L^* value of pickled chilli										
	fermentation period (day)										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Control**	30.34	30.63	30.56	30.68	30.33	30.51	30.57	30.49	30.37	32.19	30.78
1% citric/10% salt	29.97	30.00	30.60	30.31	30.19	29.96	29.68	30.25	30.36	30.86	29.73
1% citric/15% salt	29.09	29.02	29.08	29.22	29.22	29.77	29.35	29.39	29.15	30.27	28.80
1% citric/20% salt	28.82	28.63	29.10	29.17	28.88	29.56	29.10	29.05	29.35	29.58	29.03
1% alum/10% salt	29.79	29.75	29.96	30.15	29.68	29.98	29.74	29.96	29.95	30.86	29.49
1% alum/15% salt	29.20	28.99	29.17	29.36	29.00	29.62	29.44	30.13	29.95	30.53	29.37
1% alum/20% salt	29.18	28.66	29.60	28.74	28.96	28.98	29.02	29.02	28.72	29.61	28.71

Means within the same row and column are not significantly different ($p>0.05$)

** Control = blanched in 1% alum solution at 100°C for 5 minutes and added 10% salt

Table 9. a^* values of pickled chilli produced from various blanching conditions and different salt concentrations at various times

treatment	a^* value of pickled chilli										
	fermentation period (day)										
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Control**	33.81	34.38	34.53	34.09	34.38	33.57	33.46	33.68	33.73	33.82	32.23
1% citric/10% salt	34.17	34.97	34.04	34.48	34.40	34.04	34.14	33.69	30.31	34.10	33.63
1% citric/15% salt	32.82	33.43	33.08	32.86	32.61	33.06	32.93	33.07	32.97	34.08	32.58
1% citric/20% salt	33.88	34.29	34.13	33.89	33.81	33.99	33.46	33.87	33.84	34.02	33.19
1% alum/10% salt	34.20	34.94	34.59	35.04	34.87	33.24	35.04	34.69	34.53	35.61	33.93
1% alum/15% salt	34.12	34.67	33.97	34.06	34.01	34.25	34.05	33.81	34.20	34.49	33.82
1% alum/20% salt	34.67	34.50	34.35	33.93	33.93	33.57	33.87	33.73	34.19	35.03	33.39

Means within the same row and column are not significantly different ($p>0.05$)

** Control = blanched in 1% alum solution at 100°C for 5 minutes and added 10% salt

ทีนอยด์ (keto-carotenoid) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ไฮดรอกซิลคีโต (hydroxyl-keto) ของแคโรทีนอยด์ (Anonymous, 2005b) พริกในสกุล *Capsicum* sp. มีรงควัตถุหลัก 3 ชนิดได้แก่ แคปแซนทิน (capsanthin) แคปโซรูบิน (capsorubin) และคริปโตแคปซิน (cryptocapsin) (Ahmed *et al.*, 2002) แคปแซนทินและแคปโซรูบินเป็นรงควัตถุที่ทำให้พริกมีสีออกแดง ในขณะที่คริปโตแคปซินมีสีออกเหลือง (Anonymous, 2005c) จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าค่า a^* ของพริกแดงมีเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักแต่ค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาจากสีที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าจะพบว่าพริกแดงมีสีคล้ำลงกว่าขณะเริ่มต้นการหมัก การเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้นในพริกแดงในระหว่างการหมักนั้นอาจมีสาเหตุหลักมาจากการลดลงของปริมาณเม็ดสี ซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของรงควัตถุที่มีมากในพริก ได้แก่ คีโตแคโรทีนอยด์ Fennema (1996) รายงานว่าแคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่มีความคงตัวต่อความร้อนในระหว่างกระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษา แต่ไม่คงตัวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน เนื่องจากโครงสร้างของสารประกอบแคโรทีนอยด์มีพันธะคอนจูเกตไม่อิ่มตัวที่ต่อกันเป็นสายยาว (unsaturated conjugated chain) ดังนั้นการสลายตัวของแคโรทีนอยด์อาจเกิดได้เมื่อสัมผัสกับสารที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้แก่ แสง อากาศ สารออกซิไดซ์ซึ่งและรีดิวซ์ (Anonymous, 2005) และการฉีกขาดของเซลล์พริกส่งผลให้รงควัตถุเหล่านี้มีโอกาสเกิดออกซิเดชันมากขึ้น นอกจากนั้นการสลายตัวของสารประกอบแคโรทีนอยด์อาจเกิดจากเอนไซม์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (lipoxygenase) ซึ่งกลไกการทำงานของเอนไซม์กลุ่มนี้ส่งผลทางอ้อมต่อการสลายตัวของแคโรทีนอยด์ เอนไซม์ไลพอกซีจีเนสเป็นตัวเร่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งปฏิกิริยานี้จะได้สารเปอร์ออกไซด์เป็นผลิตภัณฑ์และเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับแคโรทีนอยด์ทำให้เกิดการลดลงของเม็ดสีได้

สรุปผลการทดลอง

การใช้สารส้มลวกพริกร่วมกับการใช้เกลือปริมาณ 20% ในการผลิตพริกแดงจะให้พริกแดงที่มีคุณภาพที่ดีที่สุดและการใช้กรดซิตริกและสารส้มในการลวกไม่มีผลต่อ ค่า pH

ปริมาณกรดที่โตเตรทได้และปริมาณความชื้นของพริกแดง แต่สารส้มให้ผลในการยับยั้งการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียแลคติกและยีสต์และรายได้ดีกว่าการใช้กรดซิตริก ปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักมีผลต่อความชื้นของพริกแดง โดยการใช้ปริมาณเกลือในระดับที่สูงขึ้นมีผลทำให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลง และมีผลทำให้การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียแลคติกลดลง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเครือข่ายวิจัยภาคเหนือตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยประจำปี พ.ศ. 2548

เอกสารอ้างอิง

- เพ็ญศรี ทองนพคุณ ธนญา ตรึงตราจิตกุล และวิภา คุณาวิวัฒน์. 2540. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีการวัดสี. ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ สำนักงานพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว กรุงเทพฯ. 37 น.
- นิรนาม. 2548. สารส้ม (deodorant-natural alum). สืบค้นจาก <http://drug.pharmacy.psu.ac.th>. วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2548.
- ลัดดาวัลย์ รัศมีทัต. 2536. จุลชีววิทยากับอุตสาหกรรมอาหาร. ใน "จุลชีววิทยาทางอาหาร". น. 201-204. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2548. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2547. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สืบค้นจาก <http://www.oae.go.th/statistic/yearbook47/> วันที่ 15 มิถุนายน 2548.
- Ahmed, J., Shivhare, U.S. and Ramaswamy, H.S. 2002. A fraction conversion kinetic model for thermal degradation of color in red chilli puree and paste. LWT 35 : 497-503.
- Anonymous. 2005a. Alum (Aluminium sulfate: Al₂(SO₄)). Available: <http://www.perigee.net/~jrjohns/aluma.html>. [February 28, 2005].
- Anonymous. 2005b. Carotenoids defined. Available : <http://www.zealutien.com/Carotenoids.html>. [February 1, 2006].

- Anonymous. 2005c. Capsanthin and capsorubin. Available : <http://www.zealutien.com/CapsaCapso.html>. [February 1, 2006].
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Hirasa, K. and Takemasa, M. 1998. Spice Science and Technology. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Fennema, O.R. 1996. Food Chemistry, 3rd Ed. Marcel Dekker, Inc. New York. pp 673-681.
- Jay, J.M. 2000. Modern Food Microbiology, 6th Ed. Aspen publisher, Inc., Maryland. pp. 123-130.
- Meena, M.R. and Sethi, V. 1994. Antimicrobial activity of essential oils from spices. J. Food Sci. Technol. 31 : 68-71.
- Ray, B. 2000. Fundamental Food Microbiology, 2nd Ed. CRC press, New York. pp. 109-118.
- Rinzler, C. A. 2001. The New Complete Book of Herbs, Spices & Condiments. Checkmark Books, New York. pp. 95 - 97.
- Severini, C., Baiano, A., De Pilli, T., Romaniello, R. and Drrossi, A. 2003. Prevention of enzymatic browning in sliced potatoes by blanching in boiling saline solutions. Lebensmittel u. Wissenschaft 36 : 657-665.