

การศึกษากรรมวิธีการผลิตหน่อไม้เปรี้ยวบรรจุขวด

Study on Process of Canned Fermented Bamboo Shoot

กุลวดี ทรงพานิชย์¹ ชิดชม ฮีรางะ กาญจนิจ วาจนะวินิจ และอุไร เผ่าสังข์ทอง

Kulvadee Trongpanich, Chidchom Hiraga,

Kanchanich Vachanavinich and Urai Phawsungtong

ABSTRACT

With the studies on fermentation of bamboo shoot in the rice washing residue solution, the 1% and 5% sucrose solution. It was found that the rate of fermentation in the residue solution from rice washing was the slowest, while the rate of fermentation in the 5% sucrose solution was the fastest. Addition of 2.5% sodium chloride helped fastening the rate of reaction, while the addition of 10% sodium chloride solution slow down the rate. However, 10% sodium chloride helped preserving the bamboo shoot prior packaging and thermal process. Fermentation of bamboo shoot in the sucrose solutions gave the product whiter color than those fermented in rice washing residue solution. Occurrence of lactic acid and changing in pH of the products were very fast at the first few days. Afterward the pH was maintained at 3.0 - 3.6

The organoleptic test was carried out with the Hedonic scale scoring. It was found that there was no statistical significant difference between samples which fermented in the rice washing residue, 1% and 5% sucrose solution which all had been added 10% sodium chloride, 5% sucrose solution with 2.5% sod. chlorolide, 5% sucrose solution without salt, and the market sample. However, the total score of the fermented bamboo shoot fermented in 1% sucrose solution with addition of 10% sodium chloride was the highest.

With the study on the thermal process of the bottled fermented bamboo shoot, it was found that, with the 8 Oz. containers, the pasteurization at 212°F for 15 mins was enough for the safety of the products.

Key words : fermentation, bamboo shoot product

บทคัดย่อ

ได้ทดลองผลิตหน่อไม้เปรี้ยวในน้ำซาวข้าวสารละลายน้ำตาลทรายความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 5 พบว่า อัตราการหมักดองในน้ำซาวข้าวซาวที่สุกและการดองในสารละลาย

น้ำตาลทรายร้อยละ 5 เร็วที่สุด การเติมเกลือลงไป ในสารละลายที่ใช้ในการหมักดองในปริมาณร้อยละ 2.5 จะช่วยให้อัตราการหมักเร็วขึ้นที่สุด และการเติมเกลือในปริมาณร้อยละ 10 จะทำให้อัตราการหมักดองช้าที่สุด และช่วยรักษาหน่อไม้ไม่ให้เสียก่อนกรรมวิธีการบรรจุ

¹ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และฆ่าเชื้อได้นานกว่า 3 เดือน สีของหน่อไม้เปรี้ยวที่คองในสารละลายน้ำตาลทรายจะมีสีขาวกว่าหน่อไม้เปรี้ยวที่คองในน้ำข้าวข้าว การเกิดกรดแลคติกและการเปลี่ยนแปลงในเรื่อง pH ของผลิตภัณฑ์จะเกิดอย่างรวดเร็วในระยะ 2-3 วันแรก หลังจากนั้นอัตราก็จะช้าลง โดยมี pH อยู่ในช่วง 3.0 - 3.8

จากการทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้การให้คะแนนแบบ Hedonic scale พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตัวอย่างที่ใช้น้ำข้าวข้าวสารละลายน้ำตาลความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 5 ซึ่งทั้งหมดมีเกลือป่นอยู่ร้อยละ 10 สารละลายน้ำตาลทรายความเข้มข้น ร้อยละ 5 ซึ่งมีเกลือป่นอยู่ร้อยละ 2.5 และไม่มีเกลือป่นอยู่เลยและตัวอย่างหน่อไม้เปรี้ยวที่ซื้อจากตลาด ทุกรูปแบบ รวมทุกคุณลักษณะของหน่อไม้เปรี้ยวที่คองในสารละลายน้ำตาลทรายความเข้มข้นร้อยละ 1 และมีเกลือผสมอยู่ร้อยละ 10 มีคะแนนสูงสุด

จากการทดลองนำหน่อไม้เปรี้ยวมาบรรจุขวดขนาด 8 ออนซ์ และฆ่าเชื้อ พบว่าการพาสเจอร์ไรซ์ที่ 212°F. นาน 15 นาที ก็เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีในผลิตภัณฑ์

คำนำ

หน่อไม้เปรี้ยวเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปอย่างหนึ่งจากหน่อไม้ ซึ่งคนไทยนิยมใช้ประกอบเป็นอาหารพื้นบ้านมาช้านานแล้ว การทำหน่อไม้เปรี้ยวเป็นวิธีการถนอมหน่อไม้อย่างหนึ่งในช่วงระยะเวลาสั้น เพื่อใช้บริโภคนอกฤดูกาลของหน่อไม้สด วิธีทำหน่อไม้เปรี้ยวนี้น่าแบบชาวบ้านทั่วไปใช้หน่อไม้ฝัดง 3 กก. น้ำข้าวข้าว 5 ถ้วย และเกลือ 1 1/2 ถ้วยโดยละลายเกลือในน้ำข้าวข้าวแล้วเทน้ำผสมนี้ลงไปคองหน่อไม้ที่หั่นเป็นชิ้นบางๆ ในไห ใช้ระยะเวลาคองนาน 1 เดือน จึงใช้รับประทานได้ AIT (1987) ก็แนะนำกรรมวิธีทำหน่อไม้เปรี้ยวคล้ายคลึงกันแต่ใช้เกลือเพียง 1 ถ้วยกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

(2527) ได้เผยแพร่วิธีทำหน่อไม้คองโดยใช้หน่อไม้ฝัดง 25 กก. เกลือ 25 กรัม หรือประมาณ 2 ช้อนโต๊ะ และแป้งข้าวเจ้า 1 ช้อนโต๊ะ ปอกเปลือกหน่อไม้ล้างน้ำหั่นเป็นชิ้นตามขวางแล้วล้างน้ำอีก 2-3 ครั้ง แขน้ำทิ้งไว้ 1 คืน นำขึ้นผึ่งให้สะเด็ดน้ำ แต่ถ้าเป็นหน่อไม้พันธุ์ที่ไม่มีรสขมให้หมักเกลือและแป้งได้ทันที และใช้ของหมักทับไว้ หน่อไม้ที่หมักกับเกลือและแป้ง จะใช้ระยะเวลาหมักถึง 60 วัน จึงจะใช้รับประทานได้ การคองหน่อไม้ นอกจากจะคองเพื่อใช้รับประทานกันในครัวเรือนแล้ว ยังมีการผลิตเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กภายในบ้าน เพื่อส่งออกจำหน่ายตามตลาดสดภายในประเทศ

ในปัจจุบันถึงแม้อาหารไทยจะได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นจากชาวต่างชาติ และชาวเอเชียมีการอพยพย้ายถิ่นไปอยู่ในต่างประเทศเพิ่มขึ้นซึ่งทำให้ปริมาณการส่งออกวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบอาหารเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากคุณภาพและอายุการเก็บของหน่อไม้เปรี้ยวค่อนข้างสั้น มีการเสียนองจากเชื้อราและหนอนน้ำส้ม มีวิธีการผลิตหน่อไม้เปรี้ยวไม่แน่ชัด ใช้ระยะเวลาในการหมักนานเกินไป กรรมวิธีการผลิตแบบพื้นบ้าน ตลอดจนวัตถุดิบที่ใช้ในการคองเช่น น้ำข้าวข้าว ก็ทำให้ยากต่อการขยายตัวเป็นอุตสาหกรรมใหญ่ได้ ทำให้ปริมาณการส่งออกของหน่อไม้เปรี้ยวน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับหน่อไม้กระป๋องและหน่อไม้แห้ง

ประเทศไต้หวันได้วางมาตรฐานแห่งชาติเรื่องหน่อไม้คองไว้ทั้งในรูปคองเค็ม (Brine-cured bamboo shoot) ซึ่งกำหนดให้มีปริมาณเกลืออยู่ในเนื้อผลิตภัณฑ์มากกว่าร้อยละ 18 ในขณะที่น้ำเกลือจะต้องมีความเข้มข้นมากกว่า 20°Baume' ที่ 20°C. (CNS, 1984) และในรูปคองเปรี้ยว โดยกำหนดให้มีปริมาณเกลือไม่มากกว่าร้อยละ 8 และมีกรดแลคติกไม่มากกว่าร้อยละ 1.5 (CNS, 1985)

การคองเปรี้ยว เพื่อให้เกิดกรดแลคติกจะมีจุลินทรีย์หลายชนิดทั้งแบคทีเรียและราเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตให้เป็นกรดแลคติก Prescott and Dunn (1959) ได้กล่าวถึงปริมาณเกลือเริ่มต้นที่ใช้ในการ

คงว่ามีทั้งร้อยละ 8 และร้อยละ 10.6 แต่ปฏิกิริยาการหมักจะเกิดอย่างรวดเร็วที่การหมักซึ่งใช้เกลือในปริมาณต่ำกว่ามากกว่าการใช้เกลือในปริมาณสูง ในขณะที่เดียวกัน การใช้เกลือในปริมาณต่ำก็อาจจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีโอกาสเสีย อันเนื่องมาจากการเจริญเติบโตของ undesirable bacteria และลักษณะเนื้อจะไม่กรอบเท่ากับการหมักเกลือในปริมาณร้อยละ 10.6 โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าหมักในห่อที่มีอุณหภูมิสูง การเติมน้ำตาลลงไปในการละลายที่ใช้หมักร้อยละ 1 ในขณะที่เริ่มต้นการหมัก จะช่วยเร่งปฏิกิริยาการหมักให้เร็วขึ้น

การเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์และการเกิดกรดจะเร็วที่สุดที่ความเข้มข้นของเกลืออยู่ที่ร้อยละ 2-5 อัตราเร็วของการหมักจะลดลงพร้อมกับการลดปริมาณของ undesirable microorganism เมื่อปริมาณของเกลือเท่ากับร้อยละ 7.5 หรือมากกว่านั้น อุณหภูมิที่เหมาะสมในการหมักขึ้นอยู่กับชนิดของแบคทีเรียที่ใช้ในการหมักเช่น 45°C. สำหรับ *Lactobacillus* และ 30°C. สำหรับ *Streptolactis* การหมักจะเป็นไปแบบไร้อากาศ ระยะเวลาที่ใช้หมักประมาณ 1-6 วัน สำหรับ lactic acid fermentation หรือ 2-6 สัปดาห์ สำหรับผักและผลไม้ดอง (Prescott and Dunn, 1959)

การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาหากรรมวิธีที่เหมาะสมในการทำหน่อไม้เปรี้ยวให้เป็นระบบอุตสาหกรรมโดยพัฒนากรรมวิธีการผลิตและการบรรจุให้ถูกต้องและถูกสุขลักษณะ มีการศึกษาถึงอัตราการเกิดกรดแลคติกการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ ลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตลอดจนความชอบ และการยอมรับของผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมวัตถุดิบ

นำหน่อไม้ผัดสดที่ซื้อจากตลาดมาปอกเปลือกและผ่าเน่าส่วนที่แข็งออก หลังจากนั้นนำหน่อไม้มาล้างน้ำและหั่นเป็นแผ่นบางๆ ด้วยเครื่องหั่นบางโดยให้มี

ความหนาประมาณ 2 มม. จากนั้นนำไปใส่ในโหลดองเดิมสารละลายที่ใช้ดองที่เตรียมไว้ลงไป ปริมาตร 2 เท่าของหน่อไม้ แล้วทับด้วยของหนักเพื่อให้หน่อไม้อยู่ในสารละลายหมักในอุณหภูมิห้อง มีการสูบลมตัวอย่างออกมาเป็นช่วงระยะเวลาเพื่อศึกษาอัตราความเร็วในการหมักดอง

2. ศึกษาความแตกต่างของอัตราความเร็วในการดองของสารละลายที่ใช้ดองที่ต่างกัน

สารละลายที่ใช้ดองเพื่อการศึกษาครั้งนี้ มี 3 ชนิด คือ

2.1 น้ำซาวข้าวซึ่งมีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 0.37 ตามวิธีวิเคราะห์ AOAC (1984)

2.2 สารละลายน้ำตาลทราย (sucrose solution) ซึ่งมีความเข้มข้นร้อยละ 1

2.3 สารละลายน้ำตาลทราย (sucrose solution) ซึ่งมีความเข้มข้นร้อยละ 5

3. ศึกษาถึงอิทธิพลของเกลือแกง (sodium chloride, NaCl) ที่มีต่ออัตราการหมักดอง

นำเกลือแกงใส่ลงไปในการละลายที่ใช้ดองในข้อ 2.1-2.3 ในความเข้มข้น ร้อยละ 2.5, 5 และ 10 แล้วศึกษาถึงอัตราความเร็วในการดอง โดยมีรหัสของตัวอย่างดังต่อไปนี้

A = น้ำซาวข้าว ผสมเกลือแกงร้อยละ 10

B = สารละลายน้ำตาลทรายร้อยละ 1 ผสมเกลือแกงร้อยละ 10

C = สารละลายน้ำตาลทรายร้อยละ 5 ผสมเกลือแกงร้อยละ 10

D = น้ำซาวข้าวผสมเกลือแกงร้อยละ 5

E = สารละลายน้ำตาลทรายร้อยละ 1 ผสมเกลือแกงร้อยละ 5

F = สารละลายน้ำตาลทรายร้อยละ 5 ผสมเกลือแกงร้อยละ 5

G = น้ำซาวข้าวผสมเกลือแกงร้อยละ 2.5

Table 1 The quantitative analysis of lactic acid producing microorganisms of fermented bamboo shoot during fermentation.

Days	Rice washing residue				1 % sucrose solution				5 % sucrose solution			
	NaCl, %				NaCl, %				NaCl, %			
	0 ^(J)	2.5 ^(G)	5 ^(D)	10 ^(A)	0 ^(K)	2.5 ^(A)	5 ^(E)	10 ^(B)	0 ^(L)	2.5 ^(I)	5 ^(F)	10 ^(C)
0	1.4x10 ³	3.7x10 ³	6.9x10 ³	7x10 ³	2.2x10	1.6x10 ³	3.8x10 ³	4.8x10 ³	1.4x10 ³	9.6x10	3.1x10 ³	5.3x10 ³
1	2	3.9x10 ³	1.2x10 ³	4.1x10	2.1x10 ²	5.9x10	1.7x10 ³	2x10	2	3.1x10	6x10	2x10 ³
2	-	-	-	2x10 ²	-	-	2.4x10	3.1x10	1	-	-	-
5	2x10	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1x10
7	4x10	2x10 ²	-	9.6x10	4x10	-	6.2x10 ²	2.9x10 ³	-	-	1.8x10 ³	1
9	4.3x10	-	1.4x10 ²	1.1x10 ³	1.4x10 ²	-	3x10 ²	1.2x10 ³	1x10 ²	-	5x10 ²	1.4x10 ²
12	1x10 ²	-	5	1	3.5 x 10 ²	-	4	3	6 x 10	1	7	4
13	-	1.1x10 ⁴	4.2x10 ²	3.5x10 ²	1.6x10 ²	6.4x10 ³	3.2x10 ²	1.1x10 ²	-	2.6x10 ²	6.4x10 ³	8.4x10 ²
14	-	6	3.6x10 ³	5x10	2x10 ²	-	1.5x10 ³	3x10	-	-	4.2x10 ²	2.1x10 ²
15	-	-	-	1.1x10	3.1x10 ²	6	3.2x10 ²	6	-	2x10	3x10 ²	5.6x10 ²
16	6x10 ²	5	-	1	1x10 ³	-	3	1	-	-	4	2.7 x 10
19	-	-	5.4x10 ³	-	6x10 ²	1.2x10 ³	3x10	-	-	-	6 x 10	2
23	3.8x10	-	-	3	9.4x10 ²	-	4	1	-	5.4x10 ²	-	-
28	-	-	-	-	3.3x10 ²	-	3x10	-	-	4.4x10 ²	-	-
30	-	-	-	-	5x10	-	3x10	-	-	-	-	-
Smell	Bad	Bad	Good	Good	Bad	Bad	Good	Good	Good	Good	Good	Good
Film yeast	X	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-

H = สารละลายน้ำตาลทรายร้อยละ 1 ผสมเกลือแกง ร้อยละ 2.5

I = สารละลายน้ำตาลทรายร้อยละ 5 ผสมเกลือแกง ร้อยละ 2.5

อัตราความเร็วในการดอง วัดโดยวิเคราะห์หา ปริมาณของกรดแลคติก (AOAC, 1984) ความเป็น กรด-ต่าง (pH) ของหน่อไม้ด้วยเครื่องวัด pH-meter

Table 2 The average CIE Lab coordinates and difference of fermented bamboo shoot samples compared to the market sample.

Treatments	DE*	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*
A	5.53	4.36	0.20	3.35	3.39	-0.11
B	4.96	3.22	-1.03	3.58	3.62	0.95
C	6.40	6.15	-1.70	0.13	0.21	1.63
D	6.05	6.00	0.62	0.33	0.37	-0.57
E	2.34	2.05	-0.71	-0.85	-0.87	0.71
F	5.24	4.81	-1.87	-0.76	-0.66	1.84
G	5.59	5.49	-0.16	1.04	1.04	0.19
H	7.77	7.71	0.31	0.83	0.85	-0.27
I	6.83	6.45	-1.02	-1.98	-1.99	1.04
J	4.85	4.53	0.03	-1.71	-1.72	-0.07
K	7.43	7.33	-0.17	1.24	1.22	0.31
L	5.43	4.05	-1.55	3.21	3.28	1.41
Market sample	-	L*= 69.26	a*= 0.33	b*= 12.39	C*= 12.47	H= 88.34

Note DE = Total color difference
 $= E^* ab = [(L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$
 L* = Lightness
 a* = Red/green axis
 b* = Yellow/blue axis
 C* = Chroma
 H* = Hue
 D- = Difference in

(Orion Research, model 231) และจำนวนแลคติกแอส ลิตแบคทีเรียในสารละลายที่ใช้ดองในระหว่างการดอง (de Man et al., 1960)

4. ศึกษาถึงความแตกต่างของสีของผลิตภัณฑ์หน่อไม้เปรี้ยว

โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่กำหนดในตลาดสด โดยเครื่องวัดสี ACS-spectro sensor II (Applied color systems, Inc.)

5. ทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค

โดยเลือกตัวอย่างที่สามารถเก็บไว้ในสารละลาย ที่ใช้ดองนานมากกว่า 3 เดือน (93 วัน) โดยไม่เสีย นำมาประกอบอาหารและชิมเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ซื้อ จากตลาดสด นำทุกตัวอย่างมาล้างน้ำ 2 ครั้ง ก่อนนำไป ผัดกับไก่ ใช้เครื่องปรุงรสที่มีปริมาณเท่ากันในการปรุงรส แล้วให้นักวิจัยคนไทย จำนวน 12 ท่าน เป็นผู้ชิม โดย ให้คะแนนความชอบในเรื่องสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และ การยอมรับ 1-9 คะแนนตามแบบ Hedonic scale โดย 1 คะแนน เป็นคะแนนความชอบและการยอมรับ น้อยที่สุด 9 คะแนน เป็นคะแนนความชอบและการยอมรับสูงสุด นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแตกต่างทาง สถิติ โดยใช้วิธี Duncan's multiple range test

6. ศึกษากรรมวิธีที่จำเป็นในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในหน่อไม้เปรี้ยวบรรจุขวด

โดยนำตัวอย่างหน่อไม้ เปรี้ยวมาบรรจุในขวดที่ สะอาดโดยมีน้ำหนักเนื้อ/น้ำหนักสุทธิเท่ากับร้อยละ 65 ใล่อากาศปิดฝา และฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่ 212°ฟ ตัวอย่าง หน่อไม้บรรจุขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว นำไปตรวจวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ต่อไป จนได้ระยะเวลาฆ่าเชื้อที่ สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสียและเป็นพิษ ต่อผู้บริโภคได้ ทำซ้ำ 2 ครั้ง ในแต่ละระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ

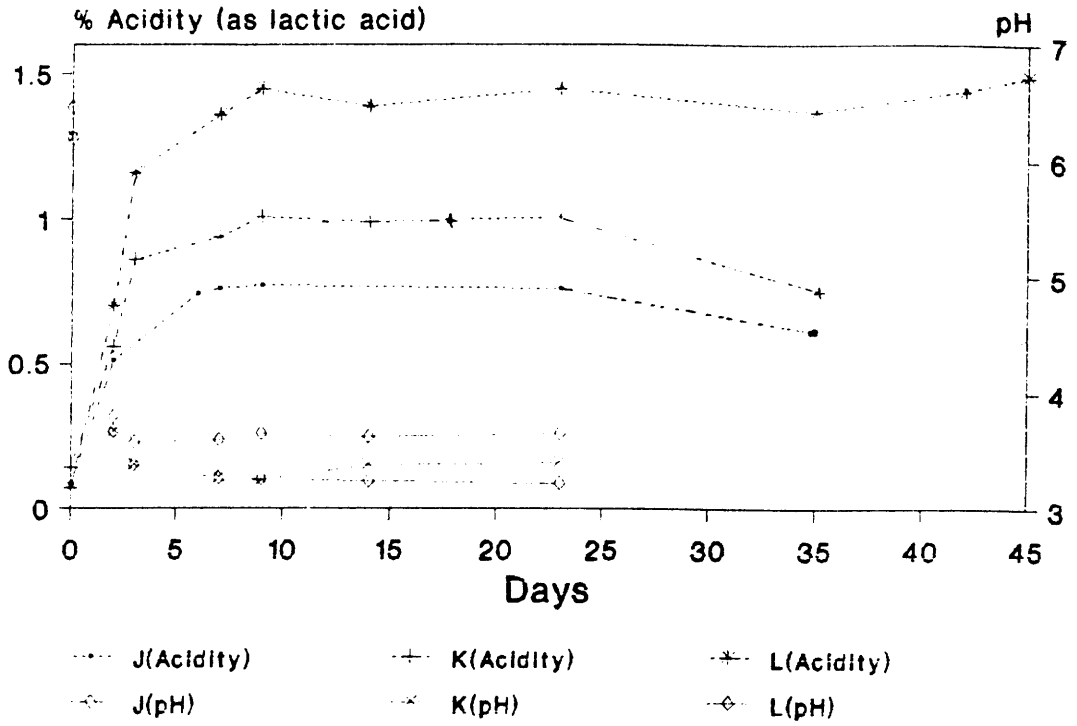


Figure 1 Rate of fermentation of fermented bamboo shoot in different media.

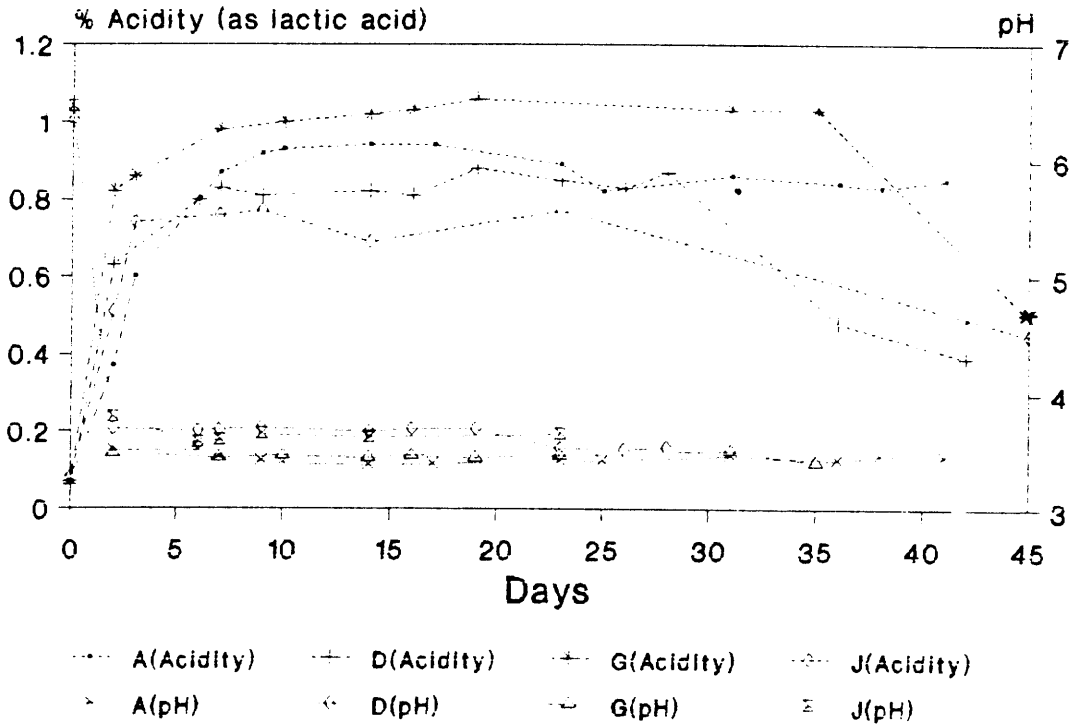


Figure 2 Rate of fermentation of fermented bamboo shoot in the residue solution from rice washing.

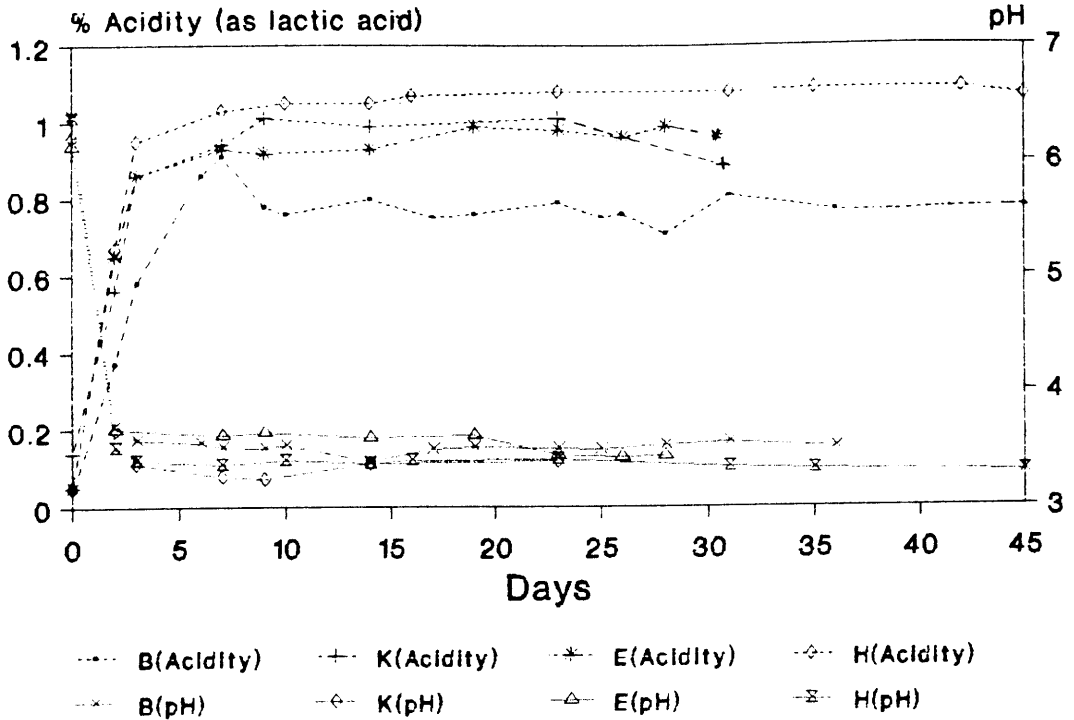


Figure 3 Rate of fermentation of fermented bamboo shoot in 1% sucrose solution.

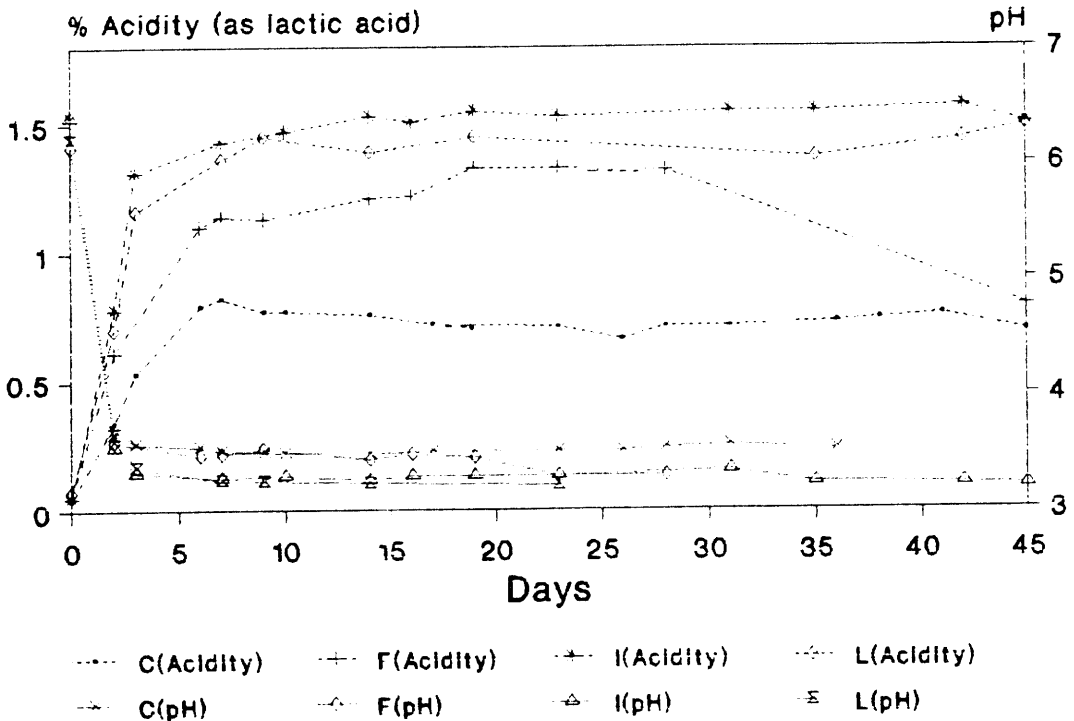


Figure 4 Rate of fermentation of fermented bamboo shoot in 6% sucrose solution.

Table 3 The mean scores of organoleptic test of fried fermented bamboo shoot samples with chicken.

Treatments	Color	Texture	Odor	Taste	Acceptability	Total
A	6.25a	6.58*	6.17a	6.00a	6.08a	31.08
B	6.42a	6.75a	6.00a	6.50a	6.33a	32.00
C	6.83a	6.00a	6.17a	6.33a	6.13a	31.46
I	6.63a	5.92a	5.75a	5.58a	5.75a	29.63
L	6.50a	6.17a	5.75a	5.42a	5.58a	29.42
Market	6.50a	6.00a	5.33a	5.42a	5.67a	28.92
mean	6.52	6.24	5.86	5.88	5.92	30.42

Inacolumn, meansfollowedbyacommon letter are not significantly different at the 5% level.

ผลและวิจารณ์

1. ความแตกต่างของอัตราการเร็วในการดองของสารละลายที่ใช้ดองที่ต่างกัน

ผลของการดองหน่อไม้ในน้ำข้าวข้าวสารละลายน้ำตาลทรายความเข้มข้นร้อยละ 1 และสารละลายน้ำตาลทรายความเข้มข้นร้อยละ 5 ได้แสดงไว้ใน Figure 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการดองในสารละลายน้ำตาลทราย (5%) มีอัตราการดองสูงสุด เนื่องจากมีปริมาณของกรดแลคติกเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วงระยะเวลาการหมักเท่ากัน ปริมาณกรดแลคติกถูกสร้างขึ้นสูงสุดถึงร้อยละ 1.45 ภายในระยะเวลาเพียง 9 วัน ซึ่งจากปริมาณกรดที่เกิดขึ้นมากนี้เองทำให้หน่อไม้เปรี้ยวที่ดองในสารละลายนี้สามารถเก็บไว้ในสารละลายนี้นานกว่า 3 เดือน (93 วัน) โดยไม่เสียสารละลายน้ำตาลทราย (1 %) ให้อัตราการเร็วในการหมักกรองลงมาและน้ำข้าวข้าวให้อัตราการเร็วในการหมักต่ำสุด โดยให้ปริมาณกรดแลคติกร้อยละ 1.01 และ 0.76 ตามลำดับ ในระยะเวลาดอง 21 วัน หลังจากนั้นปริมาณกรดก็ลดลง และเริ่มเสียเนื่องจาก film yeast

2. อิทธิพลของเกลือแกงที่มีต่ออัตราการหมักของหน่อไม้เปรี้ยว

Figure 2 แสดงถึงอิทธิพลของเกลือแกงในน้ำข้าวข้าวที่มีต่อการหมักดอง จะเห็นว่าการเติมเกลือลงไป ในน้ำข้าวข้าว ร้อยละ 2.5 (G) จะให้อัตราการหมักสูงสุดในขณะที่น้ำข้าวข้าวที่ไม่มีการเติมเกลือเลย (J) ให้กรดแลคติกต่ำสุด การเติมเกลือลงไปร้อยละ 5 (D) จะเกิดกรดแลคติกเร็วกว่าการเติมเกลือร้อยละ 10 (A) ในระยะ 6 วันแรกเท่านั้น หลังจากนั้นอัตราการเร็วจะลดน้อยลงกว่า A การเติมเกลือลงไป ในน้ำข้าวข้าวร้อยละ 5 เพื่อใช้ดองหน่อไม้ นั้น หน่อไม้จะเริ่มเสีย หลังจากดองไปได้เพียง 3 สัปดาห์ สำหรับตัวอย่างที่ไม่ได้เติมเกลือเลย และ 4 สัปดาห์ สำหรับที่เติมเกลือ โดยเริ่มมีกลิ่นไม่ดี แต่การเติมเกลือลงไปร้อยละ 10 จะช่วยรักษาไม่ให้หน่อไม้เสีย นานกว่า 3 เดือน Figure 3 แสดงถึงอิทธิพลของเกลือในสารละลายน้ำตาลทรายความเข้มข้นร้อยละ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเกลือในปริมาณร้อยละ 2.5 จะให้อัตราการหมักเร็วที่สุด อัตราการหมักจะช้าลงเมื่อเพิ่มปริมาณของเกลือเป็นร้อยละ 5 และ 10 ตามลำดับ อัตราการหมักของสารละลายที่เติมเกลือ ร้อยละ 5 และไม่เติมเลยใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามการเติมเกลือร้อยละ 10 จะช่วยรักษาหน่อไม้ไว้ได้นานกว่า 3 เดือน

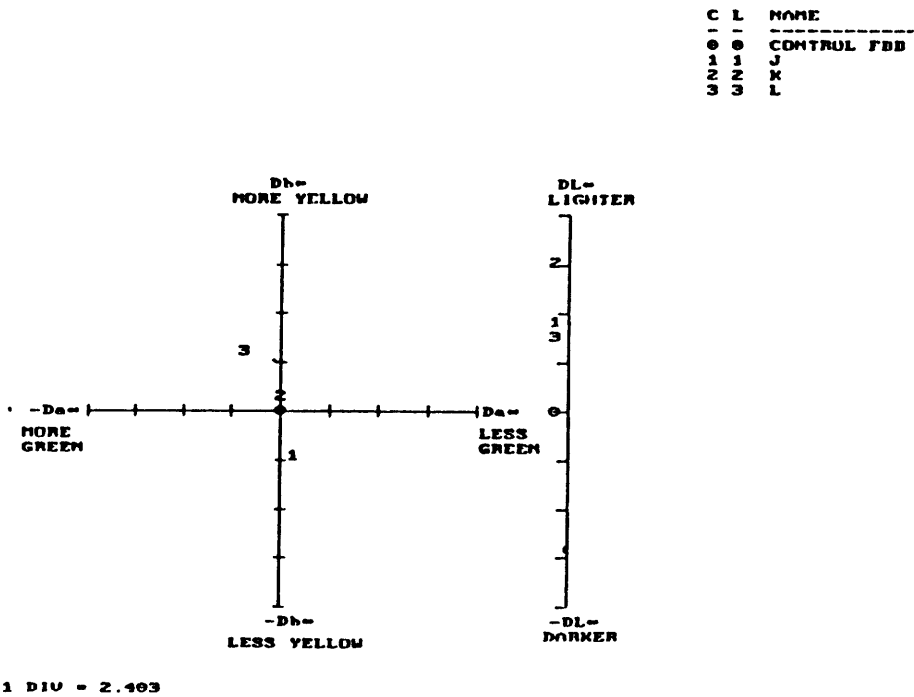
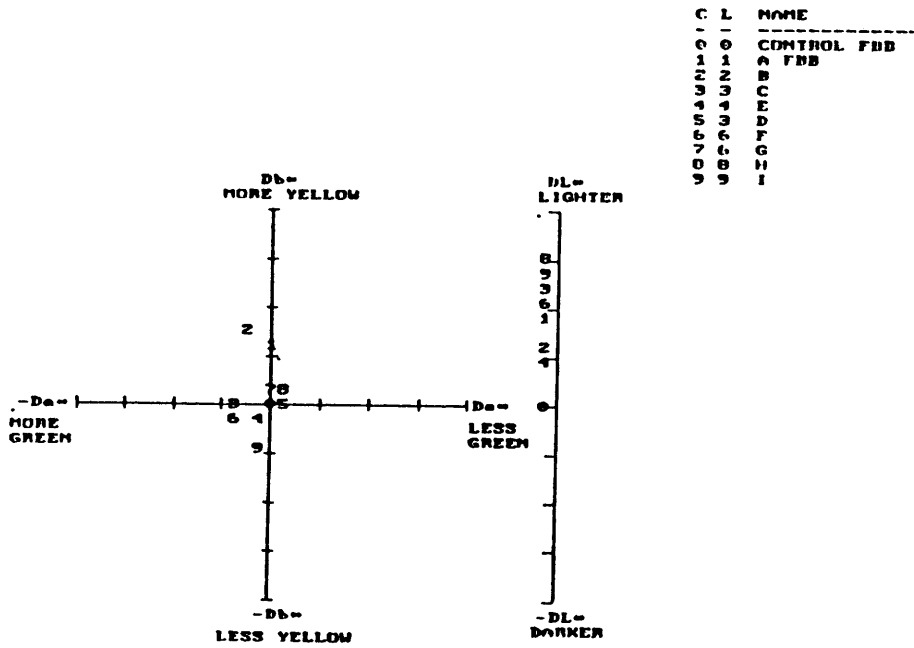


Figure 5 The DL*, Da* and Db* of fermented bamboo shoot samples as compared to the market sample.

Table 4 The thermal process data of bottled fermented bamboo shoot samples.

Initial temperature, °F	=	142.5
process temperature, °F	=	212
process time, min.	=	15
Rate of heat penetration, fh, min	=	15.5
Thermal death time, F_{212}^{18} , min	=	3.79
Lag factor, jch	=	1

ในขณะที่ตัวอย่างไม่ได้เติมเกลือเลย จะเสียเมื่อคงไปได้เพียง 21 วัน และตัวอย่างที่เติมเกลือร้อยละ 2.5 และ 5 จะเสียเมื่อคงไปได้ 45 วัน และ 28 วัน ตามลำดับ

Figure 4 ได้แสดงถึงอิทธิพลของเกลือในสารละลายน้ำตาลทราย ความเข้มข้นร้อยละ 5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการหมักในสารละลายน้ำตาลทรายที่มีการเติมเกลือร้อยละ 2.5 ให้อัตราการหมักเร็วที่สุด รองลงมาได้แก่ สารละลายที่ไม่เติมเกลือเลย สารละลายที่เติมเกลือร้อยละ 5 และสารละลายที่เติมเกลือร้อยละ 10 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามมีหน่อไม้ในสารละลายที่ไม่เติมเกลือและสารละลายที่เติมเกลือร้อยละ 2.5 และ 10 เท่านั้นที่สามารถเก็บไว้ได้นานกว่า 3 เดือน โดยไม่เสีย นอกนั้นอีก 2 ตัวอย่างปริมาณกรดจะเริ่มลดลงหลังจากคงไปได้ 45 วัน

ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของหน่อไม้ต้องทุกตัวอย่างจะลดลงอย่างรวดเร็ว หลังจากคงได้เพียง 2 วัน หลังจากนั้น pH ก็เปลี่ยนแปลงน้อยมากโดยจะคงอยู่ที่ 3.0-3.6

จากการสังเกตระยะเวลาที่ตัวอย่างหน่อไม้เปรี้ยวเริ่มเสีย พบว่า ตัวอย่างหน่อไม้ที่คงในสารละลายน้ำตาลทราย ความเข้มข้นร้อยละ 5 ที่ไม่มีเกลือผสมอยู่เลย (L) และที่มีเกลือผสมอยู่ร้อยละ 2.5 (I) และร้อยละ 10 (C) สามารถเก็บไว้ได้นานที่สุด ถึง 135 วัน (4 1/2 เดือน) ในขณะที่น้ำข้าวข้าวและสารละลายน้ำตาลความเข้มข้นร้อยละ 1 ที่มีเกลือผสมอยู่ร้อยละ 10 (A

และ B) จะแสดงอาการเสียภายหลังเก็บไว้นาน 114 วัน (3.8 เดือน) ตัวอย่างนอกเหนือจากนี้ไม่สามารถเก็บไว้ได้นานกว่า 3 เดือน

จากการวิเคราะห์ปริมาณของจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลคติกในสารละลายที่ใช้คง โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS ได้แสดงไว้ใน Table 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า จุลินทรีย์มีปริมาณลดลงและเพิ่มขึ้นเป็นช่วงๆ ซึ่งสันนิษฐานว่าในระหว่างการหมักจะมีจุลินทรีย์บางชนิดได้ตายไป และมีจุลินทรีย์ชนิดอื่นเริ่มเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณตามสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไป สำหรับตัวอย่างที่หมักในสารละลายน้ำตาลทราย ความเข้มข้นร้อยละ 5 และไม่ได้เติมเกลือเลย (L) เนื่องจากปริมาณกรดที่เกิดขึ้นเร็วมากในระยะเวลาสั้นและมากเกินไปจนจุลินทรีย์ที่มีอยู่ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้กรดที่ถูกสร้างขึ้นก็ยิ่งมากพอที่จะทำให้หน้าที่เป็น preservative ป้องกันไม่ให้ wild microorganism เจริญเติบโตได้ ทำให้สามารถรักษาหน่อไม้ไว้ไม่ให้เสียได้

3. การวิเคราะห์ความแตกต่างในด้านสีของผลิตภัณฑ์หน่อไม้เปรี้ยว

ผลจากการวัดสีตัวอย่างหน่อไม้เปรี้ยวภายหลังการหมัก 45 วัน โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างหน่อไม้เปรี้ยวที่ซื้อมาจากตลาดสดได้แสดงไว้ใน Table 2 และ Figure 5 เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างหน่อไม้เปรี้ยวที่ซื้อจากตลาด พบว่า ทุกตัวอย่างที่ทดลองผลิตขึ้นมีความสว่าง (lightness) กว่าตัวอย่างที่ซื้อจากตลาด ตัวอย่างที่คงในสารละลายน้ำตาลทรายความเข้มข้นร้อยละ 5 ทุกตัวอย่าง และตัวอย่างที่คงในสารละลายน้ำตาลทรายความเข้มข้นร้อยละ 1 ซึ่งผสมเกลือลงไปร้อยละ 5 และ 10 มีสีเขียวกว่าตัวอย่างอื่นๆ เล็กน้อย ซึ่งจากการดูด้วยตาเปล่าจะเห็นว่า ตัวอย่างเหล่านี้มีสีขาวกว่าตัวอย่างอื่นๆ

4. การทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค

Table 3 แสดงถึงผลการทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อตัวอย่าง A, B, C, I, L

สรุป

และตัวอย่างที่ซื้อมาจากตลาด ทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างระหว่างกันอย่างเป็นนัยสำคัญทางสถิติในความชอบในแต่ละคุณลักษณะและการยอมรับจากผู้บริโภค แต่ตัวอย่างหน่อไม้เปรี้ยวที่มีคะแนนในเรื่องสีสูงกว่าค่าเฉลี่ยคือหน่อไม้ที่คองในสารละลายน้ำตาลทราย ความเข้มข้นร้อยละ 5 ซึ่งมีเกลือผสมอยู่ร้อยละ 10 (C) และ 2.5 (I) ตามลำดับ หน่อไม้เปรี้ยวที่มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยในเรื่องเนื้อสัมผัสคือหน่อไม้ที่คองในน้ำข้าวข้าวและสารละลายน้ำตาลทรายเข้มข้นร้อยละ 1 ซึ่งทั้ง 2 ชนิดมีเกลือผสมอยู่ร้อยละ 10 (A และ B) การคองหน่อไม้ในสารละลายที่มีเกลือผสมร้อยละ 10 จะทำให้หน่อไม้มีกลิ่นรสของหน่อไม้เปรี้ยวดีกว่าหน่อไม้ที่คองในสารละลายที่มีเกลือน้อยกว่านั้น ซึ่งเป็นผลให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคสูงกว่าค่าเฉลี่ยด้วย ถ้าหากคะแนนเต็มในแต่ละคุณลักษณะของหน่อไม้เปรี้ยวมีสัดส่วนเท่าๆ กัน ตัวอย่างหน่อไม้เปรี้ยวที่คองในสารละลายน้ำตาลทรายร้อยละ 1 และผสมเกลือร้อยละ 10 จะเป็นหน่อไม้เปรี้ยวที่ดีที่สุด เพราะมีคะแนนรวมสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามหากนำมาบรรจุขวดเพื่อจำหน่าย จะต้องมีการลดความเค็มเสียก่อน เพราะผู้ชิมให้ข้อสังเกตว่าเค็มเกินไป

ตัวอย่างหน่อไม้ที่คองในสารละลายน้ำตาลทรายร้อยละ 5 (I และ L) ได้รับคะแนนเฉลี่ยในเรื่องกลิ่นและรส ต่ำกว่าตัวอย่างทดลองผลิตภัณฑ์อื่น ๆ แต่ไม่ต่ำกว่าตัวอย่างที่ซื้อจากตลาดเนื่องจากผู้ชิมให้ข้อคิดเห็นว่ามีกลิ่นและรสเปรี้ยวเกินไปในขณะที่ตัวอย่างที่ซื้อจากตลาด ได้รับข้อคิดเห็นว่ามีกลิ่นเหม็นและรสไม่ดีทำให้คะแนนรวมต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่นๆ

5. กรรมวิธีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ของหน่อไม้เปรี้ยวบรรจุขวด

ผลการศึกษากลยุทธ์การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ของหน่อไม้เปรี้ยวบรรจุขวด ขนาด 8 ออนซ์ ได้แสดงไว้ใน Table 4 เป็นตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเมื่อนำไปตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสียและเกิดโรคแก่ผู้บริโภค

หน่อไม้เปรี้ยวคองในน้ำข้าวข้าวจะให้ปฏิกิริยาการเกิดกรดแลคติกต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับหน่อไม้คองในสารละลายน้ำตาลทราย การเพิ่มปริมาณน้ำตาลทรายลงไปในพื้นที่ใช้คอง จะช่วยเร่งปฏิกิริยาการเกิด กรดแลคติกให้เร็วขึ้น การเติมเกลือลงในสารละลายที่ใช้คองร้อยละ 2.5 จะให้ปฏิกิริยาการเกิดกรดเร็วสุด เมื่อเปรียบเทียบกับการคองในสารละลายที่ไม่ได้เติมเกลือเลย และที่เติมเกลือร้อยละ 5 และ 10 แต่การเติมเกลือในสารละลายร้อยละ 10 จะสามารถรักษาหน่อไม้เปรี้ยวไม่ให้เสียได้นานกว่า 3 เดือน ก่อนกรรมวิธีการฆ่าเชื้อในภาชนะบรรจุ

อัตราการเกิดกรดแลคติกก็มีผลต่ออายุการเก็บหน่อไม้เปรี้ยว ก่อนกรรมวิธีการฆ่าเชื้อถ้าปริมาณกรดเกิดขึ้นเร็ว ในระยะเวลาการหมักสั้น ในปริมาณที่มากพอ (ประมาณร้อยละ 1.5) ก็จะช่วยรักษาหน่อไม้เปรี้ยวไม่ให้เสีย ได้นานกว่าหน่อไม้ที่มีปฏิกิริยาการเกิดกรดช้ากว่า

ในการผลิตหน่อไม้เปรี้ยวบรรจุขวดเป็นอุตสาหกรรมหากโรงงานอุตสาหกรรมต้องคองหน่อไม้เองก่อนการบรรจุขวด ควรเลือกวิธีการคองที่ใช้สารละลายน้ำตาลทราย (ความเข้มข้นร้อยละ 5) ผสมเกลือร้อยละ 2.5 เนื่องจากใช้ระยะเวลาคองสั้น แต่ถ้าชาวบ้านต้องการคองเป็นอุตสาหกรรมเพื่อนำไปส่งโรงงาน ควรผสมเกลือลงไปร้อยละ 10 ในสารละลายน้ำตาลทรายเพื่อป้องกันการเน่าเสียระหว่างคองและขนส่ง และผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีคุณภาพดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. 2527.เอกสารเผยแพร่เรื่องหน่อไม้. กรมวิทยาศาสตร์บริการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน, กรุงเทพฯ. 4 น.
Asian Institute of Technology (AIT). 1987. คู่มือถนอมอาหาร (Food Preservation Recipe).

- Division of Human Settlements Development, Asian Institute of Technology, Bangkok. 129p.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1984. Official Methods of Analysis, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Arlington, Virginia U.S.A. 1141p.
- Chinese National Standard (CNS) 1985. Canned Bamboo shoots. National Bureau of Standard. General No. 1253, Classified No. N5019.6p.
- Chinese National Standard (CNS) 1984. Brine cured bamboo shoot. National Bureau of Standard. General No. 7069, Classified No. N5176.2p.
- De Man, J.C., M. Rogosa and M.E. Sharpe. 1960. A medium for the cultivation of *Lactobacillus*. J. Appl. Bact. 23:130-135.
- Prescott, S.C. and C.G. Dunn. 1959. Industrial Microbiology. 3rd ed. McGraw-Hill Book Comp. Inc. New York. 945p.