หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไผ่ (สุภาวดี เลาหศิริ, 2527)

ไผ่ (Bamboo) จัดเป็นพืชเมืองร้อน แต่ก็สามารถเจริญได้ดีในทุกทวีป แต่ที่รู้จักในปัจจุบันมีอยู่ 47 สกุล (Genera) แยกเป็น 1,250 ชนิด (Species) สำหรับประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนไผ่เจริญเติบโตได้ดี เท่าที่มีการรวบรวมหลักฐานต่าง ๆ ที่ค้นคว้าได้ พบว่ามีไผ่ชนิดต่าง ๆ อยู่ 12 สกุล ประมาณ 44 ชนิด (เฉลียว วัชรพุกก์, 2523) และยังมีผู้บันทึกว่าพบอีก 35 ชนิด แต่ยังไม่มีการสำรวจและศึกษาค้นคว้ากันอย่างจริงจัง ในการจำแนกพันธุ์ไผ่ นักพฤกษศาสตร์ส่วนใหญ่ได้รวมไผ่ไว้ในวงศ์เดียวกับหญ้าชนิดต่าง ๆ คือ อยู่ในวงศ์ Gramineae แต่นักพฤกษศาสตร์บางท่านเห็นว่า ไผ่มีลักษณะบางอย่างพิเศษแตกต่างไปจากวงศ์หญ้า ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ไผ่มีกำเนิดมาก่อนหญ้าที่มีวิวัฒนาการขึ้นมาภายหลัง จึงสมควรยกฐานะขึ้นเป็นพืชวงศ์หนึ่งต่างหาก ให้ชื่อว่า วงศ์ Bambuseae (สุภาวดี เลาหศิริ, 2527)

ไผ่เป็นพืชยืนต้นที่เจริญได้ดีในเขตร้อน มีลักษณะลำต้นเป็นลำต้นตั้งตรง ที่มีความสูงได้ถึงกว่า 50 เมตร ลำต้นมีข้อ (Node) และปล้อง (Internode) มีลำต้นส่วนที่อยู่ใต้ดิน เรียกว่า เหง้า (Rhizome) ซึ่งแตกแขนงออกไปตามแนวระดับ ลำต้นไผ่มีกาบ อาจมีขนหรือไม่มีก็ได้ ดอก (Floret) มีลักษณะเป็นช่อดอก (Inflorescens) มีกลีบ 2 หรือ 3 กลีบเท่านั้น เกสรตัวผู้ (Stamen) มีจำนวน 3 หรือ 6 เกสรตัวเมีย (Pistil) มีขนปกคลุม ตุ่มเกสร (Stigma) มีอันเดียวแต่อาจแยกเป็น 2 หรือ 3 ดอก เนื้อแข็งเปลือกแข็งไม่ล่อน (Caryopsis) ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ทั่ว ๆ ไปดังกล่าว จะแตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ไผ่

ตารางที่ 1 จำนวนสกุลและพันธุ์ไผ่ในโลก ญี่ปุ่น และประเทศในกลุ่มเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (เฉลียว วัชรพุกก์, 2523)

สถานที่	สกุล (Genera)	พันธุ์ (Species)
ทั่วโลก	47*	1250*
ญี่ปุ่น	13	662
ไทย	12	44
อินเดีย	13	136
ไต้หวัน	11	28
พม่า	-	42*
มาเลเซีย	-	52*
ฟิลิปปินส์	8	30*
อินโดนีเซีย	9	31*

* หมายถึง จำนวนโดยประมาณ

<u>โครงสร้างของหน่อไม้</u>

หน่อไผ่ คือ ส่วนที่แตกแขนงออกมาจากส่วนของลำต้นใต้ดิน (Rhizome) และเจริญเป็นลำไผ่ (Culm) ต่อไป โดยทั่วไปมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1

โดยทั่วไปหน่อไม้จะมีกาบหน่อสีน้ำตาลปนดำหุ้มอยู่หลายชั้น บนกาบหน่อมักจะมีขนละเอียด เมื่อลอกกาบออกจะเห็นหน่อสีขาว หรือนวลค่อนข้างขาว น้ำตาล น้ำตาลดำอมม่วงเขียวอมเหลือง ซึ่งสีของหน่อจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ของไผ่

หน่อไม้ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวตามยาวเพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับลำไผ่ เซลล์เหล่านี้เกิดจากการเติบโตในขั้นปฐมภูมิ ซึ่งจะแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. เนื้อเยื่อรอบนอก เป็นชั้นของ Epidermis
2. เนื้อเยื่อที่ประกอบกันเป็นมัดท่อน้ำท่ออาหาร (Fibrovascular bundles) กระจายกันอยู่ โดยมีเนื้อเยื่อพื้นล้อมรอบ

3. เนื้อเยื่อพื้น (Ground tissue) ประกอบด้วยเซลล์ Parenchyma เป็นพื้นเซลล์ติดต่อกันไป

รูปที่ 1 ลักษณะของหน่อไม้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

องค์ประกอบทางเคมีของหน่อไม้

องค์ประกอบทางเคมีของหน่อไม้คล้ายคลึงกับที่มีในเนื้อเยื่อของลำต้นไผ่ แต่ปริมาณขององค์ประกอบต่าง ๆ จะแตกต่างกันไปตามอายุ และพันธุ์ของไผ่ องค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่

1. Cellulose ได้แก่ สารที่เป็นส่วนของโครงสร้าง
2. Hemicellulose เป็นสารที่เป็น Matrix ซึ่งอยู่ระหว่างสารที่เป็นโครงสร้าง
3. ลิกนิน
4. ธาตุอนินทรีย์

หน่อไม้มีคุณค่าทางอาหารที่กรมอนามัยได้วิเคราะห์ไว้ ต่อน้ำหนัก 100 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 2

บทบาทของไผ่ในประเทศไทย

ไผ่เป็นพืชที่มีการใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายเท่าที่มนุษย์ได้เคยทราบมา ไผ่ใช้เป็นอาหาร เป็นวัตถุดิบเพื่อการอุตสาหกรรม ทั้งอุตสาหกรรมในครัวเรือน และอุตสาหกรรมโรงงาน ใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย และแม้กระทั่งเป็นยารักษาโรค ในประเทศไทยนั้นได้มีการใช้ประโยชน์จากไม้ไผ่โดยทั่วไปในชนบท จนแทบกล่าวได้ว่า ชีวิตของชาวชนบทที่เราเห็นกันอยู่นี้จะแตกต่างไปโดยสิ้นเชิงหากไม่มีไม้ไผ่ อย่างไรก็ตาม ในที่นี้จะกล่าวถึงบทบาทของไผ่เฉพาะในแง่ของการใช้หน่อมาบริโภคเท่านั้น

1. แหล่งที่ทำการเพาะปลูก

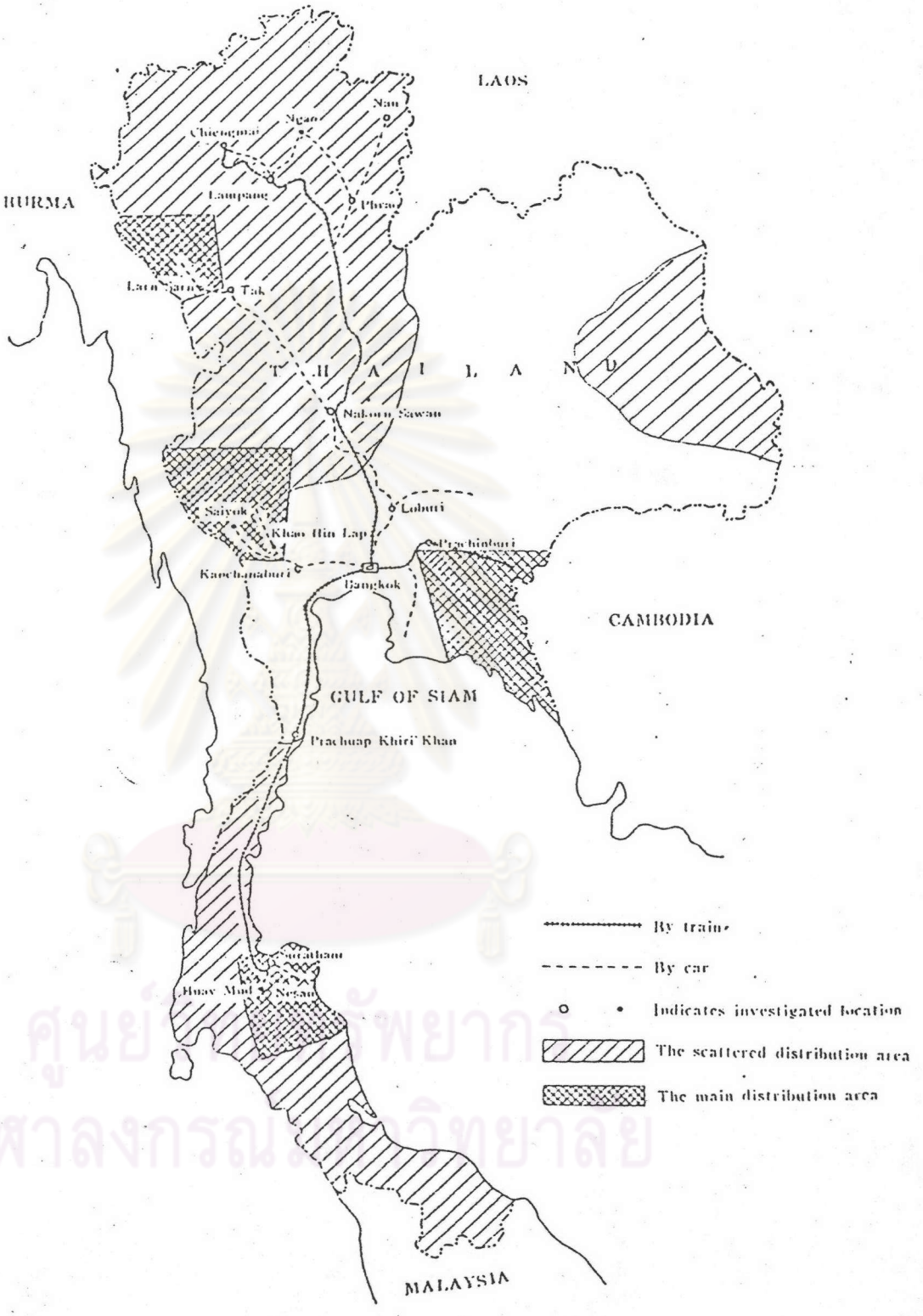
ปัจจุบันเนื้อที่ทำการปลูกไผ่ในประเทศไทยกระจายอยู่ทั่วไปทุก ๆ ภาค ที่ปลูกเพื่อเอาหน่อมาบริโภคมีมากที่ จังหวัดปราจีนบุรี นครนายก จันทบุรี ระยอง ภาคเหนือที่จังหวัดลำปาง เชียงใหม่ เชียงราย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ จังหวัดขอนแก่น บุรีรัมย์ ยโสธร อุบลราชธานี และภาคใต้ที่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และกระบี่ เป็นต้น แต่บางจังหวัดก็ปลูกเพื่อจุดประสงค์ที่จะเอาไผ่มาทำเยื่อกระดาษมากกว่าเพื่อบริโภคหน่อ ซึ่งแหล่งที่มีการปลูกไผ่ในประเทศไทยแสดงไว้เป็นแผนที่ในรูปที่ 2

ตารางที่ 2 คุณค่าอาหารของหน่อไม้ในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

องค์ประกอบอาหาร	ปริมาณ
น้ำ	91 กรัม
แคลอรี	28 หน่วย
ไขมัน	0.3 กรัม
คาร์โบไฮเดรท	5.3 กรัม
โปรตีน	2.5 กรัม
ไฟเบอร์	1.2 กรัม
แคลเซียม	17 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	47 มิลลิกรัม
เหล็ก	0.9 มิลลิกรัม
ไวตามินเอ	25 หน่วยสากล (I.U.)
ไวตามินบีหนึ่ง	0.11 มิลลิกรัม
ไวตามินบีสอง	0.09 มิลลิกรัม
ไนอาซีน	0.06 มิลลิกรัม
ไวตามินซี	9 มิลลิกรัม

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย ปี 2521

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2 แผนที่แสดงแหล่งที่ปลูกไผ่ในประเทศไทย (Wei, 1968)

2. พันธุ์ที่ใช้ปลูก

ไผ่ที่ปลูกเพื่อเอาหน่อมาบริโภค เริ่มปลูกโดยชาวจีนที่มาตั้งถิ่นฐานในท้องที่อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี เมื่อประมาณ 80 ปีมาแล้ว พันธุ์ที่นิยมปลูกกันมาก คือ พันธุ์ไผ่ตง เพราะให้หน่อที่มีขนาดใหญ่ ลักษณะเนื้อสัมผัสดี และมีรสชาติอร่อย

ไผ่ตงมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Dendrocalamus asper Backer ชื่อสามัญ Sweet bamboo อยู่ในวงศ์ Gramineae (เต็ม สมิตินันทน์, 2523) เป็นไผ่ที่มีลำใหญ่ และสูง ไม่มีหนาม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6-15 เซนติเมตร ปล้องยาวประมาณ 25-40 เซนติเมตร ลำมีผิวสีเขียวมัน ถึงเขียวจัด มีขนเล็ก ๆ อยู่ทั่วไปตามลำ หลังใบและกาบ หน่อมีน้ำหนักประมาณ 3-10 กิโลกรัม กาบหุ้มหน่อมีขนสีน้ำตาลดำขึ้นปกคลุม ไผ่ตงที่ชาวสวนนิยมปลูกกันสามารถจำแนกได้เป็น 5 พันธุ์ (สุภาวดี เลาหศิริ, 2527) คือ

2.1 พันธุ์ตงหม้อ หรือ ตงใหญ่ มีลำต้นขนาดใหญ่ สูงตั้งแต่ 10 เมตรขึ้นไป ใบมีขนาดเล็กกว่าไผ่ตงพันธุ์อื่น ๆ ทรงพุ่มโปร่งเพราะลำต้นสูงชลูด และใบมีขนาดเล็กไม่หนาแน่น หน่อมีขนาดใหญ่มากถ้าสมบูรณ์มาก ถ้าสมบูรณ์เต็มที่จะมีน้ำหนักเฉลี่ย 5-10 กิโลกรัมต่อหน่อ มีสีน้ำตาลอมม่วง กับน้ำตาลอมดำ บนกาบหน่อมีขนละเอียด ลักษณะของเนื้อจะมีสีขาวแต่หยาบ มีรสหวาน ช่วงการออกหน่อประมาณเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงออกหน่อที่สั้นกว่าพันธุ์อื่น ๆ

2.2 ตงดำ ตงจีน หรือ ตงกลาง ลำต้นมีขนาดเล็ก เตี้ยสั้นกว่าตงหม้อ มีสีเขียวอมดำ กิ่งอ่อนมีสีเขียวเข้มมีนวลแป้งจับ ใบมีขนาดใหญ่และหนาแน่น หน่อตงดำได้รับการยกย่องว่ามีคุณภาพดีมาก จึงได้ชื่อว่า ไผ่ตงหวาน เนื่องจากเนื้อมีสีขาวละเอียด ไม่มีเสี้ยน มีรสหวานกรอบ หน่อจะมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 3-6 กิโลกรัม การออกหน่อจะเริ่มตั้งแต่ต้นฤดูฝน จนถึงปลายฤดูฝน เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากที่สุด เพราะให้ผลผลิตสูง และเป็นที่นิยมของผู้บริโภค

2.3 ตงเขียว ขนาดของลำต้นจะเล็กกว่าตงดำ สีของลำต้นจะเป็นสีเขียวเข้มจัด ผิวเรียบเป็นมัน ทรงพุ่มหนาทึบ เนื่องจากมีใบและแขนงมาก ใบจะมีสีเขียวเข้มจัดกว่าไผ่ตงชนิดอื่น ๆ แต่เล็กและยาว หน่อมีน้ำหนักประมาณ 1-4 กิโลกรัม สีของกาบหน่อดำสนิทมีขนหยาบ สีของเนื้อจะเป็นสีขาวอมเหลือง หยาบและมีเสี้ยนมากกว่าตงดำ มีรสหวานขึ้นเล็กน้อย แต่ก็มีผู้นิยมปลูกมากเพราะทนสภาพแล้งได้ดี และให้ผลผลิตสูง ช่วงการออกหน่อกว้างกว่า

พันธุ์อื่น ๆ คือจะออกหน่อ 2 ช่วง ช่วงต้นฤดูฝน และช่วงปลายฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่มีหน่อไม้ออกสู่ตลาดน้อย ทำให้ได้ราคาดี แต่คุณภาพจะด้อยกว่าตงดำ

2.4 ตงหนู หรือ ตงเล็ก ลำต้นมีขนาดเล็กที่สุดในบรรดาไผ่ตงที่นิยมปลูกกัน ลักษณะทั่วไปเหมือนตงดำ แต่มีทรงพุ่มเตี้ยกว่า และมีขนาดเล็กกว่า หน่อของตงหนูหนักประมาณ 1-3 กิโลกรัม ไม่นิยมปลูกเป็นการค้า แต่จะบริโภคในครัวเรือนหรือขายปลีกเท่านั้น

2.5 ตงลาย เป็นไผ่ตงพันธุ์อื่น ๆ นอกจากที่กล่าวมาแล้ว แต่สันนิษฐานว่าตงลายเกิดจากการเสื่อมคุณภาพของดิน ขาดแร่ธาตุอาหารบางอย่าง ถูกโรคและแมลงรบกวน หรือเกิดจากขาดการปฏิบัติดูแลรักษาที่ดี ทำให้หน่อมีลักษณะเป็นลายสีขาวปนเทาแทรกกับสีน้ำตาลเข้มปนดำ จึงเรียกกว่า "ตงลาย"

3. การขยายพันธุ์ (สมจิตร ชัยภักดี, 2527)

ไผ่ตงสามารถขยายพันธุ์ได้โดยอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศ อาจแบ่งได้เป็น 4 วิธีคือ

3.1 การใช้เมล็ด เหมาะสำหรับใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้น แต่ไม่นิยมใช้วิธีนี้ เพราะช่วงระยะเวลาการออกดอกของไผ่ตงไม่แน่นอน และต้องใช้เวลาชำเมล็ดนานถึง 1 ปี

3.2 การใช้เหง้า (การแยกกอ) วิธีนี้ได้ผลดี โดยแยกเหง้าหรือหน่อจากลำแม่ที่สมบูรณ์ไปเพาะในหลุมที่เตรียมดินไว้

3.3 การใช้ลำ โดยนำเอาลำที่สมบูรณ์มาตัดเป็นท่อนสั้น ๆ นำไปเพาะชำจนตาที่อยู่ที่ข้อ (Node) แตกหน่อและรากออกมา

3.4 การใช้กิ่งแขนง โดยเลือกกิ่งที่แตกออกมาจากบริเวณตาที่ข้อของลำต้นนำไปปักกิ่งชำ วิธีนี้เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมที่สุด เพราะสะดวก รวดเร็ว และประหยัด

4. การปลูก

พื้นที่ที่จะปลูกควรเป็นที่ราบ หรือพื้นที่ราบเชิงเขาน้ำท่วมไม่ถึง ดินควรเป็นดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำได้ดี ดินควรมีสภาพค่อนข้างเป็นกรด พีเอช (pH) 4.5-5.5 (เฉลียว วัชรพุกก์, 2525)

ฤดูปลูกไผ่ตงที่เหมาะสมคือ ต้นฤดูฝน ประมาณเดือนพฤษภาคม ถึงสิงหาคม เพราะดินมีความชุ่มชื้นไผ่จะตั้งตัวได้เร็ว การปลูกจะทำโดย นำกิ่งพันธุ์ที่เตรียมไว้ลงหลุ่มโดยเอียงทำมุม 45 องศา กลบดินแล้วเหยียบให้แน่น ใช้ไม้ปักค้ำยึดต้นพันธุ์ ใช้ฟางหรือหญ้าคลุมดินบริเวณโคนต้น

5. การปฏิบัติดูแลรักษา

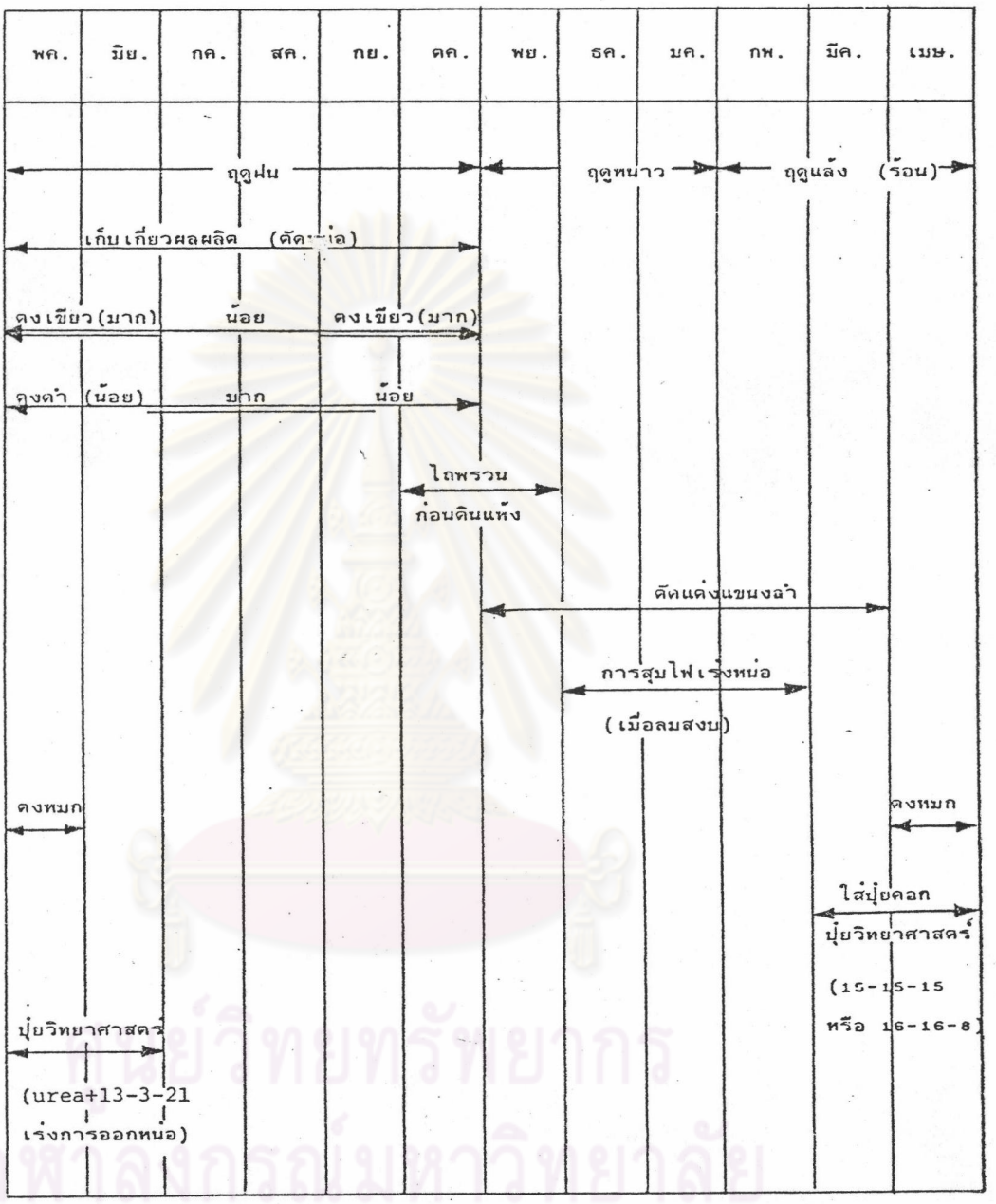
โดยปกติไผ่ตงที่ปลูกจะสามารถตัดหน่อขายได้ในปีที่ 3 และจะคืนทุนที่ลงไปได้ในปีที่ 5 แต่ระยะเวลาดังกล่าวอาจสั้น หรือยาวกว่านี้ขึ้นอยู่กับการปฏิบัติดูแลรักษาที่ถูกต้อง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3

6. โรคและแมลงศัตรูของไผ่ที่พบในประเทศไทย

ไผ่เป็นพืชที่แข็งแรงทนทานต่อสภาพแวดล้อม จึงมีโรคและแมลงศัตรูน้อย เท่าที่พบก็มีด้วงไม้ไผ่แทะกินยอดอ่อนของหน่อไม้ และมีมดแดง ปลวกแดงทำลายหน่อไม้บ้าง นอกจากนี้ก็มีเชื้อราบางชนิด แต่ก็ไม่ได้เป็นปัญหาของเกษตรกร

7. ลักษณะการใช้ประโยชน์ของหน่อไม้ในประเทศไทย

โดยปกติคนไทยนิยมบริโภคหน่อไม้สด เพราะมีรสชาติดี โดยนำไปปรุงอาหารชนิดต่าง ๆ เช่นเดียวกับผักชนิดอื่น ๆ แต่หน่อไม้มีช่วงออกหน่อ เพียงปีละ 5-6 เดือน ในฤดูฝนเท่านั้น นอกฤดูแทบจะไม่มีหน่อไม้สดให้บริโภคเลย ยกเว้นหน่อไม้บางชนิด เช่น หน่อไม้ไผ่รวก ไผ่ป่า แต่ก็มีรสชาติ และลักษณะสัมผัสไม่ดีเท่าหน่อไม้ไผ่ตง จึงไม่ได้รับความนิยมบริโภคมากนัก ดังนั้นจึงมีการถนอมรักษาหน่อไม้ไผ่ตงเอาไว้บริโภคตลอดทั้งปี โดยแปรรูปเป็นหน่อไม้แห้ง หน่อไม้ดอง หน่อไม้บรรจุปี๊บ กว่าร้อยละ 80 จะแปรรูปเก็บไว้ในลักษณะของหน่อไม้ต้มบรรจุปี๊บ ซึ่งนอกจากจะบริโภคภายในประเทศแล้วยังส่งไปจำหน่ายต่างประเทศด้วย



รูปที่ 3 ปฏิทินการปฏิบัติดูแลรักษาและเก็บเกี่ยวผลผลิตของไผ่ตง
(สุภาวดี เลาหศิริ, 2527)

8. ราคาและความเคลื่อนไหว

ผลผลิตหน่อไม้จะออกสู่ตลาดเพียง 5-6 เดือนเท่านั้น โดยจะเริ่มทยอยออกสู่ตลาดตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงพฤศจิกายน ช่วงกลางฤดู (กรกฎาคม-สิงหาคม) จะเป็นช่วงที่ผลผลิตออกสู่ตลาดมากที่สุด ประมาณร้อยละ 80 ของผลผลิตตลอดฤดู ระยะนี้ชาวสวนจะขายหน่อไม้ให้โรงงาน เพื่อทำหน่อไม้ต้มบรรจุปี๊บ ราคาหน่อไม้จะตกต่ำมากเหลือประมาณกิโลกรัมละ 1-1.50 บาทเท่านั้น เพราะผลผลิตออกมามาก ช่วงต้นฤดู (มิถุนายน-กรกฎาคม) และช่วงปลายฤดู (ตุลาคม-พฤศจิกายน) จะเป็นช่วงที่หน่อไม้มีน้อย จึงได้ราคาดีอาจถึงกิโลกรัมละ 10-15 บาท หลังจากเดือนพฤศจิกายนไปแล้ว จะไม่มีผลผลิตออกสู่ตลาดเลย จนกว่าฤดูผลผลิตถัดไป หน่อไม้ที่บริโภคในช่วงระหว่างฤดูกาลนี้จะเป็นหน่อไม้แปรรูปบรรจุปี๊บเป็นส่วนใหญ่

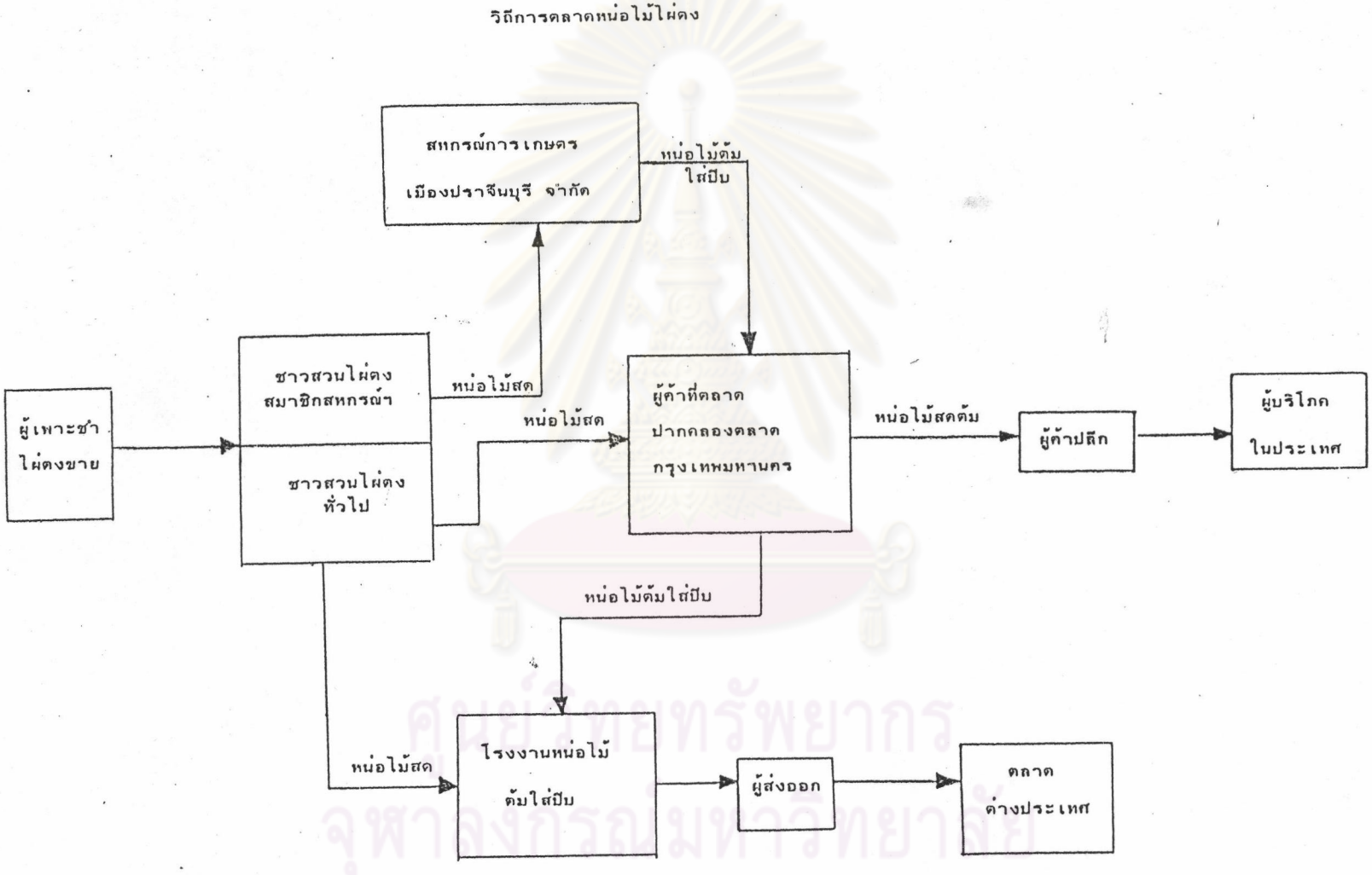
9. ตลาดต่างประเทศ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์หน่อไม้จัดเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้ดี และเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ มีอัตราการเพิ่มทั้งปริมาณและมูลค่าการส่งออกที่น่าสนใจยิ่ง ประเทศคู่ค้าที่สำคัญของไทย ได้แก่ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และสหพันธ์สาธารณารัฐเยอรมัน ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มว่าความต้องการจะเพิ่มมากขึ้นทุกปี

ตลาดต่างประเทศที่มีความต้องการ และกำลังซื้อสูงมากคือ ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งปัจจุบันไต้หวัน และสาธารณรัฐประชาชนจีน ครองส่วนแบ่งตลาดของการนำเข้าไปจำหน่ายในประเทศญี่ปุ่น ถึงประมาณร้อยละ 97 ประเทศไทยอยู่ในวิสัยที่สามารถแข่งขันกับประเทศดังกล่าว เพื่อแย่งส่วนแบ่งการตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ให้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเราจะต้องศึกษาปัญหาความต้องการของตลาดต่างประเทศ และวิธีการตลาดที่เหมาะสมต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012866



รูปที่ 4 วิถีการตลาดของหน่อไม้ไผ่ตง (สุภาวดี เลาหศิริ, 2527)

ตารางที่ 3 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์หน่อไม้บรรจุในภาชนะอัดอากาศ ช่วงปี 2524-2528

การส่งออก	2524	2525	2526	2527	2528
ปริมาณ (ตัน)	1,736.3	3,601.4	5,864.9	8,557.9	14,053.9
อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	-	107.4	62.9	45.9	64.2
มูลค่า (ล้านบาท)	22.74	50.75	81.82	91.97	160.43
อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	-	123.2	61.2	12.4	74.4

ที่มา : ศูนย์เผยแพร่ข้อมูล กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ ปี 2524-2528

ตารางที่ 4 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์หน่อไม้บรรจุในภาชนะอัดอากาศไปยังประเทศคู่ค้าสำคัญในปี 2528

ประเทศคู่ค้าสำคัญ	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
1. ญี่ปุ่น	10,264.6	105.27
2. สหรัฐอเมริกา	1,238.2	19.77
3. สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน	601.9	9.37

ที่มา : ศูนย์เผยแพร่ข้อมูล กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ ปี 2528

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าผลิตภัณฑ์หน่อไม้ในภาชนะอัดอากาศของประเทศญี่ปุ่น จำแนกตามประเทศผู้ส่งสินค้าออก (ค.ศ. 1984)

(Unit : tons)

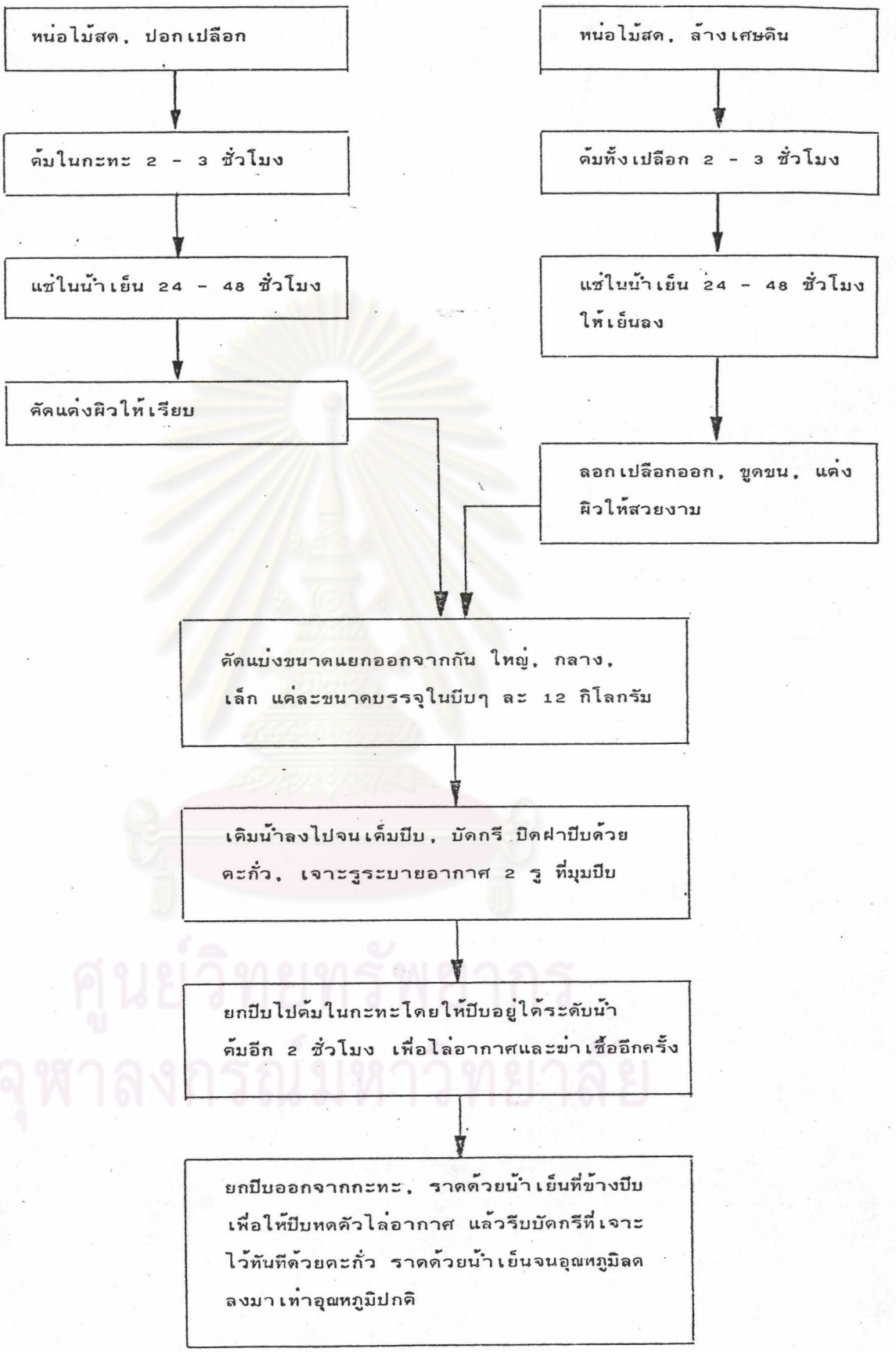
Year / Name of country	1978	1979	1980	1981	1982
R.O. Korea	--	60	88	8	17
China	1,018	1,454	1,258	1,551	3,498
Taiwan	39,542	41,531	24,180	24,027	25,342
Thailand	391	768	-	602	1,272
Singapore	-	8	-	1	1
Hong Kong	-	-	894	10	-
Malaysia	-	-	-	55	-
Ireland	1	-	-	-	-
Total quantity	40,952	43,821	26,240	26,254	30,130
Total amount (¥ million)	4,543	5,641	3,955	5,100	6,460

ที่มา : Customs Statistics, Minitstry of Finance, Japan, 1984

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรรมวิธีการผลิตหน่อไม้บรรจุปี๊บทั่ว ๆ ไป

กรรมวิธีการผลิตและแปรรูปหน่อไม้บรรจุปี๊บที่ทำกันอยู่ในปัจจุบัน จัดว่ายังไม่ถูกต้องเหมาะสมเท่าที่ควร เนื่องจากไม่ได้มีเครื่องมือผลิตอาหารบรรจุกระป๋องแต่ประการใด ดังขั้นตอนที่แสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 กรรมวิธีการผลิตหน่อไม้บรรจุปีบทั่ว ๆ ไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การปอกเปลือก

เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการผลิตหน่อไม้ต้มบรรจุปีบ ในประเทศไทยการปอกเปลือกยังใช้แรงงานคน เพราะค่าแรงงานถูก ประณีตกว่า และมีการสูญเสียน้อยกว่าการปอกเปลือกด้วยเครื่องจักร

โรงงานผลิตหน่อไม้ต้มบรรจุปีบในประเทศ นิยมปอกเปลือกหน่อไม้สดแล้วกองรวมกันไว้ใกล้ ๆ กับบริเวณที่ใช้ผลิต ตัดแต่ง ต้มและบรรจุ จากการตรวจพบว่า กองของเปลือกนี้จะเป็นแหล่งเพาะเชื้อรา และแบคทีเรีย ซึ่งง่ายต่อการปนเปื้อนลงไปในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแหล่งเพาะเชื้อยู่ใกล้กับแหล่งผลิต

2. การต้ม

วัตถุประสงค์ของการต้มก็เพื่อแปรรูปให้สุก ทำลายเอนไซม์ (Enzyme) ต่าง ๆ ที่จะเป็นสาเหตุให้เกิดปฏิกิริยาบราวน์นิง (Browning) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีผิดปกติ (Luh, 1975) นอกจากนี้การต้มยังช่วยทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบด้วย

การต้มวัตถุดิบก็คือ Blanching process นั่นเอง ปกติอุณหภูมิที่ใช้จะประมาณ 95-100 องศาเซลเซียส ผลพลอยได้จากการต้มก็คือ จะช่วยละลายรสขมออกไปกับน้ำต้ม ทำให้หน่อไม้ที่ผ่านการต้มแล้วขมน้อยลง และมีรสชาติดีขึ้น นอกจากนี้การต้มจะช่วยละลายเอา Carotenoid pigment ออกมาบ้างบางส่วน ซึ่งถ้ามีมาก ๆ อาจมารวมกันเป็นจุด หรือผ้าสีเหลืองที่ผิวของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่พึงปรารถนา

3. การแช่น้ำ

เพื่อลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ลง ก่อนจะนำไปตัดแต่งผิวต่อไป การแช่น้ำในช่วงนี้ยังช่วยทำให้สารรสขม Carotenoid pigment และโปรตีนที่ Denature เป็นฝ้าขาว (White clumpy substances) ละลายและหลุดออกมาอีก ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะและรสชาติดีขึ้น การแช่น้ำอาจนานถึง 48-72 ชั่วโมง ในช่วงที่หน่อไม้สดออกมามากและมีราคาถูก เนื่องจากแรงงานคนทำการตัดแต่งไม่ทัน จึงต้องแช่น้ำรอไว้ก่อน ช่วงระยะเวลาที่แช่น้ำนี้จุลินทรีย์บางชนิด เช่น Leuconostoc mesenteroides และ Streptococcus lactis จะเจริญได้ดีและสร้างกรดแลคติก (Lactic), อะซิติก (Acetic), โพรบิโอนิก (Propionic), ฟูมาริก (Fumaric), ซัคซินิก (Succinic) และ ไพโรกลูตามิก (Pyroglutamic) (Mori, 1973)

4. การตัดแต่งผิว และขนาด

เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะผิวนอกเรียบสม่ำเสมอ สวยงาม และตัดให้มีขนาดตามต้องการ การตัดแต่งผิวหน่อไม้ที่ผ่านการต้มแล้วจะทำได้ง่ายกว่าหน่อไม้สด เพราะผิวอ่อนนิ่มกว่า การตัดแต่งผิว และขนาดต้องใช้แรงงานคน และเวลามาก การสัมผัสจะเป็นการเพิ่มการปนเปื้อนของจุลินทรีย์กลับลงไปในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการต้มฆ่าจุลินทรีย์มาแล้ว

5. ภาชนะบรรจุ

ภาชนะบรรจุที่นิยมใช้ในประเทศไทย สำหรับผลิตภัณฑ์หน่อไม้ต้ม ก็คือ ปีบสังกะสี เนื่องจากมีข้อดีคือ แข็งแรงพอสมควร มีขนาดใหญ่บรรจุได้มาก และเหมาะสำหรับผู้ผลิตในประเทศไทยที่ไม่ค่อยมีอุปกรณ์ หรือเครื่องมือผลิตอาหารกระป๋องที่ถูกต้อง

ข้อเสียของปีบคือ มีขนาดใหญ่เกินไปไม่เหมาะสำหรับการจำหน่ายให้ผู้บริโภครายย่อย และมีปัญหาเรื่องการสึกกร่อนของปีบ และที่สำคัญคือ การปนเปื้อนของตะกั่ว ที่ใช้ในการบัดกรีปิดฝาปีบ ซึ่งพบว่าปนเปื้อนไปกับผลิตภัณฑ์เสมอ อันอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

6. การต้มผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุ

การต้มผลิตภัณฑ์ครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ต่างจากการต้มครั้งแรกคือ ต้องการทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ให้หมดสิ้น และเป็นการไล่อากาศออกจากภาชนะบรรจุโดยการแทนที่ด้วยน้ำ แล้วจึงบัดกรีปิดรูระบายอากาศที่เจาะไว้ด้วยตะกั่ว

กระบวนการผลิตที่กล่าวมาทั้งหมด เป็นกระบวนการผลิตที่ไม่ถูกต้องตามกรรมวิธีการผลิตอาหารบรรจุกระป๋อง ขาดความแน่นอน ใช้เวลา ความร้อน และแรงงานมากเกินความจำเป็น และมีข้อบกพร่องหลายประการที่ควรแก้ไข

จุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์หน่อไม้บรรจุปีบ

1. จุลินทรีย์ในน้ำแช่หน่อไม้ (Mori, 1973)

หน่อไม้ที่ผ่านการต้มแล้วจะถูกนำมาแช่ในน้ำเย็นด้วยจุดประสงค์ ดังได้กล่าวมาแล้ว ในช่วงเวลาที่แช่น้ำเย็น (Soaking period) นี้ พบว่ามีจุลินทรีย์บางชนิดสามารถเจริญและเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว คือ Leuconostoc mesenteroides และ Streptococcus lactis ซึ่งสามารถสร้างกรดอินทรีย์ได้หลายชนิดคือ กรดแลคติก อะซิติก โพรบิโอนิก ฟูมาริก

ซัคซินิก และไพโรกลูตามิก จำนวนและร้อยละของจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดแสดงในตารางที่ 6

ดังนั้นการแช่หน่อไม้ต้มไว้นานเกินไป อาจทำให้จุลินทรีย์สามารถเพิ่มจำนวนและสร้างกรดดังกล่าว ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติเปลี่ยนไป อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์เหล่านี้จะสามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส และไม่ทนความร้อน ดังนั้นเมื่อผลิตภัณฑ์ถูกนำไปผ่านความร้อนอีกครั้งก่อนปิดภาชนะบรรจุ ก็สามารถทำลายจุลินทรีย์กลุ่มนี้ได้

ตารางที่ 6 จำนวนและร้อยละของจุลินทรีย์ที่พบในหน่อไม้ต้มที่ผ่านการแช่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Mori, 1973)

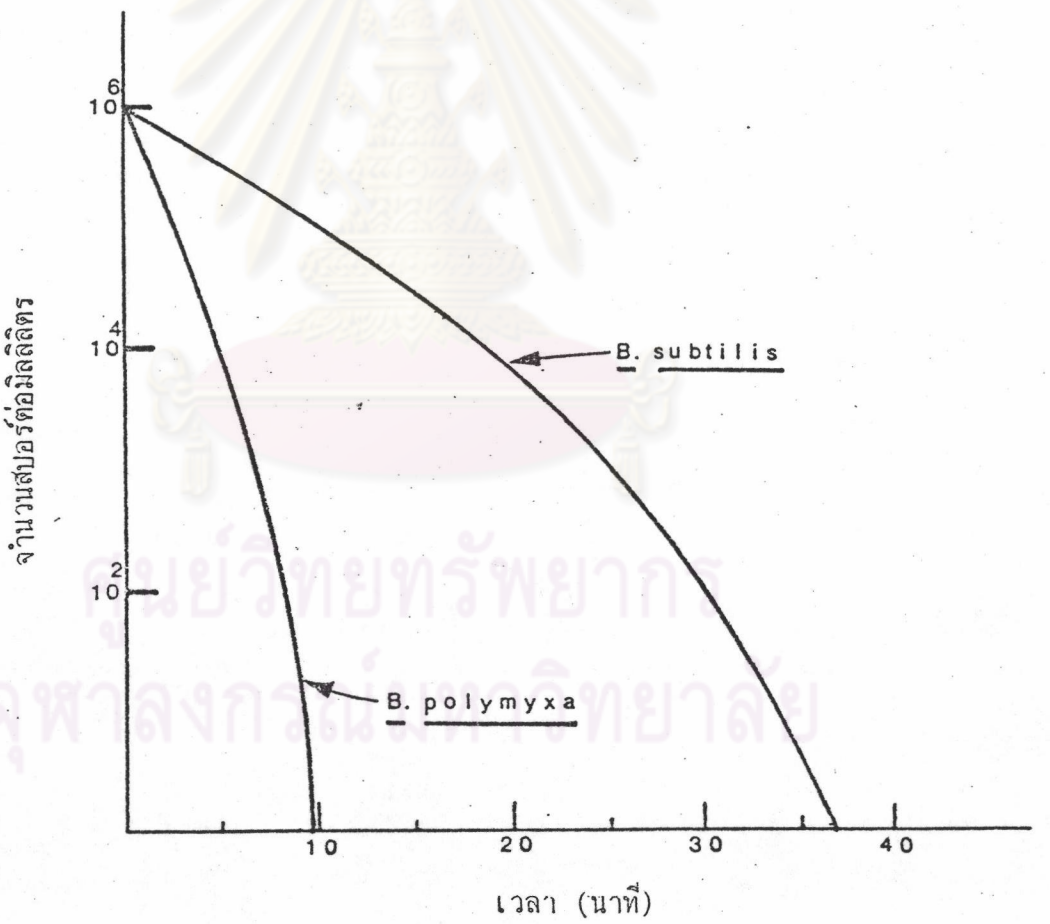
	จำนวนจุลินทรีย์*	ร้อยละ
Leuconostoc mesenteroides	5.3×10^6	62.5
Streptococcus lactis	3.1×10^6	37.5
	8.4×10^6	100.0

* ไม่ได้ระบุหน่วย

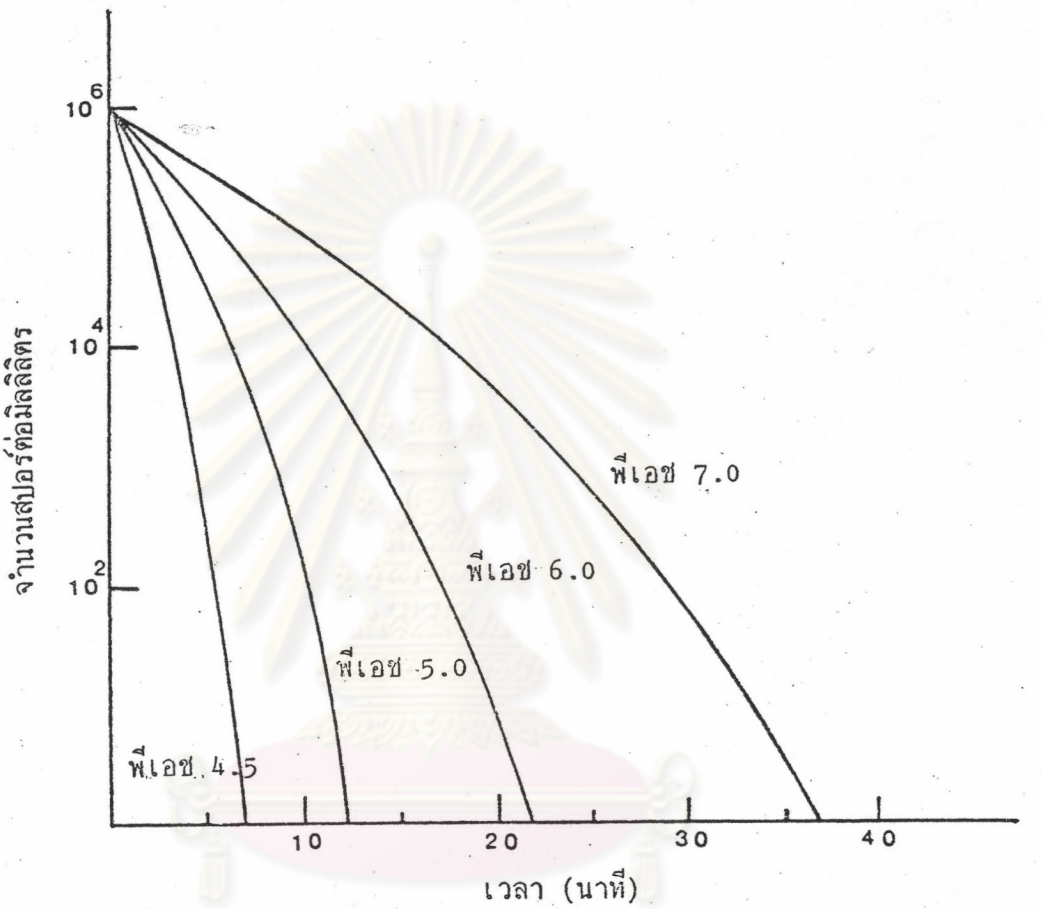
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. จุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุเสร็จแล้ว (Mori, 1973)

ในน้ำแช่หน่อไม้ต้ม และในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุเสร็จเพื่อส่งออกจำหน่าย พบว่ามีสปอร์ที่ทนความร้อนสูงของแบคทีเรีย พวก Bacillus subtilis และ Bacillus polymyxa ซึ่งสามารถทนความร้อนที่ 110 องศาเซลเซียส พีเอช 7.0 ได้นาน 37 นาที และ 9 นาที ตามลำดับ แต่จุลินทรีย์ทั้งสองชนิดนี้สามารถทนต่อการทำลายด้วยความร้อนมากขึ้น เมื่อพีเอชสูงกว่า 4.5 ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 6 และ 7 ในสภาวะ Aerobic condition และที่อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียสเท่านั้น ดังนั้น แบคทีเรียกลุ่มนี้จึงสามารถทำลายได้ด้วยการต้มฆ่าเชื้อที่เหมาะสม แต่ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อบรรจุ และเก็บรักษาที่ไม่ดีพอ ก็อาจมีสปอร์ของแบคทีเรียกลุ่มนี้เหลืออยู่ และเป็นสาเหตุการเสียของผลิตภัณฑ์



รูปที่ 6 ความทนต่อการทำลายด้วยความร้อนของ B. subtilis และ B. polymyxa ที่ 100°C (Mori, 1973)



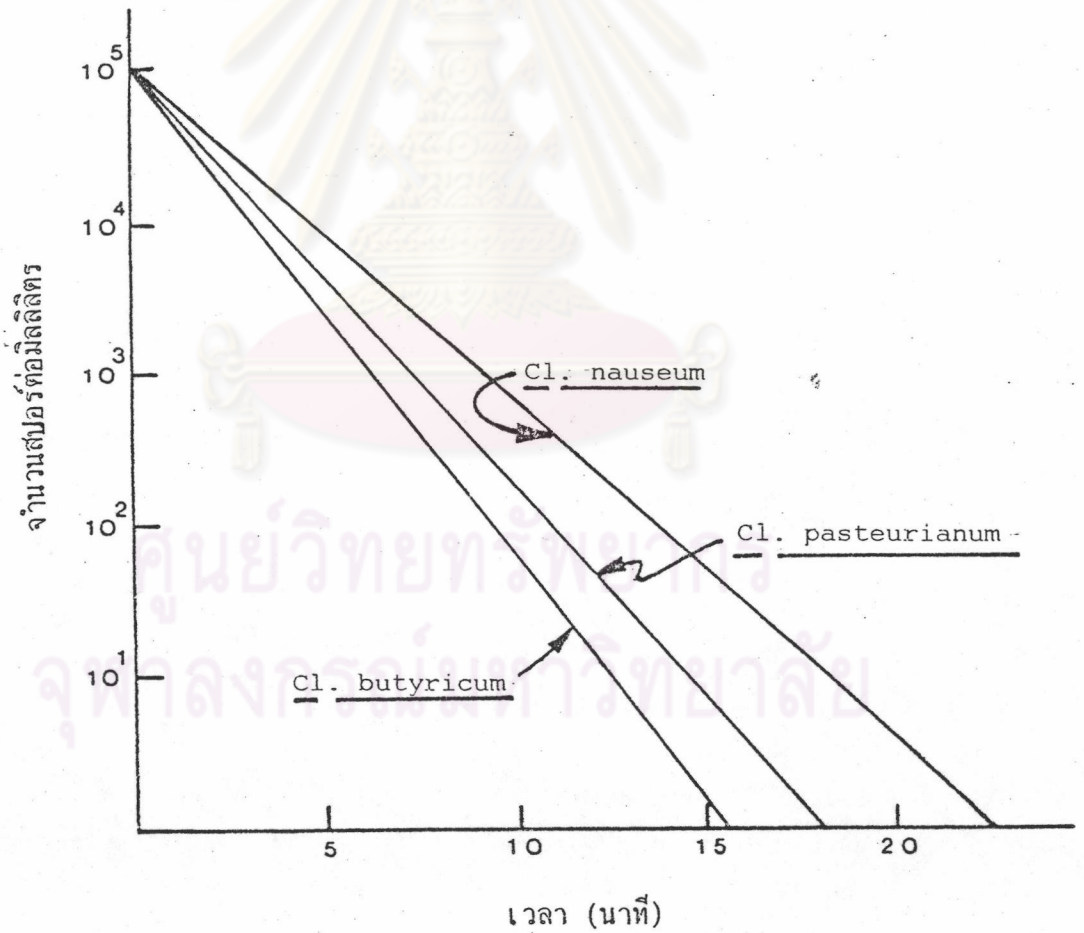
รูปที่ 7 ความทนต่อการทำลายด้วยความร้อนของ B. subtilis ที่พีเอชต่าง ๆ (100°C) (Mori, 1973)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

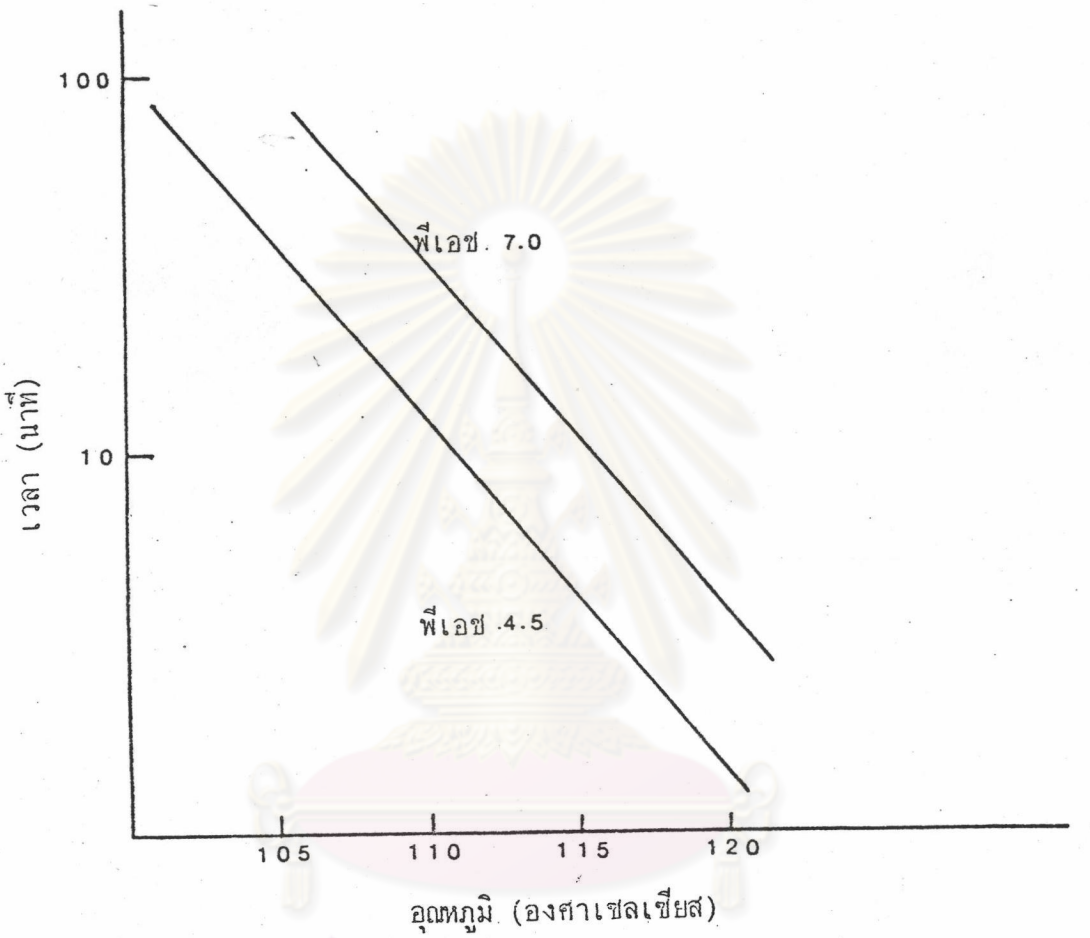
3. จุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ที่เสีย (Ikegami, 1973)

ผลิตภัณฑ์หน่อไม้บรรจุปี๊บหรือกระป๋องที่พบว่าเสียและบวม (Gaseous spoilage canned bamboo shoots) พบว่ามีแบคทีเรียพวก Clostridium pasteurianum, Cl. thermosaccharolyticum และ Cl. nauseum ดังแสดงในรูปที่ 8 และ 9 ซึ่งแสดงว่าผลิตภัณฑ์ผ่านกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสมเพียงพอ (Underprocessing) ผลิตภัณฑ์ที่เสียเนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้จะมีกลิ่นเหม็นและมีพีเอชสูง

สปอร์ของแบคทีเรียกลุ่มนี้ โดยเฉพาะ Cl. thermosaccharolyticum ไม่สามารถทำลายได้ด้วยความร้อน ที่ใช้ในกรรมวิธีผลิตอาหารกระป๋องที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป (Standard commercial process) อย่างไรก็ตาม แบคทีเรียกลุ่มนี้ไม่สามารถเจริญได้ที่พีเอชต่ำกว่า 4.5 ถึงแม้ว่าการผลิตจะ Underprocess ก็ตาม



รูปที่ 8 ความทนต่อการทำลายด้วยความร้อนของบักเตรีที่ทำให้หน่อไม้เสีย (ที่ 100°C) (Ikegami, 1973)



รูปที่ 9 เวลาการทำลายด้วยความร้อนด้วยอุณหภูมิต่าง ๆ ของ Cl. thermosaccharolyticum (Ikegami, 1973)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการศึกษาความสามารถในการทนความร้อนของจุลินทรีย์เหล่านี้ทำให้สามารถนำมาคำนวณเวลา และสภาวะที่ควรใช้ในการผลิตอาหารในระดับอุตสาหกรรมได้ ความสามารถในการทนความร้อนของจุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7

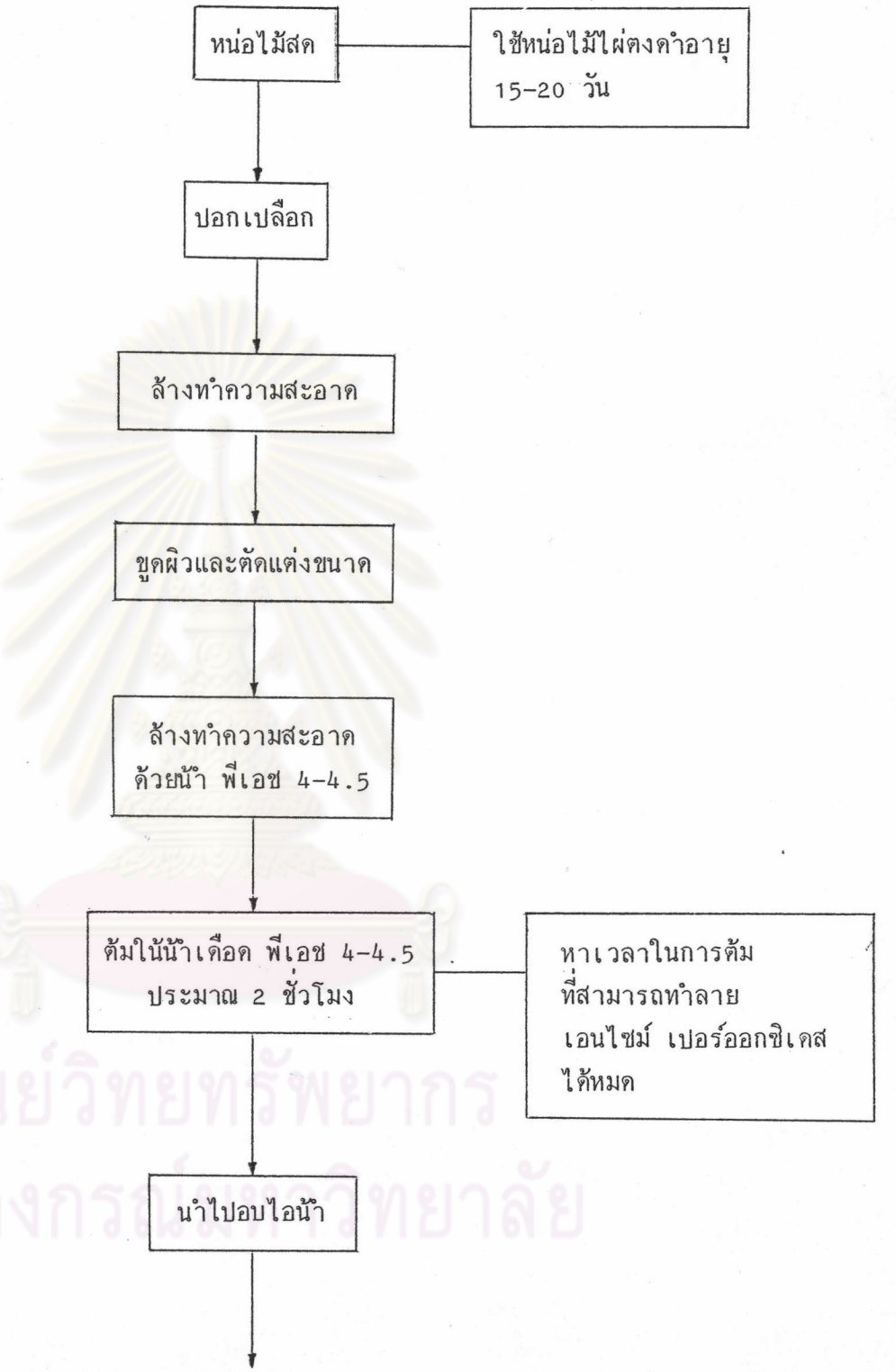
ตารางที่ 7 ความสามารถในการทนความร้อนของจุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ (Karel, 1975)

จุลินทรีย์	z (องศาฟาเรนไฮน์)	D_{250} (นาที)
B. sterothermophilus	12.6	4.0
B. subtilis	13.3-23.4	0.48-0.76
B. cereus	17.5	0.0065
B. megaterium	15.8	0.04
Cl. perfringens	18.0	-
Cl. sporogenes	23.4	0.15
Cl. sporogenes (PA 3679)	19.1	0.48-1.4
Cl. botulinum	17.8	0.21
Coxiella burnetti	8	-
Cl. thermosaccharolyticum	16-22	3.0-3.4

กรรมวิธีการผลิตหน่อไม้แปรรูปบรรจุในฟิล์มพลาสติก

เป็นงานวิจัยซึ่งพยายามที่จะแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการผลิตหน่อไม้บรรจุปี๊บ กรรมวิธีการผลิตแสดงไว้ในรูปที่ 10

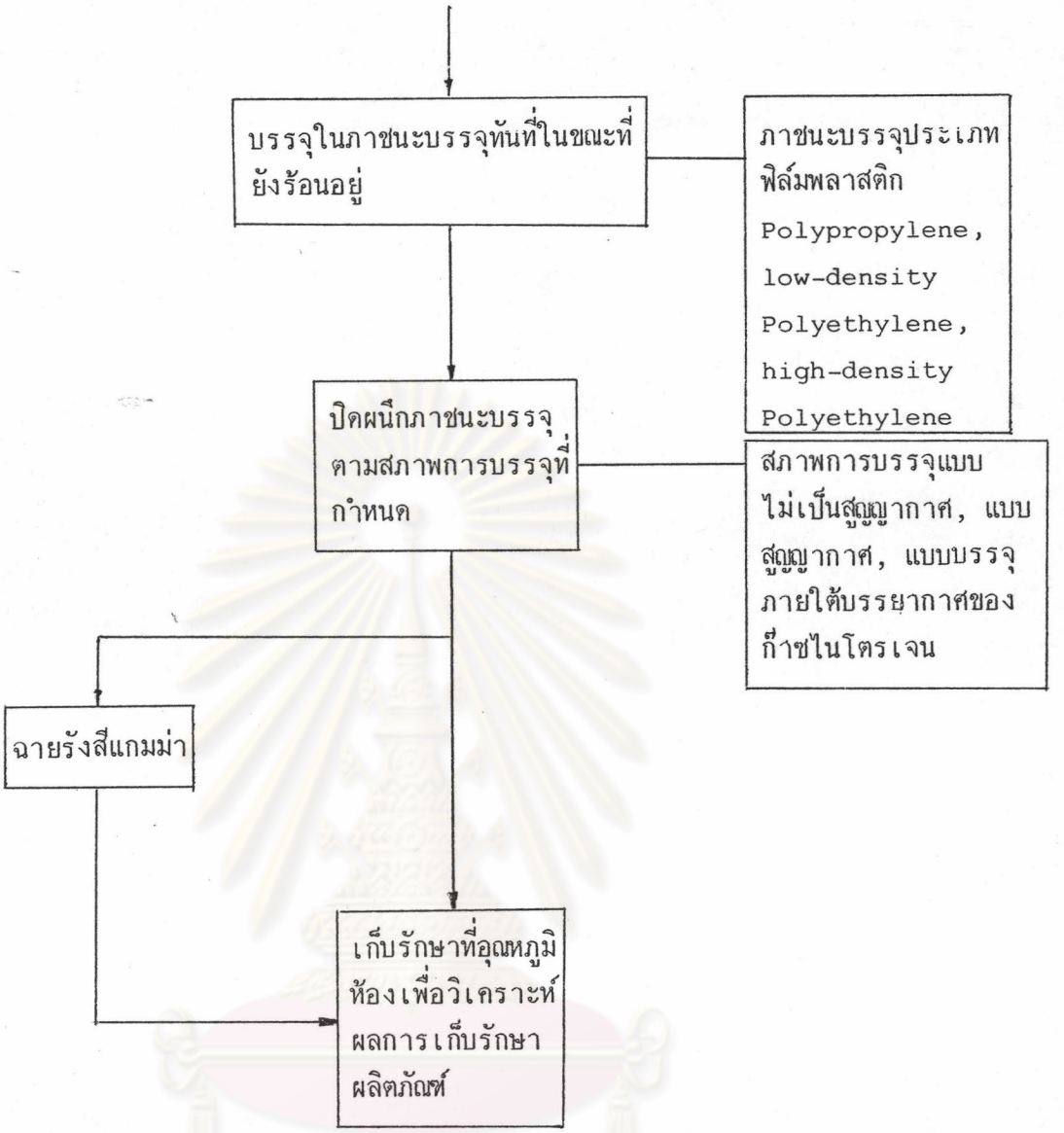
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่10 ขั้นตอนของกรรมวิธีการผลิตหน่อไม้แปรรูปบรรจุในถุงพลาสติก (ทศพล อมรศิริวัฒนกุล, 2528)

ต่อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การถนอมอาหาร

การถนอมอาหารนั้นมนุษย์พยายามทำกันมานานแล้ว และยังคงมีการคิดค้นและหาวิธีการใหม่ ๆ อยู่ตลอดเวลา สมัยก่อนการถนอมอาหารมักจะทำกันโดยอาศัยสิ่งแวดล้อม เช่น การตาก-แดด การหมักเกลือ และการหมักโดยจุลินทรีย์ ด้วยเหตุที่ปัจจุบันความต้องการอาหารที่มีทั้งคุณภาพและปริมาณมีมากขึ้น ดังนั้นจึงมีการพัฒนาการถนอมอาหารแบบต่าง ๆ ขึ้นในอุตสาหกรรมผลิตอาหาร เพื่อให้ได้อาหารที่น่าพอใจ มีคุณภาพดี และราคาถูก ในการพัฒนาการถนอมอาหารแบบต่าง ๆ นี้ กระบวนการให้ความร้อนเป็นวิธีหนึ่งซึ่งนิยมกันมาก

การให้ความร้อนกับอาหารนั้นมีอยู่หลายแบบทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ดังต่อไปนี้คือ

1. ทำให้สุก (Cooking) คือกระบวนการให้ความร้อนเพื่อให้อาหารมีรสชาติดีขึ้น ซึ่งจะรวมถึงคำว่า การอบ (Baking) การย่าง (Broiling) การปิ้ง (Roasting) การต้ม (Boiling) การทอด (Frying) และการเคี่ยว (Stewing) โดยที่การอบ การย่าง และการปิ้ง มักจะใช้ความร้อนแห้งอุณหภูมิสูง (เกิน 212 °F) การต้มและการเคี่ยวจะทำโดยการต้มในน้ำเดือด ส่วนการทอดจะใช้น้ำมันและอุณหภูมิจะสูงกว่า 212 °F มาก

การทำให้สุกก็ถือเป็นการถนอมอาหารได้เนื่องจากอาหารที่ผ่านการทำให้สุกสามารถจะเก็บไว้ได้นานกว่าอาหารที่ไม่ได้ผ่าน ซึ่งการทำให้สุกนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ 2 อย่างคือ ทำลายหรือลดจำนวนจุลินทรีย์ และหยุดการทำงาน (Inactivate) เอนไซม์ (Enzymes) ที่ไม่ต้องการ ยังมีการเปลี่ยนแปลงอย่างอื่นอีก เช่น ทำลายพิษตกค้างในอาหารที่เกิดขึ้นหรือเกิดจากจุลินทรีย์ ทำให้เกิดสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น ทำให้ย่อยได้ง่ายขึ้น การเปลี่ยนแปลงบางอย่างก็เป็นสิ่งที่ไม่ต้องการ เช่น ทำให้ลดคุณค่าทางอาหารลง

2. การลวก (Blanching) การลวกคือการให้ความร้อนแก่เนื้อเยื่อก่อนที่จะนำไปแช่แข็ง (Freezing) ทำแห้ง (Drying) หรือบรรจุกระป๋อง จุดประสงค์ของการลวกจะขึ้นอยู่กับกระบวนการที่จะทำต่อไป เช่น การลวกก่อนนำไปแช่แข็ง หรือทำแห้ง เป็นการทำเพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ ถ้าไม่ผ่านการลวกก่อนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้าน สี รสชาติ และคุณค่าทางอาหารภายหลังได้

จากเอนไซม์ที่ทนความร้อนและกระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อเยื่อพืชจำนวนมาก มีอยู่ 2 ชนิดที่พบคือ เปอร์ออกซิเดส (Peroxidase) และคะตะเลส (Catalase) ความสามารถในการทำงานของเอนไซม์ทั้ง 2 นี้ สามารถนำมาตรวจสอบประสิทธิภาพของการลวกได้ ถ้าสามารถ

หยุดการทำงานของเอนไซม์ทั้ง 2 นี้ได้ก็คือว่า เอนไซม์ที่สำคัญอื่น ๆ ก็จะไม่สามารถทำงานได้ เวลาที่จะใช้ในการหยุดการทำงานของเอนไซม์นี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผักและผลไม้ วิธีในการให้ความร้อน ขนาดของผักและผลไม้ และอุณหภูมิของตัวกลางที่ถ่ายเทความร้อนซึ่งปกติก็จะใช้น้ำ ไอน้ำ อากาศร้อน ไมโครเวฟ (Microwave)

การลวกก่อนการบรรจุอาหารกระป๋องนั้น มีจุดประสงค์ที่สำคัญหลายประการ เช่น ไล่อากาศและก๊าซออกจากเนื้อเยื่อ เพิ่มอุณหภูมิให้กับเนื้อเยื่อ ทำความสะอาดเนื้อเยื่อ ทำให้เนื้อเยื่อนิ่มง่ายต่อการบรรจุ และเพื่อกระตุ้นหรือหยุดการทำงานของเอนไซม์บางชนิด อย่างไรก็ตาม การไล่อากาศเป็นจุดประสงค์ที่สำคัญมาก เพราะจะทำให้เกิดสูญญากาศมากขึ้นในกระป๋องซึ่งจะทำให้ยืดอายุการเก็บไปได้มากขึ้น

3. การพาสเจอไรซ์ (Pasteurization) เพื่อจะให้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์บางส่วนที่มีอยู่ในอาหารและจะต้องเก็บอาหารนั้นไว้ในสภาพที่จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้น้อยที่สุดในหลาย ๆ กรณี จุดประสงค์หลักของการพาสเจอไรซ์คือ การทำลายจุลินทรีย์บางชนิดที่ทำให้เกิดโรค หลังจากนั้นก็จะต้องใช้วิธีการถนอมอาหารอย่างอื่นควบคู่ไปด้วย เช่น

1. การแช่เย็น
2. การเติมสารเคมีบางชนิดซึ่งจะมีผลทำให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะแก่การเจริญของจุลินทรีย์ เช่น การเติมน้ำตาลในนมข้นหวาน
3. การบรรจุ เช่น การคงสภาพไร้อากาศในขวดเบียร์
4. การหมักด้วยจุลินทรีย์ที่เหมาะสม

เวลาและอุณหภูมิที่จะใช้ในการทำพาสเจอไรซ์จะขึ้นอยู่กับ

1. ความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ที่ต้องการจะทำลาย
2. ความไวต่อการเสื่อมเสียคุณภาพด้วยความร้อนของผลิตภัณฑ์นั้น

4. การทำไร้เชื้อ (Sterilization) คือการทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมดที่สามารถเจริญเติบโตได้เมื่อพบกับสภาวะที่เหมาะสม แต่เนื่องจากสปอร์ของจุลินทรีย์สามารถทนต่อความร้อนได้มากกว่าเซลธรรมดามาก นั่นคือในอาหารนั้นอาจจะมีจุลินทรีย์ที่ทนต่อความร้อนแต่ไม่ก่อให้เกิดโรค (จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคถูกทำลายหมดแล้ว) แต่ในสภาวะเช่นนั้นจุลินทรีย์เหล่านั้นไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ เราจึงเรียกอาหารที่ผ่านกระบวนการเช่นนี้ว่าเป็นอาหารพวกที่ผ่าน การ

ทำไร้เชื้อเชิงการค้า (Commercially sterile)

สภาวะของความร้อนที่ใช้ก็จะขึ้นกับองค์ประกอบหลายอย่างเช่น

1. ความเป็นกรดของอาหาร หรือพีเอชของอาหาร
2. อุณหภูมิของการเก็บอาหารหลังจากผ่านกระบวนการให้ความร้อนแล้ว
3. ความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์หรือสปอร์
4. การถ่ายเทความร้อนของอาหาร ของกระป๋อง และของตัวกลางถ่ายเทความร้อน
5. ปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นในอาหารนั้น

อาหารที่ผ่านกระบวนการนี้มักจะเก็บในภาชนะอัดอากาศ (Hermetically sealed containers) เพื่อป้องกันการปนเปื้อน เนื่องจากในภาชนะชนิดนี้มีปริมาณออกซิเจน (Oxygen) เหลืออยู่น้อย จุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญก็จะไม่สามารถเจริญและก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้

ในกรณีของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญ ก็สามารถควบคุมได้โดยปรับพีเอช โดยแบ่งประเภทของอาหารออกเป็น 3 ชนิด ตามระดับของพีเอช คือ

1. อาหารที่มีความเป็นกรดสูง ซึ่งมีค่าพีเอชน้อยกว่า 3.7
2. อาหารที่มีความเป็นกรด ซึ่งมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 3.7 ถึง 4.5
3. อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ซึ่งมีค่าพีเอชมากกว่า 4.5

เนื่องจากบักเตรี (Bacteria) ที่สร้างสปอร์ได้จะไม่เจริญในพีเอชต่ำกว่า 3.7 ดังนั้นในอาหารที่มีความเป็นกรดสูงก็จะคำนึงถึงการทำลายยีสต์ (Yeasts) และรา (Molds) ตารางที่ 8 แสดงให้เห็นจุลินทรีย์สร้างสปอร์ที่สำคัญที่อุณหภูมิการเก็บและค่าพีเอชต่าง ๆ

ตารางที่ 8 บักเตรีสร้างสปอร์ที่สำคัญในการเสื่อมเสียของอาหารกระป๋อง (Karel, 1975)

อุณหภูมิโดยประมาณที่เหมาะแก่การเจริญ (องศาเซลเซียส)	ความเป็นกรดของอาหาร	
	กรด 3.7 < พีเอช < 4.5	กรดต่ำ พีเอช > 4.5
Thermophilic (55°-35°)	B. coagulans	Cl. thermosaccharolyticum
		Cl. nigrificans
		B. stearothermophilus
Mersophilic (40°-10°)	Cl. butyricum	Cl. botulinum, A and B
	Cl. pasteurianum	Cl. sporogenes
	B. mascerans	B. licheniformis
	B. polymyxa	B. subtilis
Psychophilic (35°-<5°)		Cl. botulinum E.

ข้อได้เปรียบในการใช้กระป๋องเป็นภาชนะบรรจุอาหาร

1. สามารถป้องกันจุลินทรีย์และแมลงที่จะทำให้เกิดความเสียหายกับอาหาร
2. สามารถป้องกันการซึมผ่านเข้าออกของความชื้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักที่แน่นอน
3. สามารถป้องกันออกซิเจน, ก๊าซ (Gases), กลิ่น (Odors) และแสง ซึ่งอาจทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏหรือกลิ่นที่ผิดปกติไปได้
4. สามารถจะใช้กับกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous process) ได้เป็นอย่างดี
5. สามารถจะวางขายโดยไม่ต้องควบคุมสภาวะได้โดยสะดวก
6. ผู้บริโภคสามารถจะเก็บและนำออกมาบริโภคได้อย่างง่ายดาย

กระป๋องเคลือบดีบุก (Tin plate cans)

แผ่นเหล็กเคลือบดีบุก (Tin plate) เป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมในการทำภาชนะบรรจุอาหาร ถึงแม้ว่าดีบุกจะสามารถทำปฏิกิริยาได้บ้างกับอาหารบางชนิด แต่ถ้าเลือกใช้วัตถุดิบในการผลิตกระป๋องที่เหมาะสมแล้วก็จะทำให้เกิดการผุกร่อนและการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์น้อยมาก องค์ประกอบต่าง ๆ ที่ผู้ผลิตควรคำนึงถึงคือ

1. องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นเหล็กที่ใช้
2. ความหนาของดีบุกที่จะเคลือบ
3. คุณสมบัติของสารหรือเอนนาเมล (Enamels) ที่ใช้เคลือบ
4. โครงสร้างของกระป๋อง
5. ความสามารถในการกัดกร่อนสัมพัทธ์ (Relative corrosivity) ของผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาบรรจุกระป๋อง

1. องค์ประกอบที่ทำให้เกิดการผุกร่อน (Factors affecting corrosivity)

ในกระป๋องบรรจุอาหาร การผุกร่อนของกระป๋องมักจะเกิดขึ้นทีละน้อย นั่นคือดีบุกที่เคลือบไว้ค่อย ๆ หลุดไป พื้นที่ที่อาหารสัมผัสกันโลหะหรือเหล็กที่ใช้ทำกระป๋องก็เพิ่มขึ้น ในระหว่างการเกิดการผุกร่อนนี้จะเกิดก๊าซไฮโดรเจน (Hydrogen gas) ขึ้นจนสามารถจะทำให้กระป๋องบวมและแตกได้

โดยปกติแล้วการบวมจากไฮโดรเจน (Hydrogen swells) จะไม่เกิดขึ้นจนกว่าดีบุกที่เคลือบอยู่จะหมดไป แต่ถ้าหากเหล็กที่ใช้มีคุณภาพต่ำหรือมีองค์ประกอบทางเคมีที่ไม่ถูกต้องแล้วก็สามารถจะทำให้กระป๋องบวมได้เร็วขึ้นเช่นกัน ดังนั้นโรงงานผลิตกระป๋องจึงกำหนดองค์ประกอบทางเคมีของเหล็กที่จะนำมาผลิตกระป๋องขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 9 และลักษณะการใช้ของกระป๋องแต่ละชนิดในตารางที่ 10

ตารางที่ 9 สารเคมีที่ใช้ในโรงงานผลิตดีบุกสำหรับเคลือบกระป๋อง (Jackson, 1979)

ธาตุ	องค์ประกอบ (จำนวนร้อยละมากที่สุด)		
	D[1]	L[2]	MR[3]
คาร์บอน (Carbon)	0.12	0.13	0.13
แมงกานีส (Manganese)	0.60	0.60	0.60
ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	0.02	0.015	0.02
ซัลเฟอร์ (Sulfur)	0.05	0.05	0.05
ซิลิคอน (Silicon)	0.02	0.01	0.01
คอปเปอร์ (Copper)	0.20	0.06	0.20
นิเกิล (Nickel)	-	0.04	-
โครเมียม (Chromium)	-	0.06	-
โมลิบดินัม (Molybdenum)	-	0.05	-
ธาตุตกค้างอื่น ๆ	-	0.02	-

[1]D เป็นเหล็กที่เหมาะสำหรับการผลิตกระป๋องแบบ Drawing operations

[2]L เป็นเหล็กที่เหมาะสำหรับใช้ผลิตกระป๋องที่บรรจุอาหารที่มีการกัดกร่อนมากที่สุด

[3]MR เป็นเหล็กที่เหมาะสำหรับใช้ผลิตกระป๋องที่บรรจุอาหารที่มีการกัดกร่อนปานกลาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ผลิตภัณฑ์อาหารและชนิดของเหล็กที่ใช้ทำกระป๋อง (Jackson, 1979)

ชนิดของอาหาร	ลักษณะ	ตัวอย่าง	ชนิดของเหล็ก
กัดกร่อนรุนแรงที่สุด	อาหารมีความเป็นกรดสูง รวมถึงผลไม้สีเข้ม ผักดอง (Pickles) และผักที่เป็นกรด	น้ำแอปเปิล เบอรี (Berries) เชอรี (Cherries) พรุน (Prunes) ผักดอง ซาวเคราท์ (Sauerkraut)	L
กัดกร่อนพอสมควร	ผลิตภัณฑ์ผลไม้ที่มีความเป็นกรดปานกลาง	แอพริคอต (Apricots) ฟิก (Figs) องุ่น ลูกท้อ (Peaches)	MR
กัดกร่อนปานกลาง	ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรดต่ำ	ถั่ว (Peas) ข้าวโพด เนื้อ ปลา	MR
ไม่กัดกร่อน	ค่อนข้างแห้งและผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการ	ซุปแห้ง (Dehydraed soups) อาหารแช่แข็ง ชอตเทนนิง (Shortening) นัต (Nuts)	MR

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

i 10296578

2. การเคลือบดีบุก (Tin coatings)

ปัจจัยที่มีผลต่อความทนทานในการผุกร่อนของกระป๋องเคลือบดีบุกคือ ความหนาของดีบุกที่เคลือบ ความสม่ำเสมอของการเคลือบ และวิธีการเคลือบ การเคลือบแผ่นเหล็กด้วยดีบุกเมื่อก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 มักจะใช้วิธีจุ่มแผ่นเหล็กดำลงในอ่างดีบุกที่หลอมละลาย แต่ในปัจจุบันได้ใช้วิธีเคลือบโดยใช้ไฟฟ้า (Electrolytic plating) ซึ่งประหยัดและดีกว่ามาก โดยการใช้วิธีนี้สามารถลดปริมาณการใช้ดีบุกได้จาก 1.30 lb per base box (14.5 g/m^2) ในปี ค.ศ. 1935 ลงมาเหลือเพียง 0.38 lb per base box (4.3 g/m^2) ในปี 1976 ความหนาของดีบุกที่เคลือบบนกระป๋องบรรจุอาหารโดยทั่วไปคือ 15 ถึง 80 ส่วนล้านนิ้ว (0.38 ถึง 2.03 ไมครอน) และในปุ้จจุบันก็ได้มีการเคลือบแบบ "Differentially coated" เป็นการเคลือบแบบที่ด้านนอกและด้านในกระป๋องมีความหนาของดีบุกไม่เท่ากัน โดยด้านในจะมีความหนามากกว่าด้านนอก ซึ่งจะทำหน้าที่ป้องกันการผุกร่อนที่เกิดจากอาหาร ส่วนด้านนอกที่มีการเคลือบบางกว่าก็เพื่อป้องกันการเกิดสนิม ทำให้กระป๋องมีน้ำหนักน้อยลง

กระป๋องเคลือบเอนนาเมล

เอนนาเมลที่ใช้เคลือบกระป๋องคือ สารอินทรีย์ (Organic coatings) ที่ใช้เคลือบเพื่อรักษาคุณลักษณะของอาหาร เพิ่มความสวยงามของภายใน ภายนอกกระป๋อง และหรือเพิ่มอายุการเก็บของอาหารกระป๋อง แต่เดิมทำมาจากยางเรซิน (Resins) ธรรมชาติ ปัจจุบันสามารถสังเคราะห์ได้ทางเคมี ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. จะต้องไม่ก่อให้เกิดกลิ่นหรือรสชาติแก่อาหาร
2. จะต้องยอมรับโดยคณะกรรมการอาหารและยา
3. จะต้องสามารถปกป้องกระป๋องและอาหารได้ก่อนนำไปบริโภค
4. จะต้องไม่แตกหรือปริออกมาจากกระป๋องระหว่างการบรรจุหรือระหว่างการเก็บรักษา
5. จะต้องมีราคาถูก ง่ายต่อการเคลือบ และการเก็บรักษา
6. จะต้องไม่ละลายออกมาระหว่างกระบวนการที่ใช้ความร้อน และการเก็บในสภาวะปกติ

เอนนาเมลที่ถูกพัฒนาขึ้นมาตอนแรก ๆ นั้นมีจุดประสงค์เพื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ผลไม้ที่มีสีจัด เช่น เชอรี และเบอรี ซึ่งผลไม้เหล่านี้จะมีสีซีดลงเมื่อบรรจุในกระป๋องธรรมดา ในปัจจุบันจึงใช้

โอลีโอเรซิน (Oleoresins) ในการแก้ปัญหานี้

มีผักหลายชนิด เช่น ถั่ว และข้าวโพด ระหว่างกระบวนการจะเกิดเศษตกค้างของซัลเฟอร์ (Slufur residues) ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับดีบุกและเหล็กเกิดสีดำของโลหะซัลไฟด์ (Metalsulfides) ขึ้นในอาหาร การเลือกใช้เอนนาเมลที่เหมาะสมนั้นสำคัญมากต่อการบรรจุผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ตัวอย่างการใช้แสดงไว้ในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การเคลือบกระป๋องแบบทั่ว ๆ ไป (Jackson, 1979)

Coating	Typical Uses	Type
Fruit Enamel	Dark colored berries, cherries and other fruits requiring protection from metallic salts	Oleoresinous
C-enamel	Corn, peas, and other slufur-bearing products, including some sea foods	Oleoresinous with suspended zinc oxide pigment
Citrus Enamel	Citrus products and concentrates	Polybutadienes
Seafood Enamel	Fish products and meat spreads	Epoxies and two-coat systems
Meat Enamels	Meat and various specialty products	Modified epoxies with aluminum pigment and release agents
Milk Enamel	Milk, eggs, and other dairy products	Epoxies
Beverage Can Enamels	Vegetable juices; red fruit juices; highly coorsive fruits; non-carbonated beverages; beer, and carbo-nated beverages	Two-coat systems with various type base coats and vinyl or waterborne acrylic top coats

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การป้องกันกระป๋องจากการผุกร่อน

1. ควรควบคุมการบรรจุอย่างใกล้ชิด การบรรจุที่เหมาะสมจะช่วยยืดอายุการเกิดก๊าซไฮโดรเจนได้ โดยการปล่อยให้มีเฮดสเปซ (Headspace) ที่พอเหมาะ

2. ควรจะให้มีอากาศในกระป๋องน้อยที่สุด โดยการใช้เอกซอสเตอร์ (Exhauster) อาจจะเป็นเครื่องดูดอากาศหรืออาจจะใช้ความร้อนก็ได้ และควรต้มไซรับหรือไบรน (Syrup or brine) ก่อนบรรจุ และบรรจุในขณะที่ร้อนที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

3. ควรทำให้เย็นลงอย่างพอเหมาะ หลังจากการทำไร้เชื้อควรลดอุณหภูมิของกระป๋องลงอย่างรวดเร็วทันที และให้ลดลงจนกระป๋องมีความร้อนเหลืออยู่มากพอที่จะทำให้ตัวของมันเองแห้งได้เพื่อป้องกันสนิม ซึ่งมักจะทำให้เย็นลงจนถึงประมาณ 35 ถึง 40 องศาเซลเซียส และปล่อยทิ้งไว้ให้กระป๋องแห้งก่อนบรรจุลงหีบ

4. ควรเก็บกระป๋องไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิไม่สูงมากนัก ซึ่งจะช่วยยืดอายุการเก็บไว้ได้

5. การพิมพ์รหัส (Code) ลงบนตัวกระป๋องต้องไม่หนักจนเกินไป

6. ควรล้างกระป๋องหลังจากการปิดฝาแล้วเพื่อลดปริมาณเกลือหรือไบรนที่ติดมากับกระป๋องขณะบรรจุ

7. ควรควบคุมองค์ประกอบทางเคมีของน้ำที่ใช้ในการทำให้กระป๋องเย็นลง หรือน้ำที่ใช้ในกระบวนการไม่ควรมีปริมาณด่าง ซัลไฟด์ (Sulfides) หรือซัลเฟต (sulfates) มากจนเกินไปซึ่งอาจจะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับกระป๋องได้

สภาวะในการทำไร้เชื้อ

กระบวนการที่ใช้ในการผลิตอาหารกระป๋องคือ การให้ความร้อนกับภาชนะอัดอากาศปิดสนิท ด้วยเวลาและอุณหภูมิหนึ่งภายใต้สภาวะที่กำหนด ซึ่งจุดประสงค์ของกระบวนการคือเพื่อให้ได้สภาวะไร้เชื้อเชิงการค้า สำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ การทำไร้เชื้อเชิงการค้าคือ การทำลายสปอร์ของเชื้อ Cl. botulinum รวมทั้งแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคทั้งหมด และเป็นการทำลายจุลินทรีย์ที่ทนความร้อน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับอาหารเมื่อเก็บและจำหน่ายอาหารนั้นในสภาวะปกติ

การหาสภาวะการให้ความร้อนของอาหารกระป๋อง มีอยู่ 2 แบบคือ แบบ Experimental pack และแบบการคำนวณเวลาในการทำไร้เชื้อที่สภาวะต่าง ๆ ซึ่งได้จากข้อมูลของ

Heat penetration และ Thermal dead time โดยในที่นี้จะกล่าวถึงแต่เพียงแบบการคำนวณ ซึ่งมีอยู่ 3 วิธีคือ

1. วิธี Calculation method คือ วิธีคำนวณโดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่จุดที่เย็นที่สุดของผลิตภัณฑ์เมื่อให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์นั้น

2. วิธี Nomogram method คือ วิธีคำนวณที่ใช้หลักการและใช้ค่าต่าง ๆ จาก Calculation method มาร่วมกับกราฟที่ทำขึ้นโดยเฉพาะ

3. วิธี General หรือ Graphical method คือ วิธีคำนวณโดยการติดตามค่า Lethal rate ของจุลินทรีย์ที่สนใจที่เวลาต่าง ๆ ภายใต้สภาวะการให้ความร้อนหนึ่ง ๆ

ทั้ง 3 วิธีมีหลักการพื้นฐานเดียวกัน แต่มีวิธีการคำนวณที่ต่างกัน ซึ่งจะใช้วิธีคำนวณใดก็ขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ปฏิบัติการ โดยทั่ว ๆ ไปมักจะใช้ Calculation method โดยทำรายละเอียดของวิธีทั้ง 3 ก็มีปรากฏอยู่ในหนังสือตำราเกี่ยวกับอาหารกระป๋องโดยทั่ว ๆ ไป เช่น Laboratoly monual for food canners and processors (National Canners Association, 1968)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย