



บทที่ 1 บทนำ

ในยุคเศรษฐกิจปัจจุบันการเกษตรและการแปรรูปผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นสินค้าส่งออก เพื่อนำรายได้เข้าประเทศน่าจะเป็นหนทางหนึ่งที่สำคัญที่ทำให้ประเทศมีเศรษฐกิจดีขึ้นได้ โดยพบว่าผักและผลไม้แปรรูปมีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจมากขึ้นทุกปี และเป็นอุตสาหกรรมที่ช่วยให้เกิดการกระจายรายได้สู่ชนบทและการพัฒนาท้องถิ่นในส่วนภูมิภาคต่าง ๆ หากพิจารณาการส่งออกผักคองในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ 2537-2541 พบว่าปริมาณและมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี ดังตารางที่ 1 ผักคองที่ส่งออกเช่น กะหล่ำปลีคอง ผักกาดเขียวปลีคองเปรี้ยว กระเทียมคอง หน่อไม้คอง หอมคอง ตังถ้ายคอง ขิงคอง และผักรวมคองปรุงรส เป็นต้น

อุตสาหกรรมผักและผลไม้คองนี้มีกระจัดกระจายอยู่เกือบทุกจังหวัดทั่วประเทศ ส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมผักคอง ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ผลิตผักกาดเขียวปลีคองเปรี้ยว และคองเค็ม หน่อไม้คองเปรี้ยวและคองเค็ม เพื่อจำหน่ายสู่ผู้บริโภคภายในจังหวัดและจังหวัดใกล้เคียง ในภาคเหนือมีอุตสาหกรรมผักและผลไม้คองปรุงรสขนาดเล็กอยู่มาก เช่น กระเทียมคอง ตังถ้าย ท้อคอง และมะม่วงคอง เป็นต้น เพื่อจำหน่ายแก่นักท่องเที่ยว ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอุตสาหกรรมหัวผักกาดคองเค็ม และหัวผักกาดคองปรุงรสที่ขึ้นชื่ออยู่ในจังหวัดสุรินทร์ ภาคกลางมีอุตสาหกรรมผัก และผลไม้คองทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่อยู่มากมาย โดยเฉพาะในเขตจังหวัดนครปฐม ราชบุรี และกาญจนบุรี ได้แก่ หัวผักกาดคองเปรี้ยวเค็ม และปรุงรส หน่อไม้คองเปรี้ยวและเค็ม ตังถ้าย กระเทียมคอง พริกคองและผลไม้คองปรุงรส ทั้งบรรจุหีบ ขวด และถุงพลาสติก เป็นต้น

อุตสาหกรรมผักคองขนาดใหญ่ และผลิตเพื่อเป็นสินค้าส่งออก ได้แก่ อุตสาหกรรมขิงคองเค็ม แตงกวาคองเค็ม มะเขือคองเค็ม และผักรวมคองปรุงรส ปัจจุบันนี้โรงงานอุตสาหกรรมผักคองในประเทศญี่ปุ่น ได้อาศัยฐานการผลิตจากประเทศไทยเพื่อส่งกลับไปจำหน่ายในประเทศญี่ปุ่น เพราะต้นทุนการผลิตที่ถูกกว่าและสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ตามที่ต้องการ โดยส่งผู้เชี่ยวชาญมาแนะนำและควบคุมการผลิต (วิชัย หฤทัยธนาสันต์, 2538)

ตารางที่ 1 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกผักดองตั้งแต่ พ.ศ. 2537-41

(กรมส่งเสริมการส่งออก กระทรวงพาณิชย์, 2542)

ปี พ.ศ.	ปริมาณการส่งออกผักดอง (ตัน)	มูลค่า (บาท)
2541	6,175,664	291,019,801
2540	5,941,486	101,400,407
2539	5,039,664	70,413,152
2538	2,177,013	52,900,427
2537	1,178,359	25,825,339

ผักดองเหล่านี้ส่งเป็นสินค้าออกไปยังประเทศต่างๆเกือบทั่วโลก ประเทศที่ซื้อผักดองจากประเทศไทยมากที่สุดได้แก่ ประเทศจีน สหรัฐอเมริกา และเยอรมัน รองลงมาได้แก่ออสเตรเลีย แคนาดา นิวซีแลนด์ เดนมาร์ก อังกฤษ และฝรั่งเศส

ด้วยเหตุนี้อุตสาหกรรมผักดอง จึงมีแนวโน้มที่คาดการณ์ได้ว่าจะยังมีอนาคตอันไกล และจะมียอดจำหน่ายเพิ่มขึ้นทุกปี แต่พบว่าเทคโนโลยีในการแปรรูปผัก และผลไม้สดไปเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เช่น แดงกวาดอง ขิงดอง หัวผักกาดดอง และมะม่วงดองเค็ม ยังมีปัญหาอยู่บ้างสำหรับคุณภาพของผลิตภัณฑ์เหล่านั้น ปัญหาเหล่านี้จำเป็นต้องปรับปรุง เช่น

1. การขาดระบบการผลิตเชิงอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เนื่องจากการผลิตเป็นแบบครัวเรือน ซึ่งใช้แรงงานในครอบครัว ทำให้กำลังการผลิตของอุตสาหกรรมครัวเรือนไม่แน่นอน ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ดองมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ เช่น ขนาด สี กลิ่น และรสชาติจึงไม่อาจควบคุมได้

2. ความสะอาดของผลิตภัณฑ์ และความปลอดภัยในการบริโภคอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ผลิตภัณฑ์ผัก และผลไม้จึงไม่อาจเก็บรักษาได้นาน การขาดหลักวิชาการด้านการเก็บถนอมอาหาร สุขลักษณะของการผลิตอาหาร ตลอดจนการบรรจุ

3. การใส่วัตถุเจือปนอาหารที่ไม่เหมาะสม ไม่ปลอดภัย ต่อผู้บริโภค ดังนั้นอุตสาหกรรมผักและผลไม้โดยเฉพาะขนาดเล็กจำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือทางหลักวิชาการ เพราะผลิตภัณฑ์เหล่านี้กระจายไปสู่ตลาดผู้บริโภคที่ห่างไกลออกไป การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐานอาหารและการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ

ตลอดจนการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น โดยการนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด นอกจากนี้ยังรวมถึงการใช้วัตถุดิบอาหารที่เหมาะสมและถูกต้อง

ส่วนด้านอุตสาหกรรมการผลิตโยเกิร์ต ปัจจุบันได้มีการผลิตเพิ่มขึ้นมีปริมาณเพียงพอสำหรับให้คนในประเทศบริโภค โดยไม่จำเป็นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ จึงทำให้ไม่เสียค่าการค้ำและยังมีการส่งออกไปยังต่างประเทศ ประเทศส่งออกที่สำคัญได้แก่ เนเธอร์แลนด์ สวิตเซอร์แลนด์ ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ประเทศ ลาว กัมพูชา พม่า สิงคโปร์ เวียดนาม อินโดนีเซีย และศรีลังกา ยังมีการสั่งซื้อจากประเทศไทยด้วย ปริมาณการส่งออกโยเกิร์ตทั้งหมดในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันมีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกโยเกิร์ตตั้งแต่ พ.ศ. 2537-41

(กรมส่งเสริมการส่งออก กระทรวงพาณิชย์, 2542)

ปี พ.ศ.	ปริมาณการส่งออกโยเกิร์ต (กก.)	มูลค่า (บาท)
2541	1,331,714	43,835,662
2540	1,072,742	32,361,353
2539	982,104	24,001,046
2538	885,200	21,505,348
2537	617,942	15,050,405

จึงเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมผักดองและโยเกิร์ต เป็นสินค้าส่งออกแปรรูปที่สำคัญต่อเศรษฐกิจในอนาคต

การผลิตผักดองและการผลิตโยเกิร์ตนั้นอาศัยจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค สามารถสร้างกรดแล็กติกที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยวและมีกลิ่นเฉพาะจุลินทรีย์เหล่านี้ ได้แก่ แล็กติกแอซิดแบคทีเรีย

แล็กติกแอซิดแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria) เป็นแบคทีเรียในสกุล *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* และ *Pedicoccus* มีลักษณะทั้งเป็นแท่งยาว แท่งสั้น หรือกลม ขัอมติดสี่แกรมบวก สามารถเปลี่ยนน้ำตาลหรือคาร์โบไฮเดรตให้เป็นกรดแล็กติกได้ พวก homofermentative lactic acid bacteria สามารถหมักน้ำตาลที่มีคาร์บอน

6 ตัวได้กรดแล็กติกร้อยละ 85-95 ส่วน heterofermentative lactic acid bacteria สามารถหมักน้ำตาลได้กรดแล็กติกร้อยละ 50 และได้เอทานอล กรดแอซีติก ไคอะเซตทิล รวมทั้งแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ กรดแล็กติกที่แบคทีเรียพวกนี้สร้างขึ้นมีทั้ง L(+)-lactic acid ซึ่งถูกดูดซึมได้ดีในทางเดินอาหาร ร่างกายสามารถเปลี่ยนเป็นกลูโคสนำไปใช้ในการหายใจได้ และสามารถเก็บสะสมในรูปของไกลโคเจน ชนิด D(-)-lactic acid จะถูกดูดซึมได้น้อยส่วนใหญ่มักจะถูกขับออกทางปัสสาวะ และเชื้อบางชนิดสร้าง DL-lactic acid (Nakazawa, 1991; Seppo and Atte, 1993)

แล็กติกแอซิดแบคทีเรียเป็นเชื้อที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยวในอาหารหมักเช่น ในแหมน สัมผัก ปลาต้ม ไส้กรอกเปรี้ยว ผักเสี้ยนดอง ข้าวหมาก และผลิตภัณฑ์นมหมัก (Merilainea, 1988; Tanasupawat และ Daengsubha, 1983; Tanasupawat และ Komagata, 1995) ในระหว่างกระบวนการหมักอาหารเชือกกลุ่มนี้นอกจากจะสร้างกรดแล็กติกยังสามารถสร้างสารอื่นซึ่งมีผลต่อการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค สารเหล่านี้ได้แก่ไฮโดรเจน เพอร์ออกไซด์ กรดแอซีติก และแบคทีริโอซิน (Bacteriocin) แบคทีริโอซินเป็นสารโปรตีนที่มีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรีย และมีความแตกต่างกันไปตามชนิดที่แล็กติกแอซิดแบคทีเรียสร้าง (Samelis et al., 1994) โดยสามารถยับยั้งแบคทีเรียที่มีสายพันธุ์คล้ายกับที่เชื้อสร้างและแบคทีเรียแกรมบวก รวมทั้งสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้กว้างขึ้น โดยมีผลยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคเช่น *C. botulinum*, *Es. monocytogenes* ตัวอย่างของแบคทีริโอซินเช่น nisin มีผลต่อแบคทีเรียแกรมบวก เช่น *Bacillus* sp. *Clostridium* sp. และ *Streptococcus* sp. (Hammes et al., 1990; Klaehammer, 1988) ปัจจุบันได้มีการใช้แบคทีริโอซินเป็นสารถนอมอาหารในอุตสาหกรรมแช่เย็น และอาหารประเภทสัตว์ปีกเพื่อป้องกันการเน่าเสียจากการติดเชื้อ *Salmonella* sp. นอกจากนี้ยังมีการใช้แล็กติกแอซิดแบคทีเรียที่สร้างแบคทีริโอซินผสมในอาหารสัตว์ เพื่อให้สัตว์เลี้ยงบริโภคอาหารที่มีแล็กติกแอซิดแบคทีเรีย ที่มีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค แล็กติกแอซิดแบคทีเรียที่ยังมีชีวิตอยู่นี้ เรียกว่าโปรไบโอติก (probiotic) ซึ่งทำให้เกิดสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ มีผลป้องกันโรคท้องร่วงจากเชื้อโรคหลายชนิด และทำให้สัตว์มีภูมิคุ้มกันเพิ่มขึ้น (Seppo and Atte, 1993) การผลิตอาหารหมักโดยใช้เชื้อแล็กติกแอซิดแบคทีเรียจะให้ผลดีกว่า การหมักที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งอาศัยเชื้อที่ติดมากับวัตถุดิบ การหมักคงธรรมชาติมีระยะเวลาในการหมักคงอาหารแตกต่างกันบางครั้งอาจไม่ได้อาหารตามที่ต้องการเช่น อาหารอาจไม่เปรี้ยว

ต้องเติมกรดซึ่งสารที่เติมลงไปนั้นไม่ก่อให้เกิดกลิ่นหอมตามที่ต้องการ การหมักโดยเติมเชื้อสามารถลดระยะเวลาการหมักและควบคุมความสะอาดได้ดีกว่าการหมักตามธรรมชาติ (นภาโลห์ทอง, 2534; Campbell-Platt, 1987) การดองผักที่ทำให้เกิดกรดแล็กติก (Lactic acid fermentation) โดยทั่วไปจะนำมาปรุงรสด้วย เกลือ น้ำตาล หรือเครื่องเทศ เพื่อให้ได้กลิ่นรสตามที่ต้องการ เช่น การทำผักดองเปรี้ยว (sour pickles) ผักดองหวาน (sweet pickles) ผักดองผสม (mixed pickles) แล็กติกแอซิติกแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับการดองผักเพื่อให้ได้กรดแล็กติกมีหลายชนิด เช่น ในกะหล่ำปลีดองและแครอทดองจะพบเชื้อ

Le. mesenteroides ซึ่งสร้างเฉพาะ D(-)-lactic acid ในช่วงแรกของการหมักที่ 25°ซ ใช้เกลือร้อยละ 2.5 หลังจากนั้นพบ *L. plantarum*, *L. brevis* และ *L. sake* ซึ่งผลิต DL-lactic acid (Rolf et al.,1990) ในแตงกวาดองพบเชื้อ *L. plantarum*, *P. pentosaceus* และ *L. casei* ทำให้ pH ลดลงเป็น 3.24 (Chavasit et al.,1991) ในกิ้นไฉ่ดองพบ *Lc. mesenteroides* หลังจากการหมักจะได้กรดร้อยละ 0.7-1.2 pH 3.9 (Bate, 1970) ส่วนผักดองอื่นๆ ในประเทศ เช่น ผักกาดดอง ผักเสี้ยนดอง หน่อไม้ดอง หอมดอง จะพบ *L. plantarum* และ *L. pentosaceus* ซึ่งสร้าง DL-lactic acid (Tanasupawat et al.,1992) ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของแล็กติกแอซิติกแบคทีเรียคือ สภาวะแวดล้อมของการดอง ปริมาณความเข้มข้นของเกลือ น้ำตาล อุณหภูมิ และชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับวัตถุดิบ (Albert et al.,1992) ในระหว่างการหมักผักต้องระวังการเจริญของยีสต์ ยีสต์จะเจริญที่ผิวด้านบนที่สัมผัสกับอากาศ และจะทำลายกรดแล็กติก ทำให้เอนไซม์ในผักสามารถทำงานได้ เกิดการสลายตัวของโปรตีน และไขมัน ทำให้กลิ่นรสของผักดองเปลี่ยนไป ผักจะเกิดการโป่งพอง ซึ่งสามารถลดการเสียหายของการดองผักโดยทำการดองในภาชนะปิดสนิท ทำให้ได้ผักดองที่มีคุณภาพดี (Fleming et al.,1983) ปัจจุบันต่างประเทศให้ความสนใจกระบวนการหมักโดยใช้แล็กติกแอซิติกแบคทีเรีย ซึ่งนอกจากจะทำให้อาหารมีรสเปรี้ยวแล้วยังทำให้อาหารนั้นย่อยง่าย ลดการเสื่อมสลายของสารอาหารและคุณค่าทางอาหารถูกดูดซึมมากขึ้น เช่น โปรตีน และแร่ธาตุ (Reddy and Peirson, 1994; Ziegler et al., 1994)

ส่วนในผลิตภัณฑ์นมหมักเช่น โยเกิร์ต และนมเปรี้ยว จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตนมเปรี้ยวส่วนใหญ่เป็น *L. bulgaricus* และ *St. thermophilus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ทนความร้อน (thermophilic lactic acid bacteria) สามารถเจริญที่ 40-45°ซ และเจริญแบบพึ่งพาอาศัย (symbiosis) นอกจากนี้ *L. casei* และ *L. acidophilus* ซึ่งเจริญได้ที่อุณหภูมิปานกลาง

(mesophilic lactic acid bacteria) ประมาณ 37°C ก็ใช้ผลิตนมเปรี้ยวได้ (Hone and Nordagaurclandersen, 1996)

นอกจากนี้บุคคลบางกลุ่ม เมื่อดื่มนมแล้วจะมีอาการท้องเสีย คลื่นไส้เพราะขาดเอนไซม์แล็กเทสในการย่อยแล็กโทส (Hertzler et al., 1996) ฉะนั้นการรับประทานโยเกิร์ตจะมีประโยชน์ต่อบุคคลกลุ่มนี้ เพราะแล็กโทสในโยเกิร์ตได้ถูกใช้โดยเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้โยเกิร์ต และนมเปรี้ยวเป็นแหล่งของแคลเซียม ช่วยเพิ่มกรดในผู้สูงอายุโดยกรดแล็กติกจะไปช่วยระบบย่อยอาหาร (Nakazama, 1991) ยังมีรายงานว่าการบริโภคโยเกิร์ตจะทำให้ผู้บริโภคมีสุขภาพแข็งแรง จิตใจแจ่มใส อายุยืน ท้องไม่ผูก (Nadathur et al., 1994)

ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นจึงได้มุ่งเน้นการวิจัย เพื่อทำการคัดเลือกเชื้อที่ผลิตกรดแล็กติกชนิดแอลให้ได้ปริมาณสูง คาดว่าเมื่อนำมาใช้ในการหมักอาหาร คือ ผักดอง และโยเกิร์ต จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติและกลิ่นเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และแบคทีเรียสามารถสร้างสารที่มีผลต่อการยับยั้งจุลินทรีย์ ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์เก็บได้นาน และระยะเวลาในการหมักสั้น โดยผู้วิจัยจะนำเชื้อที่คัดเลือกได้ผลิตเป็นสตาร์ทเตอร์เชื้อบริสุทธิ์ (starter culture) ทั้งรูปเชื้อเหลว และเชื้อผงที่ใช้งานสะดวกเหมาะกับการผลิตในระดับครัวเรือนและอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ซึ่งจะช่วยให้หมักอาหารได้สะดวกและรวดเร็ว นอกจากนี้การบริโภคอาหารที่มีแล็กติกแอซิดแบคทีเรียซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค โดยที่แล็กติกแอซิดแบคทีเรียยังมีชีวิตอยู่ ทำให้เกิดสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ และมีผลในการป้องกันการเกิดโรคท้องร่วงจากเชื้อโรคอื่นๆหลายชนิด ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นเหตุจูงใจให้ทำการวิจัยเรื่องนี้

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อคัดเลือกเชื้อที่สามารถผลิตกรดแลคติก สำหรับใช้ในการหมักผัก และผลิตโยเกิร์ต
2. ศึกษาคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยา การเจริญ สรีรวิทยา ชีวเคมีบางประการ และตรวจสอบฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียของเชื้อแล็กติกแอซิดแบคทีเรียที่คัดเลือกได้
3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในกระบวนการหมักผัก และผลิตโยเกิร์ต โดยใช้แล็กติกแอซิดแบคทีเรียสายพันธุ์ที่ผลิตกรดแลคติกที่คัดเลือกได้
4. เพื่อหาวิธีการและภาวะที่เหมาะสมในการหมักผัก และผลิตโยเกิร์ตรวมทั้งศึกษาอายุการเก็บรักษาผักดอง