บทที่ 2
สาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่ม

น้ำพริกหนุ่มถือเป็นอาหารพื้นบ้านของทางภาคเหนือตอนบนโดยมีวัตถุดิบหลักคือ พริกชี้ฟ้าสีเขียว (ทางภาคเหนือเรียกว่าพริกหนุ่ม) กระเทียม หอมแดง มะเขือเทศ และเครื่องปรุงรส ได้แก่ เกลือ น้ำปลา น้ำปลาร้า หรือเนื้อปลาอินทรีย์ ในกระบวนการผลิตเริ่มจากล้างพริกหนุ่ม หอมแดง กระเทียม มะเขือเทศ ให้สะอาด นำไปเผาไฟให้สุก ปอกเปลือกออกให้หมด โขลกส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงเช่นเกลือ หรือน้ำปลา ใช้เป็นเครื่องจิ้มเช่นเดียวกับน้ำพริกกระปิของทางภาคกลาง นิยมรับประทานกับข้าวเหนียว แคบหมู ไข่ต้ม ผักต่างๆ เช่น ถั่วผักยาว ผักกาด กะหล่ำปลี มะเขือ ทั้งลวกหรือกินสด ให้คุณค่าทางอาหารหลายชนิด ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ในอดีตการทำน้ำพริกหนุ่มเป็นการทำทานในครัวเรือน เพียงนำวัตถุดิบไปเผาในเตาถ่านที่เหลือจากการหุงต้มนำมาโขลกรับประทานได้ทันที ปัจจุบันไม่เพียงแต่นิยมรับประทานในครัวเรือนเท่านั้น แต่น้ำพริกหนุ่มกลายเป็นอาหารที่รู้จักกันทั่วไปเพราะมีการผลิตจำหน่ายกันอย่างแพร่หลาย นักท่องเที่ยวที่มาเที่ยวเชียงใหม่นิยมซื้อเป็นของฝาก มีการพัฒนาการตลาดของน้ำพริกหนุ่มโดยการใส่วัตถุกันเสียเพื่อให้เก็บได้นานขึ้น และติดยี่ห้อของผู้ผลิต ซึ่งโดยมากพบในตลาดวโรรสจังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางอาหารของน้ำพริกหนุ่ม 200 กรัม

ส่วนประกอบ	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลลอรี่)	105.00
น้ำ (กรัม)	225.20
โปรตีน (กรัม)	7.10
ไขมัน (กรัม)	2.00
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	12.00
กาก (กรัม)	1.90
ใยอาหาร (กรัม)	0.60
เถ้า (กรัม)	0.20
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	63.90
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	36.70

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางอาหารของน้ำพริกหนุ่ม 200 กรัม (ต่อ)

ส่วนประกอบ	ปริมาณ
เหล็ก (มิลลิกรัม)	38.10
เบต้า-แคโรทีน (ไมโครกรัม)	186.50
วิตามินบีหนึ่ง (มิลลิกรัม)	137.97
วิตามินบีสอง (มิลลิกรัม)	0.13
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	1.43
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	213.40

(ที่มา : ดัดแปลงจาก จุรีย์พร และพิชญ์พร)

2.2 ส่วนประกอบที่สำคัญในผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่ม

2.1.1 พริก

พริก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum frutescens Linn.* (พริกขี้หนู) *Capsicum annual Linn.* (พริกชี้ฟ้า) อยู่ในวงศ์ Solanaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปอเมริกากลางและอเมริกาใต้ พริกเป็นส่วนประกอบอาหารประจำของคนไทยมาช้านาน และเป็นส่วนประกอบอาหารของชนชาติต่างๆ จากสถิติการบริโภคพริกของชนชาติต่างๆ พบว่า คนเม็กซิกันบริโภคพริก 20 กรัม/คน/วัน คนไทย 5 กรัม/คน/วัน คนอินเดีย 2.5 กรัม/คน/วัน ส่วนคนอเมริกัน 1.5 มิลลิกรัม/คน/วัน (มาริศ, 2549) พริกเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูงเป็นแหล่งของวิตามินเอ ซี และอี โดยเฉพาะวิตามินซีพบว่ามีมากกว่าผักชนิดอื่น เป็นแหล่งของพลังงานและแร่ธาตุ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เหล็ก แคลเซียม ดังแสดงในตารางที่ 2.2 พริกมีสารที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสเผ็ดร้อน คือ แคปไซซินอยด์ (capsaicinoids) ประกอบด้วยสารต่างๆ คือ แคปไซซิน (capsaicin) 46-47 เปอร์เซ็นต์ ไดไฮโดรแคปไซซิน (dihydrocapsaicin) 21-40 เปอร์เซ็นต์ นอร์ไดไฮโดรแคปไซซิน (nordihydrocapsaicin) 2–11 เปอร์เซ็นต์ โฮโมแคปไซซิน (homocapsaicin) 0.6-2.0 เปอร์เซ็นต์ โฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน (homodihydrocapsaicin) 1-2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในผลพริกมีปริมาณสารให้ความเผ็ดแตกต่างกันไป (บัญญัติ, 2547) จะเห็นได้ว่าสารสำคัญ ที่มีปริมาณมากและทำให้เกิดกลิ่นและรสเผ็ดร้อนคือแคปไซซิน มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{18}H_{27}NO_3$ ชื่อทางการค้าที่เรียกว่า 8-methyl-N-vanillyl-6-nonenamide (นิจศิริ, 2542) ปริมาณแคปไซซินจะแตกต่างกันไปตามชนิดพันธุ์พริก ความแก่อ่อน สถานที่ และฤดูกาลเพาะปลูก สารนี้มีคุณสมบัติทนทานต่อการปรุงหรือการแปรรูปอาหารได้ดี (โครงการหนูรักผักสีเขียวและมูลนิธิโตโยต้าแห่งประเทศไทย, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แคปไซซินในพริกมีฤทธิ์ช่วยเร่งการเผาผลาญอาหารในร่างกาย มีสรรพคุณเป็นประโยชน์ต่อระบบทางเดินหายใจ ความดันโลหิต และต่อหัวใจ พริกจึงมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยเบาหวานที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบการไหลเวียนของเลือด พริกยังมีสรรพคุณในการช่วยย่อยอาหาร ขับลม ทำให้เจริญอาหาร สารแคปไซซินในพริกมีฤทธิ์กระตุ้นสมองให้หลั่งสารเอ็นดอร์ฟินซึ่งมีฤทธิ์ในการระงับปวด ช่วยบรรเทาอาการเจ็บคอ ปวดศีรษะ บวมเคล็ดและปวดเมื่อย (มาริศ,2549)

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางอาหารโดยเฉลี่ยของพริกชี้ฟ้า (ต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม)

ส่วนประกอบ	พริกชี้ฟ้า
พลังงาน (Kcal)	53.00
โปรตีน (g)	3.00
ไขมัน (g)	1.10
คาร์โบไฮเดรต (g)	8.00
แคลเซียม (mg)	14.00
ฟอสฟอรัส (mg)	75.00
เหล็ก (mg)	1.10
เบต้า-แคโรทีน (RE)	31.09
วิตามินบี 1 (mg)	0.11
วิตามินบี 2 (mg)	0.01
วิตามินซี (mg)	90.00
ไนอาซีน (mg)	0.00

ที่มา : โครงการหนูรักผักสีเขียว และมูลนิธิโตโยต้าแห่งประเทศไทย (2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.2 หอมแดง

หอมแดง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Allium ascalonicum* Linn. อยู่ในวงศ์ Amaryllidace มีคุณสมบัติคล้ายหอมใหญ่มาก แต่หอมแดงมีรสฉุนกว่า และมีความหวานมากกว่าหอมใหญ่ประมาณสองเท่า ปลูกมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย หอมแดงมีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมด้วยวิตามินเอ วิตามินบี วิตามินซี วิตามินอี มีไขมันต่ำ พบว่าในหอมแดง 100 กรัม มีโปรตีน 2.1 กรัม คาร์โบไฮเดรท 11 กรัม ไขมัน 0.2 กรัม วิตามินซี 10 มิลลิกรัม น้ำตาลหลาย ๆ ชนิดรวม 10.6 กรัม และมีพลังงานเพียง 50-60 แคลลอรี่ หอมแดง

เป็นเครื่องปรุงที่สำคัญในการประกอบอาหารไทยเช่นเดียวกับกระเทียม หอมแดงประกอบด้วยฟลาวานอยด์ เคอเซติน ซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ การบริโภคหอมแดงเป็นประจำ จึงสามารถลดระดับโคเลสเตอรอล และช่วยให้การไหลเวียนของเลือดดีขึ้น ฟลาวานอยด์ปริมาณสูงมากๆ จะช่วยลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและโรคมะเร็งได้ นอกจากนี้หอมแดงยังมีคุณสมบัติต้านแบคทีเรีย สามารถป้องกันการติดเชื้อและช่วยบรรเทาอาการไข้หวัด (มาริศ, 2549)

2.1.3 กระเทียม

กระเทียมเป็นได้ทั้งพืชเครื่องเทศและสมุนไพร โดยมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Allium sativum* Linn. วงศ์ Alliaceae ซึ่งสารที่พบในกระเทียม ได้แก่ allicin, coumarins, allylpropyl disulphide, diallyl disulphide, peroxidase และ myrosinase (รุ่งรัตน์, 2540) ซึ่ง allicin เป็นสารสำคัญในกระเทียมที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ต่างๆ ได้ เนื่องจากมีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจ หรือการเจริญของเซลล์จุลินทรีย์ (นิจศิริ, 2542) ซึ่งกระเทียมให้พลังงาน 140 กิโลแคลลอรี่ โดยมีน้ำ 63.1 กรัม โปรตีน 56 กรัม แคลเซียม 5 มิลลิกรัม เส้นใย 0.9 กรัม วิตามินเอ 5 IU วิตามินบี 1 0.17 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.02 มิลลิกรัม วิตามินซี 15 มิลลิกรัม (นิดดา และคณะ, 2548)

2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่ม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำพริกหนุ่ม, 2547)

น้ำพริกหนุ่ม หมายถึง ผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคที่ทำจากพริกพันธุ์พริกหนุ่ม บดผสมให้เข้ากันกับกระเทียม หอม ที่เผาหรืออบให้สุกแล้ว ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ น้ำปลา อาจปรุงแต่งด้วยมะเขือเทศส้ม เนื้อปลาสุก น้ำปลาร้าต้มสุกที่กรองแล้ว หรือปลาร้าสับที่ทำให้สุก น้ำพริกหนุ่มทั่วไปควรมีส่วนประกอบที่ใช้กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ สี กลิ่น และรสชาติ ต้องดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่น รสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ รวมทั้งลักษณะเนื้อสัมผัสต้องมีเนื้อหยาบ มีความนุ่ม ชุ่มฉ่ำ และต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

น้ำพริกหนุ่มเป็นอาหารประเภทที่มีความเป็นกรดต่ำ ซึ่งเป็นอาหารที่ต้องมีการควบคุมกรรมวิธีการผลิตอย่างเข้มงวดเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำพริกหนุ่ม (มผช. 293/2547) ได้กำหนดมาตรฐานของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำพริกหนุ่มไว้ดังนี้

1. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
2. ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม
4. คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม
5. เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
6. ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2.4 ระบบจีเอ็มพี

หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต หรือจีเอ็มพี เป็นข้อกำหนดพื้นฐานที่จำเป็นในการผลิตและควบคุมเพื่อให้ผู้ผลิตปฏิบัติตาม ทำให้สามารถผลิตอาหารได้อย่างปลอดภัย เน้นการกำกับดูแลกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์อาหาร ป้องกันและขจัดความเสี่ยงที่จะทำให้อาหารเป็นพิษ ทำให้อาหารปลอดภัยจากการปนเปื้อนอันเกิดจากสาเหตุสำคัญ 3 ประการ คือด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านจุลินทรีย์ โดยเริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกาและได้แพร่หลายในการควบคุมการผลิตอาหารในประเทศต่างๆ จนกระทั่งเข้าสู่โครงการมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ (Codex Alimentsrius) ที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) กับองค์การอนามัยโลก (WHO) ร่วมกันจัดทำ ซึ่งเรียกว่าข้อกำหนดหลักเกณฑ์ทั่วไปเกี่ยวกับสุขลักษณะอาหาร (Recommended International Code of Practice General Principle of Food Hygiene) องค์การการค้าโลกได้อ้างอิงข้อกำหนดดังกล่าวเป็นเกณฑ์ด้านความปลอดภัยของอาหาร และใช้อ้างอิงในกรณีที่เกิดข้อขัดแย้งระหว่างประเทศ ทำให้มีความสำคัญต่อการค้าผลิตผลทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์อาหาร (สุวิมล, 2543; ธเนศ, 2546) ประเทศไทยได้มีการดำเนินการที่ตอบสนองแนวคิดสากลดังกล่าว โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้มีการพัฒนานำหลักเกณฑ์จีเอ็มพีมาใช้ โดยบรรจุไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 ซึ่งมีการดำเนินงานในลักษณะสมัครใจ โดยมีสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ของกระทรวงสาธารณสุขเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบการนำเอาระบบจีเอ็มพีมาบังคับใช้ โดยกระทรวงสาธารณสุขได้ออกประกาศ ฉบับที่ 193 พ.ศ. 2543 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร หรือ จีเอ็มพีสุขลักษณะทั่วไป กำหนดใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารทั้งสิ้น 54 ประเภท อาทิ ขนมปัง นมโค นมปรุงแต่ง นมเปรี้ยว เนย เนยเทียม น้ำแข็ง น้ำมันพืช น้ำปลา น้ำส้มสายชู น้ำผึ้ง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท น้ำแร่ธรรมชาติ ชา กาแฟ ช็อคโกแลต ไอศกรีม และซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นต้น(ธเนศ, 2546; ขวัญทวี, 2548; กระทรวงสาธารณสุข, 2547)

จากกระแสความต้องการความปลอดภัยด้านอาหารของภาคประชาชน ภาคเศรษฐกิจภายในประเทศ และจากกระแสการค้าโลกที่เพิ่มมากขึ้นจึงเป็นปัจจัยผลักดันให้ประเทศไทยจำเป็นต้องดำเนินการปรับปรุงพื้นฐานระบบการควบคุมดูแลอาหารให้เป็นไปตามแนวทางที่สากลกำหนด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยการนำจีเอ็มพีสากลมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะการผลิตของประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยได้มีการปรับลดรายละเอียดบางส่วนให้เหมาะสม โดยที่ยังคงสอดคล้องกับหลักเกณฑ์สากล เพื่อให้สามารถปฏิบัติได้ในสถานการณ์จริง สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตเพื่อการบริโภคภายในประเทศและเพื่อการส่งออก กระทรวงสาธารณสุขจึงประกาศบังคับใช้จีเอ็มพีกับอาหาร โดยโรงงานอาหารที่เข้าข่ายเป็นโรงงานอุตสาหกรรม และไม่เข้าข่ายโรงงานอุตสาหกรรมก็ตาม จะต้องปฏิบัติตามระบบจีเอ็มพี ตั้งแต่วันที่ 24 กรกฎาคม 2544 ซึ่งมีผลใช้บังคับแก่ผู้ผลิตอาหารรายใหม่จะต้องปฏิบัติตามโดยทันที ส่วนผู้ประกอบการรายเก่านั้นจะต้องปรับปรุงมาตรฐานให้เป็นไปตามระบบจีเอ็มพีภายในเวลา 2 ปี ซึ่งครบกำหนดไปแล้วเมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม 2546 จึงกล่าวได้ว่าระบบจีเอ็มพีในประเทศไทยได้มีผลใช้บังคับอย่างเต็มรูปแบบ ตั้งแต่วันที่ 24 กรกฎาคม 2546 เป็นต้นมา โดยมีผู้ประกอบการซึ่งอยู่ในข่ายที่จะต้องปฏิบัติตามกฎหมายนี้ราว 50,000ราย (ธเนศ, 2546; ขวัญทวี, 2548)

2.5 ข้อกำหนดของระบบจีเอ็มพี (สาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่, 2547; นริศและนันทนา, 2544; สุวิมล, 2544)

หลักเกณฑ์ จีเอ็มพี ที่กำหนดเป็นกฎหมาย ซึ่งปรากฏในบัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ. 2543 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร มีวัตถุประสงค์และรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เพื่อเป็นการยกระดับมาตรฐานการผลิต และมาตรฐานความปลอดภัยของอาหาร
2. เพื่อพัฒนามาตรฐานการผลิตอาหารในประเทศไทยให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. เพื่อสร้างความมั่นใจและคุ้มครองผู้บริโภคในอันที่จะได้รับอาหารที่มีคุณค่าและมีความปลอดภัยยิ่งขึ้น

ข้อกำหนดเรื่องหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหารประกอบด้วยสาระสำคัญ 6 ประการดังนี้

ข้อกำหนดที่ 1 : สถานที่ตั้งและอาคารผลิต

1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง ต้องอยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้อาหารที่ผลิตเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบสะอาด ไม่ปล่อยให้มีการสะสมสิ่งที่ไม่ใช้แล้ว หรือ สิ่งปฏิกูลอันอาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์และแมลง รวมทั้งเชื้อโรคต่าง ๆ ขึ้นได้

1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่นมากผิดปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ

1.1.4 บริเวณพื้นที่ตั้งตัวอาคารไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก และมีท่อระบายน้ำเพื่อให้ไหลลงสู่ทางระบายน้ำสาธารณะในกรณีที่สถานที่ตั้งตัวอาคารซึ่งใช้ผลิตอาหารอยู่ติดกับบริเวณที่มีสภาพไม่เหมาะสม หรือไม่เป็นไปตามข้อ 1.1.1-1.1.4 ต้องมีกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพ ในการป้องกันและกำจัดแมลงและสัตว์นำโรค ตลอดจนฝุ่นผงและสาเหตุของการปนเปื้อนอื่น ๆ ด้วย

1.2 อาคารผลิตมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การทำนุบำรุงสภาพ รักษาความสะอาด และสะดวกในการ ปฏิบัติงาน โดย

1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารสถานที่ผลิต ต้องก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

1.2.2 ต้องแยกบริเวณผลิตอาหารออกเป็นสัดส่วน ไม่ปะปนกับที่อยู่อาศัย

1.2.3 ต้องมีมาตรการป้องกันสัตว์และแมลงไม่ให้เข้าในบริเวณอาคารผลิต

1.2.4 จัดให้มีพื้นที่เพียงพอที่จะติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตให้เป็นไปตาม สายงานการผลิตอาหารแต่ละประเภท และแบ่งแยกพื้นที่การผลิตเป็นสัดส่วนเพื่อป้องกันการปนเปื้อนอันอาจเกิดขึ้นกับอาหารที่ผลิตขึ้น

1.2.5 ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ในบริเวณผลิต

1.2.6 จัดให้มีแสงสว่างและการระบายอากาศที่เหมาะสม และเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงาน ภายในอาคารผลิต

ข้อกำหนดที่ 2 : เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต

2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการผลิตที่สัมผัสกับอาหาร ต้องทำจากวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหารอันอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

2.2 โต๊ะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตในส่วนที่สัมผัสกับอาหาร ต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่เกิดสนิม ทำความสะอาดง่าย และไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยา ที่อาจเป็นอันตรายแก่สุขภาพของผู้บริโภค โดยมีความสูงเหมาะสมและมีเพียงพอในการปฏิบัติงาน

2.3 การออกแบบติดตั้งเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้เหมาะสมและคำนึงถึงการปนเปื้อนที่อาจจะเกิดขึ้น รวมทั้งสามารถทำความ สะอาดตัวเครื่องมือ เครื่องจักร และบริเวณที่ตั้งได้ง่ายและทั่วถึง

2.4 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต ต้องเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อกำหนดที่ 3 : การควบคุมกระบวนการผลิต

3.1 การดำเนินการทุกขั้นตอนจะต้องมีการควบคุมตามหลักสุขาภิบาลที่ดีตั้งแต่การตรวจรับวัตถุดิบและส่วนผสมในการผลิตอาหาร การขนย้าย การจัดเตรียม การผลิต การบรรจุ การเก็บรักษาอาหาร และการขนส่ง

3.1.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการผลิตอาหาร ต้องมีการคัดเลือกให้อยู่ในสภาพที่สะอาด มีคุณภาพดี เหมาะสำหรับใช้ในการผลิตอาหารสำหรับบริโภค ต้องล้างหรือทำความสะอาดตามความจำเป็นเพื่อขจัดสิ่งสกปรก หรือสิ่งปนเปื้อนที่อาจติดหรือปนมากับวัตถุนั้น ๆ และต้องเก็บรักษาวัตถุดิบภายใต้สภาวะที่ป้องกันการปนเปื้อนได้โดยมีการเสื่อมสลายน้อยที่สุด และมีการหมุนเวียนสต็อกของวัตถุดิบและส่วนผสมอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.2 ภาชนะบรรจุอาหารและภาชนะที่ใช้ในการขนถ่ายวัตถุดิบ และส่วนผสมในการผลิตอาหาร ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการนี้ ต้องอยู่ในสภาพที่เหมาะสมและไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนกับอาหารในระหว่างการผลิต

3.1.3 น้ำแข็งและไอน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตที่สัมผัสกับอาหาร ต้องมีคุณภาพมาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง น้ำแข็งและน้ำบริโภค และการนำไปใช้ในสภาพที่ถูกสุขลักษณะ

3.1.4 น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร ต้องเป็นน้ำสะอาดบริโภคได้ มีคุณภาพมาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง น้ำแข็งและน้ำบริโภค และการนำไปใช้ในสภาพที่ถูกสุขลักษณะ

3.1.5 การผลิต การเก็บรักษา ขนย้าย และขนส่งผลิตภัณฑ์อาหาร ต้องป้องกันการปนเปื้อน และป้องกันการเสื่อมสลายของอาหารและภาชนะบรรจุด้วย

3.1.6 การดำเนินการควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมดให้อยู่ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม

3.2 จัดทำบันทึกและรายงานอย่างน้อยดังต่อไปนี้

3.2.1 ผลการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์

3.2.2 ชนิดและปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์ และวันเดือนปีที่ผลิต โดยให้เก็บบันทึกและ รายงานไว้อย่างน้อย 2 ปี

ข้อกำหนดที่ 4 : การสุขาภิบาล

4.1 น้ำที่ใช้ภายในโรงงานต้องเป็นน้ำสะอาด และจัดให้มีการปรับคุณภาพน้ำตามความจำเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 จัดให้มีห้องส้วมและอ่างล้างมือหน้าห้องส้วมให้เพียงพอสำหรับผู้ปฏิบัติงาน และต้องถูกสุขลักษณะ มีอุปกรณ์ในการล้างมืออย่างครบถ้วน และต้องแยกต่างหากจากบริเวณผลิต หรือไม่เปิดสู่บริเวณผลิตโดยตรง

4.3 จัดให้มีอ่างล้างมือในบริเวณผลิตให้เพียงพอและมีอุปกรณ์การล้างมืออย่างครบถ้วน

4.4 จัดให้มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์และแมลงในสถานที่ผลิตตามความเหมาะสม

4.5 จัดให้มีภาชนะรองรับขยะมูลฝอยที่มีฝาปิดในจำนวนที่เพียงพอ และมีระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสม

4.6 จัดให้มีทางระบายน้ำทิ้งและสิ่งโสโครกอย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสม และไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตอาหาร

ข้อกำหนดที่ 5 : การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด

5.1 ตัวอาคารสถานที่ผลิตต้องทำความสะอาด และบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพสะอาดถูกสุขลักษณะ โดยสม่ำเสมอ

5.2 ต้องทำความสะอาด ดูแลและเก็บรักษาเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิตให้อยู่ในสภาพที่สะอาดทั้งก่อนและหลังการผลิต สำหรับชิ้นส่วนของเครื่องมือเครื่องจักรต่าง ๆ ที่อาจเป็นแหล่งสะสมจุลินทรีย์ หรือก่อให้เกิดการปนเปื้อนอาหาร สามารถทำความสะอาดด้วยวิธีที่เหมาะสมและเพียงพอ

5.3 พื้นผิวของเครื่องมือและอุปกรณ์การผลิตที่สัมผัสกับอาหาร ต้องทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ

5.4 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต ต้องมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสม่ำเสมอ

5.5 การใช้สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด ตลอดจนเคมีวัตถุที่ใช้เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ปลอดภัย และการเก็บรักษาวัตถุดังกล่าวจะต้องแยกเป็นสัดส่วนและปลอดภัย

ข้อกำหนดที่ 6 : บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน

6.1 ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณผลิตต้องไม่เป็นโรคติดต่อหรือโรคน่ารังเกียจตามที่กำหนดโดยกฎกระทรวง หรือมีบาดแผลอันอาจก่อให้เกิด การปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์

6.2 เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานทุกคนในขณะที่ดำเนินการผลิต และมีการสัมผัสโดยตรงกับอาหาร หรือส่วนผสมของอาหาร หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของพื้นที่ผิวที่อาจมีการสัมผัสกับอาหารต้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6.2.1 สวมเสื้อผ้าที่สะอาดและเหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน กรณีที่ใช้เสื้อคลุมก็ต้องสะอาด

6.2.2 ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนเริ่มปฏิบัติงาน และหลังการปนเปื้อน

6.2.3 ใช้ถุงมือที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์และสะอาดถูกสุขลักษณะ ทำด้วยวัสดุที่ไม่มีสารละลายหลุดออกมาปนเปื้อนอาหารและของเหลวซึมผ่านไม่ได้ สำหรับจับต้องหรือสัมผัสกับอาหาร กรณีไม่สวมถุงมือต้องมีมาตรการให้คนงานล้างมือ เล็บ แขนให้สะอาด

6.2.4 ไม่สวมใส่เครื่องประดับต่าง ๆ ขณะปฏิบัติงาน และดูแลสุขอนามัยของมือและเล็บ ให้สะอาดอยู่เสมอ

6.2.5 สวมหมวก หรือผ้าคลุมผม หรือตาข่าย

6.3 มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับสุขลักษณะทั่วไป และความรู้ทั่วไปในการผลิตอาหารตามความเหมาะสม

6.4 ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิต ปฏิบัติตามข้อ 6.1-6.2 เมื่ออยู่ในบริเวณผลิต

2.6 ข้อดีของระบบจีเอ็มพีต่อกระบวนการผลิตอาหาร

การนำระบบจีเอ็มพี มาบังคับใช้กับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์อาหารนั้น จะก่อให้เกิดผลดีแก่ผู้ประกอบการทั้งหลาย ที่จะยกระดับมาตรฐานการผลิตให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งสถานที่และอาคารที่ใช้ทำการผลิต เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต มีระบบการควบคุมการผลิต การสุขาภิบาล การบำรุงรักษาและการทำความสะอาดที่ได้มาตรฐาน รวมทั้งสุขภาพของบุคลากร และสุขลักษณะของผู้ปฏิบัติงานด้วย สำหรับผู้บริโภคนั้นก็จะได้ประโยชน์จากการได้รับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและปลอดภัย เป็นการตอบสนองนโยบายของรัฐบาล ที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการคุ้มครองผู้บริโภคอีกด้วย (ธเนศ, 2546)

การนำเอาหลักเกณฑ์จีเอ็มพีมาบังคับใช้กับสินค้าต่างๆ เป็นการทำให้ผู้ผลิตที่ได้มาตรฐานสามารถขยายตลาดเพิ่มขึ้น เพราะผู้ผลิตที่ไม่ได้มาตรฐานต้องปรับปรุงสินค้าหรือออกจากตลาดไป เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ผลิตที่มีคุณภาพมาตรฐานสามารถทำตลาดได้เพิ่มขึ้น เพิ่มโอกาสการส่งออก เพราะเป็นมาตรฐานสากลจึงไม่ถูกกีดกันทางการค้า นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้บริโภคเกิดความมั่นใจต่อคุณภาพและมาตรฐานของอาหารบริโภคว่าสะอาดปลอดภัยใช้บริโภคได้ (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2544) อย่างไรก็ตามการนำมาตรฐานจีเอ็มพีมาใช้ จะได้ผลและมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดยังคงต้องขึ้นอยู่ปัจจัยหลายประการได้แก่ ศักยภาพในการลงทุน การสนับสนุนอย่างต่อเนื่องจากผู้ประกอบการ การให้ความร่วมมือจากพนักงานและการควบคุมดูแลผู้ผลิตอย่างเข้มงวด โดยเฉพาะจากหน่วยงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่รับผิดชอบโดยตรงคือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา นอกจากนี้ความร่วมมือจากผู้บริโภคและผู้ประกอบการเองก็มีส่วนสำคัญที่จะทำให้มาตรฐานจีเอ็มพีประสบผลสำเร็จสูงสุด (ธานี, 2545)

Tome และคณะ (2000) ทำการทดลองโดยใช้หลักจีเอ็มพี ปรับปรุงกระบวนการผลิตสลัดผักสดแก่ร้านค้าในโรงอาหาร 4 แห่งเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อในสลัดได้แก่ ความสะอาดของสถานที่ผลิต สุขอนามัยส่วนบุคคล การปนเปื้อนข้ามอุปกรณ์การผลิต หลังจากอบรมหลักจีเอ็มพีแก่ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับอาหาร 2 ครั้งในระยะเวลา 6 เดือนและติดตามผลโดยใช้ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์เป็นดัชนีชี้วัดการเปลี่ยนแปลง พบว่าตัวอย่างอาหารจากโรงอาหารทั้ง 4 มีปริมาณเชื้อ Aerobic Plate Counts และ Enterobacteriaceae ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยลดลงจาก 2.95 เหลือ 2.00 cfu/g และ 1.82 เหลือ 0.95 cfu/g ตามลำดับ ลดลงโดยเฉลี่ย 1 log cfu/g เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อในเดือนแรกกับเดือนสุดท้าย

ภุมรินทร์ (2544) รายงานการใช้เทคนิคจีเอ็มพี เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านจุลชีววิทยากับร้านอาหารในโรงอาหารภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่ามีสุขลักษณะตามหลักสุขาภิบาลว่าด้วยหลักจีเอ็มพีต่ำกว่า 50% หลังจากที่ทำการอบรมผู้ประกอบการถึงหลักการของจีเอ็มพีแล้ว ทำการประเมินผลโดยการตรวจหาเชื้อด้วยวิธี total plate count พบว่ามีปริมาณเชื้อลดลงจนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

Soriano และคณะ (2002) ศึกษาการปรับปรุงระบบจีเอ็มพีของร้านอาหาร 19 แห่งในมหาวิทยาลัยวาเลนเซียประเทศสเปน โดยใช้ผลวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์เป็นดัชนีชี้วัดความปลอดภัยในอาหาร พบว่าการอบรมสุขลักษณะที่ดีในกระบวนการผลิต การสุขาภิบาล กระบวนการผลิต และสุขลักษณะของผู้ปฏิบัติงานให้แก่ผู้ที่มีหน้าที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับอาหาร ตามข้อกำหนดของระบบจีเอ็มพี ทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ Aerobic plate count ในไข่เจียวมันฝรั่ง (2.12-5.77 log cfu/g) และ สเตคหมู (1.84-5.30 log cfu/g) ทุกตัวอย่างลดลงจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอาหารปรุงสุกที่กำหนดไว้ให้มีไม่เกิน 5 log cfu/g ส่วนการตรวจพบอี โคไล ในไข่เจียวมันฝรั่งและสเตคหมู ลดลงจากร้อยละ 21 เหลือเพียงร้อยละ 1 และ ร้อยละ 20 เหลือเพียงร้อยละ 2 ตามลำดับ

นอกจากนี้แล้วยังมีการนำเอาหลักจีเอ็มพี ไปใช้ในการปรับปรุงสุขลักษณะของโรงงานผลิตอาหารแช่แข็งและไอศกรีม โดยใช้แบบฟอร์มการตรวจสอบสถานที่ผลิตอาหารของกระทรวงสาธารณสุข พบว่าโรงงานที่ทำการศึกษามีสุขลักษณะการผลิตที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานตามหลักจีเอ็มพี มากกว่า 50% มีปัญหาระบบน้ำไม่สะอาดรวมถึงไม่ผ่านการประเมินด้านบุคคลากร จากการสุ่มอาหารแช่แข็ง 6 ชนิด และไอศกรีม ได้แก่ คอนเนลโลนี่ เปรสโต้ โฟโน ลาซานญ่า พิซซ่าชีส พิซซ่าฮาวายเอี้ยน และ ไอศกรีมวานิลลา มาตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด พบว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาหารแช่แข็งและไอศครีมมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง $2x10^5$-$1x10^9$ cfu/g และ $3.25x10^4$ cfu/g ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่เกินมาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ Coliform bacteria เกินมาตรฐาน ในเปรสโต้และคอนเนลโลนี่ fecal coliform bacteria เกินมาตรฐาน ในเปรสโต้ โฟโน และคอนเนลโลนี่ *E.coli* เกินมาตรฐานในเปรสโต้ และ *Staphylococcus aureus* ในลาซานญ่าและไอศครีมเท่ากับ $3.25x10^4$ และ $1.6x10^4$ cfu/g ตามลำดับ (รยากร, 2545)

2.7 สารถนอมอาหาร

วัตถุกันเสียเป็นสารประกอบเคมีที่ช่วยในการถนอมหรือยืดอายุการเก็บของอาหาร ช่วยในการยับยั้ง ชะลอ หรือทำลายการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ หรือป้องกันไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์แพร่กระจายออกไป จึงไม่เกิดการเน่าเสียทำให้สามารถเก็บอาหารได้นาน (จุไรรัตน์, 2537) วัตถุกันเสียอาจเป็นสารที่มีผลทำลายจุลินทรีย์ และมีผลในการป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ไม่ให้เพิ่มจำนวนขึ้นก็ได้ ผลการทำลายหรือยับยั้งโดยมากขึ้นกับปริมาณที่ใช้ ถ้าใช้ปริมาณสูงจุลินทรีย์ก็จะถูกทำลายได้มาก แต่การใช้กับอาหารมักถูกจำกัดในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำจึงมีผลเพียงช่วยควบคุมจุลินทรีย์ไม่ให้เพิ่มจำนวนมากขึ้นเท่านั้น ด้วยเหตุนี้สารเคมีที่ใช้เป็นวัตถุกันเสียจึงมีประโยชน์ในแง่ของการควบคุมอาหารที่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ไม่สูงมาก (สุมณฑา, 2545) อาหารที่มีสารกันบูดมาก เช่น น้ำพริก เครื่องแกงที่ขายกันโดยทั่วไป ซึ่งมักทำออกมาในปริมาณมากมักเก็บไว้ไม่ได้นานรวมไปถึงอาหารและของหวานสำเร็จรูป (ศิวาพร, 2546) วัตถุกันเสียที่ยังใช้กันแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบันแบ่งเป็นกลุ่มหลักๆ 4 กลุ่มคือกรดอินทรีย์และเอสเทอร์ (กรดอะซิติก กรดแลกติค กรดเบนโซอิก พาราเบน กรดซอร์บิก และกรดโปรพิโอนิก) ไนไตรท์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และสารกันเสียตามธรรมชาติ (น้ำมันหอมระเหยจากเครื่องเทศ ระบบเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดส และไนซิน) (สุมณฑา, 2545)

2.7.1 การต่อต้านจุลินทรีย์ของวัตถุกันเสีย

วัตถุกันเสียในอุดมคติจะต้องสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา ยีสต์ แบคทีเรีย และจะต้องไม่เป็นพิษกับมนุษย์ ไม่เกิดการสะสมในเนื้อเยื่อไขมัน มีความคงตัวในอาหารและไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นในอาหาร โดยปฏิกิริยาสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทคือ (ไพบูลย์, 2529)

1. ปฏิกิริยาการยับยั้งและการทำลาย วัตถุกันเสียจะทำให้การเจริญของเซลล์ช้าลง เร่งอัตราการตายของจุลินทรีย์ และจะทำหน้าที่ได้ดีที่สุดเมื่อใช้ในปริมาณที่เหมาะสมและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อใช้ในขณะที่มีจุลินทรีย์ต่ำ เพื่อให้สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ในระยะเริ่มต้นของแล็กเฟส

2. ปฏิกิริยาต่อเซลล์จุลินทรีย์ สารที่มีคุณสมบัติทำลายจุลินทรีย์จะเกิดปฏิกิริยาการทำลายก็ต่อเมื่อเซลล์จุลินทรีย์ได้สัมผัสกับสารนั้นในปริมาณเพียงพอ พบว่าสารบางชนิดมีลักษณะจำเพาะกับจุลินทรีย์บางชนิดเท่านั้น โดยมีผลกระทบต่อระบบผนังเซลล์ หรือเนื้อเยื่อเซลล์ หรืออาจมีผลต่อระบบเอนไซม์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเมตาบอลิซึมหลักของเซลล์จุลินทรีย์หรือโครงสร้างของยีน

วัตถุกันเสียแต่ละชนิดมีความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้แตกต่างกัน ไม่มีตัวไหนที่จะสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทุกชนิด บางตัวอาจทำลายได้เฉพาะยีสต์รา บางตัวอาจทำลายได้เฉพาะแบคทีเรีย เช่น กรดซอร์บิกมีผลต่อยีสต์และราเพียงเล็กน้อยแต่มีผลต่อแบคทีเรียมาก ในขณะที่กรดเบนโซอิกมีผลต่อแบคทีเรียปานกลาง แต่มีผลต่อยีสต์และรามาก (Lueck, 1980) จุลินทรีย์บางชนิดสามารถพัฒนาให้มีความต้านทานต่อวัตถุกันเสียในระยะเวลาหนึ่ง โดยจุลินทรีย์ที่มีความต้านทานต่อวัตถุกันเสียชนิดหนึ่ง อาจถูกทำลายได้ง่ายโดยวัตถุกันเสียอีกชนิดหนึ่งจึงมีการใช้วัตถุกันเสียมากกว่าหนึ่งชนิดร่วมกันเพื่อให้มีขอบเขตการทำลายที่กว้างขึ้น เช่นการใช้กรดซอร์บิกและเบนโซอิกร่วมกันจะสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียชนิดต่างๆได้ดีกว่าการใช้กรดซอร์บิก หรือเบนโซอิกเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้การใช้วัตถุกันเสียหลายชนิดร่วมกันจะทำให้เสริมฤทธิ์ซึ่งกันและกัน เพิ่มปฏิกิริยาการทำลายให้สูงขึ้น ทำให้ลดปริมาณการใช้สารลง ลดผลข้างเคียงที่อาจส่งผลต่อกลิ่น รส อย่างไรก็ตามการใช้วัตถุกันเสียผสมทุกชนิดไม่ได้ให้ผลดีกว่าการใช้เพียงชนิดเดียวเสมอไป (ไพบูลย์, 2529)

2.7.2 การสลายตัวของวัตถุกันเสีย

โดยทั่วไปวัตถุกันเสียเป็นสารที่อยู่ตัวในระหว่างการเก็บรักษา ยกเว้นสารจำพวกอนินทรีย์ บางชนิด เช่น ไนไตรต์ ซัลไฟต์ การสลายตัวของวัตถุกันเสียเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ บางครั้งก็เป็นส่วนหนึ่งของปฏิกิริยา นอกจากการสลายตัวทางเคมีแล้ว มีวัตถุกันเสียจำนวนหนึ่งสามารถสลายตัวโดยจุลินทรีย์ได้ โดยเฉพาะสารประกอบอินทรีย์ซึ่งเป็นแหล่งอาหารคาร์บอน ในกรณีที่มีจุลินทรีย์มากเกินไป เมื่อใช้วัตถุกันเสียก็ไม่สามารถที่จะทำให้อาหารนั้นกลับสู่สภาวะปกติได้ ซึ่งในที่สุดอาหารนั้นก็จะเน่าเสียไป (ไพบูลย์, 2529)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.7.3 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของวัตถุกันเสีย (ไพบูลย์, 2529)

1. การถนอมอาหาร เช่น การใช้ความร้อน ความเย็น พบว่าอาหารที่เติมวัตถุกันเสียใช้อุณหภูมิและเวลาในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์น้อยกว่าอาหารที่ไม่มีการเติมวัตถุกันเสีย
2. ค่าความเป็นกรดด่าง วัตถุกันเสียจะออกฤทธิ์ในการต้านจุลินทรีย์ได้ดีในสภาพที่ไม่แตกตัวเป็นไฮโดรเจนไอออน หรือกรดไม่แตกตัวง่าย ดังนั้นการเปลี่ยนค่าความเป็นกรดด่างให้อยู่ในช่วงที่เป็นกรดประสิทธิภาพก็จะเพิ่มขึ้น แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของรสชาติอาหาร
3. ผลกระทบจากค่า a_w การเติมเกลือหรือน้ำตาลช่วยลดค่า a_w ทำให้ปฏิกิริยาการต่อต้านจุลินทรีย์ของวัตถุกันเสียดีขึ้น
4. ผลกระทบจากส่วนผสมของอาหาร เช่น เกลือ นอกจากจะช่วยลด a_w แล้ว ยังทำให้เกิดการพองตัวจนทำให้วัตถุกันเสียสามารถเข้าทำลายจุลินทรีย์ได้ง่ายด้วย ตรงกันข้ามกับอาหารที่เป็นระบบอีมัลชั่นเกลือจะเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การละลายของวัตถุกันเสีย ทำให้ประสิทธิภาพของวัตถุกันเสียลดลง น้ำตาลปริมาณต่ำจะช่วยเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ ในขณะที่น้ำตาลมากจะไปลดค่า a_w ทำให้ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ส่วนแอลกอฮอล์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของวัตถุกันเสีย
5. ผลกระทบจากปัจจัยทางกายภาพและทางเคมีของอาหาร เช่นศักย์ไฟฟ้า ความดันย่อยของก๊าซออกซิเจน การเติมสารบางชนิด เช่น การเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะมีผลต่อศักย์ไฟฟ้าของรีดอกซ์ หรือการเติมเกลือ คาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจน จะมีผลต่อค่าความดันย่อยของออกซิเจน

2.7.4 คุณสมบัติของวัตถุกันเสียที่ดี (ศิวาพร, 2546)

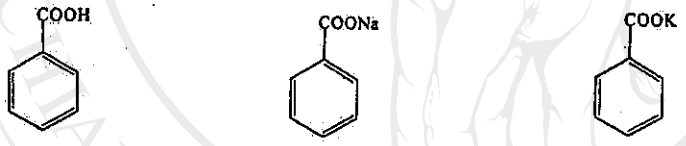
1. มีความสามารถในการทำลายจุลินทรีย์ได้มากกว่าการยับยั้งการเจริญเติบโต
2. สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารได้ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ประเภทที่ทำให้อาหารเป็นพิษ
3. ไม่ถูกลดประสิทธิภาพโดยอาหาร องค์ประกอบของอาหาร และผลผลิตจากเมตาโบลิซึมของจุลินทรีย์
4. ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย สามารถเปลี่ยนเป็นสารอื่นที่ไม่เป็นอันตรายได้ หรือสลายตัวได้ง่ายด้วยกรรมวิธีที่ใช้ในการแปรรูปอาหารได้
5. ไม่เป็นสาเหตุของการดื้อยาของจุลินทรีย์
6. ควรมีราคาถูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.8 กรดเบนโซอิก

2.8.1 สมบัติของกรดเบนโซอิก

มีชื่อทั่วไปคือ คาร์บอกซีเบนซีน (Carboxybenzene) หรือกรดเบนโซอิก สูตรโมเลกุลคือ $C_2H_6O_2$ สถานะเป็นผลึกของแข็งมีกลิ่นฉุน จุดเดือด 249 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลวที่ 122 องศาเซลเซียส น้ำหนักโมเลกุล 122.2 ความถ่วงจำเพาะ 1.32 เป็นสารกันบูดที่นิยมใช้กันมาก เพราะมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์ รา และแบคทีเรียได้หลายชนิด (Jay, 1996; Sofos, 1995) โดยเฉพาะเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger*, *Penicillium glaucum* (นิธิยา, 2543) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์และราได้ดีกว่าแบคทีเรีย (Davidson and Juneja, 1990) พบมากตามธรรมชาติใน ลูกพรุน แครนเบอรี่ พลัม อบเชย แอปเปิ้ล และมะกอกสุก (Chipley, 1993) มีโครงสร้างโมเลกุลดังแสดงในรูปที่ 2.1 นิยมใช้ในรูปของเกลือ เนื่องจากละลายได้ง่ายกว่าในรูปของกรด (ศิวาพร, 2546) โซเดียมเบนโซเอตมีความเสถียร ไม่มีสี เม็ดสีขาว หรือเป็นผงผลึก ละลายได้ดีในน้ำและเอทธานอล มีประสิทธิภาพในการควบคุมยีสต์ รา และแบคทีเรียได้สูง 5-10 เท่า เมื่อค่าพีเอชลดลงจาก 7 เป็น 3.5 ในภาวะกรดจะมีประสิทธิภาพสูงกว่า สภาวะที่เป็นกลางถึง 100 เท่า (Davidson, 2001)



benzoic acid **sodium benzoate** **potassium benzoate**

รูปที่ 2.1 สูตรโครงสร้างของกรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอต

ที่มา: ศิวาพร, 2546

2.8.2 การใช้กรดเบนโซอิกเป็นวัตถุกันเสีย

นิยมใช้ในอาหารเครื่องดื่มน้ำผลไม้ น้ำหวาน น้ำอัดลม อาหารหมักดอง ซอสถั่วเหลือง แยม และเยลลี่ โดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (U.S.FDA) จึงได้อนุญาตให้ใช้เป็นสารถนอมอาหาร (โครงการตำราวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรมอาหาร, 2539)

1. มาการีน และอาหารไขมันประเภทเดียวกันถนอมโดยการใส่กรดเบนโซอิกประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ลงในส่วนที่เป็นของเหลว โดยขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณเกลือ และความเข้มข้นของของแข็งที่มีในนม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. มายองเนส น้ำสลัดและซอสถนอมโดยกรดเบนโซอิก 0.1-0.15 เปอร์เซ็นต์
3. ผักดอง เครื่องเทศปรุงแต่งจัดเป็นอาหารที่มีสภาพเป็นกรดง่ายต่อการป้องกันยีสต์และรา โดยการใส่กรดเบนโซอิกปริมาณ 0.07-0.1 เปอร์เซ็นต์
4. ไข่แดงเค็ม เติมกรดเบนโซอิก 0.1-0.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไข่แดงที่ไม่เค็มใช้อย่างน้อย 1.2 เปอร์เซ็นต์
5. อาหารกึ่งสำเร็จรูปพวกปลาและปู มักมีค่าพีเอชสูงกว่า 4.5 แนะนำให้ใช้กรดเบนโซอิก 0.02-0.1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดซอร์บิก 0.03-0.05 เปอร์เซ็นต์
6. น้ำผลไม้ ใช้กรดเบนโซอิก 0.1-0.15 เปอร์เซ็นต์ น้ำผลไม้ที่ผ่านกระบวนการผลิตเพื่อนำไปบริโภคทันทีไม่จำเป็นต้องใส่วัตถุกันเสีย แต่น้ำผลไม้ที่เก็บไว้เพื่อรอการผลิตนั้นการเติมวัตถุกันเสียจะช่วยหลีกเลี่ยงการใช้ความร้อนที่ไม่เหมาะสมได้
7. เนื้อผลไม้บด สามารถเก็บรักษาได้ด้วยส่วนผสมของวัตถุกันเสียหลายชนิด เช่น เบนโซอิก ซอร์บิก และซัลเฟอร์ไดออกไซด์
8. เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ ใช้กรดเบนโซอิก 0.025-0.035 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์
9. แยม เยลลี่ ไส้ลูกกวาด และ ขนมหวาน ใช้ ปริมาณกรดเบนโซอิก 0.1-0.2 เปอร์เซ็นต์ทั้งนี้ทั้งนั้นขึ้นกับค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณไขมันในอาหารดังกล่าว
10. อาหารชนิดอื่น ซอสที่ทำจากถั่วเหลืองถนอมด้วยกรดเบนโซอิก 0.06 เปอร์เซ็นต์

2.8.3 ประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์

กรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอต สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ โดยจะไปขัดขวางกระบวนการดูดซึมสารอาหารของเซลล์จุลินทรีย์ ขณะเดียวกันก็จะไปยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ และขัดขวางการสร้างเอนไซม์บางชนิดที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ โดยจะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์และราได้ดีกว่าแบคทีเรีย ปริมาณความเข้มข้นของกรดเบนโซอิกที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.3 ปริมาณความเข้มข้นน้อยที่สุด ของกรดเบนโซอิกที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ระดับพีเอชต่างๆกัน

จุลินทรีย์	ค่าพีเอช	ปริมาณความเข้มข้น mg/kg ที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์
รา		
Aspergillus niger	5.0	2,600
Mucor rasemosus	5.0	1,200
Penicillium glaucum	2.6	500
Penicillium glaucum	4.0	65
Penicillium glaucum	4.5	600-800
Rizopus nigricans	5.0	30-120
Cladosporium herbarum	5.1	100
ยีสต์		
Candida kreasei	4.0-5.1	300-700
Debaryomyces hansennii	4.8	500
Hansenula subpelliculosa	4.0-5.1	200-300
Oospora lactis	4.0-5.2	300
Pichia membranaefaciens	4.0	500
Pichia membranaefaciens	5.0	800
Rhodotorula sp.	4.0-5.1	100-200
Saccharomyces cerevisiae	2.6	160
Saccharomyces cerevisiae	4.0	500
Saccharomyces cerevisiae	5.0	1600
Saccharomyces ellipsoideus	3.3	125
Saccharomyces ellipsoideus	4.1	50
แบคทีเรีย		
Bacillus cereus	6.3	525
Bacillus subtilis	6.0	100
Betabacterium buchneri	4.3	2,500
Escherichia coli	5.2	500-1,000
Lactobacillus arabinosus	6.0	7,000
Micrococcus flavus	5.5	1,000
Pseudomonas ovalis	6.0	4,500
Staphylococus aureus	5.6	1,000

ที่มา : ดัดแปลงจาก โครงการตำราวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม (2539); ไพบูลย์ (2529); ศิวาพร (2546)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.8.4 ความเป็นพิษ

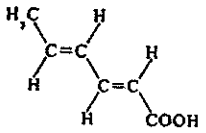
มีความเป็นพิษในคนและสัตว์น้อยมาก เนื่องจากเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอต ไม่ทำให้เกิดการสะสมในร่างกายเพราะร่างกายจะมีกลไกขจัดออก โดยจะเกาะเกี่ยวกับไกลซีนในตับเกิดเป็นกรดฮิพพูริก (hippuric acid) แล้วสกัดออกทางปัสสาวะภายใน 10-14 ชั่วโมง ส่วนที่เหลือในร่างกายที่ยังไม่ถูกขับออกจะไปรวมกับกรดไกลคูโรนิก (glycuronic acid) และถูกขับออกทางปัสสาวะในรูปของกรดเบนโซอิลไกลคูโรนิก (benzoyl glycuronic acid) (Chipley, 1993) แม้ว่าจะมีความเป็นพิษน้อย สามารถขับออกทางปัสสาวะได้แต่ถ้าได้รับในปริมาณมากเป็นเวลาติดกันนานๆอาจเป็นอันตรายต่อร่างกาย มีผลกระทบต่อระบบทางเดินอาหาร มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องและท้องเสียหรือเกิดอาการแพ้มีผื่นคันได้ องค์การอนามัยโลก (WHO) จึงได้กำหนดค่า ADI (Acceptable Daily Intake) ของกรดเบนโซอิก 0-5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน การใช้สารกันบูดจึงควรใช้ในปริมาณที่เหมาะสมและจำเป็นเท่านั้น ปริมาณที่อนุญาตให้ใช้โดยทั่วไปคือไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ดวงพร, 2539; ศิวาพร, 2546)

2.9 กรดซอร์บิก

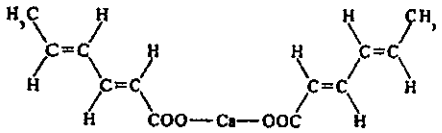
2.9.1 คุณสมบัติของกรดซอร์บิก

กรดซอร์บิก (Sorbic acid) มีโครงสร้างโมเลกุลดังแสดงในรูปที่ 2.2 เป็นสารประกอบ ที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรสจึงไม่ทำให้กลิ่นรสหรือสีของอาหารเปลี่ยนแปลง มีลักษณะเป็นผงสีขาวละลายน้ำได้เล็กน้อย แต่จะละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ และยิ่งอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นการละลายก็จะยิ่งเพิ่มขึ้น กรดซอร์บิก เกลือโปแตสเซียม แคลเซียม หรือโซเดียมของกรดซอร์บิก หรือที่เรียกว่าเกลือซอร์เบตเป็น fungistatic agent ที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถยับยั้งเชื้อรา ยีสต์และพวกที่สร้าง mycotoxins ดีกว่าแบคทีเรียทั่วไป เนื่องจากโครงสร้างคล้ายกรดไขมันจึงมีความปลอดภัยสูง และมีประสิทธิภาพในการทำลายยีสต์ รา และแบคทีเรียได้ดีที่ค่าพีเอช 5-6 ถูกขับออกจากร่างกายได้ง่าย จึงไม่เกิดการสะสมในร่างกาย WHO ได้กำหนดค่า ADI (Acceptable Daily Intake) ของกรดซอร์บิก 0-25 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน (Davidson, 2001)

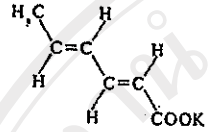
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



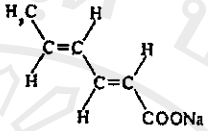
sorbic acid



calcium sorbate



potassium sorbate



sodium sorbate

รูปที่ 2 .2 สูตรโครงสร้างของ กรดซอร์บิกและเกลือซอร์เบต

ที่มา: ศิวาพร, 2546

2.9.2 การใช้กรดซอร์บิกเป็นวัตถุกันเสีย

อาหารที่นิยมใช้กรดซอร์บิก เกลือซอร์เบตเป็นวัตถุกันเสียได้แก่อาหารจำพวกเนยเทียม เนยแข็ง เครื่องดื่มอัดคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำหวาน น้ำผลไม้ แยม เยลลี น้ำสลัด ผักผลไม้แห้ง ผักดอง เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์ และผลิตภัณฑ์ขนม จำพวกเค้ก พาย โดนัท หรือประเภทที่มีการทำให้ฟูโดยผงฟู นิยมใช้กรดซอร์บิกและเกลือซอร์เบตในการยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์และรา (ศิวาพร, 2546) นอกจากนี้ยังนิยมใช้กับอาหารอีกหลายประเภทดังสรุปได้ดังนี้

1. ไขมัน กรดซอร์บิกมีค่าสัมประสิทธิ์การละลายดีเมื่อเทียบกับวัตถุกันเสียชนิดอื่นปริมาณที่ใช้ระหว่าง 0.05-0.1 เปอร์เซ็นต์ โดยเติมกรดซอร์บิกในส่วนที่เป็นไขมัน และเติมโพแทสเซียมซอร์เบตในส่วนที่เป็นน้ำ
2. นมและเนื้อสัตว์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราในไส้กรอกเมื่อใช้ในรูปโพแทสเซียมซอร์เบต 10-20 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อใช้ร่วมกับไนไตรท์สามารถควบคุมแบคทีเรียที่สร้างสารพิษและแบคทีเรียพวก Clostridia ได้ (Robach, 1978) ในเนื้อไก่กระทงพบว่าเมื่อจุ่มในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบต เข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ 30 วินาทีจะสามารถเก็บไว้ได้ถึง 19 วัน ที่ 3 องศาเซลเซียส ในขณะที่ปกติสามารถเก็บไว้ได้เพียง 10 วัน ส่วนในเนื้อปลาการเติมโพแทสเซียมซอร์เบต 0.1 เปอร์เซ็นต์ในเนื้อปลาและการเติมในน้ำแข็งที่ใช้แช่ปลาสามารถหยุดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้ปลาเน่าเสียได้ ทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ให้อายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แล้วยังนิยมใช้กรดซอร์บิกและเกลือซอร์เบตเป็นวัตถุกันเสียในเนยแข็งกันอย่างแพร่หลาย (ไพบูลย์, 2529)

3. ผักและผลไม้ นิยมใช้กรดซอร์บิกและเกลือซอร์เบต ระหว่าง 0.05-0.15 เปอร์เซ็นต์ในผักดอง เนื่องจากไม่มีผลรุนแรงต่อแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก สามารถยับยั้งเชื้อราและยีสต์ที่ไม่ต้องการในกระบวนการหมักได้ การใช้กรดซอร์บิกเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ สามารถป้องกันไม่ให้เกิดการหมัก และป้องกันการถูกทำลายจากเชื้อราในผลไม้จำพวกพรุนแห้ง มะเดื่อแห้ง และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แยม มาร์มาเลดและเยลลี นอกจากนี้ยังมีการใช้กรดซอร์บิกเป็นสารเคลือบผิวของผลิตภัณฑ์อีกด้วย (ไพบูลย์, 2529)
4. ขนมและลูกกวาด กรดซอร์บิก 0.1-0.2 เปอร์เซ็นต์เมื่อเติมในขณะที่เตรียมโดของขนมปังจะสามารถป้องกันเชื้อราในขนมปังได้ โดยเฉพาะเชื้อราที่สร้างสารอะฟลาทอกซินได้ นอกจากนี้กรดซอร์บิกยังสามารถป้องกันยีสต์ที่ทนน้ำตาลสูงได้ จึงนิยมใช้กับชอกโกแลตและลูกกวาด (ไพบูลย์, 2529)
5. เครื่องดื่ม กรดซอร์บิกในรูปโพแทสเซียมซอร์เบต 0.05-0.2 เปอร์เซ็นต์ใช้ป้องกันการเสื่อมเสียอันเนื่องจากยีสต์ในเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ และยังมีคุณสมบัติช่วยให้ไวน์มีความคงตัวป้องกันการหมักของยีสต์ในไวน์ได้ (ไพบูลย์, 2529)

2.9.3 ประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์

กรดซอร์บิกและเกลือซอร์เบตมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโต และทำลายยีสต์ราได้ดีกว่าแบคทีเรีย โดยจะไปมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์และผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ และชะงักการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ สามารถยับยั้งการสร้างสปอร์ของ *Clostridium botulinum, Bacillus cereus* และ *Bacillus sp.* ได้ กรดซอร์บิกและเกลือซอร์เบตจะมีประสิทธิภาพดีในรูปที่ไม่แตกตัวหรือในสภาวะที่มีความเป็นกรดด่างต่ำ กรดที่ไม่แตกตัวจะผันแปรตามค่าพีเอช ที่พีเอชต่ำกรดซอร์บิกจะแตกตัวได้น้อย แต่จะแตกตัวได้ดีที่พีเอชสูงซึ่งเป็นลักษณะที่ตรงกันข้ามกับวัตถุกันเสียชนิดอื่นๆ การที่ประสิทธิภาพดีในรูปที่ไม่แตกตัว จึงไม่เหมาะกับอาหารที่มีกรดต่ำหรือความเป็นกรดเป็นด่างสูง (Blocher et al., 1982) มีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงความเป็นกรดด่างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 6.5 ที่ค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณความเข้มข้นน้อยที่สุดของกรดซอร์บิกที่มีผลในการยับยั้ง จุลินทรีย์ที่ระดับพีเอชต่างๆกันแสดงในตารางที่ 2.4 ปฏิกิริยาของกรดซอร์บิกเกิดขึ้นเมื่อกรดไม่แตกตัวของซอร์บิกเจาะทะลุผ่านเข้าไปยังเซลล์ของจุลินทรีย์ แล้วเกิดปฏิกิริยาขึ้นภายใน ที่ค่าพีเอชต่ำประมาณร้อยละ 40 ของกรดซอร์บิกที่มีอยู่จะทะลุผ่านเข้าไปในเซลล์ ในขณะที่ช่วงพีเอชเป็นกลางกรดซอร์บิกประมาณร้อยละ 97 จะคงอยู่ในอาหาร แสดงให้เห็นว่าปฏิกิริยา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขึ้นกับค่าพีเอช และส่วนที่ไม่แตกตัวเท่านั้นที่จะมีผลต่อจุลินทรีย์ กรดซอร์บิกไม่เหมาะกับอาหารที่มีปริมาณจุลินทรีย์สูง เหมาะกับอาหารที่มีจุลินทรีย์เริ่มต้นต่ำและมีมาตรฐานการสุขาภิบาลที่ดี (ไพบูลย์, 2529)

ตารางที่ 2.4 ปริมาณความเข้มข้นน้อยที่สุด ของกรดซอร์บิกที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ระดับพีเอชต่างๆกัน

จุลินทรีย์	ค่าพีเอช	ปริมาณความเข้มข้น mg/kg ที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์
รา		
Aspergillus niger	2.5-4.0	100-500
Mucor sp.	3.0	10-100
Penicillium glaucum	2.6	500
Penicillium sp	3.5-5.7	20-100
Rizopus sp.	3.6	120
Fusarium sp.	3.0	100
Botrytis cinerea	3.6	120-250
Geotrichum candidum	4.8	1,000
Cladosporium sp.	5.0-7.0	100-300
ยีสต์		
Candida kreasei	3.4	100
Torula lypolytica	5.0	100-200
Hansenula anomala	5.0	500
Brettanomyces versatilis	4.6	200
Byssochlamys fulva	3.5	50-250
Torulopsis holmii	4.6	400
Rhodotorula sp.	4.0-5..0	100-200
Saccharomyces cerevisiae	3	25
Saccharomyces ellipsoideus	3.5	50-200
แบคทีเรีย		
Bacillus sp.	5.5-6.3	50-1,000
Clostridium sp.	6.7-6.8	100-1,000
Escherichia coli	5.2-5.6	50-100
Salmonella sp.	5.0-5.3	50-1,000
Micrococcus sp.	5.0-6.4	50-150
Pseudomonas sp.	6.0	100

ที่มา : ดัดแปลงจาก โครงการตำราวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม (2539); ไพบูลย์ (2529); ศิวาพร(2546)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.9.4 ความเป็นพิษ

กรดซอร์บิกและเกลือซอร์เบต จัดเป็นวัตถุกันเสียที่มีความปลอดภัยในการใช้ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับวัตถุกันเสียชนิดอื่น จากผลการทดลองในหนูทดลอง 100 ตัว ที่ได้รับอาหารที่มีกรดซอร์บิกในระดับ 0 และ 5 เปอร์เซ็นต์พบว่าไม่มีอาการผิดปกติที่อวัยวะ (ไพบูลย์, 2529) หนูที่ได้รับการฉีดกรดซอร์บิก 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อน้ำหนักตัวต่อวันเป็นเวลา 2 เดือนพบว่าไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการสืบพันธุ์และพฤติกรรมอื่นๆและไม่ทำให้เกิดเนื้องอก แต่ถ้าเพิ่มเป็น 80 มิลลิกรัม พบว่าหนูมีการเจริญเติบโตช้าลง ส่วนการเติมโพแทสเซียมซอร์เบต 1-2 เปอร์เซ็นต์ในอาหารสุนัขนาน 3 เดือน ไม่พบความผิดปกติใดๆ (นิธิยา, 2543)

ผู้ที่มีความไวต่อกรดซอร์บิกหรือเกลือเบนโซเอตหากรับประทานเข้าไปในปริมาณมากอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการแพ้ระคายเคืองผิวหนังได้ อย่างไรก็ตามจะพบอาหารดังกล่าวเฉพาะผู้ที่ไวต่อสารดังกล่าวเท่านั้น ยังไม่พบอาการแพ้ในผู้บริโภคทั่วไป องค์การอนามัยโลกกำหนดให้ปริมาณต่ำสุดที่ร่างกายควรได้รับกรดซอร์บิกต่อวันสำหรับคนหนัก 60 กิโลกรัม อยู่ในช่วง 0-1,500 มิลลิกรัมต่อวัน (นิธิยา, 2543)

2.10 การสำรวจการใช้วัตถุกันเสียในอาหาร

จากการสำรวจการใช้วัตถุกันเสียในเครื่องดื่มหาบเร่แผงลอยประเภทน้ำผลไม้ผสมสี และน้ำหวานผสมสีในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่านิยมใช้กรดเบนโซอิกมากกว่ากรดซอร์บิกโดยใช้มากถึง 55.3% และใช้ในปริมาณที่เกินเกณฑ์มาตรฐาน (ลดาพรรณและคณะ, 2533) ตรงกันข้ามกับในต่างประเทศกลับพบว่านิยมใช้กรดซอร์บิกเป็นวัตถุกันเสียในเครื่องดื่มถึง 45% ในขณะที่พบการใช้กรดเบนโซอิกเพียง 9% เนื่องจากกรดซอร์บิกมีความปลอดภัยกว่ากรดเบนโซอิก ในประเทศญี่ปุ่นและออสเตรเลียกำหนดค่ามาตรฐานของกรดเบนโซอิกในเครื่องดื่มมีค่าไม่เกิน 600 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและกรดซอร์บิกมีค่าไม่เกิน 1,000 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ขวัญตาและ อโณทัย, 2547) จะเห็นได้ว่าการกำหนดค่ามาตรฐานปริมาณวัตถุกันเสียแต่ละชนิดของต่างประเทศจะต่างกับกฎหมายอาหารของประเทศไทย ซึ่งการใช้กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกเป็นสารกันบูดต้องใช้ในปริมาณที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยากำหนด คือไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (กระทรวงสาธารณสุข, 2547)

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้ทำการศึกษาเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ระหว่างปี พ.ศ. 2540 ถึง พ.ศ. 2543 จำนวน 555 ตัวอย่าง โดยทางเคมีทำการตรวจวิเคราะห์กรดเบนโซอิก และกรดซอร์บิก พบว่าตัวอย่างที่มีวัตถุกันเสียเกินเกณฑ์กำหนดลดลงประมาณ 6 เท่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปี 2540 กับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปี 2543 ทางจุลชีววิทยาทำการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่บ่งชี้ถึงสุขลักษณะอาหารคือ Coliforms, *E. coli*, ยีสต์ และเชื้อรา จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษคือ *S. aureus*, *C. perfringens* และ *Salmonella* พบว่า มีแนวโน้มสูงขึ้นประมาณ 1.6 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2540 เครื่องดื่มที่มีคุณภาพที่สุดคือไม่พบทั้งการใช้วัตถุกันเสียเกินมาตรฐานและจุลินทรีย์ปนเปื้อน ได้แก่ น้ำอัดลม ส่วนเครื่องดื่มที่มีปัญหามากที่สุด คือพบทั้งการใช้วัตถุกันเสียเกินมาตรฐานและจุลินทรีย์ปนเปื้อน ได้แก่ เครื่องดื่มประเภทพืชผัก น้ำผลไม้ และน้ำหวาน (ขวัญตา และ อโณทัย, 2547)

นอกจากเครื่องดื่มแล้วยังพบว่ามีการใช้วัตถุกันเสียกับอาหารอีกหลายประเภท เช่น อาหารพื้นเมือง น้ำพริกแดง น้ำพริกหนุ่ม หมูยอ ไส้อั่ว จากการตรวจหาโดยวิธีโครมาโทกราฟี กระดาษและสเปคโตรโฟโทเมตรีในน้ำพริกหนุ่ม 6 ตัวอย่างพบว่าทั้ง 6 ตัวอย่างมีปริมาณกรด เบนโซอิกอยู่ในช่วง 220 - 2,445 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีตัวอย่างที่มีปริมาณกรดเบนโซอิกเกินมาตรฐานที่อนุญาตให้ใช้ 4 ตัวอย่าง (ปริมาณที่อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยสำหรับการบริโภคไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ดวงพร, 2539) และพบกรดเบนโซอิกในปริมาณที่สูงกว่าที่อนุญาตมากในหมูยอและลูกชิ้น (สุธีวรรณและจุรีย์, 2529) ในอาหารบรรจุภาชนะปิดสนิทประเภทต่างๆที่ผลิตและจำหน่ายภายในประเทศ จำนวน 586 ตัวอย่าง พบว่ามีการใช้สารกันบูด 145 ตัวอย่าง คิดเป็น 24.7% โดยแบ่งเป็นกรดเบนโซอิก 17.1% กรดซอร์บิก 7.7% ปริมาณที่ใช้ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค (จีรายุและศุภมาศ, 2533)

2.11 โครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (High-Performance Liquid Chromatography; HPLC)

2.11.1 หลักการ HPLC

HPLC เป็นเทคนิคการแยกสารประกอบโดยอาศัยหลักการความแตกต่างของอัตราการเคลื่อนที่ของสารประกอบในเฟสอยู่กับที่ (Stationary Phase) ของคอลัมน์โดยมีเฟสเคลื่อนที่ (Mobile Phase) เป็นตัวพาไป เมื่อต่อเข้ากับดีเทคเตอร์ (Detector) จะสามารถตรวจวัดสารที่ออกมาจากคอลัมน์ได้อย่างต่อเนื่อง สามารถตรวจวัดทั้งเชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) และเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) ส่วนใหญ่นิยมใช้วิเคราะห์สารประกอบที่ระเหยยากหรือน้ำหนักโมเลกุลสูง HPLC สามารถวิเคราะห์สารได้หลายชนิด เช่น สารอินทรีย์ สารประกอบทางชีวภาพ โพลีเมอร์ คู่อิแนนทิโอเมอร์ สารประกอบที่เสียสภาพได้ง่าย สารประกอบที่ระเหยยาก ไอออนขนาดเล็ก ไมโครโมเลกุล ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ต้องเป็นของแข็งหรือของเหลว ต้องละลายได้ 100 % การแยกสารอาศัยเทคนิคอัตราการเคลื่อนที่ และการกระจายตัวของสารที่แตกต่างกันภายในคอลัมน์ระหว่างเฟสที่อยู่กับที่และเฟสเคลื่อนที่ มีคอลัมน์ทำหน้าที่แยกองค์ประกอบออก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากกันและมีดีเทคเตอร์เป็นตัวตรวจวัด สารประกอบที่ถูกแยกนั้นจะเคลื่อนที่ไปตามความยาวทั้งหมดของคอลัมน์ โดยมี Mobile Phase เป็นตัวพาไป สารที่ถูกดูดซับหรือละลายในเฟสอยู่กับที่ได้ดีก็จะถูกแยกออกมาช้า ส่วนสารใดที่ถูกดูดซับหรือละลายได้ไม่ดีก็จะถูกแยกออกมาก่อน (วันทนีย์, 2542; วราภรณ์, ม.ป.พ.)

2.11.2 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกด้วยเทคนิค HPLC

การใช้เทคนิค HPLC เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจหาปริมาณสารกันเสีย เพราะสามารถตรวจหาวัตถุกันเสียหลายชนิดได้ในคราวเดียวกัน สามารถวิเคราะห์หากรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในผลิตภัณฑ์หลายชนิดเช่น น้ำผลไม้ เครื่องดื่มแอลกอฮอลล์ มาการีน โยเกิร์ต เยลลี่ ชีส ผลิตภัณฑ์จากแป้งสาลี ซอส ผักผลไม้กระป๋อง ผักและผลไม้แห้ง (Onishi *et al*., 2004; Saad *et al*., 2004; Tfouni and Toledo, 2001) แต่เดิมการวิเคราะห์ปริมาณวัตถุกันเสียจะใช้วิธีสเปคโตรโฟโตเมตรีซึ่งมีการเตรียมตัวอย่างที่ยุ่งยากและใช้เวลานาน สารสกัดที่ใช้เป็นอีเทอร์ซึ่งอันตรายต่อสุขภาพ ขวัญตา (2547) จึงได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในเครื่องดื่มน้ำผลไม้ โดยใช้วิธีไดอไลซิสในการสกัดสารจากตัวอย่างร่วมกับการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารโดยใช้ HPLC คอลัมน์ Bds Hypersil C18 เฟสเคลื่อนที่ใช้ 0.01 โมล่าร์แอมโมเนียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ต่อเมทานอล อัตราส่วน 60 : 40 อัตราการไหล 1.2 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้ดีเทคเตอร์ที่ความยาวคลื่น 235 นาโนเมตร พบว่ามีความแม่นยำสูง (r = 0.9995) ไม่ถูกรบกวนโดยวิตามินและสารให้ความหวานในน้ำผลไม้ วิธีที่พัฒนาขึ้นจึงเหมาะสมที่จะใช้ในงานบริการเพื่อความรวดเร็ว

เนื่องจากอาหารแต่ละชนิดต่างก็มีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการสกัดตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป เช่น แยมผิวส้ม เยลลี่และน้ำผลไม้ พบว่าวิธีการที่เหมาะสมคือการสกัดด้วย methanol เพราะประหยัด ใช้เวลาน้อย และให้ เปอร์เซ็นต์การคืนกลับ (% Recovery) เฉลี่ย 95 91 และ 94% ตามลำดับ ซอสและไขมันสกัดด้วย n-hexane และ acetate buffer ให้เปอร์เซ็นต์การคืนกลับ 98% (Mota *et al*., 2003; Ferreira *et al*., 1999)

Mihya (1999) ได้ทำการศึกษาหาปริมาณกรดซอร์บิกและเบนโซอิกใน Labaneh (อาหารกึ่งแห้งทำจากโยเกิร์ต) จาก 14 แหล่งในประเทศจอร์แดน ทำการวิเคราะห์ 2 ซ้ำโดยวิธี HPLC ใช้ดีเทคเตอร์ 277 นาโนเมตร คอลัมน์ ODS C-18 ขนาด 150 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ไมโครเมตร เฟสเคลื่อนที่ใช้ฟอสเฟตและเมทานอลในอัตราส่วน 90:10 อัตราการไหล 1.2 มิลลิลิตรต่อนาที ผลการวิเคราะห์ พบว่าตัวอย่างที่พบกรดเบนโซอิกมี 8 ตัวอย่าง โดยปริมาณที่พบอยู่ในช่วง 33-2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Tfouni (2001) ได้ใช้วิธี HPLC วิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในอาหารบราซิเลี่ยน ได้แก่ เครื่องดื่มน้ำผลไม้ เครื่องดื่มอัดลม มาการีน โยเกิร์ต และเนยแข็ง โดยใช้เครื่อง HPLC แบบฉีดอัตโนมัติ คอลัมน์ C-18 ขนาด 30 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ไมโครเมตร เฟสเคลื่อนที่ใช้ส่วนผสมระหว่างน้ำ อะซีโตรไนไตร์ และ 0.5 โมล่าร์ แอมโมเนียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ที่ปรับความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.2 ด้วยกรดอะซีติก ในอัตราส่วน 81:17:2 ตามลำดับ ฉีดตัวอย่างครั้งละ 20 ไมโครลิตร พบว่ามีเนยแข็ง 1 ตัวอย่างที่มีปริมาณกรดซอร์บิกและเบนโซอิกเกินเกณฑ์มาตรฐานกฎหมายอาหารของประเทศบราซิล พบกรดซอร์บิกในเครื่องดื่มอัดลม 1 ตัวอย่าง น้ำผลไม้ 2 ตัวอย่าง จำนวน 2 ใน 3 ยี่ห้อของเครื่องดื่มอัดลมไม่พบการใส่วัตถุกันเสีย สำหรับมาการีนพบว่ามีการใช้ทั้งกรดซอร์บิกและเบนโซอิก

ในอาหารประเภทเครื่องดื่มผลไม้ ผักผลไม้กระป๋อง แยมหรือผลไม้ที่เป็นเยลลี่ ซอส ผลไม้อบแห้งกรดซอร์บิก สามารถตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิก ซอร์บิก เมทิลพาราเบน และโพรพิลพาราเบน พร้อมกันได้โดยวิธี HPLC คอลัมน์ C-18 กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 4.6 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ไมโครเมตร ดีเทคเตอร์ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ฉีดสารครั้งละ 20 ไมโครลิตร เฟสเคลื่อนที่ใช้แอมโมเนียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ที่ปรับพีเอชเป็น 4.4 และเมทานอลในอัตราส่วน 36:65 เป็นเวลา 9 นาทีแล้วเปลี่ยนอัตราส่วนเป็น 50:50 เปอร์เซ็นต์การคืนกลับคือ 106, 104, 102 และ 102 เปอร์เซ็นต์ สำหรับกรดเบนโซอิก ซอร์บิก เมทิลพาราเบน และโพรพิลพาราเบนตามลำดับ ผลการวิเคราะห์พบว่าอาหารที่เก็บตัวอย่างจากซุปเปอร์มาเก็ตในประเทศมาเลเซียทั้งหมด 67 ตัวอย่าง มีการใช้วัตถุกันเสียในแยมมากที่สุด ปริมาณที่พบคือ 162-266 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบวัตถุกันเสียในผักผลไม้กระป๋อง 2 ตัวอย่างคือกรดซอร์บิก 1,390 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและเบนโซอิก 840 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเกินมาตรฐานตามที่กฎหมายมาเลเซียกำหนดไว้ให้ใช้กรดซอร์บิกและเบนโซอิกได้ไม่เกิน 450 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในซอส 1 ตัวอย่าง พบกรดเบนโซอิกปริมาณ 1,260 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในพวกผักผลไม้อบแห้งจะพบกรดเบนโซอิกในช่วง 390-730 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่เกินมาตรฐานผลไม้อบแห้งที่กำหนดไว้ว่าต้องไม่เกิน 350 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตรวจพบพาราเบนแต่ไม่เกินมาตรฐานที่กฎหมายประเทศมาเลเซียกำหนด (Bahruddin, 2004)

ขวัญตา (2547) ได้ทำการสำรวจเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิทได้แก่ น้ำผลไม้ น้ำผัก น้ำหวาน น้ำอัดลม ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ระหว่างปีพ.ศ. 2540-2543 จากผู้ประกอบการและส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง 194 ราย จำนวนทั้งหมด 555 ตัวอย่าง ทางเคมีนำมาตรวจหาปริมาณวัตถุกันเสียได้แก่ กรดเบนโซอิกและซอร์บิก โดยเครื่อง HPLC พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับของเบนโซอิกกรดและซอร์บิกคือ 92.5-98.8 และ 96.9-103.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ วิเคราะห์ทาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จุลชีววิทยา โดยตรวจหาจุลินทรีย์ที่บ่งชี้สุขลักษณะของอาหาร (ยีสต์ รา) โดยวิธี Standard Plate Count แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (Coliform, *E.coli*) โดยวิธี Multiple tube fermentation technique (MPN) และจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ (*Staphylococus aureus*, *Clostridium perfringens* และ *Salmonella*) เกณฑ์ตัดสินใช้มาตรฐานอ้างอิงของพระราชบัญญัติอาหารฉบับที่ 214 (พ.ศ.2543) เรื่องอาหารในภาชนะที่บรรจุปิดสนิท วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการใช้วัตถุกันเสียและการพบเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องดื่ม ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างที่มีวัตถุกันเสียเกินมาตรฐานลดลงอย่างชัดเจน โดยเฉพาะปี 2543 ลดลงประมาณ 6 เท่า เมื่อเทียบกับปี 2540 เครื่องดื่มที่พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้งปริมาณวัตถุกันเสียและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ คือน้ำอัดลม ส่วนเครื่องดื่มที่มีปริมาณวัตถุกันเสียและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เกินเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่เครื่องดื่มประเภทพืชผักรองลงมาคือน้ำผลไม้และน้ำหวาน การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์มกับจุลินทรีย์ที่บ่งชี้สุขลักษณะของอาหาร และจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ พบว่าเมื่อตรวจพบจุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์มเกินมาตรฐาน จะพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ของจุลินทรีย์อีกทั้งสองกลุ่มยกเว้น Salmonella อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และจากการศึกษาความสัมพันธ์ของการใช้วัตถุกันเสียต่อการตรวจพบจุลินทรีย์พบว่า การใช้กรดเบนโซอิกอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับกรดซอร์บิกมีผลต่อการลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทุกกลุ่มยกเว้น *Staphylococus aureus* และ *Salmonella* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จะเห็นได้ว่าถึงแม้ว่าจะใช้วัตถุกันเสียก็ยังตรวจพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้

2.12 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

ในการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา จะทำการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ เช่น เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) เชื้อยีสต์และราทั้งหมด (yeast & mould) แบคทีเรีย coliform และ *E.coli* จำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเป็นตัวบ่งบอกถึงคุณภาพของอาหารนั้นๆ หากมีจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์อยู่มากแสดงว่าวัตถุดิบที่นำมาผลิตอาหารนั้นด้อยคุณภาพ หรือขั้นตอนการผลิตที่ไม่ดีพอ โดยทั่วไปเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารมักจะตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด เนื่องจากเจริญเพิ่มจำนวนได้ดีในอุณหภูมิห้อง และเป็นจุลินทรีย์พวกแอโรบิคและแฟคคัลเตทีฟ ตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้อาหารปรุงสำเร็จ มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน $1x10^6$ cfu/g (กระทรวงสาธารณสุข, 2536) อาหารที่มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมากจะทำให้อาหารนั้นเน่าเสียได้ง่าย เชื้อยีสต์และรานับว่าเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารไม่น้อยไปกว่าเชื้อแบคทีเรีย โดยปกติแล้วเชื้อราเจริญได้ดีในอาหารที่มีความชื้นต่ำ และมีค่าน้ำอิสระ (water activity) ไม่สูงมากนัก รวมทั้งขึ้นอยู่กับสภาพของสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และความชื้นสัมพัทธ์ ตัวอย่างเชื้อราที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารได้แก่เชื้อราในจีนัส *Mucor*, *Botrytis*, *Aspergillus*, *Cladosportum*, *Fusarium*, *Monilia*, *Penicillium*, *Rhizopus* และ *Geotrichum* เชื้อราบางชนิดสามารถสร้างสารพิษที่เป็นอันตรายต่อคนได้ เช่น เชื้อรา *Aspergillus flavus* จะสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน ที่เป็นสาเหตุของโรคมะเร็งในคน เชื้อราชนิดนี้มักเจริญในถั่วลิสงและพริกแห้งได้ สำหรับเชื้อยีสต์นั้นเป็นเชื้อสาเหตุให้อาหารเกิดการเน่าเสียและเกิดการหมักโดยเฉพาะอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นการวิเคราะห์หาปริมาณของเชื้อยีสต์และราจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อใช้เป็นดัชนีในการชี้บ่งถึงความสะอาด คุณภาพของวัตถุดิบ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร (สุมณฑา, 2545)

แบคทีเรีย coliform และ *Escherichia coli* จัดอยู่ในตระกูลเอนเทอโรแบคเทอริเอซีอี (Enterobacteriaceae) เป็นแบคทีเรียที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงสุขลักษณะของอาหารเนื่องจากการตรวจวิเคราะห์เชื้อโรค (pathogenic microorganism) ที่ปนเปื้อนทั้งโดยตรงและโดยอ้อมจากอุจจาระของคนและสัตว์ เช่นเชื้อ *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia* และ *E. coli* บางสายพันธุ์ โดยตรงนั้นทำได้ยากและสิ้นเปลือง ดังนั้นจึงนิยมตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ที่ช่วยเป็นดัชนีบ่งชี้แทน ซึ่งจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้มีแหล่งอาศัยปกติ (normal flora) อยู่ในระบบทางเดินอาหารของคนหรือสัตว์ มักปนเปื้อนในอุจจาระเป็นจุลินทรีย์ที่ทนต่อสภาวะแวดล้อมภายนอกได้ดี เชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์มเป็นกลุ่มของแบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นท่อน (rod) ติดสีกรัมลบ ไม่สร้างสปอร์ สามารถเฟอร์เมนต์น้ำตาลแลคโตสแล้วได้กรดและก๊าซที่อุณหภูมิ 30-37 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24 ชั่วโมง ตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้อาหารปรุงสำเร็จมีเชื้อโคลิฟอร์มน้อยกว่า 500 MPN/g และมีเชื้อ *E. coli* น้อยกว่า 3 MPN/g (กระทรวงสาธารณสุข, 2536)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved