4. เอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 ยาฆ่าแมลง

อาหารทะเลเป็นผลิตภัณฑ์ที่สำคัญต่อผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและส่งออกสู่ต่างประเทศ ในปัจจุบันมีการใช้ยาฆ่าแมลงหลายชนิดในอาหารทะเล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาหารแห้ง เพื่อเป็นการเก็บรักษาอาหารทะเลแห้งไม่ให้มีแมลงวันหรือแมลงอื่นๆ มาตอมหรือป้องกันการเน่าเสียของอาหารดังกล่าว

ยาฆ่าแมลง (Pesticide) หมายถึง สารเคมีหรือส่วนผสมของสารเคมีใด ๆ ที่ใช้สำหรับป้องกัน กำจัดหรือขับไล่แมลงที่เป็นศัตรูพืชและสัตว์ หรือหมายถึง สารเคมีที่มีความเป็นพิษซึ่งแสดงผลในการกำจัดหรือป้องกันแมลงได้ โดยอาจจะเป็นสารประกอบทางเคมีที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นหรือเป็นสารเคมีที่ได้จากธรรมชาติ ทั้งนี้ยังหมายรวมถึงจุลินทรีย์ที่ใช้ในการป้องกันเชื้อโรคและแมลงด้วย (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2537)

4.1.1 การแบ่งยาฆ่าแมลงตามคุณสมบัติทางเคมี (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2552)

สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิดของยาฆ่าแมลงที่แบ่งตามคุณสมบัติทางเคมี

ชนิดของยาฆ่าแมลง	ตัวอย่างของยาฆ่าแมลง
สารประกอบอินทรีย์คลอรีน (Organochlorines)	ดีดีที แอลดริน คลอร์เดน เฮพตาคลอร์และลินเดน
สารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต (Organophosphate)	ไดอะซินอน มาลาไทออน พาราไทออนและเมทธิลพาราไทออน
สารประกอบคาร์บาเมต (Carbamate)	อัลดิคาร์บและคาร์โบฟูราน
สารไพรีทรอยด์ (Pyrethroides)	แอลเลทรินและไดเมทริน

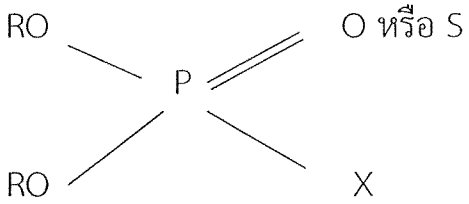
(1) สารประกอบอินทรีย์คลอรีน (Organochlorines)

สารประกอบอินทรีย์คลอรีนประกอบด้วยอะตอมของคลอรีนยึดติดกับสารประกอบอินทรีย์ เป็นยาฆ่าแมลงที่เกิดจากการรวมกันของสารเคมีหลายชนิดและมีจำนวนมากกว่ายาฆ่าแมลงกลุ่มอื่น (Walker et al., 2001) ยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้ได้รับความนิยมสูงมากในอดีต เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ทนทานต่อการย่อยสลายทางชีวภาพ แต่มีข้อเสียคือสามารถสะสมในสิ่งแวดล้อมได้ เช่น สารดีดีที (DDT) จะมีการสะสมนานถึง 4 ปี (นวลศรี ทยาพัชร, 2533) หรือ 40 ปี (Brock et al., 1994) นอกจากนี้ยังสามารถสะสมในเนื้อเยื่อไขมัน (Bioaccumulation) และเพิ่มปริมาณในเนื้อเยื่อจากการกินอาหารผ่านโซ่อาหารในระบบนิเวศได้ (Biomagnification; Jensen et al., 1969; Hill, 2004) ซึ่งสารดีดีทีได้ถูกห้ามใช้ตั้งแต่ทศวรรษ 1970 แต่อย่างไรก็ตามความทนทานของสารประกอบอินทรีย์คลอรีนจะเปลี่ยนแปลงตามสภาวะสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่าง

คุณสมบัติทั่วไปของสารประกอบอินทรีย์คลอรีน เช่น เป็นสารที่คงตัวเพราะมีความดันไอต่ำ มีความสามารถในการละลายน้ำต่ำมากและมีความสามารถในการละลายไขมันได้ดี

(2) สารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต (Organophosphate)

สารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟตเป็นสารประกอบของอนุมูลฟอสเฟตที่ยึดติดกับสารประกอบอินทรีย์ ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยสารกลุ่มนี้เป็นสารที่ถูกนำมาใช้แทนสารประกอบอินทรีย์คลอรีน เพราะเป็นสารที่มีการย่อยสลายทางชีวภาพได้เร็วกว่ากลุ่มแรก อย่างไรก็ตามสารกลุ่มนี้มีความเป็นพิษสูงทั้งต่อกลุ่มเป้าหมาย (Target organisms) และกลุ่มที่ไม่ใช่เป้าหมาย (Non-target organisms; Watts, 1998) ตัวอย่างของสารกลุ่มนี้ ได้แก่ ไดอะซินอน มาลาไทออน พาราไทออนและเมทิลพาราไทออน เป็นต้น



ภาพที่ 1 โครงสร้างหลักของสารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต
โดย R = Alkyl group X = Leaving group

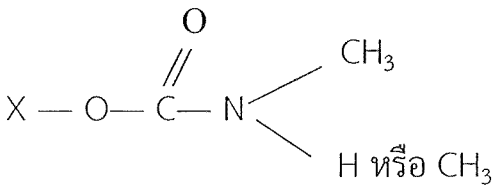
มาลาไทออนนิยมใช้ฆ่าแมลงที่ทำลายผลผลิตทางการเกษตร เช่น ข้าว ผักและผลไม้ นอกจากนี้ยังนำมาใช้ในการควบคุมยุงก้นปล่องซึ่งเป็นพาหะของโรคมาลาเรียแทนการใช้ดีดีที (Barlas, 1996) จากการศึกษาความเป็นพิษของมาลาไทออน พบว่ามีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูงและยังส่งผลกระทบต่อต่อมหมวกไต ตับและเลือดของปลา (El-Dib et al., 1996) นอกจากนี้มาลาไทออนยังเป็นสารก่อการกลายพันธุ์ (Mutagen) ต่อเซลล์เม็ดเลือดขาวและเซลล์ต่อมน้ำเหลืองของมนุษย์ (Gallo and Lawryk, 1991) และมีรายงานว่ามาลาไทออนเป็นสารก่อมะเร็งในหนูเพศเมีย (National Cancer Institute, 1979) ทั้งยังส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม เช่น ปลา นกและผึ้ง เป็นต้น (Kidd and James, 1991)

สารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟตนิยมนำมาใช้แทนสารประกอบอินทรีย์คลอรีน เนื่องจากสามารถย่อยสลายได้รวดเร็วด้วยจุลินทรีย์ในดิน ทำให้สารนี้ไม่คงทนอยู่ในสภาพแวดล้อมได้นานเหมือนสารประกอบอินทรีย์คลอรีน (Racke, 1992) สารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟตที่นิยมนำมาใช้ฆ่าแมลงและเชื้อรา ได้แก่ ไดอะซินอน ไอโซซาไทออน (Isoxathion) ฟีนิโทรไทออน (Fenitrothion) ไอโซเฟนฟอส (Isofenphos) อะซิเฟต (Acephate) ไตรคลอร์โฟน (Trichlorfon) และโทลคลอฟอส-เมทิล (Tolclofos-methyl) (Sakai et al., 1994) จากการใช้สารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟตที่เพิ่มมากขึ้นทำให้มีการสะสมอยู่ในท่อทางเดินอาหาร ผิวหนัง เยื่อบุผิวและปอดของสิ่งมีชีวิต

(Indeerjeet et al., 1997) โดยสารเหล่านี้มักจะสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อไขมันเป็นระยะเวลานาน (Racke, 1992)

(3) สารประกอบคาร์บาเมต (Carbamates)

สารประกอบคาร์บาเมตเป็นสารที่ผลิตจากกรดคาร์บามิก (Carbamic acid) มีสูตรโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 2 สารประกอบกลุ่มนี้ ได้แก่ อัลดิคาร์บ (Aldicarb) คาร์บาริล (Carbaryl) คาร์โบฟูราน (Carbofuran) เบนดิโอคาร์บ (Bendiocarb) ไอโซโพรคาร์บ (Isoprocarb) เมทไธโอคาร์บ (Methiocarb) และโพรมีคาร์บ (Promecarb; Morel-Chevillet et al., 1996) สารประกอบคาร์บาเมตมีความคงทนในดินเป็นระยะเวลาไม่กี่วันจนถึงหลายสัปดาห์ซึ่งมากกว่าสารประกอบกลุ่มฟอสเฟตอินทรีย์เล็กน้อย โดยการสลายตัวของกลุ่มโครงสร้างหลักอาจใช้เวลา 1-4 เดือน ยกเว้นคาร์โบฟูรานที่อาจสลายตัวได้ตั้งแต่สองสัปดาห์จนถึงหนึ่งปี



ภาพที่ 2 โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบคาร์บาเมต
โดย X = Organic group ทั้ง aromatic หรือ heterocyclic

จากการศึกษาความเป็นพิษของสารประกอบคาร์บาเมต พบว่าทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ Cholinesterase ลดลง ซึ่งสามารถวัดได้จากเอนไซม์ Cholinesterase ที่มีอยู่ในเม็ดเลือดขาวและน้ำเลือด (Pinakini and Mohan Kumar, 2006) โดยสารประกอบคาร์บาเมตจะเข้าจับกับเอนไซม์ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถทำงานได้ ส่งผลให้กล้ามเนื้อเกิดอาการอ่อนแรง แต่อาการนี้จะแสดงในระยะเวลาอันสั้นเท่านั้น (Natoff and Reiff, 1973) นอกจากนี้สารประกอบกลุ่มนี้ยังเป็นพิษต่อนก ผึ้งและปลา จากคุณสมบัติที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้เร็วและไม่สะสมในระบบนิเวศจึงทำให้สารชนิดนี้น่าจะปลอดภัยต่อการใช้ในการเกษตรกรรมและปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมได้มากกว่าสารกลุ่มอินทรีย์คลอรีนและสารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต

(4) สารไพรีทรอยด์ (Pyrethroid)

สารไพรีทรอยด์เป็นสารที่สังเคราะห์จากสารประกอบไพเรททรินเอสเตอร์ (Pyrethrin ester) ซึ่งเป็นสารที่สกัดได้จากดอกเก๊กฮวย (*Chrysanthemum*) ได้แก่ แอลเลทริน (Allethrin) ไดเมททริน (Dimethrin) อะคาริไซด์ (Acaricide) เดลตาเมททริน (Deltamethrin) สารกลุ่มนี้เป็นพิษต่อปลา (Eells et al., 1993; Datta and Kaviraj, 2003) รวมทั้งนกและสัตว์อื่น ๆ จากการศึกษาพบว่าปลามีความไวต่อยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้มากกว่านกประมาณ 10-1,000 เท่า (Bradbnury and Coats, 1989)

สารไพรีทรอยด์เป็นสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้นเพื่อฆ่าแมลง นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในบ้านเรือนและสวนไร่นาในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่น ๆ โดยมากมักใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์แชมพูสำหรับสัตว์เลี้ยง สารฆ่าปลวก สเปรย์ฆ่าแมลง ระเบิดควันและมักพบปนเปื้อนในผักและผลไม้อยู่เสมอ สารไพรีทรอยด์เป็นยาฆ่าแมลงที่ได้รับความนิยมเนื่องจากสารนี้สามารถออกฤทธิ์ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้แมลงเกิดอาการอัมพาตและสารนี้มีความทนทานต่ำในสภาพแวดล้อมเมื่อเปรียบเทียบกับยาฆ่าแมลงชนิดอื่น ๆ

การได้รับสารไพรีทรอยด์ในปริมาณน้อยมักไม่มีผลกระทบต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่เมื่อได้รับสารนี้ปริมาณสูงจะทำให้กระบวนการเมตาบอลิซึม การหลั่งสารเคมี การหลั่งเอนไซม์และระบบประสาทของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมผิดปกติ จากการศึกษาพบว่าครึ่งชีวิตของสารไพรีทรอยด์เมื่ออยู่ในเซลล์มนุษย์อยู่ระหว่าง 4.6 -16.5 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความจำเพาะของสารไพรีทรอยด์และช่องทางที่สารเข้าสู่ร่างกาย ร่างกายสามารถกำจัดสารไพรีทรอยด์ได้อย่างสมบูรณ์ภายในระยะเวลา 5 วัน แต่อย่างไรก็ตามไอโซเมอร์ของสารไพรีทรอยด์ยังคงอยู่ภายในร่างกายได้เป็นเวลานาน (ATSDR, 2003)

4.2 สีสังเคราะห์

ผู้ผลิตอาหารทะเลมักจะนำสีสังเคราะห์มาใช้เป็นสารปรุงแต่งสีเพื่อทำให้ผู้บริโภคพึงพอใจ เนื่องจากสีธรรมชาติมีความคงทน สะดวกหรือมีสีสันไม่สดใสเหมือนกับสีสังเคราะห์จึงทำให้ผู้ผลิตเลือกที่จะใช้สีสังเคราะห์ ดังนั้นสีสังเคราะห์จึงมักจะถูกตรวจพบได้ทั้งในอาหาร เครื่องดื่ม ยา เครื่องสำอางและเครื่องอุปโภคบริโภค

สีสังเคราะห์ที่ใช้ผสมในอาหารมีหลายประเภท ซึ่งกระทรวงสาธารณสุขได้ออกประกาศฉบับที่ 61 ลงวันที่ 13 กันยายน 2522 กำหนดสีผสมอาหารเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ และกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานการใช้ การผสม ฉลากสำหรับสีผสมอาหาร และกำหนดประเภทของสีที่อนุญาตให้ใช้ผสมอาหารซึ่งปลอดภัยแก่ผู้บริโภคมากที่สุดด้วยเป็นสีที่มีความบริสุทธิ์สูง และมีวัตถุเจือปนน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (วิไลลักษณ์ ชินบูรณ์, 2539)

สีสังเคราะห์มี 4 สี ซึ่งประกอบหรือผสมกันเป็นสีชนิดอื่นตามความต้องการได้ 9 สี คือ

1.จำพวกสีแดง มี 3 สี ได้แก่ ปองโซ 4 อาร์ (Ponceau-4 R) เออริโธรซีน (Erythrosine) และคาร์โมอีซีนหรือเอโซรูบีน (Carmoisine or Azorubine)

2. จำพวกสีเหลือง มี 3 สี ได้แก่ ตาร์ตราซีน (Tartrazine) ซันเซต เยลโลว์ เอฟซีเอฟ (Sunset yellow FCF) และไรโบฟลาวิน (Riboflavin)

3. จำพวกสีเขียว มี 1 สี ได้แก่ ฟาสต์กรีน เอฟซีเอฟ (Fast green FCF)

4. จำพวกสีน้ำเงิน มี 2 สี ได้แก่ อินดิโกคาร์มีนหรืออินดิโกทีน (Indigocarmine or indigotine) และบริลเลียนต์บลู เอฟซีเอฟ (Brilliant blue FCF)

การใช้สีผสมอาหารอาจใช้ทั้งที่เป็นสีเดียวหรือสีผสมหลายสีรวมกันได้ ปริมาณที่ใช้ก็จะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของอาหารและความต้องการ โดยสีผสมอาหารนั้นต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุข (วันเพ็ญ จิตรเจริญ, 2536)

แม้กฎหมายไทยจะอนุญาตให้ใช้สีสังเคราะห์สำหรับผสมอาหารได้ แต่ขึ้นชื่อว่าสีสังเคราะห์ย่อมต้องมีอันตรายแฝงมาแน่นอน นอกจากนี้ยังมีสีสังเคราะห์ที่ไม่ได้รับอนุญาตในการนำมาใช้ผสมอาหาร เช่น สีย้อมผ้า ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ดังนี้

1. อันตรายจากพิษของตัวสีเอง สีต่าง ๆ ที่ไม่ได้เป็นสีผสมอาหาร ส่วนใหญ่มักจะเป็นสีที่ก่อให้เกิดมะเร็งหรือเนื้องอกที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย โดยเฉพาะที่ระบบทางเดินอาหารและกระเพาะปัสสาวะ

2. อันตรายที่เกิดจากสารไม่บริสุทธิ์ในสีนั้นๆ สิ่งที่สำคัญ คือ โลหะหนัก เพราะสีส่วนใหญ่จะมีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบ เช่น โครเมียม ตะกั่ว สารหนู ปนอยู่เสมอ การได้รับโลหะหนักเข้าไปในร่างกายมาก ๆ หรือเป็นประจำ อาจเป็นอันตรายร้ายแรงได้ เช่น ถ้าได้รับสารตะกั่วนาน ๆ จะทำให้เกิดโลหิตจาง และเป็นโรคพิษตะกั่ว

นอกจากนั้นยังมีสีสังเคราะห์บางชนิดที่ต้องห้ามในบางประเทศ เช่น

1. สี Para Red และ Sudan I-IV ซึ่งเป็นสีที่ต้องห้ามสำหรับประเทศในสหภาพยุโรปหรือ EU เพราะทาง EU ประกาศห้ามนำสินค้าอาหารทุกชนิดที่มีการปนเปื้อนด้วยสี Para Red และ Sudan I-IV เนื่องจากพบว่าสารสีดังกล่าวเป็นสารก่อมะเร็ง

2. สี Tartrzine ให้สีเหลืองส้ม ถูกห้ามใช้ในนอร์เวย์และฟินแลนด์ สีสังเคราะห์ตัวนี้ทำให้เกิดอาการแพ้เช่น ผื่นคัน บวมแดง น้ำมูกไหล ตาแดง ทั้งยังอาจเป็นสารก่อมะเร็งด้วย Sunset yellow เป็นสารที่อาจก่อมะเร็งถูกห้ามใช้ในฟินแลนด์ นอร์เวย์ และสวีเดน

3. สี Carmoisine ให้สีแดง อาจทำให้เกิดมะเร็งภูมิแพ้ และอาหารเป็นพิษถูกห้ามใช้ในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา Brilliant blue เป็นสารที่อาจก่อมะเร็งและอาจทำลายโครโมโซม ทำให้เกิดอาการแพ้ ถูกห้ามใช้ในประเทศพัฒนาแล้วหลายแห่ง ได้แก่ กลุ่มประเทศในประชาคมยุโรป นอร์เวย์ สวีเดน และฟินแลนด์

และในงานวิจัยที่เกี่ยวกับยาฆ่าแมลงและสีสังเคราะห์ในอาหารทะเลในประเทศไทยยังไม่มีรายงาน ยกเว้นของสาธารณสุขจังหวัดชลบุรี ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารในจังหวัดชลบุรี (สาธารณสุขจังหวัดชลบุรี)

ชนิดสารปนเปื้อน	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจ (ตัวอย่าง)	จำนวนตัวอย่างที่ตกมาตรฐาน (ตัวอย่าง)	ร้อยละ
1. ยาฆ่าแมลง	9,259	254	2.74
2. สีสังเคราะห์	236	2	0.84

4.3 แบคทีเรียก่อโรคที่ปนเปื้อนในอาหารทะเลแห้ง

นอกจากยาฆ่าแมลงและสีสังเคราะห์แล้วยังสามารถพบแบคทีเรียก่อโรคในอาหารทะเลแห้ง ยกตัวอย่างเช่น

4.3.1 *Bacillus cereus* จัดอยู่ในวงศ์ Bacillaceae เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปท่อนตรง ส่วนใหญ่เคลื่อนที่ได้ สร้างสปอร์ภายในเซลล์ (Endospore) บริเวณกลางเซลล์ เซลล์ถูกทำลายได้ด้วยความร้อนระดับอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ คือ 72 องศาเซลเซียส แต่ไม่สามารถทำลายสปอร์ได้จึงมักพบสปอร์เจริญอยู่ในอาหาร มักพบเซลล์และสปอร์ของ *B. cereus* ในดิน น้ำ ฝุ่นละออง ในอาหารสุกและอาหารดิบและธัญพืช *B. cereus* สามารถผลิตสารพิษออกมาอย่างน้อย 2 ชนิด และแต่ละชนิดจะทำให้เกิดอาการของโรคต่างกัน สารพิษจะสร้างออกมาในระหว่างการเจริญและยังคงอยู่ภายในเซลล์ เมื่อเซลล์แตกสารพิษจึงถูกปล่อยออกมา อาการของโรคอาหารเป็นพิษเนื่องจากเชื้อ *B. cereus* มี 2 แบบ คือ 1) อาการท้องร่วง (Diarrheal form) เกิดจากสารพิษที่เป็นโปรตีนที่ไม่ทนความร้อน (Thermolabile) ผู้ป่วยมีอาการอุจจาระร่วง ปวดท้อง คลื่นไส้แต่ไม่อาเจียน ไม่มีไข้ ผู้ป่วยจะหายเองได้ภายใน 24 ชั่วโมง โดยอาการจะคล้ายกับโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจาก *C. perfringens* 2) อาการอาเจียน (Emetic form) เกิดจากสารพิษที่เป็นโปรตีนซึ่งทนความร้อนได้ ผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องเสีย โดยอาการจะคล้ายกับโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจาก *S. aureus* (บุษกร อุตรภิชาติ, 2545)

4.3.2 *Clostridium perfringens* จัดอยู่ในวงศ์ Bacillaceae เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปท่อน สร้างสปอร์รูปไข่ที่ปลายข้างใดข้างหนึ่งของเซลล์ ไม่เคลื่อนที่ เจริญในที่ที่ไม่มีอากาศ เซลล์ปกติถูกทำลายได้โดยใช้ความร้อนต่ำแต่ไม่สามารถทำลายสปอร์ของเชื้อนี้ได้ พบเซลล์ปกติและสปอร์ได้ทั่วไปในดิน น้ำ อาหาร เครื่องเทศ ฝุ่นละออง ลำไส้มนุษย์และสัตว์ น้ำโสโครกและสิ่งปฏิกูล เป็นต้น *C. perfringens* สามารถสร้างสารพิษได้ 5 ชนิด คือ A B C D และ E แต่สารพิษชนิด A มักเป็นชนิดที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหารเป็นพิษและสร้างก๊าซ อาการของโรคจะเกิดขึ้นหลังจากบริโภคอาหารที่มีเชื้อปนเปื้อนในปริมาณมาก แบคทีเรียชนิดนี้ทนต่อความเป็นกรดของกระเพาะอาหารจึงมีชีวิตรอดผ่านเข้าสู่ลำไส้เล็ก เจริญและสร้างสปอร์พร้อม ๆ กับขับสารพิษออกมามากทำให้ผู้บริโภคเกิดอาการของโรคอาหารเป็นพิษ (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545) อาการของโรคคือ ท้องเสีย ปวดท้อง เนื่องจากมีแก๊สในกระเพาะอาหารมาก คลื่นไส้ อาเจียน มีไข้ อัตราการตายต่ำ ถ้ามีการตายจะพบในเด็กทารก คนชราและคนป่วยด้วยโรคอื่นที่มีร่างกายอ่อนแอ อาการต่าง ๆ จะหายเองภายใน 24 ชั่วโมง (บุษกร อุตรภิชาติ, 2545) *C. perfringens* มักพบในอาหารแห้งทั่ว ๆ ไป แต่จะไม่พบในอาหารแช่แข็งเพราะสปอร์ไม่สามารถทนอยู่ได้ที่อุณหภูมิต่ำ ผลิตภัณฑ์ประมงที่พบเชื้อนี้ เช่น กะปิ ปลาเค็ม ปลาร้า ปลาเจ่าและกุ้งแห้ง (มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2538)

4.3.3 *Staphylococcus aureus* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปกลม ไม่สร้างสปอร์ เคลื่อนที่ไม่ได้ เจริญได้ในที่มีอากาศและไม่มีอากาศ พบได้ทั่วไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์และสัตว์ เช่น จมูก มือ ผิวหนัง รวมทั้งอากาศและฝุ่นละออง การปนเปื้อนของเชื้อนี้ในอาหารมาจากการไอ จามลงในอาหารหรือจากผิวหนัง เมื่อ *S. aureus* ปนเปื้อนลงในอาหารและมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญจะสร้างสารพิษ (Enterotoxin) ภายในเซลล์แล้วปล่อยออกนอกเซลล์ลงสู่อาหาร ชนิดของสารพิษที่สร้างมี 5 ชนิด คือ A B C D และ E ซึ่งมีคุณสมบัติในการทนความร้อน (Heat stable toxin) สารพิษชนิดนี้ไม่ทำให้รูปสัมผัสของอาหารมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ผู้บริโภคจึงไม่สามารถทราบได้ว่ามีสารพิษเกิดขึ้นในอาหาร เมื่อรับประทานอาหารที่มีสารพิษเข้าไปประมาณ

1-6 ชั่วโมง จะทำให้มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องอย่างรุนแรง ท้องเสีย เหงื่อแตก ปวดศีรษะ อ่อนเพลียและบางครั้งมีไข้ด้วย อาการป่วยจะดีขึ้นภายใน 8-24 ชั่วโมง (บุษกร อุตรภิชาติ, 2545)

4.3.4 ***Salmonella*** **sp.** จัดอยู่ในวงศ์ Enterobacteriaceae เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน ไม่สร้างสปอร์ เคลื่อนที่ได้ เจริญได้ในที่มีอากาศและไม่มีอากาศ ไม่ทนความร้อนสามารถทำลายได้ในระยะเวลาอันสั้น พบได้ทั่วไปในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เลี้ยง สัตว์ป่า สัตว์ปีก เต่า กบ รวมทั้งแมลงต่างๆ สามารถแยกเชื้อได้จากดิน น้ำและสิ่งโสโครกต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนด้วยอุจจาระ อาการของโรคของโรคอาหารเป็นพิษเนื่องจาก *Salmonella* sp. ผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ปวดศีรษะ หนาวสั่นและอุจจาระร่วง อ่อนเพลีย มีไข้ปานกลาง อาการของโรคที่เกิดจาก *Salmonella* sp. จำแนกได้ 3 แบบคือ 1) โรคไข้เอนเทอริค (Enteric fever) ได้แก่ โรคไข้ไทฟอยด์และพาราไทฟอยด์ เชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคไทฟอยด์ คือ *S. typhi* และเชื้อที่เป็นสาเหตุของพาราไทฟอยด์คือ *S. paratyphi* A, *S. paratyphi* B และ *S. paratyphi* C โรคไข้ไทฟอยด์และพาราไทฟอยด์เกิดขึ้นเฉพาะในคนเท่านั้น โดยได้รับเชื้อที่ปนเปื้อนเข้าไปในอาหารและน้ำดื่ม แสดงอาการภายใน 12-24 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะมีอาการไข้สูง ปวดศีรษะ ปวดเมื่อยตามตัว ปอดอักเสบ เบื่ออาหาร ท้องอืด ม้ามโต อาจมีอาการอุจจาระร่วง ระยะของโรคประมาณ 3-4 สัปดาห์ 2) โลหิตเป็นพิษ (Septicemia) เชื้อเข้าสู่กระแสเลือดโดยตรง สามารถตรวจพบเชื้อในกระแสโลหิตโดยไม่มีอาการอุจจาระร่วง ผู้ป่วยมีไข้สูง ตับและม้ามโต น้ำหนักลด เซื่องซึม อาจมีอาการปอดบวม เยื่อหุ้มสมองอักเสบ 3) กระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ (Gastroenteritis) ส่วนใหญ่เชื้อนี้มักจะทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร เมื่อผู้ป่วยรับประทานอาหารที่มีเชื้อปนเปื้อนเข้าไป ภายใน 8-24 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะมีอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน อุจจาระร่วง มีไข้เล็กน้อย อาจพบการปนเปื้อนของ *Salmonella* sp. ในเนื้อสัตว์ เช่น ไก่ หมู ปลาและสัตว์มีเปลือก ในผลิตภัณฑ์ประมงประเภทสัตว์มีเปลือกแช่แข็งพร้อมบริโภค (Precooked frozen crustaceans) ในระหว่างกระบวนการผลิตเพราะอาหารประเภทนี้จะสัมผัสกับคนงานโดยตรงถ้าคนงานไม่ระมัดระวังเรื่องความสะอาด เชื้อจากคนงานจะปนเปื้อนเข้าไปในอาหาร เมื่อนำอาหารไปแช่แข็งแบคทีเรียชนิดนี้สามารถทนอยู่ได้ ดังนั้นเมื่อนำอาหารมาละลายแล้วนำไปรับประทานทันทีก็จะทำให้ผู้บริโภคได้รับเชื้อเข้าไปด้วย (มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2538)

4.3.5 ***Vibrio parahaemolyticus*** จัดอยู่ในวงศ์ Vibrionaceae เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อนตรงหรือท่อนโค้ง เคลื่อนที่ได้ ไม่สร้างสปอร์ สามารถเจริญได้ในที่มีอากาศและไม่มีอากาศ เจริญได้ดีในอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลืออยู่ 3% พบได้ทั่วไปในน้ำทะเลหรือน้ำกร่อย สามารถทำลายได้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที อาการของโรคเกิดขึ้นภายหลังได้รับเชื้อ 10-24 ชั่วโมง โดยจะมีอาการปวดท้องอย่างรุนแรงภายใน 2-48 ชั่วโมง มีไข้ คลื่นไส้ อาเจียนและอุจจาระร่วง ถ้าพิษรุนแรงจะทำให้ถ่ายออกมามีมูกเลือด (มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2538) สามารถแยกเชื้อได้จากอาหารทะเลต่าง ๆ ในระหว่างฤดูร้อน การระบาดของโรคเกิดขึ้นเป็นครั้งคราวซึ่งเกิดจากผู้ป่วยรับประทานอาหารทะเลดิบ อาหารทะเลที่ปรุงไม่สุกหรือมีเชื้อปนเปื้อนภายหลังการปรุงอาหารสุกแล้ว ได้แก่ ปลา ปู เป็นต้น (บุษกร อุตรภิชาติ, 2545)

4.4 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

Hatha and Lakshmanaperumalsamy (1997) รายงานการตรวจพบ *Salmonella* ในปลาและสัตว์มีเปลือก จำนวน 370 และ 276 ตัวอย่าง ตามลำดับ โดยซื้อตัวอย่างจากตลาดในเมือง Coimbatore ทางตอนใต้ของประเทศอินเดียตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ปี ค.ศ. 1990 ถึงเดือนสิงหาคม ปี ค.ศ. 1992 ตรวจพบ *Salmonella* ในปลาและสัตว์มีเปลือกจำนวน 14.25 % และ 17.39 % ตามลำดับ สามารถจำแนก Serotype ได้ คือ *Salmonella weltevreden*, *S. typhi*, *S. paratyphi* B, *S. mgulani* และ *S. typhimurium* ซึ่งพบได้ทั้งในปลาและสัตว์มีเปลือก ส่วน *S. senftenberg* พบได้ในสัตว์มีเปลือกเท่านั้น

Li et al. (2003) ได้ทำการศึกษาถึงชนิดของสารหนูในอาหารทะเลและสาหร่ายทะเลที่นิยมนำมาประกอบอาหารในประเทศจีน พบการปนเปื้อนสารหนูสาหร่ายปริมาณ 1.7-38.7 μg/g (น้ำหนักแห้ง) ในปลาและหอยปริมาณ 0.086-7.54 μg/g (น้ำหนักเปียก) และพบ Arsenosugars ในสารสกัดจากสาหร่ายปริมาณ 1.5-33.8 μg/g ตัวอย่างปลาและหอย 0.018-0.78 μg/g ส่วน Arsenobetaine ตรวจพบในสาหร่ายปริมาณ 0.025-6.604 μg/g แต่ในปลาและหอยพบปริมาณน้อยกว่า 2 % ของปริมาณสารหนูทั้งหมด และในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบสารหนูอนินทรีย์ในตัวอย่างของสาหร่าย

Hosseini et al. (2004) รายงานการตรวจพบ *Vibrio* spp. ในกุ้งที่จับได้จากชายฝั่ง Persian Gulf อยู่ทางตอนใต้ของประเทศอิหร่าน มีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 770 ตัวอย่าง ตรวจพบ *Vibrio* spp. ในตัวอย่าง 16 ตัวอย่าง สามารถจำแนกชนิดได้ คือ *V. parahaemolyticus*, *V. damsela*, *V. alginolyticus* และ *V. fluvialis* แต่จากการทดลองนี้ตรวจไม่พบ *V. cholerae*

Aycicek et al. (2005) รายงานการตรวจพบ *S. aureus* ในอาหารพร้อมบริโภคจากร้านขายอาหารในกองทัพบกที่เมือง Ankara ประเทศตุรกี จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 512 ตัวอย่าง ได้แก่ ตับ สลัดผัก สลัดรัสเซีย พิซซ่า แฮมเบอร์เกอร์ meatballs Turkish lahmacun Turkish pide และ Turkish doner ตรวจพบ *S. aureus* ที่ให้ผลการทดสอบโคแอ็กกูเลสเป็นบวก ในตัวอย่าง 48 ตัวอย่าง คิดเป็น 9.4 % มีปริมาณเชื้ออยู่ในช่วง 2.2 ถึง 4.3 log CFU/g ชนิดของอาหารพร้อมบริโภค ได้แก่ สลัดผัก สลัดรัสเซียและ meatballs มี *S. aureus* ปนเปื้อนในอาหารมากกว่าพิซซ่า แฮมเบอร์เกอร์ Turkish lahmacun Turkish pide และ Turkish doner จากข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่า *S. aureus* อาจปนเปื้อนในอาหารได้จากการใช้มือสัมผัสกับอาหาร

Normanno et al. (2005) รายงานการตรวจพบแบคทีเรียกลุ่ม Staphylococci ที่ให้ผลโคแอ็คกูเลสบวกและ *S. aureus* โดยตรวจในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ ที่จำหน่ายในตลาดในประเทศอิตาลี โดยตรวจตัวอย่างทั้งหมด 11,384 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนของ Staphylococci ที่ให้ผลโคแอ็กกูเลสบวกในตัวอย่างจำนวน 1971 ตัวอย่างซึ่งคิดเป็น 17.3% สามารถจำแนกได้ *S. aureus* ในตัวอย่างอาหารจำนวน 537 ตัวอย่าง ซึ่งแบคทีเรียชนิดนี้สามารถผลิตสารพิษ Staphylococcal enterotoxins ได้ 4 ชนิด คือ A B C และ D ได้ (SEA, SEB, SEC และ SED) และยังตรวจพบ *S. aureus* ที่สามารถผลิตสารพิษได้มากกว่า 1 ชนิดในตัวอย่างอาหารจำนวน 298 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็น 55.5% โดยผลิตสารพิษชนิด SEC คิดเป็น 33.9%, SEA 20.5%, SEA+SED 20.5%, SED 13.4%, SEB 2.7%, SEA+SEB 1.7%, SEC+SED 0.7%, SEA+SEC และ

SEB+SEC มีค่าเท่ากันคิดเป็น 0.3% จุลินทรีย์ชนิดนี้พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมและยังเป็นจุลินทรีย์ที่สำคัญที่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคได้

Sun et al. (2006) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการตกค้างของยาฆ่าแมลงในผลิตภัณฑ์จากการประมงในประเทศไต้หวัน พบการตกค้างของยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในปลาสูงถึง 34.60 % รองลงมาคือ ปู 15.70 % และกุ้ง 6.45 % ส่วนยาฆ่าแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตตรวจพบการตกค้างในปลา 11.37 % ปลาหมึก 1.67 % และปู 1.05 % ตามลำดับ

Colakoglu et al. (2006) รายงานการตรวจพบ *Aeromonas* spp. และ *Vibrio* spp. ในหอยและกุ้งที่ซื้อจากตลาดและห้องครัวของโรงแรมในเมือง Dardanelles ประเทศตุรกี จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 127 ตัวอย่าง แบ่งเป็นหอย 97 ตัวอย่างและกุ้ง 30 ตัวอย่าง ตรวจพบ *Aeromonas* spp. และ *Vibrio* spp. ในตัวอย่าง 84 ตัวอย่าง สามารถจำแนกชนิดได้ คือ *Vibrio alginolyticus* จำนวน 26.7%, *V. vulnificus* จำนวน 9.7%, *V. parahaemolyticus* จำนวน 0.8% และ *A. hydrophila* จำนวน 29.1%

Iurlina et al. (2006) รายงานการตรวจพบ *Bacillus* spp. ในตัวอย่างอาหาร 279 ตัวอย่างจากผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ ที่จำหน่ายในประเทศอาร์เจนตินา โดยตรวจพบ *Bacillus* spp. ในน้ำผึ้งจำนวน 28 ตัวอย่าง จากจำนวนทั้งหมด 70 ตัวอย่าง พบในแป้งจำนวน 29 ตัวอย่างจากจำนวนทั้งหมด 29 ตัวอย่าง พบในชีสจำนวน 15 ตัวอย่าง จากจำนวนทั้งหมด 50 ตัวอย่างและพบในเครื่องเทศจำนวน 30 ตัวอย่าง จากจำนวนทั้งหมด 30 ตัวอย่าง แต่ไม่พบในปลาแอนโชวี (Anchovy) น้ำผึ้ง 70 ตัวอย่าง ที่นำมาตรวจพบว่ามี *B. cereus, B. pumilis, B. lacterosporus* และ *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae* ซึ่งคิดเป็น 23%, 4%, 8% และ 38% ตามลำดับ ความหลากหลายทางชีวภาพของสายพันธุ์ *Bacillus* จะพบในแป้งข้าวไรย์มากกว่าพบในแป้งขาว โดยพบ *B. subtilis* ในแป้งข้าวไรย์มากกว่า พบ *B. cereus* ใน Port Salut Argentino cheeses จำนวน 50% พบ *B. pumilus* ใน Port Salut Argentino cheeses และ Quartirolo cheeses จำนวน 50% และ 25% ตามลำดับ ส่วนเครื่องเทศพบ *B. mycoides* ซึ่งเป็นแบคทีเรียรูปท่อนต้องการออกซิเจนในการเจริญและสร้างสปอร์ได้ การพบ *B. cereus, B. subtilis* และ *B. licheniformis* ซึ่งเป็นแบคทีเรียสำคัญที่ทำให้อาหารเน่าเสียและก่อโรคทางเดินอาหารเป็นพิษ จากการศึกษาครั้งนี้ตรวจพบ *Bacillus* spp. จำนวน 30% จากตัวอย่างทั้งหมดที่นำมาตรวจ

Normanno et al. (2006) รายงานการตรวจพบ *V. parahaemolyticus, V. vulnificus, Salmonella* spp., *E. coli* และแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform) ในหอยกะพงเมดิเตอร์เรเนียน (*Mytilus galloprovincialis*) จำนวน 600 ตัวอย่าง ซึ่งจำหน่ายที่ตลาดในเมือง Puglia ประเทศอิตาลี ตรวจพบ *V. parahaemolyticus* และ *V. vulnificus* ในตัวอย่างจำนวน 47 และ 17 ตัวอย่าง ตามลำดับ คิดเป็น 7.83% และ 2.83% ตามลำดับ พบ *E. coli* ในตัวอย่างจำนวน 21 ตัวอย่าง คิดเป็น 3.5% แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มในตัวอย่างจำนวน 28 ตัวอย่าง คิดเป็น 4.66% และ *Salmonella* ในตัวอย่างจำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็น 0.16%

Friedemann (2007) รายงานการตรวจพบ *Enterobacter sakazakii* ในอาหารและเครื่องดื่ม แบคทีเรียชนิดนี้สามารถพบได้ในอาหารทั่ว ๆ ไปและส่วนประกอบของอาหาร ยังสามารถแยก *E. sakazakii* ได้จากโรงงานผลิตอาหารและส่วนประกอบของอาหาร เช่น ธัญพืช ผลไม้ ผัก

ผลิตภัณฑ์จากถั่วฝักยาว สมุนไพรและเครื่องเทศ เหมือนกับที่สามารถแยกแบคทีเรียชนิดนี้ได้ในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสัตว์ เช่น นม เนื้อ ปลา และผลิตภัณฑ์ที่ได้นม เนื้อและปลา สามารถพบ *E. sakazakii* ปนเปื้อนได้ในอาหารสดและกระบวนการผลิตอาหารซึ่งไม่ได้พบแค่ในผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง อาหารสด อาหารแช่แข็ง อาหารพร้อมบริโภค อาหารหมักและอาหารปรุงสุกเท่านั้นยังพบได้ในเครื่องดื่มและน้ำที่ใช้ในการทำอาหาร ถึงแม้ว่าการปนเปื้อน *E. sakazakii* ในอาหารยังจะยังไม่มีความสำคัญ แต่ควรมีการตรวจเพื่อป้องกันการปนเปื้อน *E. sakazakii* ในอาหาร ส่วนประกอบของอาหาร กระบวนการผลิตอาหารและแหล่งที่มีการปนเปื้อนหรือการติดเชื้อ

Parihar et al. (2008) รายงานการตรวจพบ *Listeria* spp. ในอาหารทะเลที่จำหน่ายในตลาดในเมือง Goa ประเทศอินเดีย จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 115 ตัวอย่าง ตรวจพบ *Listeria* spp. ในตัวอย่าง 28 ตัวอย่าง สามารถจำแนกชนิดได้คือ *L. monocytogenes* พบใน 10 ตัวอย่างและ *L. innocua* พบใน 18 ตัวอย่าง โดย *L. monocytogenes* อาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ถ้าปนเปื้อนในอาหารทะเลดิบแบบพร้อมบริโภค