

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

การสุขาภิบาลอาหาร

หลักสุขาภิบาล (Food Sanitation) คือ การบริหารจัดการและควบคุมสิ่งแวดล้อม รวมทั้งบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมอาหารเพื่อให้อาหารสะอาด ปลอดภัย ปราศจากเชื้อโรค หนอง พยาธิ และสารเคมีต่างๆ ซึ่งเป็นอันตราย หรืออาจจะเป็นอันตราย ต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพอนามัย และการดำรงชีวิตของผู้บริโภค (ลีลานุช, 2546)

การสุขาภิบาลอาหารในประเทศไทย มีความจำเป็นและสำคัญอย่างมาก เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนชื้น ซึ่งอุณหภูมิและความชื้นช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ประชาชนทั่วไปมีความรู้ด้านการสุขาภิบาลอาหารในระดับต่ำ ประกอบกับการที่ประชากรชอบรับประทานอาหารแบบกึ่งสุกกึ่งดิบและไม่เป็นเวลา จึงเป็นผลให้ประชากรเกิดโรคทางเดินอาหาร ซึ่งเกิดจากการขาดการสุขาภิบาลอาหารที่ดี

หลักการสุขาภิบาลอาหาร ประกอบด้วยการจัดการและควบคุมบุคลากรและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมอาหาร ซึ่งร้านจำหน่ายอาหารต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลักการสุขาภิบาลอาหาร เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค อาหารที่นำมารับประทานจะมีความสะอาดและปลอดภัยมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ (เสาวลักษณ์, 2552)

1. แหล่งผลิตอาหารและกรรมวิธีการผลิต ซึ่งต้องมีความสะอาด เช่น ผักที่นำมาบริโภคต้องมาจากแปลงผักที่ไม่ได้รดด้วยน้ำสกปรกและมีขั้นตอนการล้างทำความสะอาดจนปราศจากสิ่งสกปรกและยาฆ่าแมลงที่ใช้ในการพ่นผัก

2. การขนส่ง อาหารอาจได้รับการปนเปื้อนเชื้อโรคได้ในระหว่างการขนส่ง นับตั้งแต่แหล่งจำหน่ายอาหารจนถึงมือผู้บริโภค ดังนั้นการขนส่งอาหารควรใช้ในภาชนะที่สะอาดและมีการปกปิดมิดชิด ไม่ให้แมลงวันตอมหรือมีฝุ่นละอองมาเกาะและเมื่อมาถึงสถานที่ประกอบอาหารก็ควรเก็บไว้ในบริเวณที่สะอาดเช่นเดียวกัน

3. ลักษณะของอาหาร อาหารที่ดีควรอยู่ในสภาพที่ยังสด ใหม่ เช่น ผักและผลไม้ไม่ต้องสดไม่เหี่ยว ช้ำ หรือน่าเสีย

นอกจากนี้ผู้ประกอบอาหารและผู้เสิร์ฟอาหารอาจแพร่โรคไปสู่ผู้บริโภคได้โดยอาศัยอาหารเป็นสื่อ ดังนั้นเพื่อการอนามัยที่ดี กองสุขภาพอาหาร กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2553) จึงได้กำหนดให้ผู้ประกอบอาหารและผู้เสิร์ฟอาหาร มีคุณลักษณะตามข้อกำหนดดังนี้

1. สุขภาพ ผู้ประกอบอาหารหรือผู้เสิร์ฟอาหารต้องมีสุขภาพดี แข็งแรง ไม่เจ็บป่วย แต่ถ้าผู้ประกอบอาหารหรือผู้เสิร์ฟอาหารป่วยเป็นโรคติดต่อ เช่น โรคผิวหนัง (โรคเกลื้อน โรคกลาก โรคหิด) โรคท้องร่วงหรือโรคหวัด เชื้อโรคเหล่านั้นก็อาจจะถ่ายทอดสู่ผู้บริโภคอาหารได้ ดังนั้นผู้ประกอบอาหารหรือผู้เสิร์ฟอาหารที่ป่วย จึงควรคงปรุงหรือจำหน่ายอาหารทันทีจนกว่าจะรักษาให้หายขาด และเพื่อเป็นการป้องกันผู้ประกอบอาหารและผู้เสิร์ฟอาหารจึงควรตรวจสอบสุขภาพอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยให้แพทย์ลงความเห็นว่ามีสุขภาพแข็งแรง ไม่เป็นโรคติดต่อและสามารถเป็นผู้ประกอบอาหารหรือผู้เสิร์ฟอาหารได้

2. การอาบน้ำ ควรอาบน้ำโดยใช้สบู่ถูตัวอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง คือ ก่อนเริ่มปฏิบัติงานและหลังปฏิบัติงาน เพื่อให้ร่างกายสะอาดปราศจากโรคติดต่อทางผิวหนังอยู่เสมอ

3. ความสะอาดของมือและเล็บ มือและเล็บเป็นอวัยวะที่จับต้องสิ่งของต่างๆ จึงอาจเปื้อนสิ่งสกปรกได้ง่าย นอกจากนี้การใช้มือในห้องน้ำ การปิดปากเวลาไอหรือจาม ล้วนแล้ว แต่ทำให้มือสกปรกและมีเชื้อโรคได้ทั้งสิ้น ดังนั้นหลังจากจับต้องสิ่งสกปรกหรือออกจากห้องน้ำจึงควรล้างมือ โดยการฟอกสบู่แล้วเช็ดด้วยกระดาษหรือผ้าเช็ดมือที่สะอาดทุกครั้ง แล้วจึงมาจับต้องอาหาร หากมีบาดแผลที่มือหรือนิ้วจะต้องทำการรักษาและปิดพลาสติกให้เรียบร้อย ส่วนเล็บต้องตัดให้สั้นและหมั่นล้างมือเพื่อรักษาความสะอาดอยู่เสมอ

4. เสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย ในขณะที่ประกอบอาหารหรือเสิร์ฟอาหารควรใช้เสื้อผ้าที่เตรียมไว้สำหรับประกอบอาหารโดยเฉพาะ ซึ่งลักษณะของเสื้อผ้างดังกล่าวควรมีสื่ออ่อนเพื่อจะได้เห็นความสกปรกได้ง่ายและควรทำจากผ้าที่ง่ายต่อการทำความสะอาด เสื้อควรมีแขน ควรมีผ้ากันเปื้อน สีขาว ถูเท่า รองเท้าหุ้มส้นและหมวกหรือตาข่ายคลุมผม สำหรับผู้เสิร์ฟอาหาร ควรแต่งกายด้วยเสื้อผ้าที่มีความรัดกุม เหมาะแก่การปฏิบัติงานและมีความสุภาพ เรียบร้อยเหมาะสมแก่กาลเทศะ

5. อนามัยทั่วไป นอกจากที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้ประกอบอาหารและผู้เสิร์ฟอาหาร ควรรักษาฟันและสระผมให้สะอาดอยู่เสมอ สำหรับผู้ชายควรตัดผมให้สั้นและโกนหนวดให้เกลี้ยงทุกวัน

จุลินทรีย์กับการปนเปื้อนในอาหาร

จุลินทรีย์ เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจึงจำเป็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ และสามารถจำแนกตามกลุ่มใหญ่ได้ 6 ชนิด คือ แบคทีเรีย ยีสต์ รา โปรโตซัว

สาหร่าย และ ไวรัส ซึ่งสามารถพบจุลินทรีย์ได้ทุกสภาวะแวดล้อม แม้แต่ในสภาวะแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตอื่นอยู่ไม่ได้ แต่จุลินทรีย์บางชนิดสามารถปรับตัวอาศัยอยู่ได้ เช่น ในบริเวณที่มีสภาพความเป็นกรดต่ำสูง หรือในบริเวณ ที่ไม่มีออกซิเจน (นงลักษณ์, 2543)

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปลักษณ์ของอาหารเป็นส่วนใหญ่ ทำให้อาหารเน่าเสีย ปรากฏการณ์นี้เป็นวัฏจักรตามธรรมชาติในการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ ทำให้เกิดความเสียหายของพืชและสัตว์ที่เป็นแหล่งอาหาร แบคทีเรียหลายชนิดที่ปนเปื้อนอาหารแล้วทำให้ผู้บริโภคเจ็บป่วยเรียกว่า แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ อาการป่วยโดยทั่วไปได้แก่ ปวดท้อง ท้องเดิน แบคทีเรียบางชนิดทำให้มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องหรือมีไข้ร่วมด้วย ระยะเวลาที่เกิดอาการป่วยหลังได้รับเชื้อจะต่างกันไป ตั้งแต่ 1-48 ชั่วโมง แบคทีเรียบางชนิดทำให้ผู้บริโภคเสียชีวิตได้ เช่น *Clostridium botulinum* และ *Listeria monocytogenes* สำหรับจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในอาหารนั้นนอกจากจะก่อโทษต่อมนุษย์ ก็ยังมีทั้งชนิดที่มีประโยชน์ เช่น การทำให้เกิดอาหารหมักชนิดต่างๆ และการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เป็นต้น (จิรภรณ์, 2553) โดยจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนทางอาหารนั้นอาศัยอยู่ตามสิ่งแวดล้อมทั้งทางกายภาพและชีวภาพ ได้แก่

1. แหล่งน้ำธรรมชาติ จุลินทรีย์สามารถดำรงชีวิตได้ทั้งในน้ำจืด น้ำทะเล น้ำนิ่ง น้ำไหล ในน้ำที่เย็นจัดและเค็ม บริเวณขั้วโลกจนถึงน้ำจากบ่อน้ำร้อน ปลาที่จับในบริเวณน้ำที่เย็นจัดยังพบว่ามีแบคทีเรียอยู่ที่ผิวหนังแสดงให้เห็น ว่าในน้ำมีแบคทีเรียไซโครไฟล์ (Psychrophiles) หรือแบคทีเรียที่เจริญได้ดีในอุณหภูมิต่ำและแบคทีเรีย ไซโครโทรปส์ (Psychrotrophs) หรือแบคทีเรียที่ทนต่ออุณหภูมิต่ำได้ แบคทีเรียที่ชอบ เจริญเติบโตในอุณหภูมิ ปานกลาง เช่น แบคทีเรียที่ปนมากับอุจจาระ (Fecal coliforms) เมื่อน้ำที่มีการปนเปื้อนบริโภค หรือไปผลิตน้ำแข็งก็อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ ดังนั้นในการนำน้ำมาบริโภคควรผ่านการบำบัดที่ถูกหลักวิชาการให้ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์

2. ในดินเป็นแหล่งที่อยู่ตามธรรมชาติของจุลินทรีย์หลายชนิด ซึ่งมีทั้งประโยชน์และโทษต่อมนุษย์ เชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินสามารถปนเปื้อนลงสู่อาหารได้ มักจะทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ เน่าเสีย หรืออาจทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษขึ้น ดังนั้นผู้ผลิตและผู้จัดการอาหารจึงต้องหาทางป้องกันจุลินทรีย์ในดินมิให้ปนเปื้อนในอาหาร โดยการกำจัดดินที่อาจตกหล่น หรือปะปนมากับวัตถุดิบ เครื่องปรุง รวมทั้งโอกาสที่พนักงานอาจจะต้องสัมผัสกับอาหาร เพื่อป้องกันการเข้ามาสู่วงจรของการจัดการหาอาหารและเมื่อผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว ก็จะต้องทำการบรรจุอาหารให้มิดชิด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้าม (cross contamination) จากวัตถุดิบไปยังผลิตภัณฑ์สำเร็จด้วย

ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 ประเทศเยอรมันมีการรายงานการปนเปื้อนของเชื้อ *E.coli* ในแตงกวา มะเขือเทศและมะเขือม่วง ซึ่งน่าจะปนเปื้อนจากดินหรือปุ๋ยที่ปลูกพืชผัก ทำให้มีจำนวนผู้ติดเชื้อกว่า 1,500 รายและเสียชีวิต 17 ราย เชื้อ *E. coli* ที่เกิดการระบาดในครั้งนี้เป็นสายพันธุ์ O104 ซึ่งเป็นสายพันธุ์รุนแรงที่ก่อให้เกิดอาการ haemolytic-uraemic syndrome (HUS) คือมีอาการ ท้องเสียอย่างรุนแรง ถ่ายเป็นเลือดและการทำงานของไตล้มเหลว และเป็นสายพันธุ์ที่มีความทนทานต่อสิ่งแวดล้อมกว่าสายพันธุ์อื่นๆ (การตลาดเพื่อสังคมสุขภาวะ Health Social Marketing, 2554) และในเดือนมิถุนายน 2553 สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา ได้รายงานการพบผู้ป่วย 3 ราย และเสียชีวิต 1 ราย คาดว่าสาเหตุมาจากการรับประทานหน่อไม้อัดบีบที่มีเชื้อ *Clostridium botulinum* ซึ่งเป็นเชื้อที่พบในดิน และอาจพบในอาหารที่บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 4.6 เป็นเชื้อที่ไม่ใช่ออกซิเจน เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 30-37 องศาเซลเซียส เชื้อนี้มีความรุนแรงมาก เชื้อนี้สามารถสร้างสารพิษประเภท neurotoxin ซึ่งเป็นสารพิษที่มีผลต่อการทำลายระบบประสาท และทำให้เกิดอาการป่วยที่เรียกว่า botulism และเป็นสาเหตุของการเสียชีวิต (วารสารวิชาการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา, 2554)

3. ในอากาศ จุลินทรีย์ในอากาศที่พบส่วนใหญ่นั้นมาจากดิน น้ำ พืชและสัตว์ ชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในอากาศจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับลักษณะของสภาพแวดล้อมและการกระจายของฝุ่นละอองในอากาศ เช่น สภาพแวดล้อมที่มีกิจกรรมเกิดขึ้นสูงก็จะมีปริมาณจุลินทรีย์มากกว่าสภาพแวดล้อมที่มีกิจกรรมต่ำอากาศที่มีฝุ่นละอองมากก็จะมีปริมาณจุลินทรีย์มากกว่าอากาศที่มีปริมาณฝุ่นละอองน้อย เป็นต้น สปอร์ของแบคทีเรียและของราหลายชนิดอยู่ในอากาศสามารถแพร่กระจายไปได้ไกล และปนเปื้อนในอาหาร ทำให้อาหารเน่าเสีย นอกจากนี้ในอากาศยังมีฝุ่นละอองและสารแขวนลอยต่างๆ สารเหล่านี้ยังพาจุลินทรีย์ไปกับลม ฝุ่นกระจายอยู่ในอากาศ จุลินทรีย์ในอากาศมีหลายชนิดทั้งที่ไม่ทำให้เกิดโรคและที่ทำให้เกิดโรค เช่น แบคทีเรีย *Mycobacterium tuberculosis* เป็นแบคทีเรียที่สามารถแพร่กระจายและก่อให้เกิดโรควัณโรคได้

จุลินทรีย์ในอากาศเป็นปัญหาที่จะต้องจัดการในการผลิตอาหาร สภาพแวดล้อมในบริเวณผลิตจะต้องมีสุขลักษณะที่ดี ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนในอาหาร การตรวจสอบคุณภาพอากาศในบริเวณที่ผลิตอาจทำได้โดยการวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อไว้ตามมุมต่างๆ ในบริเวณผลิต ถ้าในอากาศมีจุลินทรีย์มากจะมีเชื้อจุลินทรีย์เจริญ ในกรณีเช่นนี้ ต้องจัดการฆ่า/ลดเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศโดยการรมด้วยสารฆ่าเชื้อ ปรับปรุงแรงดันอากาศภายในบริเวณผลิตให้เป็นผลบวก (positive air pressure) หรือใช้เครื่องกรองอากาศ (air filter) เป็นต้น ในบริเวณผลิตอาจติดตั้งไฟอัลตราไวโอเลต (UV) เพื่อฆ่าเชื้อโรคในอากาศบริเวณผลิต และบริเวณบรรจุที่จำเป็น

4. ในพืชและในสัตว์ เช่นจุลินทรีย์ในมนุษย์ มนุษย์เป็นแหล่งที่อยู่ของจุลินทรีย์ เช่นเดียวกับสัตว์โดยเฉพาะ แบคทีเรียในลำไส้ ในตระกูลเอนเทอโรแบคทีเรียซีอี (Family Enterobacteriaceae) ประกอบด้วยแบคทีเรียที่ย้อมติดสีแกรมลบ (Gram-negative) มีรูปร่างเป็นแท่งสั้น เจริญ ได้ทั้งในที่ที่มีและไม่มีอากาศ นอกจากนี้แบคทีเรียมักจะอยู่ในฝั หนอง บาดแผล และทำให้บาดแผลอักเสบคือเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ

จุลินทรีย์ดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อน

Index indicator หรือ Marker microorganism หมายถึง จุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีชี้วัดการปนเปื้อน เช่น วิธีตรวจหาเชื้อ *Escherichia coli* (*E. coli*) ซึ่งการพบ *E.coli* แสดงให้ทราบว่า แหล่งน้ำนั้นมีความสกปรกได้รับการปนเปื้อนจากสิ่งโสโครก (sewage) จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนจะมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขั้นตอนวิธีการผลิตรวมถึงวัตถุดิบที่ใช้ผลิต ผู้ผลิต อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต การล้างทำความสะอาดภาชนะและสถานที่ผลิต การตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณจุลินทรีย์บางชนิดคือ coliforms, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, Yeast และ Mold สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ได้ว่าการปรุงและการเก็บผลิตภัณฑ์ถูกสุขลักษณะเพียงพอหรือไม่ ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ จะสามารถบ่งบอกถึงความปลอดภัยและสุขอนามัยของผู้ผลิตซึ่งจะมีผลต่อ ความปลอดภัยของผู้บริโภค แต่ยังมีผู้ผลิตบางรายหลีกเลี่ยงหรือไม่ปฏิบัติตามสุขลักษณะที่ดีในการผลิต ดังนั้นการตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์จึงไม่ถือว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีความปลอดภัยอย่างแท้จริง (ภาวีน, 2553)

จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีวัดความปลอดภัยของอาหารควรมีแหล่งที่อยู่เดียวกันกับเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค มีจำนวนแปรผันตามจำนวนของจุลินทรีย์ก่อโรคเป็นเชื้อที่มีความทนทานต่อการถูกทำลายได้ใกล้เคียงกับเชื้อโรค ถ้าเชื้อมีความทนทานต่อ การถูกทำลายมากกว่าหรือน้อยกว่าเชื้อโรคจะทำให้การรายงานผลผิดพลาด ไม่ควรพบในน้ำบริสุทธิ์ มีความแตกต่างจากจุลินทรีย์อื่นๆ อย่างชัดเจน มีวิธีการตรวจที่ง่าย และไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายที่แพงเกินไป มีประวัติเชื่อมโยงกับเชื้อโรคอาหารเป็นพิษที่ต้องการชี้บ่ง

นอกจากนี้อัตรการตายเป็นไปในทิศทางเดียวกับเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ แต่ช้ากว่าไม่พบหรือพบน้อยมากในอาหารที่ไม่พบเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ ในอุจจาระมีจุลินทรีย์หลายกลุ่ม ได้แก่ จุลินทรีย์ในลำไส้ (Enteric bacteria) ไวรัสและโปรโตซัว แต่นิยมตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียมากกว่า เพราะมีวิธีการตรวจไม่ยุ่งยาก โดยทั่วไปจุลินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพและความปลอดภัยของ อาหารอาจแตกต่างกันออกไป โดยจุลินทรีย์ดัชนีในผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน และการเสื่อมคุณภาพอาจเป็นผลมาจากจุลินทรีย์ชนิดเดียวที่โดดเด่นเป็นพิเศษ ใน

กรณีนี้การตรวจนับปริมาณ สามารถใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเชื้อที่จำกัด โดยเลือกเฉพาะแบคทีเรียกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเป็นการเฉพาะได้ จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพและอายุการเก็บรักษาของอาหารเป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสีย การเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ชนิดนี้จึงมักจะสวนทางกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร โดยจากเกณฑ์การคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนข้างต้น จึงมักใช้ชนิดของแบคทีเรียดังต่อไปนี้

1. แบคทีเรียโคลิฟอร์ม (Coliforms)

โคลิฟอร์มเป็นแบคทีเรียในวงศ์ *Enterobacteriaceae* มีรูปท่อนสั้น ดิจสัแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ เคลื่อนที่โดยใช้แฟลกเจลลาที่อยู่รอบเซลล์ สามารถเจริญเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีองค์ประกอบ ของสูตรอาหารไม่ซับซ้อน เป็นเชื้อที่เติบโตได้ดีในที่มืดและไร้อากาศ สามารถรีดิวซ์ไนเตรทให้เป็น ไนไตรท์ ย่อยสลายน้ำตาลแลคโตส และให้แก๊ซออกมา เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง โดยปกติแบคทีเรียกลุ่มนี้ จะอาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น เรียกว่าฟีคัลโคลิฟอร์ม ส่วนพวกที่พบในดินและพืชเรียกว่าโคลิฟอร์ม หรืออนฟีคัลโคลิฟอร์ม (สาเหตุที่พบเชื้อลำไส้ในดินหรือน้ำ เพราะแรกเริ่มเป็นเชื้อที่ปนเปื้อนจากอุจจาระลงสู่ดินและน้ำ แต่ต่อมาสามารถที่จะเพิ่มจำนวนได้ใน สภาพแวดล้อมดังกล่าว) นอกจากนี้ยังเป็นเชื้อที่พบได้ในไข่ ขน หนั สัตว์ปีก รวมทั้งในลำไส้คนและสัตว์ สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิ 3-10 องศาเซลเซียส และเติบโตได้มากในที่ที่มีคาร์โบไฮเดรตและ โปรตีน เป็นเชื้อที่ถูกทำลายได้ด้วยความร้อนในระดับเดียวกับการพาสเจอร์ไรส์น้ำนม แสงอุลตราไวโอเลต และอุณหภูมิระดับแช่เยือกแข็ง โคลิฟอร์มใช้เป็นแบคทีเรียดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนของอุจจาระหรือที่เรียกว่า Index microorganisms เนื่องจากใช้วิธีการตรวจง่าย ไม่ยุ่งยาก โคลิฟอร์มมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมได้มากกว่าเชื้ออื่นๆ แม้มีโคลิฟอร์มเพียง 1 เซลล์ ยังสามารถตรวจพบได้ การพบเชื้อโคลิฟอร์มแสดงให้ทราบว่าอาจมีการปนเปื้อนของอุจจาระ

2. อีโคไล (*Escherichia coli*)

จัดเป็นเชื้อฟีคัลโคลิฟอร์มที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นเชื้อจุลินทรีย์บ่งชี้การปนเปื้อนของอุจจาระ การพบเชื่อนี้ย่อมแสดงให้ทราบถึงคุณภาพน้ำว่ามีความสะอาดหรือไม่ *E. coli* เป็นแบคทีเรียรูป ท่อนสั้น เซลล์มีความกว้าง 0.6 ไมโครเมตร และยาว 2-3 ไมโครเมตร ไม่สร้างสปอร์และไม่มีแคปซูล เป็นพวกแกรมลบ ส่วนใหญ่เคลื่อนไหวโดยใช้แฟลกเจลลาที่อยู่รอบเซลล์ สามารถรีดิวซ์ไนเตรทให้เป็น ไนไตรท์ได้ ทำให้เกิดแก๊ซใน MacConkey's broth ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากการทดสอบทาง ชีวเคมีพบว่า *E. coli* สามารถย่อยสลายน้ำตาลกลูโคส มอลโตส แมนนิทอลแลคโตส ไรโบส กลีเซอรอล แรมโนส อะราบีโนส ได้กรดและแก๊สแต่ไม่ย่อยสลายเดกซ์ทริน อินโนซิทอล แป้ง (starch) ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

เป็นเวลา 15 นาที หรือที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 1 ชั่วโมง สามารถทำลายเชื้อ *E. coli* ได้ แต่บางสายพันธุ์อาจทนความร้อนดังกล่าวได้

หากพบ *E. coli* ในน้ำเป็นการบ่งชี้ให้ทราบว่าน้ำนั้นได้รับการปนเปื้อนจาก อุจจาระของคนหรือสัตว์เลื้อยคลาน สามารถแยกฟิคัลโคลิฟอร์มออก จากนอนฟิคัลโคลิฟอร์มโดยอาศัยความสามารถในการเติบโตที่อุณหภูมิต่างกัน ฟิคัลโคลิฟอร์มสามารถย่อยสลายน้ำตาล แล็กโตสและผลิตแก๊ซออกมาได้ที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส ในขณะที่กลุ่มนอนฟิคัลโคลิฟอร์ม ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิดังกล่าว การพบเชื้อฟิคัลโคลิฟอร์มในอาหารแสดงถึงความ สกปรก หรือมีการสุขาภิบาลที่ไม่เหมาะสม (Improperly sanitized) แต่การตรวจไม่พบเชื้อฟิคัล โคลิฟอร์มในน้ำโสโครก ไม่ได้แสดงว่าในน้ำนั้นจะไม่มีไวรัส การทำลายเชื้อฟิคัลโคลิฟอร์ม สามารถใช้ความร้อนในการปรุงอาหารและการพาสเจอร์ไรส์อาหารได้ สำหรับอุณหภูมิต่ำระดับแช่ เยือกแข็งนั้น จะทำให้เชื้อตาย หรือลดชีวิตขึ้นอยู่กับชนิดสายพันธุ์ของเชื้อ ซึ่งส่วนใหญ่เชื้อจะรอด

3. ซัลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)

เป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคซัลโมเนลโลซิส (Salmonellosis) สามารถเจริญได้ ในร่างกายของผู้บริโภคและผลิตสารพิษเก็บไว้ภายในเซลล์ พบได้ตามธรรมชาติในดิน น้ำ มูลสัตว์ และลำไส้ของพาหะ เจริญเติบโตในช่วงอุณหภูมิ 7 – 45 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ โดยที่มนุษย์บริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของเซลล์ที่มีชีวิตของเชื้อมีชีวิตเข้าไปอาหารที่พบการปน เปื้อน คือ เนื้อสัตว์ ไข่ ผลิตภัณฑ์นม อาหารทะเล เป็นต้น โรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อชนิดนี้แบ่งได้ เป็น 3 กลุ่ม คือ โรคไข้ไทฟอยด์, โรคไข้พาราไทฟอยด์ และโรคซัลโมเนลโลซิส

อาการของโรค คือ ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง มีไข้ และหนาวสั่น อาการ จะเกิดภายหลังจากการทานอาหารที่มีการปนเปื้อนไปแล้ว 8-72 ชั่วโมง สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ชนิดนี้ได้ที่ อุณหภูมิ 66 องศาเซลเซียส นาน 12 นาที

4. เอนเทอโรคอกไค (*Enterococci*)

Enterococci เดิมจัดอยู่ในสกุล *Streptococcus* เชื้อกลุ่มนี้สามารถตรวจพบได้ใน อุจจาระเช่นเดียวกัน รวมทั้งพบเชื้อมีแพร่กระจายอยู่ในขน หนังของสัตว์ ในน้ำ ในดิน และ ในอาหาร เป็นเชื้อที่เจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิ 10-45 องศาเซลเซียส และยังเป็นเชื้อที่เจริญเติบโตได้ ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ กลีโกล 6.5 % การเติบโตของเชื้อจะมีมากเมื่อเลี้ยงเชื้อในอาหารที่เกลือ น้ำดี (bile salt) ได้สูงถึง 40 % การเติบโตของเชื้อจะมีมากเมื่อเลี้ยงเชื้อที่มีความอุดมสมบูรณ์ โดยเชื้อมีชีวิตรอดภายนอกกระบวนทางเดินอาหารได้สูงกว่าเชื้อโคลิฟอร์มโดยเชื้อ *Streptococcus faecalis* จะรอดชีวิตสูงกว่าเชื้อ *E.coli* เมื่อเชื้อมีชีวิตอยู่ในอาหารที่เป็นกรด นอกจากนี้ยังตรวจพบเชื้อ Faecal streptococci ในอาหารแช่เยือกแข็ง (frozen foods) และอาหารที่ทำแห้งแบบ spray – drying

เช่น ไข่ผง พบว่าเชื้อนี้มีอัตราการรอดชีวิตสูงกว่าโคลิฟอร์ม และ *E. coli* การตรวจพบเชื้อ *S. equinus* แสดงให้ทราบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อที่มาจากอุจจาระของสัตว์มากกว่าอุจจาระของคน เชื้อ *Enterococci* ไม่สามารถใช้แทนที่เชื้อ *E. coli* ไม่สามารถใช้แทนดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนความสกปรกที่มาจากสภาพแวดล้อมได้

กล่าวโดยสรุปคือ การใช้ *Enterococci* สามารถเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพอาหารแทนโคลิฟอร์มแบคทีเรียได้ โดยเฉพาะอาหารแช่เยือกแข็ง แต่จำเป็นจะต้องมีการพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ให้ง่าย สะดวก และรวดเร็วมากขึ้น

5. ไบฟิโดแบคทีเรีย (Bifidobacteria)

ประมาณปี ค.ศ. 1900 นักวิทยาศาสตร์พบแบคทีเรียชนิดหนึ่งในอุจจาระ ในขณะนั้นถูกตั้งชื่อว่า *Bacillus bifidus* ต่อมาถูกเปลี่ยนชื่อเป็น *Lactobacillus bifidus* และในปัจจุบันรู้จักในชื่อ *Bifidobacterium bifidum* มีรูปร่างเป็นท่อนสั้น ไม่ให้เอนไซม์อะไมเลส ไม่เคลื่อนที่ ช่วงอุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุดที่แบคทีเรียเจริญได้อยู่ระหว่าง 25-28 องศาเซลเซียส สำหรับช่วงอุณหภูมิต่ำ และ 43-45 องศาเซลเซียส สำหรับช่วงอุณหภูมิสูง แบคทีเรียนี้เจริญได้ดีในช่วง pH 5-8 จากการเมตาบอลิซึมคาร์โบไฮเดรตจะให้กรดแลกติกและกรดอะซิติก Bifidobacteria เคยพบในอุจจาระของมนุษย์ในระดับ $10^6 - 10^9$ cfu/g มากกว่า *E. coli* จึงมีความน่าสนใจที่จะใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนของอุจจาระมนุษย์แทน *E. coli* ซึ่งในกรณีที่ใช้ Bifidobacteria เป็นตัวชี้วัด สามารถบอกแหล่งที่มาของการปนเปื้อนได้ถึง 3 ทาง คือ ทางอุจจาระของมนุษย์ อุจจาระของสัตว์ และทางสิ่งแวดล้อม แต่จุดด้อยของแบคทีเรียชนิดนี้คือเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ เจริญเติบโตได้ช้า ใช้เวลาตรวจวิเคราะห์นานหลายวัน และมีแนวโน้มว่าจะเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อสัตว์และอาหารทะเลมากกว่าในผัก เนื่องจากผักตามธรรมชาติจะมี pH สูงกว่าเนื้อและอาหารทะเล จึงเป็นไปได้ว่า Bifidobacteria เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของเนื้อสัตว์ และอาหารทะเลมากกว่าอาหารอย่างอื่น

หลักการจัดการด้านจุลินทรีย์

1. การลดการปนเปื้อนเบื้องต้น • โดยการคัดเลือกวัตถุดิบ การล้างวัตถุดิบ หรือการเก็บวัตถุดิบที่ พ้นจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์

2. ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยการฆ่าเชื้อในอุณหภูมิที่เหมาะสม ป้องกันการปนเปื้อนข้าม คือ การเก็บอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วให้พ้นจากการปนเปื้อน โดยอาจเก็บในอุณหภูมิที่เหมาะสม หรือการเก็บอาหารในที่ที่มีสภาพไม่เกิดการปนเปื้อนจากสัตว์และแมลงได้ (วิลาวัณย์, 2539)



ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ในอาหาร

1. ผู้ประกอบการ ซึ่งรวมถึงผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับอาหารทุกคน ได้แก่ ผู้เตรียม ผู้ปรุง ผู้เสิร์ฟ และผู้ล้างภาชนะ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ในอาหาร ทั้งจากการสัมผัสอาหารโดยตรง หรือจากความไม่ระมัดระวังในการประกอบอาหาร

โกวิท เทศเกตุ และพิศิษฐ์ พวงนาค (2546) ได้สำรวจผู้ประกอบการร้านอาหาร แผงลอยจำหน่ายอาหารในเขตเทศบาลเมือง เทศบาลตำบล จังหวัดอุดรธานี จำนวน 109 ราย พบว่า ร้อยละ 47.7 มีการเตรียมและปรุงอาหารจำหน่ายตามหลักสุขาภิบาลอาหาร ร้อยละ 65 ไม่เคยได้รับการอบรมเรื่องสุขาภิบาลอาหาร และร้อยละ 10 ถือว่าการปฏิบัติตามหลักสุขาภิบาลอาหารมีความยุ่งยาก นอกจากนี้ธีรติพงษ์ พลอยเหลือ และคณะ (2545) ได้สำรวจสุขวิทยาส่วนบุคคลของผู้สัมผัสอาหารในร้านจำหน่ายอาหารในวิทยาลัยการสาธิตสุโขทัย จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 7 คน พบว่า ร้อยละ 73.3 มีความรู้ด้านสุขอนามัยอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และร้อยละ 60.0 ผู้สัมผัสอาหารมีสุขวิทยาส่วนบุคคลอยู่ในระดับปานกลาง

2. ประเภทของอาหาร เช่น อาหารดิบที่เตรียมหรือปรุงในสภาพบริโภคนได้ทันที อาทิ ผัก ผลไม้ที่ล้างแล้ว, ส้มตำ, ยำ, สลัด, อาหารทะเลที่เตรียมเพื่อบริโภคดิบหรือสุกๆ ดิบๆ เช่น ปลา กุ้ง ปลาหมึกหรือหอย เป็นต้น วัตถุดิบในการผลิตอาหารเหล่านี้อาจมีการปนเปื้อนตั้งแต่แหล่งกำเนิด จนกระทั่งเข้าสู่กระบวนการผลิต อาหารที่ไม่ได้รับความร้อนอย่างพอเพียงและถูกสัมผัสโดยตรงจากผู้ประกอบการ จึงเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์และเป็นสาเหตุของอาหารเป็นพิษ

จากการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในสลัดผักพร้อมบริโภค ที่จำหน่ายในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าน้ำสลัดของเนสฟักพร้อมบริโภคชนิดบรรจุภาชนะพลาสติกใสห่อมิดชิดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอาหารไทย (ICMSF) และมาตรฐานอาหารสหภาพยุโรป (PHLS) เพราะตรวจพบเชื้อ *Salmonella* และในผักสลัดมีปริมาณเชื้อยีสต์และเชื้อ *E.coli* เกินมาตรฐาน ในขณะที่สลัดผักชนิดที่ผู้ขายตักผักสลัดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่น้ำมายองให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอาหารทั้งประเทศไทยและต่างประเทศ (นันทวล, 2545)

การศึกษาจุลินทรีย์ในอาหารปรุงสำเร็จที่จำหน่ายในโรงอาหารสถาบันราชภัฏเชียงใหม่ พบว่าอาหารประเภทยำพบว่ามีปริมาณ coliform bacteria มากกว่าอาหารประเภทผัด ต้ม และแกง โดยคิดเป็น coliform bacteria ร้อยละ 66.60 ในขณะที่อาหารประเภทผัด ต้ม และแกง พบ coliform bacteria เพียงร้อยละ 28.57, 14.29 และ 25.00 ตามลำดับ (อรพินท์, 2545) นอกจากนี้ การศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภคที่จำหน่ายในซูเปอร์มาร์เก็ตของห้างร้านสรรพสินค้าขนาดใหญ่ใกล้มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3 แห่ง โดยเลือกอาหาร 4 ชนิดคือ สลัด ผักพร้อมน้ำแบบครีมข้น ยำปลาฉู กุ้ง ยำรวมมิตร และข้าวผัดปู ตัวอย่างอาหารจำนวน 120 ตัวอย่าง

พบว่าอาหารทั้ง 4 ชนิดมีการปนเปื้อนด้วยเชื้อ *E.coli* ทุกชนิด อาหารที่มีการปนเปื้อนสูงคือ ยำรวมมิตร และข้าวผัดปู คิดเป็นร้อยละ 93.33 ตรวจพบเชื้อ *S. aureus* ในอาหารทุกชนิดเช่นกัน แต่พบในปริมาณน้อยอาหารที่ปนเปื้อนสูงคือ ยำรวมมิตร คิดเป็นร้อยละ 20 และพบเชื้อ *Salmonella* ในตัวอย่างอาหาร 3 ชนิด คือ ยำรวมมิตร ยำปลาฉลาม และข้าวผัดปู ซึ่งถือว่าเป็นเชื้อที่มีอันตรายต่อผู้บริโภค (มาลัย, 2543)

Estrada-Garcia *et al.* (2002) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนอุจจาระและพิษจากเชื้อ *E.coli* ในอาหารพร้อมบริโภคที่จำหน่ายในร้านอาหารพร้อมบริโภคในประเทศเม็กซิโก เนื่องจากประเทศเม็กซิโกเป็นประเทศที่กำลังพัฒนามีประชาชนจำนวนมากที่นิยมบริโภคอาหารพร้อมบริโภค แต่มีกลุ่มคนจำนวนน้อยที่ทราบว่าอาหารพร้อมบริโภคที่จำหน่ายในร้านอาหารพร้อมบริโภคเป็นสาเหตุในการแพร่กระจายของโรคในระบบทางเดินอาหาร โดยเก็บตัวอย่างอาหารพร้อมบริโภคจากร้านอาหารพร้อมบริโภคจำนวน 43 แห่ง อาหาร 17 ตัวอย่าง พบว่า มีการปนเปื้อนอุจจาระในอาหารร้อยละ 4 และปนเปื้อนเชื้อ *E.coli* ร้อยละ 5 ซึ่งเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรคทางระบบอาหารได้

คาดการณ์ว่าการบริโภคอาหาร 1 ครั้งสามารถทำให้เกิดโรคที่เกิดจากอาหารและน้ำเป็นสื่อได้อย่างน้อย 21,000 คนต่อปี ในปี 2004 Estrada-Garcia *et al.* ยังได้ศึกษาอาหารพร้อมบริโภคในตลาดเปิดขายเร็ว ในประเทศเม็กซิโก เก็บตัวอย่างอาหารพร้อมบริโภคจำนวน 103 อย่าง พบว่าอาหารมีการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ร้อยละ 43 และพบเชื้อ *Salmonella* spp. ร้อยละ 5 จากร้านค้าที่พบเชื้อ *Salmonella* spp. แล้วให้ผลบวกร้อยละ 80 โดยผู้ขายอาหารเก็บน้ำใช้โดยนำน้ำใส่ถังไว้แล้วนำน้ำนั้นกลับมาใช้ซ้ำอีกตลอดทั้งวัน อีกทั้งสถานที่จำหน่ายอาหารยังขาดการบริการห้องน้ำและการจัดเตรียมอาหารที่พร้อมบริโภคมีการทำล่วงหน้า 1 วัน ดังนั้นผู้บริโภคซึ่งไม่ใช่ผู้ที่พักอาศัยอยู่บริเวณนั้นหรือพื้นที่ใกล้เคียง หรืออาจเป็นกลุ่มนักท่องเที่ยว จึงเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่เกิดจากอาหารและน้ำเป็นสื่อได้

มีการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในอาหารพร้อมบริโภคในประเทศอาร์เจนตินา พบว่าในอาหาร 125 ตัวอย่าง ตรวจพบเชื้อ *E. coli* ในอาหารพร้อมบริโภคมีปริมาณสูง คิดเป็นร้อยละ 46 ต่ออาหาร 1 กรัม ในอาหารดิบพบร้อยละ 31 ต่ออาหาร 0.1 กรัม บนผิวสัมผัสของสิ่งแวดล้อมร้อยละ 37 และมีผู้สัมผัสอาหารคิดเป็นร้อยละ 21 (De Sousa *et al.*, 2003) และมีการศึกษาคุณภาพทางชีววิทยาทางอาหารของอาหารพร้อมบริโภคที่ทำจากห้องครัวส่วนกลางในโรงเรียนในประเทศอาร์เจนตินา จากอาหาร 101 ตัวอย่าง อาหารที่เสิร์ฟแบบร้อนจัดให้อยู่ในกลุ่ม A อาหารพร้อมบริโภคที่อยู่ในอุณหภูมิห้องจัดให้อยู่ในกลุ่ม B สรุปได้ว่าตัวอย่างอาหารในกลุ่ม A ผ่านเกณฑ์ทางจุลชีววิทยาทางอาหาร ในขณะที่ตัวอย่างอาหารในกลุ่ม B ตรวจพบเชื้อที่ก่อให้เกิด

โรคในระบบทางเดินอาหารจำนวนมาก แสดงให้เห็นว่าควรมีการควบคุมคุณภาพทางจุลชีววิทยาทางอาหารให้ดีกว่านี้ เนื่องจากจะเป็นการช่วยลดและหลีกเลี่ยงโรคที่เกิดจากอาหารและน้ำเป็นสื่อได้ (Tessi *et al.*, 2002)

3. ภาวะบรรจอาหาร เป็นอีกปัจจัยสำคัญที่เป็นแหล่งสะสมและปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ หากไม่ทำความสะอาดตามเกณฑ์ที่กำหนด

Christion *et al.* (2008) ทำการสำรวจอุปกรณ์ในการเตรียมอาหารพร้อมบริโภคของร้านขายปลีกในเมือง Johannesburg ประเทศแอฟริกาใต้ พบเชื้อ aerobic bacteria ในช้อนมากที่สุดถึง $5.1 \log \text{CFU/cm}^2$ ขณะที่พบ coliforms bacteria และ *E.coli* มากที่สุดในเชิงสูงถึง 4 และ $1.5 \log \text{CFU/cm}^2$

ดังนั้นในระหว่างการเตรียมอาหารพร้อมบริโภคถ้ามีสุขอนามัยที่ดีสามารถลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ซึ่งเป็นการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมบริโภคในร้านขายปลีก

สื่อการสอนแบบสื่อประสม

1. ความหมายของสื่อประสม

กิดานันท์ (2543) ได้กล่าวว่า สื่อประสม คือ การนำสื่อหลาย ๆ ประเภทมาใช้ร่วมกันทั้งวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการเรียนการสอน โดยการใช้สื่อแต่ละอย่างตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหา และในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมด้วย เพื่อการผลิตหรือการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการเสนอข้อมูลของตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่ายภาพเคลื่อนไหว แบบวีดิทัศน์ และเสียง และวิภาวี (2551) ได้ให้ความหมายของสื่อประสมว่า หมายถึง การนำองค์ประกอบของสื่อชนิดต่าง ๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกันซึ่งประกอบด้วยตัวอักษร (Text) ภาพนิ่ง (Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Sound) วิดีโอ (Video) โดยผ่านกระบวนการทางระบบคอมพิวเตอร์เพื่อสื่อความหมายให้กับผู้ใช้ อย่างมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) และได้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

จากความหมายของสื่อประสมข้างต้น พอสรุปได้ว่า สื่อประสม หมายถึง การนำสื่อการสอนหลาย ๆ ชนิดมารวมเข้าด้วยกันเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยอาจมีทั้งการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ รวมเข้าด้วยกัน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด พร้อมทั้งบรรลุวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้นั้นด้วย

2. ประเภทของสื่อประสม

กิดานันท์ (2543) ได้แบ่งสื่อประสมออกเป็น 2 กลุ่ม มีรายละเอียดดังนี้

2.1 สื่อประสม I (Multimedia I) เป็นสื่อประสมที่ใช้โดยการนำสื่อหลายประเภทมาใช้ร่วมกันในการเรียนการสอน เช่น นำวีดิทัศน์มาสอนประกอบการบรรยายของผู้สอน โดยมีสื่อสิ่งพิมพ์ประกอบด้วย หรือสื่อประสมในชุดการเรียน หรือชุดการสอน การใช้สื่อประสม I นี้ผู้เรียนและสื่อจะไม่มีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกัน และจะมีลักษณะเป็น “สื่อหลายแบบ” ตามศัพท์บัญญัติของราชบัณฑิตยสถาน

2.2 สื่อประสม II (Multimedia II) เป็นสื่อประสมที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานในการเสนอสารสนเทศ หรือการผลิตเพื่อเสนอข้อมูลประเภทต่างๆ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวตัวอักษร และเสียง ในลักษณะของสื่อหลายมิติ โดยที่ผู้ใช้มีการโต้ตอบกับสื่อโดยตรง โดยการใช้คอมพิวเตอร์ ในสื่อประสม II ใช้ได้ในสองลักษณะ คือ

2.2.1 การใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานในการเสนอสารสนเทศโดยการควบคุมอุปกรณ์ร่วมต่าง ๆ ในการทำงาน เช่น ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในสถานีสื่อประสม ควบคุมการเสนอภาพสไลด์มัลติวิชั่น และการเสนอในรูปแบบของแผ่นวีดิทัศน์เชิงโต้ตอบ (Interactive Video) การใช้ในลักษณะนี้คอมพิวเตอร์จะเป็นตัวกลางในการควบคุมการทำงานของเครื่องเล่นแผ่นวีดิทัศน์ และเครื่องเล่นซีดีรอม ให้เสนอภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวตามเนื้อหาบทเรียนที่เป็นตัวอักษรที่ปรากฏอยู่บนจอภาพคอมพิวเตอร์ รวมถึงควบคุมเครื่องพิมพ์ในการพิมพ์ข้อมูลต่าง ๆ ของบทเรียน และผลการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนด้วย

2.2.2 การใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานในการผลิตเพิ่มสื่อประสมโดยการใช้โปรแกรมสำเร็จต่าง ๆ เช่น Tool Book และ Authorware และนำเสนอเพิ่มบทเรียนที่ผลิตแล้วแก่ผู้เรียน โปรแกรมสำเร็จรูปเหล่านี้จะช่วยในการผลิตเพิ่มบทเรียน ผูกอบรม หรือการเสนองานในลักษณะของสื่อหลายมิติ โดยในแต่ละบทเรียนจะมีเนื้อหาในลักษณะของตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพกราฟิกเคลื่อนไหว ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์และเสียงรวมอยู่ในแฟ้มเดียวกัน บทเรียนที่ผลิตเหล่านี้ เรียกว่า “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน” หรือ “CAI” นั่นเอง

3. หลักการและทฤษฎีเกี่ยวข้องกับชุดสื่อประสม

โสภา (2545) ได้กล่าวเกี่ยวกับหลักการในการสร้างชุดสื่อประสมให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนจำเป็นต้องคำนึงถึงหลักและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

3.1 หลักการเกี่ยวกับสื่อประสม หมายถึง การใช้สื่อหลาย ๆ อย่างที่สนับสนุนและส่งเสริมซึ่งกันและกันมาใช้ร่วมกันอย่างมีระบบ พร้อมทั้งการจัดเตรียมกิจกรรมการ

เรียนให้เหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 หลักการวิเคราะห์ระบบ ชุดสื่อประสมได้ถูกผลิตขึ้นมาด้วยวิธีของระบบ ซึ่งคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของเนื้อหาบทเรียน ลักษณะของผู้เรียน และกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การสอนและตัวผู้เรียนและมีการนำชุดสื่อประสมที่ได้ผลิตขึ้นนั้นไปหาประสิทธิภาพให้ได้ตามเกณฑ์แล้วจึงได้นำออกเผยแพร่

3.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ สื่อและกิจกรรมที่ได้จัดเตรียมไว้ในชุดสื่อประสมนั้นมุ่งที่จะให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนด้วยตนเองเป็นลำดับขั้น ตามความสามารถของตนเอง และการได้ร่วมกิจกรรมกับผู้อื่น เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง โดยที่ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีในขณะที่เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความพยายามมากยิ่งขึ้นและเป็นการเสริมแรงจากความสำเร็จที่เกิดจากตัวของผู้เรียนเอง

3.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคล ชุดสื่อประสมประกอบไปด้วยสื่อการสอนหลาย ๆ อย่างและวิธีการสอนหลาย ๆ แบบ โดยคำนึงถึงผู้เรียนซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านความรู้ความสามารถ ความต้องการและความสนใจ

3.5 ทฤษฎีแรงจูงใจ เนื่องจากความสำเร็จในการเรียนเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำโดยตรง ย่อมมีความหมายต่อตัวผู้เรียนทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน และการได้ร่วมมือกิจกรรมกับผู้อื่นในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ก็จะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดแรงจูงใจซึ่งกันและกันในการเรียนรู้

จากหลักการข้างต้น จึงได้จัดทำสื่อการสอนเรื่องความปลอดภัยของอาหารโดยใช้สื่อประสม (II) ซึ่งเป็นไปในลักษณะสื่อหลายมิติ ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลบนจอภาพได้หลายลักษณะคือ ทั้งตัวอักษร ภาพ และวีดิทัศน์ จะเห็นว่าในสื่อประสมอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้ที่หลากหลายทั้งการวิเคราะห์ระบบ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ การคำนึงถึงความแตกต่างและสามารถเรียนรู้ได้ต่างกัน และมีการเสริมด้วยแรงจูงใจในการทำกิจกรรม อันจะส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจในการศึกษาและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น