บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชีววิทยาของหอยนางรม

หอยนางรม (*Saccostrea cucullata*) มีชื่อสามัญว่า หอยนางรมปากจีบ จัดอยู่ใน Phylum Mollusea, Class Bivavia, Family Ostreidae หอยนางรมจัดเป็นหอยสองฝา พบอยู่ทั่วไปตามชายฝั่งทะเลเขตร้อนและเขตอบอุ่น ฝาทั้งสองมีขนาดไม่เท่ากัน ด้านที่มีเนื้อฝังอยู่จะเว้าลึกลงไป คล้ายรูปถ้วยหรือจาน และยึดติดกับวัตถุแข็ง เช่น ก้อนหิน หลักไม้ เมื่อลงยึดเกาะแล้วจะไม่เคลื่อนที่อีกเลยตลอดชีวิตของมัน เปลือกส่วนที่สร้างก่อนเรียกว่า อัมโบหรือบีก (Umbp pr Beak) ซึ่งมักอยู่ทางด้านบนของเปลือก ผิวภายนอกของเปลือกมีลักษณะคล้ายเกล็ดเรียงซ้อนกัน ปรากฏเป็นวงริ้วรอยนูนคล้ายลูกฟูก โดยเริ่มจากส่วนริมเปลือกแล้วค่อย ๆ สอดเข้าไปรวมกันที่ก้นหอย เกล็ดที่เรียงซ้อนกันเป็นวัตถุที่มีสภาพคล้ายเขาสัตว์ ลักษณะดังกล่าวจะเห็นได้ชัดเจนเฉพาะฝาด้านบนเท่านั้น ส่วนด้านในของเปลือกจะเรียบมันเป็นสีมุก ฝาทั้งสองเชื่อมประสานกันด้วยบานพับ (Hinge) หอยนางรมเป็นหอยที่มีกล้ามเนื้อยึดเปลือก (Adductor Muscle) เพียงอันเดียว ซึ่งกล้ามเนื้อยึดเปลือกนี้จะทำหน้าที่ในการปิดเปิดฝาหอย โดยทั่วไปการหดตัวของกล้ามเนื้อจะทำให้ฝาปิดเข้าหากัน ถ้าคลายตัวจะทำให้ฝาเปิด ส่วนถัดเข้าไปมีลักษณะเป็นก้อนเนื้ออยู่ทางขั้วของเปลือกหอย เป็นที่รวมของอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งบรรจุอยู่ภายใน เช่น ระบบประสาท ระบบการขับถ่ายของเสีย การไหลเวียนโลหิต และระบบสืบพันธุ์ (วันทนา อยู่สุข, 2528; คเชนทร เฉลิมวัฒน์, 2543)

หอยนางรมกินอาหาร โดยการกรอง (Filter Feeder) เอาสิ่งต่าง ๆ ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเข้าสู่ตัวมันผ่านทาง เหงือก อาหารของหอยนางรมได้แก่ แพลงก์ตอนพืชหรือแพลงก์ตอนสัตว์ที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ อาหารหรืออนุภาคต่าง ๆ ที่พัดพามากับน้ำจะติดอยู่บนซี่เหงือก และเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารซึ่งประกอบไปด้วย ช่องปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหารที่ติดต่อกับต่อมย่อยอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ตรง และช่องทวารหนัก ภายในท่อทางเดินอาหารมีเซลล์ขน (Cilia) และเยื่อเมือกที่ช่วยพัดพาอาหารเข้าสู่ต่อมย่อยอาหาร การย่อยอาหารและการดูดซึมอาหารเกิดขึ้นที่ต่อมย่อยอาหาร โดยกากอาหารจะถูกส่งไปยังลำไส้เล็ก ลำไส้ตรง และช่องทวารหนัก (นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร, 2542)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หอยนางรมเป็นสัตว์ที่มีเพศผู้และเพศเมียแยกกัน ในช่วงที่มีการผสมพันธุ์หอยตัวเมียจะปล่อยไข่และหอยตัวผู้จะปล่อยน้ำเชื้อออกมาผสมกันในน้ำ หอยนางรมที่พบในประเทศไทยจะวางไข่ตลอดปี มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและแหล่งที่อยู่ หอยนางรมบริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี จะวางไข่ 3 ช่วง คือ ช่วงแรกเดือนมีนาคม-เมษายน ช่วงที่ 2 เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม และช่วงที่ 3 เดือนกันยายน- ตุลาคม

การเพาะเลี้ยงหอยนางรม

หอยนางรมในประเทศไทยมีการเลี้ยงกันมานานกว่า 50 ปี โดยในปีหนึ่ง ๆ จะได้ผลผลิตประมาณ 5000 ตัน หอยนางรมที่ผลิตได้ส่วนใหญ่ใช้บริโภคสด จังหวัดที่มีการเพาะเลี้ยงหอยนางรมมากได้แก่จังหวัดในภาคตะวันออก เช่น ระยอง จันทบุรี ตราด และชลบุรี ส่วนใหญ่จะเป็นหอยนางรมพันธุ์เล็กหรือหอยนางรมปากจีบ (*Saccostrea cucullata*) และจังหวัดในภาคใต้ เช่นสุราษฎร์ธานี ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ สงขลา ระนอง ปัตตานี และนราธิวาส นิยมเลี้ยงหอยนางรมพันธุ์ใหญ่หรือหอยตะโกรม มีทั้งหอยตะโกรมกรามขาว (*Crassostrea belcheri*) และหอยตะโกรมกรามดำ (*Saccostrea lugubris*) (มณีย์ กรรณรงค์ และ จินตนา โสภากุล, 2543)

โดยทั่วไปการเพาะเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทย เป็นการเลี้ยงแบบครอบครัว ไม่ได้ทำเป็นธุรกิจเหมือนในต่างประเทศ โดยมากวิธีการเลี้ยงเป็นแบบดั้งเดิมมีการพัฒนาไม่มากนัก นอกจากนี้ผลผลิตมีแนวโน้มว่าจะลดลงแม้ว่าพื้นที่เพาะเลี้ยงยังสามารถขยายได้อีกมาก ทั้งนี้การลดลงของผลผลิตหอยนางรมอาจมีผลสืบเนื่องมาจากปัญหาการขาดความรู้ด้านวิชาการ ทั้งด้านการรวบรวมลูกหอยจากธรรมชาติ และวิธีการเลี้ยง การเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทยยังอาศัยพันธุ์หอยจากธรรมชาติเพื่อใช้ในการเลี้ยง ดังนั้นวัสดุล่อลูกหอยจึงนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการเลี้ยงหอยนางรม

วัสดุล่อลูกหอยที่นิยมใช้ในปัจจุบันได้แก่ ไม้เป้ง ไม้ไผ่ ก้อนหิน หลอดซีเมนต์ เปลือกหอยนางรม ยางรถยนต์ ฯลฯ การใช้วัสดุประเภทไม้ชนิดต่าง ๆ มักมีอายุการใช้งานไม่มากนัก ทำให้เกษตรกรส่วนมากหันมานิยมใช้วัสดุที่มีความคงทนกว่า เช่น ก้อนหินและหลอดซีเมนต์ ดังนั้น วิธีการเพาะเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทยจึงมีหลายวิธี แต่ละวิธีมีความเหมาะสมที่จะใช้ตามลักษณะภูมิประเทศและดินฟ้าอากาศของแต่ละท้องที่ (คเชนทร เฉลิมวัฒน์, 2543)

1. การเลี้ยงบนก้อนหิน

การเลี้ยงโดยใช้ก้อนหินวางให้ลูกหอยนางรมเกาะเลี้ยงตัวจนได้ขนาดตามต้องการ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและเก่าแก่ มักทำในเขตน้ำขึ้นน้ำลงตามชายฝั่งทะเลที่มีสภาพเป็นโคลนแข็งหรือทรายปนโคลน พบได้ในการเลี้ยงหอยนางรมปากจีบที่จังหวัดชลบุรี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. การเลี้ยงในกระบะ

การเลี้ยงแบบนี้เหมาะกับท้องที่ที่เป็นอ่าวเปิดบริเวณปากแม่น้ำหรือตามบริเวณชายฝั่งของปากแม่น้ำลำคลองที่มีน้ำกร่อยหรือน้ำเค็มท่วมถึงเป็นประจำ ซึ่งพบที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

3. การเลี้ยงกับแท่งซีเมนต์

การเลี้ยงด้วยวิธีนี้ใช้ได้ดีในสภาพเช่นเดียวกับการใช้ก้อนหิน โดยแท่งซีเมนต์ทำขึ้นพิเศษเพื่อใช้เลี้ยงหอยนางรมและมีรูปร่างที่ต้านทานต่อการกัดเซาะของกระแสน้ำและคลื่นลม แท่งซีเมนต์นั้นมีไม้เป็นแกนกลาง ไม้ที่ยื่นออกมาจะถูกปักยึดอยู่ในดินเพื่อให้เสาไม่ล้ม ส่วนขนาดของซีเมนต์ขึ้นอยู่กับระดับของน้ำและความต้องการของผู้เลี้ยง โดยทั่วไปมีความสูงประมาณ 50-70 เซนติเมตร หน้าตัดเสากว้าง 12 เซนติเมตร วิธีนี้นิยมใช้เลี้ยงหอยตะโกรมกรามขาวในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

4. การใช้หลอดซีเมนต์

เหมาะสำหรับแหล่งที่มีน้ำท่วมอยู่ตลอดเวลา ได้แก่ ที่ตื้นชายฝั่งทะเลปากแม่น้ำและทะเลสาบ พื้นดินอาจเป็นโคลนหรือโคลนอ่อนปนทราย ขั้นแรกต้องทำการปักหลักไม้โดยปักเรียงกันเป็นแถวโดยเว้นช่องว่างระหว่างแถวประมาณ 1 เมตร จากนั้นนำหลอดซีเมนต์กลวงมาสวมเข้าไว้กับไม้ที่ปักไว้และใช้ไม้วางพาดเป็นฐานรองรับท่ออีกขั้นหนึ่งเพื่อป้องกันไม่ให้ท่อจมโคลน วิธีนี้นิยมใช้เลี้ยงหอยนางรมที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีและจันทบุรี

5. การเลี้ยงแบบอุบะแขวน

การเลี้ยงแบบอุบะแขวนในประเทศไทยทำกันในแม่น้ำหรือคลองในย่านที่มีน้ำกร่อย เช่นที่จังหวัดชลบุรี พังงา หรือการเลี้ยงแบบร้อยเปลือกหอยและแขวนไว้เป็นราวอย่างที่ใช้กับหอยตะโกรมกรามดำในคลองบางนารม จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ปัจจุบันการเลี้ยงแบบอุบะแขวนเป็นวิธีที่นิยมเลี้ยงหอยนางรมปากจีบในจังหวัดชลบุรีมากที่สุด โดยผู้เลี้ยงซื้อลูกหอยที่ติดกับวัสดุล่อมาจากจันทบุรี ทั้งนี้เพราะลูกหอยที่ลงเกาะในเขตจังหวัดชลบุรีมีไม่เพียงพอกับความต้องการ

พื้นที่อ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เป็นพื้นที่ที่มีการเพาะเลี้ยงหอยนางรมมากเป็นอันดับสองของประเทศไทย รองจากอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี การเพาะเลี้ยงหอยนางรมในพื้นที่อ่างศิลาในช่วงแรกจะทำโดยการใช้ก้อนหินวางเป็นกอง ๆ ตามชายหาดตื้น ๆ เพื่อล่อหอยนางรมให้มาเกาะติด ในปัจจุบันผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงโดยใช้ก้อนหินมีปริมาณน้อยลงและไม่เพียงพอแก่การจำหน่าย เนื่องจากลูกหอยในธรรมชาติมีจำนวนลดน้อยลง จึงมีการพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงหอยนางรมเป็นการเลี้ยงแบบอุบะแขวน โดยเกษตรกรจะซื้อลูกหอยที่ติดมากับวัสดุล่อ และนำมาแขวนกับแพไม้ไผ่ในทะเล ซึ่งปัจจุบันผลผลิตหอยนางรมในพื้นที่อ่างศิลามาจากการเพาะเลี้ยงแบบอุบะแขวน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ

แบคทีเรียในสกุลวิบริโอ เป็นแบคทีเรียในวงศ์ *Vibrionaceae* มีอยู่มากกว่า 30 สายพันธุ์ เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีขนาด 0.5 x 1.0-1.5 ไมโครเมตร รูปร่างเป็นท่อนโค้งเล็กน้อย (Curved Rod) สามารถอาศัยอยู่ได้ทั้งที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (Faccultative Anaerobe) ไม่สร้างสปอร์ และแคปซูล เคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลาที่มีอยู่หนึ่งเส้นที่ปลายเซลล์ด้านหนึ่ง (Holt, Sneath, Staley & William, 1993) สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อทั่วไปที่มีโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นองค์ประกอบ และอาหารที่มีสภาพเป็นด่าง พีเอช 8.5-9.5 ในสภาวะที่ไร้ออกซิเจนที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

การจำแนกเชื้อวิบริโอออกจากแบคทีเรียชนิดอื่นโดยอาศัยคุณสมบัติทางชีวเคมี ซึ่งแบคทีเรียสกุลวิบริโอให้ผลบวกในการทดสอบเอนไซม์ออกซิเดส และการเพาะเลี้ยงบนอาหาร Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose Agar (TCBS) ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ Bile Salt เป็นสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกคอคไคและแกรมลบบาซิลไล Sodium Citrate เป็นตัวยับยั้งการเจริญของโคลิฟอร์มและแบคทีเรียแกรมบวก และ pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อที่สูงถึง 8.6 ก็เป็นปัจจัยที่ยับยั้งแบคทีเรียกลุ่มอื่น นอกจากนี้ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS สามารถใช้จำแนกแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอได้ โดยแบคทีเรียสกุลวิบริโอที่สามารถหมักย่อยน้ำตาลกลูโคสได้จะให้โคโลนีขนาดปานกลาง ขอบเรียบ โคโลนีมีสีเหลืองทึบแสงบนผิวหน้าอาหาร เช่น *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio cholerae* ส่วนแบคทีเรียที่ไม่สามารถหมักย่อยน้ำตาลซูโครสได้ จะให้โคโลนีสีเขียวมะกอก (Olive-Green) เช่น *Vibrio parahaemolyticus* *Vibrio vulnificus* ในการศึกษาแบคทีเรียสกุลวิบริโอ ถ้ามีปริมาณน้อยควรนำตัวอย่างมาเลี้ยงใน Alkaline Peptone Water (pH8.4-8.6) ก่อนประมาณ 6 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาเพาะเลี้ยงบน TCBSAgar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จะทำให้ตรวจพบได้มากขึ้น (Mahon & George, 1995)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอที่ก่อโรคในคน

(http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam.html)

	V.alginolyticus	*V.cholerae*	*V.fluvialis*	*V.furnisii*	*V.parahaemolyticus*	*V.mimicus*	*V.vulnificus*
TCBS agar	Y	Y	Y	Y	G	G	G
การเจริญที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส	+	+	+	+	+	+	+
การเจริญในอาหาร							
0% NaCl	-	+	-	-	-	+	-
3% NaCl	+	+	+	+	+	+	+
6% NaCl	+	-	+	+	+	-	+
8% NaCl	+	-	V	+	+	-	-
10% NaCl	+	-	-	-	-	-	-
การผลิตอาร์จินีนดีไฮโดรเลส	-	-	+	+	+	+	+
การผลิตออร์นิทีนดีคาร์บอกซิเลส	+	+	-	-	+	+	+
การผลิตไลซีนดีคาร์บอกซิเลส	+	+	-	-	+	+	+
การหมักซูโครส	+	+	+	+	-	-	-
การหมักเซลโลไบโอส	-	-	+	-	V	-	+
การหมักแลคโทส	-	-	-	-	-	-	+
การหมักอะราบิโนส	-	-	+	+	+	-	-
Voges-Proskauer	+	V	-	-	-	-	-
ONPG	-	+	+	+	-	+	+

หมายเหตุ: Y = สีเหลือง

G = สีเขียว

V = variable

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1. ***Vibrio cholerae*** สามารถหมักย่อยน้ำตาลซูโครสได้ จึงให้โคโลนีสีเหลือง ลักษณะกลมทึบแสง ขอบเรียบ เมื่อเลี้ยงเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS Agar และสามารถเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Blood Agar โคโลนีจะมีลักษณะกลม สีออกเขียว ขนาด 2-3 มิลลิเมตร บน MacConkey Agarให้โคโลนีที่ไม่มีสี สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่มีโซเดียมคลอไรด์ และเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มี pH 7.4-9.6 แต่จะถูกยับยั้งการเจริญที่ pH ต่ำกว่า ทุกสายพันธุ์ มี H-Antigen ร่วมกัน แต่มีโอแอนติเจน (O-Antigen) ที่สามารถแบ่งได้เป็น 6 Serogroup สายพันธุ์ที่ตกตะกอนกับ 01 แอนติซีรัม เรียกว่า *V.cholerae* 01 (Joklik, Willett, Amos & Wifert, 1992) ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคอหิวาตกโรคชนิดค่อนข้างเฉียบพลัน แพร่กระจายโดยการปนเปื้อนในน้ำ ส่วนสายพันธุ์ที่ไม่ตกตะกอน เรียกว่า Non-01 *V.cholerae* เป็นสาเหตุให้เกิดโรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ (Gastroenteritis) ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับอหิวาตกโรค

การแพร่ระบาดของ *V.cholerae* พบมากในช่วงฤดูร้อน มักแพร่ผ่านทางอาหารและน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ การแพร่ระบาดมักพบในพื้นที่มีประชาชนหนาแน่น เป็นศูนย์กลางของการติดต่อค้าขายหรือแหล่งท่องเที่ยวตามชายทะเล (โสภณ คงสำราญ, 2524)

การทำให้เกิดโรคของ *V.cholerae* จะต้องมีเชื้อจำนวนมากพอในลำไส้เล็ก จึงจะทำให้เกิดโรคได้ เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกาย บางส่วน จะถูกฆ่าโดยกรดในกระเพาะอาหาร จำนวนเชื้อประมาณ 100 เซลล์ต่อมิลลิลิตร สามารถทำให้ เกิดโรคในคนที่มีกรดในกระเพาะอาหารลดลง ซึ่งอาจเนื่องมาจากการเกิดกรดในกระเพาะอาหารหรือทานยาลดกรด เมื่อเชื้ออยู่บริเวณลำไส้เล็กเชื้อจะสามารถลอดผ่านเมือกที่คลุมอยู่บนเยื่อบุผิวของลำไส้และจับกับเซลล์บุผิวของลำไส้เล็ก อาการของโรคอหิวาตกโรคมักจะเกิดหลังจากรับประทานอาหารที่มีเชื้อเข้าไปภายใน 5-12 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะมีอาการถ่ายอุจจาระเหลวเป็นสีขาวคล้ายน้ำซาวข้าว มีกลิ่นเหม็นคาว ทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำและเกลือแร่มากส่งผลให้เกิดภาวะขาดน้ำ ความดันเลือดต่ำ ช็อก และเสียชีวิตได้

2. ***Vibrio parahaemolyticus***

เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อนสั้น ๆ หรือท่อนโค้ง มีความยาวตั้งแต่ 1-3 ไมครอน กว้าง 0.4-0.6 ไมครอน สามารถอาศัยอยู่ได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน (Facultative Anaerobic) ไม่สร้างแคปซูลและสปอร์ เคลื่อนที่ได้รวดเร็วโดยใช้แฟลกเจลลา 1 เส้นที่อยู่ปลายด้านใดด้านหนึ่งของเซลล์ เจริญได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีส่วนผสมของโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 3% โดยจะมีโคโลนีเป็นแบบมัน ขอบเรียบและทึบแสง (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2522; นันทนา อรุณฤกษ์, 2537; Parker & Duerden, 1990) สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 10-44 องศาเซลเซียส แต่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส และเจริญได้ในที่ที่มีโซเดียมคลอไรด์ 1-8% เจริญได้ดีที่สุดในช่วงที่มีโซเดียมคลอไรด์ 2-4% ในสภาวะที่มีโซเดียมคลอไรด์มากกว่า 10% แบคทีเรียนี้จะตาย สำหรับ pH ที่เชื้อเจริญได้อยู่ระหว่าง 5.0-11.0 แต่ที่เหมาะสมคือ 7.5-8.5 ในห้องปฏิบัติการต้องเติมเกลือแกงในอาหารทุกชนิดที่ใช้เพาะเลี้ยงร้อยละ 3 แบคทีเรียจึงจะเจริญได้ดี (ประภัสสร ชาญสมร, 2536) *V. parahaemolyticus* ถูกทำลายด้วยความร้อนในระดับที่ใช้ พลาสเจอร์ไรส์น้ำนม หรือถูกทำลาย

ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที และถูกทำลายด้วยกรดซิตริก ในเวลาเพียง 30 วินาที สามารถดำรงชีวิตอยู่ที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส ได้นานอย่างน้อย 1 ปี

การแพร่กระจายทั่วไปตามแถบต่าง ๆ ของโลก โดยจะพบในอาหารทะเลและผลิตภัณฑ์จากอาหารทะเลซึ่งนับว่าเป็นแหล่งสำคัญที่สุดในการแพร่ระบาดของเชื้อนี้ (พิไลพรรณ พงษ์พูล และ บัญญัติ สุขศรีงาม, 2521) เชื้อนี้มีถิ่นอาศัยอยู่ในทะเล โดยมีช่วงการเจริญแตกต่างกันไป ในช่วงฤดูหนาวเชื้อจะอาศัยอยู่ในตะกอนเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเชื้อจะแพร่กระจายเข้าสู่แพลงก์ตอนสัตว์ (ประภัสสร ชาญสมร, 2536) ในฤดูร้อนจะมีการแพร่กระจายของเชื้อสูงและลดลงในฤดูหนาว ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการแพร่กระจายของเชื้อมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำทะเล และจะไม่พบเชื้อนี้เมื่ออุณหภูมิน้อยกว่า 15 องศาเซลเซียส

โรคอาหารเป็นพิษ ที่เกิดจากเชื้อ *V. parahaemolyticus* จะต้องเป็นชนิด Kanagawa Positive ผู้ป่วยที่เป็นโรคนี้จะต้องบริโภคอาหารที่มีเชื้อปะปนอยู่เข้าไปในปริมาณที่มากพอ ประมาณ 10^6 ถึง 10^9 เซลล์ต่อกรัม จึงจะสามารถก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ อาการของโรคมักจะปรากฏหลักจากรับประทานอาหารที่มีเชื้อนี้ปะปนอยู่ 10 - 20 ชั่วโมง ในบางกรณีอาจจะแสดงอาการภายใน 2 – 48 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับจำนวนเชื้อและความเป็นกรดเป็นด่างในระบบทางเดินอาหารของแต่ละบุคคล อาการของโรคจะรุนแรงหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับภูมิต้านทานโรคของแต่ละบุคคลด้วย อาการอาหารเป็นพิษเนื่องจาก *V. parahaemolyticus* จะมีอาการปวดท้อง ท้องร่วง คลื่นไส้ อาเจียน มีไข้ต่ำ หนาวสั่น ปวดศรีษะ แต่โดยทั่วไปจะมีอาการท้องร่วงถ่ายอุจจาระบ่อยครั้ง แต่ไม่มีเยื่อเมือกหรือเลือดปะปนออกมา อาการของผู้ป่วยจะเป็นติดต่อกันได้ยาวนานถึง 10 วัน แต่โดยเฉลี่ยแล้วจะแสดงอาการอยู่ประมาณ 72 ชั่วโมง (โสภณ คงสำราญ, 2524; Wong et al., 2000)

3. *Vibrio vulnificus*

จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับ *V. parahaemolyticus* ต้องการเกลือในการเจริญ ให้ผลบวกต่อการผลิตไลซีนดีคาร์บอกซิเลส ให้ผลลบต่อการผลิตอาร์จีนีนดีไฮโดรเลส สามารถแยกจากสปีชีส์อื่น ๆ ในกลุ่มได้โดยการหมักย่อยซาลิซินและเซลโลไบโอส เจริญได้ดีบน Blood Agar และ MacConkey Agar (Parker, & Duerden, 1990)

Vibrio vulnificus เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคในคนได้ 2 แบบ คือ การติดเชื้อในกระแสเลือด ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรับประทานอาหารที่มีเชื้อหรือปรุงไม่สุด มักพบในผู้ป่วยที่มีโรคอื่นอยู่แล้ว เช่น โรคตับ ผู้ป่วยที่มีอาการติดเชื้อในกระแสเลือดมักมีตุ่มพุพองตามผิวหนัง และพบอาการพองของกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบร่วมด้วย และแผลติดเชื้อ มักพบในผู้ป่วยที่มีการสัมผัสกับน้ำทะเล อาการที่พบมีตั้งแต่ไม่รุนแรงไปจนถึงลุกลาม โดยทำให้เกิดตุ่มพุพองและเกิดการตายของเนื้อเยื่อหรือเซลล์ได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. *Vibrio alginolyticus*

ให้โคโลนีสีเหลืองบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS จัดเป็นแบคทีเรียในกลุ่ม Stricly Halophilic เจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโซเดียมคลอไรด์ร้อย 8-10 สามารถแยกจากสปีชีส์อื่น ๆ ในกลุ่มได้ โดยเชื้อให้ผลบวกต่อ Voges-Proskuer หมักย่อยซูโครส แต่ไม่หมักย่อยอะราบิโนส แล็กโทส ซาลิซินหรือเซลโบไบโอส เป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อในหูและตา ในผู้ที่มีการสัมผัสกับน้ำทะเล

5. *Vibrio mimicus*

ให้โคโลนีสีเขียวบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่มีโซเดียมคอไรด์ หมักย่อยซาลิซินได้

6. *Vibrio furnisii* และ *Vibrio fluvialis*

ให้โคโลนีสีเหลืองบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS ผิวหน้าเรียบเป็นมันวาว แบนเล็กน้อย ไม่สามารถเจริญในอหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่มีโซเดียมคลอไรด์ เชื้อทั้งสองมีลักษณะทางชีวเคมีคล้ายกันมาก แต่สามารถแยกความแตกต่างได้โดย *V. furnisii* ผลิตก๊าซที่เกิดจากการหมักย่อยน้ำตาล พบได้ทั่วไปในน้ำทะเลหรือน้ำบริเวณปากแม่น้ำ ในอาหารทะเลและจากอุจจาระของผู้ป่วยโรคอุจาระร่วง (กมล ฝอยหิรัญ, 2535)

7. *Vibrio anguillarum*

ให้โคโลนีสีเหลืองบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 18-20 องศาเซลเซียส บางสายพันธุ์เจริญได้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เจริญได้ไม่ดีที่ 24 องศาเซลเซียส เจริญได้ดีบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.5-3.5 ไม่เจริญที่โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 10 พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในน้ำทะเลและแหล่งน้ำกร่อย เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคในปลาทะเลและปลาน้ำกร่อยทั่วไป โดยเฉพาะในแหล่งที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในทะเล

โลหะหนัก

โลหะหนัก คือ โลหะที่มีคุณสมบัตินำไฟฟ้าและนำความร้อนเหมือนโลหะอื่นทั่วไป เป็นกลุ่มของธาตุที่มีน้ำหนักอะตอมอยู่ในช่วง 63.546-200.590 (Kennish, 1997)มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ 5 เท่า โลหะส่วนใหญ่มีคุณสมบัติทางกายภาพคล้ายคลึงกัน แต่มีคุณสมบัติทางเคมีแตกต่างกัน มีเลขออกซิเดชั่นได้หลายค่า สามารถรวมตัวกับสารประกอบอินทรีย์ ทำให้เกิดสารประกอบใหม่ที่เสถียรกว่าเดิม โลหะหนักสามารถเปลี่ยนรูปได้ จากในรูปละลายน้ำ (Dissolved Forms) ไปเป็นสารละลายเชิงซ้อน (Complex Molecules) หรือเกิดเป็นอนุภาคคอลลอยด์ (Colloid) และตกตะกอนรวมอยู่กับตะกอนพื้นท้องน้ำได้ (สุวรรณา ภาณุตระกูล, ฉลวย มุสิกะ และไพฑูรย์ มกกงไผ่, 2544) รูปแบบของโลหะหนักมีผลต่อความเป็นพิษ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ของโลหะหนัก โดยโลหะหนักที่อยู่ในรูปสารละลายเป็นภาพที่สัตว์น้ำนำเข้าสู่ร่างกายได้ง่าย (มนุวดี หังสพฤกษ์, 2532)

การปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมมีแหล่งที่มา 2 แหล่งใหญ่ คือ

1. ขบวนการตามธรรมชาติ เช่น การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของเปลือกโลก หรือเกิดการชะล้างกัดกร่อนของชั้นดินและหิน การระเบิดของภูเขาไฟใต้พื้นท้องทะเล จากขบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติดังกล่าวทำให้เกิดการแพร่กระจายของโลหะหนักในน้ำทะเล (มนุวดี หังสพฤกษ์, 2532; Clark, 1989)

2. กิจกรรมของมนุษย์ ส่วนใหญ่มาจาก 3 แหล่ง ได้แก่

2.1 แหล่งอุตสาหกรรม จากการทำเหมืองแร่ การถลุงแร่ ขบวนการผลิตที่ใช้โลหะหนักเป็นวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ อาจจะปล่อยน้ำเสียที่มีโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำ

2.2 แหล่งเกษตรกรรม ส่วนใหญ่มาจากการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืช เช่น ยาฆ่าหญ้าจะมีอาร์เซนิก ยาป้องกันเชื้อราที่มีส่วนผสมทองแดงและปรอท เมื่อฝนตกก็จะชะล้างสารเหล่านี้จากแหล่งเกษตรกรรมลงสู่แหล่งน้ำ

2.3 แหล่งชุมชน จากขยะที่มีโลหะหนักปะปนอยู่ เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ สีต่าง ๆ หรือจากน้ำมันที่มีสารตะกั่วเป็นองค์ประกอบ ทำให้อากาศในที่มีการจราจรหนาแน่นเต็มไปด้วยตะกั่ว (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543; Kennish, 1997; Clark, 2001)

การแพร่กระจายและการสะสมของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม

การแพร่กระจายของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยของเสียที่เกิดจากขบวนการผลิต นอกจากนี้น้ำฝนก็ทำให้เกิดการชะล้างสิ่งต่าง ๆ จากแผ่นดินหรือจากชั้นบรรยากาศในรูปของละอองหรือไอลงสู่ทะเล โลหะหนักเมื่อถูกปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมก็จะเกิดการแพร่กระจายไปตามกระแสน้ำ สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ นอกจากนี้โลหะหนักยังสามารถจับตัวกับสารแขวนลอยหรือสารอินทรีย์ เกิดการตกตะกอนสู่พื้นท้องทะเล ส่งผลต่อสัตว์น้ำที่อาศัยและหากินอยู่บริเวณหน้าดิน

1. โลหะหนักในน้ำทะเล

โลหะหนักในน้ำทะเลส่วนใหญ่ปนเปื้อนมาจากการชะล้างจากแผ่นดิน จากแม่น้ำลำคลอง หรือจากชั้นบรรยากาศ โลหะหนักที่แพร่กระจายอยู่ในแหล่งน้ำมีทั้งอยู่ในภาพที่ละลายน้ำได้ (Dissolve) และอยู่ในรูปสารแขวนลอย (Suspended Solid) ปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนัก ในน้ำมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา เนื่องจากความสามารถในการผสมผสาน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กันของสารแขวนลอยและพวกที่ละลายน้ำแตกต่างกัน โดยพวกที่อยู่ในรูปสารแขวนลอยจะมี residence time ยาวนานกว่าพวกที่ละลายในน้ำ

นอกจากนี้การที่น้ำมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลามีผลทำให้ตะกอนใต้น้ำลอยตัวขึ้นมา โลหะหนักที่จับตัวอยู่กับตะกอนก็สามารถถูกปลดปล่อยกลับสู่แหล่งน้ำได้อีก กระบวนการต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต เช่น พวกสัตว์หน้าดิน จะไปช่วยเร่งให้อนุภาคของสารรวมทั้งโลหะหนักทำให้เกิดการรวมตัว โดยการกินเข้าไปแล้วแพร่กระจายออกมาใหม่พร้อมกับการขับถ่าย หรือการลอกคราบ รวมทั้งพวกซากพืช ซากสัตว์ (กนกฝน ทศานนท์, 2536; Clark, 2001) โดยทั่วไปน้ำทะเลตามชายฝั่งและบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งอยู่ใกล้กับแหล่งอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน มักมีความเข้มข้นของโลหะหนักสูงกว่าน้ำทะเลที่อยู่ไกลฝั่งออกไป และความเข้มข้นในน้ำทะเลผิวหน้าจะมีโลหะหนักปนเปื้อนต่ำกว่าน้ำทะเลระดับลึก (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543; กรมควบคุมมลพิษ, 2542; Utoomprukporn et al., 1990 อ้างถึงใน กัลยา วัฒนากร, 2544) ซึ่งอาจเป็นผลจากการละลายกลับสู่น้ำของโลหะหนักจากดินตะกอน

จากการศึกษาคุณภาพน้ำทะเลบริเวณเขตนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี และนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง พบว่าปริมาณของโลหะหนักบริเวณดังกล่าวมีค่าสูงกว่าพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านอื่น ๆ และมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับผลการสำรวจในปี พ.ศ. 2541 โดยเฉพาะโครเมียมและทองแดง ที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเดิมถึง 10 และ 20 เท่าตามลำดับ โดยความเข้มข้นของโครเมียมและทองแดงที่ตรวจวัดได้มีค่า 0.012 มิลลิกรัม/ลิตร และ 0.025 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2542)

2. โลหะหนักในดินตะกอน

ปริมาณโลหะหนักที่พบในตะกอนดินมีทั้งที่เกิดจากการสะสมตัวในดินตะกอนตามขบวนการธรรมชาติ ได้แก่ การชะล้างเกลือแร่ที่อยู่บนพื้นดินลงสู่ทะเล และที่เป็นผลโดยตรงจากการใช้และปล่อยโลหะหนักจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ลงสู่แหล่งน้ำ การสะสมของโลหะหนักในตะกอนมีความสัมพันธ์ชนิดของดินและองค์ประกอบของดินตะกอน ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณโลหะหนักในน้ำ (Thomson et al., 1984 cited in Shulkin, Presley & Kavun, 2003) โดยความเข้มข้นของโลหะหนักในดินตะกอนจะสูงกว่าความเข้มข้นของโลหะหนักที่มีอยู่ในมวลน้ำเหนือดินตะกอน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Duchart et al. (1973 อ้างถึงใน กนกฝน ทศานนท์, 2536) ที่พบว่าปริมาณ โลหะหนักใน Pore Water จะสูงกว่าใน Overlying Water

ปริมาณโลหะหนักที่ผิวหน้าตะกอนดินจะบอกถึงสภาวะมลพิษในปัจจุบัน ซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับสภาพน้ำ แต่ในระดับลึกลงไปในชั้นตะกอนจะบอกถึงคุณภาพน้ำในอดีต ปริมาณ

โลหะหนักที่สะสมอยู่ในตะกอนชั้นบนมักมีความเข้มข้นสูงกว่าในตะกอนชั้นล่าง ซึ่งโลหะหนักที่เพิ่มขึ้นน่าจะมาจากการกระทำของมนุษย์ จากการศึกษาของปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนผิวหน้า ในช่วงปี พ.ศ. 2539-2544 พบว่ามีแนวโน้มการสะสมของแคดเมียม ทองแดงและตะกั่วเพิ่มขึ้น ในช่วงปี พ. ศ. 2539-2541 แต่ค่าที่ตรวจพบก็ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติที่พบในตะกอนชายฝั่งทะเลทั่วไป (สมภพ รุ่งสุภา และคณะ, 2543 อ้างถึงใน กัลยา วัฒนากร, 2544)

3. โลหะหนักในหอยนางรม

สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำสามารถรับเอาโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายได้โดยผ่านทางน้ำและการกินอาหาร แต่สัตว์น้ำส่วนใหญ่ได้รับโลหะหนักโดยการกินอาหารในลักษณะต่าง ๆ ตามชนิดของสัตว์นั้น ๆ หอยนางรมเป็นสัตว์น้ำชนิดหนึ่งที่พบว่ามีการสะสมของโลหะหนักค่อนข้างมาก เนื่องจากหอยนางรมเป็นสัตว์ที่กินอาหารโดยการกรองสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเข้าสู่ตัวมัน รวมทั้งแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนสามารถที่จะดูดซับโลหะหนักจำนวนมาก และเคลื่อนย้ายจากน้ำทะเลไปสู่สิ่งมีชีวิตในระดับ ที่สูงกว่าในห่วงโซ่อาหาร แล้วเกิดการแพร่กระจายไปสู่สิ่งแวดล้อมในทะเล ในรูปของซากเน่าเปื่อยรวมทั้งของเสียต่าง ๆ ทำให้เกิดขบวนการคืนกลับของโลหะหนักในรูปสารแขวนลอยอีกครั้ง

ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับปัจจัยทางชีวภาพ เช่น กระบวนการดูดซับโลหะหนักของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ขนาด เพศ อายุ การสืบพันธุ์ และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมบางประการ เช่น ฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบริเวณที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ (Salanki et al., 2002; Usero et al., 1996; ศิริวรรณ ลาภทับทิบทอง, 2544; สุธิดา สุวรรณโกสุม, 2535)

ปริมาณโลหะหนักในหอยนางรมมีความสัมพันธ์กับปริมาณของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม โดยปริมาณของโลหะหนักในเนื้อเยื่อหอยมักจะพบสูงกว่าปริมาณโลหะหนักในแหล่งน้ำ (Shulkin, Presley & Kavun, 2003) ดังนั้นหอยนางรมที่อาศัยอยู่ในบริเวณ ที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักมักมีการสะสมโลหะหนักสูงกว่าหอยที่อยู่ในบริเวณที่ไม่มีการปนเปื้อน

จากการศึกษาของ Fang, Cheung and Wong (2003) พบว่าหอยนางรมบริเวณปากแม่น้ำซึ่งมีการปล่อยน้ำเสียจากแผ่นดินมีปริมาณของโลหะหนักสูงกว่าหอยนางรมบริเวณอื่น อย่างไรก็ตามหอยนางรมเป็นสัตว์น้ำที่มีการสะสมโลหะหนักบางชนิดในปริมาณค่อนข้างสูงกว่าสัตว์น้ำชนิดอื่น โดยเฉพาะสังกะสีและทองแดง (แววตา ทองระอา และคณะ, 2532) สอดคล้องกับการศึกษาของ Lin and Hsieh (1999) พบว่าหอยนางรมมีการสะสมของโลหะหนักสูงกว่าหอยชนิดอื่น โดยเฉพาะทองแดงและสังกะสี จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของทองแดงมีค่า 200-5,000 ไมโครกรัมต่อกรัม สังกะสีมีค่า 890-6,000 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งเพิ่มขึ้นถึง 5-60 เท่าจากที่เคยทำการศึกษาไว้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย (2523) พบว่าหอยนางรมบริเวณอ่างศิลา มีการสะสมของโลหะหนักค่อนข้างสูง โดยความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม ทองแดงและสังกะสี มีค่า 15.19, 8.49, 117.43, 572.33 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ และศิริวรรณ ลาภทับทิมทอง (2544) พบว่าหอยนางรมบริเวณชายฝั่งทะเลของอ่าวไทยและทะเลอันดามัน มีการสะสมของโลหะหนักในปริมาณสูง โดยมีปริมาณสังกะสีสะสมอยู่สูงมากและเกินค่ามาตรฐานที่อนุญาตให้มีได้ในสัตว์ทะเล (100 ไมโครกรัมต่อกรัม) รองลงมาคือทองแดง ซึ่งก็พบว่ามีค่าสูงเกินค่ามาตรฐานเช่นกัน (20 ไมโครกรัมต่อกรัม) นอกจากนี้ หอยนางรมยังมีการสะสมของแคดเมียมและตะกั่ว แต่ยังมีปริมาณต่ำ ยกเว้นหอยนางรมจากบริเวณ ชลบุรี ปัตตานี และสตูล ที่มีการสะสมของแคดเมียมและตะกั่วสูงเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

การสะสมโลหะหนักในส่วนต่าง ๆ ของสัตว์น้ำ จะมีปริมาณแตกต่างกัน ส่วนใหญ่จะพบมีการสะสมของโลหะหนักสูงในอวัยวะภายใน จากการศึกษาของ สุภาน้อย สันติพิริยาภรณ์ และ สุภาพรรณ บริลเลียนเตส (2542) ศึกษาปริมาณตะกั่วและแคดเมียมในส่วนต่าง ๆ ของหอยแมลงภู่และหอยลาย พบว่า หอยทั้งสองชนิดมีโลหะหนักสะสมสูงสุดอยู่ในอวัยวะภายใน โดยปริมาณแคดเมียมในส่วนต่าง ๆ ของหอยแมลงภู่มีปริมาณไม่แตกต่างกันเหมือนในหอยลาย ซึ่งอาจเนื่องมาจากอัตราการดูดซึมแคดเมียมในหอยแมลงภู่ไปในส่วนต่าง ๆ เป็นไปได้ดีกว่าในหอยลาย จึงทำให้มีอัตราการกระจายของแคดเมียมในส่วนต่าง ๆ ของหอยแมลงภู่ใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับการศึกษาของแววตา ทองระอา และคณะ (2535) พบว่า อวัยวะภายในโดยเฉพาะตับมีการสะสมของโลหะหนักเกือบทุกชนิดสูงที่สุด และกล้ามเนื้อมีการสะสมของโลหะหนักน้อยที่สุด โดยมีรูปแบบการสะสมของโลหะหนักดังนี้ ตับ>หัวใจ >เหงือก>กล้ามเนื้อ เนื่องจากตับเป็นอวัยวะที่มีการเก็บสะสมและมีขบวนการในการกำจัดสารพิษโดยขับออกไปกับน้ำดี และยังมีบทบาทในการลดความเป็นพิษของสารพิษ (Detoxification) ทำให้เมื่อมีการตรวจวัดปริมาณโลหะหนักจะพบปริมาณสูงที่ตับ (ชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว และคณะ, 2536; Walker et al., 2001)

นอกจากนี้ปริมาณของโลหะหนักในหอยยังขึ้นอยู่กับปริมาณของโลหะหนักในอาหาร ชนิดและลักษณะการกินอาหารอีกด้วย Blackmore (2001) พบว่าลักษณะการกินอาหารที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณโลหะหนักในหอย โดยหอยที่เป็นผู้ล่า (Predater) มีความเข้มข้นของโลหะหนักสูงกว่าหอยที่กรองกิน (Filter Feeding) แพลงก์ตอนและพวกที่ขูดกิน (Grazer) เนื่องจากพวกที่ขูดกินมีพัฒนาการทางสรีระที่ต่ำกว่าหอยชนิดอื่น และกินซากสาหร่ายเป็นอาหาร ส่วนพวกผู้ล่าเป็นพวกที่กินสัตว์น้ำชนิดอื่นเป็นอาหาร ทำให้มันมีโอกาสได้รับโลหะหนักผ่านทางห่วงโซ่อาหารได้มากกว่าพวกที่กรองกินและพวกที่กินซาก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประเภทของโลหะหนัก

1. ปรอท (Mercury; Hg) เป็นธาตุในกลุ่มทรานซิชั่น มีมวลโมเลกุล 200.59 มีจุดเดือด 357 องศาเซลเซียส และจุดหลอมเหลว -38.9 องศาเซลเซียส ปกติปรอทมีสภาพเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง และสามารถระเหยกลายเป็นไอได้ที่อุณหภูมิห้อง ปรอทที่พบในสิ่งแวดล้อมแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ปรอทอินทรีย์และปรอทอนินทรีย์ สารปรอทอนินทรีย์จัดเป็นสารปรอทที่มีความเป็นพิษสูง เช่น เมทิลเมอร์คิวรี (CH_3Hg^+) ซึ่งสามารถละลายได้ในไขมัน ดังนั้นจึงสะสมได้ดีในเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งเยื่อสมองโดยสามารถแพร่ผ่านเนื้อเยื่อ Blood Brain Barrier (BBB) ที่ช่วยป้องกันไม่ให้สารพิษแพร่ผ่านจากกระแสโลหิตเข้าสู่เนื้อเยื่อสมอง ซึ่งจะทำอันตรายกับระบบประสาทส่วนกลางได้ และยังสามารถซึมผ่านรก (Placenta) เข้าสู่ทารกในครรภ์มารดา ทำให้ทารกที่เกิดมามีอาการผิดปกติทางระบบประสาทและสติปัญญา นอกจากนี้ยังพบว่าปรอทอินทรีย์สามารถทำให้เกิดการผิดปกติของโครโมโซมมนุษย์

ปรอทที่แพร่กระจายอยู่ในสิ่งแวดล้อมมีแหล่งกำเนิดมาจากแหล่งใหญ่ ๆ 2 แหล่ง คือ จากธรรมชาติ และจากการกระทำของมนุษย์ ปรอทในธรรมชาติแพร่สู่สิ่งแวดล้อมโดยการกัดเซาะและการชะล้าง ในธรรมชาติปรอทที่พบมาก คือ โลหะปรอท และปรอทซัลไฟด์ ปรอทที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์เกิดจากการที่มนุษย์นำปรอทมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติก ทอผ้า ทำสี สวิตซ์ไฟฟ้า กระจก ชุบโลหะ ทำสารเคมี ใช้ในกระบวนการผลิตโซดาไฟและคลอรีน ใช้ในการแพทย์ ใช้ในการเกษตรกรรม โดยใช้เป็นยาฆ่าเชื้อรา ใช้ในการฉาบเมล็ดพืชป้องกันแมลงและโรคพืช

การสะสมปรอทในสิ่งมีชีวิต เมื่อปรอทถูกปลดปล่อยสู่แหล่งน้ำ ก็จะถูกดูดซับโดยอินทรียวัตถุที่แขวนลอยอยู่ในแหล่งน้ำและสามารถเคลื่อนย้ายเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารได้ โดยแพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นผู้ผลิตที่สำคัญในห่วงโซ่อาหารดูดซับเอาปรอทจากน้ำและอินทรียวัตถุที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเข้าไปสะสมในร่างกาย เมื่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นกินแพลงก์ตอนเข้าไปก็จะได้รับสารปรอทและจะสะสมเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับห่วงโซ่อาหาร มนุษย์สามารถรับสารปรอทเข้าสู่ร่างกายได้ผ่านทางจมูก โดยการสูดเอาผงหรือไอระเหยของปรอทเข้าสู่ปอด ผ่านทางปาก โดยการกินอาหารหรือน้ำดื่มที่มีสารปรอทปนเปื้อน ผ่านทางผิวหนัง ซึ่งจะทำให้เกิดอาการระคายเคืองและเกิดโรคผิวหนังได้

ความเป็นพิษของสารปรอทต่อสิ่งมีชีวิต พบว่า ปรอทที่อยู่ในรูป Methyl และ Ethyl มีความเป็นพิษสูงสุด รองลงมาได้แก่ ปรอทในรูปโลหะ และปรอทที่มีความเป็นพิษน้อยที่สุด ได้แก่ ปรอทในรูปสารประกอบอนินทรีย์ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543) สารปรอทที่อยู่ในรูป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ไอระเหยมีอันตรายต่อชีวิตมากที่สุด โดยจะทำให้เกิดอาการปวดท้องอย่างรุนแรง ท้องร่วง อาเจียน เหงือกและต่อมน้ำลายไหม้เกรียม และเกิดความผิดปกติของระบบประสาท

2. แคดเมียม (Cadmium; Cd) เป็นโลหะอ่อนสีเงิน จุดเดือด 769 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลว 320.9 องศาเซลเซียส ละลายได้ดีในกรดอินทรีย์ แคดเมียมมีคุณสมบัติทางโครงสร้างอะตอมและสมบัติทางเคมีคล้ายกับสังกะสี จึงมักพบปะปนอยู่กับแร่สังกะสี แคดเมียมเป็นธาตุที่มีปริมาณน้อยในธรรมชาติ ซึ่งมักจะอยู่ในรูปซัลไฟด์ (CdS) ในธรรมชาติพบแคดเมียมบนผิวโลกประมาณ 0.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอนจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะและกำเนิดของดิน แคดเมียมสามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมจากการระเบิดของภูเขาไฟ การกพังทลายของหินต้นกำเนิด แต่ยังน้อยกว่าการกระทำของมนุษย์ แคดเมียมถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายอย่าง เช่น อุตสาหกรรมพลาสติก แก้ว สี ปุ๋ย ใช้กำจัดเชื้อรา ใช้ทำเซลล์สุริยะ แบตเตอรี่ อุตสาหกรรมรถยนต์ และใช้เป็นส่วนผสมในน้ำมันดีเซล ทำให้พบแคดเมียมในฝุ่นละอองและดินบริเวณข้างถนนในปริมาณมาก นอกจากนี้แคดเมียมอาจแพร่กระจายมาจากแหล่งที่มีการทำเหมืองแร่สังกะสี รวมทั้งตะกั่วและทองแดง การเผาไหม้ของพลาสติกและยาง โรงงานทำโลหะและชุบโลหะ (Clark, 1989; นิธิยา รัตนาปนนท์ และ วิบูลย์ รัตนาปนนท์, 2543)

แคดเมียมเป็นสารที่อันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่นกรณีในประเทศญี่ปุ่น พบว่าแคดเมียมเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรค อิไต-อิไต มีอาการสายตาผิดปกติ ปวดกระดูก ไตพิการ เดินโซเซ กระดูกหักง่าย คลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง ปวดศีรษะ ตับวาย และตายในที่สุด มนุษย์หากได้รับแคดเมียมปริมาณ 35 มิลลิกรัม เข้าสู่ร่างกายทางปาก อาจทำให้เกิดความเป็นพิษอย่างรุนแรง

3. ตะกั่ว (Lead; Pb) เป็นโลหะสีเงินปนเทา มีจุดหลอมเหลวต่ำ นำมาทำให้บริสุทธิ์ได้ง่าย สามารถทำให้อ่อนและดัดให้มีลักษณะตามต้องการได้ ทนต่อการผุกร่อนได้ดี กลายเป็นไอได้ที่อุณหภูมิสูง ตะกั่วที่อยู่ในรูปอิสระเป็นภาพที่มีความไวในการทำปฏิกิริยา และตะกั่วรูปนี้ก็เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตมากที่สุด (ศรีรัตน์ ล้อมพงษ์, ถิรพงษ์ ถิรมนัส และ อนามัย ธีรวิโรจน์, 2543) ตะกั่วที่ปนเปื้อนอยู่ในธรรมชาติ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ลักษณะของดินและน้ำ สมบัติทางกายภาพและเคมี มนุษย์นำตะกั่วมาใช้ในอุตสาหกรรมมากมาย เช่น อุตสาหกรรมผลิตสี แบตเตอรี่ เชื่อมโลหะ ทำขั้วไฟฟ้า หมึกพิมพ์ เซรามิค ยากำจัดศัตรูพืช ทำให้เกิดการปนเปื้อนของตะกั่วสู่สิ่งแวดล้อม อย่างมาก โดยอาจเกิดจากน้ำฝน ขยะ และน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน การเกษตรกรรม รวมทั้งการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง ที่มีการเติมตะกั่วเพื่อเพิ่มค่าออกเทน นับเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของตะกั่วในสิ่งแวดล้อม เนื่องจากตะกั่วจะถูกระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมทางท่อไอเสียรถยนต์ แล้วแพร่กระจายไปสู่บรรยากาศ บางส่วนตกทับถมอยู่บนถนนและชะล้าง

โดยฝนลงสู่แม่น้ำลำคลอง ดังนั้นบริเวณในเมืองที่มีการจราจรหนาแน่นมักพบว่ามีตะกั่วในบรรยากาศ และดินสูงกว่าเขตชนบท ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้โดยผ่านทางการหายใจ และสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อโครงสร้าง เช่น เส้นผมและกระดูก และหากตรวจพบตะกั่วในเส้นผมมีปริมาณเกิน 30 ไมโครกรัมต่อลิตร จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ในสภาวะปกติ อาการเป็นพิษเนื่องจากตะกั่วแบบเฉียบพลันมีอยู่หลายแบบด้วยกัน เช่น อ่อนเพลีย คลื่นไส้ วิงเวียน การกระตุกของกล้ามเนื้อและอาการอื่น ๆ สำหรับพิษแบบเรื้อรังที่สำคัญได้แก่ โรคโลหิตจาง (Clark, 2001; เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543; สุธิดา สุวรรณโกสุม, 2535)

4. ทองแดง (Cupper; Cu) เป็นโลหะที่มีสมบัติทนต่อการกัดกร่อน นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดีรองจากเงิน เป็นโลหะที่อ่อนดัดงอได้ง่ายและตีเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ดี มีจุดหลอมเหลว 1083 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลว 2730 องศาเซลเซียส ทองแดงในธรรมชาติมักพบปะปนอยู่กับธาตุสังกะสี รูปแบบสารประกอบเคมีทองแดงมีหลายรูปแบบ ทั้งในรูปคลอไรด์ ซัลเฟต ไนเตรต มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี ส่วนสารประกอบที่อยู่ในรูปคาร์บอเนต ไฮดรอกไซด์ ออกไซด์และซัลไฟด์จะไม่ละลายน้ำ ทองแดงที่อยู่ในรูปซัลไฟด์มักพบเป็นจำนวนมาก สลายตัวได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพกรด ทำให้ทองแดงถูกปลดปล่อยออกมาในรูปของไอออนทองแดงในน้ำผิวดินปกติมีความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร (McNeely et al., 1979 อ้างถึงใน ศิริวรรณ ลาภทับทิมทอง, 2544) ทองแดงถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมในรูปของโลหะทองแดงและสารประกอบทองแดง ได้แก่ การทอผ้า เม็ดสีในการผลิตเซรามิคและเส้นใย ทำลวดตัวนำไฟฟ้า ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เคลือบผิวโลหะ อุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้เป็นสีทากันตะไคร่น้ำ และใช้ผสมกับโลหะต่าง ๆ เช่น สังกะสี ดีบุก และเงิน (Clark, 1989) นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนผสมในการทำยาปราบศัตรูพืช พวกยากันเชื้อรา ทองแดงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง เป็นสาเหตุให้เกิดการแพร่กระจายของทองแดงสู่สิ่งแวดล้อม โดยอาจมาจากฝุ่นผงจากโรงงาน น้ำโสโครกและน้ำทิ้งจากการบำบัดของโรงงานอุตสาหกรรม น้ำจากเหมืองแร่ จากการชะล้างของสารปราบศัตรูพืชและสารป้องกันเชื้อรา

ทองแดงเป็นธาตุที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายชนิด เป็นส่วนสำคัญใน Haemocyanin ในครัสเตเชียนและมอลลัส ทำหน้าที่เป็นตัวส่งผ่านออกซิเจน ร่างกายมีทองแดงประมาณ 100 มิลลิกรัม หนึ่งในสามอยู่ในกล้ามเนื้อ ตับและสมอง ที่เหลืออยู่ในกระดูก ไต เลือดและเนื้อเยื่ออื่น ๆ แต่ถ้าปริมาณของทองแดงสูงเกินกว่าระดับที่สิ่งมีชีวิตต้องการก็อาจก่อให้เกิดพิษกับสิ่งมีชีวิตได้ ความเป็นพิษของโลหะทองแดงต่อสัตว์ทะเลมีค่าประมาณ 1.0 ppm. ส่วนมนุษย์หากได้รับทองแดงเข้าไปในร่างกายประมาณ 100 มิลลิกรัม จะทำให้เกิดความเป็นพิษขึ้นได้ (Sollman, 1994; Portman, 1970 อ้างถึงใน สิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย, 2523; Clark, 2001)

อาการเป็นพิษเนื่องจากทองแดงที่มีปริมาณมากเกินไป ทำให้เกิดอาการอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร อาเจียน ทองแดงที่มีมากอาจสะสมอยู่ในตับและถูกขับออกมาจากตับสู่กระแสเลือด ทำให้เม็ดเลือดแดงเกิดการแตกตัว ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โดยเฉพาะในตับ ทำให้ขับทองแดงออกจากตับไม่ได้

5. นิกเกิล (Nickle; Ni)

จัดเป็นธาตุทรานซิชั่น มีเลขอะตอมเท่ากับ 28 เป็นโลหะที่มีความต้านทานต่อการเกิดออกซิเดชัน และการกัดกร่อนสูง มีสีขาวสวยงาม มีความเหนียว และอ่อนตัวสูง สามารถขึ้นรูปเย็นได้ง่าย มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าแต่ไม่สูงเท่าทองแดงและอะลูมิเนียม เป็นธาตุที่เชื่อกันว่ามีปริมาณมากในบริเวณใจกลางของโลก แต่บริเวณผิวโลกพบนิกเกิลจำนวนน้อย ประเทศที่พบแหล่งแร่นิกเกิลที่สำคัญ คือ แคนาดา และแถบภาคกลางของประเทศรัสเซีย แร่นิกเกิลที่พบจะอยู่ในรูปของซัลไฟด์ ซึ่งจะปนอยู่กับแร่ทองแดง โคบอลต์ และแร่อโลหะที่อยู่ในกลุ่มแพลทินัม แร่นิกเกิลที่พบจะมีนิกเกิลอยู่ระหว่างร้อยละ 0.8-5.5 ที่เหลือเป็นทองแดง โคบอลต์ และเหล็กอีกเล็กน้อย

นิกเกิลและโคบอลต์เป็นส่วนประกอบสำคัญของเอนไซม์หลักในกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลชีพสร้างมีเทน ซึ่งเป็นจุลชีพที่พบมากในชั้นดินตะกอน นิกเกิลที่อยู่ในรูปของฝุ่นละอองและสารประกอบนิกเกิลคาร์บอนิล ก่อให้เกิดมะเร็งได้

ปัจจุบันมีการนำนิกเกิลมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กกล้าไร้สนิมและเหล็กกล้าผสม เคลือบไฟฟ้า ทำไส้หลอดไฟฟ้า ตลอดจนชิ้นส่วนประกอบเครื่องยนต์และเครื่องบินไอพ่น ซึ่งทนความร้อนสูง

6. สังกะสี (Zinc; Zn) มีจุดหลอมเหลว 419 องศาเซลเซียส จุดเดือด 907 องศาเซลเซียส สังกะสีบริสุทธิ์มีสีขาวปนน้ำเงินเล็กน้อย มีความแข็งแรงและทนต่อการกัดกร่อนได้ดี แต่เปราะ ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในกรดเจือจาง เช่น กรดซัลฟูริกและกรดไฮโดรคลอริกเจือจางได้เป็นก๊าซไฮโดรเจน โดยปกติจะไม่พบสังกะสีในรูปอิสระ ในธรรมชาติพบในรูปแร่หรือสารประกอบ สามารถรวมตัวกับสารอินทรีย์ได้ สังกะสีถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนได้ดี เช่น ฉาบผิวเหล็กเพื่อให้เหล็กมีความคงทนต่อการทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศ และนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ชิ้นส่วนรถยนต์ ฟิวส์ไฟฟ้า ถ่านไฟฉาย ยารักษาโรค กระดาษ ทำโลหะผสม ใช้ผสมในยาง สี เครื่องสำอาง ใช้คลุกเมล็ดพืชป้องกันเชื้อรา และทำเส้นใยสังเคราะห์ (สุธิดา สุวรรณโกสุม, 2535; Reilly, 1980 อ้างถึงใน ศิริวรรณ ลาภทับทิมทอง, 2544) สังกะสีสามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้มาก โดยแพร่กระจายจากอากาศลงสู่ดินและแหล่งน้ำ ซึ่งเกิดขึ้นจากขบวนการธรรมชาติ และจากการ

กระทำของมนุษย์ เช่น น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โรงงานถลุงแร่ และจากการใช้ยาปราบศัตรูพืช

สังกะสีเป็นธาตุที่มีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายตัว มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการของเด็ก เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมและความสามารถในการเรียนรู้ การทำงานของระบบสืบพันธุ์ สังกะสีเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะไปสะสมที่ตับและไต ถ้ามีสังกะสีอยู่มากจะไปทำลายอวัยวะภายใน ทำให้เกิดโรคโลหิตจาง การทำงานของตับและไตล้มเหลว เกิดความผิดปกติของโครโมโซม หากบริโภคเกิน 2 กรัม จะทำให้อาเจียน ท้องเสีย เป็นไข้ และทำให้ขาดธาตุทองแดง เนื่องจากการมีสังกะสีมาก ๆ เป็นการกระตุ้นให้เซลล์ลำไส้สร้าง Intestinal Binding Protein ซึ่งโปรตีนตัวนี้จะจับกับทองแดงได้ดีกว่าจับกับสังกะสี ทำให้ทองแดงอยู่ในภาพที่ไม่สามารถดูดซึมได้ ร่างกายนำมาใช้ไม่ได้ นำไปสู่ภาวะการขาดทองแดง (วรนันท์ ศุภพิพัฒน์, 2538 อ้างถึงใน เฉลิมพล กานุวงษ์, 2544)

7. เหล็ก

จัดเป็นโลหะทรานซิชั่น มีเลขอะตอมเท่ากับ 26 น้ำหนักอะตอม 55.847 จุดหลอมเหลว 1536.5±1 องศาเซลเซียส จุดเดือด 3000 องศาเซลเซียส เหล็กเป็นโลหะที่มีความแข็งแรงสูง จุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง มีความไวต่อปฏิกิริยา เป็นตัวรีดิวซ์ที่ดี มีการนำเหล็กมาใช้ในอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลายด้วยคุณสมบัติที่มีคงทน เช่น ใช้ทำตัวถังรถยนต์ ทำท่อ น๊อต ใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้าง ใช้ทำสี หมึก ใช้ในอุตสาหกรรมยา และใช้ในกระบวนการเชื่อมโลหะ

ธาตุเหล็กจัดเป็น Essential Element ซึ่งสิ่งมีชีวิตนำไปใช้ในขบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ ของร่างกาย เช่นระบบย่อยอาหาร กระเพาะอาหารและลำไส้เล็กดูดซึมเหล็กได้น้อยมาก การดูดซึมธาตุเหล็กขึ้นอยู่กับปริมาณของธาตุเหล็กที่ได้รับ และที่มีสะสมอยู่ในร่างกาย เป็นส่วนประกอบของเม็ดเลือดแดงของคนและสัตว์ แต่หากร่างกายได้รับเหล็กในปริมาณที่สูงเกินความต้องการของร่างกายก็จะส่งผลต่อระบบทางเดินอาหาร ก่อให้เกิดการระคายเคืองที่ทางเดินอาหาร ทำให้ธาตุเหล็กดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้มากขึ้น พิษต่อระบบเลือดจะทำให้หลอดเลือดขยายตัว ทำให้ความดันเลือดต่ำลง และรบกวนการแข็งตัวของเลือด และสามารถทำอันตรายต่อตับ โดยเหล็กจะไปรบกวนการทำหน้าที่ของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการออกซิเดชั่น ทำให้เกิดเมทาบอลิกแดซิโดซีส

ความเป็นพิษของโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิต

โลหะหนักบางชนิด ได้แก่ ทองแดง สังกะสี เหล็ก แมงกานีส เป็นธาตุที่มีความจำเป็น (Essential Element) ของสิ่งมีชีวิต แต่สิ่งมีชีวิตต้องการในปริมาณต่ำ หากได้รับมากเกินไปอาจก่อให้เกิดพิษได้ ส่วนโลหะพวกตะกั่ว ปรอท แคดเมียม เป็นธาตุที่ไม่มีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

และมีความเป็นพิษที่ความเข้มข้นต่ำ (Kennish, 1997; Walker et al., 2001) ความเป็นพิษของโลหะหนักขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ปัจจัยทางชีวภาพ เช่น ชนิดของสิ่งมีชีวิต อายุ เพศ ลักษณะการกินอาหาร แหล่งที่อยู่อาศัย นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารพิษ ระยะเวลาของการได้รับ ตำแหน่งที่สารพิษเข้าสู่ร่างกาย และความไวต่อสารพิษของสิ่งมีชีวิต (ชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว และคณะ, 2536)

การเกิดพิษของสารพิษโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับปริมาณสารพิษที่เข้าสู่ร่างกาย การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือรูปแบบของโลหะหนัก อัตราการดูดซึม การแพร่กระจาย และการกำจัดออกจากร่างกาย สารพิษสามารถเข้าสู่ร่างกายสิ่งมีชีวิตได้โดยผ่านทางผิวหนัง การหายใจ การกิน เมื่อสารพิษเข้าสู่ร่างกายก็จะแพร่กระจายไปยังอวัยวะต่าง ๆ ไปตามกระแสเลือด และก่อให้เกิดพิษกับอวัยวะนั้น ๆ โดยจะไปรบกวนการทำงานของเซลล์ทำให้การทำงานผิดปกติ ซึ่งอาจมีผลทำให้เซลล์เปลี่ยนลักษณะไปจากเดิม หรือถ้าหากมีการรบกวนมากอาจทำให้เซลล์ตายได้ (ชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว และคณะ, 2536)

เมื่อสารพิษเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตก็จะมีขบวนการในการกำจัดสารพิษหรือสิ่งแปลกปลอมออกจากร่างกาย โดยมีเอนไซม์ช่วยในการย่อยสลายหรือทำให้สารพิษเปลี่ยนรูป (Biotransformation) เพื่อให้กำจัดออกจากร่างกายได้ง่าย หากสิ่งมีชีวิตได้รับสารพิษในปริมาณที่มากเกินกว่าที่ร่างกายจะสามารถกำจัดออกได้ ก็จะทำให้เกิดอาการเป็นพิษขึ้นได้ สารพิษที่เข้าสู่ร่างกายอาจจะเคลื่อนที่ไปกับกระแสเลือดไปยังอวัยวะต่าง ๆ และก่อให้เกิดพิษที่อวัยวะนั้น ๆ เช่น ปรอท เป็นพิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง หรือสารพิษอาจจะรวมตัวกับโปรตีนหรือสะสมอยู่ในไขมันตามอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย ซึ่งเป็นการช่วยลดความเป็นพิษ (Detoxification) ให้กับร่างกาย เนื่องจากสารพิษจะอยู่ในสภาวะเฉื่อย (Inert) แต่หากร่างกายมีการดึงเอาโปรตีนหรือไขมันมาใช้ สารพิษที่สะสมอยู่ก็จะถูกปล่อยออกมา แล้วแพร่ไปตามเส้นเลือดไปยังอวัยวะต่าง ๆ และก่อให้เกิดความเป็นพิษได้ ตับและไตเป็นอวัยวะที่มีศักยภาพในการจับตัวกับสารเคมีต่าง ๆ ได้ดี จึงมักพบว่ามีการสะสมของสารพิษในตับและไตสูง

ความเป็นพิษของแต่ละชนิดในสิ่งมีชีวิตก็จะมีค่าแตกต่างกันไปตามชนิดของสิ่งมีชีวิต โดยความเป็นพิษของทองแดงต่อสัตว์น้ำมีค่าประมาณ 1.0 ไมโครกรัมต่อกรัม ส่วนมนุษย์หากได้รับทองแดงเข้าไปในร่างกายประมาณ 100 มิลลิกรัม จะทำให้เกิดความเป็นพิษได้ ความเป็นพิษของสังกะสีมีค่าอยู่ในช่วง 1-10 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งระดับความเป็นพิษของสังกะสีในปลาและหอยสองฝานั้นมีค่าประมาณ 10 ไมโครกรัมต่อกรัม นอกจากนี้ความเป็นพิษของโลหะสังกะสีโดยเฉพาะในปลาจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กรด-ด่าง สารอินทรีย์และสารแขวนลอยในน้ำ สำหรับความเป็นพิษของแคดเมียมต่อสัตว์ทะเลนั้น จะแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับสารประกอบ ชนิด และพัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ตัวอ่อนของสัตว์จะมีความไวต่อพิษของแคดเมียมมาก ปริมาณของแคดเมียมที่เป็นอันตรายต่อสัตว์ทะเลอยู่ในช่วง 0.1-100 ไมโครกรัมต่อกรัม (Blackmore, 2001; ศิริวรรณ ลาภทับทิมทอง, 2544) ส่วนความเป็นพิษของตะกั่วต่อสัตว์ทะเลนั้นอยู่ในช่วง 1-10 ไมโครกรัมต่อกรัม ความเป็นพิษของตะกั่วจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีสังกะสีและปรอทรวมอยู่ด้วย (Se nai et al., 1975 อ้างถึงใน ศิริวรรณ ลาภทับทิมทอง, 2544)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University