

เปิดประเด็น

Issues Raising

บุญรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์

“สีเกล็ดมุก”

สุนทรียภาพกับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม

Aesthetic and the Environmental Sustainability:

A Case of Pearl Plate Color from Wasted Green Mussel Shell
from Sea Food Industrial

ทุกวันนี้มนุษย์กำลังเผชิญปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมในโลก นักวิทยาศาสตร์ชี้ให้เห็นว่าโลกกำลังประสบกับภาวะอุณหภูมิบรรยากาศสูงขึ้น หรือที่เรียกว่าโลกร้อน อันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และ ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซเหล่านี้ส่วนหนึ่งเกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การเผาไหม้สารไฮโดรคาร์บอนทั้งในภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม รวมทั้งกิจกรรมการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรง ได้แก่ การเผาไหม้เกิดเขม่าควัน การใช้รถยนต์ และ กิจกรรมทางอ้อม ได้แก่ การใช้กระแสไฟฟ้า ซึ่งผลิตจากเครื่องจักรที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ทั้งน้ำมันเตา ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน การใช้น้ำสะอาดซึ่งต้องบำบัดและสูบขึ้นเก็บในถังพักด้วยกระแสไฟฟ้า หรือ เครื่องยนต์ การบำบัดน้ำดื่มที่มีกระบวนการซับซ้อนยิ่งขึ้นทั้งการใช้เชื้อเพลิง หรือกระแสไฟฟ้าต้ม กระทั่งการผลิตไส้กรองน้ำ นอกจากนี้ยังรวมถึงการใช้วัสดุสิ้นเปลืองในชีวิตประจำวัน ได้แก่ กระดาษต่างๆ ดินสอ แผ่นพลาสติก ผ้า เส้นใย ฯลฯ การเดินทางในแต่ละวันก็สร้าง CO_2 จำนวนที่แตกต่างกันไป ผู้เขียนเคยปั่นจักรยานจากบ้านมาทำงานที่จุฬาฯ ระยะทาง 9.6 กิโลเมตร พบว่าอุปกรณ์วัดปริมาณ CO_2 ที่ตนผลิตออกมาวัดได้ 1.94 กิโลกรัม ซึ่งหากนำมาคำนวณเป็นปริมาณก๊าซก็เท่ากับบรรจุในขวดโค้กลิตรจำนวนถึง 987 ขวด (CO_2 ที่ระดับน้ำทะเล 1 กิโลกรัมมีปริมาตรเท่ากับ 509 ลิตร) หากเป็นการเผาไหม้จากเครื่องยนต์ย่อมมากกว่านี้หลายสิบเท่า จึงเห็นได้ว่าในแต่ละวันที่มนุษย์คนหนึ่งประกอบกิจวัตรตั้งแต่ตื่นนอนเข้างานเข้านอน ล้วนสร้างผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนทั้งสิ้น



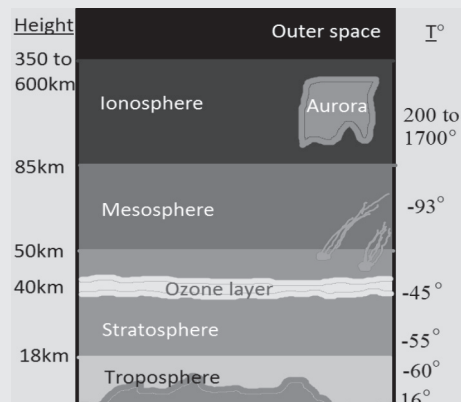
รูปที่ 1 ลูกบอลลูนขนาดใหญ่ที่กลางกรุงโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก แสดงให้เห็นขนาดของ CO₂ หนัก 1 ตัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่มนุษย์ปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศในแต่ละวัน

บทความนี้ผู้เขียนต้องการ เปิดประเด็นให้ผู้อ่านเกิดความสนใจต่อสภาวะโลกร้อนที่กำลังสร้างผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมซึ่งนำไปสู่ความไม่ยั่งยืนของการดำเนินชีวิต การแก้ปัญหาดังกล่าวมิใช่หน้าที่ของนักวิทยาศาสตร์โดยลำพังอีกต่อไป หากแต่เป็นความรับผิดชอบของทุกคนในสังคม โดยเฉพาะครูซึ่งเป็นผู้ให้ความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้องต่อปัญหาดังกล่าวด้วยการปลูกฝังสร้างความตระหนักการสร้างสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน ผู้เขียนจะขอแนะนำการวิจัยพัฒนาสีเกล็ดมุก ซึ่งเกิดจากการนำขยะเปลือกหอยแมลงภู่มากจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเลของประเทศไทยซึ่งเกิดขึ้นจำนวนมหาศาลในแต่ละปี และควรได้กำจัดอย่างถูกวิธีด้วยการนำกลับไปสู่ท้องทะเล และผู้เขียนในฐานะคณะผู้วิจัยได้นำกลับมาพัฒนาเป็นนวัตกรรมสีเกล็ดมุก ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าหลายระดับจากวิจัยต้นน้ำซึ่งเปลี่ยนขยะเปลือกหอยที่ไม่ย่อยสลายให้กลายเป็นเกล็ดประกายมุกที่มีความแวววาวแล้วนำไปพัฒนาต่อเป็นงานวิจัยปลายน้ำ คือ สีเกล็ดมุกทำให้ได้รับรางวัลเหรียญทองนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์นานาชาติ จากประเทศสมาพันธ์รัฐสวิส (Geneva International Invention Award) และรางวัลพิเศษจากสมาคมส่งเสริมนวัตกรรมประเทศสาธารณรัฐเกาหลี (Korea Innovation Promotion Association Award, KIPA Award) ในปี พ.ศ. 2557 ที่ผ่านมา ซึ่งนวัตกรรมดังกล่าวมิได้เป็นเพียงการหมุนเวียนขยะนำมาใช้ใหม่เท่านั้น หากแต่ต้องการปลูกจิตสำนึกการตระหนักในคุณค่าของการมีส่วนร่วมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเพื่อช่วยลดโลกร้อนทางหนึ่ง

ภาวะโลกร้อน มีผลกระทบอย่างไรต่อพวกเรา

คนทั่วไปมักเข้าใจภาวะโลกร้อนจากประสบการณ์ที่ตนรู้สึกกับสภาพอากาศที่ไม่เป็นไป

ตามฤดูกาล แต่แท้จริงแล้วการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีผลพวงต่อระบบนิเวศของโลกอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะบรรยากาศโลกที่มีความหนาแน่นประมาณพันกว่ากิโลเมตร แต่ละชั้นของบรรยากาศมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป โดยเฉพาะชั้นล่างสุดที่เราดำรงชีวิตอยู่คือ โทรโปสเฟียร์ (Troposphere) มีความหนาแน่นประมาณ 12 กิโลเมตร ประกอบด้วยก๊าซสำคัญคือออกซิเจน ร้อยละ 21 ไนโตรเจน ร้อยละ 78 อาร์กอน ร้อยละ 1 คาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 0.04 บรรยากาศชั้นนี้ยังมีกิจกรรมดินฟ้าอากาศ เช่น พายุ ฟ้าผ่า พายุ รวมถึงสามารถกักเก็บความร้อนไว้ในบรรยากาศอีกด้วย ปรากฏการณ์โลกร้อนจึงเกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศส่วนนี้ บรรยากาศชั้นนี้ทำหน้าที่คล้ายเรือนกระจกขนาดใหญ่ที่ดูดกลืนรังสีความร้อนหรืออินฟราเรดไว้ ซึ่งเป็นคลื่นความร้อนจากดวงอาทิตย์ ทำให้อุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืนไม่แตกต่างกันจนสุดขั้ว เช่นกลางวันร้อนจัดจนน้ำเดือด แต่กลางคืนเย็นจัดจนน้ำแข็ง เนื่องจากการมีก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ CO_2 , CH_4 และ ไนโตรเจนออกไซด์ ที่มีคุณสมบัติดูดกลืนรังสีความร้อนได้ดีนั่นเอง นับตั้งแต่การก่อกำเนิดโลกขึ้นมาได้มีการเปลี่ยนแปลงสภาพทางธรณีและบรรยากาศอย่างต่อเนื่อง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศโดยเฉพาะ CO_2 ได้ลดลงตามลำดับโดยถูกแปรเปลี่ยนไปเป็นหินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ด้วยกระบวนการทางธรณีเคมี ทั้งในแผ่นดินและมหาสมุทรซึ่งกินเวลาหลายพันล้านปี รวมทั้งการเกิดวัฏจักรต่างๆ ที่เอื้ออำนวยให้ชีวิตดำรงอยู่ได้อย่างสมดุลในระบบนิเวศ ความสมดุลนี้มีความเปราะบางที่อาจเสียไปหากมนุษย์เข้าไปเปลี่ยนแปลงสถานะที่เป็นอยู่



รูปที่ 2 ภาพเขียนแสดงชั้นของบรรยากาศโลก

<http://www.welcometospaceblog.com/2011/04/earths-atmosphere.html>

การที่อุณหภูมิของบรรยากาศชั้นนี้สูงขึ้นยังส่งผลต่อสภาวะอื่นๆ ตามมา กรณีหนึ่งคือ ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นอันเนื่องมาจากน้ำแข็งขั้วโลกละลาย ตามรายงานฉบับที่ 4 จาก IPCC หรือ Intergovernmental Panel on Climate Change ซึ่งเป็นหน่วยงานของสหประชาชาติ รายงานว่าในช่วง 50 ปีที่ผ่านมาพื้นที่ซีกโลกเหนือมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าเมื่อ 500 ปีที่ผ่านมา และ IPCC ยังได้คาดการณ์ต่อไปว่าในศตวรรษที่ 21 นี้ระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้นอีก 9 – 22 เซนติเมตร อันเป็นสาเหตุมาจากบรรยากาศโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนทำให้น้ำแข็งที่สะสมตาม ขั้วโลกละลาย (IPPC, 2007) สิ่งที่ตามคือการสูญเสียชายฝั่งทะเลเนื่องจากการกัดเซาะของ ระดับน้ำทะเล มีรายงานการสำรวจพื้นที่กัดเซาะชายฝั่งทะเลในฤดูมรสุม บริเวณอ่าวไทยฝั่ง ตะวันตกตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไปถึงจังหวัดปัตตานี ในปี พ.ศ. 2549 - 2550 โดยกรมทรัพยากร ทางทะเลและชายฝั่ง พบว่าการกัดเซาะชายฝั่งทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นกับจังหวัดที่มีชายฝั่ง ทะเล ซึ่งนอกจากระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นจนทำลายแนวป้องกันชายฝั่งตามธรรมชาติ เช่น ป่าชายเลนแล้ว ยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทิศทางของกระแสคลื่นลมในทะเลทำให้อัตราการ สูญเสียแนวชายฝั่งทะเลเร็วขึ้นกว่าเดิม (ปริทัศน์ เจริญสิทธิ์, 2550) การเพิ่มขึ้นของระดับ น้ำในทะเลที่สูงขึ้นเพียงไม่กี่เซนติเมตรดูไม่น่าสำคัญนักหากมิได้นำมาขยายความ นั่นคือ IPCC คาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2100 ทั่วโลกจะมีเมืองขนาดใหญ่ที่ตั้งอยู่ริมชายฝั่งทะเลและมีประชากร เกินกว่า 10 ล้านคนอยู่ถึง 23 เมือง ในจำนวนนี้ 16 เมืองเป็นเมืองที่จะได้รับผลกระทบจาก ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นโดยตรง และ กรุงเทพมหานคร ก็เป็นหนึ่งในเมืองเหล่านี้ด้วย เนื่องจาก อยู่ใกล้ฝั่งทะเลและสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยเพียง 1 เมตรเท่านั้น ผลกระทบมิได้เพียงแต่การ สูญเสียพื้นที่แห้ง แต่ยังรวมถึงการเจือปนของน้ำเค็มต่อแหล่งน้ำจืดสำหรับเมืองขนาดใหญ่ ที่ต้องใช้หล่อเลี้ยงผู้คน รวมถึงน้ำเค็มที่รุกล้ำเข้าสู่ชั้นในที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งจะส่งผลต่อการเพาะปลูกข้าวและความอุดมสมบูรณ์อีกด้วย ปริมาณน้ำแข็งที่กำลังละลาย ได้กลายเป็นน้ำจืดปริมาณมหาศาล ซึ่งกำลังจะส่งผลกระทบต่อวัฏจักรของน้ำบนโลก ทั้งใน มหาสมุทรและบรรยากาศ (Water Cycle) นั่นคือความหนาแน่นของน้ำทะเลจะลดลงอัน เนื่องมาจากความเค็มที่ลดลง ส่งผลต่อกระแสน้ำหรือการถ่ายเทมวลน้ำในมหาสมุทร และ ยังกระทบต่อความสามารถดูดซับความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่น้อยลงด้วย ซึ่งพื้นที่ร้อยละ 80 ของเปลือกโลกมีมหาสมุทรเป็นแหล่งดูดซับความร้อน ระดับความเค็มที่เปลี่ยนไปของน้ำทะเล ยังกระทบต่อชีวิตสัตว์ในทะเล ห่วงโซ่อาหารและความอุดมสมบูรณ์ของท้องทะเล นอกจาก การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำในมหาสมุทร อันเกิดจากการละลายของน้ำแข็งตามขั้วโลกแล้ว ปริมาณน้ำแข็งที่สะสมตามเทือกเขาสำคัญของโลกกลับลดลงอย่างเห็นได้ชัดในรอบ 50 ปี ที่ผ่านมา ทั้งนี้ น้ำแข็งบนยอดภูเขาสูงเป็นที่มาของธารน้ำแข็งขนาดใหญ่อันเป็นแหล่งสะสม น้ำจืดปริมาณมหาศาลนอกเขตขั้วโลก ซึ่งปกติมีการละลายตัวและแข็งตัวสะสมสลับไปตาม

วัฏจักรฤดูกาล น้ำแข็งเหล่านี้เป็นแหล่งต้นน้ำจืดที่สำคัญให้แก่ประชากรในเขตพื้นราบได้ใช้อุปโภคบริโภค ในบรรดาธารน้ำแข็งสำคัญนั้น ธารน้ำแข็งแห่งเทือกเขาหิมาลัยมีปริมาณและขนาดใหญ่ที่สุด ตามรายงานฉบับที่ 4 ของ IPPC ระบุว่าปริมาณธารน้ำแข็งที่สะสมบนเทือกเขาที่ทอดยาวกว่า 3,000 กิโลเมตรแห่งนี้มีปริมาณน้ำแข็งสะสมถึง 12,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร ซึ่งธารน้ำแข็งเหล่านี้เป็นต้นกำเนิดแม่น้ำสายสำคัญของประเทศในภูมิภาคเอเชียใต้ ได้แก่ แม่น้ำสินธุ แม่น้ำคงคา และ แม่น้ำพรหมบุตร แม่น้ำเหล่านี้เป็นแหล่งน้ำจืดให้แก่ประชากรกว่า 500 ล้านคนในประเทศอินเดีย เนปาล ภูฏาน และบังกลาเทศ ธารน้ำแข็งบางส่วนยังเป็นแหล่งน้ำจืดให้แก่ ประเทศในภูมิภาคสุวรรณภูมิ ได้แก่ แม่น้ำโขง ซึ่งไหลผ่าน ประเทศจีน ลาว ไทย กัมพูชา และ เวียดนาม รวมทั้งแม่น้ำอิรวดี ซึ่งเป็นแม่น้ำสำคัญสำหรับการเพาะปลูกของที่ราบลุ่มในประเทศพม่า (Solomon, Qin, and et al , 2009) ยังมีข้อมูลจากองค์การกองทุนสัตว์ป่าโลกสากล (World Wide Fund for Nature) หรือ WWF ซึ่งให้เห็นว่าธารน้ำแข็งหิมาลัยกำลังได้รับผลกระทบจากภาวะโลกร้อน ด้วยอัตราการละลายที่เร็วกว่าธารน้ำแข็งอื่นในโลก เป็นที่คาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2035 หากโลกยังร้อนขึ้นในอัตราที่เป็นอยู่ เชื่อว่าขนาดของธารน้ำแข็งหิมาลัยจะหดตัวลงจาก 500,000 ตารางกิโลเมตร เหลือเพียง 100,000 ตารางกิโลเมตร และแน่นอนว่าปริมาณน้ำในแม่น้ำสายสำคัญที่กล่าวมาจะเหือดแห้งลงอย่างเห็นได้ชัด (WWF, 2005)

ภาวะโลกร้อนยังมีส่วนเกี่ยวโยงต่อสภาวะอากาศที่รุนแรง เช่น การก่อตัวของพายุไต้ฝุ่น เฮอริเคน และไซโคลน การที่ผิวโลกส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยน้ำแล้วได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ก่อให้เกิดไอน้ำลอยตัวไปกระทบกับอากาศเย็นที่อยู่สูงขึ้นไป จับตัวเป็นเมฆและกลั่นตัวเป็นฝน เกิดเป็นวัฏจักรของน้ำ จึงเห็นได้ว่าบรรยากาศและมหาสมุทรมีความเชื่อมโยงกันอย่างใกล้ชิด เป็นที่แน่ชัดว่าระดับอุณหภูมิของน้ำทะเลที่สูงขึ้นผิดปกติมีส่วนเกี่ยวข้องกับการก่อตัวของพายุไต้ฝุ่น ระดับอุณหภูมิน้ำทะเลที่สูงเกินกว่า 40 องศาเซลเซียสจะส่งผลต่อขนาดพายุที่ก่อตัวรุนแรงตามลำดับ สภาวะโลกร้อนจึงส่งผลต่อภูมิอากาศที่รุนแรงตามมา รวมทั้งระยะเวลาของฤดูกาลที่สั้นหรือยาวกว่าเดิมเป็นสาเหตุความไม่แน่นอนของฤดูกาล นอกจากนี้อากาศร้อนขึ้นที่นานขึ้นส่งผลต่อการแพร่ขยายพันธุ์แมลง ได้แก่ แมลงวัน ยุง มด ปลวก แมลงสาบ เป็นต้น ในประเทศเซตอปุ่นแมลงเหล่านี้แพร่ขยายพันธุ์ได้ในบางฤดู มีรายงานจากสภาการปกป้องทรัพยากรธรรมชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ออกคำเตือนการระบาดของโรคไข้จับสั่น ไข้เลือดออก และ อหิวาตกโรค ซึ่งเป็นโรคเขตร้อนในมลรัฐตอนใต้ของประเทศ ได้แก่ รัฐฟลอริดา หลุยส์เซียน่า ปรากฏการณ์ระบาดของโรคที่มียุงและแมลงวันเป็นพาหะได้ขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วเมื่ออากาศร้อนขึ้น (Natural Resources Defense Council, 2009) จึงเห็นได้ว่าการที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นเพียง 1-2 องศาเซลเซียส สร้างผลกระทบแก่ภูมิอากาศของโลกและผลกระทบ

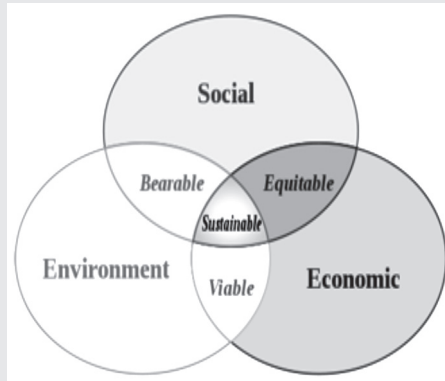
ต่อความเป็นอยู่ของชีวิตผู้คนอย่างกว้างขวาง

สภาวะโลกร้อน กับ การสูญเสียโอโซนในชั้นบรรยากาศ

สภาวะโลกร้อน กับการลดลงของโอโซนในชั้นบรรยากาศโลกเป็นคนละเรื่องกัน เนื่องจากปัญหาภาวะโลกร้อนเกิดขึ้นในบรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์ โดย CO_2 และไอน้ำซึ่งหนักกว่าก๊าซโอโซน (O_3) จะอยู่ในบรรยากาศชั้นนี้ ในขณะที่บรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ (Stratosphere) ซึ่งสูงขึ้นไปอีก 12 จนถึง 50 กิโลเมตรประกอบไปด้วยก๊าซโอโซน (O_3) ถึงร้อยละ 80 ก๊าซนี้มีคุณสมบัติดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตชนิด B ซึ่งเป็นสาเหตุของมะเร็งผิวหนัง การค้นพบรูโหว่ของโอโซนที่ขั้วโลกใต้ในปี ค.ศ. 1985 โดยนักสำรวจชาวอังกฤษซึ่งได้ตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสาร Nature ทำให้เกิดข้อวิตกกังวลที่แพร่ขยายวงกว้างจนสร้างความสับสนให้ผู้คนทั่วไปว่ารูโหว่ของชั้นโอโซนเป็นสาเหตุของสภาวะโลกร้อนและส่งผลให้น้ำแข็งขั้วโลกละลาย ซึ่งความจริงไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกันแต่อย่างใด เนื่องจากรังสีอัลตราไวโอเลตที่ผ่านทะลุชั้นบรรยากาศลงมามีได้ให้อิทธิพลความร้อนโดยตรง หากแต่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในพื้นที่นั้น อย่างไรก็ตามการค้นพบดังกล่าวได้นำไปสู่ ข้อตกลงมอนทรีออลในการลดสารทำลายชั้นโอโซน (Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer) ในเดือนกันยายน ปี ค.ศ. 1987 (Theozonehole, 2006) เพื่อให้ประเทศอุตสาหกรรมลดการปล่อยสารคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon, CFC) ซึ่งเป็นสารที่ใช้ทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ และ บรรจุในกระป๋องสเปรย์

ความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม

การสร้างควมยั่งยืนให้แก่สิ่งแวดล้อม เป็นการกระทำเพื่อปกป้องสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติโดยเน้นการอนุรักษ์รักษาสภาพสิ่งแวดล้อมให้กลับมาเกื้อหนุนการดำรงชีวิตมนุษย์ การสร้างความยั่งยืนสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องสำคัญเนื่องจากการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติล้วนแต่จะหมดไปหากไม่มีวิธีทำให้ทรัพยากรเหล่านั้นหมุนเวียนเกิดขึ้นอีก การเข้าใจวัฏจักรหรือวงจรความยั่งยืนในธรรมชาติจึงเป็นเรื่องสำคัญ โดยควรมองภาพบริบทความยั่งยืน ซึ่งประกอบด้วยความยั่งยืน 3 ประการคือ ความยั่งยืนของสังคม (Social Sustainability) ความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม (Environmental Sustainability) และ ความยั่งยืนของเศรษฐกิจ (Economic Sustainability) ความยั่งยืนทั้งสามด้านนี้ ถือเป็นเครื่องแสดงถึงความยั่งยืนในปัญหาด้านต่าง ๆ ที่โลกกำลังประสบอยู่ หากเราใดเสียหนึ่งในระบบเสียความแข็งแรงไปจะส่งผลต่อความยั่งยืนโดยรวมของภูมิภาคนั้น องค์การของโลกร่วมกันให้ความสำคัญต่อความยั่งยืนแตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่น ประเทศในกลุ่มองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา หรือ OECD



รูปที่ 3 ความยั่งยืนแต่ละมิติ ส่งผลตามมาคือ ความยั่งยืนของสังคมกับเศรษฐกิจส่งผลไปสู่ความเป็นธรรมในสังคม (Equitable) ความยั่งยืนของเศรษฐกิจกับสิ่งแวดล้อม ส่งผลไปสู่การดำเนินชีวิต (Viable) ที่ยั่งยืน และ ความยั่งยืนของสังคมกับสิ่งแวดล้อม ส่งผลไปสู่การรับมือได้ (Bearable) ต่อสถานการณ์ที่อาจเปลี่ยนแปลงหรือความไม่แน่นอน

ให้ความสำคัญต่อความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ ซึ่งมองเห็นว่าหากประเทศมีระบบเศรษฐกิจที่แข็งแกร่งย่อมนำมาซึ่งความยั่งยืนแก่การดำรงชีพ ประเทศในกลุ่มนี้จึงให้ความสำคัญต่อการพัฒนามนุษย์ ด้านการอ่าน การคิดวิเคราะห์ และการสื่อสาร ซึ่งนำการสอบวัดประเมินผลสำหรับนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) มาใช้ ด้วยเชื่อว่าบุคคลที่มีความสามารถดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะสร้างรายได้ให้แก่ตนเองสูงและนำไปสู่เศรษฐกิจที่ยั่งยืน ส่วนองค์การอย่าง สำนักงานโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (UNDEP) และองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อม (EPA) รวมทั้งองค์การกองทุนสัตว์ป่าโลกสากล ให้ความสำคัญต่อความยั่งยืนสิ่งแวดล้อม ในขณะที่องค์การสหประชาชาติให้ความสำคัญต่อความมั่นคงของสังคมโดยเฉพาะสถานการณ์ความขัดแย้งระหว่างประเทศ แม้ว่าจะมีบางหน่วยงานขององค์การสหประชาชาติให้ความสนใจในภาพรวมมากขึ้น เช่น องค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ หรือ UNESCO ที่ให้ความสำคัญด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม แต่ในปัจจุบันยังไม่มีหน่วยงานใดให้ความสำคัญโดยภาพรวมทั้งหมด

Herman Daly ผู้บุกเบิกทฤษฎีความยั่งยืนในระบบนิเวศ ได้ให้ความเห็นอย่างเป็นกลางว่าในบรรดาความยั่งยืนทั้งสามเสา ความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญที่สุด เนื่องจากมนุษย์ต้องอาศัยสิ่งแวดล้อมในการดำรงชีวิต ระบบนิเวศในสิ่งแวดล้อมดังกล่าวได้แก่ มนุษย์สังคม วัฒนธรรม และ ธรรมชาติ ซึ่งเขาได้เสนอหลักความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมดังนี้ (Daly, 1990)

1) การใช้ทรัพยากรไม่ควรเกินอัตราการผลิตของทรัพยากรนั้น

ทรัพยากรจากธรรมชาติ เช่น น้ำสะอาด ป่าไม้ ลัตว์น้ำในทะเล รวมทั้งตัวมนุษย์เอง ล้วนแต่มีวัฏจักรการเกิดขึ้นใหม่ซึ่งใช้เวลาเกิดขึ้นแตกต่างกันไป จึงควรวางแผนการใช้ทรัพยากรเหล่านี้อย่างรอบคอบ ตัวอย่างเช่น ในปี ค.ศ. 1975 ประเทศญี่ปุ่นมีความต้องการใช้ไม้ซุงในแต่ละปีอยู่ที่ประมาณ 89 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งได้จากการทำป่าไม้ภายในประเทศมาโดยตลอด แต่ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 เป็นต้นมาก็เริ่มลดการตัดไม้ภายในประเทศลงตามลำดับ จนปริมาณการตัดไม้ซุงในประเทศลดลงเหลือ 30 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี เพื่อให้สมดุลต่อการเติบโตของป่าไม้ในประเทศ ซึ่งเกิดจากการศึกษาและวางแผนการใช้ทรัพยากรป่าไม้อย่างรอบคอบ เนื่องจากไม้สนที่มีขนาดตัดใช้งานได้ต้องใช้เวลาลูกบาศก์ถึง 30 ปี ดังนั้นแม้ว่าความต้องการใช้ไม้ของประเทศในปี ค.ศ. 2007 ยังคงอยู่ในปริมาณเท่าเดิม แต่รัฐบาลได้แก้ปัญหาโดยการนำเข้าไม้แปรรูปและไม้ซุงจากต่างประเทศเพื่อคงอัตราการผลิตของป่าไม้ไว้ การจัดการป่าไม้ในประเทศญี่ปุ่นนับเป็นตัวอย่างการเก็บเกี่ยวทรัพยากรภายในประเทศที่ยั่งยืน (Forest Agency, 2009)

2) การผลิตของเสีย ไม่ควรเกินกำลังการกำจัดโดยสิ่งแวดล้อมนั้น

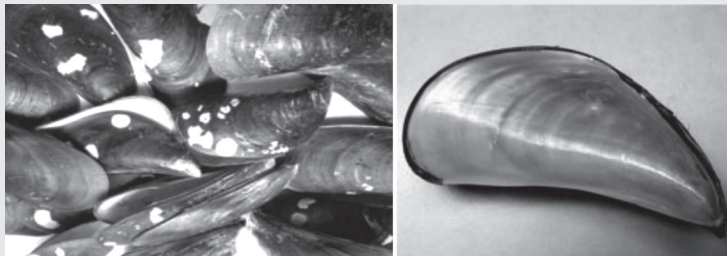
ปกติธรรมชาติมีกระบวนการกำจัดของเสียโดยมีผู้ย่อยสลาย อาทิ จุลินทรีย์ เห็ด รา รวมไปถึงสัตว์ และพืช การย่อยสลายเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นกับอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของเสียที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่คือ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen Sulfide, H_2S) CO_2 และ CH_4 ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก และความร้อน การกำจัดของเสียเหล่านี้หากเกินกว่ากำลังการย่อยสลายจะเกิดซากของเสีย เช่น แม่น้ำเจ้าพระยาเมื่อร้อยปีที่แล้วผู้คนสามารถนำน้ำมาใช้อุปโภคได้ ทั้งที่ประชากรทิ้งสิ่งปฏิกูลลงในแม่น้ำ แต่เนื่องจากระบบย่อยสลายในแม่น้ำ ได้แก่สัตว์น้ำซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากลดจำนวนลง รวมทั้งการปล่อยของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมในปริมาณมาก เป็นสาเหตุให้แม่น้ำเจ้าพระยาเริ่มเน่าเสีย บางพื้นที่มีค่า O_2 ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน โดยเฉพาะในหน้าแล้ง เนื่องจากมีปริมาณน้ำน้อยกว่าทุกฤดูกาล

3) การหาทดแทนทรัพยากรที่กำลังหมดสิ้นไป

มนุษย์กำลังใช้ทรัพยากรหลายอย่างให้หมดสิ้นไปจากโลก ที่เห็นได้ชัดคือเชื้อเพลิงจากฟอสซิลได้แก่ น้ำมันดิบ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ มนุษย์ใช้ทรัพยากรนี้มาเพียงแค่ 100 ปีเศษ นักวิทยาศาสตร์คาดว่าทรัพยากรดังกล่าวจะหมดสิ้นไปหรือไม่คุ้มทุนที่จะขุดขึ้นมาใช้ไปอีก 30 ปีข้างหน้า ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเชื้อเพลิงอื่นที่เกิดความยั่งยืน อาทิการผลิต เอทานอล (Ethanol) จากมันสำปะหลัง อ้อย และหญ้า การใช้พลังงานจากแสงแดด เป็นต้น เชื้อเพลิงและพลังงานดังกล่าวสามารถนำมาใช้ทดแทนได้และเกิดความยั่งยืน

การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ

มีหลายวิธีที่มนุษย์สามารถช่วยลดภาวะโลกร้อน นอกจากการลดกิจกรรมเผาไหม้ การใช้ทรัพยากร และพลังงานเท่าที่จำเป็นหรือ ใช้หลักความพอเพียงตามแนวพระราชดำริ เหล่านี้เป็นวิธีที่ง่าย แต่ต้องอาศัยความตั้งใจ นอกจากการลดกิจกรรมดังกล่าวแล้ว การเข้าใจ กระบวนการธรรมชาติที่พืชและสัตว์กักเก็บคาร์บอน (Carbon Sequestration) ในอากาศและน้ำ ให้อยู่ในรูปมวลชีวภาพก็เป็นเรื่องสำคัญ เพื่อผู้คนจะได้หลีกเลี่ยงกิจกรรมที่ปลดปล่อย CO_2 ออกจากซากสิ่งมีชีวิต กระบวนการกักเก็บคาร์บอนของสิ่งมีชีวิตเป็นการนำคาร์บอนใน สิ่งแวดล้อมซึ่งส่วนใหญ่หมายถึง CO_2 ซึ่งสิ่งมีชีวิตนำไปเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีให้เป็น สารประกอบคาร์บอนตัวอื่น วิธีการที่รู้จักกันดีคือ การปลูกต้นไม้เพื่อดูดซับ CO_2 โดยที่ต้นไม้ นำคาร์บอนที่ได้ไปสร้างแป้งและน้ำตาลรวมทั้งเส้นใยเซลลูโลส ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของลำต้นและใบ การเพิ่มปริมาณต้นไม้ด้วยการปลูกป่าจึงเป็นการกักเก็บคาร์บอนที่ได้ผลดี โดยต้องไม่เผาทำลายต้นไม้ซึ่งจะเป็นการคาย CO_2 กลับสู่บรรยากาศอีก ส่วนการลดปริมาณ คาร์บอนในมหาสมุทรก็มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนเนื่องจากบรรยากาศและมหาสมุทรมีความ เกี่ยวเนื่องกันอย่างใกล้ชิด การกักเก็บคาร์บอนของสิ่งมีชีวิตในมหาสมุทรกลับมีวิธีที่แตกต่างไป เนื่องจากพืชในทะเลมีปริมาณน้อยกว่าบนแผ่นดิน ดังนั้นกระบวนการดังกล่าวกลับเกิดขึ้นกับ สัตว์บางประเภทที่สามารถกักเก็บคาร์บอนเพื่อมาใช้สร้างที่อยู่และเปลือก สัตว์เหล่านี้ได้แก่ ปะการัง ซึ่งกักเก็บคาร์บอนในรูปของหินปูนเพื่อสร้างรังที่อยู่อาศัย ปริมาณของปะการังที่เพิ่มขึ้น ในแต่ละปี แสดงให้เห็นปริมาณคาร์บอนจากน้ำทะเลในมหาสมุทรที่ถูกกักเก็บไว้ นอกจากนี้ หอยยังเป็นสัตว์อีกประเภทที่ดึงคาร์บอนในน้ำทะเลมาใช้สร้างเปลือก การเพาะเลี้ยงหอยจึงเป็น กระบวนการหนึ่งที่ช่วยลดโลกร้อนได้ มีงานวิจัยจากมหาวิทยาลัยออสเตรเลียใต้ (University of South Australia) ได้ศึกษาความสามารถกักเก็บคาร์บอนของหอยนางรมจากน้ำทะเลใน มหาสมุทร พบว่าหอยนางรมโตเต็มวัยอายุ 2 ปีมีน้ำหนัก 83 กรัม สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ เท่ากับ 8.39 กรัม นั่นคือเก็บคาร์บอนได้ถึงร้อยละ 10 ของน้ำหนักทั้งหมด (Hickey, 2009) การค้นพบนี้ทำให้ทราบว่าเราสามารถลดปริมาณคาร์บอนในมหาสมุทรได้ด้วยการเพาะเลี้ยงหอย ในเชิงปริมาณเช่นเดียวกับการปลูกป่า อย่างไรก็ตามการจัดการกับเปลือกหอย ซึ่งเป็นแหล่งของ คาร์บอนต้องใช้กระบวนการที่เหมาะสมด้วย



รูปที่ 4 เปลือกหอยแมลงภู่มะลิสีทั้ง ซึ่งได้จากอุตสาหกรรมอาหารทะเล ในแต่ละปีมีจำนวนมากถึง 50,000 ตัน ภายในเปลือกหอยมีลักษณะมันวาวสวยงามเป็นประกายมุก

กรณีเปลือกหอยแมลงภู่มะลิสีทั้ง

สำหรับประเทศไทยมีการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่มะลิสีทั้ง (*Perna Viridis*) ซึ่งมีการเพาะเลี้ยงตามแนวชายฝั่งทั้งในภาคตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก จากข้อมูลขององค์การอาหารและเกษตรกรรมแห่งสหประชาชาติ ซึ่งอ้างข้อมูลจากกรมประมงของประเทศไทย พบว่าในแต่ละปีประเทศไทยมีกำลังการผลิตหอยแมลงภู่มะลิสีทั้งประมาณ 1 แสนตันต่อปี และเมื่อมีการคัดแยกเนื้อหอยออกแล้ว มีขยะเปลือกหอยจำนวนถึง 5 หมื่นตันในแต่ละปี (Pongsri & Sukumasavin, 2005) ขยะเปลือกหอยเหล่านี้ส่วนใหญ่ถูกนำไปกำจัดโดยการถมลงในดิน ซึ่งสร้างผลเสียต่อระบบนิเวศของดินกล่าวคือทำให้ดินเสียความพรุนและความอุดมรวมทั้งลดการดูดซึมน้ำ นอกจากนี้เปลือกหอยดังกล่าวย่อยสลายยากจึงคงอยู่ในเนื้อดินและหากถูกกักความร้อนด้วยกรดก็จะคาย CO_2 ออกมาสู่บรรยากาศ มีกรณีการนำเปลือกหอยแมลงภู่มะลิสีทั้งไปใช้ถมดินเกิดขึ้นที่ วัดสร้างโคก ตำบลคลองด่าน จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งได้รับบริจาคเปลือกหอยแมลงภู่มะลิสีทั้งจำนวนหลายสิบตันเพื่อใช้ถมพื้นที่บ่อภายในวัด ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่าจากเศษเนื้อหอยหนอน และแมลงวันจำนวนมาก ปัญหาดังกล่าวทำให้เทศบาลอำเภอบางบ่อนำน้ำจุลินทรีย์มาฉีดเพื่อลดปัญหากลิ่นเน่า (Nation Photo, 2013)

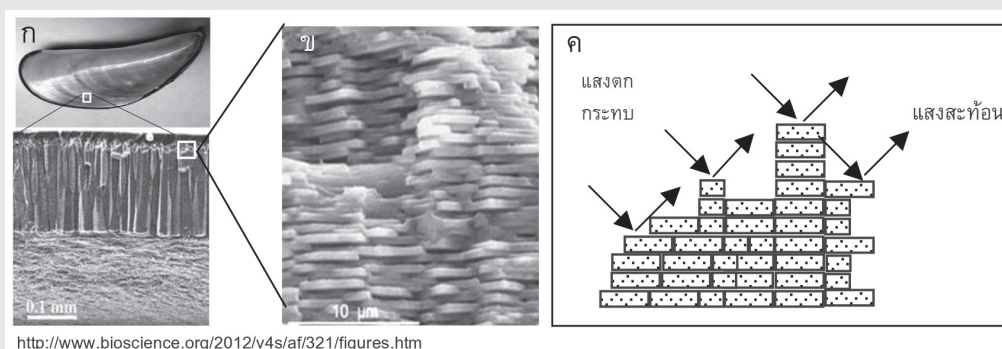


รูปที่ 5 การนำเปลือกหอยแมลงภู่มานำจำนวนมากจากโรงงานอุตสาหกรรม มาใช้ถมดินสร้างปัญหามลภาวะและสุขอนามัย จากกลิ่นที่เหม็นอย่างรุนแรง รวมทั้งแมลงวันและหนอนจำนวนมากที่เกิดขึ้น เปลือกหอยดังกล่าวจะปลดปล่อย CO_2 ออกเมื่อสัมผัสกับกรด

ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นในต่างประเทศเช่นกัน ในปี ค.ศ. 1994 มีรายงานว่า การกำจัดเปลือกหอยแมลงภู่นำมาด้วยการฝังกลบ สร้างปัญหาให้แก่สิ่งแวดล้อมเนื่องจากกลิ่นเหม็นและทำลายคุณภาพดิน ทำให้ดินเป็นพิษและลดการดูดซึมของน้ำ (Kreis and et al, 1994) มีข้อเสนอแนะจากงานวิจัยในการกำจัดเปลือกหอยแมลงภู่ว่าเพาะเลี้ยงในมลรัฐนิวยอร์ก ว่าการกำจัดเปลือกหอยควรนำไปกำจัดในทะเลให้กระบวนการในทะเลเป็นตัวย่อยสลาย โดยที่เศษเปลือกหอยยังคงสภาพของเปลือกหินปูนอยู่อย่างเดิม (Crozier & Molloy, 2014) นอกจากนี้ยังมีการนำเปลือกหอยกลับสู่ท้องทะเลเพื่อสร้างแหล่งอนุบาลสัตว์อ่อน มีรายงานวิจัยจากมหาวิทยาลัยเท็กซัส (University of Texas A&M at Corpus Christi) ในปี ค.ศ. 2009 ได้ศึกษาการหมุนเวียนเปลือกหอยนางรมซึ่งในแต่ละปีมีจำนวนหลายหมื่นตันจากการบริโภคเนื้อหอย โดยอาสาสมัครรวบรวมขอเปลือกหอยจากตลาดสดและภัตตาคารอาหารทะเล แล้วนำไปกลับไปทิ้งในอ่าวเม็กซิโกเพื่อสร้างกองหินสำหรับเพาะเลี้ยงหอยนางรมในฤดูแพร์ฟันท์ ซึ่งนอกจากเป็นการลดมลภาวะในพื้นที่ดินและลดการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 แล้ว ยังเป็นการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตอีกทางหนึ่ง (Oyster Recycling Program, 2009)

มุก: คุณค่าเปลือกหอย

ในธรรมชาติมีเปลือกหอยเพียงไม่กี่ชนิดที่ให้คุณสมบัติของผิวมุก หอยที่มีเปลือกชั้นมุกหรือ Nacreous ได้แก่ หอยมุก หอยแมลงภู่ หอยนางรม หอยเป่าฮื้อ หอยนมสาว และหอยงวงช้าง เป็นต้น ความเหลือบมันของผิวมุกเกิดจากวัสดุที่เป็นผลึกหินปูน เรียกว่า อะราโกไนต์ (Aragonite) ซึ่งเป็นสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต เรียงตัวอย่างเป็นระเบียบในแนวตั้ง แต่ละชั้นมีความหนาประมาณ 50 นาโนเมตร แผ่นผลึกอะราโกไนต์ เหล่านี้เรียงซ้อนตัวสูงต่ำต่างกันในระดับความยาวคลื่นแสง คือระหว่าง 200 – 800 นาโนเมตร จึงทำตัวคล้ายปริซึมที่หักเหคลื่นแสงและสะท้อนแสงออกมาจากผิวหน้าผลึกตามมุมตกกระทบของแสงที่ต่างกันไป ทำให้เกิดปรากฏการณ์สีรุ้งเหลือบมันจากเปลือกหอย (Blank, Arnoldi, Khoshnavaz, et al, 2003)



รูปที่ 6 ภาพขยายโครงสร้างของชั้นมุกหรือ Nacreous (ก) ภาพตัดขวางของชั้นเปลือกหอยด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (ข) ผลึกแผ่นอะราโกไนต์ที่มีลักษณะแบนวางซ้อนกันจนเกิดเป็นชั้นมุกของเปลือกหอย (ค) ภาพลายเส้นตัดขวาง แสดงความสูงต่ำที่แตกต่างกันของแท่งแผ่นอะราโกไนต์

นวัตกรรมสื่อศิลปะ จากเกล็ดประกายมุก

การกำจัดเปลือกหอยจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลที่เหมาะสมตามที่กล่าวมาคือการนำคืนกลับสู่ท้องทะเลเพื่อให้กระบวนการในทะเลย่อยสลาย หรือเป็นการสร้างแหล่งอนุบาลให้แก่สัตว์น้ำ แต่หากพิจารณาคุณสมบัติประกายมุกที่สวยงาม น่าจะเป็นประโยชน์ต่อสุนทรียภาพด้านการสร้างสรรค์ผลงานศิลปะได้ดี เนื่องจากความมันวาวของเกล็ดมุกสร้างความตื่นตาตื่นใจให้แก่ผู้ชม ในกรณีนี้เปลือกหอยแมลงภู่ซึ่งเป็นขยะจำนวนมากและหาได้ง่าย ทำให้เกิดคำถามในงานวิจัยที่นำไปสู่นวัตกรรมสื่อสร้างสรรค์ศิลปะ โดยมีการวิจัยพัฒนากระบวนการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่จากอุตสาหกรรมอาหารทะเลให้เป็นเกล็ดประกายมุก ซึ่งเป็นงานวิจัยต้นน้ำ (Upstream

research) หลังจากนั้นจึงเป็นการวิจัยเพื่อนำเกล็ดประกายมุกมาใช้สร้างนวัตกรรมสีเกล็ดมุก ซึ่งเป็นงานวิจัยปลายน้ำ (Downstream research)

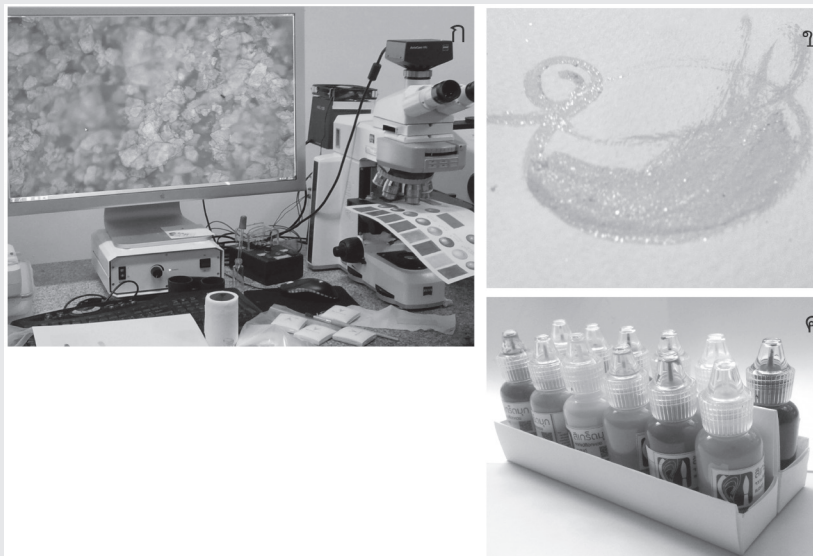
1. การแปรรูปเกล็ดประกายมุก: งานวิจัยต้นน้ำ

ในปีพ.ศ. 2555 ดร.สนอง เอกสิทธิ์ หัวหน้าโครงการวิจัยแห่งหน่วยปฏิบัติการวิจัย อุปกรณ์รับรู้ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ประสบความสำเร็จ การแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่ให้เป็นเกล็ดประกายมุกด้วยการสลายโปรตีนบนผิวเปลือกหอย และทำลายชั้นโปรตีนที่ยึดแผ่นฟอสฟอรัสโกโนต์ในชั้นมุกของเปลือกหอยได้สำเร็จ (Jirapisitkul, Wongravee, Thammacharoen, Ekgasit, 2012) เกล็ดประกายมุกที่ได้จากกระบวนการ ดังกล่าวสามารถนำไปคัดแยกขนาดตามความต้องการ งานวิจัยดังกล่าวเป็นการเร่งการ สลายตัวเปลือกหอยตามกลไกธรรมชาติเพื่อลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้นนับหมื่นตันในแต่ละปี จากโรงงานอุตสาหกรรม โดยไม่ปลดปล่อย CO₂ ออกสู่บรรยากาศ นอกจากจะเป็นกระบวนการ ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเพิ่มมูลค่าให้แก่ขยะเปลือกหอย แทนการนำไปฝังกลบลง ในดิน คณะนักวิจัยเชื่อว่าเกล็ดประกายมุกที่แปรรูปแล้วสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อทดแทน แร่ไมกา (Mica) ซึ่งปัจจุบันเป็นวัตถุดิบเทียมมุกและเป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งผู้ใช้ คนงาน ผู้ผลิต สีมุกและเครื่องสำอาง นอกจากนี้เกล็ดมุกที่ขจัดโปรตีนแล้วยังสามารถนำไปใช้ใน อุตสาหกรรมปุ๋ย เพื่อใช้เป็นแหล่งกักเก็บสารอาหารที่ทยอยปลดปล่อยให้แก่พืชที่ละน้อยได้ นับ ได้ว่านวัตกรรมดังกล่าวได้เปลี่ยนขยะให้เป็นสิ่งมีมูลค่าและสร้างความยั่งยืนให้แก่สิ่งแวดล้อม

2. การพัฒนาสีเกล็ดมุก: งานวิจัยปลายน้ำ

งานวิจัยนวัตกรรมสีเกล็ดมุกเป็นการพัฒนาสีสัระบายน้ำ ได้รับทุนวิจัยจากสำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาสีชนิดพิเศษที่มีคุณสมบัติเป็น ประกายแวววาว และทดแทนการใช้สารไมกาซึ่งเป็นแร่หินและเป็นอันตรายต่อสุขภาพผู้ใช้ (ปณณรัตน์ พิชญ์ไพฑูริย์ และ ภูษงค์ โรจน์แสงรัตน์, 2557) ซึ่งคณะผู้วิจัยได้กำหนด คุณสมบัติและพัฒนาเนื้อสีละลายน้ำกึ่งทึบแสงที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการนำมาใช้กับเกล็ด มุกขนาดประมาณ 75 - 100 ไมครอนเพื่อให้ได้สีเกล็ดมุกที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดีสามารถ ใช้สร้างสรวงงานจิตรกรรมและสนองต่อกิจกรรมศิลปะในสถานศึกษาได้ โดยพัฒนาเนื้อสีที่มี คุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 1) ละลายน้ำได้ดี เพื่อให้ใช้งานง่ายสำหรับกิจกรรมทุกระดับ



รูปที่ 7 (ก) การตรวจความหนาแน่นและการกระจาย ตัวของเกล็ดมุกในเนื้อสี ในห้องปฏิบัติการ

(ข) การทดสอบเนื้อเกล็ดมุกที่ปรากฏในเนื้อสี

(ค) สีเกล็ดมุกบรรจุในขวดพร้อมใช้งาน

2) ชั้นและแขวนตัว (Emulsions) เพื่อให้อนุภาคในเนื้อสีมีการกระจายตัวดีกล่าวคือเพียงพอให้เกล็ดมุกสามารถแขวนตัวลอยอย่างสม่ำเสมอไม่ตกตะกอน

3) กึ่งโปร่งใส ทั้งนี้ขึ้นกับความเข้มข้นของเนื้อสีที่ใช้ หากต้องการทึบแสงควรใช้สีชั้น หากต้องการกึ่งโปร่งใสควรผสมน้ำ

4) รวมตัวและรุกรานกันระหว่างสีได้ มีความตึงผิวที่พอเหมาะ สีนไม่หนืดอันเนื่องมาจากความเข้มข้นของเนื้อสี ให้การไหลตัวและรวมตัวได้ดี

5) ยึดเกาะเกล็ดมุกได้ดี

จุดเด่นของสีเกล็ดมุก

1) ให้สีที่มีความใส 12 เฉดสี โดยเทียบกับรหัสสีแพนโทน สีน้ำเงินรหัส 072M สีส้มรหัส 151M สีแดงรหัส 186M สีน้ำตาลรหัส 202M สีชมพูรหัส 213M สีฟ้ารหัส 279M สีเขียวแก่รหัส 354M สีเขียวอ่อนรหัส 802M สีเหลืองรหัส 803M และสีม่วงรหัส 2587M รวมทั้งสีดำ และ สีขาว แต่ละสีสามารถผสมให้เกิดเฉดสีใหม่ได้ มีคุณสมบัติรุกรานผสมกับสีใกล้เคียงบนกระดาษเปียกได้อย่างเร็ว แต่น้อยกว่าสีน้ำเนื่องจากเนื้อสีมีความข้นและทึบกว่า

2) สีเกล็ดมุกละลายน้ำได้ สีเกล็ดมุกมีคุณสมบัติเหมือนสีน้ำทั่วไป แต่เมื่อแห้งแล้ว จะละลายน้ำได้น้อยลง จึงสามารถระบายสีทับบนพื้นสีเดิมที่แห้งแล้วได้ ภาพจิตรกรรมที่ระบายแห้งแล้วจะมีความทนทานกว่าสีน้ำ เนื้อสีสามารถยิดเกาะเกล็ดมุกไว้ได้แข็งแรงเมื่อใช้ชั้น และ จะลดการยิดเกาะลงเมื่อเนื้อสีเจือจางหรือใสลง

3) เกล็ดมุกปรากฏเห็นได้เมื่อสีแห้ง ในระหว่างระบายสีจะสังเกตเห็นเกล็ดมุกได้ยาก เนื่องจากเนื้อสีที่เปียกไปรบกวนการสะท้อนแสงของเกล็ดมุก ผู้ใช้สังเกตเห็นการสะท้อนของ เกล็ดมุกสีขาวเมื่อรอยสีแห้งสนิท

4) เกล็ดมุกทุกเกล็ดทำมุมสะท้อนใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากอนุภาคเกล็ดมุกมีลักษณะ เป็นแผ่นเรียบแบนวางตัวเป็นระนาบบนพื้นผิวกระดาษ ผู้สังเกตการณ์ต้องอยู่ในมุมสะท้อนของ แสงที่เหมาะสม จึงจะมองเห็นปรากฏการณ์ระยิบระยับจากเกล็ดมุก การชมภาพจิตรกรรมสีเกล็ด มุกจึงต้องเอียงผิวดูระนาบไปมาเล็กน้อยจึงจะเห็นความงามของเกล็ดมุก อย่างไรก็ตามการระบาย บนวัตถุที่มีมุมระนาบต่างก็ก็สามารถให้แสงสะท้อนที่แตกต่างกันไปได้

5) กระดาษสีเข้มช่วยให้สีเกล็ดมุกเด่นขึ้น การใช้สีเกล็ดมุกบนพื้นกระดาษสีเข้มหรือ สีดำ ช่วยทำให้ความเป็นประกายของเกล็ดมุกดูเด่นน่าสนใจขึ้นกว่ากระดาษสีขาว

ในการพัฒนาศีเกล็ดมุกต้นแบบนี้ ผู้วิจัยได้นำไปให้จิตรกรที่มีชื่อเสียงในวงการสีน้ำ อาทิ ศาสตราจารย์กิตติคุณ กำจร สุนพงษ์ศรี รองศาสตราจารย์ สมโภชน์ ทองแดง อาจารย์ มล.จิราธร จิระประวัติ จิตรกรบ้านชา ศรีวงศ์ราช จิตรกรพิระ โภคทวี อาจารย์อดิศร พรศิริกาญจน์ รวมทั้งได้รับความสนใจจากสื่อมวลชนในการเผยแพร่ประโยชน์ของนวัตกรรมนี้

จากที่ได้กล่าวไป จึงเห็นได้ว่าเรากำลังเผชิญต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปของภูมิ อากาศ อันเนื่องมาจากสภาวะโลกร้อน เราทุกคนมีส่วนร่วมกันแก้ปัญหาดังกล่าวได้ด้วยการ ปลูกต้นไม้ซึ่งจะช่วยลดปริมาณก๊าซดังกล่าวลงอย่างได้ผล ด้วยการกักเก็บคาร์บอนไว้ในต้นไม้ แล้วให้ทับถมลงในดินเมื่อต้นไม้ตายลง ตรงข้ามกับการเผาทำลายกลับเป็นการปลดปล่อย CO₂ ออกสู่บรรยากาศ การนำหลักการ 4Rs ซึ่งหมายถึง Reduce Reuse Repair และ Recycle เป็นวิธีลดปริมาณขยะอย่างได้ผล ในกรณีสีเกล็ดมุกซึ่งเป็นนวัตกรรมสีเขียวเป็นประเด็น ที่ถูกหยิบยกขึ้นมาเพื่อเป็นตัวอย่างของการจัดการขยะจากโรงงานอุตสาหกรรมให้สามารถนำไป ใช้สร้างสรรค์งานศิลปะที่ทรงคุณค่าได้ จึงเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ขยะเปลือกหอยได้หลาย ระดับและ ที่สำคัญคือผลิตภัณฑ์สีเกล็ดมุกยังช่วยปลูกจิตสำนึก การมีส่วนร่วมลดโลกร้อนได้ ซึ่ง จะช่วยให้เกิดความยั่งยืนกับสิ่งแวดล้อม อันส่งผลให้เราทุกคนบนโลกนี้มีชีวิตที่ยั่งยืนต่อไปได้



รูปที่ 8 ภาพจิตรกรรม ระบายสีเกล็ดมุกโดยศิลปินที่ให้เกียรติทดลองใช้ ก) รองศาสตราจารย์ สมโภชน์ ทองแดง ข) จิตรกรบันชา ศรีวงศ์ราช ค) จิตรกรพีระ โภคทวี ง) จิตรกรอดิศร พรศิริกาญจน์ จ) อาจารย์ มล.จิราธร จิรประวัติ ฉ) การอบรมบุคคลทั่วไปในกิจกรรม Art Go Green ช) ผลงานส่วนหนึ่งของผู้ร่วมกิจกรรม และ ช) ผลงานของนักเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อ้างอิง

ภาษาไทย

ปรีทัศน์ เจริญสิทธิ์, (2550). การสำรวจพื้นที่กีดเซาะชายฝั่งทะเลในฤดูมรสุม บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตก ตั้งแต่จังหวัดชุมพรถึงจังหวัดปัตตานี ระหว่างเดือนธันวาคม 2549-มกราคม 2550 /ปรีทัศน์ เจริญสิทธิ์. กรุงเทพมหานคร: สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.

ปณณรัตน์ พิชญ์ไพบูลย์ และภุชงค์ โรจน์แสงรัตน์, (2557). นวัตกรรมสีเคลือบจากเกล็ดกระดูกปลาที่แปรรูปจากขยะเปลือกหอยแมลงภู่ที่ได้จากอุตสาหกรรมอาหารทะเล เพื่อใช้สร้างสรรค์ผลงานศิลปะ. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ภาษาอังกฤษ

Blank, S., Arnoldi, M., Khoshnavaz, S., Treccani, L., Kuntz, M., Mann, K., Grathwohl, G., Fritz, M. (2003). The nacre protein perlucin nucleates growth of calcium carbonate crystals. *J Microsc*, 212(3), 280-291.

Crosier, D. M., & Molloy, D. P. (2014). *Zebra Mussel Identification: Disposal of Zebra Mussel Waste*. Environmental Laboratory. Retrieved April 27, 2014, from http://el.erdc.usace.army.mil/zebra/zmis/zmishelp/disposal_of_zebra_mussel_waste.htm

Daly, H. E. (1990a). Boundless bull. *Gannett Center Journal* 4(3), 113-118.

_____. (1990b). Toward some operational principles of sustainable development. *Ecological Economics*, 2, 1-6.

Kreis, R.G.Jr., Mullin, M.D., Rossman, R. and Wallace,L.L. (1994). Contaminants in Zebra Mussel Size Classes and a Comparison of Whole Mussel, Tissue and Shell Concentrates', Abstract. Fourth International Zebra Mussel Conference, March 1994, Madison WI.

Hickey, J. P. (2009). Carbon Sequestration Potential of Shellfish: The fish site. Retrieved April 27, 2014, from <http://www.thefishsite.com/articles/615/carbon-sequestration-potential-of-shellfish>.

- Forest Agency (2009). *State of Japan's Forests and Forest Management- 2nd Century Report of Japan to Montreal Process*. Retrieved July 21, 2014, from <http://www.rinya.maff.go.jp/j/kaigai/pdf/countryreport-1.pdf>
- Jirapisitkul, T., Wongravee, K., Thammacharoen, C., Ekgasit S. Pearlescent Plates of Aragonite Calcium Carbonate from Wasted Green Mussel Shells, Proceedings of the 29th MST Annual Conference, 30 January -1 February 2012, Cha-am, Thailand.
- Nation Photo, (2013). *กลิ่นเหม็นซากหอยแมลงภู่วัดสร้างโคก*. Retrieved May 10, 2014, from <http://www.youtube.com/watch?v=o7oKQg1goeY>
- Natural Resources Defense Council. (2009). *Infectious Diseases: Dengue Fever, West Nile Virus, and Lyme Disease. Climate Change Threatens Health*, Retrieved April 27, 2014, from <http://www.nrdc.org/health/climate/disease.asp>
- Pongsri, C., Sukumasavin, N. (February 1, 2005). Thailand. *National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets*. Retrieved May 3, 2014, from http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_thailand/en
- Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller. (2009). *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
- Theozonehole. (2006). *The History of Ozone Hole*, Retrieved August 9, 2014 from <http://www.theozonehole.com/ozoneholehistory.htm>
- World Wide Fund for Nature. (2005). Water crisis looms as *Himalayan glaciers retreat*, Retrieved August 8, 2014 from http://wwf.panda.org/wwf_news/press_releases/?unewsid=19111

ผู้เขียน

รองศาสตราจารย์ ดร. ปุณณรัตน์ พิชญ์ไพบุณย์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาศิลปศึกษา ภาควิชาศิลปะ ดนตรีและนาฏศิลป์ศึกษาคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330 อีเมล: ppoonara@chula.ac.th