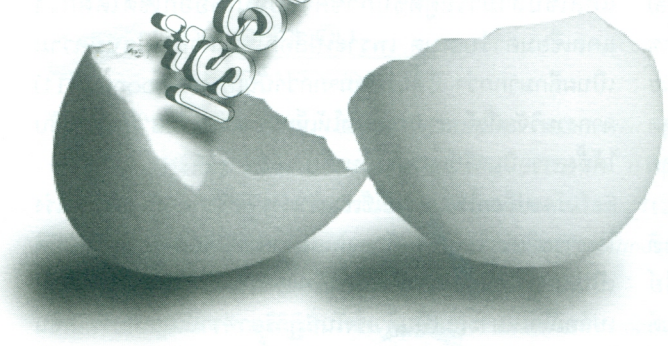
เรื่องของเปลือกไข่

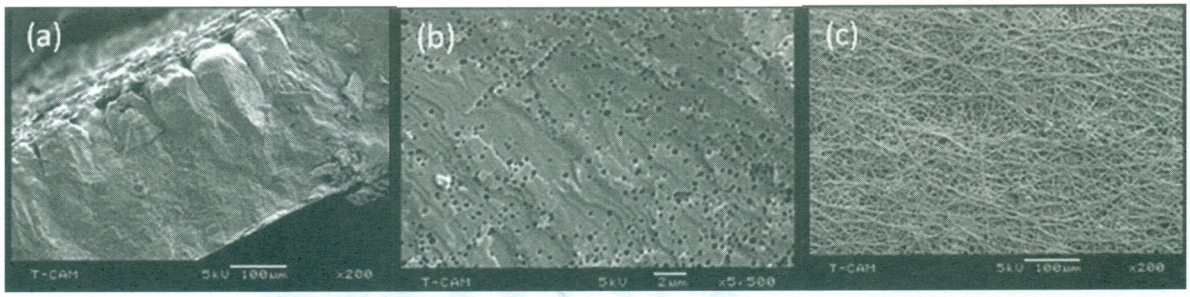


280949

รัชดาภรณ์ ปันทะรส
อาจารย์.
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

จากที่กระทรวงพาณิชย์ได้กำหนดให้ปี 2555 เป็นปีแห่งการรณรงค์บริโภคไข่ไก่ เพื่อเพิ่มอัตราการบริโภคไข่ไก่ของคนไทยจากจำนวน 150 ฟอง/คน/ปี เป็น 200 ฟอง/คน/ปี (กระทรวงพาณิชย์, 2555) ขณะที่คนญี่ปุ่นบริโภคถึง 347 ฟอง/คน/ปี คนจีน 310 ฟอง/คน/ปี คนมาเลเซีย 246 ยุโรป 214 และสหรัฐอเมริกา 243 (พูนศรี, 2548) แม้เพียงคนอเมริกันในปริมาณนี้ที่บริโภคไข่ส่งผลให้ปริมาณขยะเปลือกไข่มีมากถึง 455,000 ตัน (มูลนิธิสร้างสุขมุสลิม, 2555) หากรวมปริมาณเปลือกไข่ทั่วโลก คงเป็นปริมาณขยะเปลือกไข่มหาศาล จึงมีงานวิจัยมากมายเกี่ยวกับการนำเปลือกไข่ไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นการลดปริมาณขยะจากเปลือกไข่และเป็นการสร้างคุณค่าให้กับเปลือกไข่

หากสังเกตเปลือกไข่ด้วยตาเปล่าจะเห็นได้ว่า เปลือกไข่มีผิวที่ไม่เรียบ มีความเป็นรูพรุนและคล้ายฟองน้ำ ไข่ไก่แต่ละฟองจะประกอบด้วยรูพรุนตั้งแต่ 7,000-17,000 รูต่อฟอง รูขนาดใหญ่และเล็กมีขนาดเท่ากับ 0.022-0.029 และ 0.0038-0.0054 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Board, 1994) เปลือกไข่มีพื้นที่ผิว 1.053±0.428 ตารางเมตรต่อกรัม มีความหนา 300-350 ไมครอน (Carvalho, 2011) ความหนาของเปลือกไข่จะช่วยปกป้องเนื้อภายในของเปลือกไข่จากจุลินทรีย์และสภาพแวดล้อม และช่วยควบคุมการแลกเปลี่ยนความชื้น



ภาพที่ 1 เปลือกไข่ที่วิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (a) ผิวหน้าตัดของเปลือกไข่ (b) เปลือกไข่ด้านใน (c) ส่วนเปลือกไข่ชั้นนอกสุด ที่มา : Hassan, T. A., et al. (2013)

และก๊าซที่จะผ่านเข้าออกเปลือกไข่ จึงสามารถทดสอบความสดของไข่โดยการนำไปใส่น้ำ ไข่ที่สดจะจมน้ำ เปลือกไข่ที่วิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงในภาพที่ 1 พบว่าผิวหน้าตัดของเปลือกไข่มีลักษณะเป็นแท่งมาต่อกัน โดยรอยต่อระหว่างแท่งจะมีช่องว่างหรือรูพรุน ดังภาพที่ 1(a) การมีรูพรุนที่ผิวเปลือกไข่มีประโยชน์ในการระเหยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำออกจากฟองไข่ในระหว่างฟักอีกด้วย เปลือกไข่ด้านในจะติดอยู่กับเยื่อเปลือกไข่โครงสร้างชั้นในสุดที่เรียกว่า basal cap ดังภาพที่ 1(b) ส่วนเปลือกไข่ชั้นนอกสุดแสดงในภาพที่ 1(c) (Hassan, 2013)

เปลือกไข่ไก่เป็นวัสดุผสมไบโอเซรามิกธรรมชาติที่มีองค์ประกอบเป็นทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ มีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลักอยู่ 94 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักและสารอื่นๆ อีก เช่น แมกนีเซียมคาร์บอเนต 1 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมฟอสเฟต 1 เปอร์เซ็นต์ สารอนินทรีย์อื่นๆ เช่น โปแตสเซียม แมกนีเซียม โซเดียม สังกะสี แมงกานีส เหล็ก ทองแดง โบรอน และอลูมิเนียม ส่วนสารอินทรีย์อื่นๆ เช่น เอ็กซ์-คอลลาเจนซัลเฟต พอลิแซกคาไรด์ และโปรตีน (Hassan, 2013) ปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตและส่วนประกอบอื่นๆ เหล่านี้ขึ้นกับแหล่งที่มาของเปลือกไข่ไก่และพันธุ์ไก่

หลังจากที่ใช้ไข่เป็นวัตถุดิบในการทำอาหารหรือขนม บางบ้านจะนำเปลือกไข่ไปปักไว้ตามกระถางต้นไม้ หรือใช้เปลือกไข่โรยไว้หน้ากระถางเพื่อไล่แมลง ใช้เป็นปุ๋ยสำหรับต้นไม้เพราะเปลือกไข่ประกอบด้วยธาตุมากมายดังกล่าวข้างต้น ส่วนเปลือกไข่ที่เผาจนเกรียมสามารถไล่มดได้ดี เนื่องจากในเปลือกไข่นั้นมีไนโตรเจนและซัลเฟอร์คิดเป็น 16.57 และ 3.78 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักตามลำดับ (Calvery, 1933) เมื่อเปลือกไข่ได้รับความร้อนทำให้กลิ่นไนโตรเจนและซัลเฟอร์ระเหยออกมาซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่ปรารถนาของมด จึงทำให้เปลือกไข่สามารถไล่มดและแมลงอื่นๆ ได้ เปลือกไข่มีความแข็งแต่เปราะจึงสามารถนำไปใช้แทนแปรงล้างขวดหรือภาชนะที่มีปากแคบได้ เปลือกไข่อุดมไปด้วยธาตุแคลเซียมจึงใช้เปลือกไข่เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์

จากที่เปลือกไข่มีความเป็นรูพรุนสูงและมีจำนวนรูพรุนต่อฟองมาก จึงมีงานวิจัยที่ใช้เปลือกไข่เป็นตัวดูดซับโลหะหนัก เช่น แคดเมี่ยม (Kuh, 2000) ตะกั่ว (ประสิทธิ์ และอรไท, 2542) ทองแดง (Rohaizar, 2013) จากการทดลองพบว่า เปลือกไข่สามารถดูดซับโลหะได้โดยโลหะจะถูกดูดซับไว้ที่รูพรุน รวมถึงโลหะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกไข่ ได้เป็นโลหะคาร์บอเนตที่ไม่ละลายน้ำ มีการนำเปลือกไข่ที่เผาแคลไซน์มาใช้เป็นตัวดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผาไหม้ พบว่าเปลือกไข่ที่เผาแคลไซน์สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีกว่าแคลเซียมคาร์บอเนต เพราะเปลือกไข่ที่เผาแคลไซน์มีความเป็นผลึกมากกว่า มีพื้นที่ผิวมากกว่านั้นเอง (Witoon, 2011) จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาแสดงให้เห็นว่า เปลือกไข่สามารถดูดซับได้ทั้งสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์

เปลือกไข่สามารถใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาต่างๆ เช่น ตัวเร่งในการผลิตไบโอดีเซล ด้วยจุดเด่นของเปลือกไข่นั้นคือมีสมบัติเป็นเบสสูงใกล้เคียงโซเดียมหรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ทำให้เปลือกไข่เหมาะสมเป็นตัวเร่งในปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันในการผลิตไบโอดีเซล เปลือกไข่ยังเป็นวัสดุธรรมชาติราคาถูกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม งานวิจัยที่ใช้เปลือกไข่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในไบโอดีเซลมีทั้งงานวิจัยของคนไทย (Khemthong, 2012) และต่างชาติ (Chakraborty, 2010) เปลือกไข่ที่ทำปฏิกิริยากับโคบอลต์ใช้เป็นตัวเร่งในปฏิกิริยาคาร์บอนมอนอไซด์ไฮโดรจีเนชัน ที่เปลี่ยนก๊าซธรรมชาติให้เป็นเชื้อเพลิงเหลว (Gardezi, 2012) ยังมีงานวิจัยที่ใช้เปลือกไข่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการสังเคราะห์ไดเมทิลคาร์บอเนตซึ่งใช้เป็นสารทดแทนไดเมทิลซัลเฟตและเมทิลเฮไลด์ซึ่งเป็นสารอันตราย (Gao, 2012)

จากประโยชน์และการประยุกต์ใช้เปลือกไข่ที่กล่าวไว้ข้างต้น เห็นได้ว่า เปลือกไข่เป็นขยะที่มีประโยชน์มหาศาล เป็นแหล่งแคลเซียมราคาถูก เป็นตัวดูดซับและเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีประสิทธิภาพ เรื่องของเปลือกไข่ไม่ใช่เรื่องของไก่ๆ ไข่ๆ อีกต่อไป คงไม่ใช่เรื่องแปลกหากว่าจะมีการซื้อขายเปลือกไข่ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง
MAEJO VISION

กระทรวงพาณิชย์. (2555). แหล่งที่มา http://www.inspectorrta.org/inspector/indexnew/0702553.html

ประสิทธิ์ แผ้วบาง และ อรไท สุขเจริญ. (2542). การเปรียบเทียบการดูดซับตะกั่ว(2+) โดยใช้เปลือกไข่และเกล็ดปลา. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 7(2): 51-57.

พูนศรี เลิศลักขณวงศ์. (2548). แหล่งที่มา http://nutrition.anamai.moph.go.th/temp/main/view.php?group=1&id=599

มูลนิธิสร้างสุขมุสลิมไทย. (2555). แหล่งที่มา campus.sanook.com/974043/เปลือกไข่มีค่า

Board, R. G. and R. Fuller. (1994). **Microbiology of the Avian Egg.** Chapman and Hall, UK. pp. 1-40.

Calvery, H. O. (1933). Some analyses of egg-shell keratin. **Journal of Biological and Chemistry** 100: 183-186.

Carvalho, J., J. Araujo and F. Castro. (2011). Alternative low-cost adsorbent for water and wastewater decontamination derived from eggshell waste: an overview. **Waste Biomass Valor** 2: 157-167.

Chakraborty, R., S. Bepari, A. Banerjee. (2010). Transesterification of soybean oil catalyzed by fly ash and egg shell derived solid catalysts. **Chemical Engineering Journal** 165: 798-805.

Gardezi, S. A., L. Landrigan, B. Joseph and J.T. Wolan. (2012). Synthesis of tailored eggshell cobalt catalysts for Fischer-Tropsch synthesis using wet chemistry techniques. **Industrial & Engineering Chemistry Research** 51: 1703-1712.

Gao, Y. and C. Xu. (2012). Synthesis of dimethyl carbonate over waste eggshell catalyst. **Catalysis Today** 190: 107-111.

Hassan, T. A., V. K. Rangari, R. Rana and K.S. Jeelani. (2013). Sonochemical effect on size reduction of CaCO3 nanoparticles derived from waste eggshells. **Ultrasonics Sonochemistry** 20: 1308-1315.

Khemthong, P., C. Luadthong, W. Nualpaeng, P. Changsuwan, P. Tongprem, N. Viriya-empikul and K. Faungnawakij. (2012). Industrial eggshell wasters as the heterogeneous catalysts for microwave-assisted biodiesel production. **Catalysis Today** 190: 112-116.

Kuh, S E. and D.S. Kim. (2000). Removal characteristics of cadmium ion by waste egg shell. **Environmetal Technology** 21: 883-890.

Rohaizar, N. A. B., N. B. A. Hadi and W.C. Sien, W. C. (2013). Removal of Cu(II) from water by adsorption on chicken eggshell. **International Journal of Engineering & Technology** 13: 40-45.

Witoon, T. (2011). Characterization of calcium oxide derived from waste eggshell and its application as CO2 sorbent. **Ceramics International** 37: 3291-3298.