



วารสารราชบัณฑิตยสภา

วารสารราย ๓ เดือน

ที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ อุดลพินธุ์
ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ

นายกษัตริย์ราชบัณฑิตยสภา
ประธานสำนักวิทยาศาสตร์

ประธานคณะกรรมการ

ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.มงคล เดชนครินทร์

ราชบัณฑิต

รองประธานคณะกรรมการ

ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ

ราชบัณฑิต

คณะกรรมการ

รองศาสตราจารย์ นพ.กฤษณ์ จาภูมาระ

ราชบัณฑิต

ศาสตราจารย์ ดร.ชยันต์ พิเชียรสุนทร

ราชบัณฑิต

นายนิพนธ์ ทรายเพชร

ราชบัณฑิต

ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต

ราชบัณฑิต

ศาสตราจารย์ นพ.ยง ภู่วรวรรณ

ราชบัณฑิต

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.วิสุทธิ์ ใบไม้

ราชบัณฑิต

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. นพ.สมชัย บวรกิตติ

ราชบัณฑิต

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สายชล เกตุษา

ราชบัณฑิต

ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สุดา เกียรติกำจรวงศ์

ราชบัณฑิต

ศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ยกส้าน

ราชบัณฑิต

ศาสตราจารย์ ดร. พญ.ศศิธร ผู้กฤตยาคามิ

ภาควิชาชีววิทยา

ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ

ภาควิชาชีววิทยา

นางสาวกนกวลี ชูชัยยะ

เลขาธิการราชบัณฑิตยสภา

นางนัยนา วรอำภอปติ

รองเลขาธิการราชบัณฑิตยสภา

กองบรรณาธิการ

นางสาวชลธิชา สุตมสุข

ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์

นางสาวอารี พลดี

นักวรรณศิลป์ชำนาญการพิเศษ

นางสาวสมทรง ศกุนตนา

นักวรรณศิลป์ชำนาญการ

นางสาวรัตติกาล ศรีอำไพ

นักวรรณศิลป์ชำนาญการ

นายญาณัฐ ไทงาม

นักวรรณศิลป์ชำนาญการ

นางณัฐมาตย์ มุสิกะเจริญ

นักวรรณศิลป์ชำนาญการ

นางสาวอัญชญา ไพจิตรหทัย

นักวรรณศิลป์ปฏิบัติการ

นางสาวสุกฤษรัตน์ ฉ่ำจิตร์ชื่น

เจ้าพนักงานธุรการชำนาญงาน

ผู้จัดการ

นางสาวสุปัญญา ชมจินดา

เลขานุการกรม



The Journal of the Royal Society of Thailand

Quarterly Journal

ADVISORY BOARD

Pakorn Adulbhan

President of the Royal Society

Somsak Damronglerd

Chairperson, the Academy of Science

EDITOR-IN-CHIEF

Mongkol Dejnakarindra

FRS

DEPUTY EDITOR

Somchai Wongwises

FRS

EDITORIAL BOARD

Krit Chatamara

FRS

Chayan Picheansoonthon

FRS

Nibondh Saibejra

FRS

Piamsak Menasveta

FRS

Yong Poovorawan

FRS

Visuth Baimai

FRS

Somchai Bovornkitti

FRS

Saichol Ketsa

FRS

Suda Kiatkamjornwong

FRS

Suthat Yoksan

FRS

Sasithon Phukrittayakhamee

AFRS

Siriwat Wongsiri

AFRS

Kanokwalee Chuchaiya

Secretary-General

Naiyana Vara-Asvapati

Deputy Secretary-General

DEPARTMENTAL STAFF

Cholthicha Sudmuk

Director of Science Division

Aree Poldee

Literateur, Senior Professional Level

Somsong Sakuntanak

Literateur, Professional Level

Rattikal Sriamphai

Literateur, Professional Level

Yanut Sai-ngam

Literateur, Professional Level

Nutthamard Musikacharoen

Literateur, Professional Level

Anhchana Phajjit-hathai

Literateur, Practitioner Level

Suguntarat Chamjitchun

General Service Officer, Experienced Level

MANAGER

Supunya Chomjinda

Secretary of Office of the Royal Society



วารสารราชบัณฑิตยสภา

The Journal of the Royal Society of Thailand

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ กรกฎาคม-กันยายน ๒๕๕๙

Volume 41 Number 3 July-September 2016

สำนักวิทยาศาสตร์

The Academy of Science

อาศิรวาท สมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ

อาศิรวาท สมเด็จพระบรมโอรสาธิราชฯ สยามมกุฎราชกุมาร

ประธานคณะบรรณาธิการแถลง

กวางเครือ และดินโป่งเป็น ดินถัน ถันสุธา นมพระธรณี ในนิทานพระอภัยมณีคำกลอน
ทศพร วงศ์รัตน์ ๑

การเกิดประจุไฟฟ้าสถิตบนเม็ดพอลิโพรพิลีนในฟลูอิดซ์เบด
สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ ๔๑
ติमितรี จีดาสเปอว และปิยะวรรณ ติยะไพบุญชัย

การค้นพบโดยบังเอิญกับการค้นพบสิ่งสำคัญยิ่งใหญ่ทางวิทยาศาสตร์
วิวัฒน์ ตันทะพานิชกุล ๕๗

การคำนวณหาปฏิกิริยาในระบบพลวัต
ลอย ชุนพงษ์ทอง ๗๒

การปลูกมะม่วงที่เกาะไหหลำ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน
สายชล เกตุษา ๘๔

การผลิตถ่านไฮโดรจากสิ่งปฏิกูล โดยกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนไนเซชัน
จงรักษ์ ผลประเสริฐ ๑๐๕
ไกรลักษณ์ พักแก้ว และธรรมรัตน์ คุณตะเทพ

การผลิตท่อนาโนคาร์บอนในฟลูอิดซ์เบดบนตัวเร่งโคบอลต์
สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ ๑๑๙
สมโภช ภูพิระสุพงษ์ และบริจิต โกซัท

ดินโลก
สันทัต โรจนสุนทร ๑๔๑

ปฏิทินสุรธรรมภูมิ
ลอย ชุนพงษ์ทอง ๑๖๗

วัสดุบูรณะฟันชนิดบ่มด้วยแสง
ไฉนุช จงรักษ์ ๑๗๓

อาศิรวาท

เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา

สมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ

๑๒ สิงหาคม ๒๕๕๙

สัททูลลวิกกีฬิตฉันท์ ๑๙

- | | | |
|------------------------------------|---------------------|-------------|
| ๐ สรวมศรีน้อมอภิวาทพระนาถอรไท | ผู้เพ็ญพิมลมัย | มณูญญ์ |
| ๐ จอมนาเรศนวมินทรราชปิยอคุลย์ | คู่บุญพระทรงบุญ | บดินทร์ |
| ๐ โดยดำเนินนรเศรษฐ์ธิเบศร์บวรินทร์ | จงกิจอากิณณ์ | นุกูล |
| ๐ อวยอำรุงคณະชนอำพนสุขพิบูลย์ | อวยอรรถเพ็ญพูน | ผลา |
| ๐ เสริมส่งศิลป์พิสิฐวิจิตรอุตมา | มิ่งเมืองมโนชา | ชรริน |
| ๐ แพรพัสตร์ภุชณพรรณสุวรรณิกประวิณ | สืบสานพิสุทธิ์ศิลป์ | สุรรักษ์ |
| ๐ สมเด็จไท้ ๘ พสกนิกรกมลภักดี | เทิดอระพระอำนรรฆ | คณา |
| ๐ ศรีศรีศุภสวัสดิ์วิวัฒน์พระชนมา | เฉลิมรอบสุพรรณษา- | ยุคาล |
| ๐ สรวมคุณไตรรัตนานุกาเวอภิบาล | จุงทรงพระสำราญ | ฤดี |
| ๐ ผ่องพันโรคนิรันตรายสุขทวี | โสถถ์สุขเกษมศรี | สวัสดิ์เทอญ |

ด้วยเกล้าด้วยกระหม่อม ขอเดชะ

ข้าพระพุทธเจ้า คณะผู้จัดทำวารสารราชบัณฑิตยสภา

(รองศาสตราจารย์โชษิตา มณีใส ประพันธ์)

อาศิรวาท

เนื่องในโอกาสวันคล้ายวันพระราชสมภพ สมเด็จพระบรมโอรสาธิราชฯ สยามมกุฎราชกุมาร ๒๘ กรกฎาคม ๒๕๕๙

- | | | |
|---|--|---|
| ๐ | เคียมคัลวันทนน้อม
นบพระศรีบุญบา
สมเด็จพรวชิราฯ
สืบศักดิ์จักริศเรือง | สิรสา
บทเบื้อง
บรมราช อรุสแล
โรจน์แพ้วรามพงศ์ |
| ๐ | ยรรยงยศโยคพัน
สมเศกเอกอิศโร
ดาลเดชเด่นเดโช
อากาศยานพระแก้ว | ภิญโญ
เลิศแล้ว
ชาญเชี่ยวชาญ
กลั่นกล้าการณ |
| ๐ | อำพนพูนเพียบพร้อม
ผองพืงสมภารบุญ
สายใยรักนำหนุน
เอิบอุ่นไออะคร้าว | พระกรุณ ราชฎร์แล
บาทท้าว
มโนเพิ่ม ภัคดีแฮ
อุ้นคล้ายวรคุณ |
| ๐ | มานุญญ์มาโนชญ์น้อม
วารมิ่งมาสมงคล
สมภพราชทรงพล
ยศยั้งยศพระกั | มโนชน
คาบนี้
ยุพราช
ก่อนแล้วเรื่องสรรพ |
| ๐ | อานันท์อเนกได้
ไตรรัตน์ดลสฤษฏ์สม
ทรงศักดิ์อัครอุดม
ศานต์โสสถธิ์โรจน์บร้าง | สุขรมย์
ส่งสร้าง
อดุลย์กิตติ์
เลิศล้วนนิรันดรเกษม |

ด้วยเกล้าด้วยกระหม่อม

ข้าพระพุทธเจ้า คณะผู้จัดทำวารสารราชบัณฑิตยสภา

(รองศาสตราจารย์ไชยิตา มณีใส ประพันธ์)

ประธานคณะกรรมการแถลง

วารสารราชบัณฑิตยสภา ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ กรกฎาคม-กันยายน ๒๕๕๙ นี้ ตรงกับโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษาสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ๘๔ พรรษา ๑๒ สิงหาคม ๒๕๕๙ และวันคล้ายวันพระราชสมภพของสมเด็จพระบรมโอรสาธิราชฯ สยามมกุฎราชกุมาร ๒๘ กรกฎาคม ๒๕๕๙ คณะกรรมการขอพระราชทานถวายพระพรชัยมงคลขอพระองค์ทรงพระเจริญ มีพระชนมายุยิ่งยืนนาน

บทความในวารสารฉบับนี้สำนักวิทยาศาสตร์ได้รวบรวมบทความวิชาการของราชบัณฑิตและภาคีสมาชิกของสำนักฯ ซึ่งส่วนใหญ่ได้นำเสนอในที่ประชุมสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา อีกทั้งผลงานของผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่คณะกรรมการได้กลั่นกรองแล้ว รวมทั้งหมด จำนวน ๑๐ เรื่อง ได้แก่ เรื่อง *กวางเครือ และดินโป่งเป็น ดินถัน ถันสุธา นมพระธรณี ในนิทานพระอภัยมณีคำกลอน* ของ ศ. ดร.ทศพร วงศ์รัตน์, *การเกิดประจุไฟฟ้าสถิตบนเม็ดพอลิโพรพิลีนในฟลูอิด์เบด* ของ ศ. ดร.สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ และคณะ, *การค้นพบโดยบังเอิญกับการค้นพบสิ่งสำคัญยิ่งใหญ่ทางวิทยาศาสตร์* ของ ศ. ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล, *การคำนวณหาปฏิกิริยาในระบบพลวัต* ของ นายลอย ชุนพงษ์ทอง, *การปลูกมะม่วงที่เกาะไทหล่า ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน* ของ ศ. ดร.สายชล เกตุษา, *การผลิตถ่านไฮโดรจากสิ่งปฏิกูล โดยกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนไนเซชัน* ของ ศ. ดร.จรงค์ ผลประเสริฐ และคณะ, *การผลิตท่อนาโนคาร์บอนในฟลูอิด์เบดบนตัวเร่งโคบอลต์* ของ ศ. ดร.สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ และคณะ, *ดินโลก* ของ ศ. ดร.สันทัด โรจนสุนทร, *ปฏิทินสุวรรณภูมิ* ของ นายลอย ชุนพงษ์ทอง รวมทั้งเรื่อง *วัสดุบูรณะฟันชนิดบ่มด้วยแสง* ของ ศ. ทพญ.ใจนุช จงรักษ์

คณะกรรมการและผู้จัดทำวารสารหวังว่าวารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่าน และขอขอบคุณราชบัณฑิตและภาคีสมาชิก และผู้ทรงคุณวุฒิของราชบัณฑิตยสภา ที่ได้นำบทความมาลงพิมพ์เพื่อเผยแพร่ความรู้ด้านวิชาการ

ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.มงคล เดชนครินทร์ ราชบัณฑิต

ประธานคณะกรรมการ



วาระสารราชบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

กวางเครือ และดินโป่งเป็น ดินถนั้ ถันสุธา นมพระธรณี ในนิทานพระอภัยมณีคำกลอน

ทศพร วงศ์รัตน์

ราชบัณฑิต สำนักวิทยาศาสตร์

ราชบัณฑิตยสภา

บทคัดย่อ

เนื้อหาคำกลอนในนิทานพระอภัยมณี ส่วนใหญ่เป็นเรื่องเกี่ยวกับชีวิตของสุนทรภู่ และบ้านเมืองไทยในยุคเปลี่ยนแปลง สมัยรัชกาลที่ ๑, ๒, ๓ เพราะได้รับอิทธิพลจากการทยอยเข้ามาของชนชาติตะวันตก สุนทรภู่จินตนาการให้ทั้งฝ่ายไทยและฝรั่งเดินทางผ่านไพนทะเลเข้าสู่ต่อกัน แต่ในเค้าของปัญหาส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างสุนทรภู่กับผู้หญิง และเหตุการณ์ในวังต่าง ๆ ที่สุนทรภู่เข้าไปเกี่ยวข้อง มีเรื่องของเรือขนาดใหญ่โมโหหาร พาหนะวิเศษ ใช้เดินทางบนบกและอากาศ อาวุธยุโธปกรณ์นำสมัย เครื่องดนตรีที่ไม่เคยเห็นมาก่อน ศาสนา วิชาการ ขนบธรรมเนียมประเพณี มีตัวละครมากมาย บ้างมีอำนาจเหนือธรรมชาติ มีเรื่องของการใช้ยาอายุวัฒนะ ที่เรียก “ดินถนั้” “ถันสุธา” “นมพระธรณี” ซึ่งมีคุณสมบัติบำรุงร่างกาย บำบัดโรคได้หลากหลาย อีกทั้งช่วยยืดชีวิตให้ยืนยาว จากเรื่องราวที่เป็นชื่อ รูปราง สี ขนาด บริเวณที่เกิด อีกทั้งคุณสมบัติ ที่มีกล่าวอยู่ในนิทาน ผู้เขียนเทียบได้ว่า สิ่งนี้จะเป็นหัวใต้ดินของไม้เถาที่เรียกกันว่า “กวางเครือ” มีชื่อทางวิชาการ ว่า *Pueraria spp.* (“ถันสุธา” “นมพระธรณี”) และ “ดินโป่ง” หรือ “เกลือโป่ง” (“ดินถนั้”, “ดินถนั้” หรือ “น้ำนมศิลา”) ผู้เขียนยังได้นำคำกลอนทั้งหมดในนิทาน ที่เกี่ยวกับชื่อที่สุนทรภู่อ้างถึง มากล่าวไว้พร้อมกับคุณสมบัติของ “กวางเครือ” ที่พบข้างของยาตามร้านของชาวบ้านทั่วไป เพื่อผู้อ่านจะได้ใช้เปรียบเทียบกัน มีความเป็นไปได้ที่ “ผลลูลิทธิ” ที่มีกล่าวอยู่ในหนังสือแปลเรื่อง “เสียดก๊ก” ซึ่งสุนทรภู่คงได้อ่าน จนเกิดความคิดเอาสิ่งดังกล่าวมาแต่งไว้ในนิทานบ้าง

คำสำคัญ : นิทานพระอภัยมณีคำกลอน, สุนทรภู่, ดินถนั้, ถันสุธา, นมพระธรณี, กวางเครือ

สุนทรภู่กับวิสัยการแต่งคำกลอนและเนื้อหานิทานพระอภัยมณี

จากหลักฐานเหตุการณ์ต่อสู้อันครั้งแล้วครั้งเล่าในนิทาน “พระอภัยมณีคำกลอน” ที่สุนทรภู่แต่งเป็นเวลารวมทั้งสิ้น ๒๒ ปีเต็ม คือ ตั้งแต่ปลายปีมะแม พ.ศ. ๒๓๖๖ ถึงเดือน ๔ ปีวอก พ.ศ. ๒๓๘๘ ซึ่งเป็นระหว่างปลายรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย และตลอดเวลาส่วนใหญ่ในรัชสมัยพระบาท



สมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว ยังได้พบว่า คำกลอนเรื่องนี้มีแต่การเดินทางและปัญหาชีวิตของตัวสุนทรภู่เอง ที่ต้องพลัดพรากกับภรรยาหลายคนตามลำดับ ยังมีเรื่องกับเจ้าฟ้าเจ้าแผ่นดินรวมกันแล้วกว่า ๒๐ พระองค์ ที่พลัดกันทรงให้ความอุปการะ จนเป็นประวัติที่สุนทรภู่อ้างถึงไว้อีก และทำให้ชีวิตของตนแตกต่างกับชาวบ้านที่ “ไม่มีเจ้านายจึงต้องพึ่งผี” (จาก “นิราศพระปฐม”))

นอกจากนี้ก็เป็นรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของคนในสังคมไทยสมัยนั้น มีการเกิด การตาย และอายุของตัวละคร ที่สอดคล้องกับประวัติของบุคคลจริงตลอดนิทาน และเพราะสุนทรภู่มีชีวิตเกี่ยวข้องกับตลอดอายุขัยกับบุคคลระดับปกครอง จึงยังมีเรื่องสำคัญที่ได้ล่วงรู้มา โดยเฉพาะปัญหา การบ้านการเมือง การสงครามกับเพื่อนบ้าน ทั้งพม่า ลาว เขมร ญวน และมลายู อีกทั้งพฤติกรรมของฝรั่ง ต่างชาติจากตะวันตก โดยเฉพาะอังกฤษ ที่ยังมีประวัติเดินทางด้วยเรือพร้อมอาวุธ แยกกันเข้ายึดครองอินเดีย ลังกา ชวา แหลมมลายู มาถึงไทยก็ใช้นโยบายเริ่มด้วยการแทรกซึมผ่านทางการค้า พร้อมพวกมิชชันนารี และเล่ห์เหลี่ยมทางการทูต มีการข่มขู่ด้วยกองเรือติดอาวุธร้ายแรง นอกเหนือจากเครื่องมือเครื่องใช้ สิ่งสารพัด บันเรือกำปั่นขนาดใหญ่ และสินค้าต่าง ๆ ที่เป็นของใหม่สำหรับคนไทย โดยเฉพาะดนตรี เป็สกอตที่แปลกให้เป็นที่สงสัย และสุนทรภู่ได้ฟังตลอดเวลา ๒๒ ปี ของการแตงนิทานเรื่องนี้ จนกระตุ้นให้ เป็นที่มาของปีพระอภัย (ทศพร วงศ์รัตน์, ๒๕๕๙) คือได้กลับเป็นอาวุธของฝ่ายไทย โดยเสียงปีมีอำนาจ สะกดศัตรูผู้ฟังได้หลากหลาย รวมถึง ๑๔ ครั้ง และต่อด้วยอีกครั้งหนึ่ง ในตอนที่ ๖๓ หน้า ๑๒๖๔ ที่ให้ เป็นการเป่าโดยฝรั่งเจ้าของเครื่องดนตรีในงานที่จัดขึ้นโดยตัวละครฝรั่ง เท่ากับเป็นการสรุปโดยสุนทรภู่เองว่า เป็นปีของฝรั่งที่คนไทยสมัยนั้นแต่แรกก็คิดกันว่าฝรั่งใช้สะกดคนไทยเพื่อยึดเมืองดั่งคำกลอนตอนที่ ๓๒ หน้า ๕๖๙ ว่า “พวกเขามียปีเป่าให้เราหลับ จะเสียทัพโทษใครจะได้หรือ”

ยังมีที่สำคัญคือเค้าของเหตุการณ์ขบถเจ้านุวงศ์ ซึ่งอยู่ในนิทาน ฝ่ายตรงข้ามกับไทยเหล่านี้ หรือ ผู้ที่ไม่หวังดี รวมทั้งคู่แข่งในชีวิต แม้ที่เป็นคนไทยด้วยกัน สุนทรภู่ก็แต่งให้เป็นฝ่ายที่เขาเรียกเหมารวมว่าเป็น พวก “แขก” “ลังกา” “สิงหล” “ฝรั่ง” หรือ “ชมพู” ในเค้าของคนอังกฤษที่เข้ายึดและปกครองอินเดีย อีกทั้งลังกา ประเทศที่คนไทยคุ้นเคย ไปมาหากัน เพื่อความสัมพันธ์กันทางการศาสนาพุทธและการค้าขาย ฉากการเดินทางด้วยเรือระหว่างเมืองผ่านโพ้นทะเล เพื่อรบราฆ่าฟันกัน หรืออื่น ๆ จึงมีอยู่ตลอดนิทาน เช่น ตอนที่ ๒๗ หน้า ๔๓๘ สุนทรภู่ได้พูดถึงพระอภัยมณีเจ้าเมืองผลึก ในภาพของพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัวเมื่อเสด็จขึ้นครองราชย์ แล้วต้องต่อสู้กับภัยคุกคามของฝรั่ง เพื่อความอยู่รอดของประเทศ ไว้ว่า “แล้วเล่าเรื่องเมืองผลึกเป็นศึกใหญ่ พระอภัยผ่านสมบัติพลสถาน” ซึ่งเป็นฉากหนึ่งในหลายฉาก หลายตัวละครของหลายตอน ในเค้าศึกเจ้านุวงศ์ที่เริ่มตั้งแต่ตอนที่ ๑๑ หรือเกี่ยวกับนานาพระกรณียกิจของพระองค์ ซึ่งทรงมีพระประวัติการศึกการสร้างบ้านสร้างเมืองและการปกครอง จนคณะผู้ใหญ่ของบ้านเมืองทุกฝ่าย กราบบังคมทูลให้เสด็จขึ้นผ่านสมบัติ เช่น ในตอนที่ ๕๓ มังคลาครองเมืองลังกา ซึ่งเริ่มด้วยคำกลอน



เหมือนเฉลิมพระเกียรติ ในหน้า ๑๐๗๙ ว่า

“พวกข้าเฝ้าเคารพอภิวาท
จะลือชาปรากฏพระยศไกร
ด้วยเดชพระปัญญาอนุภาพ
ทั้งศึกเสือเหนือได้จะวายวัน

ชมฉลาดเหลือดีจะมีไหน
เหมือนร่มไพรซึ่งจะผ่อนให้หย่อนเย็น
จะเรียบบราบ้านเมืองไม่เคื่องเข็ญ
ควรจะเป็นปิ่นจังหวัดปลาฟ้า”

ยังมีฉากเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทางน้ำของบ้านเมืองไทย จากหลายทิศหลายทาง หลายสภาพ ที่สุนทรภู่เคยผ่านไปพบเห็นในทุกทิศจากกรุงเทพฯ ตามนิสัยของตัวเอง เมื่อเดินทางเพื่อแต่งนิราศ แล้วเอามาแปลงไว้ในบางส่วนของการเดินทางทางบก หากตรงกับน้ำแล้งที่มีการฉลองวัด เช่น วัดพระแท่นดงรัง ในเดือน ๔ ทุกปี แต่ส่วนใหญ่เป็นทางน้ำ ในเดือน ๑๐-๑๒ ซึ่งสมัยนั้นเป็นเส้นทางหลัก ด้วยการเดินทางทางเรือ เช่น วัดภูเขาทอง วัดเจ้าฟ้า (ในเค้าของวัดมเหยงคณ์) ที่พระนครศรีอยุธยา

สุนทรภู่อยังจินตนาการเป็นฉากไปไกลถึงเมืองลาวในศึกเจ้าอนุวงศ์ และถึงชวา ลังกา อินเดียนในศึกกับฝรั่ง ด้วยฉากที่คงจะเอามาจากคำบอกเล่า และภาพเขียนเมืองฝรั่งในสมุดภาพไตรภูมิเป็นส่วนใหญ่ หรือจากจิตรกรรมฝาผนังวัดเกาะแก้วสุทธาราม ที่เพชรบุรี เมืองที่สุนทรภู่อ่านเคย อีกทั้งบนแผ่นกระดานไม้สักในวิหารพระพุทธไสยาสน์ วัดโปรดเกศเชษฐาราม (สร้าง พ.ศ. ๒๓๕๗) อำเภอบางบาล จังหวัดสมุทรปราการ และยังมีกล่าวอยู่อีกใน “รำพันพิลาป” แต่ที่สำคัญคือ ฉากจริงของวังหลวง หรือพระบรมมหาราชวังที่สมัยนั้นมีคูคลองหรือแม่น้ำล้อมรอบ และวัดวาอาราม ทำหน้าวัง หรือทำหน้าแพ (ทำราชวรดิษฐ์ในปัจจุบัน) หน้าพระลาน ทำหน้าพระลาน (ทำข้างวังหลวง หรือทำพระ ในปัจจุบัน) ในจินตนาการให้เป็นเมืองรัตนาคัญที่สำคัญ ที่เดียวกันนี้ สุนทรภู่อยังเรียก “กลางเมือง” เช่น ตามคำกลอนที่เป็นเหตุการณ์สดของการแต่ง ตอนที่ ๘ หน้า ๑๒๖ ว่า “ละครโขนหุ่นหนังตั้งกลางเมือง” ในเค้าของพระราชพิธีบรมราชาภิเษกของพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัวคือ บริเวณถนน “หน้าพระลาน” ซึ่งยังใช้เริ่มสำหรับเป็นที่ตั้งเมืองการะเวก ในเค้าของวังหน้าพระลานวังกลาง ตามคำกลอนตอนที่ ๒๕ สุดสาครไปตามซีเปลือยที่เมืองการะเวก หน้า ๓๙๓, ๓๙๘ ว่า “ถึงศาลาหน้าพระลานทวารวัง” “ที่ไปเล่นเย็นแล้วมาหน้าพระลาน” ซึ่งเป็นการแต่งในปีขวด พ.ศ. ๒๓๗๑ ในเค้าของวังหน้า (บริเวณพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติในปัจจุบัน) ในเวลาของการแต่งต่อมา ตรงกับการเดินทางจากจีนมาไทย โดยมีซันนารีชาวเยอรมัน นายแพทย์คาร์ล กุตซลัฟฟ์ โดยบุคลิกจึงเกิดคำกลอนสำหรับซีเปลือย ตั้งแต่ในตอนที่ ๒๔ หน้า ๓๘๒ ว่า “หนวดถึงเข้าคราถึงนมผมถึงตีน ฝรั่งเศสแขกไทยก็ไซ้ที่”

ยังมีเรื่องราวของฝรั่งที่ต้องใช้ทักษะในการตีความที่น่าสนใจเช่น เมื่อสุนทรภู่แต่งไว้ในตอนที่ ๓๒ หน้า ๕๖๘ ไว้ว่า “ถึงเดือนห้าฝรั่งสิ้นทั้งหลาย ไปถวายวันทาบูชาศาล” เรื่องนี้เมื่อคิดว่า สุนทรภู่อ้างเดือน



ไทยทางจันทรคติ ตรงกับเทศกาลของฝรั่ง ก็ต้องเป็นเดือน ๔ หรือเมษายนของทุกปี แสดงว่าสุนทรภู่ ต้องหมายถึง วันอีสเตอร์ของฝรั่งที่นับถือคริสต์ศาสนา ส่วนศาลอื่น ๆ ก็คงจะหมายถึงศาลพระกาฬ

น่าสังเกตว่า ในเรื่อง “โคบุตร” ซึ่งสุนทรภู่แต่งมาก่อนในปีขาลถึงปีเถาะ พ.ศ. ๒๓๔๙-๒๓๕๐ ก็มีฉากหน้าพระลานอยู่ในตอนพรหมทัตเสียเมือง เป็นคำกลอนว่า “จับพวกเหล่าสาวสวรรค์กำนัลใน มาคุมไว้กลางชลหน้าพระลาน” โดยที่พรหมทัตคือภาพของพระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย และนี่รวมทั้งประสบการณ์กับเจ้าฟ้าเจ้านายตามวังองค์อื่น ๆ จึงน่าจะเป็นเค้าที่มาของคำกลอน “ข้ารู้จัก คนตีมิวิชา แต่ครั้งข้าไม่มาเป็นชาววัง” ในตอนเถรกระอำทำเสน่ห์ ก่อนที่สุนทรภู่จะมาเป็นกวีที่ทรงปรึกษา และขุนสุนทรโวหาร ในพระองค์โดยตรงอีก ๑๐-๑๔ ปีต่อมา

โดยที่พระสุริโยทัย เจ้าเมืองการเวก ตามคำกลอนในนิทานพระอภัยมณี ตอนที่ ๒๔ หน้า ๓๘๕ คือ เค้าของกรมพระราชวังบวรสถานมงคล เจ้าฟ้ามหาศักดิ์พลเสพ หรือกรมพระราชวังหน้า พระนามเดิม พระองค์เจ้าชายอรุณทัต เมื่อทรงรับหนุตาบุตรของสุนทรภู่ ขณะอายุได้ ๓ ขวบ ในร่างของสุดสาคร มาไว้ในพระอุภัมภ์ที่วังหน้าพระลาน วังกลาง จึงแสดงว่า ในปีขวด พ.ศ. ๒๓๗๑ พระองค์ยังประทับอยู่ที่วัง แห่งนี้เป็นปีสุดท้าย เนื่องจากที่ผ่านมาเป็นเวลาหลายปี ต้องทรงปฏิสังขรณ์วังหน้าก่อน เพราะรกร้าง มานาน ตั้งแต่กรมพระราชวังบวรสถานมงคล เจ้าฟ้ามหาเสนาณรงค์ สวรรคตในวันพุธที่ ๑๖ กรกฎาคม ปีฉลู พ.ศ. ๒๓๖๐ แล้วต่อมาตั้งแต่ปีฉลู พ.ศ. ๒๓๗๒ ตามประวัติ วังหน้าพระลาน วังกลางนี้ก็ว่างลง แล้วเป็นที่ประทับของเจ้าฟ้าอาภรณ์ จนถึงรัชกาลที่ ๔ ก็ได้เป็นที่ประทับของเจ้าฟ้ากลาง หรือคือเจ้าฟ้ามหา มาลา กรมพระยาบาราบปรปักษ์

อนึ่ง ผู้เขียนใครจะเริ่มพระประวัติของเจ้าฟ้ากลางและเจ้าฟ้าปิ๋ว เมื่อทรงพระเยาว์และประทับ อยู่ในวังหลวง ได้มาเป็นศิษย์ของสุนทรภู่ขณะเป็นพระอยู่ที่วัดเสียบ คือ วัดราชบูรณะ โดยพระประสงค์ ของสมเด็จพระเจ้าฟ้าคุณชโลทิพยวดี ดั่งมีกล่าวอยู่ใน “เพลงยาวถวายโอวาท” (พ.ศ. ๒๓๗๓) ว่า “ในวันนั้น วันอังคารพยานอยู่ ปีฉลูเอกศกแรมหกค่ำ” ซึ่งตรงกับวันอังคารที่ ๒๑ กรกฎาคม ปีฉลู พ.ศ. ๒๓๗๒ และก่อนหน้านั้น ในนิทานพระอภัยมณีก็มีพาดพิงไว้สำหรับเรื่องเดียวกันนี้ ตามคำกลอนตอนที่ ๒๗ หน้า ๔๒๘ แต่เป็นเหตุการณ์สดว่า “บาทหลวงเฒ่าเข้าใจเถลเถม มาอารามรูปทำไมเจ้าไอศวรรย์” ในประวัติการได้รับเจ้าฟ้าทั้งสองมาเป็นศิษย์

นอกจากนี้ก็เป็นเมืองมัจฉาในเค้าของวังหลังที่อยู่ตรงข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณตอนใต้ของ ปากคลองบางกอกน้อย อีกทั้งเมืองผลึก และลังกา ตามคำกลอนตอนที่ ๒๐ หน้า ๓๐๘ ว่า “อันขอบค้ำ กรุงผลึกพระพารา อยู่แควขวาแขวงประจิมริมาวรี” ที่เอาคำมาจากบริเวณคนละฟากแม่น้ำเพชรบุรี คือ ฝั่งตะวันออกเป็นเมืองผลึก และตะวันตกเป็นเมืองลังกา ตามลำดับ ของตัวเมืองเพชรบุรี ซึ่งสุนทรภู่คุ้นเคย เช่นเดียวกับฉากเกาะแก้วพิสดาร ซึ่งเป็นบริเวณเชิงเขาหลวง ไร่นาของหม่อมขุนนาง ในร่างของฤๅษีหรือ



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

โยคีตามคำกลอน ตอนที่ ๙, ๑๐, ๑๒ หน้า ๑๓๗, ๑๕๑, ๑๕๗, ๑๗๙ โดยยังมีกล่าวเป็นเค้าของสถานที่เดียวกันนี้เป็นหลักฐานต่อมาอยู่อีกใน “นิราศเมืองเพชร” ตามลำดับ ว่า

“แต่โยคีมีมนต์อยู่ตนหนึ่ง	อายุถึงพันเศษถือเพศไสย
อยู่เกาะแก้วพิสดารสำราญใจ	กินลูกไม้เผือกมันเป็นพรรณผลา”
“นางเงือกน้ำบอกสำคัญว่านั่นแล้ว	คือเกาะแก้วพิสดารเป็นขานเขา”
“ฝ่ายโยคีที่อยู่บนภูเขา	กับคนเหล่าเหลือตายหลายภาษา”
“พระอภัยสุริย์วงศ์องค์ไอรส	อยู่บรรพตพิสดารนานหนักหนา”
“อันเกาะแก้วพิสดารสถานนี้	โภชนาสาสีกี่มีถม
แต่คราวหลังครั้งสมุทรโคดม	มาสร้างสมลิกขาสมาทาน
เธอทำไร่ไถ้ที่ริมภูเขาหลวง	ครั้งแรกรวงออกมาเล่าเป็นข้าวสาร”
“ถึงต้นตาลบ้านคุณหม่อมบุรณาก	เมื่อยามยากจนมาได้อาศัย
มารดาเจ้าคราวพระวังหลังครรไล	มาทำไร่ทำนาท่านการุญ”

ที่สำคัญอีกก็คือฉากของเขารุ่งและเขาสิงคุตร ซึ่ง ๒ คำนี้คงจะพาดพิงให้ประวัติของถ้ำและที่เกี่ยวกับพระเจ้าเสือโดยสุนทรภู่น่าจะแต่งขึ้นจากวัดเขาบันไดอิฐ ที่พระองค์เคยเสด็จ และตัวเองใช้เป็นที่พักขณะเป็นพระ ทุกครั้งที่เดินทางมาเพชรบุรี เช่น ที่กล่าวไว้ในตอนที่ ๑๒ หน้า ๑๘๔ ว่า “เห็นแหวนห้วยกรวยโกรกชะโงกมอง ดูโปร่งปล่องเปลี่ยวปลาบวาวิญญูณณ์” ส่วนในตอนที่ ๒๒ หน้า ๓๔๒ ก็แต่งไว้ว่า “อันเขารุ่งกรุงผลึกน่องนิกไว้ เห็นจะไม่ขาดคนริมหนทาง” และตอนที่ ๖๔ หน้า ๑๒๗๘ ก็มีอยู่ว่า “เป็นลื่นความสามพระองค์อยู่ทรงพรต ที่บรรพตสิงคุตรดุจนิมนต์” ยังเป็นไปได้ ที่บริเวณดังกล่าวบนเขาลูกนี้ สุนทรภู่ยังใช้เป็นฉากเกาะพนม (เกาะที่เป็นภูเขาเช่นเดียวกับเกาะแก้วพิสดาร) ของซีเปลือยที่มีการพูดถึงสิ่งก่อสร้างเป็นกุฎิ ตามคำกลอน “คนมาขอก่อกุฎิให้หยุดยั้ง นับถือทั้งธรรมเนียมเรียกซีเปลือย” และ “ถึงปากปล่องช่องแหวนเป็นเปลวโปร่ง” ของตอนที่ ๒๔ หน้า ๓๘๑, ๓๘๔ ที่ซีเปลือยผลึกสุดสาครตกแหวนนั้น การมองจากเขาบันไดอิฐไปยังเขาหลวงขณะหมอกลงคลุมตีนเขา สุนทรภู่คงจะได้ความคิดและจินตนาการให้เป็นเกาะแก้วพิสดาร แต่จริงแล้วเป็นเขาตามคำกลอนดังกล่าว และเพราะความคุ้นเคยกับวัดเขาบันไดอิฐที่มีป่าไผ่อยู่รอบ สุนทรภู่จึงนำไปกล่าวไว้ใน “รำพันพิลาป” อย่างขาดไม่ได้ว่า

“จะพาไปให้สร้างทางกุศล	ขึ้นสิงหลเห็นจะได้ไปสวรรค์
ไหว้เจดีย์ที่ทำเลเวฬวัน	พระรากขวัญอันเป็นยิ่งเขาสิงคุตร”



โดยลำดับของเนื้อความต่าง ๆ ในนิทานที่ล้วนเป็นเค้าของเรื่องจริง สถานที่จริง หรือเหตุการณ์จริง วัน เวลา จริง ที่ยังมีปรากฏตรงกันอยู่ในพงศาวดารไทย หรือประวัติศาสตร์ครั้งแล้วครั้งเล่าโดยตลอด คณะด้วยประวัติของตัวสุนทรภู่เอง เหมือนในนิราศ หรือคำโคลงต่าง ๆ พร้อมลำดับภรรยา รวม ๔ คน คือนางจัน นางน่ม นางจิว และนางม่วง รวมทั้งหนูพัด หนูตาบ หนูกลัน (ลูกเลี้ยง) และหนูนิล โดยที่ตั้งแต่ตอนที่ ๔๕ ที่แต่งราวปีฉลู พ.ศ. ๒๓๘๔ เป็นต้นไป ก็เป็นเค้าเรื่องราวกับกรมหมื่นอัปสรสุดาเทพ และเชื้อพระวงศ์คนไทยที่แตกแถว ซึ่งคงจะหมายถึงกรมหลวงรักษรณเรศร เช่น ตอนที่ ๕๔ หน้า ๑๑๐๕ ที่มีอยู่ว่า “เหมือนลูกยางห่างต้นหลุดหล่นไป ดังมิใช่ลูกเต้าเหล่าพงศ์พันธุ์” หรือตอนที่ ๕๕ หน้า ๑๑๘๙ ก็มีกล่าวไว้ว่า “ไอ้กรรมเอ๋ยเคยสร้างไว้ปางไร ลูกในไส้หรือมาเป็นไปเช่นนี้” และเมื่อถูกถอดยศเป็นหม่อมไกรสร ก่อนถูกสำเร็จโทษในวันพุธที่ ๑๓ ธันวาคม ปีวอก พ.ศ. ๒๓๙๑ ก็มีกล่าวอยู่ในตอนที่ ๖๐ เช่นในหน้า ๑๒๑๑-๑๒๑๓ ว่า

“ฝ่ายพระบาทมาตรงคัทรงพระยศ

ถอดโอรสรับบำรุงชาวกรุงศรี”

“พระชนนีเป็นวิสัยน้ำใจหญิง

จะทอดทิ้งถอดยศโอรสา”

อีกทั้งสงครามไทยกับญวนรวม ๑๔ ปี ระหว่าง พ.ศ. ๒๓๗๖-๒๓๙๐ เพื่อ “ป้องกันญวนมิให้กลืนเขมร” ที่ยังเป็นมาถึงปัจจุบัน อันเนื่องมาจากเขมรที่เริ่มไปฝักใฝ่ เป็นพระราชประวัติของพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว ซึ่งทรงทุ่มเทเสปียงเอาขณะศึกญวน เพื่อกู้พระเกียรติเอาเมืองเขมรคืน ดังคำกลอนก่อนจบนิทาน ตอนที่ ๖๒ หน้า ๑๒๔๗ ว่า “คราวสงครามสามทัพคนนั้บโกฎิ ต้องจ่ายโภชนาปรนพลขันธุ์” บ่อยครั้งก็เป็นการย้อนเอาเรื่องเก่ามาแต่งใหม่ หรือเพิ่มเติมเช่นศึกเจ้านองวงศ์ ด้วยตัวละครและฉากที่ต่างไป ที่พบบ่อยคือ ปะปนกันหลายเรื่องในย่อหน้าเดียวกัน หรือตอนเดียวกันซึ่งต้องการประสบการณ์และทักษะสูงที่จะเข้าใจได้ แต่ก็ไม่ได้ตลอดอีก

เนื่องจากในการค้นคว้าบทความแต่ละบทของผู้เขียนเกี่ยวกับสุนทรภู่ รวมทั้งเรื่องนี้ ส่วนหนึ่งนอกจากเนื้อหาแล้วก็เป็นการศึกษาพฤติกรรมที่แสดงแนวทางของความรู้สึกนึกคิดส่วนตัวของสุนทรภู่ จากที่มีกล่าวอยู่ในผลงานชิ้นต่าง ๆ ซึ่งยังสะท้อนไปถึงของคนไทยทั่วไป โดยเฉพาะสมัยนั้น ที่ความรู้สึกความคิดความอ่านทางวิชาการยังมีข้อจำกัด ทุกคำจากงานของสุนทรภู่จึงได้รู้ว่าล้วนเป็นเรื่องแปลกใหม่ เมื่อเทียบกับงานคำกลอนของคนร่วมสมัย แม้หลายครั้งจะแต่งขึ้นจากฉากของตำนาน เรื่องเล่า หรือเค้าของวรรณกรรม เช่น “สวัสดิรักษาคำฉันท์” “ขุนช้างขุนแผน” “อิเหนา” “นางสิบสอง” “จันทโครบ” ซึ่งมีมาก่อนก็ตาม

ดังนั้น จึงยังสังเกตได้ด้วยนิสสัย และความสามารถเหมือนกลอนพาไปว่า แทบทุกครั้งของการแต่งย่อหน้าตลอดเรื่องพระอภัยมณี สุนทรภู่พยายามสอดใส่โดยไม่มีขั้นตอน ด้วยเรื่องนอกประเด็นอย่าง



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ต.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

ทศพร วงศ์รัตน์

๗

หลากหลาย แต่ก็ล้วนเป็นความรู้มาก่อน ซึ่งผู้อ่านที่ต้องการข้อเท็จจริงต้องมีทักษะแตกฉาน จึงนับได้เป็นเอกลักษณ์อีกอย่างหนึ่งในการแต่งเรื่อง เหมือนประดัดเรื่องหรือปรุงแต่งนิทาน ด้วยทุกเรื่องที่เราเห็น หรือได้รับมา และไม่ต้องการให้ตกหล่นไป แม้แต่คำอธิบาย ตีฉิน นินทา ว่าร้าย ที่สุนทรภู่เป็นทุกข้ออยู่มาก แต่ก็มีกล่าวอยู่เสมอ เหมือนเพราะสะดุดขึ้นในความคิดระแวง ด้วยปัญหาที่ตัวเองสร้างไว้มากมายโดยเฉพาะกับผู้หญิง ขณะแต่งเกี่ยวกับเหตุการณ์หนึ่งที่เกิดขึ้นระดับประเทศหรือในชีวิตที่ผ่านมาหรือตอนนั้นเป็นคำกลอนที่อาจสั้นหรือยาว แล้วแต่ความนึกคิดขณะนั้น ส่วนใหญ่ที่ขาดไม่ได้คือการพาดพิงถึงเรื่องราวชีวิตความเป็นอยู่ของตัวเองขณะเป็นพระ แล้วแทรกด้วยเรื่องอะไรก็ได้ทั้งนั้น หรือขณะสีกมาเป็นฆราวาส เพราะนางม่วง ตอนปีวอก พ.ศ. ๒๓๗๙ ขณะแต่ง เช่น ตอนที่ ๔๐ หน้า ๗๗๔ ก็แต่งสะท้อนความในใจไว้ว่า “ขึ้นจะใคร่ไปบวชชวดมีลูก นุ่งหนังผูกคากรองทั้งต้องอด” หรืออาจเป็นเช่นวิถีชีวิตคนไทย ทั้งในรั้วในวัง และชาวบ้านร้านตลาด พิธีกรรมทั้งทางศาสนาและไสยศาสตร์ ความเชื่อในการบวงสรวง เครื่องรางของขลัง ทำเสน่ห์ มนต์รา คาถา อาคม ล่องหน หายตัว แปลงตัว คนทรง ซึ่งโดยส่วนตัวสุนทรภู่จะแต่งปฏิเสธออกมาเป็นคำกลอนเชิงติหรือเยาะเย้ยทันที จึงผิดกับกวีคนไทยทั่วไปที่ไม่แต่งนอกประเด็น อีกทั้งยังมีเรื่องของโซกลาง ชะตาราตี โรคาพยาธิ อาถรรพณ์ โดยเฉพาะการสะเดาะเคราะห์ ซึ่งเป็นความเชื่อตามธรรมเนียมประเพณี ข้อปฏิบัติ จึงพบเห็นทำกันเป็นพิธีกรรมในทุกช่วงเวลา และยังมีเป็นปรกติโดยทั่วไป แม้ในปัจจุบัน ซึ่งสุนทรภู่ได้นำมาเป็นประเด็นแต่งครั้งแล้วครั้งเล่า แต่ด้วยภาษาที่หากมีสำเนียงออกเสียงดัง โดยผู้อ่าน จะทำให้ผู้ฟังได้ข้อคิดเป็นอย่างมาก และให้ความรู้สึกลึกซึ้งซึ่งมากกว่าการอ่านในใจ

นอกจากนี้ ยังเป็นการทำบุญ ทำทาน การละเล่น มหรสพ การแต่งตัว การขับกล่อม เพลงยาว บทชมต่าง ๆ ชมปลา ชมน้ำ ชมนก ชมสัตว์จตุบาท ชมป่า ชมสวน ชมดอกไม้ ชมผลไม้ ชมฝนฟ้า ชมแสงสี ชมดาว ชมเมือง ชมวัง ชมวัด ชมผู้คน ชมนานารื่นเริง ชมเครื่องแต่งตัว ชมอาหาร ชมเพชรนิล ชมเรือ บททำศึก บทไฟไหม้ ฯลฯ ส่วนที่น่าตื่นตื้นตันก็เป็นบทชมนาง เกี่ยวพาราตี ที่เร้าความรู้สึกได้มากคือบทอัครจรรย์ ซึ่งมีคำบรรยายยาวอาจหลายหน้ากระดาษ และบ่อยครั้งกว่าทุกเรื่อง ดึงดูดความสนใจผู้อ่าน เช่นที่กล่าวไว้ตามประวัติของตัวเองกับนางจิว หญิงชาวเพชรบุรีที่มีสามีแล้ว ในร่างของนางรำภาสหรือกับศรีสุวรรณ ซ้อนกับนางละเวงวันหากับพระอภัยมณี ที่เพชรบุรี เช่น ในตอนที่ ๓๗ หน้า ๖๙๙ ว่า “คิดถึงปล้ำรำภาที่ป่าตาล ยิ่งซาบซ่านเสียวทรวงจนร่วงงง” หลายครั้งยังเป็นการแต่งฝากตัวละครไปถึงใครบางคนที่จะต้องได้อ่าน เช่น สมเด็จเจ้าฟ้ากุลชลทิพยวดี กรมหมื่นอัปสรสุดาเทพ เจ้าครอกข้างในทองอยู่ จนยังสอให้รู้ได้ถึงประวัติเป็นพฤติกรรมทางเพศของสุนทรภู่เอง ซึ่งมีจิตใจผูกพันหมกมุ่นอยู่กับผู้หญิงได้อย่างหลากหลาย และทุกชั้นวรรณะในทุกโอกาส พร้อม ๆ กับอารมณ์การแต่งกลอนที่มักเป็นเวลาค่ำถึงกลางคืน ที่ให้บรรยากาศความคิดแต่งคำกลอน แล้วถอดถ่ายออกมาได้อย่างเห็นจริงเห็นจังด้วยตัวหนังสือที่ได้ความรู้สึก เรื่องเหล่านี้หลายเรื่อง ผู้เขียนได้แยกค้นคว้า เป็นบทความที่ต่างออกไปอีก เพื่อผู้อ่านจะได้รู้จักสุนทรภู่และคนไทยสมัยนั้น



ถึถ้วนขึ้นในภาพรวม ซึ่งจะมีส่วนสร้างทักษะในการเข้าใจสิ่งที่สุนทรภู่คิดมอบให้ผ่านคำกลอน

น่าสังเกตว่า ขณะที่สุนทรภู่แต่งถึงบทกับผู้หญิง แม้ระหว่างบวชเป็นพระ ก็แต่งเปิดเผยได้ภาพไว้อย่างสนุก เหมือนอวดความสามารถของความเป็นชายไว้ในเชิงภาษาคำกลอน ขณะเดียวกันก็เหมือนเป็นคำสารภาพการกระทำไปในตัว การที่มีผู้กล่าวว่า เพราะเป็นพระจึงแต่งบทสัງวาสไม่ได้ จึงนับว่าคลาดเคลื่อนอยู่มาก อย่างไรก็ตาม ยังพอจะกล่าวได้อีกว่า สุนทรภู่พยายามถอดถ่ายชีวิตของตัวเองออกมาเป็นคำกลอนซ้ำแล้วซ้ำอีก ด้วยสำนวนร่ำไร โอดครวญ ที่มีแนวโน้มดึงดูดความสนใจผู้อ่านให้เข้าใจได้ว่า เป็นความรู้สึกผิดหวัง ด้วยสำเนียงวิงวอน น้อยเนื้อต่ำใจ หรือในเชิงลบเป็นส่วนใหญ่ คล้ายจะสอนให้สังวรณจากประสบการณ์ของตนเอง เพื่อการละเว้นหรือระวังต่อไป จนมีผู้อ่านไปตีความเลยไปถึงเหตุเพราะการถูกถอดยศ ถูกริบบ้านหมควาสนา ส่วนในเชิงบวกก็เป็นเรื่องของคำสัตย์ และบุญคุณที่สุนทรภู่คิดจะทดแทน ส่วนเรื่องการออกบวชก็เป็นไปด้วยคำสัตย์ยาริฐานที่มีกับพระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย ที่จะได้ออกแสดงคำกลอนฝากไว้ในโลกตลอดไป ใ้การบวชหนีราชภัย ก็ได้มีการกล่าวไว้หลายครั้ง เช่น ในปีมะโรง พ.ศ. ๒๓๗๕ ขณะแต่งนิทานตอนที่ ๓๕ หน้า ๖๓๐ ว่า

“พระอภัยได้ที่ยินดีนัก
อันยศศักดิ์อันฐานการทั้งนั้น
แม้ได้แต่แม่ละเวงที่เปล่งปลั่ง

จึงประจักษ์แจ้งจริงทุกสิ่งสรรพ
ไม่ผูกพันสารพัดเป็นลัจจา
มาเหมือนดั่งมุ่งมาดปรารถนา”

สุนทรภู่ไม่เคยพูดถึงตัวเองว่าติดเหล้าแล้วทำให้แต่งคำกลอนได้คล่องแม้แต่ครั้งเดียว แต่ชี้แจงผ่านตัวละครไว้ว่า เพราะต้องการใกล้ชิดกับผู้หญิง ถ้าเขาให้ดื่มก็ดื่ม เช่นในนิทานตอนที่ ๓๖, ๓๗, หน้า ๖๖๕, ๗๑๕ ที่แต่งในราวปีมะเส็งถึงปีมะแม พ.ศ. ๒๓๗๖-๒๓๗๘ ซึ่งเป็นเรื่องราวย้อนเหตุการณ์กับนางจิว หรือต่อมาใน “นิราศพระแท่นดงรัง” สำนวนปีวอก พ.ศ. ๒๓๗๙ ในค้ำกับนางม่วง ก็มีตามลำดับว่า

“พระอภัยไม่เคยเสวยเหล้า
“พระว่าพินี้ไม่เคยกินเลยน่อง
“ไม่เคยเมาเหล้าข้มเต็มประดา
“ไม่เมาเหล้าแต่มารักหนักอร่า

แต่รักเขาก็ต้องตามด้วยความหลง”
แต่ว่าต้องตามน้ำใจใครจะเหมือน”
เรียกร่ำภาอิงเขนยเลยหลับไป”
เมายิ่งกว่าเมาเหล้ายิ่งเศร้าใจ”

แต่สุนทรภู่ก็เคยสารภาพไว้ใน “นิราศภูเขาทอง” ซึ่งแต่งเมื่อปีชาล พ.ศ. ๒๓๗๓ ในค้ำของเหตุการณ์ที่ตัวเองทำไปโดยไม่คาดคิด เมื่อครั้งไปขอคืนดีกับนางจัน อาจพ่วงด้วยการอ้างบารมีของพระเจ้าอยู่หัว หลังดื่มเหล้าเผลอใจถึงขั้น “เมามัว” หรือ “มัวเมา” แล้วเกิดปัญหาเพราะไปทำร้ายร่างกายญาติผู้ใหญ่ จนต้องรับพระราชทานโทษติดคุกในปีเถาะ พ.ศ. ๒๓๖๒ และยังเป็นพระราชประสงค์โดยพระองค์



“นิราศพระบาท” สำหรับนางจัน “นิราศวัดเจ้าฟ้า” สำหรับกรมพระราชวังบวรฯ เจ้าฟ้ามหาศกดิพลเสพ ถึงนางจิ้ง และสมเด็จพระเจ้าฟ้าภูธรลทิพยวดี “นิราศอิเหนา” สำหรับนางจิ้ง “นิราศพระแท่นดงรัง” สำนวน พ.ศ. ๒๓๗๖ และ พ.ศ. ๒๓๗๙ สำหรับนางม่วงและนางนิม ตามลำดับ ว่า

“ไอ้ดูเดือนเหมือนดวงสุดาแม่	กระต่ายแลเหมือนฉันคิดพิสมัย”
“นี่แลแลก็เห็นแต่ตลิ่งชัน	ถึงปากจันทะเลเดือนให้ตรอมใจ
ไอ้นามน้องหรือมาพ้องกับชื่อบ้าน	ลืมรำคาญแล้วมานี้กรำลึกได้”
“ถึงบ้านจิ้งจิ้งตัวตั้งแต่พันหนาม	ไม่องกวมเหมือนแมงจิ้งที่ผิวเหลือง
เมื่อแลพบหลบพักตร์ลักขำเลื่อง	ดูปลอดเปลื้องเปล่งปลั่งกำลังโลม”
“บ้างก็ซุ่มพวงมะม่วงพรวน	บ้างชกชวนชมชี้ให้พู่ดู
เห็นต้นไม้ชื่อพ้องกับน้องรัก	เพื่อนเขาทักถูกชื่อให้ครีอู”
“คิดถึงนุชบุษบาภิจาเอ๋ย	มิได้เซยชมสบายมาหายสูญ”
“ถึงบางกรวยให้ระทวยระทอทอด	แทบม้วยมอดมรณังสิ้นสังขาร
พี่แข็งขืนกลืนกล้ำที่รำคาญ	ทำชื่นบานแยมเยื้อนกับเพื่อนกัน”

อนึ่ง ในการแต่งคำกลอนให้หลากหลาย สุนทรภู์ยังมีเรื่องสนุกเกี่ยวกับการเล่นคำ เช่น เริ่มตั้งแต่ปีเถาะ พ.ศ. ๒๓๕๐ เมื่อแต่ง “นิราศเมืองแกลง” ก็ใช้คำว่า “ไอ้” รวมถึง ๒๖ ครั้ง ส่วนใน “นิราศพระบาท” งานต่อมาในปีเดียวกันก็มีคำนี้อยู่ถึง ๒๑ ครั้ง ในปีขาล พ.ศ. ๒๓๗๓ เมื่อแต่ง “นิราศภูเขาทอง” ได้คิดใช้คำว่า “ไอ้” ไว้ได้ รวม ๑๖ ครั้ง ต่อมาใน “นิราศอิเหนา” งานปีมะเมีย พ.ศ. ๒๓๗๗ แม้จะไม่ยาวนานนักแต่ก็แต่งคำกลอนไว้ด้วย คำว่า “ไอ้” ถึง ๒๑ ครั้ง แล้วถึงปีฉลู พ.ศ. ๒๓๘๕ เมื่อแต่ง “นิราศพระประธม” ก็ใช้คำว่า “ไอ้” มากถึง ๓๘ ครั้ง ยังมีคำกลอนที่ใช้กับคำว่า “เห็นสิ่งไร” ขณะเดินทางซ้ำกันอีก ดังเช่นที่กล่าวไว้ใน “นิราศพระแท่นดงรัง” สำนวนปีวอก พ.ศ. ๒๓๗๙ ในกรณีนี้ จึงยังเป็นการยืนยันด้วยคำนี้พร้อมกับคำว่า “เห็น” อื่น ๆ อีกถึง ๕๔ ครั้ง อย่างผิดสังเกต ซึ่งผู้เขียนไม่เคยพบว่ามีผู้อื่นใช้ ทำให้ยังต้องกล่าวว่า สำนวน “สารสังวาสนิราศเรื่อง” นี้ก็เป็นผลงานของสุนทรภู์ ดังคำกลอนของสุนทรภู์เองอยู่ใน นิทานพระอภัยมณี ตอนที่ ๔๐ หน้า ๗๗๖ ที่แต่งในราวปลายปีวอก พ.ศ. ๒๓๗๙ และคำข้างต้นนี้ยังมีปรากฏอยู่ใน “นิราศพระประธม” ปีขาล พ.ศ. ๒๓๘๕ ตามลำดับ ว่า

“เห็นสิ่งไรใจหวนให้ครวญคร่ำ	ทุกย่านน้ำแนวหนองคลองละหาน
ใครจะเป็นเช่นพี่ไม่มีปาน	เหลือประมาทที่รักภักดี”
“เห็นสิ่งไรในจังหวัดรัถยา	สะอื้นอาลัยถึงคะนิงนวล”
“เห็นสิ่งไรใจพี่ไม่มีเพลน	ส่วนเรือเดินด่วนไปใจจะคืน”



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

นอกจากดังกล่าว ใน “โคลงนิราศสุพรรณ” เช่น โคลงที่ ๑๑๙ ซึ่งเป็นการแต่งในราวต้นปีขาล พ.ศ. ๒๓๘๕ ก็มีการใช้คำว่า “ยอด” หลายครั้ง อย่างน่าสนใจ คือ

“บ้านยอดยอดไม้สะพรั่ง	ฝั่งชล
ยอดยื่นขึ้นฉ้อผกา	กิ่งคว้าง
ยอดอื่นหมื่นแสนดา	ดาซทอด ยอดแฮ
ยอดรักจักหาบ้าง	บ่ได้ใจหายฯ”

ส่วนในนิทานพระอภัยมณี เช่น ตอนที่ ๕๔ มังคลาครองเมืองลังกา ที่แต่งในราวปลายปีขาล พ.ศ. ๒๓๘๕ ก็มีการใช้คำว่า “รู้” เป็นนัยของการเทิดพระกรณียกิจของพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว ปีที่ ๑๘ ของรัชกาลรวมถึง ๕๖ ครั้ง หรือก่อนนั้นในตอนที่ ๓๖ หน้า ๖๘๔-๖๘๗ ก็ใช้คำว่า “บ้าง” ติดต่อกัน ๑๖ ครั้ง และก่อนจบในตอนที่ ๕๕ หน้า ๑๑๑๐-๑๑๑๒ มีคำว่า “หนึ่ง” บรรทัดต่อบรรทัด รวม ๑๑ ครั้ง

นอกจากจะบอกเล่าถึงนิสัยการชอบบันทึกลงของตน ดังที่มีกล่าวอยู่ใน “นิราศวัดเจ้าฟ้า” ซึ่งในผลงานชิ้นนี้ สุนทรภู่ยังแสดงความสามารถ และไม่ลืมที่จะถือโอกาสถอดถ่ายกระบวนคำกลอน โดยกล่าวถึงเนื้อหาของยาอายุวัฒนะ ที่เป็นประเด็นสำคัญของบทความเรื่องนี้ของผู้เขียน และยังเป็นตัวอย่างที่พาดพิงไปได้ถึงผู้หญิง ตามเอกลักษณ์ของการแต่งไว้ เช่น กลอนต่อไปนี้

“เดชะยาน่ารักประจักษ์จริง	ขอให้วิ่งตามฉวทั้งด้าวแดน
นากันว่าอายุอยู่ร้อยหมื่น	จะได้ชื่นชมสาวสักราวแสน
ไม่รู้หมดรสชาติไม่ขาดแคลน	ฉันอายุแทนที่ครวญถึงนวลนาง”

อีกทั้งการแต่งคำกลอนซึ่งยังนำไปสู่สุภาชิต คำพังเพย หรือคำคม โดยสุนทรภู่ไว้อย่างมากมาย ไม่ว่าจะเขียนจะแต่งอะไร ก็พยายามเปรียบเทียบให้ผู้อ่านรู้ถึงตรรกะและวิธีการมองให้ได้เรื่องเขียนที่ให้ได้ ประโยชน์หลากหลายด้าน จนแม้ตัวสุนทรภู่เองก็ได้กล่าวไว้ เช่น ในท้ายผลงานเรื่อง “สุภาชิตสอนสตรี” ที่เชื่อกันว่าแต่งในระหว่างปีระกาถึงปีชวด พ.ศ. ๒๓๘๐-๒๓๘๓ เหมือนรวมสำนวน หรือแต่งให้เป็นสุภาชิตไว้สอนผู้หญิง จากประสบการณ์ของตัวเอง ก็คงจะมีไม่น้อย มองในอีกด้านหนึ่งก็เท่ากับเป็นการทำทนาย “โคลงโลกนิติ” บนแผ่นศิลาของสมเด็จพระเจ้าบรมวงศ์เธอ กรมพระยาเดชาดิศร งานในช่วงของเวลา คาบเกี่ยวเดียวกัน (พ.ศ. ๒๓๗๔-๒๓๙๑) ที่วัดพระเชตุพนฯ ให้คนร่วมสมัยได้รู้ ประหนึ่งของตัวเองไม่ต้องทุ่มเทมาก แต่ก็เหนือกว่า ว่า



“ใช้จะแกล้งแต่งคำมารำพัน
จะรำไปอย่างไรก็ไม่หมด

คนทุกวันนี้มีอาภิเษม
ชี้เกียจจดเหน็ดเหนื่อยเมื่อมือเขียน”

ในกรณีดังกล่าว จึงเกิดประวัติที่เล่ากันมาว่าพระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย ต้องทรงมีพระราชนิพนธ์ “บทละครเรื่องไกรทอง” เพราะสุนทรภู่เคยจนเข้าพระกรรมว่า ต้องเป็นไพร่อย่างตนเท่านั้น จึงจะแต่งเรื่องเป็นสำนวนคำปากตลาดได้

ส่วนการแต่งทำนองตามใจฉัน ซึ่งมีอยู่ไม่น้อย ก็เป็นการใช้คำแปลกที่หาความหมายไม่ได้ สอนความสามารถของตนเอง แต่เหมือนเป็นมุก หรือคำทำท่าย ที่เหิมเกริม ในการใช้ภาษาไทยที่ไม่ต้องคิดมากก็ได้ เพียงต้องการให้ได้สัมผัส ขณะเดียวกันก็เป็นการแสดงความกล้า ความสนุกส่วนตัว เหมือนไม่แยแสว่าจะมีผู้อื่นแม้ที่เป็นนักกลอนด้วยกันดี ทั้งนี้ด้วยเพราะถือตัวที่มีความเป็นเลิศทางคำกลอน ทำให้จะแต่งอย่างไรก็เป็นที่ยอมรับ เช่น เพียงในนิทานตอนที่ ๕ หน้า ๕๒, ๕๔, ๕๗, ๕๘, ๖๑, ๖๒, ๖๙ ก็มีกล่าว “เข้าไสยยามคำยิ่งรำจวน” “ฟ้าผีเกิดจะไปว่าน่าบัดสี” “น้องจะได้ผ่อนพันทนมรมา” “พอถึงสวนสายแสงสุริยฉัน” “ทำเยื้องยักยำเียงเหมือนเกรงขาม” “วันนี้ร่างเรื่องสารให้ฉานมา” “ยิงขุ่นคินคิดอวยระคายเขิน”

อนึ่ง ตัวละครที่มีมากมาย ทั้งรุ่นใหญ่ รุ่นเล็ก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหญิงที่เป็นเพศเกี่ยวข้องกับชีวิตสุนทรภู่มากกว่าเพศชาย อีกทั้งมีหรือได้รับบทบาทมากมายที่เด่นไม่แพ้ตัวละครชาย หรือจะมากกว่าด้วยซ้ำไป จนตลอดทั้งเรื่อง ตัวละครหลายคู่อาจเป็นคู่ชายหรือคู่หญิง ซึ่งสุนทรภู่สร้างขึ้นให้แยกรับบทหรือซ้ำบทที่เป็นประวัติ ที่ต่างกรรม ต่างเพศ ต่างพวก ต่างวาระกันของบุคคลจริง ก็มีซ้อนกันหลายคน เช่นตัวสุนทรภู่เอง ก็เริ่มด้วยการแยกบทเล่นเป็นพระอภัยมณีและศรีสุวรรณ ที่เดิมแต่งให้หมายถึงเจ้าฟ้ามงกุฎและเจ้าฟ้าจุฑามณี ดังนั้น เมื่อได้โอกาส ทั้งสองตัวละครจึงได้รับฉากหรือบทเป็นนัยถึงตัวสุนทรภู่เอง คือให้มีหน้าตาเหมือนกัน เช่น เป็นคำกลอนในตอน ๑๖ สิ้นสมุทรจับศรีสุวรรณได้ หน้า ๒๔๑ ว่า “มาได้ถวานามวงศ์สงสัยนัก เราเห็นพัคตร์ตุลละม้ายคล้ายบิดา” หรือพาดพิงผ่านหนูพุดในหน้า ๒๔๒ ว่า “แล้วเจ้าเราพิศดูผิวพรรณ ช่างเหมือนกันกับพระที่นี้กระไร” หรือให้มีพฤติกรรมที่อื้อฉาวเหมือนกัน เช่น เป็นคำของสิ้นสมุทรในภาพของหนูพุดที่พยายามห้ามบิดามิให้ยุ่งเกี่ยวกับนางจิ้งที่มีสามีแล้ว ไว้ในตอน ๓๗ หน้า ๗๐๐ ว่า “เสร็จจรุระจะไปบวชจนหนวดขาว มิให้ฉาวเช่นบิดาพระอาเลย” ซึ่งให้ความหมายจากเค้าของพฤติกรรมระหว่างพระอภัยมณีกับนางละเวงวิณพา หรือในร่างศรีสุวรรณกับนางรำภาสะหรี นั่นก็คือ คดีตัวสุนทรภู่เองกับนางจิ้งที่เพชรบุรี

แต่ทั้งพระอภัยมณีและศรีสุวรรณในภาพต่อมาของสุนทรภู่ ก็ยังรับเค้าอื่นของบุคคลจริงผู้อื่นได้อีกมากมาย เช่น พระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัวเมื่อเสด็จขึ้นครองราชย์ ก็มีเค้าอยู่ในตอนที่ ๘ อภิเชกศรีสุวรรณ (รวมกับการแต่งงานระหว่างสุนทรภู่กับนางนินม) และตอนที่ ๒๒ พระอภัยมณีครองเมือง



ผลึก (สวมบทแทน ร. ๓ และกับตัวเองที่มีประวัติเป็นบุคคลที่กว้างขวาง หรืออีกด้านหนึ่งก็ฉาวโฉ่ในเมืองเพชรบุรี) ถึงตอนที่ ๕๓ ที่แต่งในต้นปีขาล พ.ศ. ๒๓๘๕ คำของพระองค์ก็อยู่ในร่างหนึ่งของมังคลา ส่วนหนูพัดที่แต่งให้อยู่ในร่างของสินสมุทรก็มีอีกร่าง คืออรุณศรีมี ตั้งแต่ตอนที่ ๑๖

ส่วนนางสุวรรณมาลีหรือนางละเวงก็เช่นกัน ต่างก็รับบทที่แตกต่างกันไปของบุคคลจริงอีกนับ ๑๐ คน โดยมักเป็นไปตามลำดับเวลาและเหตุการณ์จริง รวมทั้งภรรยาของตัวเอง เช่น นางจันทน์ นางน้อม และนางจิว ต่างก็ได้รับการแยกบทเล่น กล่าวคือ เมื่อคู่กับพระอภัยมณีก็เป็นนางยักษ์ผีเสื้อสมุทร นางเงือกหรือนางสุวรรณมาลี และนางละเวงวิณหา ตามลำดับ แต่เมื่อคู่กับศรีสุวรรณก็เป็น นางเกษรา นางศรีสุดา และนางรำภาสหรี ตามลำดับ แล้วนางศรีสุดาในที่สุด ถึงตอนที่ ๕๕ หน้า ๑๑๓๑ สนุทรภูก็ยิ่งให้รับบทของนางม่วง ที่ให้กำเนิดหนูนิล ในร่างของพระกฤษณา อาจเป็นเพราะคิดจบนิทาน จึงไม่สร้างตัวละครใหม่ขึ้นสำหรับนางม่วง ท้ายสุดสองชื่อตัวละครนี้ที่สนุทรภูแต่งให้รับบทขุนวายุก็ไปบวชชีในจินตนาการกับพระอภัยมณี โดยวิธีการที่ไม่จำกัดเช่นนี้ การวินิจฉัยจึงต้องใช้เหตุการณ์จริงและเวลาจริงเปรียบเทียบกับประวัติทั้งจริงและจินตนาการ ที่มีกล่าวอยู่ในบริบทอื่นพร้อมประสบการณ์และทักษะมาช่วยกำหนดตัวละครว่าใครเป็นใคร หรือสนุทรภูกำลังแต่งด้วยเรื่องอะไรในขณะนั้น

ยังเป็นที่น่าสังเกตอีกว่า ในหลายฉากหลายตอนของนิทานเรื่องนี้ หลายครั้งเป็นการแต่งในช่วงเดียวกับการเดินทางไปแต่งนิราศเรื่องต่าง ๆ ดังกล่าวมาบ้างแล้ว เนื้อหาของเรื่อง หลังฉาก รวมทั้งอารมณ์ขณะทำการแต่งและคำที่ใช้ พบว่ามีส่วนเป็นเค้าเดียวกันกับในนิราศเรื่องนั้น ๆ แทบทุกเรื่อง โดยเฉพาะที่แต่งระหว่าง พ.ศ. ๒๓๗๓-๒๓๘๕ ดังนั้น หลักฐานที่เป็นปีแต่งเพลงยาวหรือนิราศแต่ละเรื่อง อีกทั้งข้อมูลเป็นปีของเหตุการณ์ในบ้านเมือง หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติ ตลอดจนปีพระกรณียกิจตามพระประวัติของเจ้าฟ้าเจ้าแผ่นดิน ดังมีบันทึกอยู่ในพงศาวดารฉบับต่าง ๆ รวมทั้งประวัติศาสตร์ ที่สนุทรภูนำมาปรับแต่งเป็นนิทานในแต่ละตอนให้ตัวละครต่าง ๆ เล่น จึงเป็นหลักฐานตามลำดับจริงที่ผู้เขียนได้นำมาใช้พิจารณาหาปีแต่งแต่ละตอนของนิทาน ซึ่งมีอยู่รวมถึง ๖๔ ตอน หรือในทางกลับกัน ก็ใช้เป็นข้อพิจารณาว่า นิราศบางเรื่อง เช่น “นิราศภูเขาทอง” “นิราศวัดเจ้าฟ้า” “นิราศพระแท่นดงรัง” ทั้ง ๒ ส่วน “นิราศอิเหนา” หรือโดยเฉพาะนิทานเช่น “จันทโครบ” ที่มีปัญหาว่าใครเป็นผู้แต่ง แต่เมื่อแต่ละเรื่องยังมีเค้าตรงกันกับเวลาแต่งอยู่ในนิทาน เมื่อนำมาประกอบกับหลักฐานอื่น จึงกล่าวได้ว่าทั้งหมดเป็นของสนุทรภู พร้อมปีแต่ง ข้อมูลที่ได้จึงช่วยต่อเติมประวัติของสนุทรภูให้สมบูรณ์ต่อเนื่องและชัดเจนขึ้น พร้อมกับเกียรติประวัติของสนุทรภู

ยังมีคำกลอนในนิทานที่เหมือนจดจำมาตอนท่องเที่ยว ฝึกมองธรรมชาติแล้วแต่งเป็นคำกลอนที่ตรงกับนิราศเช่น “ระดะดาชดอกลงบัวหลวงสลอน” ของตอนที่ ๖๔ หน้า ๑๒๗๘ โดยสนุทรภูเคยใช้มาก่อนใน “นิราศอิเหนา” สำหรับสถานที่ในนิทาน สนุทรภูให้รายละเอียดไว้ว่า เป็นที่ “ริมภูมิมีสระปทุมชาติ” ส่วนในนิราศที่ว่า “เห็นสระศรีที่เคยมาประพาส” โดยมีฉากเป็นเขาหลวง และเรื่องกับนางจิว



ผู้เขียนจึงขอสันนิษฐานว่า น่าจะเป็นที่วัดเขาบันไดอิฐ เพชรบุรี แต่คำกลอนนี้สุนทรภู่ก็จดจำเอาไปใช้แต่งอีก ไว้ใน “นิราศพระปฐม” ว่า “ทั้งสระศรีมีสีมูปทุมชาติ ระตะดาษดอกดวงบัวหลวงสลอน” ซึ่งเป็นสถานที่ต่างไป ในที่นี้ยังเท่ากับให้เค้าความคิดของตัวเอง ไปจนถึงการเสียชีวิตของมารดาที่ชื่อ “บัว” (ทศพร วงศ์รัตน์, ๒๕๕๘) ความสอดคล้องกันเช่นนี้จึงยังให้ข้อคิดว่า งานของสุนทรภู่ทุกงาน แม้ที่เป็นนิทาน “โคบุตร” “ลักษณวงศ์” และ “สิงห์ไกรภพ” ที่มีความสอดคล้อง เป็นเหตุเป็นผล ต่อเนื่องกัน คือร่องรอย ประวัติของตัวเอง ตามลำดับเหตุการณ์ และเจ้าฟ้าเจ้าแผ่นดิน ที่ทยอยกันพระราชทานความอุปถัมภ์แก่ สุนทรภู่

อย่างไรก็ตาม ยังได้พบอีกว่า หลายตอนในนิทานพระอภัยมณีเป็นเหตุการณ์เดียวกันที่เคยใช้แต่งมาก่อน แล้วนำมาแต่งซ้ำโดยมีข้อมูลเพิ่มขึ้นเป็นสำนวนของรายละเอียด ฉาก และตัวละครที่ต่างไป ที่สำคัญและยากที่จะเข้าใจ เช่น ขบถเจ้าอนุวงศ์ในนิทานก็พบว่า เริ่มด้วยเป็นร่างหนึ่งของอุสุเรน (เจ้าอนุวงศ์หรือเจ้าราชวงศ์บางครั้งมีเค้าภิกษุเจ้าฟ้ามงกุฎ) ในตอนที่ ๑๘-๒๖ แล้วเป็นเจ้าละมาน (เจ้าไป สุทธิสาร และเพ็ชรามพิชัย รวมทั้งเจ้าอนุวงศ์) ในตอนที่ ๒๗ เป็นย่องตอด (เจ้าราชวงศ์ หรือเจ้าเง่าแม่ทัพหน้า เป็นบุตรของเจ้าอนุวงศ์ มีประวัติสู้ตัวต่อตัวกับเจ้าพระยาราชสุภาวดี รำลือกันว่าอยู่ยงคงกระพันหายตัวได้ “ใครฆ่าตีชีวิตไม่วางวาย” หรือ “ใครล้างผลาญชีวิตไม่บรรลัย” หรือ “ฆ่าไม่ตายแต่ปิดกิตติศัพท์” หรือ “มันไม่ตายแต่ว่าล้มลงชมชาน” และ “เห็นแทงฟันมันไม่ม้วยจึงช่วยพลอย” อย่างไรก็ตาม ท้ายที่สุดถึงตอนที่ ๖๔ ก็ให้ประวัติไว้ว่า “ทหารใหญ่อ้ายย่องตอดนั้นวอดวาย”) ในตอนที่ ๓๒-๓๓ เป็นท้าวเจ้าวาหุโลม (เจ้าอนุวงศ์) ในตอนที่ ๔๙-๕๐ ต่อมาก็เป็นตรีเมฆ (เจ้าอนุวงศ์) ในตอนที่ ๕๐

ผู้เขียนจึงขอชี้ว่าไว้ในที่นี้อีกครั้งว่า จากวัน เดือน และปี ที่จะต้องเป็นทางจันทรคติเท่านั้น รวมประมาณ ๕๐ ครั้ง ที่มีกล่าวอยู่ในนิทานเรื่องนี้ ผู้เขียนได้ใช้เป็นจุดเริ่มต้นเทียบกับลำดับเหตุการณ์ ในพงศาวดาร ประวัติศาสตร์ ประวัติบุคคล และต่อยอด เพื่อสืบหาที่มาที่ไป อะไรเป็นอะไร และใครเป็นใคร ในวรรณกรรมเรื่องพระอภัยมณี แต่ที่สำคัญกว่าคือ สุนทรภู่คือใคร อนึ่ง ในการพิจารณาเรื่องเหล่านี้ ดร.ชนิที่มีคู่มือกับหนังสือนิทาน ประหนึ่งบทคัดย่อ ที่ชี้ช่องได้ตรงกว่าคำวิจารณ์ของนักวิจัย ซึ่งผู้เขียนยังไม่รู้ว่ามันมีมาอย่างไร ตั้งแต่สมัยใด หรือโดยสุนทรภู่เอง เพราะมีนัยของเหตุการณ์จริง ก็มีสวนช่วยชี้มาให้หลักฐานในการศึกษาค้นคว้าของผู้เขียนเป็นอย่างมาก แต่ที่ควรเข้าใจให้ถ่องแท้ของคนในปัจจุบันก็คือ ในภาพของสุนทรภู่ กับผู้ที่สนใจร่วมสมัยทั่วไป เมื่อได้อ่านได้ฟังงานคำกลอนของสุนทรภู่ ก็ไม่ยากนักที่จะเข้าใจ เพราะยังอาจได้รู้ ได้เห็นเป็นฉากของชีวิตผู้คนสมัยนั้นและเหตุการณ์จริงเทียบกับในนิทาน ทั้งบุคคล เวลา สถานที่จริงที่สุนทรภู่เอามาแต่งประกอบ จนสามารถจับคู่ตัวละครกับบุคคลจริงได้ ต่างกับผู้อ่าน แม้กระทั่งนักค้นคว้าประวัติ และงานของสุนทรภู่ในปัจจุบัน เช่นเดียวกับอีกหลายบทหลายตอน ทั้งในนิราศนิทาน ก็พบว่าที่มีที่สุนทรภู่ปั้นเสริมเติมแต่งเป็นเรื่องขึ้นจากตำนาน หรือคำเล่าต่อ ๆ กันมา เพราะนำมาเทียบ



กันได้ เช่น ตำนานยาอายุวัฒนะจากเมืองเหนือ ตำนานพระเจ้าตะเกาทอง ที่จะกล่าวต่อไป

ต่อไปนี้ เพื่อนำทางเข้าสู่ประเด็นของชื่อเรื่อง ผู้เขียนจึงขอเริ่มด้วยการแสดงตัวตนของสุนทรภู่ ซึ่งเป็นคนมีเหตุผล มีความรู้насสัย ไม่รู้ก็บอกไม่รู้ ทำอย่างไรก็บอกทำอย่างนั้น พูดอย่างไรก็เป็นอย่างนั้น เอามาจากไหนก็บอก และสุนทรภู่ไม่เชื่อในหลายอย่างที่มีผู้อื่นเชื่อกัน เช่น ที่เป็น “ไสย” ศาสตร์ที่ถือ “เป็นเดรัจฉานวิชา” (จาก “พระอภัยมณีคำกลอน” ตอนที่ ๔๐, ๔๙ หน้า ๗๗๒, ๙๘๓) โดยสุนทรภู่อยังเป็น นักปฏิบัติ มีการทดสอบ ค้นคว้า เป็นนักจดนักจำ และพิสูจน์ หาที่มาและเหตุผล อยากรู้ อยากรู้ เห็น อยากรู้ เข้าใจ อยากรู้ ทดลอง อยากรู้ ทำ (“มีตำราแล้วก็ต้องทดลองดู” จาก “นิราศวัดเจ้าฟ้า”) ไม่แพ้ความสามารถในทางจินตนาการ ขณะทีในอีกด้านหนึ่งก็เป็นผู้มีทักษะความสามารถในการเข้าถึงแทบทุกเรื่อง และรักษาขนบธรรมเนียมประเพณี โดยเฉพาะความกตัญญู กตเวทิต์ แต่ก็ไม่พ้นที่จะมีการอธิษฐาน อ้อนวอน สิ่งศักดิ์สิทธิ์ แม้การสะเดาะเคราะห์ โดยฝากไว้กับตัวละครที่มีอยู่มากมาย แต่แล้วในที่สุดก็ยังคงเป็นการไขว่คว้าหาอายุวัฒนะ ซึ่งนั่นก็เป็นปรกติวิสัยของคนทั่วไป โดยพยายามถ่ายทอดวิสัยนี้ของตนด้วยคำของตัวเองอย่างขาดไม่ได้ ไว้ในรูปของงานคำกลอนที่ตนถนัดและชื่นชอบ ดังนั้น ผู้เขียนจึงไม่จำเป็นที่จะต้องอธิบาย แต่ก็ต้องค้นหาขึ้นมาชี้แจงโดย “ให้เนื้อเรื่องเป็นพยานกันเอง” ตามวิธีของพระยาปริยัติธรรมธาดา (แพ ตาละลักษณ์, ๒๕๕๖) ดังต่อไปนี้ คือ

ตำราขาห้วกวาวเครือ

ของหลวงอนุสารสุนทร
กรมการบังคับ
เจ้าแผ่นดิน



พิมพ์ที่โรงพิมพ์คุปต์ดิงค์
๓๐๐๐ เล่ม
พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว
พ.ศ. ๒๔๖๔

รูปที่ ๑ ตำรากวาวเครือที่กล่าวถึงสรรพคุณของกวาวเครือชนิดต่าง ๆ ของหลวงอนุสารสุนทร ที่ก่อให้เกิดการตื่นตัวของคนไทย ในคุณภาพใช้เป็นยาพื้นบ้านบำรุงร่างกาย ให้กลับเป็นหนุ่มเป็นสาว



ก่อนจะถึง “ดินถนัณ” หรือ “ถันสุธา” หรือ “นมพระธรรม์” ของสุนทรภู่

เพื่อเป็นจดหมายเหตุและเป็นตัวอย่างของวิถีชีวิตไทยสำหรับผู้อ่านต่อไป ในด้านความคิดและการเข้าถึงยาอายุวัฒนะ สุนทรภู่ซึ่งโดยรวมก็มีความนึกคิดที่เป็นรากฐานทางด้านความต้องการ และก็เหมือนกับคนในสมัยปัจจุบันที่ปรารถนาจะประสบกับสิ่งที่ดีในชีวิต คือ ความเพียบพร้อมด้วยคุณสมบัติ ๔ ประการ ได้แก่ อายุ หรือความมีอายุยืน วรณะ หรือความมีผิวพรรณผ่องใส สุขะ หรือความสุกกายสบายใจ และพละ หรือความมีกำลังกายแข็งแรง มีสุขภาพดี มีภูมิต้านทานโรคร้ายไข้เจ็บ จึงเอาเรื่องเหล่านี้มาเป็นฉากหรือเนื้อหาอีกด้านหนึ่ง สำหรับงานการแต่งนิทานพระอภัยมณี ซึ่งแม้จะมีฉากและตัวละครเป็นผู้คนมากมายอยู่แล้ว โดยที่ในความเป็นจริงแล้ว ด้วยส่วนประกอบนี้ สุนทรภู่คงจะยังต้องการแต่งให้สะท้อนเป็นภาพทั้งรูปธรรมให้ได้แก่กับผู้หญิง อีกทั้งนามธรรมของตัวเองและผู้อื่นที่รู้จัก ผากไว้สำหรับตัวละคร ไม่ว่าตัวใดอย่างซ้ำแล้วซ้ำอีก เรื่องนี้หลายครั้งยังสามารถทบทวนได้จากข้อเท็จจริงของการตามหาอายุวัฒนะที่ยังมีกล่าวอยู่อีกในนิราศ ทั้งที่แต่งควบคู่ในเวลาช่วงเดียวกัน ย้อนเรื่องระหว่างกัน หรือต่างกันออกไป จนเป็นข้อจดจำได้ของผู้เขียน

อย่างไรก็ตาม ปรากฏว่า เรื่องของยาอายุวัฒนะที่เรียก “ดินถนัณ” หรือ “ถันสุธา” หรือ “นมพระธรรม์” มีกล่าวอยู่เฉพาะในนิทานพระอภัยมณี ซึ่งเมื่อผู้เขียนพิจารณาจากคุณสมบัติที่มีอยู่ตามคำกลอนว่า มีผลสีเหลือง เนื้อในสีแดง มีกลิ่นหอม หวานอร่อยชุ่มคอ ใช้วิธีฝานเพื่อรับประทานสดได้ เก็บรักษาไว้ได้นานไม่เน่า ไม่แห้งเหี่ยวทันที คือคงรูป มีประโยชน์แก่ทั้งคนและสัตว์ ทำให้อายุยืน ไม่มีโรคร้าย ผิวพรรณดี แต่งตั้ง รักษาแผลหายสนิทอย่างรวดเร็ว ไม่มีเหี่ยว ไม่มัวหมอง นอนหลับสบาย ผู้ชายกินแล้วดี มีความรู้สึกเป็นหนุ่มเป็นสาว กระชุ่ม กระชวย ร่างกายสดชื่น สมบูรณ์ ไม่คลื่นเหียน มีอารมณ์ทางเพศ (“เป็นที่ชื่นเชยบุรุษสุดสงวน” “จะชุ่มชื่นยืนยิดสืบทิวพันธุ์”) มีรูปร่างคล้ายพิกแพ่ง ขนาดเท่า น้ำเต้าทอง หรือพิกทอง หายาก จนไม่เป็นที่รู้จักกันทั่วไป (“กำหนดนั้นพันปีผุดทีหนึ่ง”) เพราะเป็นหัวอยู่ใต้ผิวดิน มีอยู่หรือเกิดอยู่ที่ใด ดินบริเวณนั้นจะโป่งขึ้น และเห็นเป็นหยดไอน้ำ หากมิใช่เป็นความเขลา ก็เป็นไปได้ที่สุนทรภู่แต่งพากลอนไป รวมถึง “เกลือโป่ง” และ “ดินถนัณ” (“มนุษย์เราชาวเมืองเรียกเกลือโป่ง เพราะปล่องโป่งเปลวกลืนดินถนัณ”) ด้วยรายละเอียดโดยตลอดเหล่านี้ ประกอบกับจากข้อมูลที่หาได้ทั่วไปในปัจจุบัน ทั้งโดยชาวบ้าน หรือนักวิชาการ ทั้งหมดชวนให้ผู้เขียนเข้าใจได้ว่า น่าจะเป็น “กวางเครือ” ซึ่งในสมัยโบราณคงยังไม่เป็นที่รู้จักกันแพร่หลาย จึงเที่ยวหากันตามลายแทง และตำนานหรือคำกล่าวขานต่อ ๆ กันมา ดังที่สุนทรภู่บันทึกไว้ในชื่อที่ต่างไป เพราะชื่อจริงดังกล่าวจากทางเหนือก็คงจะยังไม่รู้ จึงเรียกไปตามรูปร่างและที่มาหรือที่พบคือพื้นดิน เป็นชื่อต่าง ๆ ดังกล่าว ความคิดในการแต่งชื่อสิ่งของ ตัวละคร สถานที่ซึ่งมีมากมายในนิทาน โดยสุนทรภู่ จึงเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่น่าสนใจศึกษาเป็นอย่างมาก



เพื่อประกอบความเข้าใจถึงที่มาของเนื้อหาดังกล่าว ซึ่งก็ทำนองเดียวกับปีพระอภัย จนทำให้ผู้เขียนได้เรียบเรียงเรื่อง “จากปีเตี้ยวเหลืองถึงปีสกอตเป็นปีพระอภัย” (ทศพร วงศ์รัตน์, ๒๕๕๙) มาแล้ว ในที่นี้ ผู้เขียนจึงขอนำหลักฐานจากเรื่อง “เสียดก๊ก” ที่มีประวัติพาดพิงอยู่ในตำนานหนังสือ “สามก๊ก” โดยสมเด็จพระเจ้า กรมพระยาตำราจรรยาสุภาพ ว่า ในปีเถาะ พ.ศ. ๒๓๖๒ พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย โปรดฯ ให้แปลเรื่อง “เสียดก๊ก” โดยรับสั่งให้แต่งตั้งผู้เป็นพนักงานแปลถึง ๑๒ คน คือ กรมหมื่นนเรศร์โยธี เจ้าพระยาวงศาสุรศักดิ์ เจ้าพระยายมราช (น้อย) พระยาโชฎ๊กราชเศรษฐี พระทองสื่อ จมื่นไวยวรรณ นายจ่าเรศ นายเล่ห์อาวูช หลวงลิลิตปรีชา หลวงวิเชียรปรีชา หลวงญาณปรีชา ขุนมหาสิทธิโวหาร (สุนิสา มั่นคง, ๒๕๔๕) สนทรรุซึ่งคาบเกี่ยวอยู่ระหว่างการติดคุกที่หับเผย ซึ่งเคยอยู่ใกล้บริเวณศาลเจ้าพ่อหลักเมืองกรุงเทพฯ ในปัจจุบันที่มีถนนหับเผย หรืออย่างน้อยต่อมาก็ต้องได้รู้ได้อ่านเรื่องนี้ หลังจากคิดแต่งปีพระอภัยจากปีเตี้ยวเหลือง ใน “ไซฮัน” มาตั้งแต่ในนิทานตอนที่ ๑ แล้ว ครั้งนี้จึงคงจะคิดเอาเรื่อง “ผลภูลิตี” จากเรื่อง “เสียดก๊ก” มาสวมกับหัวกวาวเครือเป็น “ดินถนัน” หรือ “ถันสุธา” หรือ “นมพระธรณี” สำหรับนิทานพระอภัยมณี เริ่มใน ตอนที่ ๓๑ ซึ่งผู้เขียนขอยกเรื่องราวที่เป็นคุณสมบัติของ “ผลภูลิตี” (รื่นฤทัย สัจจพันธุ์, ๒๕๕๐) มาให้ผู้อ่านไว้ก่อนเพื่อได้ใช้เปรียบเทียบกัน ดังต่อไปนี้ คือ



รูปที่ ๒ หัวที่เป็นส่วนรากของกวาวเครือขาว จากภาคเหนือของประเทศไทย มีน้ำหนักถึง ๖.๒ กิโลกรัม แม้หลังเก็บมานาน ถ่ายจากร้านจำหน่ายในงานเกษตรแห่งชาติ บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ วันที่ ๒ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๔



จึงเป็นการแสดงคุณสมบัติความเป็นนักวิชาการค้นคว้าวิจัยและนักพิสูจน์ของสุนทรภู่

อนึ่ง โดยที่เมืองเพชรบุรียังคงมีประวัติเป็นชุมชนที่มีการนำพันธุ์ม้ามาจากเมืองมะริดและเมืองใกล้เคียงอื่น ๆ เช่น ประจวบคีรีขันธ์ เข้ามาเลี้ยง ฝึก และขยายพันธุ์ ก่อนกระจายไปที่อื่น โดยที่ประวัติดังกล่าวนี้ก็มีกล่าวอยู่ใน “เสภาเรื่องขุนช้างขุนแผน” ตอนที่ ๑๖ แต่งโดย ครูแจ้ง ขณะหลวงทรงพล กับ พันพาด ไปรับม้าที่เมืองมะริด แล้วนำมาเลี้ยงในหมู่บ้านบริเวณเขาบันไดอิฐในเพชรบุรี (เรื่องนี้ยังน่าจะมีส่วนจุดประกายเป็นม้า “นิลมังกร” หรือ “ม้าสินธูธพ” ที่แปลได้ว่าเป็นม้าน้ำ ในนิทานพระอภัยมณี ตอนที่ ๒๔ ที่แต่งในปีขวด พ.ศ. ๒๓๗๑ จึงเป็นไปได้ที่สุนทรภู่รู้เรื่องอายุวัฒนะ ลักษณะเป็นหัวพีชดังกล่าวมาก่อนปีเถาะ พ.ศ. ๒๓๗๔ ของการแต่งเป็นเรื่องไว้ใน ตอนที่ ๓๑) เป็นคำกลอนว่า

“อีเหลืองเมืองมะริดพลอยติดมา	ผัวมันทำนว่าเป็นม้าน้ำ
มีลูกตัวหนึ่งชื่อสีหมอก	มันออกวันเสาร์ขึ้นเก้าค่ำ
ร้ายกาจหนักหนานัยน์ตาดำ	เห็นม้าหลวงข้ามน้ำก็ตามมา
มาถึงสิงขรพ่นพักหยุด	ปล่อยม้ามืดลุดให้กินหญ้า
กรมการกุยปราบส่งเนืองมา	ผ่านชะอำถึงท่าเพชรบุรี
เลี้ยงม้าอยู่ศาลาบ้านแดง	บันไดอิฐติดแค่คีรีศรี
สีหมอกลองเชิงเริงฤทธิ	เข้ากัดฟันขยี้เอาม้าเทศ”

เพื่อประกอบความเข้าใจ ผู้เขียนยังพบเรื่องม้าอยู่ในพงศาวดาร รัชกาลที่ ๓ ด้วยข้อความว่า “ม้าต้นม้าเทศม้าไทยขึ้นระวางตามชื่อ ในแผ่นดินพระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลกทรงไว้ก็มีเป็นอันมาก พระยาลองจัดซื้อม้าเทศที่เมืองเกาะหมากม้า ๑ ราคา ๘๐๐ เหรียญ ชาวบริสุทธ์ทั้งตัว จักซุขาว ขนขาวละเอียดอ่อน สูง ๓ ศอก ๑๐ นิ้ว รูปร่างนั้ก จะว่าม้าเผือกก็ว่าได้ โปรดให้ขึ้นระวางพระราชทานชื่อพระสังข์ศรีศรี ครั้นล้มเสียแล้ว โปรดให้หาจัดซื้ออีกอย่างนั้น ก็ไม่ได้” (ทิพากรวงศมหาโกษาธิบตี, ๒๕๔๗ หน้า ๑๔๗)

การที่สุนทรภู่พาดพิงเรื่องของม้าคู่กับสิ่งที่เป็นสมุนไพรรักษาทั้งพืชทั้งดินดังกล่าว ซึ่งคงจะมีคุณสมบัติช่วยกระตุ้นให้ม้าที่นำมาเลี้ยงที่นั่นผสมพันธุ์ สุนทรภู่เองก็ต้องเคยได้เห็นรูปร่างของหัวพีชชนิดนี้อย่างแน่นอน จึงหาชื่อให้ไว้ในนิทานและเช่นเดียวกับคนข้างเคียง ก็ต้องเคยลิ้มลอง ด้วยค่าเล่าลือ ตามความเชื่อว่ามีคุณสมบัติเป็นยาอายุวัฒนะ และเป็นทีไฝหา จึงเป็นไปได้ที่ “ลูกนั้นหรือชื่อวานมพระธรรม” ตามคำของตนเองคืออาลักษณ์ (หรือตำแหน่งพระราชทานแก่ตัวของสุนทรภู่เองแต่งให้เป็นคำกลอน “ฝ่ายอารักษ์ คักดีสิทธิ์สถิตสถาน” เพราะในใจไม่ใช่อารักษ์ ซึ่งสุนทรภู่เชื่อบ้างไม่เชื่อบ้าง ดู “นิราศเมืองแกลง” “นิราศพระประธม” หรือ ขำระมาผิต) ซึ่งก็คือ กวาวเครืออีกทั้งดิน (โปง) ที่มีเค้าอยู่ใน “พระอภัยมณี



คำกลอน” ตั้งแต่ตอนที่ ๓๑ มากมาย และจะกล่าวถึงทั้งหมดต่อไปตามลำดับ โดยคุณสมบัติหลายอย่างก็ยิ่งสอดคล้องกันกับ “ผลภูสิทธิ์” ตามคำของขงจื้อในเรื่อง “เสียดก๊ก” นอกจากแหล่งที่มาจากน้ำหรือแผ่นดินที่ต่างกัน เป็นนิทานในระหว่าง ๑๐ ปี คือ กวางเครือ และดิน (โป่ง) รวมทั้งดินถนมาจากหลักฐานที่จะกล่าวถึงต่อไป หรือในภาพรวมเป็น “ดินถนั” “ถันสุธา” หรือ “นมพระธรณี” ใน “พระอภัยมณีคำกลอน” ที่แต่งระหว่างปีเถาะถึงปีฉลู พ.ศ. ๒๓๗๔-๒๓๘๔ ดังต่อไปนี้



รูปที่ ๓ หัวที่เป็นส่วนรากของกวางเครือแดง ที่มีลักษณะยาวเป็นท่อน และภาพตัดขวางให้เห็นวงของยางที่ขอบชั้นเปลือกของกวางเครือแดง ถ่ายจากร้านจำหน่ายในงานเกษตรแห่งชาติ บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ วันที่ ๓ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๔

“พอเข้าตรูรู้สึกรู้สึกถึงมัว
บ้านพระโอบุญไสรจสรงพักตร์ประไพ
พอไต่ยินดินลั่นเสียงครั้นครั้น
ประเดี้ยวหนึ่งตึงสะดุ้งดังผลุงลง
เหลืออร่ามงามอมหอมระรื่น
สงสัยนักซึกมีดอกกริดลอง
นางชิมดูรู้ว่าไอซารส
ทิ้งหอมหวานชานเสียวมีเรียวแรง

ลงมาหาทำหินที่สินธุไส
คิดอาลัยแลหาอาชาทรง
สะเทือนพื้นภูมาป่าระหง
กลิ้งอยู่ตรงหน้าเท่านั้นน้ำเต้าทอง
ดูสดชื่นชูลีไม่มีสอง
ขาดเป็นสองซึกใส่ข้างในแดง
เหลือกำหนดในมนุษย์สุดแสวง
ที่คอแห่งหิวหายสบายบาน



พอม้ามิ่งวิ่งมาแล้วอ้าปาก
 ม้าลำพองล่องเชิงเรียงสำราญ
 ยังเหลืออีกซีกเสี้ยวไม่เหี่ยวแห้ง
 ขึ้นทรงนั่งหลังม้าแล้วคลาไคล
 ทั้งเนื้อเปื้อนเสื่อสิงห์กระทิงถึก
 บ้างแลพบหลบตัวด้วยกลัวตรา
 พอเห็นคนบนชะง่อนสิงขรเขา
 นางวิณหามาได้กินดินสำคัญ
 นางแลดูผู้เฒ่าบนเขาเขียว
 จึงซักถามตามแคลงไม่แจ่มใจ
 อันของดีมีรสไม่หมดสิ้น
 แต่พรายแพรงแจ่มความตามสำเนา
 ฝ่ายอารักษ์ศักดิ์สิทธิ์สถิตสถาน
 ลูกนั้นหรือชื่อว่านมพระธรณี
 ผุ่งสัตว์ไพร่ไต่ย่นทั้งกลิ่นหอม
 ด้วยหวานเย็นเห็นประเสริฐเกิดกำลัง
 อายุยืนชื่นชุ่มเป็นหนุ่มสาว
 ถึงแก่เฒ่าเข้าเรือนสามร้อยปี
 ทั้งเนื้อหอมกล่อมกลิ่นระรินริน
 เราได้กลิ่นดินถนนั้นให้รู้จวน
 ให้อยู่เฝ้าเขาอากาศขาดครึ่งซีก
 ต่อได้กินดินถนนั้นเมื่อวันไร
 นางทราบความตามคำที่รำเล่า
 วางไว้บนต้นไม้ที่ใกล้ธาร
 ซึ่งธรรมาองค์จำนน
 ข้าหลงทางกลางป่าพนาลี
 ฝ่ายเทวัญครั้นสดับที่กลับถาม
 ซึ่งโฉมยงหลงทางมากกลางไพร
 จงรีบรัดตัดทางไปข้างเขา

รู้ว่าอยากยื่นให้ม้าเป็นอาหาร
 นางนั่งผานขึ้นชิมจนอิ่มใจ
 ห่อตะแบงมานมนั้ไม่ห้วนไหว
 พอสัตว์ไพร่รู้อึ้งคะนึ่งมา
 หมุ่มฤๅครัดควายทั้งซ้ายขวา
 บ้างวิ่งมาวิ่งไปออกไขว่กัน
 ร้องว่าเรารักษาพนาสัตว์
 ไม่แบ่งปันให้เราบ้างเป็นอย่างไร
 เป็นซีกเสี้ยวแต่ข้างขวาน่าสงสัย
 ท่านชื่อไรร้องทักรู้จักเรา
 จะให้กินได้อยู่ท่านผู้เฒ่า
 ก่อนเถิดเราก็จะให้เป็นไรมี
 จึงแจ้งการกับวิณหามารศรี
 ถึงพันปีผุดขึ้นเหมือนป็นดั่ง
 มาพรั่งพร้อมเพราะจะกินถวิลหวัง
 กำจัดทั้งโรคไม่ราศี
 ผิวนั้นราวกับทองละอองศรี
 ก็ไม่มีมัวหมองละอองนวล
 เป็นที่ชื่นชยบุรุษสุดสงวน
 ด้วยธรรมาพระอิศวรเธอสาปไว้
 สุดจะหลีกเลี่ยงกรรมจะทำไฉน
 จึงจะได้เต็มกายสบายบาน
 จึงหยิบเอาถันสุธาออกมาผาน
 แล้วว่าท่านเทวดาได้ปรานี
 ข้าผ่องผ่นพันทุกขเป็นสุขซี
 ท่านช่วยชี้มรรคาให้คลาไคล
 จึงบอกความเคลือบแฝงแกล้งไข
 เพราะจะได้พบลาภปราบไพร
 จะพบชาวบ้านป่าพนาศรี



ทั้งจะปะพระปีโปบาลีดี

พอเสร็จจำคำแดงแผลงอำนาจ

แล้วกลับกลายหายวับไปลับตา

จงพาที่ไต่ถามตามสงกา

ต้อนตวาดเลื้อลิ่งห่มหิงสา

ถันสุธาที่ถวายก็หายไปฯ”

(จากตอนที่ ๓๑ พระอภัยมณีพบนางละเวง ขณะนางละเวงหนีมาได้ดินถนัณ หน้า ๕๔๒-๕๔๓
แต่งในเดือนมกราคม ปีเถาะ พ.ศ. ๒๓๗๔ เมื่อสุนทรภู่เดินทางไปบังสกุลศพขุนแพ่งที่เพชรบุรี เป็นการแต่ง
ถวายพระองค์เจ้าลักขณานุคุณมาตั้งแต่ราวตอนที่ ๑๒)

“ฝ่ายโฉมยงองค์ละเวงฟังเพลงขับ

เสนาะคำทำเนียบข้างเปรียบเปรย

แล้วเชือดขึ้นดินถนัณรางวัลให้

ผิวฉวีสีสันแต่นั้นมา

ระทวยท้บองค์แอบแนบแขนย

นางชมเชยชื่นจิตเหมือนธิดา

ทั้งสองได้รับประทานหวานหนักหนา

จึงโสภาผ่องผุดเพียงบุตรี”

(จากตอนที่ ๓๒ ศรีสุวรรณอาสาตีด่านดงตาล ขณะนางละเวงมาพักนอนที่เขตถ้ำกล้าพัน
หน้า ๕๖๒ แต่งในเดือนมกราคม ปีเถาะ พ.ศ. ๒๓๗๔ ในเค้าเริ่มปัญหาขู้สาวกับนางจิว เมื่อเดินทางไปบังสกุล
ศพขุนแพ่งที่เพชรบุรี)

“นางละเวงเกรงกราบไม่หยาบหยาม

แต่ไม่บอกอกรว่าเธอพาที่

เล่าแต่ความตามได้กินดินถนัณ

พลางเชือดขึ้นดินถนัณออกทันใด

ทำถามลองของนี่กินดินนี้

บาทหลวงครู้ความตามตำรา

กำหนดนั้นพันปีผุดทีหนึ่ง

เกิดตรงไหนไอเหี่ยวเหมือนเกลือกิน

มนุษย์เราชาวเมืองเรียกเกลือโป่ง

ได้ผลกินกลืนเนื้อเหมือนเจ้าจันทน์

แล้วเล่าความตามรบจนหลบหนี

กลัวเป็นที่กินแห่งแคลงฤทัย

จึงผิวพรรณผุดละอองให้ผ่องใส

ถวายให้พระฉันแล้ววันทา

ไม่รู้จักตั้งรากลากหนักหนา

จึงบอกว่าของอยู่ในใต้แผ่นดิน

เสียงดั่งตึงแตกฟุ้งจรุงกลืน

พื้นแผ่นดินก็เป็นโป่งขึ้นตรงนั้น

เพราะปล่องโป่งเปลวกลืนดินถนัณ

บอกแล้วฉันชิมหวานล้ำราญใจฯ”

(จากตอนที่ ๓๒ ศรีสุวรรณอาสาตีด่านดงตาล ขณะนางละเวงปรึกษากับสังฆราชาบาทหลวง
จะรบพระอภัยมณี หน้า ๕๗๐ แต่งในราวเดือนมกราคม ปีเถาะ พ.ศ. ๒๓๗๔ ในเค้าเริ่มปัญหาขู้สาวกับ
นางจิว เมื่อเดินทางไปบังสกุลศพขุนแพ่งที่เพชรบุรี)



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

“สองสนิทชิดชมอารมณ์ชื่น
พระลืมองค์พงศ์พันธุ์สุวรรณยา
พระหลงรีนชื่นกลิ่นดินถนนั้น
แต่คสังเกล้าเฝ้ายวนรัฐจวนใจ

ระเริ่งรีนเริ่มแรกแปลกภาษา
นางลืมวังลังกาไม่อาลัย
นางหลงชื่นเชิงชิดพิสมัย
จนระงับหลับไปในไสยาฯ”

(จากตอนที่ ๓๖ พระอภัยมณีทำผูกคอตายได้นางละเวง ขณะนางยุพาผกาคิดอุบายให้พระอภัยมณีได้นางละเวง หน้า ๖๙๐ ในเค้าปัญหาคู่สาวกับนางจิ้ง ที่พูดไทยด้วยสำเนียงชาวเพชรบุรี ย้อนเรื่องมาแต่ขณะหนีเอาชีวิตรอดจากเพชรบุรีมาอยู่วัดพระเชตุพนฯ ตั้งแต่ปีมะโรง พ.ศ. ๒๓๗๕ โดยอาศัยพระบารมีของพระองค์เจ้าลักขณานุคุณ ที่ทรงผนวชและจำพรรษาอยู่ที่วัดแห่งนี้ พร้อมพระอนุญาติจากอธิบดีสงฆ์ของวัดคือ สมเด็จพระมหาสมณเจ้า กรมพระปรมานุชิตชิโนรส หรือระยะต่อมาที่วัดมหาธาตุฯ ในราวปีมะเส็งถึงปีมะเมีย พ.ศ. ๒๓๗๖-๒๓๗๗)

“นางฟังคำรำเปรียบเห็นเฉียบแหลม
พอเห็นพระอภัยฟื้นตื่นพระองค์
แล้วหยิบขึ้นดินถนนั้นสำคัญของ
ให้ชื่นใจไม่รู้ทิวทั้งผิวเนื้อ
เสวยอิมย์มย่องว่าน้องรัก
จะชุ่มชื่นยืนยืดยึดสืบพืชพันธุ์

ค่อยยิ้มยิ้มชื่นชมสมประสงค์
เชิญให้สรงเสวยตามความสบาย
เสวยลองรสชาติประหลาดเหลือ
ไม่มีเหมื่อหอมรื่นทุกคืนวัน
ขอบใจนักที่ได้กินดินถนนั้น
เป็นเพื่อนขวัญเนตรน้องอยู่ห้องในฯ”

(จากตอนที่ ๓๗ ศรีสุวรรณกับสินสมุทรถูกเสน่ห์ หน้า ๖๙๑-๖๙๒ แต่งเมื่อพบนางม่วง ในปีมะแม พ.ศ. ๒๓๗๘ แต่ยังเอาเรื่องกับนางจิ้งมาแต่ต่อ มีเค้าการสิ้นพระชนม์ของพระองค์เจ้าลักขณานุคุณ อยู่ในหน้า ๖๙๖ หน้าต่อไปน่าจะเริ่มเป็นการแต่งถวายกรมหมื่นอัปสรสุดาเทพ มีสำนวนภาษาวาทวิวยั่ว ด้วยบทอัศจรรย์ ผ่านตัวละครถึงพระองค์)

“นางแกล้งยิ้มพริ้มพรายภิปรายตอบ
เสวยชอบหอบเหียนอาเจียนนั้น
เวลาเช้าข้าวตั้งรังนกเสวย
ลมบรรเทาเข้าบรรทมหลับนมนาน

หมอบประกอบยากินเข้าดินถนนั้น
ค่อยผ่อนผันบรรเทาที่พันดูขึ้นบาน
กับนมเนยน้ำอ้อนทั้งวันหวาน
เห็นอาการค่อยเป็นสุขขึ้นทุกที”

(จากตอนที่ ๓๗ ศรีสุวรรณกับสินสมุทรถูกเสน่ห์ ขณะสินสมุทรถูกเสน่ห์นางยุพาผกา หน้า ๗๐๘ แต่งเมื่อพบนางม่วง ในปีมะแม พ.ศ. ๒๓๗๘ แต่ก็เอาเรื่องกับนางจิ้งมาแต่ต่ออีก ก่อนลาสิกขาเป็นฆราวาสเพราะคำขอร้องจากนางม่วง)



“ฝ่ายละเวงวิณหาพระยาหญิง
หม่อมฉันฝันข้างปลายเห็นร้ายแรง
เวลารุ่งพรุ่งนี้จะพลีศาล
เชิญบรรทมชมนางห้ามตามสบาย
พระกอดเกยเขยปรางว่านางอื่น
เจ้าจากไปไกลพัศตร์เพียงสักวัน

ชะอ้อนอิงพระอภัยพิไรแถลง
ให้จัดแจงจะสะเดาะพระเคราะห์ร้าย
ทุกทวารวังเวียงจนเที่ยงสาย
อย่าใกล้กรายว่าจะเสด็จเพียงเจ็ดวัน
ไม่ชุ่มชื่นเหมือนกับกลิ่นดินถนัณ
เหมือนจากกันร้อยปีไม่มีสบาย”

(จากตอนที่ ๔๒ หัสไชยแก้เสน่ห์ ขณะนางละเวงให้จัดบัตรพลีสะเดาะเคราะห์ หน้า ๘๑๙ แต่งที่กรุงเทพฯ ในราวปีระกา พ.ศ. ๒๓๘๐ โดยยังเอาเรื่องกับนางจิวมาแต่งต่ออีก ระหว่างสุนทรภู่ลาสิกขาเป็นฆราวาส)

“นางสีวันรันทศตลอดลบ
สุดสาครนอนประคองอยู่ห้องใน
ถึงว่าแผลแลตลอดไม่มอดม้วย
จึงจางเจือเนื้องอกออกมาทัน

จนคำพลบลูกนั้งยังไม่ไหว
เอายาใส่แผลแก้มแต่มน้ำมัน
เพราะเหตุด้วยได้กินดินถนัณ
ไม่ถึงวันแผลติดสนิทดี”

(จากตอนที่ ๔๓ นางเสาวคนธ์ยิงแก้มน ขณะนางเสาวคนธ์ปลอมออกไปยิงแก้มนางสุวรรณมาลี หน้า ๘๕๑ แต่งที่กรุงเทพฯ ในราวปีจอ พ.ศ. ๒๓๘๑ ยังมีเรื่องกับนางจิวมาแต่งต่อ ระหว่างช่วงสุนทรภู่ลาสิกขาเป็นฆราวาส)

“ฝ่ายองค์พระอภัยวิไลลักษณ์
คิดจะพาไปอยู่ร่วมบุรี
คูผิวพรรณวิณหาผิดกว่าเก่า
ยิ่งทอดทิ้งยิ่งจะตรมอารมณ์ตรอม
จะปราศรัยไม่ถนัดให้ขัดข้อง

ไม่สิ้นรักวิณหามารศรี
เกรงสุวรรณมาลีจะมียอม
พระพัศตร์คร่ำไคร่รูปก็ชูปมอม
จะหายหอมดินถนัณเพราะรัญจวน
พระยืมย่องตอบความทรมสงวน”

(จากตอนที่ ๔๕ นางเสาวคนธ์ชุดโคตรเพชร ขณะพระอภัยมณีปรึกษาที่จะกลับไปแต่งงาน สิ้นสมุทรสุดสาคร ที่เมืองกระเวก หน้า ๘๙๑ แต่งเป็นตอนแรกของนิทานภาค ๒ เมื่อสุนทรภู่สร้างปัญหากับกรมหมื่นอัปสรสุดาเทพแล้วถูกกำหนดให้กลับไปอยู่เพชรบุรี ตั้งแต่ในราวเดือน ๑๒ ปีฉลู พ.ศ. ๒๓๘๔ หลังการบวชครั้งที่ ๒ ในต้นปีกุน พ.ศ. ๒๓๘๒ ที่มีกล่าวอยู่ในตอนที่ ๔๔ หน้า ๘๘๓-๘๘๔ รวมกับการแต่งย้อนเหตุการณ์ที่หม่อมขุนนาง เจ้าครอกข้างในทองอยู่ (ในร่างของท้าวทศวงศ์) และพระในเพชรบุรี มาช่วยคลี่คลายปัญหาความเป็นชู้กันระหว่างสุนทรภู่กับนางจิว และเพื่อให้เรื่องการได้บวชใหม่ชัดเจนขึ้น สุนทรภู่ได้นำไปแจกแจงเป็นรายละเอียดไว้ต่อมาในตอนี่ ๔๙ หน้า ๙๘๙-๙๙๐)



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

“นางรำภานารีชลีฉลอง
แล้วกราบลามาวังทูลบังอร
เป็นคราวเคราะห์เพราะว่ากรรมจะทำเชษฐ
ไม่บอกกล่าวเล่าให้ผู้ใดฟัง
แล้วเปิดหีบหีบขึ้นดินถนนั้น
นางเชียดใสในจานรองพานทอง
แต่ส่วนพระมเหสีนั้นที่หนึ่ง
ให้บุตรีพี่น้องสองสุดา
ให้พี่น้องสององค์วางตรงหน้า
แล้วเล่าความตามที่หลงในพงพี
เป็นบุญช่วยด้วยว่ากินดินถนนั้น
ฝ่ายองค์พระมเหสีดีพระทัย
ความรักที่จริงจังทุกสิ่งสิ้น
ทั้งชาตินี้พี่กับน้องจะครองรัก
แล้วหีบขึ้นดินถนนั้นนั้นเสวย
สร้อยสุวรรณจันทร์สุดากุมารี

จะตริกตรองตามพระคุณการุญสอน
นางทูลข้อนรู้ว่าคิดนั้นผิดพลั้ง
เผชิญเป็นผิดอย่างแต่ปางหลัง
ที่ผิดพลั้งตื่นลึกไม่ตริกตรอง
ดูสิล้นนั้นยังดีไม่มีหมอง
เป็นส่วนของสร้อยสุวรรณจันทร์สุดา
มิให้หึงจะให้รักนั้นหนักหนา
ถือตามมาหาสุวรรณมาลี
นางวันทาถวายพระมเหสี
ไปถึงที่เข้างอากาศเพียงขาดใจ
จึงผิวพรรณพัทตร์หมองก็มองใส
ว่าขอบใจแม่วัฒนาหนักหนานัก
สมเป็นปิ่นปถพีที่มีศักดิ์
สาทิภักดีพึ่งพาพระบารมี
พลาจชวนเขยสองรามารศรี
อัญชลีแล้วเสวยขึ้นเขยชม”

(จากตอนที่ ๔๕ นางเสาวคนธ์ชุตโคตรเพชร ขณะพระสังฆราชบาทหลวงทำนายเรื่องนางเสาวคนธ์ชุตโคตรเพชรไป หน้า ๙๑๔ แต่งที่เพชรบุรี ในปลายปีฉลู พ.ศ. ๒๓๘๔ ด้วยเรื่องกับกรมหมื่นอัปสรสุดาเทพดั่งมีกล่าวต่อมาอยู่ใน “รำพันพิลาป” วันเกิดเรื่องคือ “เดือนแปดวันจันทร์เวลาอน” ของปีฉลูเดียวกัน หลังการบวชครั้งที่ ๒)

“พลาจลูปหลังตามเคยชะเลยใจ
เข้าเคียงข้างพลาจพลอดแล้วกอดกาย
ระรื่นกลิ่นดินถนนั้นจวงจันทร์เจือ
อัศจรรย์นั้นเพียงตะเกียงดับ
เฝ้าสั่งซ้ำรำให้อาลัยลา

เหมือนเปลวไฟฝอยนิดก็ติดเชื้อ
ไม่รู้หายหอมให้อาลัยเหลือ
ไม่รู้เปื้อนสรฝรั่งเมืองลังกา
หึงห้อยวับแวมเรื่องริมเฟืองฝา
แล้วต่างไปไสยาในราตรีฯ”

(จากตอนที่ ๔๖ พระอภัยมณีกลับเมือง ขณะสินสมุทรรำลางานยูภากาศ หน้า ๙๑๙ แต่งในปลายปีฉลู พ.ศ. ๒๓๘๔ ตอนหนีไปอยู่เพชรบุรีด้วยเรื่องกับกรมหมื่นอัปสรสุดาเทพ แล้วได้ใช้เวลาแต่งเพลงยาว “กาพย์พระไชยสุริยา” พาดพิงถึงพระองค์ “กับเพลงยาวคราวลังกาเก็บมานั้น ไว้บนบรรจรณ์สถิตปิดทวาร”

จากตอนที่ ๔๘ หน้า ๙๖๗ หลังการบวชครั้งที่ ๒ ในช่วงเดินทางจากเพชรบุรีกลับกรุงเทพฯ เพราะมารดาถึงแก่กรรมในเดือนนี้)



รูปที่ ๔ ผลิตภัณฑ์กาวเครือแดงและกาวเครือขาว ปั่นแห้งบรรจุซอง และในสภาพเป็นน้ำมัน แสดงสรรพคุณเป็นยาบำรุงหลายคุณภาพ ที่มีขายตามหาบเร่ แผงลอย หรือร้านยาพื้นบ้านทั่วไป

เค้าของกาวเครือและดิน (โป่ง) หรือ “ดินถนััน” “ถันสุธา” หรือ “นมพระธรรม” ในงานอื่นของสุนทรภู่

น่าสังเกตว่า เมื่อสุนทรภู่เริ่มการกล่าวถึง “ดินถนััน” และติดพันมาตั้งแต่ปีเถาะ พ.ศ. ๒๓๗๔ เป็นเวลาได้ ๑๐ ปีพอดี แล้วไปสิ้นสุดในนิทานพระอภัยมณี ตอนที่ ๔๖ ที่แต่งในปลายปีฉลู พ.ศ. ๒๓๘๔ แต่ความจริงแล้ว ๒๐ ปีก่อนนี้ คือในปีมะเส็ง พ.ศ. ๒๓๖๔ สุนทรภู่ก็ได้กล่าวถึงยาอายุวัฒนะในชื่อดิน “ถนััน” ไว้เป็นครั้งแรกใน “สวัสดิรักษาคำกลอน” ที่แต่งถวายเจ้าฟ้าอาภรณ์ ครั้งตัวเองเพิ่งได้รับพระราชทานตีกที่พัก พระอัครมรงค์ ตำแหน่งขุนสุนทรโวหาร และงานเป็นพระอาจารย์ของเจ้าฟ้าอาภรณ์ ขณะมีพระชนม์ ๕ พรรษาพอดี เหมือนเป็นยาโบราณสำคัญที่พระองค์ก็ควรรู้ ควรใส่ใจ และจดจำ เพราะคงจะมีกล่าวด้วยความเชื่อในสรรพคุณกันมาก่อนตั้งแต่ครั้งโบราณในเรื่องสวัสดิรักษา ที่เป็นคำฉันท์ว่า “อนึ่งวิชาอาคมถนััน เวลาค่ำควรคิดเป็นนิจศีล” โดยผู้เขียนจะยกหลักฐาน “ดินถนััน” ที่เป็นเครื่องปรุงยาพื้นบ้านต่อไปในบทความนี้

ในที่สุด แต่เรื่องนี้ก็อาจไม่มีส่วนมาเกี่ยวข้องแม้แต่น้อย และความคิดต่อไปนี้หากยอมรับไม่ได้ ก็ไม่ถือว่ามิผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใด ๆ กล่าวคือ ในงานเรื่อง “นิราศเมืองเพชร” ซึ่งสุนทรภู่แต่งในราวเดือนธันวาคม ปีชาล พ.ศ. ๒๓๘๕ ขณะเดินทางเข้าเขตเพชรบุรี ระหว่างบ้านบางครกกับบ้านใหม่ ก็ได้



แต่งคำกลอนเกี่ยวกับฟักแพงในไร่ของชาวบ้าน ที่โดยสถานที่ในใจคงจะมีส่วนคิดพาดพิงให้สอดคล้องกับที่เคยได้เริ่มกล่าวมาก่อนไว้ในนิทาน “พระอภัยมณีคำกลอน” ตั้งแต่ตอนที่ ๓๑ หน้า ๕๔๒ ครั้งเดินทางไปเพชรบุรี ในเดือนมกราคม ปีเถาะ พ.ศ. ๒๓๗๔ และเหมือนยังจะเป็นนัยย้อนนึกไปถึงครั้งแต่ง “สวัสดิรักษา คำกลอน” เมื่อ ๑๐ ปีก่อนที่ได้เริ่มรู้จัก “ดินถนนำ” แล้วได้แต่งเป็น “ดินถนนำ” หรือ “ถนนำสุธา” หรือ “นมพระธรณี” ตามนิทานเข้าใจได้ว่า ในความหมายนอกจาก “ดินถนนำ” หรือ “เกลือโปง” ก็ยังรวมถึง กวาวเครือ ที่มีรูปร่างและขนาด “น้ำเต้าทอง” ในครั้งนั้น แต่ในครั้งนี้น่าจะสามไว้เป็นนัยกับ “ฟักทอง” ที่คนเพชรบุรีกลับเรียก “น้ำเต้า” ซึ่งสำหรับสุนทรภู่ เมื่อรู้ว่า “ผลภูสิทธิ” ก็ยังเทียบได้เป็นแต่งโม้ ขณะนั้น จึงคงจะนึกถึง “ดินถนนำ” “ถนนำสุธา” “นมพระธรณี” แต่กลอนคงจะไม่พาไป จึงแต่งได้ในเค้าชื่อของชาวเพชรบุรี ไว้ว่า

“เป็นถิ่นฐานบ้านนาป่าไร่
แต่ฟักทองร้องเรียกว่าน้ำเต้า

เขาทำไร่ถั่วฝักปลูกฟักแพง
ฟักเขียวเล่าเรียกว่าชีพ้าแกลง”

ยังเป็นที่น่าสังเกตอีกว่า นอกจากตัวละครที่มีอายุในจินตนาการเป็นร้อยเป็นพันปีแล้ว เพียงหลังจากที่สุนทรภู่ได้เริ่มกล่าวเป็นครั้งแรกถึงสรรพคุณของ “ดินถนนำ” หรือ “ถนนำสุธา” หรือ “นมพระธรณี” ในลักษณะของยาอายุวัฒนะอย่างละเอียดไว้ในปีเถาะ พ.ศ. ๒๓๗๔ ดังกล่าวแล้ว ตั้งแต่ครั้งนั้น สุนทรภู่ที่อายุเข้าสู่วัยกลางคน คือ ๔๕ ปี ก็คงจะได้สนใจ เรื่อง “อายุ วรรณะ สุขะ พละ” มากขึ้น จากพื้นฐานความต้องการมีอายุยืนของตนเอง ดังที่เคยกล่าวไว้ก่อน เช่น ตั้งแต่ใน “นิราศพระบาท” (พ.ศ. ๒๓๕๐) “สวัสดิรักษา คำกลอน” (พ.ศ. ๒๓๖๔) “นิราศภูเขาทอง” (พ.ศ. ๒๓๗๓) ตามลำดับว่า

“อย่ารู้มีโรคาสารพวงค์
หนึ่งปีตรมารดาคณาญาติ
“อนึ่งนั้นวันกำเนิดเกิดสวัสดิ์
อายุน้อยถอยเลื่อนทั้งเดือนปี
“อายุยืนหมื่นเท่าเสาศิลา
“ทั้งทุกขโคกโรครภัยอย่าใกล้กลาย

ทั้งรูปร่างขอให้ราวกับองค์อินทร์
ให้ผุดผาดผาสุกเป็นนิจลิน”
อย่าฆ่าสัตว์เสียด่างทั้งราศี
แล้วมักมีทุกขโคกโรครโรค
อยู่คู่ฟ้าดินได้ตั้งใจปอง”
แสนสบายบริบูรณ์ประยูรวงศ์”

ถึงปีมะเส็ง พ.ศ. ๒๓๗๖ หรืออีก ๒ ปีถัดมา พระสุนทรภู่ซึ่งยังค้ำเป็นปรกติอยู่กับเรื่องไตรลักษณ์ หรืออนิจจัง ทุกขัง อนัตตา คือ ความไม่เที่ยง เป็นทุกข์ ไม่ใช่ตัวไม่ใช่ตน แต่เมื่อเคยได้เค้าลายแทงพระเจ้าตะเกียบทองเป็นยาอายุวัฒนะจากเมืองเหนือ (กวาวเครือ เริ่มด้วยประวัติจากพม่าเข้ามาทางเชียงใหม่ ซึ่งจะได้อีกต่อไป) ก็ได้หาเรื่องที่จะใช้ข้อมูลความรู้ที่เป็นเพียงตำนาน สร้างเรื่องออกติดตาม เสาะหาด้วย



การเดินทางจากวัดพระเชตุพนไปวัดเจ้าฟ้าอากาศตามจินตนาการ (ซึ่งก็คือวัดร้างชื่อมเหยงคณ์ตามผลการค้นคว้าสำรวจของผู้เขียน) ในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา แล้วเกิดเหตุการณ์ธรณีวิปริต จึงได้ถือโอกาสแต่งว่าตำราหาย โดยปรากฏเป็นรายคำกลอนใน “นิราศวัดเจ้าฟ้า” ที่แต่งในราวเดือนกันยายน ในพรรษาของปีมะเส็งนั้นไว้เช่นว่า

“จึงมาหายอายุวัฒน์ะ	ตามได้ปะลายแทงแกลงไข”
“ที่ธุระปรอทเป็นปลอดเปล่า	ยังดูเลาตายแทงแสวงถวิล
ท่านนอนอ่านลานใหญ่ฉันไต้ยีน	ว่ายากินรูปงามอร่ามเรื่อง
แม้ฟันหักจังกอกผมหงอกหาย	แก้กลับกลายหนุ่มเนื้อนั้นเรือเหลืออง”
“ด้วยเรือร้างสร้างสมมานมนาน	แต่โบราณเรื่องพระเจ้าตะเกาทอง”
“พอฤกษ์สิ่งองค์หะตรงมา	ถวยยาอายุวัฒน์ะ”
“ใส่ตุ้มทองรองไว้ที่ได้พระ	ใครพบปะเปิดได้เอาไปกิน”
“วัดเจ้าฟ้าอากาศนาถนรินทร์	ให้ทราบสิ้นสืบสายเพราะลายแทง
เป็นตำรามาแต่เหนือท่านเชื่อถือ	ดูหนังสือเสาะหาอุตสำหรับแสวง
มาพบปะจะได้ซุกก็สุดแรง	ด้วยดินแข็งเขาประมูลด้วยปูนเพชร”
“จะใครเห็นเช่นเขาบอกดอกจึงมา	มีตำราแล้วก็ต้องทดลองดู
ไม่รู้รื้อร้างจ่างจัดไม่คัดซุก	เป็นแต่จุดเทียนเบิกฤกษ์ราหู
ขอคุณพรตทศธรรมช่วยคำชู	ไม่เรียนรูปร่างไม่ตามลาย
มาเห็นฤทธิ์ฤกษ์ภูอาานุภาพ	ก็เข็ดหลาบลมพาทำราหาย
ได้กรวดน้ำคว่ำขันจนวันตาย	ให้ภูติพรายไพรโคมดที่โชดดิน”

จากความผิตหวังเชิงจินตนาการในครั้งนั้น แม้จะเป็นพระภิกษุและมีอายุจริงเกือบ ๕๐ ปีแล้ว แต่สุนทรภู่ก็ยังพยายามขอต่อชีวิตด้วยการไขว่คว้าหายอายุวัฒน์ะ คำเรื่องนี้ยังมีกล่าวต่อมาอีก เช่นใน “นิราศพระแท่นดงรัง” สำนวนปีวอก พ.ศ. ๒๓๗๙ ว่า

“ขอให้สมปรารถนาอย่าช้านัก	สิ่งไรก็ขอให้สมอารมณ์หมาย
ได้พบพระทุกชาติอย่าคลาดคลาย	อย่าให้ตายกลางอายุปัจจุบัน”

ตามประวัติ โดยสุนทรภู่อเอง ยังมีพูดถึงการเดินทางไปในหลายที่หลายทาง ทั้งที่ใหม่และที่ผ่านมาแล้ว พร้อมใช้โอกาสนั้นเสาะหา ถามหายอายุวัฒน์ะตามลายแทง ดังเช่นที่มีกล่าวอย่างผิตหวังไว้ใน “โคลงนิราศสุพรรณ” (พ.ศ. ๒๓๘๔-๒๓๘๕) ตามเหตุการณ์อีกทั้งเวลาจริง และ “รำพันพิลาป”



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

ทศพร วงศ์รัตน์

๒๙

(พ.ศ. ๒๓๘๕) ซึ่งเป็นการแต่งย้อนเรื่องนี้ไปครั้งปีก่อน พ.ศ. ๒๓๗๐ ที่พิษณุโลก แล้วพาดพิงถึงการได้ลายแทงมา อาจเป็นเรื่องพระเจ้าตะเกบาททอง หรือพงศาวดารเหนือก็เป็นได้ ก่อนจุดดงค์กลับกรุงเทพฯ หลังออกพรรษา ที่นั่นในปีนั้น ตามลำดับ ว่า

“๔๖๑ หวังไว้ให้ลูกเต้า	เหล่าหลาน
รู้เรื่องเปลืองป่วยการ	เกิดร้อน
อายุวันชนะชานาน	นี่พ่อ ขอเอย
แระปรอดยอดยากซ้อน	คิดไว้ให้จำฯ”
“คิดถึงคราวเจ้านิพพานสงสารโคก	ไปพิศศรีโลกลายแทงแสวงหา”
“จะเที่ยวรอบขอบประเทศทุกเขตคั้น	ขอความฝันวันนี้บอกดีร้ายฯ”

จากความรู้สึกนึกคิด และความเพียรพยายามของสุนทรภู่ ในการเดินทางค้นหาอายุวัฒนะ ด้วยประวัติเหล่านี้ นอกจากประสบการณ์ของตัวเอง และจากที่รู้เห็น หรือได้รับการบอกกล่าวเล่ากันมา สุนทรภู่ได้ใช้เป็นเนื้อหา แต่งออกมาเป็นคำกลอน ให้ตัวละครไว้ในหลายผลงาน มีอายุยืนนาน ได้อย่างเป็น เรื่องเป็นราวตามกระแส เพื่อความถูกใจของผู้อ่านผู้ฟัง กล่าวคือ ล้วนให้สอดคล้องกับความเชื่อของคน สมัยนั้น ที่แสดงถึงความต้องการจะมีอายุมั่นขวัญยืน หรือของคนตั้งแต่ครั้งโบราณ ตามตำนานตลอดมา จนถึงปัจจุบัน แม้โดยตัวสุนทรภู่เองจะเคยกล่าวสวนทางแต่ก็เป็นสังขธรรม ไว้ตั้งแต่สมัยเป็นวัยรุ่น เช่นใน “โคบุตร” ตอน ท้าวพรหมหัตถ์สั่งข่านางสุวรรณอำภา ใน “สิงห์ไตรภพ” ตอน โหรทำนาย และต่อมาใน “พระอภัยมณีคำกลอน” ตอนที่ ๑๒, ๕๕ หน้า ๑๗๑, ๑๘๐๙ ซึ่งทั้งหมดเป็นความจริงกว่า ตามลำดับ ว่า

“เมื่อถึงกรรมแล้วก็จำจะวอดวาย	อันความตายนั้นไม่พ้นทั้งธรณี”
“อันเกิดมามีกรรมก็จำม้วย	ถึงร้องให้ใครจะช่วยมาผ่อนผัน”
“เป็นทุกขังอนิจจังอนัตตา	อันเกิดมาเป็นบุคคลไม่พ้นตาย
สุขกับโศกเหมือนหนึ่งโรคสำหรับร่าง	รำพันพลางหักให้พระทัยหาย”
“เกิดแล้วตายวายวามไม่ยั้งยืน	จะม้วยคืนวันไหนก็ไม่รู้”
“ไม่ถึงกรรมทำอย่างไรก็ไม่ตาย	ถ้าถึงกรรมทำลายต้องวายปรมาณ”

เหล่านี้โดยสุนทรภู่จึงยังทำให้เข้าใจได้อีกว่า ยังเป็นการหาเรื่อง เอาความคิดความอ่าน ความเชื่อ ในเรื่องยาอายุวัฒนะ มาเป็นเนื้อหาสำหรับสนองความต้องการที่จะแต่งคำกลอนให้มีหลายรสชาติ โดยเฉพาะการเดินทาง “เที่ยวเล่น” ไปแต่งไว้อีกใน “นิราศวัดเจ้าฟ้า” ซึ่งตอนท้ายน่าจะเป็นการปิ่นเรื่อง เสริมต่อการแต่งคำกลอน จากส่วนที่ต้องการให้เป็นพระราชกุศลแก่ กรมพระราชวังบวรฯ เจ้าฟ้ามหา ศักดิพลเสพ ที่สวรรคตในวันอังคารที่ ๑ พฤษภาคม ปีมะโรง พ.ศ. ๒๓๗๕ และมีการพระราชทานเพลิง



พระศพที่วัดระฆัง (มิใช่พระศพเจ้าครอกข้างในทองอยู่ ที่สิ้นพระชนม์ในเดือน ๑๑ ปีวอก พ.ศ. ๒๓๗๙ ดังมีกล่าวอีก ๖ ปีต่อมาอยู่ใน “นิราศพระประธม”) ในวันเสาร์ที่ ๖ เมษายน ปีมะเส็ง พ.ศ. ๒๓๗๖ โดยที่สุนทรภู่เริ่มด้วยการแต่งสร้างภาพให้เณรหนูพัด ซึ่งบวชอีกครั้งหลังจากสึกในปีจอ พ.ศ. ๒๓๖๙ หรืออาจก่อนนี้แล้วเดินทางไปปรนนิบัติสุนทรภู่ขณะออกธุดงค์ เป็นผู้แต่ง ในฐานะที่ได้รับพระอุปถัมภ์จากพระองค์มานาน

ยังเป็นที่น่าสังเกตว่า ในการเดินทางแต่ง “นิราศวัดเจ้าฟ้า” ราวเดือนกันยายนครั้งนั้น บิดาของสุนทรภู่ที่สึกจากพระมาตั้งแต่ปลายปีกุน พ.ศ. ๒๓๗๐ หรือต้นปีชวด พ.ศ. ๒๓๗๑ (นิทานพระอภัยมณีตอนที่ ๒๓ ศรีสุวรรณรบกับสินสมุทรไปถึงเมืองรัตนนา) ได้ร่วมเดินทางไปด้วย การพาตึงถึงบิดา โดยแฝงให้เณรหนูพัด (ผู้ไม่เคยมีผลงานแม้ต่อมา) เป็นผู้แต่ง จึงอาจหมายถึงบิดาของสุนทรภู่ หรือตัวสุนทรภู่เอง ซึ่งเป็นผู้แต่งจริง อย่างครั้งต่อมาเมื่อแต่ง “นิราศพระแท่นดงรัง” สำนวนเณรหนูกลั่น (ผู้ก็ไม่เคยมีผลงานแม้ต่อมา) ในปีมะเส็ง พ.ศ. ๒๓๗๖ เดียวกัน โดยในภาพที่ก็อาจเป็นไปได้ของท้ายการเดินทางที่ไม่ใช่เรือครั้งนี้โดยสถานที่และฤดูกาลต้องเดินท่องทุ่งในหน้าน้ำ “เที่ยวเล่น” กับบิดาและลูก ๆ จากวัดใหญ่ชัยมงคลมุ่งหาวัดเจ้าฟ้าทางทิศตะวันออก (น่าสังเกตว่า วัดมเหยงคณ์ อยู่ทางตะวันออกของเกาะกรุงศรีอยุธยา แต่สุนทรภู่ไปตั้งต้นที่วัดใหญ่ชัยมงคล) โดยทั้งวันก็ไม่มีการกล่าวถึงท้องน้ำ เป็นไปได้เพราะเริ่มไม่มีการแต่งคําลอนในวันนี้ (แล้วไปเริ่มแต่งต่อที่วัดพระเชตุพนเมื่อกลับถึงกรุงเทพฯ) อีกทั้งตามเนื้อหาในส่วนของข้างท้ายเรื่องที่ยกมากล่าวแล้ว ก็เป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้ โดยสุนทรภู่เรียกว่าเป็นเรื่อง “เรื่อร้าง” เริ่มตั้งแต่ “พอฤชี่ลือคํ่าเหาะตรงมา ถวายยาอายุวัฒนะ” ซึ่งโดยเนื้อหาเป็นเรื่องในตำนาน โดยเฉพาะสรรพคุณของยาที่ “แม่นพันหักจังกอกมหงอกหาย แก่กลับกลายหนุ่มเนื้อนั้นเรื่อเหลือง” จึงเท่ากับเป็นการบอกใบ้ เช่นเดียวกับชื่อเรื่อง คือไม่น่าที่ชื่อวัดเจ้าฟ้าอากาศนถนรินทร์ที่แปลว่า ผู้มีเบื้องสูงระดับเจ้าฟ้าให้ความอุปถัมภ์นี้จะมียู่จริง ไม่เหมือนอย่างนิราศไปวัดอื่น ๆ ที่ไม่ต้องตามหาสถานที่ และไม่เคยมองกล่าวถึงป้ายชื่อ อย่างวัดเจ้าฟ้า ที่แม้จะอ้างว่า มีแผ่นหินสลักเป็นชื่ออยู่ ก็คงจะเพื่อให้สมจริงเท่านั้น แต่น่าจะให้ชื่อเป็นการพาตึงกลาย ๆ (จากฉากอาจจริงของวัดใดแห่งหนึ่ง ซึ่งอยู่บนโขดดิน และตรงกับชื่อวัดมเหยงคณ์ ในความหมายนั่นเอง ที่น้ำไม่ท่วมก็เป็นได้) ให้กระทบเป็นชื่อถึงเจ้าฟ้า คือสมเด็จพระเจ้าฟ้ากุศลทพิพยวดีที่ตัวสุนทรภู่มี “เรื่องที่เคื่องเข็ญ” หรือผิดหวังด้วยปัญหากับพระองค์ ที่ “หายยศหมดรัก” จนต้องกลับมาถูกบัพพาขนิยกรรมจากวัดเลียบ หลังรับภฐิณ ในปีชาล พ.ศ. ๒๓๗๓ และเวลาได้ผ่านมา ๓ ปีแล้ว จึงถือโอกาสนี้หาเรื่องแต่งประชดพระองค์ แสดงความแค้นเคื่อง หรือว่าเล่นตามนินสัย เปรียบเหมือนตลกหลวงซึ่งไม่มีใครถือ แต่ก็มิผู้ติฉิน นินทา ว่าร้าย เป็นธรรมดา



โดยสุนทรภู่เองได้กล่าวไว้อย่างชัดเจน ในฐานะนักค้นคว้าที่เคยได้รับพระอุปถัมภ์ ถึงเหตุผลของการเดินทางไปแต่ง “นิราศวัดเจ้าฟ้า” อากาศนาถนรินทร์ ไว้ว่า

“นิจจาเอ่ยเคยบำรุงฝ้านุ่งห่ม	เคยอบรมรำกลิ่นไม้ลิ้นหอม
เหมือนหายยศหมตรักมาปลักปลอม	จนชুবพอมผิวคล้ำระกำใจ
จึงมาหายาอายุวัฒนะ	ตามได้ปะลายแทงแฉลงไข”
“เหมือนรู้ความยามโคกด้วยโรคร้าย	จึงตามลายลัดแลงแสวงหา
จะใคร่เห็นเช่นเขาบอกดอกจึงมา	มีตำราแล้วก็ต้องทดลองดู
ไม่รู้ร่ำร้างงังดไม่ขัดชุด	เป็นแต่จุดเทียนเบิกฤกษ์ราหู
ขอคุณพรตทศธรรมช่วยค้ำชู	ไม่เรียนรู้รูปร่างไม่ตามลาย”

ประกอบกับในวันที่ ๕ ของการเดินทาง ในเดือนกันยายน ปีมะเส็ง พ.ศ. ๒๓๗๖ เดียวกันนั้น ผู้เดินทางรู้สึกกันจริงที่บริเวณวัดเจ้าฟ้าในจินตนาการซึ่งก็คือวัดมเหยงคณ์ ว่าเกิดแผ่นดินไหวรุนแรง โดยเรื่องนี้ธรรมชาติวิบัติยังมีกล่าวอยู่ในพงศาวดารรัชกาลที่ ๓ การที่สุนทรภู่ยังได้แต่งไว้ก่อนเดินทางถึงปลายทางแห่งนี้ว่า มองเห็นแต่ก็เดินไม่ยอมถึง ด้วยคำกลอน “เหมือนถอยหนีห่างเหินเดินไม่ไหว” จึงแต่ง “เที่ยวเล่น” และเหมือนยังสวมเรื่องให้เพี้ยนด้วยเหตุวิบัติตามความเข้าใจของผู้อ่าน จนการชุดที่ไม่มีอยู่จริงนั้นลึ้มเหลว ส่วนนี้ของนิราศอ่านแล้วจึงเหมือนเป็นกึ่งนิยาย ทำให้นักค้นคว้านักวิชาการหลงทาง แต่ปรากฏการณ์ธรรมชาติครั้งนี้มีจริง สุนทรภู่ยังได้เอาไปแต่งไว้อีกในนิทาน “พระอภัยมณีคำกลอน” ตอนที่ ๓๖ หน้า ๖๘๙ ซึ่งแต่งในเวลาใกล้เคียงกัน โดยสวมอยู่ในบทอศรย์กับนางจิ้งจอกไว้ว่า “ร่วมภิรมย์สมสองทำนองใน แผ่นดินไหวจนกระทั่งหลังอาสนนที”

พอจะเข้าใจ จากที่สุนทรภู่บันทึกเป็นคำกลอนไว้ในท้ายสุดของเรื่อง “นิราศวัดเจ้าฟ้า” ว่า จากวัดปลายทาง เมื่อเดินทางกลับถึงอยุธยาหรือกรุงเทพฯ ก็ได้แต่งเรื่องนี้ “จึงจดหมายรายเรื่องที่เคื่องเข็ญ” จากที่จดไว้เป็นคำกลอน ให้เข้าใจว่า ขณะท่องเที่ยวในท้องทุ่งใหญ่ทางทิศตะวันออกของ “วัดใหญ่ชายทุ่ง” จะมีแต่การเดินทาง “เที่ยวเล่น” เท่านั้น แต่ความจริงเพราะตอนนั้นมีแต่น้ำ จึงอาจพักผ่อนกันอยู่ที่ “วัดใหญ่ชายทุ่ง” หรือวัดใหญ่ชัยมงคล โดยไม่มีการเดินทางไปในทิศนี้จริงก็ได้ แต่จากวัดใหญ่แห่งนี้ ไปวัดมเหยงคณ์ที่อยู่ในทางทิศเหนือนั้น มีการเดินทางตัดตรงไปจริง เพราะมีหลักฐานเป็นแผนที่ คือ “ลายแทง” และเรือที่ไปจอดรับขากลับก็น่าจะรออยู่ในสาขาของแม่น้ำป่าสักทิศทางเดียวกับวัดมเหยงคณ์ เพราะนัดกันไว้หรือไปส่งด้วยก็ยังเป็นไปได้ เนื่องจาก “ไม่ตามรอยแรกมาหญ้าไสว”



รูปที่ ๕ ดอกกวาวเครือขาว (*Pueraria mirifica* Airy Shaw et Suvatabhandu) มีสีม่วงอมน้ำเงิน

สรุป

ตำรายาอายุวัฒนะ ที่น่าจะต้องพูดถึงต่อไปไว้ในที่นี้เป็นอันดับแรก ก็คือ “ตำรายาหัวกวาวเครือ” ของ หลวงอนุสารสุนทร กรมการพิเศษ เชียงใหม่ พ.ศ. ๒๔๗๔ ที่อ้างว่า มาจากตำราพม่าที่เรียกว่า “ตำรายาเป่ากัเซ” (ยาหัวกวาว) จากเมืองพุกาม เป็นจารึกลงในใบลานโดยพระพม่า ๒ รูป คือ พระอานาระทะ และพระอู้นันทียะ แล้ว นายเปลี่ยน กิติศรี แปลเป็นไทย มีความตอนหนึ่ง ว่า “หัวกวาวเครือกินเท่าเม็ดพริกไท วันละ ๑ เม็ด ก่อนเข้านอน” จะทำให้ “คนอ่อนเพลีย ผอมแห้ง แรงน้อย นอนไม่หลับ กินไม่ได้ กินยานี้ ๒๐ ถึง ๓๐ วัน โรคอ่อนเพลียหายสิ้น นอนหลับสบาย เดินไปเดินมาได้ตามปกติ” และ “หญิงอายุ ๗๐ ถึง ๘๐ กินแล้วอ้วนถ้วนสมบูรณ์ กลับมีระดูอย่างสาว นมมีไตแข็งขึ้นอีก ชายกินแล้วนมแตกพาน แข็งเหมือนเด็กหนุ่ม มีกล้ามเนื้อหนังเต่งตึง”

ยังมีหลักฐานที่น่าสนใจ และสุนทรภู์จะต้องล่วงรู้เพราะโดยนิสัย อีกทั้งเป็นเรื่องบันทึกในพงศาวดาร เกี่ยวกับยาอายุวัฒนะ ขณะที่สุนทรภู์เริ่มเข้ารับราชการในกรมพระอภัยมณี ในปลายปีขุด พ.ศ. ๒๓๕๙ กล่าวคือ ใน “พระราชพงศาวดารกรุงรัตนโกสินทร์ รัชกาลที่ ๒” พระนิพนธ์ของสมเด็จพระเจ้าบรมวงศ์เธอ กรมพระยาดำรงราชานุภาพ พ.ศ. ๒๕๔๖ ในหัวข้อ “เรื่องเขมรตีเมืองพัทลุง” ในปีขุด พ.ศ. ๒๓๕๘ หน้า ๑๐๔-๑๓๕ คือ ในขณะนั้น เมืองพัทลุง ซึ่งเคยเป็นเมืองขึ้นของกรุงกัมพูชา ตกมาเป็นเมืองขึ้นของไทย ซึ่งได้ใช้เป็นที่พักกองทัพและเสบียงอาหาร ทำให้มีความเข้มแข็งในการรบ และปกครองคนเขมรได้ ฝ่ายญวน ซึ่งคนเขมรโดยสมเด็จพระอุไทยราชาพึ่งพาอยู่ อยากได้เมืองพัทลุงคืน เพื่อให้ไทย



หมดที่มัน จึงแนะนำให้เขมรต่อเขมรทำกันเอง ญวนจะทำไมไม่รู้ไม่เห็น โดย “ให้สมเด็จพระอุไทยราชา ยกเหตุแต่งคนไปขอเก็บน้ำนมคิลลา แลมูลค่างควา ในแขวงเมืองพิตบอง ตามประเพณี ซึ่งเคยทำมาแต่ก่อน แต่ให้แต่งเป็นกองทัพเข้าไป... ถ้าเห็นว่า ที่เมืองพิตบองจะต่อสู้นั้นคงอยู่ จะตีเอามิได้ ก็อย่ารบพุ่ง ให้เป็นแต่ไปเก็บน้ำนมคิลลาแลมูลค่างควา... ในเวลานั้น พระยารามกำแหง เป็นข้าหลวงอยู่ที่เมืองพิตบอง กับพระยาอภัยภูเบศร์ ผู้ว่าราชการเมือง... จึงแต่งคนให้ไปห้ามกองทัพเขมร กองทัพเขมรก็ไม่ฟังว่าจะเข้าไปเก็บน้ำนมคิลลา แลมูลค่างควาตามเคย...

เรื่องเขมรยกกองทัพล่วงแดนเมืองพิตบองเข้ามา มาถึงกรุงเทพฯ เมื่อเดือน ๖ ปีกุน สัปตศก จุลศักราช ๑๑๗๗ พ.ศ. ๒๓๕๘ ได้ทรงทราบความแคลงพระทัยอยู่ เหตุด้วยกรุงกัมพูชาเคยแต่งคนเข้ามา เก็บน้ำนมคิลลา กับมูลค่างควา เป็นประเพณีมาแต่ก่อน... จึงโปรดให้เกณฑ์กองทัพกรุงเทพฯ สมทบกับ กองทัพเมืองนครราชสีมา ให้เจ้าฟ้ากรมขุนอิศราณูรักษ์ เป็นแม่ทัพยกลงไปตั้งรักษาเมืองพิตบองไว้...”

เมื่อฝ่ายไทยทักท้วงไปยังญวน ครั้นปีขวด พ.ศ. ๒๓๕๙ ฝ่ายญวนได้ตอบมาว่า ได้ไต่สวนไปที่ กรุงกัมพูชา ได้ความว่า ฝ่ายกรุงกัมพูชา... “ได้ยกเข้าไปในดินแดนเมืองพิตบองจริง แต่ไปเพื่อเก็บน้ำนมคิลลา แลมูลค่างควา ตามประเพณีที่เคยทำมาแต่ก่อน กำลังแลไพร่พลมีไปก็แต่พอสมควร ทั้งได้บอกความแก่นายด่านให้แจ้งความไปให้ผู้ว่าราชการเมืองพิตบองทราบด้วยแล้ว ครั้นพวกกัมพูชาก็เข้าไปถึงด่าน พวกนายด่านเมืองพิตบองหน่วงเหนี่ยวไว้ ไม่ยอมให้พวกกรุงกัมพูชาเข้าไปเก็บน้ำนมคิลลา แลมูลค่างควา ดังแต่ก่อน ทำให้พวกกรุงกัมพูชาเกิดความสงสัย...”

จากหลักฐานเป็นคำว่า “น้ำนมคิลลา” ดังกล่าว เป็นไปได้ว่า คำนี้เป็นที่มาของ “ฉันทสุธา” และ “นมพระธรรณี” โดยสุนทรภู่ สำหรับสถานที่พบ “น้ำนมคิลลา” ก็พอจะตรงกับ “ดินถนนำ” โดย “ถนนำ” เป็นสำเนียงภาษาเขมร หมายถึง ยา หรือ “ดินถนนำ” ของสุนทรภู่ที่จะกล่าวต่อไปอีก

แต่ถ้าจะกล่าวถึงตำนานตำรายาอายุวัฒนะของไทย ในความหมายของสุนทรภู่ ที่ต้องการตามหา ดังมีกล่าวอยู่ใน “นิราศวัดเจ้าฟ้า” ผู้เขียนได้พบ แม้จะเป็นข้อความสั้น แต่ก็ตรงกันหลายประเด็นเกี่ยวกับพระเจ้าตะเกาทอง นิทานยุคทวาราวดี ของบ้านอุตะเถา ตำบลม่วงหวาน อำเภอหนองแสง จังหวัดสระบุรี ที่มีอยู่ว่า

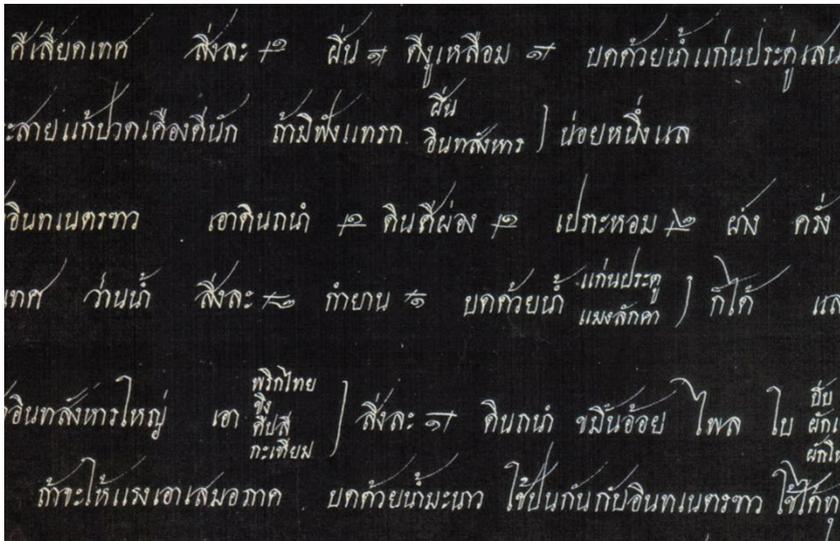
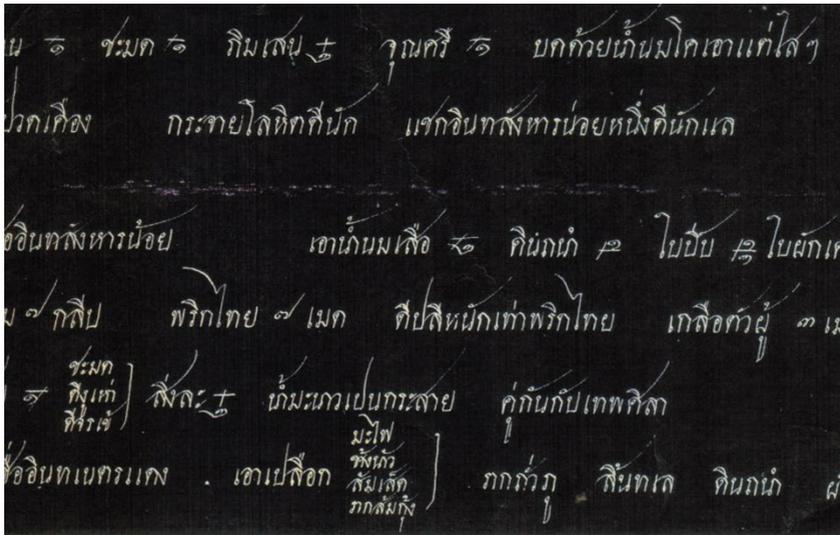
“พระเจ้าตะเกาทองเสด็จประพาสทุ่ง พบที่แห่งหนึ่งเป็นที่สับสนพระทัย จึงโปรดให้สร้างวัดขึ้น ขณะนั้นเองมีฤๅษีสื่อองค์มาเฝ้า และถวายยาอายุวัฒนะเพื่อให้พระชนม์มัยยาวนาน มีพระสิริโฉมงดงาม แต่พระเจ้าตะเกาทองทรงเบื่อหน่ายพระชีวิตเสียแล้ว จึงไม่ยอมเสวยยาอายุวัฒนะของฤๅษี แต่ให้เก็บใส่ตุ่มทองไว้ และฝังไว้ภายใต้ตอม่อพระประธาน และลงลายพระหัตถ์กำกับไว้ รับสั่งว่า ใครพบเห็นก็เอาไปกินได้” (ประยูร พิศนาคะ และ เกรียงศักดิ์ พิศนาคะ พ.ศ. ๒๕๑๒ หน้า ๑๗๘)



จากข้อมูลนี้ จึงเป็นที่ชัดเจนว่า สุนทรภู่ “นี้กล่าวแกล้งแต่งเล่นเพราะเป็นมาย” ในโอกาส การเสียชีวิตของนางนิม ซึ่งสุนทรภู่อีกต้องการบันทึกไว้ พร้อมกับบันทึกเรื่อง “เที่ยวเล่น” ใน “ทุ่งหลวง” “หาวัดวัดเฉวียน” ไว้ใน “นิราศวัดเจ้าฟ้า” จาก “ลายแทง” ขึ้นนี้ วัดเจ้าฟ้าอากาศนารินทร์ จึงเป็นวัด ที่สุนทรภู่ “แกล้งแต่งเล่น” จากวัดร้างที่ซ่อมแซมให้ เป็นเค้าของวัดที่โปรดให้สร้างขึ้นโดยพระเจ้า ตะเกาทอง ขณะ “ประพาสทุ่ง” ซึ่งไม่สามารถสืบได้ว่ามีอยู่จริง หรือเป็นเรื่องที่ “เรื้อรัง” สุนทรภู่จึงยัง แต่งเป็นนัยจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวให้มีพายุพัดจนตำราลายแทงหรือแผนที่หายไป และตั้งแต่แรก เมื่อได้พิจารณาตีแล้ว การเดินทางไปสถานที่ดังกล่าว ในตำนานพระเจ้าตะเกาทองก็คือการเดินทางไปรู้จัก วัดมเหยงคณ์ที่เป็นวัดมีประวัติสำคัญมาก

จากเรื่องพระเจ้าตะเกาทองนี้ หรือเค้าตำรายาอายุวัฒนะจากพม่าก่อนที่จะเป็นงานเขียนของ หลวงอนุสารสุนทร คงจะเป็นต้นเรื่อง หรือลายแทง “เป็นตำรามาแต่เหนือท่านเชือถือ” (จาก “นิราศวัด เจ้าฟ้า”) ให้สุนทรภู่หาเรื่องแต่งเป็นการเดินทางไปวัดเจ้าฟ้าอากาศนารินทร์ ในจินตนาการดังกล่าว เป็นนิราศตามรอยพระเจ้าตะเกาทอง และพาดพิงถึงเจ้าฟ้ากุลพลทพิพวดี กับเจ้าฟ้ามหาศักรดิพลเสพ จนมาเป็นชื่อนิราศก็เป็นได้ การแต่งนิราศเรื่องนี้ จึงแสดงถึงวิสัยของการเอาหลายเรื่อง หลายประเด็น มาประกอบกัน ลงท้ายคล้ายจะหาเรื่องพิสุจน์ลายแทง แล้วแสดงออกมาด้วยความสามารถแต่งเป็นคำกลอน สอนองพระราชประสงค์ของพระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย ที่เคยพระราชทานพระอภัยมณีแก่ สุนทรภู่ สำหรับเป็นเครื่องเตือนใจ และรางวัลล่วงหน้าให้สร้างผลงานเป็นเกียรติประวัติของความสามารถ ตลอดไปอย่าได้หยุด สุนทรภู่จึงมีผลงานคำกลอนไว้มากมาย และระลึกถึงเหตุผลไว้เสมอ

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าในที่นี้ผู้เขียนจะได้ลงความเห็น ว่า “ดินถนััน” หรือ “ถันสุธา” หรือ “นมพระธรรม์” ที่สุนทรภู่กล่าวไว้ในนิทานพระอภัยมณี น่าจะหมายถึงหรือหมายรวมได้ถึง “กวางเครือ” ซึ่งทั้งหมดมีคุณสมบัติเป็นยาอายุวัฒนะ แต่ก็เคยมีผู้กล่าวว่าน่าจะเป็นจากเค้าของ “ผลภูสิทธิ์” ซึ่งเป็น ผลไม้วิเศษในเรื่อง “เลียดก๊ก” หรือเป็นวิตามินต่าง ๆ ไม่ก็ดินโป่ง ซึ่งมีแร่ธาตุต่าง ๆ (ประจิม กมลศิลป์ ใน ประจักษ์ ประภาพิทยากร พ.ศ. ๒๕๒๙) เมื่อเป็นเช่นนี้ ผู้เขียนก็ไม่อยากลืมนิทานที่มีอยู่ว่า “ถึงรัชกาล ที่ ๒ เมื่อ พ.ศ. ๒๓๖๒ พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย โปรดฯ ให้แปลเรื่องเลียดก๊กอีกเรื่อง ๑ แลปรากฏนามผู้รับสั่งให้เป็นพนักงานแปล ล้วนผู้มีศักดิ์สูง แลทรงความสามารถถึง ๑๒ คน...” โดยรวมทั้ง กรมหมื่นนครศรีโยธิน ซึ่งเป็นพระโอรสของเจ้าฟ้ากรมหลวงอนุรักษ์เทเวศร์ กรมพระราชวังหลัง สุนทรภู่ ซึ่งเคยเป็นข้าในวังนี้ และมีราชการขณะนั้นอยู่ในกรมพระอภัยมณี อีกทั้งเป็นกวีที่ทรงปรีชาของ พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย แต่มีราชทัณฑ์ติดคุก ระหว่าง พ.ศ. ๒๓๖๒-๒๓๖๓ เรื่อง “ผลภูสิทธิ์” จะเกี่ยวข้องกับ “ดินถนััน” ของสุนทรภู่ก็คงจะแปลงมาจาก “ดินถนััน” ที่จะกล่าวต่อไป เรื่องนี้จึงเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่น่าสนใจ เช่นเดียวกับเรื่องของ “ปีเดียวเหลือยง”



รูปที่ ๖ เครื่องปรุงยาพื้นบ้าน ที่มีส่วนผสมเป็น “ดินถ่าน” ในคัมภีร์อภัยสันตา เล่ม ๑ โดยสังเขป เลขที่ ๑๐๔๙ หน้าปลายที่ ๒๖-๒๙ จาก “ตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ ๕” เล่ม ๓ โดย คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสาร และจดหมายเหตุ พ.ศ. ๒๕๕๕

อนึ่ง ใน “ตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ ๕” เล่ม ๓ ที่พิมพ์โดยคณะกรรมการฝ่ายประมวล เอกสาร และจดหมายเหตุ พ.ศ. ๒๕๕๕ ผู้เขียนยังพบชื่อ “ดินถ่าน” ใช้เป็นส่วนประกอบของยาโบราณ



หลายขนาน ศาสตราจารย์ ดร. ภก.ชยันต์ พิเชียรสุนทร ราชบัณฑิต สำนักวิทยาศาสตร์ ให้คำปรึกษาแก่ผู้เขียนว่า สิ่งนี้เป็น impured potassium nitrate คือ “ดินถนั้” พบตามพื้นถ้ำที่มีซี้ค่างคาอยู่มาก สำหรับสุนทรภู์ ก็คงจะมีประวัติรู้จักและศึกษาจนถึงขั้นอาจได้เคยใช้ “ดินถนั้” มานาน จนได้พาดพิงโดยเน้นถึงความสำคัญอย่างสูงไว้ตั้งแต่ใน “สวัสดิรักษาค่างลอน” (พ.ศ. ๒๓๖๔) ว่า “อนึ่งวิชาอาคมถนั้เวลาค่าควรคิดเป็นนิจลิน” จึงกล่าวได้ว่า “ถนั้” หรือ “ดินถนั้” เป็นตัวยาพื้นบ้านชนิดแรก ที่เป็นพวกดินในคุณภาพของยาอายุวัฒนะ ที่เข้ามาอยู่ในความสนใจของสุนทรภู์ แล้วได้บันทึกไว้ตามนิตย ณะเดียวกันก็อาจตีความได้ว่า ยาชนิดนี้ เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายในสมัยนั้น

จากที่กล่าวมาทั้งหมดในบทสรุปเกี่ยวกับหลักฐาน สิ่งของมีคุณสมบัติเป็นยาอายุวัฒนะ จึงพอจะจำแนกได้เป็นประเภทที่เป็นพืชพรรณ ได้แก่ “กวาวเครือ” โดยหลวงอนุสารสุนทร และที่เป็นดิน หรือแร่ธาตุ ได้แก่ “น้ำนมศิลา” “มูลค่างคา” และ “ดินถนั้” จึงเป็นไปได้ที่คำว่า “ดินถนั้” ของสุนทรภู์ จะมาจากคำว่า “ดินถนั้” ตาม “ตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง” ส่วน “ถันสุธา” และ “นมพระธรณี” ของสุนทรภู์ ส่วนหนึ่งน่าจะมาจากคำว่า “น้ำนมศิลา” ตามพงศาวดาร ทั้งหมดสุนทรภู์คงจะเหมารวมง่าย ๆ เป็น “ดินถนั้” “ถันสุธา” “นมพระธรณี” ไว้ในนิทาน ในภาพที่อย่างน้อยก็เป็นคุณสมบัติที่ตรงกับของหัว “กวาวเครือ” ซึ่งยังมีรูปร่างคล้ายอวัยวะที่เป็นนมของผู้หญิง หรือมีคุณสมบัติที่กินแล้วทำให้นมเต่งตึง โดยความรู้เห็นจากประสบการณ์ของสุนทรภู์เองที่เพชรบุรี

นอกจากตัวยาอายุวัฒนะพื้นบ้านดังกล่าว ที่สุนทรภู์นำมาพูดถึงไว้ในผลงานระหว่าง พ.ศ. ๒๓๖๔-๒๓๘๕ ผู้เขียนยังได้พบคำว่า “กินโสม” อยู่ในค่างลอน ใน “รำพันพิลาป” ที่แต่งในปีขาล พ.ศ. ๒๓๘๕ ในบทรำพันถึงเครื่องไทยทาน เหมือนต้องการบอกว่าเรื่องโสมตนก็รู้ ว่า “จะสอพลอดฉะปะเหลาะประโลม เหมือนกินโสมโคกสร้างสว่างทรวง” แสดงว่าอย่างน้อยสุนทรภู์ก็พอจะรู้ถึงสรรพคุณที่คนต้องการแล้วนำมากินกัน แต่เนื่องมาจากโสมเป็นพืชพรรณที่มีหลายชนิด และหลายกิตติศัพท์ จึงไม่แน่ว่า สุนทรภู์หมายถึงชนิดใดหรือรวมกันหลายชนิด ทั้งของไทยและต่างประเทศ

หมายเหตุ

“กวาวเครือ น. ชื่อไม้พุ่มรอเลื้อยชนิด *Pueraria candollei* Wall. ex Benth. var. *mirifica* (Airy Shaw et Suvat) Niyomdham วงศ์ Leguminosae ดอกเล็ก สีม่วงอ่อน มีหัวกลม ๆ ออกที่โคนต้นและตามราก ใช้ทำยาได้”

“ถนั้ น. ดินชนิดหนึ่งเชื่อว่าเป็นยารักษาโรค และเป็นยาอายุวัฒนะ เช่น ต่อได้กินดินถนั้เมื่อวันไร (อภัย).”

“ถนั้ น. ชื่อดินชนิดหนึ่ง สีเหลืองอ่อน ใช้ทำยาไทย, ยา. (ช. ถนั้ ว่า ยา). ถนั้ที่ก น. ยาน้ำ”



“โป่ง น. ...พื้นดินที่มีเกลือสินเธาว์ผุดกระอกรังอยู่, ป่าหรือดินที่มีโป่ง เรียกว่า ป่าโป่ง ดินโป่ง ... โป่งดิน น. ดินที่มีเกลือ”

“โสม ๑ น. (๑) ชื่อไม้ล้มลุก ๒ ชนิดในสกุล *Talinum* วงศ์ *Portulacaceae* ใบเดี่ยวอวบน้ำ คือ ชนิด *T. paniculatum* (Jacq.) Gaertn. ใบกินได้และใช้ทำยาได้ และชนิด *T. fruticosum* (L.) Juss ดอกสีชมพู ใบและยอดกินได้

(๒) ชื่อไม้ล้มลุกหลายปี หลายชนิดในสกุล *Panax* วงศ์ *Araliaceae* ใบเป็นใบประกอบ รากอวบ มักมีรูปร่างคล้ายคน เรียกว่า โสมคน ใช้เป็นยาบำรุงกำลัง ที่สำคัญเช่น โสมเกาหลี หรือโสมจีน (*P. ginseng* C.A. Mey.) ก้านช่อดอกยาวกว่าก้านใบ และโสมอเมริกัน (*P. quinquefolium* L.) ก้านช่อดอกยาวใกล้เคียงกับก้านใบ

โสม ๒. น. น้ำคั้นจากต้นของไม้เถาชนิดหนึ่ง กรองแล้วนำมาผสมกับเนยใส เพื่อใช้เช่นบวงสรวง พระอินทร์และเทพอื่น ๆ (ส.)”

(จาก “พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. ๒๕๕๔” หน้า ๘๕, ๕๒๔, ๗๖๖, ๑๒๗๔)

คุณสมบัติของกวาวเครือขาว (*Pueraria mirifica* Airy Shaw et Suvatbandhu)

“บำรุงหัวใจ สายตา ผิวพรรณ แก้ปวดเมื่อยตามร่างกาย และเสริมฮอร์โมนเพศหญิง”

“บำรุงกำลัง หัวใจ สายตา แก้กลิ่ว แก้ปวดเมื่อยตามร่างกาย บำรุงผิวพรรณให้ผ่องใส ไม่หยาบ กร้าน มีน้ำมีนวล เป็นสาวตลอดวัย เสริมสร้างฮอร์โมนทรวงอกเพศหญิงได้ดี นำผงไปพอกหน้า จะเต่งตึงไม่เหี่ยวยุบ บำรุงเส้นผมให้งอกงาม”

คุณสมบัติของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.)

“บำรุงหัวใจ สายตา เส้นผม รักษาอาการปวดเมื่อยตามร่างกาย เป็นยาอายุวัฒนะ เสริมฮอร์โมนเพศชาย”

“เป็นยาบำรุงเลือด เสริมฮอร์โมน บำรุงกำลัง ทำให้ร่างกายแข็งแรง บำรุงประสาท กินแล้ว กระชุ่มกระชวย เป็นยาบำรุงอายุวัฒนะ”

(จาก ซองยาของชาวบ้านในปัจจุบัน ที่มีจำหน่ายตามข้างถนนในเขตชุมชน)

ส่วนกวาวเครือใน “ตำรายาหัวกวาวเครือของหลวงอนุสารสุนทร” ซึ่งมี ๔ ชนิด คือ กวาวเครือขาว กวาวเครือแดง กวาวเครือดำ และกวาวเครือมอ สำหรับกวาวเครือแดงและกวาวเครือดำ มีสรรพคุณใกล้เคียงกับกวาวเครือขาว ด้านสมรรถภาพทางเพศในบุรุษ แต่มีฤทธิ์แรงกว่า โดยมีวิธีปรุงยา และสรรพคุณ



เช่น

“นำผงกวางเครือขาวตำผสมกับน้ำมันวัว มีสรรพคุณช่วยความจำ ผิวหนังนุ่มกระชับ อายุยืน
ปราศจากโรคภัยเบียดเบียน”

“รับประทานผงกวางเครือขาวร่วมกับน้ำมันเนยหรือน้ำมันฝี่ มีสรรพคุณเป็นยาอายุวัฒนะ”

“รับประทานผงกวางเครือขาวผสมกับน้ำมะขามป้อม สมอไทยสมอพิเภก มีสรรพคุณบำรุงสายตา
รักษาโรคตาฟาง”

“รับประทานผงกวางเครือขาวผสมกับน้ำมันควาย มีสรรพคุณบำรุงเส้นผม บำรุงผิวพรรณ”

(จาก “ตำรายาหัวกวางเครือของหลวงอนุสารสุนทร” กรมการพิเศษ เชียงใหม่ พ.ศ. ๒๔๗๔)

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุ. ตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ ๕. ๒๕๕๕.

ตำราสุขภาพ, สมเด็จพระเจ้าบรมวงศ์เธอ กรมพระยา. พระราชพงศาวดารกรุงรัตนโกสินทร์
รัชกาลที่ ๒. กรุงเทพฯ : กรมศิลปากร; ๒๕๔๖. หน้า ๑-๒๓๔.

ทศพร วงศ์รัตน์. มารดาของสุนทรภู่ชื่อบัว. วารสารราชบัณฑิตยสถาน. ๒๕๕๘; ๔๐(๑) : ๑๔๖-๑๘๕.

ทศพร วงศ์รัตน์. จากปีเดียวเหลือถึงปีสกอตเป็นปีพระอภัย. ใน หนังสือเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพ-
รัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในโอกาสฉลองพระชนมายุ ๕ รอบ. กรุงเทพฯ : สำนัก
วิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา; ๒๕๕๙. หน้า ๓๘๗-๔๑๙.

ทิพากรวงศมหาโกษาธิบดี, เจ้าพระยา. พระราชพงศาวดารกรุงรัตนโกสินทร์ รัชกาลที่ ๓. กรุงเทพฯ :
กรมศิลปากร; ๒๕๔๗. หน้า ๑-๑๙๐.

นเรศโรยธี, กรมหมื่น และคณะ (ผู้แปล). เลียดก๊ก โดย เฟิง เม็ง หลง. ๒๓๖๒.

ประจักษ์ ประภาพิตยากร. วรรณคดีวิเคราะห์ พระอภัยมณี. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ทิพย์อักษร;
๒๕๒๙. หน้า ๑-๒๕๒.

ประยูร พิษนาคะ และเกรียงศักดิ์ พิษนาคะ. ชีวิตและงานของศรีปราชญ์-สุนทรภู่. กรุงเทพฯ : สำนักงาน
หอสมุดกลาง ๐๙; ๒๕๑๒. หน้า ๑-๓๘๘.

ปรียัติธรรมธาดา, พระยา (แพ ตาละลักษมณี). ประวัติสุนทรภู่. ๒๔๕๖.

ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. ๒๕๕๔. กรุงเทพฯ : ราชบัณฑิตยสถาน;
๒๕๕๖. หน้า ๑-๑๕๔๔.



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

ทศพร วงศ์รัตน์

๓๙

รีนฤทัย สัจจพันธุ์. อิทธิพลวรรณกรรมต่างประเทศที่มีต่อวรรณกรรมไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง; ๒๕๕๐. หน้า ๓๓๓.

สายวรุณ น้อยนิมิต. บทบาทของถันพระธรณีในพระอภัยมณี ใน สุนทรภู่อำลักษณ์นักเลงทำเพลงยาว. กรุงเทพฯ : สมาคมภาษาและหนังสือแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์; ๒๕๕๗. หน้า ๒๕๖-๒๖๗.

สุนทรโวหาร (ภู่), พระ. โคบุตร. ๒๓๔๙-๒๓๕๐.

..... นิราศเมืองแกลง. ๒๓๕๐.

..... นิราศพระบาท. ๒๓๕๐.

..... กำเนิดพลายงาม. ๒๓๖๒-๒๓๖๓.

..... ลักษณะวงศ์. ๒๓๖๓-๒๓๖๗.

..... สวัสดิรักษาคำกลอน. ๒๓๖๔.

..... สิ่งทไกรภพ. ๒๓๖๔-๒๓๖๙, ๒๓๘๔-๒๓๘๗.

..... พระอภัยมณีคำกลอน. ๒๓๖๖-๒๓๖๙, ๒๓๗๑-๒๓๘๘.

..... เพลงยาวถวายโอวาท. ๒๓๗๓.

..... นิราศภูเขาทอง. ๒๓๗๓.

..... นิราศวัดเจ้าฟ้า. ๒๓๗๖.

..... นิราศพระแท่นดงรัง. สำนวน พ.ศ. ๒๓๗๖.

..... นิราศอิเหนา. ๒๓๗๗.

..... นิราศพระแท่นดงรัง. สำนวน พ.ศ. ๒๓๗๙.

..... สุภาชิตสอนสตรี. ๒๓๘๐-๒๓๘๓.

..... กาพย์พระไชยสุริยา. ๒๓๘๔.

..... โคลงนิราศสุพรรณ. ๒๓๘๔-๒๓๘๕.

..... จันทโครบ. ๒๓๘๕.

..... รำพันพิลาป. ๒๓๘๕.

..... นิราศพระประธม. ๒๓๘๕.

..... นิราศเมืองเพชร. ๒๓๘๕.

..... ประวัติศาสตร์ จากกรุงศรีอยุธยาถึงกรุงรัตนโกสินทร์ วังหลัง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จดหมายเหตุ; ๒๕๔๕. หน้า ๑-๒๒๔.

อนุสารสุนทร, หลวง. ตำรายาหัวกวาวเครือ. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์อุปะติพงษ์; ๒๔๗๔.



Abstract Kwao Khrueta (*Pueraria* spp.) and Rocksalts: the Origin of Dinthanan Thansutha Nomphrathoranee in the Tale of Phra Apai Mani
Thosaporn Wongratana

Fellow of the Academy of Science, The Royal Society of Thailand

The verses from the Tale of Phra Apai Mani were largely based on life of Sunthorn Phu and scenes of the advanced world brought to Bangkok by the western invaders during the reigns of King Rama I-II-III. From the beginning, both Thais and the westerners made seagoings and kept fighting with each other, which represented the conflict between the Thais instead. There were things like very large ships, strange vehicles for land and air travels, technological warfares, unseen music instruments, religion, knowledge, culture. Among the characters, some had supernatural power, some used elixia or the traditional medicines. In this paper “*Dinthanan*” “*Thansutha*” “*Nomphrathoranee*” the remedies that cure all illnesses and prolong life from the tale have been classified. According to the names, shape, size, colour, place of finding and properties of them that were mentioned in the tale, they correspond with every detail to the root of a climbing plant, known as *Pueraria* spp. (“*Thansutha*”, *Nomphrathoranee*”), and the rocksalts (“*Dinthanan*”, “*Dinthanum*”, “*Namnomsila*”). For comparison, all verses about the names from the tale and the popular medical properties of Kwao Khrueta found from local drugstores are presented. It is possible that from the properties of “*Phonphusit*” in the Thai version of “*Liad Kok*” Sunthorn Phu did the same with Kwao Khrueta but under those names for the tale.

Keywords: Tale of Phra Apai Mani, Sunthorn Phu, Dinthanan, Thansutha, Nomphrathoranee, Kwao Khrueta



วารสารราชบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

การเกิดประจุไฟฟ้าสถิตบนเม็ดพอลิโพรพิลีนในฟลูอิดซ์เบด*

สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ

ราชบัณฑิต สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ติเมตรี จิตาสเปอว

ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและชีวภาพ

สถาบันเทคโนโลยีแห่งอิลลินอยส์ ชิคาโก สหรัฐอเมริกา

ปิยะวรรณ ตียะไพบุณชัย

ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณการเกิดประจุไฟฟ้าสถิตได้กระทำในคอลัมน์พลาสติกใส ๒ ชั้นเพื่อป้องกันการรบกวนจากภาวะภายนอก ภายในคอลัมน์ผู้วิจัยได้ติดตั้งแถบทองแดงไว้ที่ผนังจำนวน ๕ แถบที่มีความสูง ๕.๗๒, ๑๓.๓๔, ๒๐.๙๖, ๒๘.๕๓ และ ๓๖.๒๐ เซนติเมตร ผู้วิจัยได้ต่อสายไฟฟ้าจากแถบทองแดงไปยังเครื่องวัดปริมาณประจุ (picoammeter) จากการทดลองพบว่า เกิดทั้งประจุลบและประจุบวกตลอดความสูงของเบด ประจุบวกส่วนใหญ่ปรากฏขึ้นที่ด้านล่างของเบด แต่ประจุลบจะเกิดส่วนใหญ่ทางด้านบน ปัจจัยสำคัญของการเกิดประจุไฟฟ้าสถิตบนผิวของเม็ดพอลิเมอร์ ได้แก่ ความเร็วของอากาศ อุณหภูมิของอากาศ และยังพบอีกว่า ปริมาณของประจุเกิดเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเม็ดพอลิเมอร์ที่ใช้เริ่มต้นและปริมาณของอากาศที่ป้อนเข้าในเบด

คำสำคัญ : ไทโรโบอิเล็กทริก, ปริมาณประจุไฟฟ้าสถิต, พอลิโพรพิลีน, ฟลูอิดซ์เบด

คำนำ

ใน ค.ศ. ๑๙๖๘ บริษัทยูเนียนคาร์ไบด์ ได้สร้างเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิดซ์เบดชั้นอุตสาหกรรมเครื่องแรกสำหรับผลิตพอลิโพรพิลีนแบบระบบแก๊ส เพื่อใช้ผลิตพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง และได้

* บรรยายในการประชุมสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา เมื่อวันที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙



ขยายงานสายการผลิตพอลิเมอร์เพิ่ม ค.ศ. ๑๙๗๕ ได้ผลิตพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ และค.ศ. ๑๙๘๕ ได้ผลิตพอลิโพรพิลีน (Yang, 2003; Xie et al., 1994: 33, 449)

การผลิตพอลิเมอร์ด้วยระบบฟลูอิดเซชันมีข้อได้เปรียบหลายประการ อาทิ สามารถสร้างระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง อุปกรณ์ไม่ใหญ่มาก ระบบควบคุมการผลิตทำได้ง่าย มีของเสียเกิดขึ้นน้อย อย่างไรก็ตาม ระบบทุก ๆ ระบบย่อมต้องมีข้อด้อยอยู่ในตัวของระบบด้วย เนื่องจากระบบฟลูอิดเซชันเป็นระบบที่ก้าวหน้า จึงต้องใช้คนที่มีประสบการณ์ในการทำงานสูงสำหรับเทคนิคฟลูอิดเซชัน เม็ดของแข็งที่ใช้หรือเกิดขึ้นในเบดจะเคลื่อนที่ไปมาอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น เม็ดของแข็งย่อมต้องเกิดการเสียดสีซึ่งกันและกัน หรือสัมผัสกับผนังของเครื่องปฏิกรณ์ การสัมผัสนั้นย่อมต้องเกิดประจุไฟฟ้าสถิตบนผิวของเม็ดของแข็งเมื่อปริมาณของประจุมีจำนวนมาก เม็ดของแข็งจะจับตัวกันเป็นก้อนใหญ่หรือไปยึดเกาะอยู่กับผนังของเครื่องปฏิกรณ์ การผลิตพอลิเมอร์ด้วยเทคนิคฟลูอิดเซชันในแก๊สเฟสจึงมีการจับตัวของเม็ดพอลิเมอร์เป็นกลุ่ม เป็นก้อนใหญ่ หรือเกาะติดผนังอุปกรณ์เป็นแผ่น เนื่องจากเกิดประจุไฟฟ้าสถิตขึ้นบนผิวของเม็ดพอลิเมอร์ที่ผลิตได้ เฮนดริคสัน (Hendrickson, 2006: 61, 1041) ได้รวบรวมผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดประจุบนผิวของเม็ดของแข็งในเครื่องปฏิกรณ์แบบฟลูอิดซ์เบด แต่ข้อมูลที่เสนอไว้ยังไม่ละเอียด ไม่ได้กล่าวถึงกลไกการเกิดประจุไฟฟ้าสถิตว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร มีสมมุติฐานหลายประการเกี่ยวกับการเกิดประจุไฟฟ้าบนผิววัสดุ อาทิ เกิดประจุแบบโทรโบอิเล็กทริก การเหนี่ยวนำ ประจุจากการเสียดสี และการยิงอนุภาคไอออน แต่กลไกที่กล่าวกันมากที่สุดคือกระบวนการโทรโบอิเล็กทริก ซึ่งเป็นกระบวนการที่วัสดุมาสัมผัสกันและผลออกจากกันทำให้อิเล็กตรอนจากผิวของวัสดุชิ้นหนึ่งถูกดึงออกแล้วไปปรากฏบนผิวของวัสดุอีกชิ้นหนึ่ง

เยาและคณะ (Yao et al., 2002: 56, 183) ได้พบว่า ในระบบแก๊สฟลูอิดเซชันที่มีความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มการกระจายตัวของประจุบนผิวของเม็ดของแข็งเนื่องจากมีการเพิ่มการนำไฟฟ้า วอลนีย์และออปาลินสกี (Wolny and Opalinski, 1983: 14, 279) ได้เติมเม็ดของแข็งขนาดเล็กลงในเบดที่มีเม็ดของแข็งขนาดใหญ่ทำให้เกิดการสะท้อนของประจุภายในเบด โบแลนด์และเจลดาร์ต (Boland and Geldart, 1971: 5, 289) ให้สมมุติฐานไว้ว่า ประจุที่เกิดขึ้นในเบดนั้นเกิดขึ้นที่รอบ ๆ ฟองแก๊สและในส่วนของหางของฟอง (wake) และยังพบอีกว่า ปริมาณของประจุมีมากขึ้นเมื่อเพิ่มขนาดของเม็ดของแข็งเนื่องจากมีการสัมผัสระหว่างเม็ดมาก เมื่อไม่นานมานี้ จิฟฟินและเมห์รานี (Giffin and Mehrani, 2010: 68, 492) ได้ใช้ถ้วยพาราเดย์วัดปริมาณประจุในฟลูอิดซ์เบดชนิดฟองและชนิดเป็นชั้นสลับที่มีเม็ดพอลิเอทิลีนเป็นเบด ได้พบว่าเม็ดขนาดเล็กมีประจุเป็นบวก ผนังคอลัมน์และเม็ดขนาดใหญ่มีประจุเป็นลบ

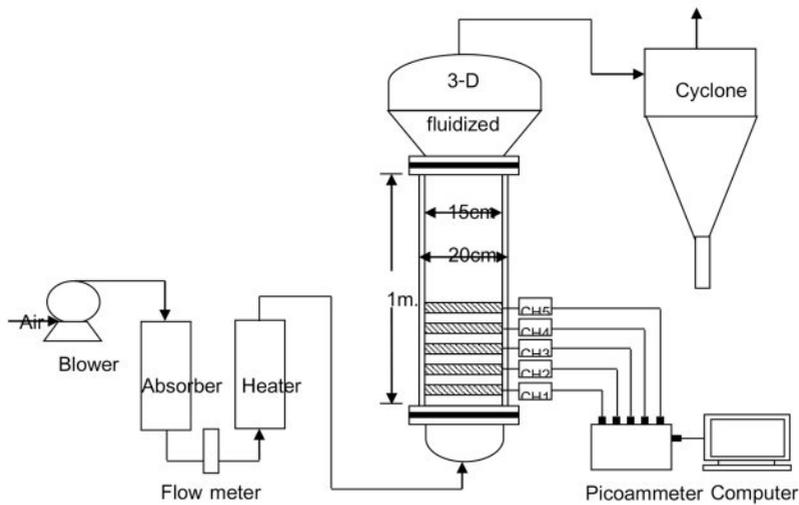
จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษากระบวนการเกิดโทรโบอิเล็กทริกและการกระจายของประจุในฟลูอิดซ์เบดของเม็ดพอลิโพรพิลีนโดยใช้แถบทองแดงต่อเข้ากับเครื่องพีโกแอมมิเตอร์ คาดว่าจะ



สามารถทำความเข้าใจกลไกและแนวทางการเกิดประจุได้ดีขึ้น

อุปกรณ์การทดลอง

รูปที่ ๑ แสดงอุปกรณ์การทดลองซึ่งประกอบด้วยคอลัมน์ฟลูอิดไอเซชันสร้างด้วยพลาสติกใส อะคริลิก ๒ ชั้น ชั้นในมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๕ เซนติเมตร ชั้นนอก ๒๐ เซนติเมตร สูง ๑๐๐ เซนติเมตร ส่วนบนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๓๒ เซนติเมตร เพื่อลดความเร็วของอากาศ เมื่อการทดลองเสร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยได้เป่าอากาศด้วยความเร็วสูงเข้าไปทางด้านล่างของคอลัมน์เพื่อทำให้เม็ดพอลิโพรพิลีนหลุดออกจากคอลัมน์และถูกดักไว้ด้วยไซโคลน



รูปที่ ๑ อุปกรณ์การทดลอง

แผ่นแถบทองแดงมีขนาดกว้าง ๓.๘๑ เซนติเมตร จำนวน ๕ แผ่น ถูกจัดวางไว้ด้านในของคอลัมน์ ชั้นใน มีระยะห่างจากแผ่นกระจายอากาศ ๕.๗๒, ๑๓.๓๔, ๒๐.๙๖, ๒๘.๕๓ และ ๓๖.๒๐ เซนติเมตร ตามลำดับ รูปที่ ๑ แสดงการติดตั้งอุปกรณ์การทดลองซึ่งประกอบด้วย เครื่องเป่าอากาศ คอลัมน์ดูดความชื้น ที่บรรจุเม็ดซีโอโลต์ไว้ ๕ ชั้น คอลัมน์ทำอากาศร้อน คอลัมน์ฟลูอิดไอเซชัน ไซโคลน พีโกแอมมิเตอร์ คอมพิวเตอร์

การทดลองดำเนินงานโดยป้อนอากาศจากเครื่องเป่าผ่านไปยังคอลัมน์ดูดความชื้นเพื่อลดปริมาณความชื้นในอากาศให้เหลือน้อยกว่าร้อยละ ๔๐ อากาศที่ลดความชื้นแล้วได้ถูกทำให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น



ในคอลัมน์ที่มีแท่งทำความร้อนด้วยไฟฟ้าบรรจุอยู่ อากาศร้อนถูกป้อนเข้าทางด้านล่างของคอลัมน์ ฟลูอิดเซชันผ่านแผ่นกระจายอากาศ ไหลผ่านไปยังเบดของเม็ดพอลิโพรพิลีน เพื่อให้เม็ดพอลิโพรพิลีน เคลื่อนตัวและอยู่ในภาวะฟลูอิดเซชัน อากาศผ่านเบดแล้วไหลออกทางด้านบนของคอลัมน์ เม็ดของแข็ง เคลื่อนตัวตามความเร็วของอากาศ เกิดการเสียดสีกับผนังคอลัมน์และชนกันเอง พบว่ามีประจุไฟฟ้าสถิต เกิดขึ้นได้จากสัญญาณที่เครื่องพีโกแอมมิเตอร์และหาปริมาณได้ด้วยวิธีการคำนวณด้วยโปรแกรม Excel LINK ที่บรรจุไว้ในคอมพิวเตอร์

การวัดและวิเคราะห์ประจุไฟฟ้า

ประจุไฟฟ้าที่เกิดในฟลูอิดเซชันเบดเป็นประจุไฟฟ้าสถิต ประจุนี้จะเคลื่อนที่จากผิวเม็ดของแข็งไปยังแผ่นแถบทองแดงทั้ง ๕ แถบ แล้วประจุก็เคลื่อนไปยังพีโกแอมมิเตอร์ ซึ่งจะวัดค่าออกมาเป็นกระแสไฟฟ้าที่สามารถคำนวณด้วยโปรแกรม Excel LINK

ทุก ๆ ๑๐ นาที เครื่องพีโกแอมมิเตอร์จะประเมินผลของกระแสที่วัดได้และส่งสัญญาณไปคำนวณหาปริมาณด้วยคอมพิวเตอร์ ผลการวัดพบว่า กระแสที่เกิดขึ้นแสดงถึงทั้งค่าประจุบวกและค่าประจุลบ ค่ากระแสประจุบวกเราเรียกว่า “กระแสบวก” และค่ากระแสประจุลบเราเรียกว่า “กระแสลบ” ค่าเฉลี่ยที่วัดได้ภายในเวลา ๑๐ นาที เรียกว่า “ค่าเฉลี่ยกระแสบวก” ($I_{avg.pos}$) และ “ค่าเฉลี่ยกระแสลบ” ($I_{avg.neg}$)

ในเบดที่ศึกษาทั้งหมดได้แบ่งออกเป็น ๕ โซน ค่ากระแสแต่ละโซนวัดได้จากแผ่นแถบทองแดง และขนาดของกระแสไฟฟ้าซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยสูงสุดสัมบูรณ์ในช่วง ๑๐ นาทีแต่ละช่วง แสดงไว้ในสมการต่อไปนี้ คือ

$$I_{amp} = |I_{max.pos}| \quad \text{หรือ} \quad |I_{max.neg}|$$

ผลการทดลองและการวิจารณ์

การทดลองได้กระทำในเบดที่อยู่ในภาวะเบดที่มีฟอง ภายใต้ความดัน ๑ บรรยากาศและความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าร้อยละ ๔๐ Guardiola และผู้ร่วมงานได้พบว่า ความชื้นในอากาศมีผลกระทบต่อ การเกิดประจุไฟฟ้าสถิตโดยที่เขาได้ทดลองใช้เม็ดแก้วขนาด ๒๕๐ ถึง ๓๕๐ ไมโครเมตรทำเป็นเบดแล้วพบว่า ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมากกว่าร้อยละ ๔๐ และเม็ดแก้วมีขนาด ๓๕๐ ถึง ๔๒๐ ไมโครเมตร เมื่ออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ ๗๕

๑. แนวทางการเกิดประจุไฟฟ้า

การทดลองได้ใช้เม็ดพอลิโพรพิลีนทำเป็นเบดแล้วทำให้อยู่ในภาวะฟลูอิดเซชันด้วยอากาศที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าร้อยละ ๔๐ ที่ถูกป้อนเข้ามาทางด้านล่างของคอลัมน์



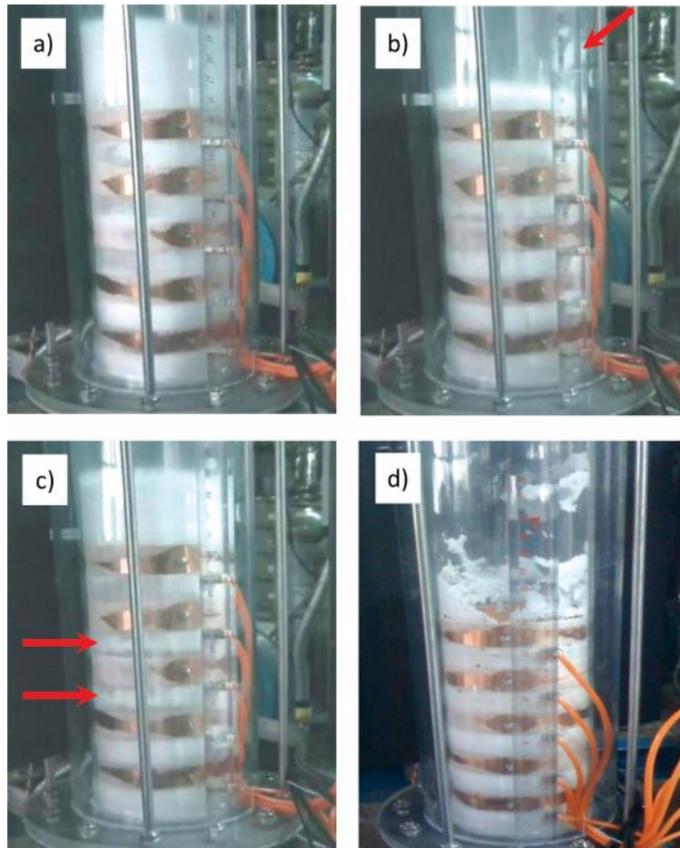
วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, ตีมีตรี จิตาสเปาว, ปิยะวรรณ ติยะไพบุณชัย

๔๕

เริ่มแรกจะเกิดฟองอากาศขนาดเล็กเหนือแผ่นกระจายอากาศเล็กน้อย ฟองมีขนาดใหญ่มากขึ้นเมื่อลอยสูงขึ้นและรวมตัวกันเป็นฟองใหญ่ทางด้านบนของเบตดังแสดงในรูปที่ 2a การทดลองผ่านไปได้ ๑๐ นาที ก็เริ่มมีเม็ดพอลิโพรพิลีนเกาะติดที่ผนังภายในเบต จากนั้นเม็ดพอลิโพรพิลีนเกาะติดที่ผนังภายในเบต และที่เหนือเบตมากขึ้นและหนาขึ้นเมื่อการทดลองผ่านไป ๓๐ นาที ดังในรูปที่ 2b และ 2c แสดงว่ามีประจุไฟฟ้าสถิตเกิดขึ้นบนผิวของเม็ดพอลิโพรพิลีน ทั้งนี้เป็นเพราะฟองอากาศที่เกิดขึ้นในเบตทำให้เม็ดพอลิโพรพิลีนผสมกันอย่างรุนแรง มีการสัมผัสระหว่างเม็ดของแข็งกับเม็ดของแข็ง เกิดแรงเสียดทานระหว่างอากาศกับเม็ดของแข็ง



รูปที่ ๒ การเกิดฟองและเกิดไฟฟ้าสถิตในเบต

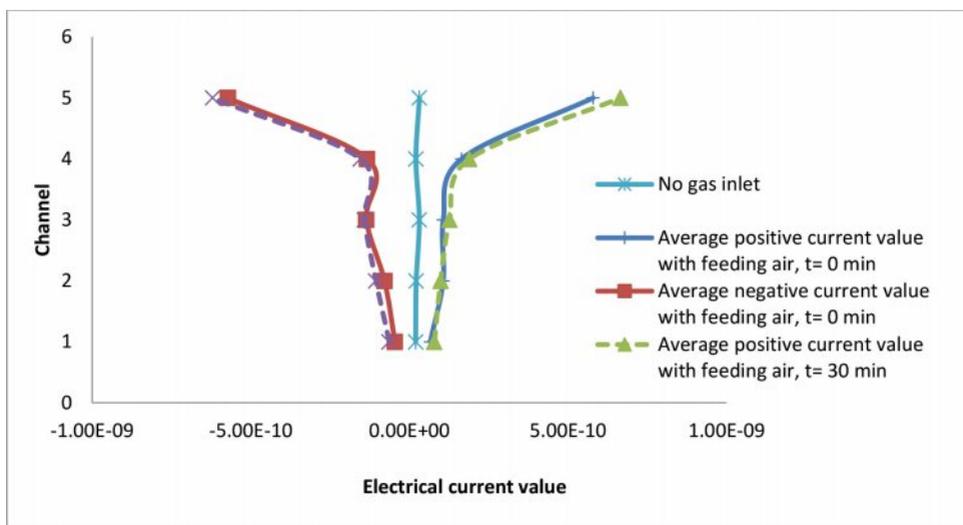
แรงกระแทกระหว่างเม็ดของแข็งกับเม็ดของแข็ง สำหรับวัสดุไม่นำไฟฟ้าเมื่อมาใช้เป็นเบต ประจุไฟฟ้าที่เกิดจะสะสมอยู่ที่ผิวของเม็ดวัสดุนั้น ดังเช่นวัสดุนั้นเป็นพอลิโพรพิลีน เม็ดพลาสติกก็จะจัดตัวเป็นก้อนใหญ่เมื่อความต่างศักย์ไฟฟ้าถึงจุดวิกฤต ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าแรงของประจุไฟฟ้าและแรงจากสนาม

ไฟฟ้ามีขนาดมากกว่าแรงโน้มถ่วงและแรงฉุดจากกระแสการไหล เม็ดของแข็งที่ยึดติดที่ผนังเนื่องจากมีเม็ดของแข็งเป็นจำนวนมากจึงมีโอกาสเกิดแรงยึดระหว่างผนังกับเม็ดของแข็งที่มีประจุอยู่บนผิวหน้า

กระบวนการผลิตพอลิโพรพิลีนเป็นปฏิกิริยาแบบเกิดความร้อน ดังนั้น เม็ดพอลิโพรพิลีนที่เกิดขึ้นในกระบวนการและเกาะติดที่ผนังคอลัมน์นาน ๆ จะหลอมและยึดเกาะติดเป็นแผ่นหนาขึ้นตามเวลาที่ผลิต

๒. การวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในเบด

เริ่มต้นการทดลองด้วยการป้อนอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าร้อยละ ๔๐ ผ่านเข้าไปในคอลัมน์ จะสังเกตเห็นว่ามีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นในระบบ เห็นค่ากระแสไฟฟ้าปรากฏที่พีโกแอมมิเตอร์ กระแสนี้เกิดจากประจุที่ถ่ายโอนจากแผ่นแถบทองแดงมายังเครื่องพีโกแอมมิเตอร์ ผู้วิจัยวัดกระแสไฟฟ้าสถิตไว้จำนวน ๕๐๐ ครั้ง พบว่า ค่าของกระแสมีขนาดเป็น นาโนแอมแปร์ จากนั้นคำนวณกลับเป็นปริมาณของประจุไฟฟ้าสถิตได้ค่าดังแสดงไว้ในรูปที่ ๓ ปรากฏว่าวัดได้ทั้งกระแสบวกและกระแสลบ



รูปที่ ๓ ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากแผ่นแถบทองแดงที่ติดไว้ที่ผนังคอลัมน์

กระแสบวกเกิดจากอิเล็กตรอนถ่ายโอนจากระบบให้แก่พีโกแอมมิเตอร์ มีขนาดตั้งแต่ ๖๖ ถึง ๖๖๐ พิโกแอมแปร์ ส่วนกระแสลบเกิดจากอิเล็กตรอนถ่ายจากพีโกแอมมิเตอร์ให้แก่ระบบ มีขนาดตั้งแต่ ๖๓ ถึง ๖๒๐ พิโกแอมแปร์ แสดงว่าอากาศที่ไหลผ่านเข้าไปในคอลัมน์ทำให้เกิดประจุขึ้นที่ผิวของแผ่นแถบทองแดง



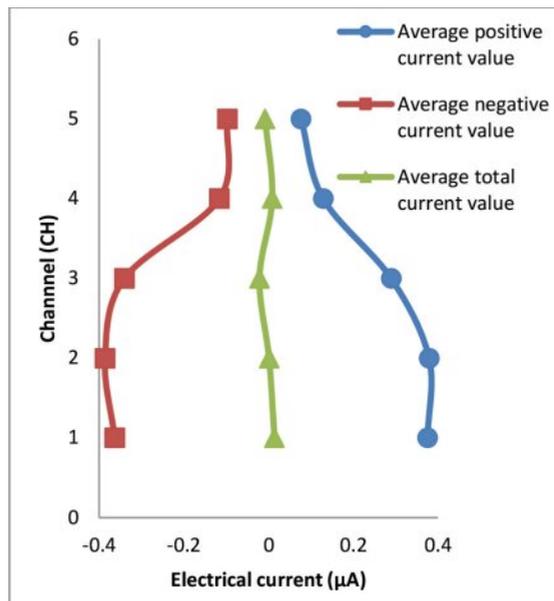
วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, ตีเมตรี จิตาสเปอว, ปิยะวรรณ ติยะไพวนชัย

๔๗

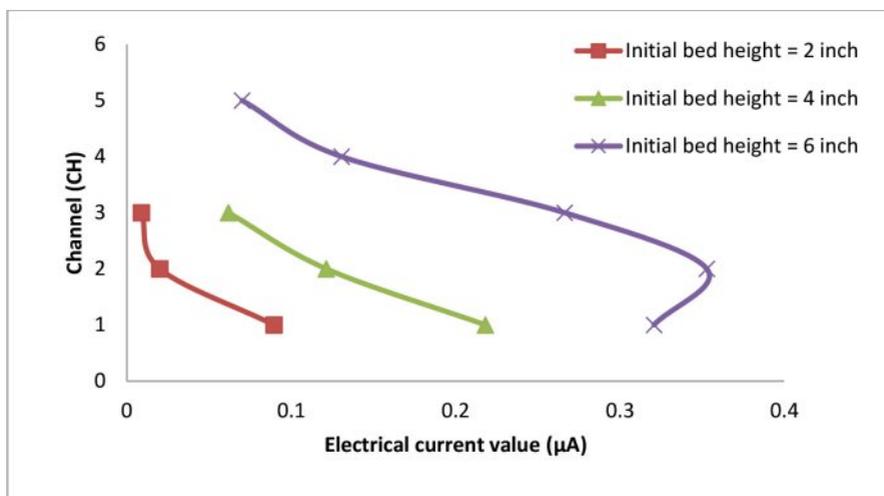
ผู้วิจัยได้บรรจุเม็ดพอลิโพรพิลีนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย ๘๔๑ ไมโครเมตร ลงในคอลัมน์ ป้อนอากาศที่มีอุณหภูมิ ๓๔๘ เคลวิน ด้วยอัตราป้อน ๑๗๐ ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง กระแสที่วัดได้จาก พิโกแอมมิเตอร์วัดได้ทั้งกระแสบวกและกระแสลบ มีขนาดระดับ ๑๐-๑ ไมโครแอมแปร์ ซึ่งมากกว่ากระแส ที่วัดได้ในคอลัมน์เปล่าประมาณ ๑,๐๐๐ ถึง ๑๐,๐๐๐ เท่า กระแสไฟฟ้าที่วัดได้มีทั้งกระแสบวกและกระแส ลบดังรูปที่ ๔ สังเกตได้จากกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากที่ด้านล่างของเบดแล้วจะค่อย ๆ น้อยลง ตามความสูงของเบด ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า กระแสอากาศที่ไหลผ่านแผ่นกระจายอากาศเข้ามาในเบด มีลักษณะเป็นกระแสแบบเจ็ต จึงทำให้เม็ดของพอลิโพรพิลีนเคลื่อนที่อย่างรุนแรง มีโอกาสที่จะสัมผัส หรือการชนกันระหว่างเม็ดมีมาก จากนั้นกระแสของอากาศมีความปั่นป่วนน้อยลงตามความสูงของเบด ค่ากระแสบวกเฉลี่ยวัดที่แผ่นแถบทองแดงตำแหน่งที่ ๑, ๒, ๓, ๔ และ ๕ มีค่า ๐.๓๗๖, ๐.๓๗๙, ๐.๒๘๙, ๐.๑๒๙ และ ๐.๐๗๗ ไมโครแอมแปร์ ส่วนกระแสลบตำแหน่งที่ ๑, ๒, ๓, ๔ และ ๕ มีค่า -๐.๓๖๙, -๐.๓๖๖, -๐.๓๔๐, -๐.๑๑๖ และ -๐.๐๘๗ ไมโครแอมแปร์ ตามลำดับ ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นและสะสมบนผิวของเม็ด พอลิโพรพิลีนนั้นเกิดในกระบวนการไทโรโบอิเล็กทริก ตามกฎของการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า ผลรวมของประจุ บวกและลบจะต้องมีค่าใกล้ศูนย์ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ ๔ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าอิเล็กตรอนหลุดจากเม็ดของแข็ง เม็ดหนึ่งจะต้องไปอยู่กับเม็ดของแข็งอีกเม็ดหนึ่งในเบดนั้น



รูปที่ ๔ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในเบดของเม็ดพอลิโพรพิลีน

๓. อิทธิพลของความสูงของเบตต่อการเกิดประจุไฟฟ้า

ปริมาณของเม็ดพอลิโพรพิลีนจำนวน ๔๐๐, ๘๐๐ และ ๑,๒๐๐ กรัมได้ถูกเติมลงในคอลัมน์ ทำให้ได้เบตสูง ๕, ๑๐ และ ๑๕ เซนติเมตรตามลำดับ จากนั้นป้อนอากาศที่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าร้อยละ ๔๐ และคงค่าอุณหภูมิไว้ที่ ๓๔.๘ เคลวิน ที่เบตเริ่มต้นสูง ๑๕ เซนติเมตร มีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นมากที่สุดตรงบริเวณแผ่นแถบทองแดงตำแหน่ง ๒ ทั้งนี้ สังเกตได้ว่ามีกระแสของอากาศบริเวณนี้หมุนวนอย่างรุนแรง ดังนั้น เม็ดของแข็งจึงมีโอกาสสัมผัสและกระทบกันเป็นจำนวนมากก่อนเคลื่อนไปยังส่วนบนของเบต มีนักวิทยาศาสตร์เรียกโซนนี้ว่า โซนสแตกแนนต์ (stagnant zone) (Bi, 2005: 3, 395) และพบว่าที่ความสูงเริ่มต้นของเบตยิ่งมาก การเกิดประจุไฟฟ้าจะยิ่งมากตามไปด้วย ดังแสดงผลการทดลองในรูปที่ ๕ ที่ความสูงของเบตเริ่มต้น ๑๐ เซนติเมตรมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยมากกว่าความสูงของเบตเริ่มต้น ๕ เซนติเมตร ๒.๔๔ เท่า และที่ความสูงเบตเริ่มต้น ๑๕ เซนติเมตร มีค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยมากกว่าความสูงของเบตเริ่มต้น ๕ เซนติเมตร ๓.๙๔ เท่า



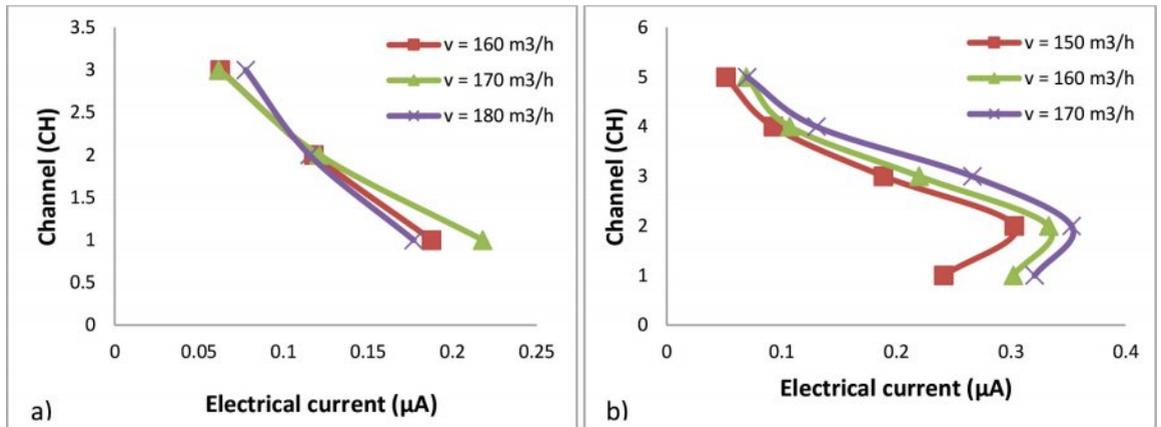
รูปที่ ๕ อิทธิพลของความสูงเบตเริ่มต้นต่อการเกิดประจุไฟฟ้าในเบต

๔. อิทธิพลของความเร็วของอากาศที่ป้อนเข้าเบตต่อการเกิดประจุไฟฟ้า

การเพิ่มความเร็วของอากาศที่ป้อนเข้าไปในเบตจะทำให้การเคลื่อนที่ของเม็ดพอลิโพรพิลีนรุนแรงมากขึ้น ประจุที่เกิดขึ้นในเบตควรเพิ่มตามไปด้วย ผู้วิจัยได้ป้อนอากาศที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ ๓๒.๘ เคลวินเข้าไปในเบตที่ความสูงของเบตเริ่มต้น ๑๐ เซนติเมตร ประจุทางด้านล่างของเบตเกิดขึ้นน้อย



เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น แต่ที่ด้านบนของเบตประจุเกิดมากขึ้นตามความเร็วของอากาศ เมื่อให้เบตมีความสูงเริ่มต้นเป็น ๑๕ เซนติเมตร ที่ทุกค่าความสูงประจุเกิดขึ้นมากตามความเร็วของอากาศที่เพิ่มขึ้นดังผลการทดลองในรูปที่ ๖ ที่เป็นเช่นนี้เพราะเกิดความปั่นป่วนของเบตมากขึ้น เนื่องจากมีฟองอากาศใหญ่ขึ้นตามความสูงของเบต

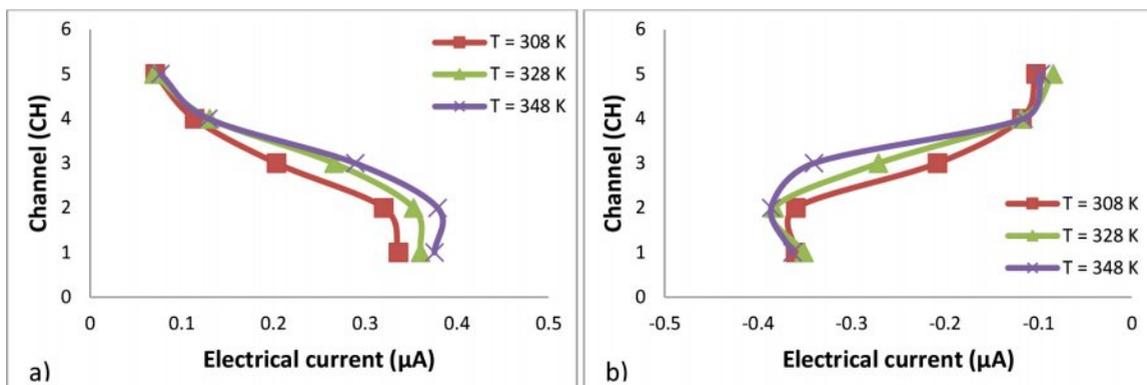


รูปที่ ๖ การเกิดประจุไฟฟ้าเมื่อเพิ่มความเร็วของอากาศที่ป้อนเข้าเบต (a) ที่ความสูงของเบตเริ่มต้น ๑๐ เซนติเมตร (b) ที่ความสูงของเบตเริ่มต้น ๑๕ เซนติเมตร

๕. อิทธิพลของอุณหภูมิของอากาศต่อการเกิดประจุในเบต

โดยทั่วไปพลังงานจลน์ของอากาศจะมากขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น ในการทดลองนี้ผู้วิจัยจึงได้ป้อนอากาศเข้าเบตด้วยอัตราการคงตัวที่ ๑๗๐ ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงและความดันเหนือชั้นเบต ๑ บรรยากาศ จากนั้นได้ปรับอุณหภูมิของอากาศเพิ่มจาก ๓๐.๘ เคลวิน เป็น ๓๒.๘ เคลวิน เมื่อวัดปริมาณของประจุที่เกิดขึ้นพบว่า ที่ตำแหน่ง ๑, ๒, ๓, ๔ และ ๕ มีประจุเพิ่มขึ้นร้อยละ ๗.๒๒, ๑๐.๑๗, ๓๐.๘๔, ๑๔.๔๘ และ -๑.๖๔ ตามลำดับ ดังนั้น จึงได้เพิ่มอุณหภูมิเป็น ๓๔.๘ เคลวิน ปริมาณของประจุก็มากกว่าที่อุณหภูมิ ๓๒.๘ เคลวิน คือ ที่ตำแหน่ง ๑, ๒, ๓, ๔ และ ๕ เพิ่มขึ้นร้อยละ ๔.๑๑, ๗.๔๔, ๘.๗๒, -๑.๑๔ และ ๙.๖๔ ตามลำดับ ที่เป็นดังนี้เพราะเราไปเพิ่มพลังงานจลน์ให้แก่ไอเล็กตรอนบนเม็ดของแข็ง ผลการทดลองในรูปที่ ๗ (b) แสดงปริมาณของกระแสไฟฟ้าลบบเกิดขึ้นเหนือโซนสแตกแนนด์ เนื่องจากมีไอเล็กตรอนถ่ายโอนจากฟิโกแอมมิเตอร์ให้กับเม็ดพอลิโพรพิลีน ที่บริเวณตำแหน่งแผ่นแถบทองแดงที่ ๓ กระแสไฟฟ้าลบบเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิดังนี้ อุณหภูมิ ๓๐.๘, ๓๒.๘ และ ๓๔.๘ เคลวิน มีกระแสเพิ่มจาก ๑.๐, ๑.๓๐ และ

๑.๖๔ ตามลำดับ สำหรับกระแสไฟฟ้าบวก การเพิ่มปริมาณกระแสเมื่อเพิ่มอุณหภูมิจาก ๓๒๘ เป็น ๓๔๘ เคลวิน มีค่าน้อยกว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิจาก ๓๐๘ เป็น ๓๒๘ เคลวิน แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของอากาศที่ป้อน เม็ดพอลิเมอร์สามารถสะสมประจุได้มากขึ้น แต่มูทราบิอาและคณะ (Moughrabiah et al., 2009: 48, 320) ได้ผลการทดลองว่า การเกิดประจุไฟฟ้าลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น



รูปที่ ๗ อิทธิพลของอุณหภูมิของอากาศที่ป้อนต่อปริมาณการเกิดประจุไฟฟ้าสถิต

(a) กระแสไฟฟ้าบวก (b) กระแสไฟฟ้าลบ

๖. กลไกการเกิดประจุและการกระจายของประจุ

ขนาดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่แสดงในรูปที่ ๘ เป็นของกระแสไฟฟ้าบวกที่ตำแหน่ง ๑ และ ๒ ซึ่งเป็นตำแหน่งด้านล่างของเบด และเป็นของกระแสไฟฟ้าลบที่ตำแหน่ง ๓ และ ๔ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อยู่ด้านบนของเบด เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในเบดนั้นสามารถอธิบายกลไกการเกิดประจุไฟฟ้าสถิตได้ ๒ แบบ แบบที่ ๑

เกิดการเสียดสีระหว่างอากาศที่ป้อนเข้ามาทางด้านล่างของแผ่นกระจายอากาศขึ้นมา มีลักษณะเป็นเจ็ตแล้วสัมผัสและเสียดสีกับเม็ดพอลิโพรพิลีนที่กำลังเคลื่อนตัวอย่างรุนแรง มีพลังงานจลน์ที่ทำให้ไอเล็กตรอนบนผิวของเม็ดเกิดการเรียงตัว เมื่อเม็ดนี้ไปสัมผัสกับแผ่นแถบทองแดงไอเล็กตรอนเหล่านี้จะถ่ายโอนต่อไปยังเครื่องพีโกแอมมิเตอร์ (รูปที่ ๙) ดังนั้น ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ในบริเวณนี้จึงแสดงเป็นกระแสไฟฟ้าบวก (รูปที่ ๘) จากนั้นไอเล็กตรอนจากเครื่องพีโกแอมมิเตอร์จะถ่ายโอนไปยังเม็ดพอลิโพรพิลีนทางด้านบนของเบดผ่านทางแผ่นแถบทองแดงตำแหน่งที่ ๓, ๔ และ ๕ (รูปที่ ๘)



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, ตีเมตรี จิตาสเปอว, ปิยะวรรณ ติยะไพบุณชัย

๕๑

แบบที่ ๒

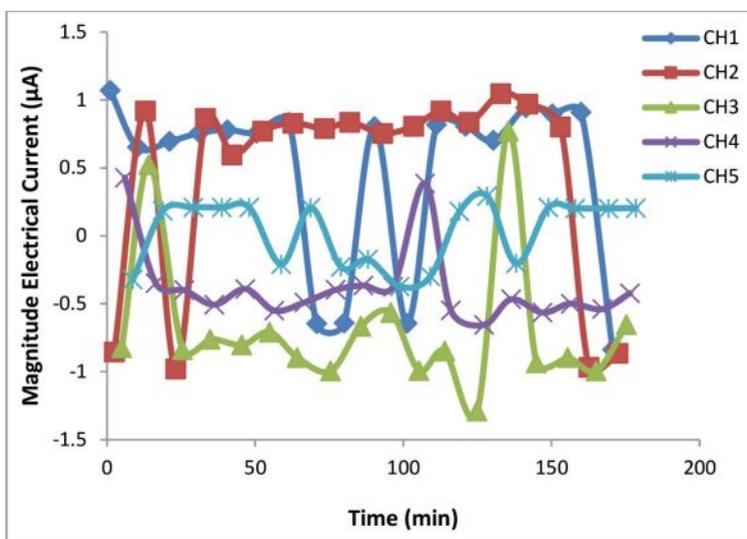
ขณะที่เม็ดของแข็งภายในเบตเคลื่อนที่ไปมาเนื่องจากกระแสของอากาศที่ป้อนเข้ามาทางด้านล่างของเบต จะมีการเสียดสีกันระหว่างเม็ดของแข็งหรือมีโอกาสชนกันเองภายในเบต (Gallo and Lama, 1976: IA-12, 7), (Trigwell et al., 2003: 39, 79) เหตุการณ์นี้ทำให้ผิวของเม็ดของแข็งเกิดประจุไฟฟ้าสถิตแบบสองขั้ว (bipolar) (Ali et al., 1998: 45, 139), (Bi, 2005: 3, 395) ขึ้น มีนักวิทยาศาสตร์หลายคนได้ทำการทดลองในเบตที่มีขนาดเม็ดของแข็งต่าง ๆ กันและได้ให้ความเห็นว่า เม็ดของแข็งขนาดใหญ่จะถ่ายโอนอิเล็กตรอนไปยังเม็ดขนาดเล็กกว่า ดังนั้น เม็ดขนาดใหญ่จะแสดงประจุบวกและเม็ดขนาดเล็กจะแสดงประจุลบ (Zhao et al., 2000), (Zhao et al., 2003: 39, 612) แต่มีนักวิทยาศาสตร์บางคนได้พบว่า เม็ดขนาดเล็กเกิดประจุบวกที่ผิวส่วนเม็ดขนาดใหญ่เกิดประจุลบ (Mehrani et al., 2005: 63, 165) ฟางและคณะ (Fang et al., 2008: 47, 9517) ได้ใช้เม็ดพอลิเมอร์ชนิดที่มีความเป็นผลึกต่ำ ผิวขรุขระและสามารถดูดซับสารอื่นไว้ในตัวเอง มาทำเป็นเบตในคอลัมน์ฟลูอิดไอเซชัน เขาพบว่าเม็ดพอลิเมอร์ขนาดใหญ่เกิดประจุลบที่ผิวและเม็ดขนาดเล็กเกิดเป็นประจุบวกขึ้นที่ผิว ส่วนเม็ดพอลิเมอร์ที่มีความเป็นผลึกสูง ผิวเรียบ ไม่ดูดซับสิ่งแปลกปลอมง่าย จะเกิดประจุบวกบนผิวเม็ดใหญ่และประจุลบบนผิวเม็ดเล็กกว่า สรุปเหตุการณ์แบบที่ ๑ หรือแบบที่ ๒ ได้ว่าจะเกิดไฟฟ้าสถิตประจุบวกและประจุลบตลอดแนวความสูงของเบต ในฟลูอิดไอเซชันเบต ทางส่วนล่างของเบตเกิดประจุลบและส่วนบนของเบตเกิดประจุบวก เฮนดริคสัน (Hendrickson, 2006: 61, 1041) ได้รายงานผลการทดลองของเดย์ (Day, 1997) ในฟลูอิดไอเซชันเบตนั้นว่าเกิดการถ่ายโอนประจุบวกจากเม็ดของแข็งไปยังผนังของคอลัมน์ใกล้กับส่วนบนของเบต ในเวลาเดียวกันเกิดการถ่ายโอนประจุลบตรงบริเวณที่ใกล้กับแผ่นกระจายอากาศซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองนี้

จากการสังเกตในการทดลองพบว่า ที่ผิวหน้าของแผ่นแถบทองแดงทุกแผ่นที่ต่อกับพีโกแอมมิเตอร์ (ต่อกับสายดิน) ไม่มีเม็ดพอลิโพรพิลีนเกาะติดอยู่เลยเมื่อหยุดการป้อนอากาศ แต่มีเม็ดพอลิโพรพิลีนเกาะติดอยู่กับผนังคอลัมน์ช่วงระหว่างแผ่นแถบทองแดงและบริเวณเหนือแผ่นแถบที่ ๕ ดังแสดงในรูปที่ ๒(d) ในโรงงานอุตสาหกรรมได้ต่อสายดินจากผนังด้านนอกของคอลัมน์ ซึ่งทำให้ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในเบตไม่สามารถถ่ายโอนจากผนังด้านในไปยังผนังด้านนอกได้ จึงทำให้เม็ดพอลิโพรพิลีนเกาะติดผนังเป็นแผ่นแล้วก่อเป็นก้อนใหญ่ต่อมาจนผลสุดท้ายไปกีดขวางทางป้อนอากาศเข้า จำเป็นต้องหยุดกระบวนการผลิตแล้วแกะเอาก้อนเม็ดของแข็งออกจึงสามารถดำเนินการผลิตต่อไป

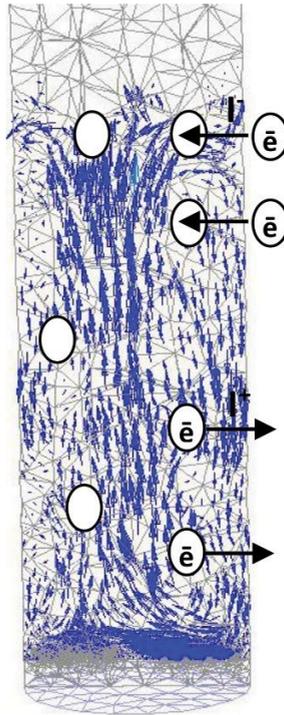
ในการทดลองที่ใช้เบตเริ่มต้นสูง ๑๕ เซนติเมตร เมื่อเวลาผ่านไป ๓๐ นาที สังเกตได้ว่ามีเม็ดพอลิโพรพิลีนเกาะติดผนังคอลัมน์เหนือแผ่นแถบทองแดงตำแหน่งที่ ๕ มาก บริเวณนี้อยู่สูงกว่าผิวหน้าของเบต ทั้งนี้เกิดขึ้นจากฟองอากาศเมื่อลอยมาถึงบริเวณผิวหน้าของเบตแล้วฟองก็ระเบิดออก ขณะเดียวกัน

เม็ดของแข็งที่ลอยตามฟองอากาศมาด้วย (เป็นบริเวณที่เรียกว่า หางฟอง หรือ wake) ก็กระเด็นตามฟองที่แตกขึ้นมาแล้วไปเกาะติดบนผนัง [รูปที่ ๒ (d)]

พอลิเมอร์มีสมบัติเป็นฉนวนความร้อนและฉนวนไฟฟ้าที่ดี เมื่อที่ผิวเกิดประจุไฟฟ้าขึ้น ประจุไฟฟ้าเหล่านั้นจะสะสมอยู่เป็นจำนวนมากแล้วแสดงสมบัติทางไฟฟ้าได้ สังเกตได้ว่าเม็ดพอลิเมอร์เกาะติดผนังในฟลูอิดซ์เบดเป็นจำนวนมากก็เนื่องจากพลังงานไฟฟ้านั้นเอง บาร์ทิลักชีและคณะ (Bartilucci et al., 2002) ได้รายงานถึงขนาดของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการทดลองว่ามีขนาด ๐.๑ ถึง ๑๐ ไมโครแอมแปร์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ของเครื่องปฏิกรณ์ การทดลองนี้ที่ความสูงของเบดเริ่มต้นสูง ๑๕ เซนติเมตรเมื่อทำให้เบดอยู่ในภาวะฟลูอิดเซชันแล้ว สามารถวัดปริมาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ถึง ๔๔ ไมโครแอมแปร์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ของเครื่องปฏิกรณ์ ด้วยเทคนิคที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้มีความแม่นยำสูง



รูปที่ ๘ ค่าของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในเบดพอลิโพรพิลีนขนาด ๘๔๑ µm ปริมาณการป้อนอากาศ ๑๖๐ m³/h อุณหภูมิของอากาศ ๓๒๘ K



รูปที่ ๙ การถ่ายโอนประจุที่เกิดขึ้นในฟลูอิดเซชัน

สรุปผลการทดลอง

เริ่มการทดลองโดยการป้อนอากาศที่ความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าร้อยละ ๔๐ เข้าไปในคอลัมน์เปล่า แล้ววัดปริมาณประจุซึ่งมีทั้งบวกและลบได้ประจรวม 10^{-10} นาโนแอมแปร์ จากนั้นบรรจุเม็ดพอลิโพรพิลีน ขนาด ๘๔ ไมโครเมตร ป้อนอากาศ ทำให้เม็ดของแข็งอยู่ในภาวะฟลูอิดเซชัน วัดปริมาณประจุที่เกิดขึ้นในเบตได้ปริมาณ 10^{-10} ไมโครแอมแปร์ ซึ่งสูงกว่าที่วัดได้ในคอลัมน์เปล่าถึง ๑,๐๐๐ เท่า

ผู้วิจัยได้พบว่าเกิดกระแสไฟฟ้าประจุบวกตรงโซนด้านล่างของเบต (ตั้งแต่แผ่นกระจายอากาศถึงแผ่นแถบทองแดงตำแหน่งที่ ๒) และพบกระแสไฟฟ้าประจุลบตรงบริเวณตั้งแต่แผ่นแถบทองแดงตำแหน่งที่ ๒ ไปจนถึงผิวหน้าของเบต ทั้งนี้ กระแสอากาศที่ออกจากแผ่นกระจายอากาศมีลักษณะเป็นเจ็ตพุ่งออกมา ทำมุมกับแนวระนาบ ๔๕ องศา จึงเกิดกระแสหมุนวนแล้วไปกระทบกับการเคลื่อนที่ของเม็ดของแข็งที่เคลื่อนที่ลงมาจากด้านบนตรงบริเวณนี้พอดี เมื่อวัดปริมาณของประจุที่เกิดขึ้นตลอดทั้งเบตก็พบว่า บริเวณนี้มีประจุเกิดขึ้นสูงสุด มีนักวิทยาศาสตร์เรียกโซนนี้ว่า โซนสแตกแนนต์ (stagnant zone)



จากการสังเกตเม็ดของแข็งภายในเบดที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่ง สามารถสรุปได้ว่า การเกิดประจุที่ผิวของเม็ดของแข็งเป็นลักษณะการเกิดประจุไฟฟ้าสถิตแบบสองขั้ว (bipolar)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท ไทยโพลีเอทีลีน จำกัด ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนด้านสถานที่และอุปกรณ์การวิเคราะห์

เอกสารอ้างอิง

- Ali, F. S., Ali, M. A., Ali, R. A. and Inculet, I. I. (1998). **Minority Charge Separation in Falling Particles with Bipolar Charge.** *J. Electrostat.*, 45, 139.
- Bartilucci, M. P., Davis, Jr. E. R., Egan, B. J., Hagertry, R. O. and Husby, P. K. (2002). **Method and Apparatus for Reducing Static Charges During Polymerization of Olefin Polymers.** WO 02/30993 A2, Assigned to Univation, LLC.
- Bi, H. T. (2005). **Electrostatic Phenomena in Gas-Solids Fluidized Beds.** *China Particuology*, 3, 395 No. 6.
- Boland, D. and Geldart, D. (1971). **Electrostatic Charging in Gas Fluidized Beds.** *Powder Technol.*, 5, 289 No. 72.
- Day, D. R. (1997). **New Process Instrumentation for Metallocene-Based Resin Production.** Presented at Metallocenes Asia 97 in Singapore.
- Fang, W., Jingdai, W. and Yongrong, Y. (2008). **Distribution of Electrostatic Potential in a Gas-Solid Fluidized Bed and Measurement of Bed Level.** *Ind. Eng. Chem. Res.*, 47, 9517.
- Gallo, C. F. and Lama, W. L. (1976). **Classical Electrostatic Description of the Work Function and Ionization Energy of Insulators.** *IEEE Trans. Ind. Appl.*, IA-12, 7 No. 1.



- Giffin, A. and Mehrani, P. (2010). Comparison of Influence of Fluidization Time on Electrostatic Charge Buildup in Bubbling vs. Slugging Flow Regimes in Gas-solid Fluidized Beds. *J. Electrostat.*, 68, 492.
- Hendrickson, G. (2006). Electrostatics and Gas Phase Fluidized Bed Polymerization Reactor wall Sheeting, *Chem. Eng. Sci.*, 61, 1041.
- Mehrani, P., Bi, H. T. and Grace, J. R. (2005). Electrostatic Charge Generation in Gas-Solid Fluidized Beds, *J. Electrostat.*, 63, 165.
- Moughrabiah, W. O., Grace, J. R. and Bi, X. T. (2009). Effects of Pressure, Temperature and Gas Velocity on Electrostatics in Gas-Solid Fluidized Beds, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 48, 320.
- Trigwell, S., Grable, N., Yurteri, C. U., Sharma, R. and Mazumder, M. K. (2003). Effects of Surface Properties on the Tribocharging Characteristics of Polymer Powder as Applied to Industrial Processes. *IEEE Trans. Ind. Appl.*, 39, 79 No. 1.
- Wolny, A. and Opalinski, I. (1983). Electric Charge Neutralization by Addition of Fines to a Fluidized Bed Composed of Coerce Dielectric Particles, *J. Electrostat.*, 14, 279.
- Xie, T., McAuley, K. B., Hsu, J. C. C., and Bacon, D. W. (1994). Gas Phase Ethylene Polymerization; Production Processes, Polymer Properties, and Reactor Modeling, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 33, 449.
- Yang, W. C. (2003). *Handbook of Fluidization and Fluid-Particle System*, Marcel Dekker, Inc., New York.
- Yao, L., Bi, H. T. and Park, A. H. (2002). Characterization of Electrostatic charges in Freely Bubbling Fluidized Beds with Dielectric Particles, *J. Electrostat.*, 56, 183.
- Zhao, H., Castle, G. S. P., Inculet I. I. and Bailey, A. G. (2000). Bipolar Charging in Polydisperse Polymer Powders in Industrial Processes. *Conference Record of the 2000 IEEE Industry Applications Conference*. Vol. 2, IEEE Press, New York.
- Zhao, H., Castle, G. S. P., Inculet, I. I. and Bailey, A. G. (2003). Bipolar Charging of Polydisperse Polymer Powders In Fluidized Beds. *IEEE Trans. Ind. Appl.*, 39, 612 No. 3.



Abstract Hydrodynamics of Electrostatic Charge on Polypropylene
in Fluidized Bed

Somsak Damronglerd

Fellow of the Academy of Science, The Royal Society of Thailand

Department of Chemical Technology, Faculty of Science,

Chulalongkorn University, Bangkok

Dimitri Gidaspow

Department of Chemical and Biological Engineering, Illinois Institute of Technology,

Chicago, IL 60616, USA

Piyawan Tiyapaiboonchai

Department of Chemical Technology, Faculty of Science,

Chulalongkorn University, Bangkok

Experiments were performed in a double jacket gas-solid fluidized bed to investigate the process and degree of electrification in the fluidized bed. Five copper rings attached to the inner column wall were connected to a picoammeter for measuring the electrical current at different vertical levels. It was found that both positive and negative electrical currents were traced in the whole bed. The magnitude of the positive current was observed at the bottom of the bed while at the top part of the bed the magnitude of the negative current was found. The influence of the initial bed height, fluidization velocity, and gas temperature played a significant role on the charge dissipation. Also, the degree of electrification increased with initial bed height and gas velocity.

Keywords: triboelectric, electrification current, polypropylene, fluidized bed



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

การค้นพบโดยบังเอิญกับการค้นพบสิ่งสำคัญยิ่งใหญ่ทางวิทยาศาสตร์

วิวัฒน์ ตันทะพานิชกุล

ภาควิชาชีววิทยา สำนักวิทยาศาสตร์

ราชบัณฑิตยสภา

บทคัดย่อ

การค้นพบโดยบังเอิญ (serendipity) เกิดขึ้นเมื่อมีคนค้นพบบางสิ่งบางอย่างที่ไม่คาดคิดมาก่อน พจนานุกรม *Webster's New World College* ให้คำนิยาม “serendipity” ว่า

๑. เป็นเสมือนมีพรสวรรค์ในการค้นพบบางสิ่งที่ดีโดยบังเอิญ

๒. โชคหรือโชคกลางที่ได้ค้นพบบางสิ่งที่ดีโดยบังเอิญ

คำง่ายที่สุดที่สื่อความหมายก็คือ “อุบัติเหตุที่ทำให้มีความสุข” ตามที่ เอ็ม. เค. สตอสส์ค็อพฟ์ (M.K. Stosskopf) ได้กล่าวไว้ว่า “ควรเป็นที่ยอมรับว่า การค้นพบโดยบังเอิญมีบทบาทสำคัญมากสำหรับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และบ่อยครั้งที่ได้ช่วยวางรากฐานสำหรับความเข้าใจแบบก้าวกระโดดทางปัญญา”

ในลำดับแรก บทความนี้จะอธิบายเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างการค้นพบโดยบังเอิญ (pseudo-serendipity) กับการค้นพบโดยบังเอิญที่แท้จริง (true serendipity) นอกจากนี้ ยังมี “near serendipity” (เกือบเป็นการค้นพบโดยบังเอิญ) ซึ่งเปรียบเสมือนการค้นพบที่เกือบจะสมบูรณ์แต่ไม่สำเร็จสมบูรณ์ ไม่จำเป็นต้องพูดย่ำว่า การค้นพบทางวิทยาศาสตร์สำคัญหลายชิ้น (breakthroughs) ที่นำไปสู่รางวัลโนเบลเกิดขึ้นจากการค้นพบโดยบังเอิญ บทความนี้จะเริ่มด้วยการแนะนำลักษณะที่ขาดไม่ได้ของนักวิทยาศาสตร์/นักนวัตกรรม/นักประดิษฐ์ยอดเยี่ยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากนั้นจะนำเสนอตัวอย่างเพื่อใช้อธิบายการค้นพบโดยบังเอิญแบบต่าง ๆ เช่น การพัฒนายางธรรมชาติคุณภาพสูงด้วยกระบวนการวัลคาไนเซชัน (vulcanization), การค้นพบยาปฏิชีวนะ เพนิซิลลิน, การสังเคราะห์พอลิคาร์บอนเนต, 3M post-it notes (แผ่นบันทึกที่แปะลอกออกง่าย), ไดโอดเปล่งแสง (แอลอีดี) [light emitting diodes (LED)] สีน้ำเงิน, พอลิเอทิลีน (polyethylene, PE) และ velcro fasteners (แผ่นยึดติดด้วยแรงตึง) นำเสียดายที่ near-serendipity ล้วนเป็นผลจากการขาดวิสัยทัศน์ด้านวิทยาศาสตร์และด้านความสำคัญทางการค้าของผู้ค้นพบที่มองข้ามการค้นพบที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ กรณีตัวอย่างของ near-serendipity พบได้ในเอกสารที่ระบุถึงการไม่ใส่ใจการค้นพบโดยบังเอิญที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรกของโลกในการสังเคราะห์พอลิคาร์บอนเนตและพอลิเอทิลีน โดยสรุปแล้ว ปัจจัยสำคัญของความสำเร็จสำหรับการค้นพบครั้งสำคัญ ๆ ที่อุบัติขึ้นโดยบังเอิญก็คือความอยากรู้อยากเห็น จิตใจที่เตรียมพร้อมตามด้วยการทำงานหนัก (และการไม่เชื่ออย่างหล้นหลับตาในความเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้รู้ที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง)

คำสำคัญ : การค้นพบโดยบังเอิญ, การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่



คำนำ

ก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาหลัก ผู้นิพนธ์ใคร่ขอกล่าวถึงประเด็นหนึ่งที่สำคัญยิ่งดังนี้

อะไรคือลักษณะที่ขาดไม่ได้ของนักวิทยาศาสตร์/นักนวัตกรรม/นักประดิษฐ์ยอดเยี่ยมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในงานนิทรรศการและการประชุมนานาชาติด้านนาโนเทคโนโลยี เรื่อง “นาโนเทคโนโลยี 2003 + อนาคต” ครั้งที่ ๑ ณ มากุฮารี เมสเซ (Makuhari Messe) ประเทศญี่ปุ่น ในช่วงวันที่ ๒๖-๒๘ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๔๖ ผู้เขียนเป็นหนึ่งในวิทยากร ๓ คนของการสัมมนา เรื่อง “สารสุนักรักวิจัยรุ่นใหม่จากนักวิจัยชั้นนำ” นอกจากผู้นิพนธ์คือ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล (ประเทศไทย) รักษาการผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในขณะนั้น องค์ปาฐกที่โดดเด่นอีก ๒ คน คือ

- ดร.ฮอรัสต์ แอล. สตอร์เมอร์ (Dr. Horst L. Stormer จากสหรัฐอเมริกา แต่สัญชาติเยอรมัน) ผู้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ค.ศ. ๑๙๘๘ ศาสตราจารย์มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย และบริษัท Lucent Technologies

- ดร.ฌ็อง-มาร์ก กร็อกเน (Dr. Jean-Marc Grognet ประเทศฝรั่งเศส) Scientific Affairs Director, Technological Research Division, CEA Commissariat à l'Énergie Atomique

จุดหนึ่งที่น่าสนใจคือ ทั้ง ๓ คนมาจาก ๓ ทวีปและเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านนาโนเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน ได้แก่

- วัสดุนาโน (nanomaterials) (ทวีปเอเชีย : ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล)

- นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (nanoelectronics) (ทวีปอเมริกาเหนือ : ดร.ฮอรัสต์ แอล. สตอร์เมอร์)

- ชีววิทยานาโน (nanobiology) (ทวีปยุโรป : ดร.ฌ็อง-มาร์ก กร็อกเน)

การบรรยายจัดขึ้นในหอประชุมใหญ่ที่มีผู้เข้าร่วมกว่า ๔๐๐ คน โดยมีนักวิจัยรุ่นใหม่ชาวญี่ปุ่น ๑๐ คนในวงการวิทยาศาสตร์และนาโนเทคโนโลยีซึ่งได้รับเชิญให้เข้าร่วมฟังและตั้งคำถามระหว่างนั่งบนเวที นักวิจัยเหล่านี้มาจากมหาวิทยาลัยเกียวโต มหาวิทยาลัยโตเกียว สถาบันเทคโนโลยีแห่งโตเกียว มหาวิทยาลัยโอซากา และสถาบันวิจัยระดับชาติ เช่น AIST, NIMS

ในลำดับแรก คำแนะนำของ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล สำหรับนักวิจัยรุ่นใหม่บนเวทีและผู้เข้าร่วมมีดังนี้

ลักษณะ ๔ ประการที่ขาดไม่ได้ของนักวิจัยที่ยอดเยี่ยมสำหรับงานวิจัยและพัฒนาที่ตนสนใจ คือ

๑. ความคลั่งไคล้ (passion) : แรงขับเคลื่อนหรือความตื่นเต้นทางอารมณ์ต่องานที่สนใจ

๒. ความอยากรู้อยากเห็น (curiosity) : ความปรารถนาอย่างแรงกล้าที่อยากเรียนรู้ ความไม่หยุดหย่อนในการเรียนรู้



๓. **ความคล้ายคลึงหรืออุปมาอุปมัย (analogy)** : ความคล้ายคลึงกันในบางประเด็นระหว่างสิ่งของหรือปรากฏการณ์ที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นการข้ามสาขาวิทยาการ เช่น ความคล้ายคลึงกันระหว่างการถ่ายเทโมเมนตัมกับการถ่ายเทความร้อนของของไหลในท่อ ความคล้ายคลึงกันระหว่างเทคโนโลยีชีวภาพกับวัสดุศาสตร์ (เช่น โครงสร้างเชิงซ้อนที่แข็งแรงมากของเปลือกหอย)

๔. **การค้นพบโดยบังเอิญ (serendipity)** : ความตระหนักและความซาบซึ้งในบทบาทของการค้นพบโดยบังเอิญในการค้นพบที่ยิ่งใหญ่ ไม่ละเลยหรือมองข้ามแบบด้อยปัญญาเมื่อพบเห็นสิ่งที่เกิดจากการค้นพบโดยบังเอิญ

ในลำดับที่ ๒ ดร.สตอร์เมอร์ ได้ให้คำแนะนำที่มีคุณค่ายิ่ง ๔ ประการซึ่งเริ่มต้นด้วยตัว L ทั้งหมด ดังนี้

- Love (ความรัก) : มีความคลั่งใคล้ในสิ่งที่เราสนใจจะทำ (= ความคลั่งใคล้)
- Learn (การเรียนรู้) : มีความอยากรู้อยากเห็น ความไม่หยุดหย่อนในการเรียนรู้ (= ความอยากรู้อยากเห็น)
- Link (การเชื่อมต่อ) : ใช้ประโยชน์ความคล้ายคลึงข้ามหัวข้อยวิชา ข้ามศาสตร์ (= ความคล้ายคลึง)
- Leave (การจากไปหรือละทิ้ง) : การแสวงหาและสัมผัสกับสิ่งแวดล้อม พฤติกรรม หรือสิ่งเร้าใหม่ ในขณะที่เดียวกันก็ต้องไม่เชื่อแบบไม่ลืมหูลืมตาในหลักการที่ไม่ผ่านการพิสูจน์หรือที่ฟังจากคำกล่าวของผู้ทรงสิทธิอำนาจหรือผู้เชี่ยวชาญที่ทั่วโลกยอมรับ

ในลำดับที่ ๓ ดร.กร็อกเน ได้กล่าวว่า “ผมเห็นด้วยกับสิ่งที่วิทยากร ๒ ท่านได้กล่าวไปแล้ว และไม่มีอะไรที่จะกล่าวเพิ่มเติม”

การค้นพบโดยบังเอิญคืออะไรกันแน่

(เพื่อประหยัดพื้นที่ ต่อไปนี้จะขอใช้ ก.ค.ด.บ. แทน การค้นพบโดยบังเอิญ)

ก.ค.ด.บ. เกิดขึ้นเมื่อมีบางคนค้นพบบางสิ่งที่เขาไม่ได้คาดคิดว่าจะได้พบ คำคำนี้ได้รับการห้อยเสียงโดยบริษัทที่รับแปลภาษาของสหราชอาณาจักรในเดือนมิถุนายน ค.ศ. ๒๐๐๔ ให้เป็นหนึ่งในคำภาษาอังกฤษ ๑๐ คำที่แปลให้สื่อความหมายได้ยากที่สุด อย่างไรก็ตาม เนื่องจากมีการนำศัพท์คำนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านสังคมวิทยา จึงมีการนำไปแปลเป็นภาษาอื่นจำนวนมาก ความหมายที่ง่ายที่สุดก็คืออุบัติการณ์ที่ให้ความสุข (happy accident) พจนานุกรม Webster's New World College (ค.ศ. ๑๙๙๙) ให้คำนิยาม ก.ค.ด.บ. ว่า

๑. เป็นเสมือนมีพรสวรรค์ในการได้พบสิ่งที่ดีโดยบังเอิญ



๒. โชคหรือโชคความที่ได้ค้นพบบางสิ่งที่ดีโดยบังเอิญ

หลักฐานครั้งแรกสุดเกี่ยวกับการใช้คำว่า serendipity ในภาษาอังกฤษพบได้ในจดหมายที่ฮอเรซ วอลโพล (Horace Walpole) เขียนถึง ฮอเรซ มันน (Horace Mann) (ลงวันที่ ๒๘ มกราคม ค.ศ. ๑๗๕๔) ว่า เขาคิดศัพท์คำนี้ขึ้นมาใหม่จากตำนานเปอร์เซีย เรื่อง “เจ้าชายสามองค์ของเมือง Serendip” [ชื่อเดิมของประเทศซีลอน (Ceylon)] ปัจจุบันคือประเทศศรีลังกา ซึ่งตัวละครของเรื่องมักจะค้นพบสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ได้เสาะหาด้วยความเฉลียวฉลาด

ก.ค.ด.บ. และการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ (breakthroughs)

เอ็ม.เค. สตอสส์ค็อพฟ์ (M. K. Stoskopf) กล่าวว่า “เป็นที่ยอมรับกันว่า การค้นพบที่เกิดจากความบังเอิญมีคุณค่าสำคัญสำหรับการก้าวกระโดดทางวิทยาศาสตร์ และมักช่วยวางรากฐานสำหรับการก้าวกระโดดของความเข้าใจเชิงสติปัญญา” ความฝันของนักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยที่เอาจริงเอาจังคือการคว้ารางวัลโนเบล หนึ่งในกฎแห่งของเงื่อนไขความสำเร็จคือการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ซึ่งนำไปสู่คุณประโยชน์อย่างใหญ่หลวงต่อมนุษยชาติ อนึ่ง เป็นที่ประจักษ์แล้วว่า ความสำเร็จนี้มักจะเกิดจากการค้นพบโดยบังเอิญหรือ serendipity

ประเภทของ ก.ค.ด.บ.

หนังสือภาษาอังกฤษเรื่อง “Serendipity: การค้นพบทางเคมีที่เกิดโดยบังเอิญ” (1989) โดย ดร.รอยสเตอร์ รอยเบตส์ (Dr. Royster Roberts) อดีตศาสตราจารย์มหาวิทยาลัยเท็กซัสออสติน (ผู้ล่วงลับ) ได้จำแนก ก.ค.ด.บ. ไว้ดังนี้

- ก.ค.ด.บ. ประเภทที่ ๑ คือ การค้นพบโดยกึ่งบังเอิญ (pseudo-serendipity)
- ก.ค.ด.บ. ประเภทที่ ๒ คือ การค้นพบโดยบังเอิญที่แท้จริง (true serendipity)
- อนึ่ง เรายังมีกรณีเกือบเป็นการค้นพบโดยบังเอิญ (near serendipity) ซึ่งน่าเสียดายมาก เพราะคล้ายคลึงกับ “near miss” หรือการพลาดอย่างจวนเจียนในการคว้ารางวัลที่ยิ่งใหญ่

ก.ค.ด.บ. ประเภทที่ ๑

ก.ค.ด.บ. ประเภทนี้คือการค้นพบบางสิ่งที่ตั้งเป้าไว้ด้วยวิธีการที่ไม่คาดคิด ไม่ได้วางแผน หรือเชิงอุบัติเหตุ (ส่วนใหญ่หลังจากที่ได้พยายามทดลองทำมาหลาย ๆ ครั้ง) ตัวอย่าง เช่น

- วิธีผลิตยางคุณภาพสูงโดยวิธีการวัลคาไนเซชัน (vulcanization) (เป็นกรรมวิธีใหม่ที่ใช้ธาตุกำมะถันเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างโซ่พอลิเมอร์ของยางธรรมชาติหรือให้เกิดเป็นร่างแห) ซึ่งจะกล่าวเพิ่มเติมต่อไป



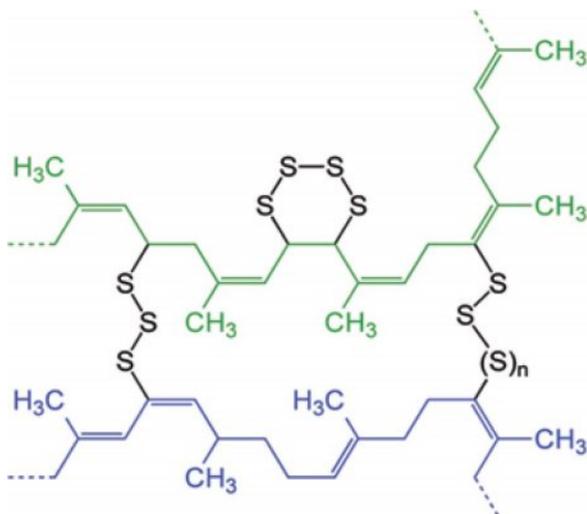
- การค้นพบยาปฏิชีวนะเพนิซิลลิน (มีรายละเอียดเพิ่มเติม)
- การสังเคราะห์พอลิคาร์บอเนต (PC) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์เชิงวิศวกรรม โดยแดเนียล ฟอกซ์ (Daniel Fox) ของบริษัท General Electric (GE) ในตอนแรกเขาตั้งใจจะใช้ bi-guaiacol ในการสังเคราะห์ PC แต่กลับเก็บสารเคมีของบริษัทที่ไม่มีสารชนิดนี้ มีแต่ bis-phenol A ซึ่งเขาไม่ได้วางแผนจะใช้ แต่ก็ตัดสินใจลองใช้ดู หากเขาเปิดสารตัวแรกที่ต้องการใช้มาได้ การสังเคราะห์ PC จะยังไม่สำเร็จเลย
 - 3M post-it notes (มีรายละเอียดเพิ่มเติม)
 - การค้นพบ blue LED (LED แสงสีน้ำเงิน) ซึ่งเกิดจากการปลูกผลึก GaN ที่อุณหภูมิต่ำกว่า ๑,๒๐๐ องศาเซลเซียส เหลือ ๑,๐๐๐ องศาเซลเซียส เนื่องจากเตาเผามีปัญหาขัดข้อง (มีรายละเอียดเพิ่มเติม)

การปรับสภาพยางธรรมชาติโดยกระบวนการวัลคะไนเซชัน

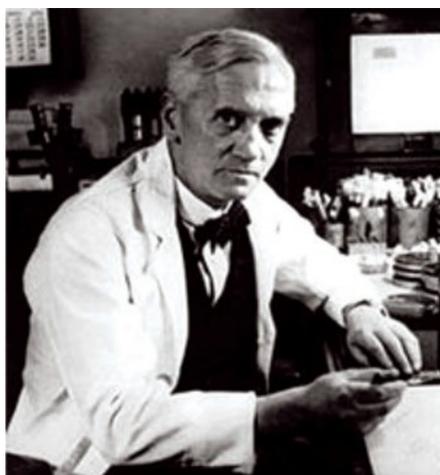
ยางธรรมชาติที่ยังไม่ได้ผ่านการอบปรับสภาพ (uncured natural rubber) เป็นยางที่เหนียวหนืด และเสียรูปได้ง่ายเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น แต่จะเปราะเมื่ออากาศเย็นจัด จึงเป็นวัสดุที่ไม่เหมาะสมหากต้องการความยืดหยุ่นสูง เหตุผลที่ยางเสียรูปได้ง่ายเป็นเพราะโครงสร้างทางเคมีของยางธรรมชาติซึ่งประกอบด้วยโซ่พอลิเมอร์ยาวจำนวนมากที่ปราศจากจุดเกี่ยวติดกันระหว่างโซ่ ดังนั้น โซ่เหล่านี้จึงสามารถเคลื่อนไปมาอย่างค่อนข้างอิสระโดยไม่ขึ้นอยู่กันและกัน ทำให้วัสดุเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ง่ายเมื่อได้รับแรงดึงหรืออากาศอุ่นขึ้น การเชื่อมขวาง (crosslinking) ของโซ่พอลิเมอร์ทำได้โดยใช้กระบวนการวัลคะไนเซชันด้วยกำมะถัน เพื่อขัดขวางไม่ให้โซ่พอลิเมอร์เคลื่อนไหวไปมาอย่างอิสระจากกันและกัน ผลก็คือ เมื่อใส่แรงดึง ยางดังกล่าวจะยืดเปลี่ยนรูปร่าง แต่เมื่อคลายแรงดึง ยางจะคืนสู่รูปเดิมโดยสมบูรณ์ รูปที่ ๑ แสดงโซ่ยาว ๒ เส้นของยางธรรมชาติหลังจากผ่านกระบวนการวัลคะไนเซชันโดยมีธาตุกำมะถัน (S) เป็นตัวเชื่อมติดระหว่างโซ่ นายกูดเยียร์ค้นพบกระบวนการดังกล่าวโดยบังเอิญเมื่อเขาทำแผ่นยางธรรมชาติที่ผสมผงกำมะถัน หลุดมือตกลงบนผ้าของเตาฝิงในฤดูหนาว

การค้นพบสารปฏิชีวนะเพนิซิลลิน

เซอร์อะเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง (Sir Alexander Fleming, ๖ สิงหาคม ค.ศ. ๑๘๘๑-๑๑ มีนาคม ค.ศ. ๑๙๕๕) เป็นนักชีววิทยาและเภสัชกรชาวสกอต ผู้ค้นพบเพนิซิลลินและได้รับรางวัลโนเบลสาขาสรีรวิทยาและแพทยศาสตร์ใน ค.ศ. ๑๙๔๕ (รูปที่ ๒) เมื่อวันที่ ๓ กันยายน ค.ศ. ๑๙๒๘ เฟลมมิงเดินทางกลับถึงห้องทดลองของเขาหลังจากใช้เวลาพักผ่อนกับครอบครัวในช่วงหยุดพักผ่อนเดือนสิงหาคม ก่อนไปพักผ่อนเขาได้เพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ Staphylococci บนจานเพาะเชื้อจำนวนมากและวางจานเหล่านี้กองไว้บนโต๊ะยาวที่มุมห้องทดลอง

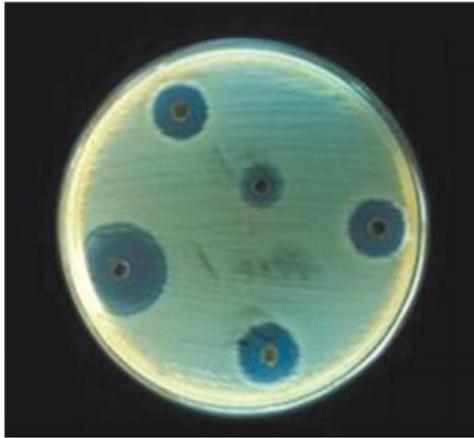


รูปที่ ๑ แผนภาพแสดงส่วนหนึ่งของโครงสร้างยางธรรมชาติหลังจากผ่านกระบวนการวัลคะไนเซชัน



รูปที่ ๒ เซอร์อะเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง (Sir Alexander Fleming) ผู้ค้นพบสารปฏิชีวนะเพนิซิลลิน

หลังจากกลับมา เฟลมมิงสังเกตเห็นว่ามีจานเพาะเชื้อ ๑ ใบเกิดปนเปื้อนด้วยเชื้อรา (fungus) โดยที่กลุ่ม Staphylococci ที่ห้อมล้อมรอบเชื้อราดังกล่าวถูกทำลายหายไป (รูปที่ ๓) ในขณะที่กลุ่มอื่นที่ห่างออกไป เชื้อรายังเจริญงอกงามตามปรกติ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นและพบเห็นโดยบังเอิญนี้นำไปสู่การสกัดสารปฏิชีวนะชนิดแรกของโลกจากเชื้อราดังกล่าว



รูปที่ ๓ ภาพจำลองสิ่งที่ เฟลมมิง ค้นพบในจานเพาะเชื้อ

3M post-it notes (แผ่นบันทึกข้อความที่แปะลอกออกง่าย)

กรณีนี้เป็นตัวอย่างของการเปลี่ยนความล้มเหลวโดยสิ้นเชิงให้เป็นความสำเร็จทางการค้าที่ยิ่งใหญ่ แรกเริ่มนักวิจัยของบริษัท 3M ต้องการสังเคราะห์กาวที่เหนียวและติดแน่นที่สุดในโลก แต่กลับพบสูตรผลิตกาวที่ติดไม่แน่นและดึงลอกออกได้ง่ายมากโดยไม่ตั้งใจ ซึ่งตรงกันข้ามโดยสิ้นเชิงกับวัตถุประสงค์ดั้งเดิมที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตาม คนในบริษัท 3M ได้เกิดความคิดขึ้นใหม่ว่า post-it notes ที่แปะลอกออกง่ายน่าจะเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ซึ่งในอดีตต้องใช้คลิปหนีบขึ้นกระดาษบันทึกข้อความกับแผ่นเอกสาร จึงยุ่งยากและไม่สะดวกในการใช้งาน ปัจจุบันผลิตภัณฑ์นี้ยังทำรายได้เป็นอย่างดีให้กับบริษัท 3M



รูปที่ ๔ แผ่นบันทึกข้อความที่แปะลอกออกง่าย

การค้นพบ blue LED (LED แสงสีน้ำเงิน)

รูปที่ ๕ เป็นภาพของบุคคลที่ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ค.ศ. ๒๐๑๔ เมื่อ อามาโนะ (Amano) ยังเป็นนักศึกษาปีที่ ๔ ในห้องปฏิบัติการของอากาศากิ (Akasaki) ที่มหาวิทยาลัยนาโกยา อามาโนะประสบความสำเร็จในการตกผลึกและเลี้ยงผลึกของ gallium nitride (GaN) บนแผ่นฐานแซปไฟร์ (sapphire substrate) ซึ่งนับเป็นการค้นพบโดยบังเอิญประเภทหนึ่ง วันหนึ่งเตาเผาไฟฟ้าขัดข้องและไม่อาจทำให้ร้อนขึ้นไปถึงอุณหภูมิเดิมดังเคย (ตามที่ต้องการ) คือ ๑,๒๐๐ องศาเซลเซียส แต่ความร้อนของเตาขึ้นได้เพียง ๑,๐๐๐ องศาเซลเซียส แทนที่จะคอยให้เตาซ่อมเสร็จก่อนแล้วจึงดำเนินการทดลองตกผลึกครั้งต่อไป เขาตัดสินใจทดลองตกผลึกที่อุณหภูมิต่ำนี้โดยที่ไม่เคยคิดหรือวางแผนไว้ก่อน ผลก็คือเขาประสบความสำเร็จในการปลูกผลึกและค้นพบโครงสร้างที่เหมาะสมของผลึก GaN ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญสุดของ LED แสงสีน้ำเงิน

อามาโนะ กล่าวในการสัมภาษณ์หลังจากได้ข่าวว่าได้รับรางวัลโนเบลว่า เขาได้รับแรงกระตุ้นบางส่วนในการกระทำดังกล่าวจากคำบอกเล่าของผู้ช่วยศาสตราจารย์ในห้องทดลองของเขาเกี่ยวกับการค้นพบโดยบังเอิญของสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) โดย ดร.เอซากิ (Dr. Esaki) ที่ได้รับรางวัลโนเบลเช่นกัน ดังที่ทราบกันดี นักวิจัยทั่วโลกในยุคนั้นมุ่งเน้นการใช้สารที่บริสุทธิ์ขึ้นเรื่อย ๆ ในการพยายามผลิตสารกึ่งตัวนำ แต่ไม่ประสบความสำเร็จ วันหนึ่งผู้ช่วยวิจัยในห้องทดลองของ ดร.เอซากิ ได้ตัดสินใจที่จะลองทำตรงกันข้ามกับแนวทางที่ถูกสั่งให้ทำมาโดยตลอด ด้วยการจงใจใส่สารเจือ (dopant) บางชนิดลงไปและก็ประสบความสำเร็จ เนื่องจากก่อนหน้านี้ อามาโนะ ไม่สามารถได้โครงสร้างผลึกที่ให้ผลดีหลังจากที่ทำการทดลอง



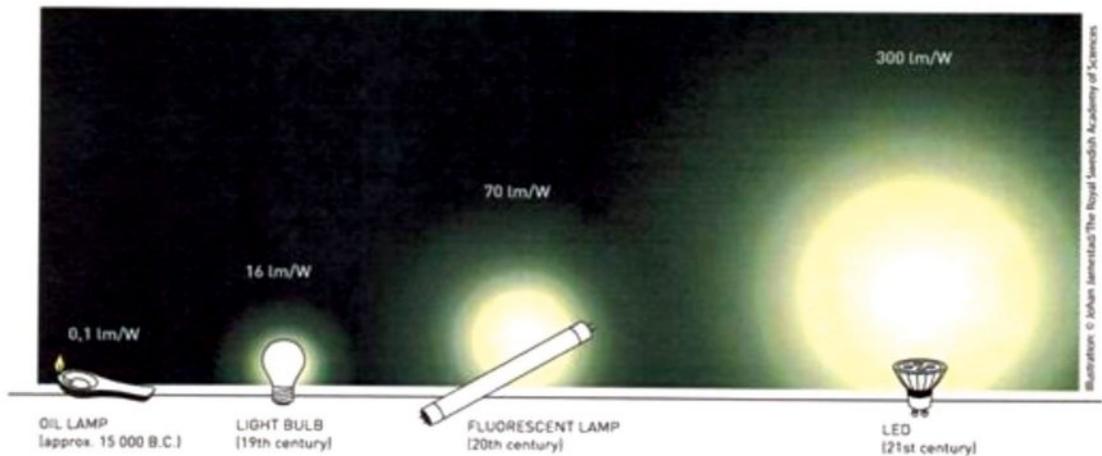
รูปที่ ๕ ผู้ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ค.ศ. ๒๐๑๔ จากซ้ายไปขวา : Prof. Isamu Akasaki อายุ ๘๕ ปี, Meijo Univ.; Prof. Hiroshi Amano อายุ ๖๐ ปี; Nagoya Univ.; Prof. Shuji Nakamura อายุ ๖๐ ปี; Univ. of California (UC) at Santa Barbara



ซ้ำแล้วซ้ำเล่าตามที่ถูกสั่งให้ทำมาโดยตลอดที่อุณหภูมิ ๑,๒๐๐ องศาเซลเซียส เขาจึงเกิดแรงจูงใจที่จะใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่าปรกติจากการที่เตาเผามีปัญหาโดยบังเอิญ อนึ่ง นากามูระ (Nakamura) เป็นผู้พัฒนาวิธีการผลิต LED แสงสีน้ำเงินอย่างมีประสิทธิภาพสูงในเชิงอุตสาหกรรม

คุณค่าใหญ่หลวงของ LED แสงสีน้ำเงิน

ดังจะเห็นได้จากรูปที่ ๖ หลอดไฟแบบ LED ใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่าหลอดไฟแบบเก่า ๆ มาก รวมถึงหลอดวาแสงหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วย ประสิทธิภาพในการส่องสว่างใช้ตรรกษานิบัติซึ่งความสว่างด้วย luminous flux ซึ่งวัดเป็น lumen (lm หรือลูเมน) ต่อหน่วยไฟฟ้าที่ป้อน [วัดเป็นวัตต์ (Watt)] จากรูปที่ ๖ หลอดไฟแบบ LED ให้ความสว่าง ๓๐๐ ลูเมนต่อวัตต์ ในขณะที่หลอดวาแสงให้ความสว่าง ๗๐ ลูเมนต่อวัตต์ เนื่องจากประมาณ ๑ ใน ๔ ของการบริโภคไฟฟ้าทั่วโลกใช้เพื่อการให้แสงสว่าง หลอดไฟแบบ LED แสงสีขาวจึงช่วยประหยัดทรัพยากรธรรมชาติของโลกได้อย่างมหาศาล อนึ่ง LED แสงสีขาวได้มาจากการผสมแสง LED สีแดงและสีเขียว (ซึ่งได้ค้นพบมานานหลายสิบปีแล้ว) กับ LED แสงสีน้ำเงิน แต่ผลึกของ LED แสงสีน้ำเงินสังเคราะห์ได้ยากกว่ามาก



รูปที่ ๖ ประสิทธิภาพในการส่องสว่างของหลอด LED (300 lm/W) กับหลอดไฟแบบเก่า

ก.ค.ด.บ. แบบที่ ๒ (true serendipity)

กรณีนี้เป็นการค้นพบบางสิ่งที่มีคุณค่าสูงมากโดยไม่ได้ตั้งใจหรือไม่ได้พยายามค้นหาอย่างจริงจัง (ส่วนใหญ่เกิดจากความอยากรู้อยากเห็นและโชคอีกเล็กน้อย) ยกตัวอย่างเช่น



การค้นพบ PTFE (polytetrafluoroethylene ชื่อการค้าคือ Teflon)

เทฟลอน (Teflon) มักใช้เคลือบกระทะเพื่อป้องกันเศษอาหารไหม้ติดก้นกระทะ เทฟลอนนั้นมากเป็นสารไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) และทนอุณหภูมิได้สูง ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ ๒ เทฟลอนเป็นความลับสุดยอดของสหรัฐอเมริกาที่ใช้เพื่อป้องกันการกักร้อนจากสารละลาย uranium hexafluoride ที่อุณหภูมิสูง ซึ่งนำไปสู่ความสำเร็จในการพัฒนาระเบิดนิวเคลียร์โดยสหรัฐอเมริกา ก่อนหน้าเยอรมนีและญี่ปุ่น เทฟลอนได้ถูกค้นพบโดยบังเอิญใน ค.ศ. ๑๙๓๘ โดย รอย ปลันเคตต์ (Roy Plunkett) ในรัฐนิวเจอร์ซีย์ ขณะที่เขากำลังทำงานให้แก่บริษัท Kinetic Chemicals ซึ่งเป็นบริษัทที่บริษัท Dupont ก่อตั้งโดยร่วมทุนกับบริษัท General Motors (GM) ขณะที่ปลันเคตต์กำลังวัดปริมาณแก๊ส tetrafluoroethylene (TFE) ที่ใช้ในการทดลองเพื่อสังเคราะห์สาร CFC (chlorofluorocarbon) เพื่อใช้เป็นสารทำความเย็น (refrigerant) โดยการชั่งและติดตามดูน้ำหนักที่ลดลงของท่อเก็บแก๊ส เขาได้เกิดความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับสาเหตุของน้ำหนักของแก๊ส TFE ที่ตกค้างจำนวนมากโดยไม่สามารถปล่อยออกได้ ในที่สุดเขาจึงตัดสินใจปล่อยท่อแก๊สให้ขาดเป็น ๒ ท่อน และพบว่าผนังด้านในของท่อถูกเคลือบด้วยสารคล้ายขี้ผึ้งสีขาวที่มีความลื่นอย่างแปลกประหลาด จากการวิเคราะห์ตัวอย่างสารดังกล่าว เขาพบว่า เป็นสารพอลิเมอร์ของ perfluoroethylene ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization) โดยที่โลหะเหล็กของผนังด้านในของท่อแก๊สทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ความดันสูง

การค้นพบพอลิเอทิลีน (polyethylene) หรือ PE โดยบริษัท I.C.I. (Imperial Chemical Industry)

นักวิจัยของ I.C.I. ได้ศึกษาอิทธิพลของความดันสูงมากที่มีต่อปฏิกิริยาเคมี โดยได้ทดลองกับปฏิกิริยาประมาณ ๕๐ ประเภทระหว่าง ค.ศ. ๑๙๓๒-๑๙๓๓ แต่ผลการทดลองล้วนแต่ให้ผลน่าผิดหวัง ในบรรดาปฏิกิริยาเหล่านี้ ปรากฏว่าปฏิกิริยาระหว่างเอทิลีน (ethylene) กับเบนซัลดีไฮด์ (benzaldehyde) ที่ ๑๗๐ องศาเซลเซียส และความดันของเอทิลีน ๑,๔๐๐ บาร์ มีผลให้ผนังด้านในของถังปฏิกรณ์มีชั้นบาง ๆ ของของแข็งสีขาวคล้ายขี้ผึ้งเคลือบอยู่ (พอลิเมอร์ของเอทิลีน หรือ PE) แต่เมื่อลองทำปฏิกิริยาซ้ำโดยใช้เอทิลีนเพียงอย่างเดียว พบว่า เอทิลีนสลายตัวอย่างรุนแรง เจ. ซี. สวอลโลว์ (J.C. Swallow) ได้รายงานว่าเขาได้ยกเลิกการทำปฏิกิริยาที่ความดันสูงจนกว่าจะสามารถออกแบบและสร้างเครื่องมือที่ปลอดภัยดีกว่านี้ หลังจากนั้น ในการทดลองครั้งหนึ่งกับเอทิลีน พบว่า เมื่อร้อนถึง ๑๘๐ องศาเซลเซียส ความดันของแก๊สในถังจะลดลงมาก จึงมีการสูบลูกเอทิลีนเพิ่มเข้าไป เมื่อพวกเขาเปิดถังปฏิกรณ์ขนาดเล็กนั้น ก็พบผงสีขาวซึ่งมีน้ำหนักทั้งหมด ๘ กรัม มวลรวมของพอลิเมอร์ PE ในรูปของแข็งที่ได้จากการเกิดพอลิเมอร์



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล

๖๗

(polymerization) ของแก๊สเอทิลีนซึ่งไม่สามารถใช้อธิบายว่าเหตุใดความดันของแก๊สทั้งหมดลดลง พวกเขาจึงสงสัยว่าน่าจะมีแก๊สรั่วที่ข้อต่อข้อใดข้อหนึ่งของชุดปฏิกรณ์ ความจริงความสำเร็จของการทดลอง ครั้งนั้นอยู่ที่การเติมเอทิลีนใหม่เข้าไปแทนที่ปริมาณที่รั่วออกจากถังปฏิกรณ์ ซึ่งโดยบังเอิญ เอทิลีนใหม่ มีตัวเร่งปฏิกิริยา คือ ออกซิเจนติดมาด้วยในปริมาณที่ถูกต้องตรงกับจำนวนที่ต้องใช้เร่งปฏิกิริยาจนเกิดเป็น พอลิเมอร์ PE ในครั้งต่อ ๆ ไป สรุปแล้ว I.C.I. ค้นพบกระบวนการผลิตเอทิลีนโดยไม่ได้ตั้งใจและโดยบังเอิญ ที่มีออกซิเจนติดมาด้วยกับการเติมเอทิลีนใหม่

ในขณะที่สงครามโลกครั้งที่ ๒ เริ่มขึ้น ได้เกิดความต้องการสายเคเบิลที่ยืดหยุ่นได้เพื่อหุ้มฉนวน กันคลื่นรบกวนที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงสำหรับใช้กับอุปกรณ์เรดาร์ภาคพื้นดินและบนเครื่องบิน ด้วยคุณภาพที่ยืดหยุ่นและดีเลิศในการกันคลื่นความถี่สูง PE จึงมีบทบาทสำคัญในการผลิตอุปกรณ์เรดาร์ ขนาดเล็กและน้ำหนักเบาสำหรับติดตั้งบนเครื่องบินเพื่อใช้ตรวจจับเรือดำน้ำขนาดจิว (U-boat) ของเยอรมนี โดยทำงานร่วมกับเรดาร์บนเรือพิฆาตซึ่ง PE ก็รับบทบาทสำคัญด้วย ผลก็คือฝ่ายพันธมิตรสามารถทำลาย เรือดำน้ำเยอรมันหลายร้อยลำภายในไม่กี่สัปดาห์ สรุปแล้ว PE แสดงบทบาทที่ขาดไม่ได้ในชัยชนะมากมาย หลายครั้ง (ของกองทัพพันธมิตร) ทั้งในอากาศ บนเรือ และบนบก ในสงครามโลกครั้งที่ ๒ ซึ่งจำต้องอาศัย เรดาร์สมรรถนะสูงและน้ำหนักเบา แน่แน่นอนว่า PE เป็นวัสดุที่ดีที่สุดยอดของฝ่ายพันธมิตรในระหว่างสงครามโลก ครั้งที่ ๒

แผ่นยึดติดด้วยแรงแตะ (ชื่อการค้าคือ velcro fasteners)

ใช้ยี่สิบสองของ ๒ ขึ้นให้ติดแน่นได้โดยเพียงกดส่วนที่เป็นตะขอเกี่ยวกับส่วนที่เป็นห่วงคล้องเข้าด้วยกัน ดังในรูปที่ ๗ การค้นพบตัวยึดติดแบบเวลโคร (ชื่อย่อ VF ในที่นี้) เกิดจากความอยากรู้อยากเห็นของ วิศวกรไฟฟ้าที่ออกไปเดินเล่นในป่าละเมาะหลังอาหารเย็น เมื่อกลับเข้าบ้าน เขาพบว่า มีชิ้นส่วนของหญ้า เจ้าชู (bur) ติดแน่นบนขากางเกง เมื่อลองดึงออกมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ เขาพบดังแสดงในรูปที่ ๘ ว่า มีตะขอตัวเล็ก ๆ จำนวนมากปกคลุมผิวก้านหญ้าเจ้าชูซึ่งเกี่ยวติดแน่นกับเนื้อผ้าของขากางเกงที่ทำหน้าที่ คล้ายห่วงคล้อง สรุปแล้ว การพัฒนาออกแบบ VF เกิดจากการเลียนแบบกลไกธรรมชาติของหญ้าเจ้าชูที่ใช้ กระจายเมล็ดพันธุ์ การค้นพบนี้เกิดขึ้นโดยบังเอิญอย่างแท้จริง

near serendipity (เกือบเป็นการค้นพบโดยบังเอิญ) ที่น่าเสียดาย

เป็นการค้นพบบางสิ่งที่มีคุณค่ามาก อาจจะได้โดยบังเอิญหรือโดยความพยายามอย่างมาก แต่ไม่ ตระหนักถึงศักยภาพที่มีคุณค่าของสิ่งดังกล่าว การค้นพบจึงถูกละเลยทอดทิ้งไป มีหลักฐานในรูปเอกสาร



(ก)



(ข)

รูปที่ ๗ ภาพขยายแสดง (ก) ห่วงคล้องของเวลโคร และ (ข) ตะขอเกี่ยวของเวลโคร



รูปที่ ๘ ปลายก้านหญ้าเจ้าชู้ (bur)

ที่บ่งบอกว่า การสังเคราะห์ polycarbonate (PC) ถูกค้นพบและถูกละเลยใน ค.ศ. ๑๙๐๒ โดยนักเคมีชาวเยอรมันหลายสิบปีก่อนหน้ายุคของการสังเคราะห์พอลิเมอร์ เขาเขียนรายงานว่าได้สังเคราะห์ก้อนวัสดุสีขาวได้ในบีกเกอร์ (beaker) เมื่อลองจุ่มลงในกรดหรือเบส ก็ไม่เกิดอะไรขึ้น เมื่อลองทุบด้วยฆ้อนก็ไม่แตกหรือเปลี่ยนรูปร่าง สรุปแล้ววัสดุนี้ไม่น่าจะใช้ประโยชน์อะไรได้ เพราะขึ้นรูปและแปรสภาพลำบากมาก จึงเลิกให้ความสนใจที่จะศึกษาพัฒนาต่อหรือยื่นจดสิทธิบัตร

จะเห็นได้ว่า ในทำนองเดียวกัน อุบัติการณ์การผลิต PE โดยนักเคมีของ I.C.I ใน ค.ศ. ๑๙๓๓ ก็ไม่ได้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก ประมาณ ๓ ปีก่อนหน้านั้น พอลิเมอร์นี้ได้ปรากฏขึ้นโดยบังเอิญและไม่ได้คาดหวังโดยเป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้ของการทดลองที่ทำโดย เอ็ม.อี.พี. ฟรีดริช (M.E.P. Fredrich) ขณะที่ยังเป็นนักศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย โดยการแนะนำของศาสตราจารย์คาร์ล เอส. มาร์เวล (Prof. Carl



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล

๖๙

S. Marvel) ที่มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) การทดลองครั้งนั้นเกี่ยวข้องกับการใช้แก๊สเอทิลีนในปฏิกิริยาที่มีสารประกอบลิเทียมแอลคิล (lithium alkyl) ที่ความดันบรรยากาศ และ ๕๐ ปีต่อมาใน ค.ศ. ๑๙๘๐ ศาสตราจารย์มาร์เวล ได้กล่าวถึงเหตุการณ์เมื่อ ค.ศ. ๑๙๓๐ ว่า เป็นสิ่งที่แนะนำตัวเขาให้รู้จักงานวิจัยเกี่ยวกับพอลิเมอร์เป็นครั้งแรก อนึ่ง เขาไม่ได้ติดตามเรื่องการสังเกตการณ์ครั้งนั้น เพราะไม่มีใครคาดคิดว่า PE จะมีประโยชน์อะไร

บางที near serendipity ก็เกิดกับพวกเราเกือบทุกคนด้วย มีคำพังเพยไทยที่กล่าวว่า “เหมือนไก่ได้พลอย” โดยที่ไก่เชื่อว่าพลอยไม่มีคุณค่าอะไรเพราะกินไม่ได้ สรุปลแล้ว ปัจจัยสำคัญของความสำเร็จในการค้นพบสิ่งใหม่ที่ยิ่งใหญ่คือความอยากรู้อยากเห็น จิตใจที่เตรียมพร้อม การทำงานหนักโดยไม่หยุดยั้ง และการไม่หลั้หลือล่าตาเชื่อความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ตัวอย่างที่ดีของการไม่หลั้หลือล่าตาเชื่อความเห็นของผู้เชี่ยวชาญคือกรณีของวิศวกรไฟฟ้าของบริษัท Shimadzu ในเมืองเกียวโตที่ไม่ได้เรียนจบปริญญาเอก มีสเตอร์โคอิชิ ทานากะ (Mr. Koichi Tanaka) (รูปที่ ๙) ผู้ได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมีสำหรับการพัฒนาวิธีการแปลกใหม่เพื่อวิเคราะห์โมเลกุลชีวภาพขนาดใหญ่ด้วยวิธีแมสสเปกโตรเมตรี (mass spectrometry) ทานากะ ได้กล่าวในการบรรยายพิเศษที่มหาวิทยาลัยเกียวโตหลังจากที่ได้ข่าวว่าได้รางวัลโนเบลว่า “โชคดีที่ข้าพเจ้าไม่รู้จักรับผู้เชี่ยวชาญหรือศาสตราจารย์ทางชีววิทยาดีพอที่จะปรึกษาสอบถามเกี่ยวกับสิ่งที่ข้าพเจ้าซึ่งเป็นวิศวกรไฟฟ้าพยายามจะทำเพื่อวิเคราะห์โมเลกุลชีวภาพขนาดใหญ่ไม่เช่นนั้นแล้วข้าพเจ้าคงจะละทิ้งความคิด (โง่ ๆ ในสายตาผู้เชี่ยวชาญทางชีววิทยา) ที่ทำให้ได้รับรางวัลโนเบลของข้าพเจ้าไปแล้ว”



รูปที่ ๙ Mr. Koichi Tanaka และภรรยา กับเหรียญรางวัลโนเบลที่ได้รับ



อุบัติการณ์เปลี่ยนเป็นการค้นพบโดยบังเอิญได้อย่างไร

จากคำกล่าวของวัลโพล (Walpole) อุบัติการณ์กลายเป็นการค้นพบครั้งสำคัญก็ด้วยความเฉลียวฉลาดของบุคคลที่ประสบอุบัติการณ์นั้น ในทำนองเดียวกัน ลุย ปาสเตอร์ (Louis Pasteur, ค.ศ. ๑๘๒๒-๑๘๙๕) ได้กล่าวว่า “ในสนามของการสังเกตการณ์ โอกาสของโชคดีจะมีเฉพาะแก่ผู้ที่มีจิตใจที่เตรียมพร้อม” ลักษณะโดดเด่นที่มีร่วมกันของผู้ที่มีพรสวรรค์ด้านการค้นพบโดยบังเอิญ มีดังนี้

- ความอยากรู้อยากเห็น : พวกเขาอยากรู้อยากเห็นเพื่อจะได้เข้าใจสิ่งที่สังเกตเห็นในอุบัติการณ์นั้น

- ทักษะของการรับรู้เข้าใจ (perception) : พวกเขามองเห็นปรากฏการณ์ที่ไม่ได้คาดหมายและจดบันทึกรายละเอียดโดยไม่ปล่อยให้ผ่านไปเสมือนสิ่งที่ไม่ธรรมดาหรือน่ารำคาญ

อัลแบร์ต เซนต์-เยอร์ยี (Albert Szent-Györgyi) กล่าวว่า “การค้นพบที่สำคัญประกอบด้วย การมองเห็นสิ่งที่ทุกคนเห็น แต่คิดในสิ่งที่ไม่ไม่มีใครเคยคิด” แม้ว่าความอยากรู้อยากเห็นและทักษะการรับรู้เข้าใจอาจจะมีอยู่ในคนบางจำพวกมากกว่าคนอื่น แต่ก็สามารถถูกกระตุ้นและพัฒนาให้แข็งแกร่งขึ้น อีกทางหนึ่งที่สามารถเตรียมตัวให้ได้ผลดีจาก ก.ค.ด.บ. ก็คือการศึกษาอย่างระมัดระวังและเข้มข้นในสาขาที่กำลังศึกษาวิจัยอยู่ โจเซฟ เฮนรี (Joseph Henry) นักฟิสิกส์ชาวอเมริกันกล่าวว่า “เมล็ดพันธุ์ของการค้นพบที่ยิ่งใหญ่กำลังงอกอยู่รอบ ๆ ตัวเราอย่างสม่ำเสมอ แต่จะหยั่งรากลงเพียงในจิตใจของผู้ที่มีการเตรียมพร้อมจะรับการค้นพบนั้น” ยกตัวอย่างของ เฟลมิง แม้เขาจะไม่ได้มองหาสารต้านแบคทีเรียในขณะที่สปอร์ของเชื้อราลอยตกเข้าไปในจานเพาะเชื้อ เขาได้ศึกษาและฝึกฝนเกี่ยวกับจุลินทรีย์อย่างดีมาก เขาจึงสามารถนึกออกทันทีถึงความหมายของบริเวณที่สะอาดในจานเพาะเชื้อ ซึ่งเกิดขึ้นจากการปนเปื้อนเชื้อราลงไปโดยบังเอิญ

ในคริสต์ศตวรรษที่ ๒๑ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแพทย์ และเทคโนโลยี กำลังเจริญรุดหน้า และก้าวต่อไปเรื่อย ๆ ด้วยความเร็วที่น่าอัศจรรย์ เราไม่อาจจินตนาการสิ่งยิ่งใหญ่ที่อนาคตจะนำมาให้ เช่น การท่องเที่ยวในระบบสุริยะโดยยานอวกาศ ?, การรักษามะเร็งอย่างพุ่งเป้า ?, หุ่นยนต์นาโน ? แต่เราสามารถมั่นใจว่าอุบัติการณ์จะเกิดขึ้นเรื่อย ๆ โดยไม่สิ้นสุด ดังนั้น ถ้ามนุษย์เตรียมพร้อมจิตใจที่ดีขึ้นกว่าแต่ก่อน เราสามารถคาดหวังว่าอุบัติการณ์เหล่านี้จะกลายเป็นการค้นพบที่ยิ่งใหญ่เกินจินตนาการของเรา และนี่คือความหมายที่ลึกซึ้งของ serendipity

คำฝากจากผู้นิพนธ์

โดยการประยุกต์ใช้หลักการ 4L และ ก.ค.ด.บ. (serendipity) ถ้าท่านทำอย่างถูกต้อง มีทัศนคติที่ดีและความมานะอดทน หนทางไปสู่การค้นพบที่ยิ่งใหญ่และการวิจัยเชิงนวัตกรรมที่แท้จริงจะบรรลุผลได้



แน่นอน แม้จะต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ยังไม่สายเกินไปที่นักวิทยาศาสตร์ไทยรุ่นใหม่จะมุ่งมั่นเพื่อคว้ารางวัลโนเบล เป็นที่ทราบกันดีว่า บ่อยครั้งผู้ได้รับรางวัลโนเบลส่วนใหญ่จะประสบความสำเร็จจากผลงานแหวกแนวที่สร้างขึ้นในช่วงอายุ ๓๐-๔๐ ปี แต่อาจจะต้องใช้เวลาอีกหลายสิบปีในการพิสูจน์ความถูกต้องและประโยชน์อันใหญ่หลวงจากผลงานเหล่านั้นก่อนที่จะสามารถคว้ารางวัลโนเบลได้สำเร็จ

Abstract Serendipity and Scientific Breakthrough

Wiwut Tanthapanichakoon

Associate Fellow of the Academy of Science, The Royal Society, Thailand

Serendipity occurs when someone finds something that one is not expecting to find. Webster's New World College Dictionary (4th ed., 1999) defines serendipity as:

1. A seeming gift for finding something good accidentally;
2. Luck, or good fortune, in finding something good accidentally.

The present talk first explains the difference between pseudo-serendipity and (true) serendipity. There is also near-serendipity (similar to a near-miss). Needless to say, many scientific breakthroughs that led to the winning of Nobel prizes have been enabled by serendipity. The talk will start with the indispensable characteristics of scientists/ innovators/ inventors who excel in science and technology. Next several examples will be given to illustrate each type of serendipity. Good-Year rubber vulcanization, Penicillin antibiotic, polycarbonate synthesis, 3M post-it notes, and Blue LED (LED = light emitting diode) belong to the category of pseudo-serendipity. True serendipity is exemplified by Teflon, polyethylene (PE) and velcro fasteners. Near-serendipity is regrettably a result of lack of appreciation (vision) of its scientific/commercial significance by those who made but then ignored the serendipitous/accidental discovery. The documented but ignored 'first' discoveries of polycarbonate and polyethylene synthesis belong to this category. In conclusion, the critical success factors for a (serendipitous) scientific breakthrough are curiosity, a prepared mind, and subsequent hard work (and not blindly believing the experts' and well-established authority's opinions).

Keywords: serendipity, scientific breakthrough



วารสารราชบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

การคำนวณหาปีอธิกมาสในระบบพลวัต

ลอย ชุนพงษ์ทอง*

บทคัดย่อ

ปฏิทินไทยเป็นแบบสุริยจันทรคติที่มีกฎเกณฑ์เคร่งครัดมาก ความซับซ้อนเกิดขึ้นเนื่องจากจำนวนวันของคาบเดือน synodic และคาบปี sidereal ไม่เป็นสัดส่วนที่เป็นจำนวนเต็ม นอกจากนี้จำนวนวันในแต่ละเดือนไม่ใช่คงตัวในระยะยาว

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการหาฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่สามารถหาชนิดของปีที่มี ๑๒ เดือน (ปรกติมาส) และ ๑๓ เดือน (อธิกมาส) โดยเน้นไปที่การหาวิธีคำนวณเพื่อป้องกันปีอธิกมาสในปฏิทินไทย นี่เป็นวิธีทางคณิตศาสตร์แรกที่ใช้แบบจำลองพลวัตสมัยใหม่ เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่อปฏิทินที่ทำสืบทอดกันมาตามประเพณีนิยมให้น้อยที่สุด และสอดคล้องกับบันทึกการวางปีอธิกมาสในประวัติศาสตร์อย่างสมบูรณ์

คำสำคัญ : ปฏิทินไทย, การคำนวณหาปีอธิกมาส, แบบจำลองพลวัต

บทนำ

นักคำนวณปฏิทินจำนวนมากคำนวณปฏิทินได้ไม่กี่ร้อยปี เนื่องจากการคำนวณปฏิทินในหลักพันปีต้องแก้ไขสูตรการคำนวณ เพราะค่าคงตัวทางดาราศาสตร์ที่เปลี่ยนไป โดยเฉพาะระยะห่างจากดวงจันทร์ถึงโลกค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้คาบจันทรเพ็ญเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

ผู้เขียนได้เคยเสนอวิธีปรับแก้ดิถีเสมือนจากระบบสถิตเป็นระบบพลวัตมาก่อนหน้านี้แล้ว (ลอย ชุนพงษ์ทอง, ๒๕๕๑) ซึ่งส่งผลต่อการวางอิกวารเมื่อเวลาผ่านไปหลายร้อยปี อย่างไรก็ตาม เชื่อว่าการวางอิกมาสแบบพลวัตมีความจำเป็นน้อยกว่า จึงมิได้ศึกษาวิเคราะห์เพิ่มเติมในขณะนั้น

วัตถุประสงค์ของการวางอิกมาส

การวางอิกมาสแบบอ้างอิงดาวฤกษ์มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ ๑ ปีปฏิทินไทยโดยเฉลี่ยมีจำนวนวัน

* ที่ปรึกษาการคำนวณปฏิทินหลวง สำนักพระราชวัง



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

ลอย ชุนพงษ์ทอง

๗๓

เท่ากับ ๑ ปีดาราคติ (sidereal year) หรือเฉลี่ยเท่ากับ ๓๖๕.๒๕๖๓๖๓ วัน

การวางอธิกมาสแบบอ้างอิงฤดูกาลมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ ๑ ปีปฏิทินไทยมีจำนวนวันเท่ากับ ๑ ปีฤดูกาล (tropical year) หรือเฉลี่ยเท่ากับ ๓๖๕.๒๔๒๑๙ วันในศตวรรษนี้

ในบทความนี้ผู้เขียนจะยกตัวอย่างการคำนวณหาปีอธิกมาสแบบอ้างอิงดาวฤกษ์ก่อน ส่วนการคำนวณหาปีอธิกมาสแบบอ้างอิงฤดูกาลก็ใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์แบบเดียวกัน

การคำนวณอธิกมาสระบบสถิต

การคำนวณหาปีอธิกมาสที่ผ่านมามาอาศัยหลักการหารหาเศษโดยใช้ค่าคงตัว ไม่เปลี่ยนแปลงตลอด หลายพันปี เรียกว่า แบบสถิต ดังสมการที่ผู้เขียนได้เคยเสนอในการคำนวณหาปีอธิกมาส (ลอย ชุนพงษ์ทอง, ๒๕๕๑) ของปฏิทินไทย ดังต่อไปนี้

เป็นปีอธิกมาส เมื่อ $\text{MOD}((Y+C), F) < 1$

โดยที่

- Y คือ เลขปีคริสต์ศักราช
- MOD() เป็นฟังก์ชันหาเศษจากการเศษ เช่น $\text{MOD}(4, 3) = 1$
- A เป็นอัตราความถี่การทอดอธิกมาส หรือส่วนกลับของโอกาสการทอดอธิกมาส โดยคำนวณจาก

๑ คาบปีดาราคติ (Sidereal year period) และคาบเดือนดิถี (Synodic month period) คำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$F = 1/(\text{Sidereal year period}/\text{Synodic month period} - 12)$$

$$F = 1/(365.256363/29.5305889-12)$$

$$F = 2.71189$$

● C = Thai historical Sidereal constant เป็นค่าคงตัว ผู้เขียนพบว่า หากต้องการให้สอดคล้องกับการวางอธิกมาสในพุทธศตวรรษที่ ๒๓-๒๖ แล้ว T (ตัวแปรนี้มาจากไหน? ในสมการไม่มี) มีค่าเท่ากับ ๐.๑๙๔๕๒

อสมการเงื่อนไขแบบพลวัตสำหรับปีอธิกมาสแบบอ้างอิงดาราคติจึงเป็น

$$\text{MOD}(\text{Year} + 0.1945238, 2.711891322) < 1$$

ยกตัวอย่าง พ.ศ. ๒๕๕๘ หรือ ค.ศ. ๒๐๑๕

$$= \text{MOD}(2015 + 0.1945238, 2.711891322)$$

$$= 0.25935$$

$= 0.25935 < 1$ จึงเป็นปีอธิกมาสตามปฏิทินไทยแบบอ้างอิงดาราคติ



ปัญหาการคำนวณระบบสถิต

เนื่องจากคาบเดือนดิถี (synodic month period) มีค่าเพิ่มขึ้นตามสมการ (*Chapront-Touze' and Chapront, 1988*) ดังนี้

$$\text{synodic month} = 29.5305888531 + 0.00000021621T - 3.64 \times 10^{-10} T^2$$

โดยที่ $T = (JD - 2451545)/36525$ และ $JD =$ เลข Julian day ดังแสดงตัวอย่าง ๓ ปี
ต่อไปนี้

ค.ศ. ๑๑๔๔ มีค่าคาบเดือนดิถี = 29.530587

ค.ศ. ๑๖๐๕ มีค่าคาบเดือนดิถี = 29.530588

ค.ศ. ๒๐๖๘ มีค่าคาบเดือนดิถี = 29.530589

เมื่อเป็นเช่นนี้แล้ว ค่า F จึงต้องปรับแก้ ดังที่จะนำเสนอต่อไปในการคำนวณสำหรับระบบพลวัต

การคำนวณระบบพลวัต

เมื่อนำค่าคาบเดือนดิถี (synodic month period) มาคำนวณหาค่าความถี่ของการเกิดอิกมาสตามสมการสถิตข้างต้น จะได้ตามตารางต่อไปนี้

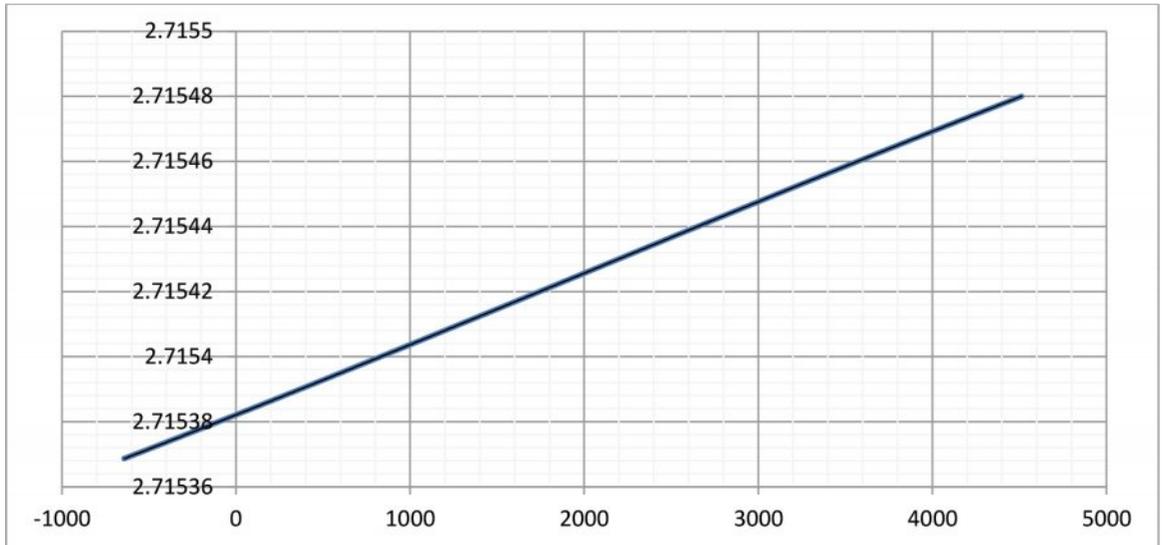
ค.ศ.	คาบเดือนดิถี	ความถี่ (ปี)
1144	29.530587	2.711885565
1605	29.530588	2.711888639
2068	29.530589	2.711891728

ทำนองเดียวกัน เมื่อนำผลการคำนวณจำนวน ๕,๐๐๐ ปี/ข้อมูล มาลงจุดเป็นกราฟ จะได้ผลตามรูปข้างล่างนี้



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙



เมื่อวิเคราะห์ข้อมูล ๕,๐๐๐ ปี ตามวิธีถดถอยเชิงเส้น (linear regression) จะได้สมการเส้นตรงคือ

$$F = 6.6613 \times 10^{-9} Y + 2.711878041$$

โดยที่

- Y คือ common year หรือ ศักราชสากล หรือ เลขคริสต์ศักราช (ค.ศ.) ที่ให้ค่าลบหรือ ๐ ได้

หมายเหตุ

แม้ว่าเส้นกราฟไม่ใช่เส้นตรงที่สมบูรณ์ แต่เมื่อพิจารณาผลจากความเป็นเส้นโค้งแล้ว ไม่มีนัยสำคัญสำหรับการกำหนดปีอธิกมาสในรอบ ๕,๐๐๐ ปี ในกรณีนี้จึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้กำลังสอง

อสมการเงื่อนไขแบบพลวัตสำหรับปีอธิกมาสแบบอ้างอิงดาวฤกษ์จึงต้องมีค่าปรับแก้ (C_s) โดยอาจแทรกค่าปรับแก้เข้าไปในสมการสถิติเดิมดังนี้

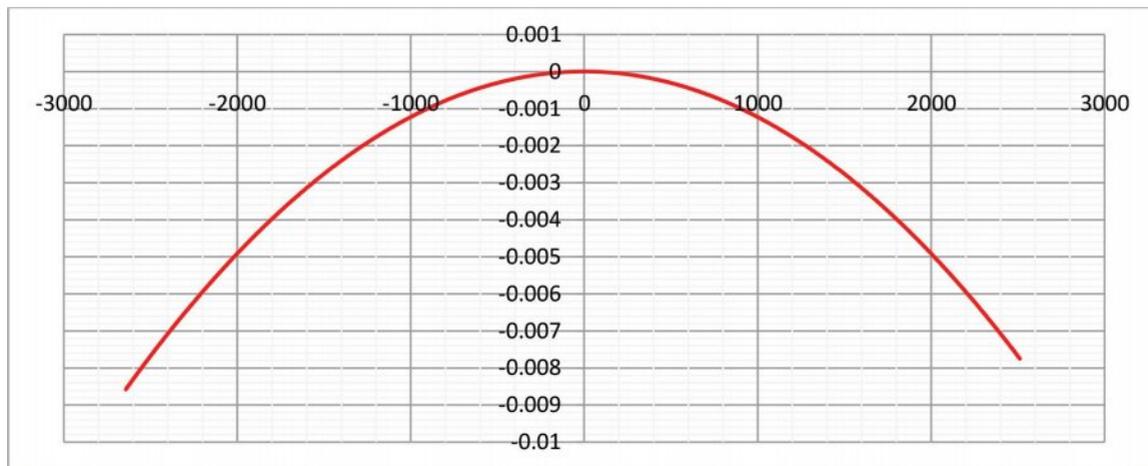
$$\text{MOD}(Y + 0.1945238 + C_s, 2.711891322) < 1$$

เมื่อคำนวณโดยใช้เทคนิคพีชคณิตเชิงเส้น (linear algebra) โดยถือว่า ค.ศ. ๒๐๐๐ (Year 2000) เป็นปีอ้างอิง จะพบว่าค่าปรับแก้ในแต่ละปีมีดังนี้



Year	Year-2000	C_s
-643	-2643	-0.008584
0	-2000	-0.004904
500	-1500	-0.002761
1000	-1000	-0.001229
1500	-500	-0.000305
2000	0	0.000000
2500	500	-0.000306
3000	1000	-0.001231
3500	1500	-0.002763
4000	2000	-0.004921
4518	2518	-0.007797

เมื่อนำมาลงจุดเป็นกราฟจะได้เส้นโค้งความสัมพันธ์ดังรูปข้างล่างนี้ (X axis = Year - 2000, Y axis = C_s)



เมื่อหาสมการของค่าปรับแก้ (C_s) เชิงเส้น ตามวิธีถดถอย (regression) จะได้

$$C_s = -1.17181 \times 10^{-9} X - 1.22811 \times 10^{-9} X^2$$

โดยที่ $y = Y - 2000$



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

เมื่อคำนวณเปรียบเทียบผลการวางอิกิมาสของแบบสถิตกับแบบพลวัตแล้ว พบว่าให้ผลต่างกัน ๕ คู่ จากทั้งสิ้น ๒,๕๐๐ คู่ ดังแสดงไว้ในตารางต่อไปนี้

Year	Year
591	592
751	752
3829	3830
3989	3990
4149	4150

มีข้อสังเกตว่า ปีที่ให้ผลต่างกันนี้อยู่นอกคริสต์ศตวรรษที่ ๙-๓๘ ทั้งสิ้น (พุทธศตวรรษที่ ๑๔-๔๓) จึงสรุปได้ว่า วิธีทางแบบสถิตก็ยังสามารถใช้ได้ผลดีถึง ๓,๑๐๐ ปี

การวางอิกิมาสระบบพลวัตแบบอ้างอิงฤดูกาล

ในระบบสถิต อสมการเงื่อนไขของการวางอิกิมาสแบบอ้างอิงฤดูกาลที่ให้ค่าสอดคล้องกับการวางอิกิมาสในพุทธศตวรรษที่ ๒๕ คือ

$$\text{MOD}(Y+2.4143931, 2.7154255542) < 1$$

เนื่องจากระยะของปีฤดูกาลเปลี่ยนแปลงเร็วกว่าระยะของปีดาวฤกษ์ ตามสมการ mean tropical year (MTY) ของ McCarthy & Seidelmann (2009)

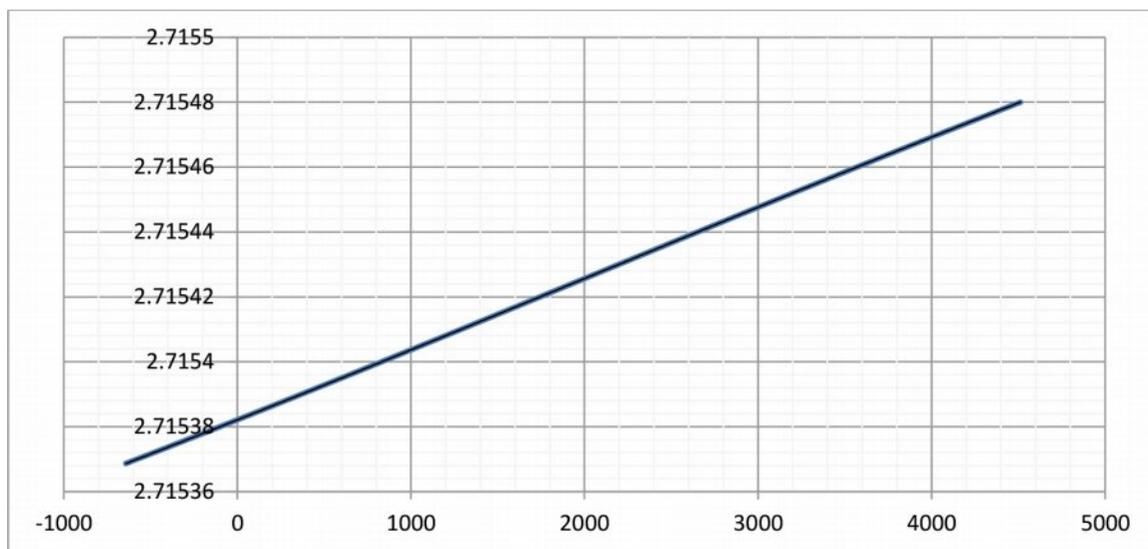
$$\text{MTY} = 365.2421896698 - 6.15359 \times 10^{-6} T - 7.29 \times 10^{-10} T^2 + 2.64 \times 10^{-10} T^3$$

โดยที่ T เป็น Julian centuries ของ ๓๖,๕๒๕ วัน วัดจากเที่ยงวันเวลาสากลของวันที่ ๑ มกราคม ค.ศ. ๒๐๐๐

เมื่อคำนวณค่า F ด้วยวิธีการเดียวกัน

$$F = 1/(\text{Sidereal year}/\text{Synodic month} - 12)$$

และเมื่อนำมาลงจุดเป็นกราฟ ให้ผลดังนี้



เมื่อวิเคราะห์ข้อมูล ๕,๐๐๐ ปี ตามวิธีถดถอยเชิงเส้น จะได้สมการเส้นตรง คือ

$$F = 2.17771 \times 10^{-8} Y + 2.715382102$$

เมื่อคำนวณโดยใช้เทคนิคพีชคณิตเชิงเส้น โดยถือว่า ค.ศ. ๒๐๐๐ (Year 2000) เป็นปีอ้างอิง จะพบว่าค่าปรับแก้ในแต่ละปีมีดังนี้

Year	Year-2000	C _t
-643	-2643	-0.027977
0	-2000	-0.016048
500	-1500	-0.009001
1000	-1000	-0.003998
1500	-500	-0.000998
2000	0	0.000000
2500	500	-0.001004
3000	1000	-0.004010
3500	1500	-0.009018
4000	2000	-0.016028
4518	2518	-0.025420

เมื่อหาสมการของค่าปรับแก้ (C_t) เชิงเส้น ตามวิธีถดถอยจะได้เป็น

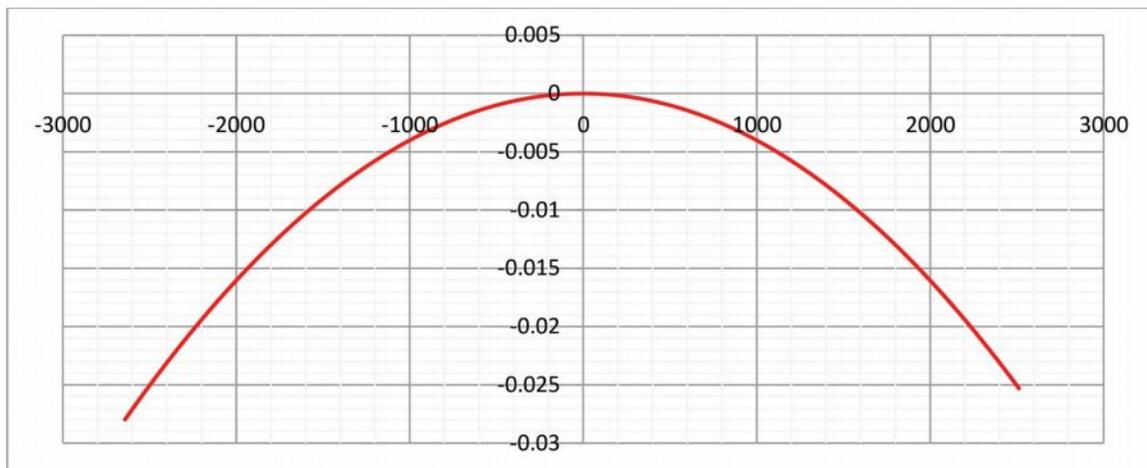
$$C_t = -3.98347 \times 10^{-9} X - 4.00987 \times 10^{-9} X^2$$

โดยที่ X = Year - 2000



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙



เมื่อคำนวณเปรียบเทียบผลการวางอิกิมาสของแบบสถิติกับแบบพลวัต แล้วพบว่า ให้ผลต่างกัน ๑๕ คู่ จากทั้งสิ้น ๒,๕๐๐ คู่ ดังในตารางต่อไปนี้

Year	Year
-426	-425
-407	-406
-388	-387
-73	-72
-54	-53
280	281
299	300
633	634
3362	3363
3696	3697
4011	4012
4030	4031
4345	4346
4364	4365
4383	4384

มีข้อสังเกตว่า ปีที่ให้ผลต่างกันนี้อยู่นอกคริสต์ศตวรรษที่ ๘-๓๓ ทั้งสิ้น (พุทธศตวรรษที่ ๑๓-๓๙) จึงสรุปได้ว่า วิธีทางแบบสถิติก็ยังสามารถใช้ได้ผลดีถึง ๒,๗๐๐ ปี



การคำนวณหาเดือนที่มีอธิกมาส

การกำหนดเดือนอธิกมาสในทางราชการได้เลือกเดือน ๘ เพื่อป้องกันความสับสน (ลอย ชุนพงษ์ทอง, ๒๕๕๐) อย่างไรก็ตาม หากต้องการการทำปฏิทินให้ละเอียดยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๔ ที่ทรงให้แนวคิดลักษณะนี้ไว้ในปฏิทินปักขคณนา (ลอย ชุนพงษ์ทอง, ๒๕๕๓) โดยอาจแทรกเดือนอธิกมาสในเดือนใดก็ได้ เพื่อให้เที่ยงตรงต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์มากยิ่งขึ้น ในกรณีเช่นนี้ ผู้เขียนเสนอการคำนวณเดือนอธิกมาส ตามสูตรต่อไปนี้

เดือนที่มีอธิกมาสมาก่อนหน้าคือเดือน M ตามสมการต่อไปนี้

แบบอ้างอิงดาวฤกษ์

$$M = \text{INT}(B + 1 - 12A_s)$$

แบบอ้างอิงฤดูกาล

$$M = \text{INT}(B + 1 - 12A_t)$$

โดยที่

● $A_s = \text{MOD}(Y + 0.1945238 + C_s, 2.711891322)$

● $A_t = \text{MOD}(Y + 2.4143931 + C_t, 2.7154255542)$

● B = เดือนที่ต้องการเล็งให้ตรงกับระบบเดิมที่ทดเดือน ๘ ผู้เขียนเสนอว่า ในระบบอ้างอิงดาวฤกษ์ ควรให้วันอาสาฬหบูชา (เดือน ๘) ตรงกับระบบเดิม ค่า B = ๘ ส่วนในระบบอ้างอิงฤดูกาล ควรให้วันวิสาขบูชา (เดือน ๖) ตรงกับระบบเดิม ค่า B = ๖

● $\text{INT}()$ เป็นฟังก์ชันหาส่วนที่เป็นจำนวนเต็ม เช่น $\text{INT}(12.6) = 12$

ตัวอย่าง พ.ศ. ๒๕๕๘ หรือ ค.ศ. ๒๐๑๕ ซึ่งพบก่อนหน้าว่า $A = 0.25935$

เดือนที่มีอธิกมาสมา คือ

$$M = \text{INT}(8 + 1 - 12 \times 0.25935)$$

$$M = \text{INT}(5.8878)$$

$$M = 5$$



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ต.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

ลอย ชุนพงษ์ทอง

๘๑

ใน พ.ศ. ๒๕๕๘ มีอธิกมาสเดือน ๕ ในแบบอ้างอิงดาวฤกษ์ หมายความว่า หากต้องการทำปฏิทินไทยแบบอ้างอิงดาวฤกษ์ให้ละเอียด โดยกำหนดวันอาสาฬหบูชา (เดือน ๘) ให้ตรงกับของเดิมแล้ว ก็ต้องแทรกเดือนอธิกมาสระหว่างเดือน ๔ กับเดือน ๕ แทนที่จะแทรกระหว่างเดือน ๗ กับเดือน ๘ ตามประเพณีนิยม

หมายเหตุ

● คำ M ที่ติดลบ หมายความว่า มีการแทรกเดือนก่อนปีที่พิจารณา เช่น -๒ หมายถึง เดือน ๑๒-๒ = ๑๐ ของปีก่อนหน้า คือ ระหว่างเดือน ๙ กับเดือน ๑๐ ของปีก่อนหน้านั้นเอง

อนึ่ง โดยหลักคณิตศาสตร์แล้ว เดือน ๕ หนแรกนี้น่าจะเรียกว่า เดือน $๔\frac{1}{2}$ เนื่องจากแทรกเข้าไประหว่างเดือน ๔ จริง กับเดือน ๕ จริง แต่เพื่อให้สื่อสารเข้าใจได้ง่าย จึงเรียกตามเดือนคู่ เพราะมี ๓๐ วัน ในกรณีนี้เรียกว่า เดือน ๔ หนที่ ๒

อย่างไรก็ตาม หากมีการยกเลิกกฎเกณฑ์ปฏิทินไทยที่ว่า “เดือนอธิกมาสต้องมี ๓๐ วันเสมอ” แล้ว ในกรณีที่คำนวณพบว่าเดือนอธิกมาสมี ๒๙ วัน ควรเรียกตามเดือนคี่ ในทางกลับกัน กรณีที่คำนวณพบว่าเดือนอธิกมาสมี ๓๐ วัน ควรเรียกตามเดือนคู่

ระบบสถิติใช้งานได้นานเท่าไร?

ตามที่ได้ให้ข้อมูลก่อนหน้าว่า หากเปรียบเทียบเพียงปีอธิกมาส ระบบสถิติจะใช้งานได้นานถึง ๓,๑๐๐ ปี ในแบบอ้างอิงดาวฤกษ์ เมื่อวางอธิกมาสโดยละเอียดตามเดือนที่ทศจริงแล้ว ผู้เขียนพบว่า ในระบบอ้างอิงฤดูกาล ให้ผลต่างกันถึง ๖๖ คู่ จาก ๒,๕๐๐ คู่ และระบบสถิติยังคงใช้งานได้อย่างถูกต้องราว ๑,๔๐๐ ปี หรือบวกลบ ๗๐๐ ปี จากปีที่ตั้งศูนย์ ซึ่งในที่นี้ คือ ค.ศ. ๒๐๐๐

ส่วนระบบอ้างอิงฤดูกาลให้ผลต่างกันถึง ๒๐๕ คู่ จาก ๒,๕๐๐ คู่ โดยที่การคำนวณระบบสถิติ ยังคงใช้งานได้อย่างถูกต้องราว ๑,๐๐๐ ปี หรือบวกลบ ๕๐๐ ปี จากปีที่ตั้งศูนย์ ซึ่งในที่นี้ คือ ค.ศ. ๒๐๐๐

สรุปเงื่อนไขของปีและเดือนอธิกมาส

เมื่อกำหนดให้ Y = ศักราชสากล (ค.ศ.) และ $y = Y - 2000$

ระบบอ้างอิงดาวฤกษ์ หรือ sidereal year มีเงื่อนไขการเป็นปีอธิกมาส คือ

$$A_s = \text{MOD}(Y + 0.1945238 + C_s, 2.711891322) < 1$$

$$C_s = -1.17181 \times 10^{-9}y - 1.22811 \times 10^{-9}y^2$$



ระบบอ้างอิงฤดูกาล หรือ tropical year มีเงื่อนไขการเป็นป็อธิกมาสคือ

$$A_t = \text{MOD}(Y + 2.4143931 + C_t, 2.7154255542) < 1$$

$$C_t = -3.98347 \times 10^{-9}y - 4.00987 \times 10^{-9}y^2$$

เดือนที่มีป็อธิกมาสมาก่อนหน้า คือ

$$M = \text{INT}(B + 1 - 12A)$$

โดยที่ B คือเดือนที่ต้องการเลี้ยงให้ตรงกับระบบเดิมที่ทศระหว่างเดือน ๗ กับเดือน ๘

- ระบบอ้างอิงดาวฤกษ์ เพื่อให้จันทร์เพ็ญของวันอาสาฬหบูชาตรงกับหมู่ดาวอาสาฬหะ ค่า B ควรเป็น ๘
- ส่วนระบบอ้างอิงฤดูกาล เพื่อให้วันวิสาขบูชาอยู่ในเดือนพฤษภาคม ค่า B ควรเป็น ๖

เอกสารอ้างอิง

ลอย ชุนพงษ์ทอง. ปฏิทินไทย อัจฉริยภาพของบรรพชนไทย, วารสารราชบัณฑิตยสถาน ปีที่ ๓๒ ฉบับที่ ๓ พ.ศ. ๒๕๕๐.

ลอย ชุนพงษ์ทอง. ปฏิทินไทย เชิงดาราศาสตร์และคณิตศาสตร์ ฉบับพิมพ์ที่ ๒/กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, พ.ศ. ๒๕๕๑. ISBN 9789747444247.

ลอย ชุนพงษ์ทอง. ปฏิทินปักขคณนา, วารสารราชบัณฑิตยสถาน ปีที่ ๓๕ ฉบับที่ ๓ พ.ศ. ๒๕๕๓, ISSN 0125-2968.

Chapront-Touze', M. and Chapront, J. (1988). "The Lunar ephemeris ELP 2000", Astron. Astrophys. 124, 50.

McCarthy & Seidelmann. (2009). Tropical year. p. 18.; Laskar, 1986.



Abstract Adhikamas Calculation in Dynamic System

Loy Chunpongtong

Adviser to the Royal Thai Calendar Calculation, Bureau of the Royal Household

The Thai Royal Calendar is a lunisolar calendar with very restrictive rules. Complexity arises because the synodic month and the sidereal year cycles of revolution do not comprise an integral number of days nor are they perfectly commensurable with each other. In addition, the synodic month cycle is not a constant number.

The objective of this research is to define mathematic functions requiring a complex sequence of 12 (regular, ปกติมาส) and 13 (intercalary, อธิกมาส) months per year. The research focuses on determining intercalary year and has created a new method of determining such years in the Royal Thai calendar. It is the first mathematical method that incorporates modern dynamic astronomical models to minimize the variances of traditional calendars and corresponds to the historical records perfectly.

Keywords: Royal Thai calendar, determining intercalary, dynamic model



วารสารราชบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

การปลูกมะม่วงที่เกาะไหหลำ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน*

สายชล เกตุษา

ราชบัณฑิต สำนักวิทยาศาสตร์

ราชบัณฑิตยสภา

บทคัดย่อ

ผู้เขียนได้เข้าร่วมประชุมวิชาการมะม่วงนานาชาติ ครั้งที่ ๙ เพื่อเสนอผลงานวิจัยระหว่างวันที่ ๘-๑๒ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๓ ณ เกาะไหหลำ (Hainan Island) เมืองซันยา (Sanya) ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ในระหว่างการประชุมวิชาการ เจ้าภาพผู้จัดประชุมวิชาการได้นำผู้เข้าร่วมประชุมเยี่ยมชมศูนย์ส่งเสริมการปลูกมะม่วงและสวนมะม่วงของเกษตรกร การปลูกมะม่วงของเกษตรกรที่ได้เยี่ยมชมนี้เป็นเรื่องที่น่าสนใจเพราะเป็นการปลูกมะม่วงระบบชิดและมีการตัดแต่งร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งการออกดอก ทำให้ได้มะม่วงออกดอกและติดผลตามฤดูกาลที่ต้องการ การปลูกมะม่วงในประเทศไทยโดยเกษตรกรบางรายมีการใช้สารเคมีเร่งการออกดอก แต่ไม่ได้ปลูกระบบชิดและไม่มีการตัดแต่งมากเหมือนกับเกษตรกรบนเกาะไหหลำที่ได้ปฏิบัติ การปลูกมะม่วงระบบชิดและการใช้สารเคมีเร่งการออกดอกมีทั้งข้อดีและข้อเสียผู้เขียนจะได้เล่ารายละเอียดการปลูกมะม่วงระบบชิด และการใช้สารเคมีเร่งการออกดอกของต้นมะม่วงที่ปลูกบนเกาะไหหลำ

คำสำคัญ : มะม่วง, การปลูกระบบชิด, แพโคลบิวทราซอล, การตัดแต่ง, การออกดอก

คำนำ

ผู้เขียนได้เข้าร่วมประชุมวิชาการมะม่วงนานาชาติ ครั้งที่ ๙ (The 9th International Mango Symposium) เพื่อเสนอผลงานวิจัยระหว่างวันที่ ๘-๑๒ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๓ ณ เมืองซันยา เกาะไหหลำ (Hainan Island) ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (People's Republic of China) ในระหว่างการประชุมวิชาการ เจ้าภาพผู้จัดประชุมวิชาการได้นำผู้เข้าร่วมประชุมเยี่ยมชมศูนย์ส่งเสริมการปลูกมะม่วงและสวนมะม่วงของเกษตรกร การปลูกมะม่วงของเกษตรกรที่ได้เยี่ยมชมนี้เป็นเรื่องที่น่าสนใจ เพราะเป็นการ

* บรรยายในการประชุมสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา วันพุธที่ ๒๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๙



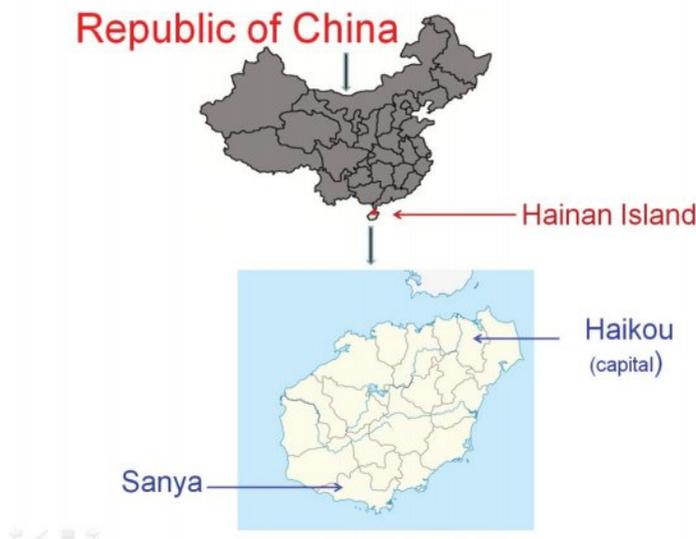
วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

ปลูกมะม่วงระบบชิดและมีการตัดแต่งอย่างมากร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งการออกดอก ทำให้ได้มะม่วงออกดอกและติดผลตามฤดูกาลที่ต้องการ การปลูกมะม่วงในประเทศไทยโดยเกษตรกรบางรายมีการใช้สารเคมีเร่งการออกดอก แต่ไม่ได้ปลูกระบบชิดและไม่มีการตัดแต่งอย่างมากร่วมกับเกษตรกรบนเกาะไหหลำที่ได้ปฏิบัติ การปลูกมะม่วงระบบชิดและการใช้สารเคมีเร่งการออกดอกมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ผู้เขียนจะได้เล่ารายละเอียดการปลูกมะม่วงระบบชิด และการใช้สารเคมีควบคุมการออกดอกของมะม่วงที่ปลูกบนเกาะไหหลำ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

เกาะไหหลำ

ไหหลำเป็นเกาะขนาดใหญ่และเป็นจังหวัดหนึ่งของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน เกาะไหหลำอยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (รูปที่ ๑) มีเมืองหลวงชื่อ ไหโคว (Haikou) มีพื้นที่ ๓๔,๐๐๐ ตารางกิโลเมตร มีพลเมืองประมาณ ๙ ล้านคน มีภูมิอากาศเป็นเขตร้อน มีฝนเฉลี่ย ๑,๕๐๐-๒,๕๐๐ มิลลิเมตรต่อปี และมีอุณหภูมิเฉลี่ย ๒๓-๒๕ องศาเซลเซียส เนื่องจากเกาะไหหลำมีภูมิอากาศเป็นแบบเขตร้อน จึงสามารถปลูกพืชเขตร้อนได้เหมือนประเทศไทย เช่น กลัวย มะม่วง มันสำปะหลัง ยางพารา



รูปที่ ๑ แผนที่แสดงที่ตั้งเมืองหลวง (Haikou) เมืองซันยา (Sanya) สถานที่ที่จัดการประชุมวิชาการมะม่วงนานาชาติ ครั้งที่ ๙ บนเกาะไหหลำ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (แผนที่ดัดแปลงจาก <https://www.google.co.th/search?q=map+of+hainan+island+by+wiki&biw=1152&bih=611&s>)



รูปที่ ๒ พิธีเปิดการประชุมมะม่วงนานาชาติ ครั้งที่ ๙ ที่เกาะไหหลำ เมืองซันยา ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ระหว่างวันที่ ๘-๑๒ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๓ (บน) และผู้เขียนบนเวทีการประชุม (ล่าง)



การประชุมวิชาการ

การประชุมวิชาการมะม่วงนานาชาติ ครั้งที่ ๙ (The 9th International Mango Symposium) ระหว่างวันที่ ๘-๑๒ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๓ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นเจ้าภาพ โดยจัดที่เกาะไหหลำ (Hainan Island) ณ เมืองซันยา (Sanya) ซึ่งเป็นเมืองท่องเที่ยวและอยู่ริมทะเล พิธีการเปิดประชุม อลังการมากตามแบบฉบับของประเทศในเอเชีย (รูปที่ ๑) การประชุมวิชาการมีทั้งภาคบรรยายและภาคนิทรรศน์ (โปสเตอร์) ซึ่งประกอบด้วย Session 1: World Production, Session 2: Horticultural Practice (I), Session 3: Horticultural Practice (II), Session 4: Disease and Pest Control (I), Session 5: Physiology and Reproductive Biology, Session 6: Disease and Pest Control (II), Session 7: Fruit Processing and Commercialization, Session 8: Genetics, Breeding and Biotechnology (I), Session 9: Postharvest Physiology and Technology (I), Session 10: Genetics, Breeding and Biotechnology (II) และ Session 11: Postharvest Physiology and Technology (II) โดยมีจำนวนผลงานวิจัยที่เสนอภาคบรรยายทั้งหมด ๕๖ เรื่อง และมีผลงานวิจัยที่เสนอภาคนิทรรศน์ (โปสเตอร์) จำนวนทั้งหมด ๒๒๑ เรื่อง ผู้เขียนได้เสนอผลงานวิจัย ๑ เรื่อง คือ Modified atmosphere reduces chilling injury of mango fruit during low temperature storage

ผลผลิตและการตลาดมะม่วง

มะม่วงเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่ปลูกในเขตร้อน จากสถิติการปลูกไม้ผลทั่วโลกใน ค.ศ. ๒๐๑๓ (พ.ศ. ๒๕๕๖) พบว่า มะม่วงมีผลผลิตมากเป็นอันดับที่ ๕ ของโลกในจำนวนผลไม้เศรษฐกิจสำคัญที่ปลูกทั้งหมด ๑๓ ชนิด (ตารางที่ ๑) ประเทศที่ผลิตมะม่วงมากที่สุดในโลกคือประเทศอินเดีย ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนผลิตมะม่วงได้เป็นลำดับที่ ๒ ขณะที่ประเทศไทยมีการผลิตมะม่วงอยู่ในลำดับที่ ๓ (ตารางที่ ๒) ประเทศที่ส่งออกผลมะม่วงสดมากที่สุดในโลกคือเม็กซิโก (ตารางที่ ๓) ขณะที่ประเทศนำเข้าผลมะม่วงมากที่สุดในโลกคือสหรัฐอเมริกา (ตารางที่ ๔)



ตารางที่ ๑ ปริมาณการผลิตผลไม้ของโลกใน ค.ศ. ๒๐๑๓ (พ.ศ. ๒๕๕๖)

(http://www.statista.com/statistics/264001/worldwide-production-of-fruit-by-variety)

ลำดับ	ชนิดของผลไม้	ผลผลิต (ล้านเมตริกตัน)
๑	กล้วย	๑๐๖.๗๑
๒	แอปเปิล	๘๐.๘๒
๓	องุ่น	๗๗.๑๘
๔	ส้ม	๗๔.๑๕
๕	มะม่วง	๔๓.๓๐
๖	กล้วยเฟลนเทน (plantain)	๓๗.๘๐
๗	ส้มเปลือกกล่อน	๒๘.๖๘
๘	สาเก	๒๕.๒๐
๙	สับปะรด	๒๔.๗๙
๑๐	ท้อ/เนกทารีน	๒๑.๖๔
๑๑	มะนาว	๑๕.๑๙
๑๒	มะละกอ	๑๒.๔๒
๑๓	พลัม	๑๑.๕๓

ตารางที่ ๒ สิบอันดับแรกของประเทศผู้ผลิตมะม่วงของโลกใน ค.ศ. ๒๐๑๒ (พ.ศ. ๒๕๕๕)

(http://www.statista.com/statistics/264001/worldwide-production-of-fruit-by-variety)

ลำดับ	ประเทศ	ผลผลิต (ตัน)
๑	อินเดีย	๑๕,๑๘๘,๐๐๐
๒	สาธารณรัฐประชาชนจีน (แผ่นดินใหญ่)	๔,๓๕๐,๐๐๐
๓	ไทย	๒,๖๐๐,๐๐๐
๔	อินโดนีเซีย	๒,๑๓๑,๑๓๙
๕	ปากีสถาน	๑,๘๘๘,๔๔๙
๖	เม็กซิโก	๑,๘๒๗,๓๑๔
๗	บราซิล	๑,๒๔๙,๕๒๑
๘	บังกลาเทศ	๘๘๙,๑๗๖
๙	ไนจีเรีย	๘๕๐,๐๐๐
๑๐	ฟิลิปปินส์	๘๐๐,๘๕๑



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

ตารางที่ ๓ สิบอันดับแรกของประเทศผู้ส่งออกผลมะม่วงสดของโลกใน ค.ศ. ๒๐๑๒ (พ.ศ. ๒๕๕๕)
(<http://www.mapsofworld.com/world-top-ten/mango-exporting-countries.html>)

ลำดับ	ประเทศ	ปริมาณการส่งออก (ร้อยละ)
๑	เม็กซิโก	๑๐.๓
๒	ฟิลิปปินส์	๗.๘
๓	ปากีสถาน	๗.๖
๔	บราซิล	๖.๐
๕	อินเดีย	๕.๒
๖	เนเธอร์แลนด์	๓.๓
๗	เปรู	๒.๐
๘	กัวเตมาลา	๑.๙
๙	ฝรั่งเศส	๑.๗
๑๐	ไฮติ	๑.๓

ตารางที่ ๔ สิบอันดับแรกของประเทศผู้นำเข้าผลมะม่วงสดของโลกใน ค.ศ. ๒๐๑๒ (พ.ศ. ๒๕๕๕)
(<http://www.mapsofworld.com/world-top-ten/mango-importing-countries.html>)

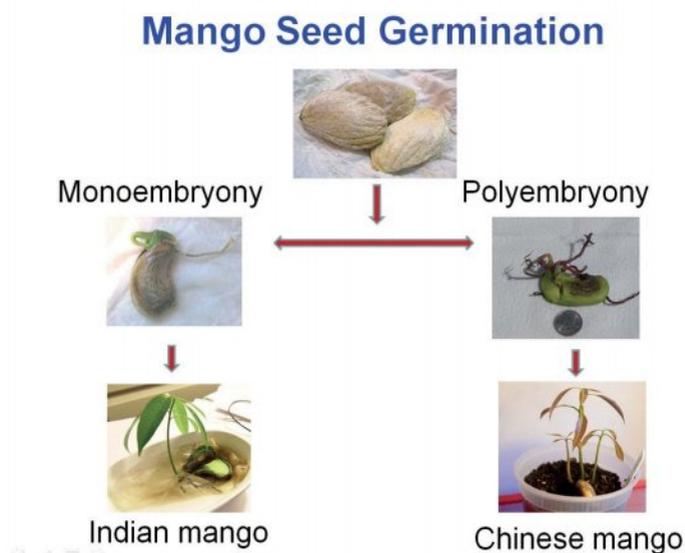
ลำดับ	ประเทศ	ปริมาณการนำเข้า (ร้อยละ)
๑	สหรัฐอเมริกา	๔๓.๒
๒	สาธารณรัฐประชาชนจีน (แผ่นดินใหญ่)	๑๐.๒
๓	เนเธอร์แลนด์	๗.๕
๔	สหรัฐอเมริกาบริติชแอริคาส (ยูเออี)	๕.๒
๕	ฝรั่งเศส	๔.๙
๖	มาเลเซีย	๔.๕
๗	สหราชอาณาจักร (อังกฤษ)	๔.๐
๘	ซาอุดีอาระเบีย	๓.๙
๙	เยอรมนี	๓.๘
๑๐	สิงคโปร์	๒.๓

การจำแนกมะม่วง

มะม่วงที่ปลูกทั่วไปแบ่งออกเป็น ๒ กลุ่ม ตามลักษณะการงอกของเมล็ด คือ

๑. Monoembryony (Indian mango) มะม่วงในกลุ่มนี้มีการงอกของเมล็ดได้ต้นกล้าหรือต้นใหม่เพียงต้นเดียวจากเอ็มบริโอ ๑ ตัวที่ได้รับการปฏิสนธิ (รูปที่ ๒ ซ้าย) รูปร่างของผลมะม่วงในกลุ่มนี้มีลักษณะค่อนข้างกลม ผลสุกมีสีไม่สวย และไม่มีความต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส มะม่วงที่ปลูกในรัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา อิสราเอล แอฟริกาใต้ ออสเตรเลีย และตอนเหนือของอินเดีย อยู่ในกลุ่ม monoembryony

๒. Polyembryony (Hawaiian/Chinese mango) มะม่วงในกลุ่มนี้มีการงอกของเมล็ดได้ต้นกล้าหรือต้นใหม่มากกว่า ๑ ต้น (รูปที่ ๒ ขวา) ต้นกล้างอกจากเนื้อเยื่อนิวเซลลัส (nucellus) ของเอ็มบริโอซึ่งไม่ใช่เอ็มบริโอที่ได้รับการปฏิสนธิ (apomictic embryo) ผลมะม่วงในกลุ่มนี้มีความยาวมากกว่าความกว้าง ผลสุกมีสีไม่ค่อยสวย แต่มีความต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส มะม่วงในกลุ่มนี้ให้ผลผลิตมากกว่ามะม่วงในกลุ่ม monoembryony มะม่วงที่ปลูกในประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และฟิลิปปินส์ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม polyembryony



รูปที่ ๓ ลักษณะการงอกของเมล็ดมะม่วงที่เป็น Monoembryony (Indian mango) (ซ้าย) และ Polyembryony (Hawaiian/Chinese mango) (ขวา)



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

การดูงานการปลูกมะม่วง

ในช่วงสุดท้ายของการประชุมวิชาการ เจ้าภาพผู้จัดการประชุมได้พาผู้เข้าประชุมไปเยี่ยมชมศูนย์ส่งเสริมการปลูกมะม่วง (National Extension Center for Mango Scientific and Technological Innovation) ของเกาะไหหลำ (รูปที่ ๔) ศูนย์ส่งเสริมการปลูกมะม่วงประกอบด้วยตัวอาคารของสำนักงานห้องปฏิบัติการ และโรงเรือนเพาะชำ ในระหว่างการเยี่ยมชมมีการนำผลมะม่วงสุกพันธุ์ต่าง ๆ มาแสดงให้ดู (รูปที่ ๕ และ ๖ บน) และปลูกมะม่วงสุกพันธุ์ต่าง ๆ ให้ชิม (รูปที่ ๖ ล่าง) เป็นที่สังเกตว่า พันธุ์มะม่วงสุกของไหหลำมีผลโตและผิวสีสวย ส่วนเรือนเพาะชำเป็นที่ขยายพันธุ์มะม่วงโดยการทาบกิ่งหรือใช้ยอดพันธุ์ดี (scion) เสียบบนต้นตอ (stock) ที่เหมาะสม ต้นตอนี้อาจทนต่อโรคหรือสามารถดูดธาตุอาหารได้ดี พันธุ์มะม่วงที่ปลูกบนเกาะไหหลำส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไทนุง (Tainung) (รูปที่ ๗) หลังจากนั้นผู้จัดการประชุมวิชาการได้พาคณะเข้าเยี่ยมชมสวนมะม่วงการค้าของเกษตรกร



รูปที่ ๔ ศูนย์ส่งเสริมการปลูกมะม่วง (National Extension Center for Mango Scientific and Technological Innovation) ของเกาะไหหลำ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน



รูปที่ ๕ ผลมะม่วงสุกที่ปลูกบนเกาะไหหลำและนำมาแสดงให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้ดู



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙



รูปที่ ๖ ผลมะม่วงสุกที่ปลูกบนเกาะไหหลำและนำมาแสดงให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้ดู (ภาพบน)
เจ้าหน้าที่ปอกมะม่วงสุกให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้ชิม (ภาพล่าง)



รูปที่ ๗ กิ่งพันธุ์มะม่วงที่ขยายพันธุ์โดยการทาบกิ่งอยู่ในโรงเรือนเพาะชำของศูนย์ส่งเสริมการปลูกมะม่วงบนเกาะไหล้ำ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙



รูปที่ ๘ การปลูกมะม่วงระบบชิด (ภาพบน) และลักษณะทรงพุ่มเปิดด้านบนของต้นมะม่วง (ภาพล่าง)
ในสวนของเกษตรกรบนเกาะไหหลำ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน



๑. **ระยะปลูก** เกษตรกรรายนี้ปลูกมะม่วงระบบชิด (high density) ประมาณ ๕×๕ เมตร (รูปที่ ๘) มีการตัดแต่งมาก (hard pruning) (รูปที่ ๙) และใช้สารเคมีบังคับให้ต้นมะม่วงออกดอกนอกฤดู เนื่องจากมะม่วงเป็นไม้ผลยืนต้นขนาดใหญ่ มีความสูงประมาณ ๑๐-๑๕ เมตร การปลูกมะม่วงทั่วไปจึงปลูกระยะห่างเช่นเกษตรกรในประเทศไทย คือ ประมาณ ๗×๑๐ หรือ ๑๐×๑๐ เมตร และเกษตรกรมักไม่ค่อยมีการตัดแต่ง อาจมีการตัดกิ่งแห้งออกบ้างหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต

โดยทั่วไปพันธุ์ไม้ผลที่จะใช้ในการปลูกระบบชิดมาจากแหล่งต่าง ๆ ๓ แหล่ง คือ ๑) พันธุ์แคระหรือทรงเตี้ย (dwarf) ซึ่งผลจากพันธุ์กรรมทำให้กลายพันธุ์และพืชชนิดนั้นได้พันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะของความสูงไม่มากและทรงพุ่มไม่ใหญ่ ๒) ต้นต่อพันธุ์แคระ พืชบางชนิดมีพันธุ์ที่ลักษณะแคระแต่อาจมีลักษณะอย่างอื่นที่ไม่เหมาะสมที่จะปลูกเป็นการค้า แต่ถ้านำพันธุ์พืชนี้มาเป็นท่อนพันธุ์สำหรับการขยายพันธุ์โดยใช้พืชพันธุ์ดีเสียบยอด ทาบกิ่ง หรือติดตาบนต้นต่อพันธุ์แคระ ยอดใหม่พันธุ์ดีที่เติบโตบนต้นต่อพันธุ์แคระจะมีลักษณะที่สูงไม่มากและทรงพุ่มไม่ใหญ่ การปลูกแอปเปิลระบบชิดในสหรัฐอเมริกาและหลายประเทศในยุโรปมีการใช้ต้นต่อแอปเปิลแคระ และ ๓) การใช้สารเคมีชะลอการเติบโต (growth retardant) สารเคมีบางชนิดสามารถชะลอการเติบโตของพืช ทำให้พืชโตช้า มีลักษณะต้นที่สูงไม่มากและทรงพุ่มไม่ใหญ่ สารที่ใช้ เช่น Alar, B-Nine, ancymidol สารเคมีเหล่านี้มีฤทธิ์ไม่คงทนและต้องมีการพ่นสารเคมีเป็นระยะ ๆ ตามคำแนะนำการใช้สารเคมีนั้น ๆ

การปลูกไม้ผลระบบชิดมีข้อดีและข้อเสียที่ต้องพิจารณาก่อนที่จะต้องตัดสินใจปลูกดังต่อไปนี้
ข้อดีของการปลูกระบบชิด

๑. ใช้พื้นที่และทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ
๒. ให้ผลิตผลเร็วนับตั้งแต่วันที่ปลูก
๓. ใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยวและตัดแต่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ
๔. ผลิตผลมีคุณภาพสูง

ข้อเสียของการปลูกระบบชิด

๑. ต้นทุนการจัดการสูง
๒. แรงงานต้องมีการฝึกในเรื่องการตัดแต่งให้ดี
๓. ต้นไม้ผลมีอายุไม่ยืนนาน



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙



รูปที่ ๙ การตัดแต่งกิ่งและใบอย่างมากของต้นมะม่วง ในสวนมะม่วงที่ปลูกระบบชิดบนเกาะไหหลำ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน



รูปที่ ๑๐ การแตกใบอ่อนใหม่ของต้นมะม่วงหลังการตัดแต่งอย่างมากในสวนมะม่วงที่ปลูกระบบชิด บนเกาะไหล้ำ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙



รูปที่ ๑๑ การติดผลมะม่วงพันธุ์ต่าง ๆ ในสวนของเกษตรกรที่ปลูกมะม่วงระบบชิด และใช้สารเคมีเร่งการออกดอกบนเกาะไหหลำ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน



๒. การตัดแต่ง มะม่วงเป็นไม้ผลยืนต้นขนาดใหญ่สูงประมาณ ๑๐-๒๕ เมตรและมีทรงพุ่มใหญ่มาก ดังนั้น การปลูกระบบชิดจึงต้องมีการตัดแต่งมาก เพื่อให้ต้นไม้สูงมากและทรงพุ่มมีขนาดเล็ก การปลูกมะม่วงระบบชิดที่เกาะไหล่มีการตัดแต่งมาก (รูปที่ ๙) การตัดแต่งอย่างมากของมะม่วงที่เกาะไหล่ยังมีวัตถุประสงค์ให้ต้นมะม่วงแตกใบอ่อนใหม่สำหรับการใช้สารเคมีเร่งการออกดอกอีกด้วย

๓. การใช้สารเคมีเร่งการออกดอก โดยธรรมชาติการออกดอกติดผลของมะม่วงจะเกิดขึ้นปีละ ๑ ครั้ง ยกเว้นมะม่วงทวายที่ต้นเดียวกันอาจจะออกดอกติดผลมากกว่า ๑ ครั้งต่อปีแต่ไม่ใช่กิ่งเดียวกัน มะม่วงที่ออกดอกและติดผลตามฤดูกาลจะมีผลผลิตจากสวนต่าง ๆ พร้อมกันในปริมาณที่มาก ทำให้ผลมะม่วงมีราคาถูก ดังนั้น ผู้ปลูกจึงพยายามหาวิธีการบังคับให้มะม่วงออกดอกติดผลนอกฤดูกาลไม่ว่าก่อนหรือหลังฤดูกาลปกติ ซึ่งจะทำให้ผลมะม่วงมีราคาสูงในตลาด การใช้สารเคมีเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้บังคับให้ต้นมะม่วงออกดอกนอกฤดูกาลได้

ในการเร่งหรือบังคับการออกดอกนั้นใช้สารแพโคลบิวทราซอล (paclobutrazol) ซึ่งมีชื่อเคมีว่า (2RS, 3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4 triazol-1-yl) pentan-3-ol สารนี้อาจมีชื่อการค้าเป็นชื่ออื่น ๆ เช่น Piccolo, Piccolo 10 XC, Bonzi, Paczol, Downsize, Cultra สารนี้ยับยั้งการสร้างสารจิบเบอเรลลิน (gibberellin) ในพืช สารจิบเบอเรลลินเป็นฮอร์โมนมีหน้าที่เร่งการขยายความยาวของเซลล์ที่แบ่งตัวใหม่ และยังทำให้ใบมีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้นและทำให้ต้นพืชทนต่อสภาพความเครียด อีกนัยหนึ่งที่ทราบกันคือสารจิบเบอเรลลินเร่งการเติบโตทางกิ่งและใบของพืช ต้นพืชที่เติบโตทางกิ่งก้านมากจะใช้อาหารสะสมเพื่อการเติบโตด้านนี้ ทำให้ต้นพืชไม่มีอาหารสะสมพอสำหรับการออกดอก ดังนั้น การใช้สารแพโคลบิวทราซอลกับต้นมะม่วงจะทำให้ต้นมะม่วงชะลอการเติบโตทางกิ่งก้านและมีอาหารสะสมเหลือพอเพื่อการออกดอก อย่างไรก็ตาม การใช้สารแพโคลบิวทราซอลกับต้นมะม่วงนั้นจะต้องทำให้ต้นมะม่วงมีการแตกใบอ่อนก่อน การตัดแต่งมากของต้นมะม่วงนอกจากต้องการทำให้ต้นมะม่วงมีต้นไม้สูง และมีทรงพุ่มไม่ใหญ่แล้ว ทำให้ต้นมะม่วงมีการแตกใบใหม่เพื่อเตรียมต้นให้พร้อมสำหรับการใช้สารแพโคลบิวทราซอล ต้นมะม่วงที่จะใช้สารต้องมีความอุดมสมบูรณ์ ต้องบำรุงรักษาต้นโดยการตัดแต่งกิ่งใส่ปุ๋ย และดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ปราศจากโรคและแมลงเข้าทำลาย ระยะเวลาที่เหมาะสมกับการใช้สารคือในช่วงที่ใบยังอ่อนหรือที่เรียกว่า ใบพวง (อายุประมาณ ๑๕ ถึง ๓๐ วัน) ในประเทศไทยเกษตรกรไม่ได้ตัดแต่งมะม่วงให้แตกใบใหม่เหมือนเกษตรกรที่เกาะไหล่ แต่กระตุ้นให้มีการแตกใบอ่อนขึ้นมาใหม่ได้โดยการใช้ปุ๋ยที่มีไนโตรเจนสูงและให้น้ำสม่ำเสมอ นอกจากนี้ อาจใช้สารโพแทสเซียมไนเตรดร้อยละ ๒.๕ (ใช้สาร ๕๐๐ กรัมผสมน้ำ ๒๐ ลิตร) หรือโทโอยูเรียร้อยละ ๐.๕ (ใช้สาร ๑๐๐ กรัม ผสมน้ำ ๒๐ ลิตร) พ่นให้ทั่วต้นในระยะที่มะม่วงใบแก่จัดเพื่อกระตุ้นให้มีการแตกตา เมื่อมะม่วงแตกใบอ่อนแล้ว ต้องดูแลใบอ่อนให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ปราศจากโรคและแมลงรบกวน จนกระทั่งใบอ่อนมีอายุ ๑๕ ถึง ๓๐ วัน



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

จึงใช้สารแพโคลบิวทราซอลเพื่อกระตุ้นการสร้างตาดอก ภายหลังจากให้สารแล้วประมาณ ๒ เดือนครึ่ง มะม่วงจะเริ่มออกดอกได้หากต้องการให้มะม่วงมีการออกดอกอย่างสม่ำเสมอพร้อมกันทั้งต้น ใช้สารแพโคลบิวทราซอลเร่งการออกดอกของมะม่วงในประเทศไทย ได้มีการริเริ่มวิจัย โดย รศ. ดร.พีรเดช ทองอำไพ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และได้นำไปสู่การใช้สารนี้อย่างกว้างขวางกับมะม่วงในประเทศไทย มีแผนภูมิของการใช้สารแพโคลบิวทราซอลให้เข้าใจง่ายแก่การปฏิบัติ ดังในรูปที่ ๑๒



รูปที่ ๑๒ แผนภูมิการบังคับให้ต้นมะม่วงออกดอกโดยใช้สารแพโคลบิวทราซอล

(<http://www.ku.ac.th/emagazine/april46/agri/mango.html>)



การใช้สารแพโคลบิวทราซอลสามารถทำได้โดยการพ่นทางใบ การฉีดเข้าต้น หรือการราดลงดิน แต่วิธีการให้สารแพโคลบิวทราซอลที่เหมาะสมที่สุดคือการราดลงดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งราดโดยตรงที่โคนต้น เนื่องจากสารนี้ดูดซึมได้ดีทางราก ปริมาณการให้สารนี้ทางรากจะต้องพิจารณาขนาดของพุ่มต้นมะม่วงควบคู่ไปด้วย ผู้ที่ต้องการทราบรายละเอียดการใช้สารแพโคลบิวทราซอลกับต้นมะม่วงสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์ทั้งภายในและต่างประเทศ เว็บไซต์ของไทยที่เข้าใจง่าย เช่น <http://www.ku.ac.th/emagazine/april46/agri/mango.html> หรือเว็บไซต์อื่น ๆ โปรดระลึกเสมอว่าสารแพโคลบิวทราซอลเป็นสารชะลอการเติบโต การใช้สารนี้ที่ระดับความเข้มข้นสูงเกินไปหรือใช้ต่อเนื่องเป็นเวลานานสามารถทำให้ต้นมะม่วงชะลอการเติบโตและอาจตายได้ในที่สุด

การใช้สารเคมีบังคับให้ต้นมะม่วงออกดอกติดผลนอกฤดูกาลมีข้อดีและข้อเสียที่ต้องพิจารณาก่อนที่จะต้องตัดสินใจใช้ดังต่อไปนี้

ข้อดีของการใช้สารเคมี

๑. ทำให้สามารถผลิตมะม่วงนอกฤดู
๒. ได้ผลมะม่วงมีราคาสูง

ข้อเสียของการใช้สารเคมี

๑. ชะลอการเติบโตของต้นมะม่วง ถ้าใช้ต่อเนื่องอาจทำให้ต้นมะม่วงตาย
๒. บางประเทศอาจห้ามนำเข้าผลมะม่วงที่มีการใช้สารแพโคลบิวทราซอล

สรุป

ผู้เขียนได้เล่าการปลูกมะม่วงระบบชิดพร้อมกับการตัดแต่งและการใช้สารเคมีร่วมกันเพื่อบังคับให้ต้นมะม่วงออกดอกและติดผลตามฤดูกาลที่ต้องการของเกษตรกรบนเกาะไหหลำ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และยังได้เสนอข้อดีข้อเสียของการปลูกระบบชิดและการใช้สารเคมีเร่งการออกดอกอีกด้วย ผู้เขียนหวังว่าข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจการปลูกมะม่วง



เอกสารอ้างอิง

- พีรเดช ทองอำไพ. **สารเร่งดอกมะม่วง**. <http://www.ku.ac.th/emagazine/april46/agri/mango.html/>
Accessed on 6 May 2016.
- Nakasone, H.Y. and Paull, R.E. (1998). **Mango**. 208-238. In: Tropical Fruits. CAB International. Wallingford.
- Global fruit production in 2013, **by variety**. <http://www.statista.com/statistics/264001/worldwide-production-of-fruit-by-variety/> Accessed on 6 May 2016.
- Kulkarni, V., Hamilton, D. and McMahon, G. (2006). **Flowering and fruiting in mangoes in the top end with paclobutrazol**. Northern Territory Government, Australia. Agnote No. D20.
- Paclobutrazol: **Sometimes what you don't know can hurt you**. <http://www.advancednutrients.com/paclotruth/#sthash.ePSleLi8.dpuf> Accessed on 6 May 2016.
- Top 10 Mango Exporting Countries in the World**. <http://www.mapsofworld.com/world-top-ten/mango-exporting-countries.html/> Accessed on 6 May 2016.
- Top 10 Mango Importing Countries in the World**. <http://www.mapsofworld.com/world-top-ten/mango-importing-countries.html/> Accessed on 6 May 2016.
- Wang, S.Y., Sun, T. and Faust, K. (1986). **Translocation of paclobutrazol, a gibberellin biosynthesis inhibitor, in apple seedlings**. *Plant Physiology*. 82: 11-14.



Abstract Mango Planting in Hainan Island, People's Republic of China

Saichol Ketsa

Fellow of the Academy of Science, The Royal Society of Thailand

The author attended the 9th International Mango Symposium held in Hainan Island, Sanya, People's Republic of China during 8-12 April 2013. The host took the participants to visit the National Extension Center for Mango Scientific and Technological Innovation and a farmer's mango orchard located in the Hainan Island. Interestingly the owner of this mango orchard has planted mango trees by high density together with hard pruning and application of paclobutrazol to stimulate mango flowering. This enables off-season mango with a higher price, while mango growers in Thailand plant mango trees conventionally without hard pruning but still apply paclobutrazol to stimulate mango flowering. High density of mango planting and application of paclobutrazol have both advantages and disadvantages. Detail in mango planting in the Hainan Island will be discussed.

Keywords: mango, high density planting, paclobutrazol, pruning, flowering



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

การผลิตถ่านไฮโดรจากสิ่งปฏิกูล โดยกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนไนเซชัน

จรงค์ ผลประเสริฐ

ราชบัณฑิต สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ไกรลักษณ์ พักแก้ว

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

ธรรมรัตน์ คุตตะเทพ

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

บทคัดย่อ

สิ่งปฏิกูลเป็นของเสียที่มีค่ามลพิษสูง ประกอบด้วยสารอินทรีย์และเชื้อโรค ปัจจุบันสิ่งปฏิกูลที่เทศบาลต่าง ๆ ในประเทศไทยเก็บจากอาคารบ้านเรือนส่วนใหญ่ถูกปล่อยทิ้งในหลุมฝังกลบ พื้นที่การเกษตร และแหล่งน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาที่สำคัญต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน ประมาณร้อยละ ๓๐ ของสิ่งปฏิกูลถูกบำบัดโดยการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน และลานตากตะกอน วิธีการเหล่านี้ยังไม่เพียงพอในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนไนเซชัน (hydrothermal carbonization) เป็นกระบวนการทางเคมีความร้อน (thermo-chemical process) ที่มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารชีวมวล (biomass) ที่มีความชื้นสูงให้กลายเป็นสารประกอบคาร์บอนที่เรียกว่า ถ่านไฮโดร (hydrochar) โดยใช้เครื่องปฏิกรณ์แรงดันสูง (๒๐-๖๐ บาร์) ที่อุณหภูมิปานกลาง (๑๘๐-๒๕๐ องศาเซลเซียส) นอกจากนี้ ถ่านไฮโดรที่ผลิตได้ยังสามารถนำมาใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิง ตัวเก็บพลังงาน ปรับปรุงคุณภาพดิน ตัวดูดซับในการกรองน้ำ และตัวเร่งปฏิกิริยา วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคในการประยุกต์ใช้กระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนไนเซชันสำหรับบำบัดสิ่งปฏิกูล

จากผลการทดลองผลิตถ่านไฮโดรจากสิ่งปฏิกูลโดยกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนไนเซชัน ที่อุณหภูมิ ๒๕๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๕ ชั่วโมง พบว่า อัตราการผลิตของถ่านไฮโดรประมาณร้อยละ ๗๐-๗๕ ของสิ่งปฏิกูลแห้ง และปริมาณพลังงานความร้อนของถ่านไฮโดรประมาณ ๑๙-๒๐ เมกะจูลต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับถ่านหินธรรมชาติ เช่น ลิกไนต์ ดังนั้น ถ่านไฮโดรที่ผลิตได้จึงสามารถนำมาใช้



เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการเผาไหม้ทั่วไปได้ จากกรณีศึกษาโรงบำบัดสิ่งปฏิกูลของเทศบาลนครนนทบุรี พบว่า สิ่งปฏิกูลประมาณ ๙,๐๐๐ ลูกบาศก์เมตรต่อปีถูกบำบัดโดยถังหมักและลานตากตะกอนและสามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์ประมาณ ๗๒ ตันต่อปี สร้างรายได้ให้แก่เทศบาลนครนนทบุรีประมาณ ๒๑๖,๐๐๐ บาท ต่อปี แต่เมื่อพิจารณาการใช้การบำบัดโดยกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชัน พบว่า สามารถผลิตถ่านไฮโดรได้ประมาณ ๓๓๗ ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่าประมาณ ๑,๐๐๐,๐๐๐ บาทต่อปี ดังนั้น ไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชันจึงเป็นกระบวนการที่เหมาะสมและควรนำมาพิจารณาในการใช้บำบัดสิ่งปฏิกูลและผลิตถ่านไฮโดรให้มีมูลค่าสูง

คำสำคัญ : ถ่านไฮโดร, สิ่งปฏิกูล, กระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชัน

๑. บทนำ

ประเทศไทยประสบความสำเร็จอย่างมากในการปรับปรุงระบบสุขภาพ รายงานของ United Nations Development Programme: Human Development ใน พ.ศ. ๒๕๕๐ ระบุว่า ร้อยละ ๙๙ ของครัวเรือนทั้งหมดในราชอาณาจักรมีสุขภาพที่ดี แต่กลับพบว่าน้ำเสียร้อยละ ๘๖ ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยไม่ได้รับการบำบัด และร้อยละ ๗๐ ของสิ่งปฏิกูลที่เทศบาลต่าง ๆ ในประเทศไทยเก็บจากอาคารบ้านเรือน ส่วนใหญ่ถูกปล่อยทิ้งในหลุมฝังกลบ พื้นที่การเกษตร และแหล่งน้ำ สิ่งปฏิกูลเหล่านี้เป็นของเสียที่มีมลพิษสูง ประกอบด้วยสารอินทรีย์และเชื้อโรค ก่อปัญหาที่สำคัญต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน และพบว่า สิ่งปฏิกูลเพียงร้อยละ ๓๐ ถูกบำบัดโดยการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนและใช้ลานตากตะกอน วิธีการเหล่านี้ยังไม่เพียงพอในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว (USAID, 2010)

ไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชัน (hydrothermal carbonization) เป็นกระบวนการทางเคมีความร้อน (thermo-chemical process) ที่มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารชีวมวล (biomass) ที่มีความชื้นสูงให้กลายเป็นสารประกอบคาร์บอนที่เรียกว่า ถ่านไฮโดร (hydrochar) โดยใช้เครื่องปฏิกรณ์แรงดันสูงที่อุณหภูมิปานกลาง (๑๘๐-๒๕๐ องศาเซลเซียส) วิธีการนี้สามารถนำมาใช้กับสารชีวมวลได้หลากหลายประเภท ซึ่งรวมถึงสิ่งปฏิกูลด้วย (Fakkaew et al. 2015)

การใช้กระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชันในการบำบัดสิ่งปฏิกูลนั้นมีข้อดีคือ ไม่จำเป็นต้องใช้วัตถุดิบที่แห้งและสามารถเปลี่ยนวัตถุดิบที่มีความชื้นสูงให้เป็นผลิตภัณฑ์ (ถ่านไฮโดร) ได้โดยมีอัตราผลผลิตที่ค่อนข้างสูง และเนื่องจากสิ่งปฏิกูลเป็นชีวมวลที่มีความเสถียรทางเคมีค่อนข้างสูง ระยะเวลาการกักเก็บที่ยาวนาน และอินทรีย์วัตถุรวมทั้งปริมาณของไนโตรเจนในสิ่งปฏิกูลโดยปรกติจะมีค่าสูงกว่าในน้ำเสีย



ทั่วไป ดังนั้น วิธีการบำบัดทางชีวเคมี เช่น การบำบัดแบบใช้ออกซิเจน (aerobic process) และการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic process) จึงมีประสิทธิภาพการบำบัดไม่เพียงพอ และวิธีการเหล่านี้ต้องใช้เวลาในการบำบัดนาน ในทางตรงกันข้าม การบำบัดสิ่งปฏิกูลโดยใช้กระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชันสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เวลา ๑ ถึง ๑๒ ชั่วโมง และอุณหภูมิที่ใช้ยังสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ทั้งหมดอีกด้วย ไม่เพียงแต่บำบัดสิ่งปฏิกูลให้ปลอดภัยสำหรับสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์แล้วเท่านั้น ถ่านไฮโดรที่ผลิตได้จากกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชันยังสามารถนำมาใช้งานด้านต่าง ๆ ทั้งในกระบวนการผลิต การเกษตร และอุตสาหกรรมเคมี เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิง ตัวเก็บพลังงาน ตัวปรับปรุงคุณภาพดิน ตัวดูดซับในการกรองน้ำ และตัวเร่งปฏิกิริยา

๒. วิธีดำเนินการ

สิ่งปฏิกูลที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้เก็บรวบรวมมาจากอาคารบ้านเรือนที่อยู่อาศัยในอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยใช้รถสูบล้ม ตัวอย่างสิ่งปฏิกูลมีความชื้นประมาณร้อยละ ๙๐-๙๕ โดยน้ำหนัก ถูกปรับให้มีความชื้นประมาณร้อยละ ๘๐ โดยน้ำหนัก ผ่านวิธีการระเหยน้ำออก ค่าความชื้นดังกล่าวเหมาะสมแก่กระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชัน (Fakkaew et al. 2015) การทดลองนี้ใช้เครื่องปฏิกรณ์แรงดันสูงขนาด ๑ ลิตร ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม และติดตั้งมาตรวัดความดัน ตัววัดอุณหภูมิ และท่อปล่อยแก๊ส ใช้ไฟฟ้าเป็นตัวให้ความร้อนแก่เครื่องปฏิกรณ์ มีแผงควบคุมอุณหภูมิและเวลาของการเกิดปฏิกิริยาในเครื่องปฏิกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ ๑

ในการทดลองแต่ละครั้ง ตัวอย่างสิ่งปฏิกูลปริมาตร ๓๕๐ มิลลิลิตรถูกป้อนเข้าไปในเครื่องปฏิกรณ์ที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ ๒๕๐ องศาเซลเซียส และมีระยะเวลาดำเนินการ ๕ ชั่วโมง แรงดันที่เกิดขึ้นภายในเครื่องปฏิกรณ์ระหว่างการดำเนินการอยู่ในช่วง ๒๕-๓๐ บาร์ หลังจากที่ได้ดำเนินการตามอุณหภูมิและเวลาที่กำหนดแล้ว เครื่องปฏิกรณ์จะถูกลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วเพื่อหยุดปฏิกิริยา โดยใช้น้ำหล่อเย็นในอัตราการระบายความร้อนประมาณ ๔๕ องศาเซลเซียสต่อนาที หลังจากเครื่องปฏิกรณ์เย็นลงแล้ว ตัวอย่างแก๊สจะถูกเก็บรวบรวม ของแข็ง (ถ่านไฮโดร) และของเหลวที่เหลืออยู่ในเครื่องปฏิกรณ์ถูกแยกโดยการกรองสุญญากาศ (กระดาศกรองขนาด ๑.๒ ไมครอน) ถ่านไฮโดรที่แยกได้จะถูกนำไปอบให้แห้งในเตาอบที่อุณหภูมิ ๑๐๕ องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย ๑๒ ชั่วโมง เพื่อไล่เอาความชื้นที่เหลือออก ผลิตภัณฑ์ที่ได้ ได้แก่ ถ่านไฮโดร ของเหลว และแก๊สตัวอย่าง ถูกนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

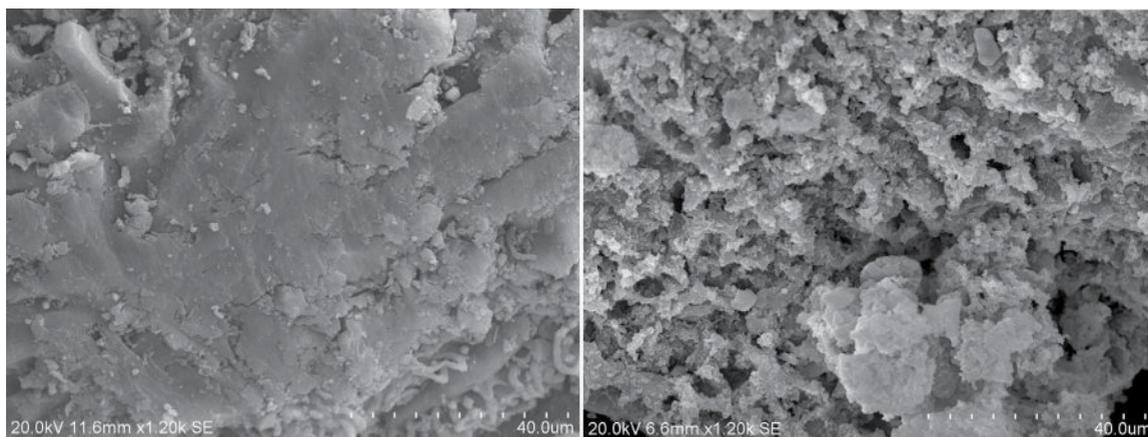


รูปที่ ๑ เครื่องปฏิกรณ์สำหรับกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนไนเซชัน

๓. ผลการดำเนินการและการอภิปรายผล

๓.๑ คุณสมบัติของถ่านไฮโดร

ถ่านไฮโดรเป็นของแข็งสีน้ำตาลเข้มถึงดำ ไม่ละลายในน้ำ และสามารถบดให้เป็นผงได้ง่าย ลักษณะพื้นผิวของถ่านไฮโดรและสิ่งปฏิกูลแห้งแตกต่างกันอย่างชัดเจน ถ่านไฮโดรมีขนาดเล็กและพื้นผิวมีลักษณะเป็นรูพรุน ดังแสดงในรูปที่ ๒



รูปที่ ๒ ลักษณะพื้นผิวของสิ่งปฏิกูลแห้ง (ซ้าย) และถ่านไฮโดร (ขวา)



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

จรงค์ ผลประเสริฐ, ไกรลักษณ์ พักแก้ว, ธรรมรัตน์ คุณตะเทพ

๑๐๙

สมบัติทางเคมีของสิ่งปฏิภูลแห้งเปรียบเทียบกับถ่านไฮโดรที่ได้จากการทดลองเป็นดังที่แสดงในตารางที่ ๑ จากการทดลองวัดพบว่า ค่าพลังงานความร้อนและอัตราผลผลิตของถ่านไฮโดรเป็น ๑๙-๒๐ เมกะจูลต่อกิโลกรัม และร้อยละ ๗๐-๗๓ โดยน้ำหนักของสิ่งปฏิภูลแห้ง ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบขั้นต้น (proximate analysis) พบว่า ปริมาณคาร์บอนคงที่ (fixed carbon) ในถ่านไฮโดรประมาณร้อยละ ๑๓-๑๕ มีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าสิ่งปฏิภูลแห้ง (ร้อยละ ๑๐) ในทางกลับกัน ปริมาณสารระเหย (volatile matter) ในถ่านไฮโดรประมาณร้อยละ ๔๐-๔๔ มีค่าลดลงต่ำกว่าสิ่งปฏิภูลแห้ง (ร้อยละ ๕๗-๖๐) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากปฏิกิริยาคาร์บอนในเซชันของสารระเหยเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนในเซชัน ทำให้เกิดคาร์บอนคงที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากสมดุลมวลสารพบว่า การลดลงของปริมาณสารระเหยในสิ่งปฏิภูลแห้งมีค่ามากกว่าการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนคงที่ในถ่านไฮโดร แสดงให้เห็นว่า สารระเหยในสิ่งปฏิภูลยังถูกเปลี่ยนให้เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ ในรูปแบบของสารประกอบที่ละลายน้ำได้ เช่น กลูโคส สารประกอบเฟอร์ฟูรัล (furfural compounds) และกรดอินทรีย์ (organic acids) อีกทั้งในรูปแบบของแก๊ส เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

จากผลการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบดังแสดงในตารางที่ ๑ พบว่า ปริมาณคาร์บอนในสิ่งปฏิภูลแห้งร้อยละ ๓๘ เพิ่มขึ้นอยู่ที่ประมาณร้อยละ ๓๙-๔๐ ในถ่านไฮโดร เนื่องมาจากปฏิกิริยาคายน้ำ (dehydration) ของสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนในเซชัน และยังส่งผลทำให้ปริมาณไฮโดรเจนและออกซิเจนในถ่านไฮโดรลดลงด้วย รูปที่ ๓ เปรียบเทียบสัดส่วนอะตอมสำหรับไฮโดรเจน/คาร์บอน และออกซิเจน/คาร์บอน ของสิ่งปฏิภูลแห้ง ถ่านไฮโดรจากสิ่งปฏิภูล ถ่านไฮโดรจากสารชีวมวลต่าง ๆ (เช่น กากตะกอนน้ำเสีย เซลลูโลส กระจดาช อาหาร ไยมะพร้าว ชังข้าวโพด) ถ่านหินธรรมชาติ (เช่น ลิกไนต์ บิทูมินัส และถ่านไม้) และถ่านชีวภาพ (biochar) แสดงไว้ในแผนภาพ Van Krevelen ปรากฏว่าสัดส่วนอะตอมของถ่านไฮโดรใกล้เคียงกับของถ่านลิกไนต์ แสดงให้เห็นว่าถ่านไฮโดรสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงแข็งในกระบวนการเผาไหม้แทนถ่านหินธรรมชาติได้



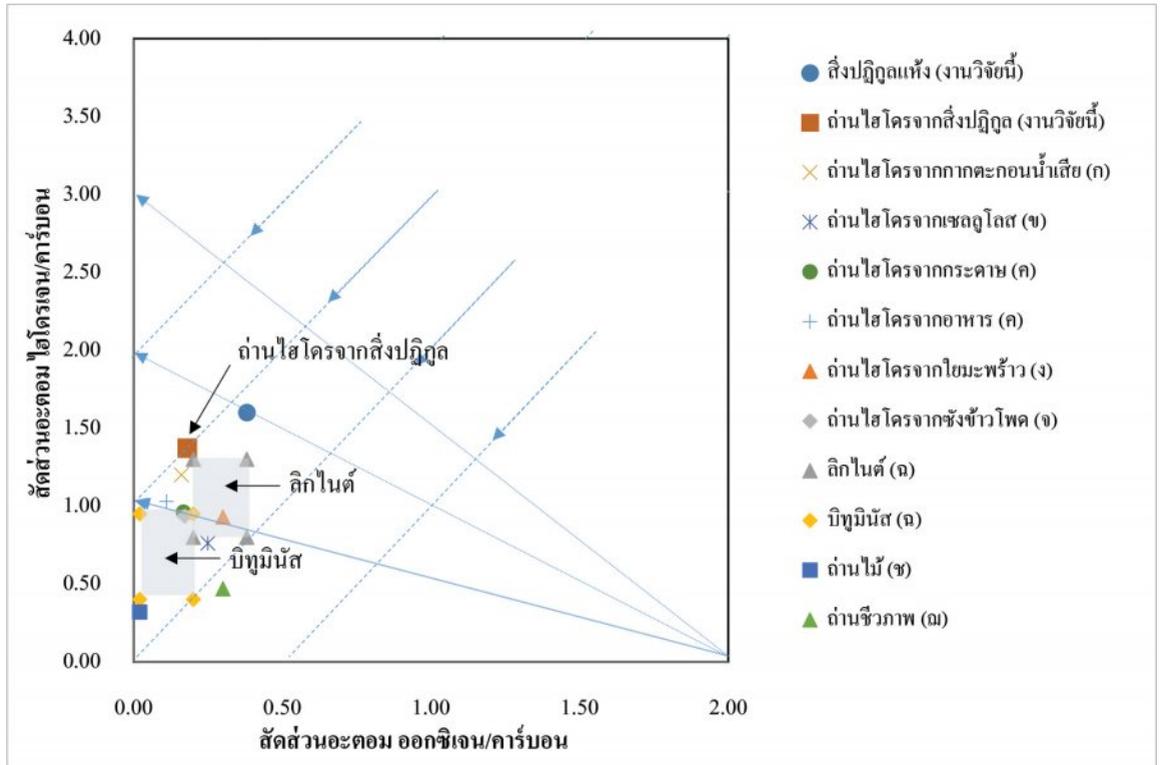
ตารางที่ ๑ สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสิ่งปฏิกูลแห้งและถ่านไฮโดร

สมบัติ	หน่วย	สิ่งปฏิกูลแห้ง	ถ่านไฮโดร
พลังงานความร้อน	เมกะจูลต่อกิโลกรัม (MJ/kg)	๑๓.๕-๑๔.๑	๑๙.๓-๑๙.๙
อัตราผลผลิต	%	-	๗๐-๗๓
การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบขั้นต้น			
ความชื้น	% น้ำหนัก	๐.๘-๑.๐	๐.๘-๑.๐
สารระเหย	% น้ำหนัก	๕๗.๐-๖๐.๐	๓๙.๘-๔๓.๗
ซีเถ้า	% น้ำหนัก	๓๑.๓-๓๓.๘	๔๒.๙-๔๔.๘
คาร์บอนคงที่	% น้ำหนัก	๙.๗-๑๐.๒	๑๒.๖-๑๔.๖
การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบขั้นสูง			
คาร์บอน	% น้ำหนัก	๓๗.๘-๓๘.๑	๓๘.๘-๓๙.๗
ไฮโดรเจน	% น้ำหนัก	๕.๐-๕.๕	๔.๑-๔.๕
ไนโตรเจน	% น้ำหนัก	๓.๐-๓.๕	๑.๙-๒.๐
ซัลเฟอร์	% น้ำหนัก	๑.๔-๑.๖	๑.๒-๑.๓
ออกซิเจน	% น้ำหนัก	๑๙.๔๐-๑๙.๕๒	๙.๑๓-๙.๕๖
สัดส่วนอะตอม			
ไฮโดรเจน/คาร์บอน		๑.๖๐-๑.๗๐	๑.๒๘-๑.๓๗
ออกซิเจน/คาร์บอน		๐.๓๘-๐.๔๐	- ๐.๑๘
ความหนาแน่นรวม	กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (g/cm ³)	- ๐.๓๓	- ๐.๓๗
พื้นที่ผิว BET	ตารางเมตรต่อกรัม (m ² /g)	- ๑.๐๗	๔.๔-๕.๖
ปริมาตรรวมของรูพรุน	ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม (cm ³ /g)	- ๐.๐๑๐	๐.๐๓๕-๐.๐๔๙
ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของรูพรุน	นาโนเมตร (nm)	๓๘.๖-๓๘.๗	๑.๗๒-๑.๘๔



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙



(ก) Danso-Boateng et al., 2013; (ข) Sevilla and Fuertes, 2009; (ค) Berge et al., 2011; (ง) Liu et al., 2013b; (จ) Xiao et al., 2012; (ฉ) Park and Jang, 2011; (ช) Rose and Cooper, 1977; (ณ) Sukiran et al., 2011.

รูปที่ ๓ แผนภาพ Van Krevelen ของสิ่งปฏิกูลแห้ง ถ่านไฮโดรจากสิ่งปฏิกูล ถ่านไฮโดรจากสารชีวมวลชนิดต่าง ๆ (เช่น กากตะกอนน้ำเสีย เซลลูโลส กระจดาช อาหาร ไยมะพร้าว และซังข้าวโพด) ถ่านหินธรรมชาติ (เช่น ลิกไนต์ บิทูมินัส และถ่านไม้) และถ่านชีวภาพ

๓.๒ การประยุกต์ใช้ถ่านไฮโดร

เชื้อเพลิงแข็ง

เนื่องจากสมบัติของถ่านไฮโดรที่ผลิตได้จากการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ค่าพลังงานความร้อน อีกทั้งสัดส่วนอะตอมของ ไฮโดรเจน/คาร์บอน และ ออกซิเจน/คาร์บอน มีค่าใกล้เคียงกับของลิกไนต์และ บิทูมินัส (๑๕ เมกะจูลต่อกิโลกรัม และ ๑๘ เมกะจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) (U.S. EPA, 2008) และจากผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบขั้นสูง (ultimate analysis) (ตารางที่ ๑) พบปริมาณกำมะถันในถ่านไฮโดร



เพียงร้อยละ ๑ แสดงให้เห็นว่าการเผาไหม้ของถ่านไฮโดรอาจทำให้เกิดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) น้อยกว่าลิกไนต์ (ปริมาณกำมะถันร้อยละ ๐.๕-๓.๐) จากการศึกษาประสิทธิภาพการเผาไหม้ของถ่านไฮโดร โดย ฮีและคณะ (*He et al., 2013*) รายงานว่าการเผาไหม้ของถ่านไฮโดรทำให้เกิดเปลวไฟที่มีความเสถียร และทำให้เกิดกระบวนการเผาไหม้ที่ยาวนานขึ้นอีกด้วย ดังนั้น ถ่านไฮโดรที่ผลิตได้จากกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชันจึงสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนถ่านหินธรรมชาติในกระบวนการเผาไหม้ทั่วไปได้

ตัวเก็บพลังงาน

หนึ่งในแนวโน้มของการประยุกต์ใช้ถ่านไฮโดรคือใช้เป็นตัวเก็บพลังงาน (energy storage) ปรากฏว่าถ่านไฮโดรที่ผลิตได้มีปริมาณคาร์บอนประมาณร้อยละ ๔๐ โดยน้ำหนัก ซึ่งสามารถปรับปรุงคุณภาพได้โดยการเพิ่มปริมาณคาร์บอนเพื่อให้เหมาะที่จะใช้เป็นขั้วไฟฟ้าในแบตเตอรี่ กระบวนการหลักในการปรับปรุงคุณภาพถ่านไฮโดรเพื่อใช้เป็นแอโนด (anode) ของลิเทียมแบตเตอรี่มี ๒ วิธี ได้แก่ (๑) การอบถ่านไฮโดรในแก๊สอาร์กอน ที่อุณหภูมิ ๑,๐๐๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๕ ชั่วโมง (*Wang et al. 2001*) และ (๒) การสังเคราะห์ถ่านไฮโดรนาโนคอมโพสิต (nanocomposite hydrochar) เจือด้วยวัสดุที่เฉพาะเจาะจงซึ่งมีสมบัติเป็นขั้วบวก เช่น อนุภาคนาโนของซิลิคอน, NiO และ SnCl_4 (*Cakan et al. 2008; Huang et al. 2007; Li et al. 2011*) ในการทดลองผลิตแอโนดของลิเทียมแบตเตอรี่จากถ่านไฮโดรด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชันของกลูโคส แกลบ และสิ่งปฏิกูล และปรับปรุงคุณภาพโดยการอบที่อุณหภูมิ ๑,๐๐๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๕ ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการทดสอบค่าทางไฟฟ้าเคมี (electrochemical testing) พบว่า ความจุแบบผันกลับได้ (reversible capacity) มีค่าเป็น ๑๓๕, ๑๐๐ และ ๖๔ มิลลิแอมป์-ชั่วโมงต่อกรัม สำหรับแอโนดของลิเทียมแบตเตอรี่ที่ผลิตจากถ่านไฮโดรของกลูโคส แกลบ และสิ่งปฏิกูล ตามลำดับ

ตัวดูดซับในการกรองน้ำ

จากตารางที่ ๑ ผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวม (bulk density) พื้นที่ผิว BET และปริมาตรรวมของรูพรุน (total pore volume) ของสิ่งปฏิกูลแห้ง (0.33 g/cm^3 , $1.07 \text{ m}^2/\text{g}$ และ $0.010 \text{ cm}^3/\text{g}$ ตามลำดับ) และถ่านไฮโดรที่ผลิตได้ (0.37 g/cm^3 , $4.4\text{-}5.6 \text{ m}^2/\text{g}$ และ $0.035\text{-}0.049 \text{ cm}^3/\text{g}$ ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่า กระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชันไม่มีผลต่อความหนาแน่นรวม แต่ส่งผลให้พื้นที่ผิว BET และปริมาตรรวมของรูพรุนของถ่านไฮโดรเพิ่มขึ้น และยังพบว่า ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (mean pore diameter) ของถ่านไฮโดรที่ผลิตได้ (๑.๗-๑.๘ นาโนเมตร) อยู่ในช่วงของขนาดรูพรุนที่เรียกว่า มีโซพอร์ (mesopore) ซึ่งสามารถดูดซับโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น น้ำตาล โลหะหนัก และโมเลกุลขนาดเล็ก ๆ เช่น จุลมลสาร (micropollutants) ได้ดี (*Inagaki et al. 2013; Liu et al. 2013a;*



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

จรัลชัย ผลประเสริฐ, ไกรลักษณ์ พักแก้ว, ธรรมรัตน์ คุณตะเทพ

๑๑๓

Tamai et al. 1996) จากการทดลองนำถ่านไฮโดรที่ผลิตได้มาปรับปรุงพื้นผิวทางเคมีด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เพื่อเพิ่มหมู่ฟังก์ชัน (functional group) ที่เหมาะสมสำหรับดูดซับทองแดง (Cu) จากน้ำเสีย ผลการทดลองพบว่า ถ่านไฮโดรสามารถดูดซับทองแดงได้สูงสุด ๑๘.๖ มิลลิกรัมทองแดงต่อกรัมถ่านไฮโดร โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดทองแดงออกจากน้ำเสียได้ค่อนข้างสูงถึงร้อยละ ๙๓ ดังนั้น ถ่านไฮโดรที่ผลิตได้จึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวดูดซับโลหะหนักและจุลมลสารในกระบวนการกรองน้ำได้

๓.๓ กรณีศึกษาการใช้กระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนในเซชันในการบำบัดสิ่งปฏิกูล

การประยุกต์ใช้กระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนในเซชันในการบำบัดสิ่งปฏิกูลสำหรับเทศบาลนครนนทบุรี ซึ่งมีประชากรประมาณ ๑,๑๘๖,๔๘๖ คน (กรมการปกครอง, ๒๕๕๖) มีต้นทุนการก่อสร้างและการดำเนินการ รวมถึงรายได้จากการขายผลผลิตของโรงบำบัดสิ่งปฏิกูล เปรียบเทียบระหว่างกระบวนการบำบัดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน (ถังหมักและลานตากตะกอน) กับกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนในเซชัน ดังแสดงในตารางที่ ๒

ในปัจจุบัน ปริมาณสิ่งปฏิกูลประมาณ ๙,๐๐๐ ลูกบาศก์เมตรต่อปี ที่เก็บรวบรวมจากอาคารบ้านเรือนโดยรถสูบล้อของเทศบาลนครนนทบุรี ถูกนำมารวบรวมไว้ในถังหมักขนาด ๕๐ ลูกบาศก์เมตร (๓๐ บ่อ) ทั้งไว้ประมาณ ๓๐ วัน หลังจากนั้น สิ่งปฏิกูลจะถูกปล่อยจากถังหมักลงสู่ลานตากตะกอน และปล่อยให้แห้ง ทำให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์แห้งประมาณ ๗๒,๐๐๐ กิโลกรัมต่อปี โดยมีต้นทุนการก่อสร้างและค่าดำเนินการของโรงบำบัดนี้ประมาณ ๙,๔๐๐,๐๐๐ บาท และ ๓,๐๐๐,๐๐๐ บาทต่อปี ตามลำดับ ขณะที่รายได้ที่ได้รับจากการขายปุ๋ยอินทรีย์ประมาณ ๒๑๖,๐๐๐ บาทต่อปี

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับการใช้กระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนในเซชันสำหรับบำบัดสิ่งปฏิกูลในปริมาณเดียวกันนี้ (๙,๐๐๐ ลูกบาศก์เมตรต่อปี) โดยมีสมมุติฐานดังนี้ (๑) ปริมาณความชื้นของสิ่งปฏิกูลร้อยละ ๙๕ โดยน้ำหนัก (๒) อัตราการป้อนสิ่งปฏิกูลแห้งเข้าระบบทั้งหมดคิดเป็น ๔๕๐,๐๐๐ กิโลกรัมต่อปี (๓) อัตราผลผลิตของถ่านไฮโดรคิดเป็นร้อยละ ๗๕ ของสิ่งปฏิกูลแห้ง ดังนั้น สามารถผลิตถ่านไฮโดรได้ ๓๓๗,๕๐๐ กิโลกรัมต่อปี และ (๔) ค่าใช้จ่ายในการเก็บและการขนส่งสิ่งปฏิกูลไม่นำมาคิดรวมในกรณีนี้ ดังนั้น จากสมมุติฐานเหล่านี้ ต้นทุนการก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนในเซชันสำหรับบำบัดสิ่งปฏิกูล ๓๐ ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นเงินประมาณ ๑๒,๐๐๐,๐๐๐ บาท และ ๔,๕๐๐,๐๐๐ บาทต่อปี ตามลำดับ อีกทั้งรายได้จากการขายถ่านไฮโดรเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงแข็งประมาณ ๑,๐๐,๐๐๐๐ บาทต่อปี

การวิเคราะห์เบื้องต้น (ตารางที่ ๒) แสดงให้เห็นว่า การบำบัดสิ่งปฏิกูลด้วยกระบวนการทั้งสองนี้ยังคงขาดทุนในการดำเนินการ แต่กระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนในเซชันสามารถทำให้เกิดประโยชน์ที่สำคัญ ได้แก่ การควบคุมมลพิษและลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชน เนื่องจากถ่านไฮโดร



ที่ผลิตได้นั้นปราศจากเชื้อโรค เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเสถียรภาพ ไร้กลิ่นที่น่ารังเกียจ และมีมูลค่าสูง ทำให้เป็นที่ยอมรับและไม่เป็นอันตรายแก่ผู้ที่นำไปใช้งาน เมื่อเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากลานตากตะกอน ดังนั้นเมื่อพิจารณาในเชิงเศรษฐกิจ ความคุ้มค่า และผลกำไร การลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของกระบวนการ เช่น การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ให้ใช้ระบบให้ความร้อนแบบอื่น ๆ ทดแทนการใช้กระแสไฟฟ้า การติดตั้งฉนวนกันความร้อน และการศึกษาเพิ่มเติมในการปรับเปลี่ยนกระบวนการให้มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น จึงเป็นข้อที่ควรนำมาพิจารณาปรับปรุง นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ (cost-benefit analysis) ของการเพิ่มขนาดเครื่องปฏิกรณ์สำหรับกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชันในการบำบัดสิ่งปฏิกูลด้วย

ตารางที่ ๒ ต้นทุนการก่อสร้างและการดำเนินการ รวมถึงรายได้จากการขายผลผลิตของโรงบำบัดสิ่งปฏิกูลที่ใช้ถังหมักและลานตากตะกอน และกระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชัน

ข้อมูล	เทคโนโลยีการบำบัด	
	ถังหมักและลานตากตะกอน ^๑	ไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชัน
ต้นทุนการก่อสร้าง ^๒	๙,๔๐๐,๐๐๐ บาท	๑๒,๐๐๐,๐๐๐ บาท ^๓
ต้นทุนการดำเนินการ	๓,๐๐๐,๐๐๐ บาทต่อปี	๔,๕๐๐,๐๐๐ บาทต่อปี ^๓
ปริมาณสิ่งปฏิกูล	๙,๐๐๐ ลบ.ม.ต่อปี	๙,๐๐๐ ลบ.ม.ต่อปี
ผลผลิต	ปุ๋ยอินทรีย์	ถ่านไฮโดร
ปริมาณผลผลิต	๗๒,๐๐๐ กก.ต่อปี	๓๓๗,๕๐๐ กก.ต่อปี
ราคาผลผลิต	๓,๐๐๐ บาทต่อตัน	๓,๒๐๐ บาทต่อตัน ^๔
รายได้จากการขายผลผลิต	๒๑๖,๐๐๐ บาทต่อปี	๑,๐๐๐,๐๐๐ บาทต่อปี

^๑ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่เทศบาลนครนนทบุรี

^๒ ไม่รวมราคาที่ดิน

^๓ ประมาณมาจาก EVI (2013)

^๔ อ้างอิงจากราคาถ่านหิน (กฟผ, ๒๕๕๗)



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

จรงค์ ผลประเสริฐ, ไกรลักษณ์ พักแก้ว, ธรรมรัตน์ คุณตะเทพ

๑๑๕

๔. บทสรุป

ผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

๑. สิ่งปฏิกูลทั้งหมดในประเทศไทยยังไม่ได้รับการบำบัดอย่างถูกต้อง เป็นสาเหตุทำให้เกิดมลพิษและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน
๒. กระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชันสามารถนำมาใช้ในการบำบัดสิ่งปฏิกูลและผลิตถ่านไฮโดรได้อย่างมีประสิทธิภาพ
๓. ถ่านไฮโดรที่ผลิตได้มีปริมาณพลังงานความร้อน ๑๙-๒๐ เมกะจูลต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับลิกไนต์ จึงสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการเผาไหม้ทั่วไปได้
๔. กรณีศึกษาเทศบาลนครนนทบุรี แสดงว่า กระบวนการไฮโดรเทอร์มัลคาร์บอนเซชันสามารถผลิตถ่านไฮโดรจากสิ่งปฏิกูลสร้างรายได้ประมาณ ๑,๐๐๐,๐๐๐ บาทต่อปี สูงกว่าระบบบำบัดที่ใช้อยู่เดิม

เอกสารอ้างอิง

- กฟผ. (๒๕๕๗). ประกาศการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เรื่อง ราคาถ่านหินอ้างอิงสำหรับคำนวณอัตราค่ารับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก ประเภทสัญญา Firm. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.
- กรมการปกครอง. (๒๕๕๖). ประกาศสำนักทะเบียนกลาง เรื่อง จำนวนราษฎรทั่วราชอาณาจักร แยกเป็นกรุงเทพมหานครและจังหวัดต่าง ๆ ตามหลักฐานการทะเบียนราษฎร ณ วันที่ ๓๑ ธันวาคม ๒๕๕๖. กรมการปกครอง, ประเทศไทย.
- Berge, N.D., Ro, K.S., Mao, J., Flora, J.R.V., Chappell, M.A., and Bae, S. (2011). Hydrothermal carbonization of municipal waste streams. *Environmental Science and Technology*. 45, 5696-5703.
- Cakan, R.D., Titirici, M.M., Antonietti, M., Cui, G., Maier, J., and Hu, Y.S. (2008). Hydrothermal carbon spheres containing silicon nanoparticles: Synthesis and lithium storage performance. *Chemical Communication*. 3759-3761.
- Danso-Boateng, E., Holdich, R.G., Shama, G., Wheatley, A.D., Sohail, M. and Martin S.J. (2013). Kinetics of faecal biomass hydrothermal carbonisation for hydrochar production. *Applied Energy*, 111, 351-357.



- EVI. (2013). **Technical and financial analysis - Hydrothermal carbonization**. Fecal sludge management in India - A state of play report August 2013. Emergent Venture India PVT, India.
- Fakkaew, K., Koottatep, T., Puassayanavin, T., and Polprasert, C. (2015). **Hydrochar production by hydrothermal carbonization of faecal sludge**. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*. 5 (3), 439-447.
- He, C., Giannis, A., and Wanga, J.Y. (2013). **Conversion of sewage sludge to clean solid fuel using hydrothermal carbonization: Hydrochar fuel characteristics and combustion behavior**. *Applied Energy*. 111, 257-266.
- Huang X.H., Tu, J.P., Zhang, C.Q., and Xiang J.Y. (2007). **Net-structured NiO-C nanocomposite as Li-intercalation electrode material**. *Electrochemistry Communications*. 9, 1180-1184.
- Inagaki, M., Kang, F., Toyoda, M., and Konno, H. (2013). **Advanced Materials Science and Engineering of Carbon**. Butterworth-Heinemann, UK.
- Li, M.Y., Liu, C.L., Wang, Y., and Dong, W.S. (2011). **Simple synthesis of carbon/tin oxide composite as anodes for lithium-ion batteries**. *Journal of the Electrochemical Society*. 158 (3), A296-A301.
- Liu, X.B., Xie, X.X., Yan, H., Sun, X.J. Sun, Y. (2013a). **A review of the adsorption of organic pollutants on mesoporous carbons and carbon/silica hybrids**. *Carbon*. 64, 557-559.
- Liu, Z., Quek, A., Hoekman, S.K. and Balasubramanian, R. (2013b). **Production of solid biochar fuel from waste biomass by hydrothermal carbonization**. *Fuel*. 103, 943-949.
- Park, S.W., and Jang, C.H. (2011). **Characteristics of carbonized sludge for co-combustion in pulverized coal power plants**. *Waste Management*, 31, 523-529.
- Rose, J.W., and Cooper, J.R. (1977). **Technical data on fuel (7th edition)**. British national committee of the World energy conference, Edinburgh.
- Sevilla, M., and Fuertes, A.B. (2009). **The production of carbon materials by hydrothermal carbonization of cellulose**. *Carbon*. 47, 2281-2289.



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

จรงค์ษ์ ผลประเสริฐ, ไกรลักษณ์ พักแก้ว, ธรรมรัตน์ คุณตะเทพ

๑๑๗

- Sukiran, M.A., Kheang, L.S., Bakar, N.A., and May, C.Y. (2011). **Production and characterization of bio-char from the pyrolysis of empty fruit bunches**. *American Journal of Applied Sciences*. 8 (10), 984-988.
- Tamai, H., Kakii, T., Hirota, Y., Kumamoto, T., and Yasuda, H. (1996). **Synthesis of extremely large mesoporous activated carbon and its unique adsorption for giant molecules**. *Chemistry of Materials*. 8 (2), 454-462.
- USAID. (2010). **A rapid assessment of septage management in Asia**. United States Agency for International Development, U.S.A.
- U.S.EPA. (2008). **Climate leaders greenhouse gas inventory protocol core module guidance: Direct emissions from stationary combustion sources (May 2008), EPA430-K-08-003**. United States Environmental Protection Agency, U.S.A.
- Wang, Q., Li, H., Chen, L., and Huang, X. (2001). **Monodispersed hard carbon spherules with uniform nanopores**. *Carbon*. 39, 2211-2214.
- Xiao, L.P., Shi, Z.J., Xu, F., and Sun, R.C. (2012). **Hydrothermal carbonization of lignocellulosic biomass**. *Bioresource Technology*. 118, 619-623.



Abstract Hydrochar Production from Faecal Sludge by Hydrothermal Carbonization Process

Chongrak Polprasert

Fellow of the Academy of Science, The Royal Society of Thailand

Krailak Fakkaew

Asian Institute of Technology

Thammarat Koottatep

Asian Institute of Technology

Faecal sludge (FS) contains high concentrations of organic matters and pathogens. Currently, the FS collected from on-site sanitation systems by the municipalities in Thailand is disposed of in landfills, agricultural fields and waterways, which causes environmental pollution and health risks. Approximately 30% of FS is treated by anaerobic digestion and sand drying beds; this is insufficient to overcome the problems. Hydrothermal carbonization (HTC) is a thermo-chemical process which has been found to be effective in converting high moisture biomass into carbonaceous solids, called hydrochar, using a high-pressure reactor (20-60 bar) at a relatively low temperature (180-250°C). The hydrochar produced from HTC can be used as solid fuel, energy storage, soil amendment, absorbent in water purification, and catalyst. The objective of this study was to investigate the technical feasibility of applying the HTC to treat FS.

The experimental results of the HTC treatment of FS show the optimum temperature and reaction time to be 250°C and 5 h, respectively. The hydrochar yields were 70-75 % of the dried FS, and energy contents of the produced hydrochar were 19-20 MJ/kg, comparable to natural coal such as lignite. Thus, the produced hydrochar can be used as a solid fuel in combustion processes. A case study of the Nontaburi municipality treatment plant showed that about 9,000 m³/year of FS is being treated in fermentation tanks and sand drying beds, and the dried sludge (bio-solids) of 72 tons/year is sold for 216,000 Baht/year. If the HTC process is applied for treating the FS, the hydrochar produced of about 337 tons/year could yield a revenue of 1,000,000 Baht/year. Therefore, the HTC is considered as a potential alternative for treating FS and producing valuable hydrochar.

Keywords: hydrochar, faecal sludge, hydrothermal carbonization



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

การผลิตท่อนาโนคาร์บอนในฟลูอิดซ์เบดบนตัวเร่งโคบอลต์

สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ

ราชบัณฑิต สำนักวิทยาศาสตร์

ราชบัณฑิตยสภา

สมโภช ภูพิระสุพงษ์

ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริจิต โกซท์

Institut National Polytechnique de Toulouse,

Université de Toulouse, France

บทคัดย่อ

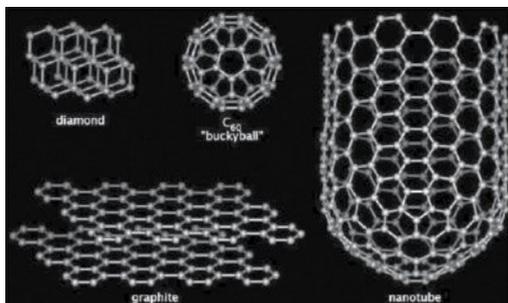
ท่อนาโนคาร์บอนถูกผลิตในคอลัมน์ที่สร้างด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม 304L มีเส้นผ่านศูนย์กลาง ๕๐ มิลลิเมตร สูง ๑,๐๐๐ มิลลิเมตร ใช้โคบอลต์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคลือบบนอะลูมินา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย ๘๑.๔ ไมโครเมตร เป็นโคบอลต์ที่กัมมันต์ปริมาณร้อยละ ๓.๓ โดยน้ำหนัก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖.๑ นาโนเมตร ใช้วิธีทำตัวเร่งปฏิกิริยาให้เป็นแบบกัมมันต์โดยการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ ๔๕๐ องศาเซลเซียสในบรรยากาศของแก๊สไฮโดรเจน จากนั้นป้อนแก๊สผสมด้วยอัตราการผลิตป้อนปริมาณแก๊สเอทิลีนต่อไฮโดรเจนต่อไนโตรเจนเท่ากับ ๔๐๐ : ๒๐๐ : ๒๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อเวลาที่เข้ามาทางด้านล่างของคอลัมน์ทำให้เม็ดตัวเร่งอยู่ในภาวะฟลูอิดเซชัน ภาวะที่เหมาะสมสำหรับเบดที่มีตัวเร่งปฏิกิริยานี้ ต้องใช้อุณหภูมิในเบด ๖๐๐ องศาเซลเซียส เวลาดำเนินงาน ๖๐ นาที สัดส่วนความเข้มข้นของแก๊สเอทิลีน ๐.๕๐ สามารถผลิตท่อนาโนคาร์บอนได้ร้อยละ ๕๘.๖

คำสำคัญ : ท่อนาโน, คาร์บอน, ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์, ฟลูอิดซ์เบด

บทนำ

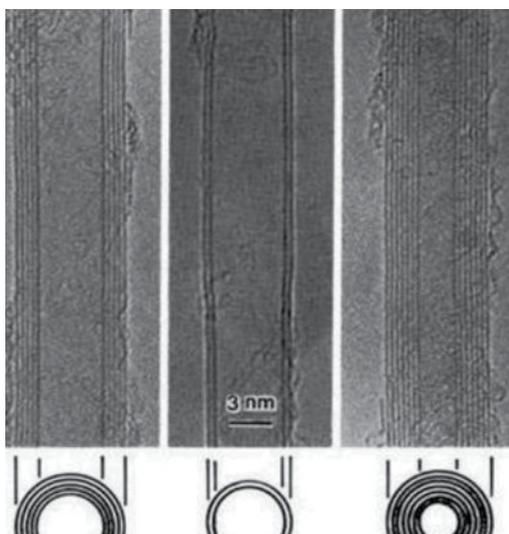
การจัดเรียงตัวของอะตอมคาร์บอนได้รับความสนใจจากนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมากมาตั้งแต่ ค.ศ. ๑๙๘๕ โครโตะและคณะ (Kroto et al., 1981) รายงานว่า เขาได้พบการจัดเรียงตัวของอะตอมคาร์บอนที่มีลักษณะกลมคล้ายลูกบอล โดยมีจำนวนอะตอมคาร์บอน ๖๐ อะตอม และมีชื่อว่า บักกิบอลล์ (Buckyball)

จากนั้นมาไซโตะและคณะ (Saito et al., 1998) ได้ศึกษาการเกิดเป็นโครงสร้างแบบต่าง ๆ ของอะตอมของคาร์บอนดังแสดงในรูปที่ ๑



รูปที่ ๑ โครงสร้างแบบต่าง ๆ ของคาร์บอน (Saito et al., 1998)

ใน ค.ศ. ๑๙๙๑ อิิจิมะ (Iijima) ได้พยายามเตรียมเส้นใยคาร์บอน เขาได้ค้นพบท่อนาโนคาร์บอนเป็นครั้งแรกและเสนอภาพไว้ในวารสาร “NATURE” ดังแสดงในรูปที่ ๒



รูปที่ ๒ ภาพถ่ายท่อนาโนคาร์บอนจากเครื่อง TEM (Iijima, 1991)

ด้วยสมบัติเด่นของท่อนาโนคาร์บอนที่ได้พบนี้ นักวิทยาศาสตร์จึงได้ศึกษาและค้นคิดประดิษฐ์ท่อนาโนคาร์บอนได้อย่างแพร่หลาย



ชนิดของท่อนาโนคาร์บอน

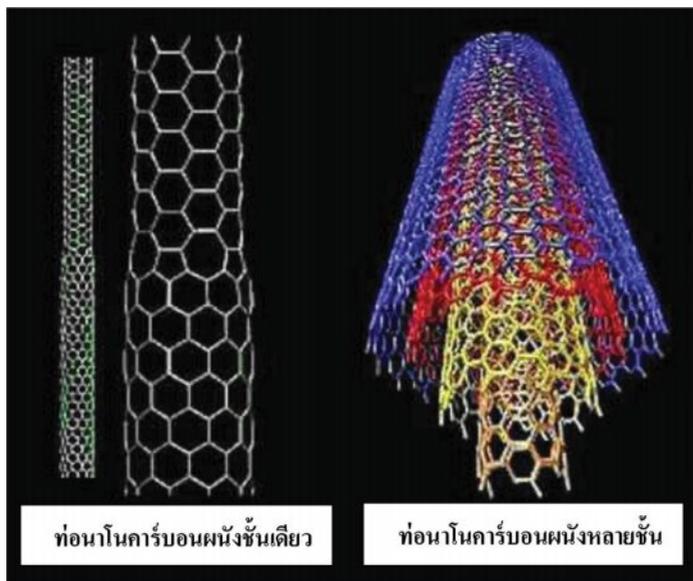
ท่อนาโนคาร์บอนมีลักษณะเหมือนการเรียงตัวเป็นแผ่นของอะตอมคาร์บอนที่มีความหนา ๑ อะตอม ซึ่งเราเรียกว่าแผ่น “แกรฟีน” แล้วนำมาม้วนให้เป็นท่อทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ ๒ ถึง ๕ นาโนเมตร ท่อนาโนคาร์บอนที่ผลิตได้สามารถจำแนกได้เป็น ๒ ชนิด คือ ท่อนาโนคาร์บอนผนังชั้นเดียว (single-walled carbon nanotube, SWNT) และท่อนาโนคาร์บอนผนังหลายชั้น (multi-walled carbon nanotube, MWNT)

ท่อนาโนคาร์บอนผนังชั้นเดียว

ท่อชนิดนี้เกิดจากโครงสร้างของแกรฟีนที่มีความหนา ๑ อะตอมคาร์บอน ม้วนเป็นท่อผนังชั้นเดียวแบบไม่มีตะเข็บ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ ๑.๔ นาโนเมตร และความยาวหลายไมโครเมตร แสดงในรูปที่ ๓

ท่อนาโนคาร์บอนผนังหลายชั้น

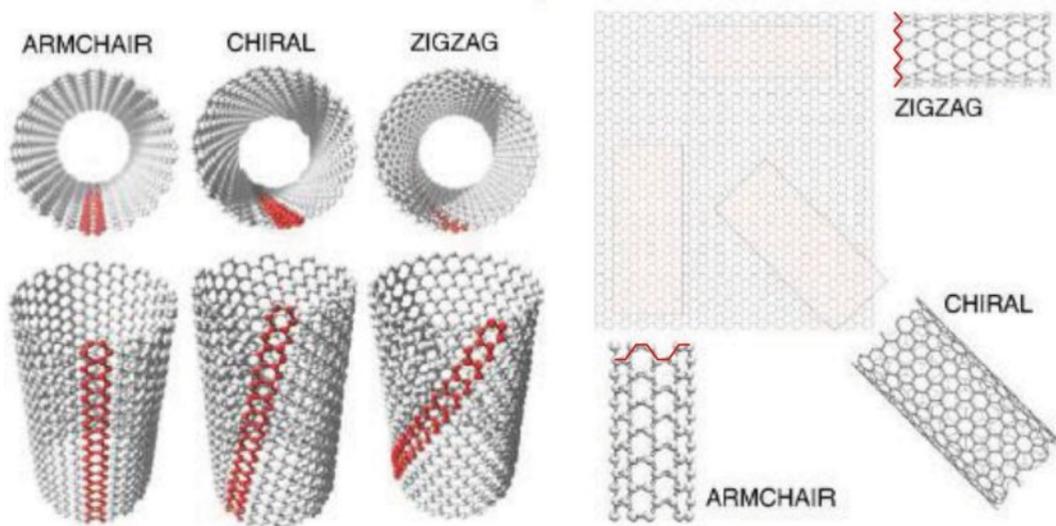
ท่อชนิดนี้ประกอบด้วยท่อหลาย ๆ ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ กั้นวางซ้อนกันโดยมีจุดศูนย์กลางร่วมกัน แต่ละท่อห่างกันประมาณ ๐.๓๔ นาโนเมตร แสดงในรูปที่ ๓



รูปที่ ๓ ท่อนาโนคาร์บอนผนังชั้นเดียวและผนังหลายชั้น

โครงสร้างของท่อนาโนคาร์บอน

จากภาพที่แสดงจะเห็นได้ว่า โครงสร้างของท่อนาโนคาร์บอนแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดในโครงสร้างแล้วก็จะพบว่า การเชื่อมต่อของอะตอมคาร์บอนบนผนังท่อนั้นมีมุมที่แตกต่างกัน ไฮโตะและคณะ (Saito et al., 1993) ได้พบว่า โครงสร้างการเชื่อมของอะตอมคาร์บอนมีอยู่ ๒ แบบ คือ อะไครัล (Achiral) และ ไครัล (Chiral) โครงสร้างแบบอะไครัลยังแบ่งได้เป็น ๒ แบบ คือ แบบเก้าอี้ (Armchair) และ ซิกแซ็ก (Zigzag) คิส (Kis, 2003) ได้แสดงโครงสร้างของท่อนาโนคาร์บอน ดังรูปที่ ๔



รูปที่ ๔ โครงสร้างอะตอมคาร์บอนของท่อนาโน (Kis, 2003)

สมบัติของท่อนาโนคาร์บอน

โครงสร้างที่เป็นระเบียบของอะตอมคาร์บอนที่เชื่อมต่อกันเป็นรูป ๖ เหลี่ยม ทำให้ท่อนาโนคาร์บอนที่ผลิตได้มีความแข็งแรงและยืดหยุ่นได้ดี สามารถใช้เป็นวัสดุสำหรับอนาคตและใช้แทนวัสดุที่หายากได้ จึงมีนักวิทยาศาสตร์หลายคนได้พยายามวิเคราะห์สมบัติที่ดีของท่อนาโนคาร์บอนดังต่อไปนี้

สมบัติเชิงกล

เป็นที่ทราบกันดีว่า ท่อนาโนคาร์บอนนี้มีโครงสร้างที่ดี มีความแข็งแรงมาก ยู (Yu, 2004) และ เดมคซิกและคณะ (Demczyk et al., 2002) ได้วิเคราะห์สมบัติของท่อนาโนคาร์บอนที่สังเคราะห์ได้แล้ว นำมาเปรียบเทียบกับสมบัติของวัสดุที่แข็งแรง พบว่าท่อนาโนคาร์บอนนี้มีความแข็งแรงตั้งแต่ ๖๓



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, สมโภช ภูพิระสุพงษ์, บริจิต โกวิท

๑๒๓

จิกะพาสคัลจนถึง ๑๕๐ จิกะพาสคัล มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นประมาณ ๑,๐๐๐ จิกะพาสคัล ซึ่งสูงกว่าเหล็กกล้าไร้สนิมถึง ๕ เท่า ซาลเวแลตและคณะ (Salvelat et al., 1999) ได้วิเคราะห์หาค่ามอดุลัสของยัง (Young's modulus) และพบว่ามามีค่าแปรเปลี่ยนตามการจัดระเบียบของโครงสร้างและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ โอคอนเนลล์ (O'Connell, 2006) ได้รวบรวมค่าต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ สมบัติเชิงกลของท่อนาโนคาร์บอนและวัสดุอื่น ๆ (O'Connell, 2006)

รายการ	ท่อนาโนคาร์บอน ผนังชั้นเดียว	ท่อนาโนคาร์บอน ผนังสองชั้น	ท่อนาโนคาร์บอน ผนังหลายชั้น	เส้นใยคาร์บอน	เหล็ก
มอดุลัสของยัง (จิกะพาสคัล)	๖๕๐		๑,๐๖๐	๑๕๐-๙๕๐	๑๙๐-๒๑๐
ความต้านแรงดึง (จิกะพาสคัล)		๒๓-๖๓	๖๓	๔-๗	๐.๕-๒
ความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ม.)	๑.๓-๑.๕	๑.๕	๑.๘-๒.๐	๑.๗-๒.๒	๗.๗๕-๘.๑
เส้นผ่านศูนย์กลาง	๑ nm	๕ nm	๒๐ nm	๖๐-๑๐๐ nm	

สมบัติทางความร้อน

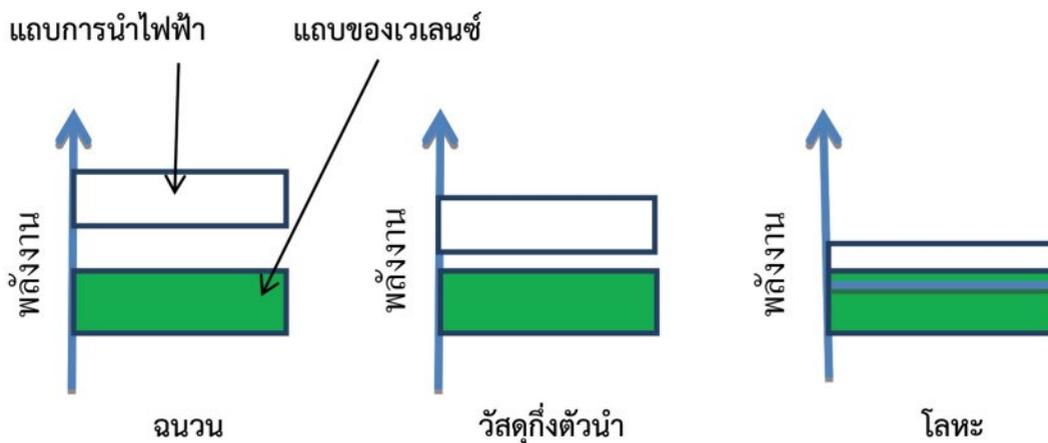
โครงสร้างที่พิเศษของท่อนาโนคาร์บอนทำให้คาดว่าคงจะมีสมบัติการนำความร้อนที่ดีตามแนวแกนของท่อ เนื่องจากผลที่เรียกว่า การนำแบบแบลลิสติก แต่ไม่เกิดการนำความร้อนในแนวรัศมี เสมือนดังมีสมบัติเป็นฉนวน การนำความร้อนของท่อนาโนคาร์บอนผนังชั้นเดียวมีค่าประมาณ ๖,๖๐๐ วัตต์ต่อเมตรต่อเคลวิน โอคอนเนลล์ (O'Connell, 2006) ได้รวบรวมผลการวิเคราะห์การนำความร้อนของวัสดุต่าง ๆ รวมทั้งท่อนาโนคาร์บอนผนังชั้นเดียวและผนังหลายชั้นดังแสดงในตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒ สมบัติการนำความร้อนของวัสดุต่าง ๆ

รายการ	ท่อนาโนคาร์บอน ผนังชั้นเดียว	ท่อนาโนคาร์บอน ผนังหลายชั้น	เส้นใย คาร์บอน	เงิน	ทองแดง
ค่านำความร้อน (วัตต์/เมตร-เคลวิน)	๖,๖๐๐	๓,๐๐๐	๘-๑,๑๐๐	๔๒๙	๔๐๑

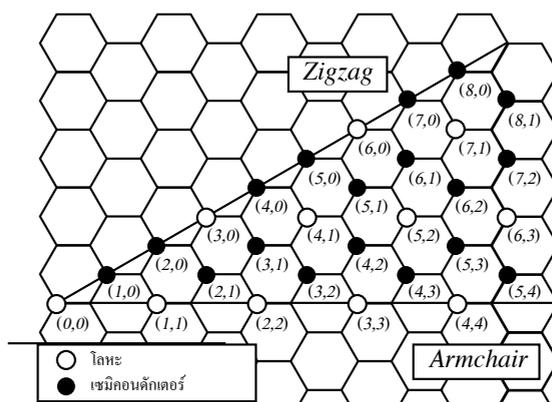
สมบัติทางไฟฟ้า

สมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุต่าง ๆ นั้น เฉิง (Cheng, 2010) ได้กล่าวไว้ว่า ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างแถบการนำไฟฟ้ากับแถบเวเลนซ์ ถ้าเป็นโลหะ แถบทั้งสองจะซ้อนกันเล็กน้อย สำหรับวัสดุกึ่งตัวนำ แถบทั้งสองห่างกันน้อยกว่า ๔ อิเล็กตรอนโวลต์ และสำหรับวัสดุฉนวน แถบทั้งสองจะห่างกันมาก ดังแสดงในรูปที่ ๕



รูปที่ ๕ สมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุชนิดต่าง ๆ (Cheng, 2010)

เนื่องจากลักษณะโครงสร้างของท่อนาโนคาร์บอนเป็นแบบแกรฟีน ดังนั้น ท่อนาโนคาร์บอนจึงมีสมบัติกึ่งโลหะกึ่งวัสดุกึ่งตัวนำ ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและรูปร่างแบบไครล์ (องศาการเรียงตัวของอะตอมคาร์บอน) เบลินและเอพรอน (Belin and Epron, 2005) ได้แสดงถึงขนาดของเวกเตอร์ไครล์คู่บนท่อนาโนคาร์บอนในรูปที่ ๖ ซึ่งวงกลมไม่มีสีแสดงสมบัติแบบโลหะ และวงกลมสีดำแสดงสมบัติแบบวัสดุกึ่งตัวนำของท่อนาโนคาร์บอนผนังชั้นเดียว ตามลำดับ



รูปที่ ๖ แผนภาพการนำไฟฟ้าของท่อนาโนคาร์บอนผนังชั้นเดียว (Belin and Epron, 2005)



กระบวนการสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอน

ตั้งแต่อิจิมะและอิชิฮาชิ (Iijima and Ichihashi, 1993) รายงานว่า ได้พบท่อนาโนคาร์บอนจากงานวิจัยที่ต้องการสังเคราะห์เส้นใยคาร์บอนด้วยเทคนิคการอาร์กด้วยไฟฟ้า ซึ่งต้องใช้อุณหภูมิสูงถึง ๓,๐๐๐ องศาเซลเซียส กระแสไฟฟ้าตรงขนาด ๕๐ ถึง ๑๒๐ แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า ๓๐ โวลต์ ใช้ขั้วไฟฟ้าที่ทำด้วยแท่งแกรไฟต์ ภายในอุปกรณ์ควบคุมด้วยแก๊สเฉื่อยเพื่อป้องกันการเผาไหม้ ท่อนาโนคาร์บอนเกิดขึ้นที่ขั้วแกรไฟต์ได้ทั้งชนิดท่อผนังชั้นเดียวและท่อผนังหลายชั้นในเวลาเดียวกัน

กระบวนการผลิตข้างต้นมีความลำบากในการควบคุมอุณหภูมิ ต่อมา ค.ศ. ๑๙๙๕ กัวและคณะ (Guo et al., 1995) รายงานว่า มีนักวิทยาศาสตร์ที่คิดค้นกระบวนการผลิตท่อนาโนคาร์บอนแบบใช้แสงเลเซอร์ขึ้น ทอสเทนสันและคณะ (Thostenson et al., 2001) สามารถผลิตท่อนาโนคาร์บอนด้วยการฉายแสงเลเซอร์ไปที่แผ่นแกรไฟต์ในบรรยากาศของแก๊สอาร์กอนหรือฮีเลียม Ffp ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ ๑,๒๐๐ องศาเซลเซียส ท่อนาโนคาร์บอนถูกรวบรวมไว้บนแผ่นหล่อเย็น (แผ่นทองแดง) ท่อนาโนคาร์บอนที่ผลิตได้เป็นท่อชนิดผนังชั้นเดียว มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ ๑.๔ นาโนเมตร

กระบวนการผลิตทั้งแบบการอาร์กด้วยไฟฟ้าและแบบใช้แสงเลเซอร์นั้น ถ้าต้องการขยายขนาดของอุปกรณ์การผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตขั้นอุตสาหกรรมจะทำได้ยาก และอุณหภูมิที่ใช้ควบคุมก็สูงมาก ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานจึงสูงมาก นักวิทยาศาสตร์ได้คิดดัดแปลงกระบวนการผลิตที่ใช้กับการผลิตแผ่นวัสดุกึ่งตัวนำมาประยุกต์ โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาใส่ไว้ในห้องของอุปกรณ์ที่ควบคุมด้วยแก๊สเฉื่อยและคงอุณหภูมิไว้ที่ ๑,๐๐๐ องศาเซลเซียส ค่อย ๆ ผ่านแก๊สไฮโดรคาร์บอนเข้าไปในห้องควบคุม ท่อนาโนคาร์บอนที่ผลิตได้จะไหลออกมาออกอุปกรณ์และเก็บไว้ในภาชนะควบคุม กระบวนการนี้กระทำได้อย่างต่อเนื่อง จึงมีโอกาที่จะขยายขนาดได้ เพียงแต่ต้องหาตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้อุณหภูมิทำปฏิกิริยาดำกว่านี้

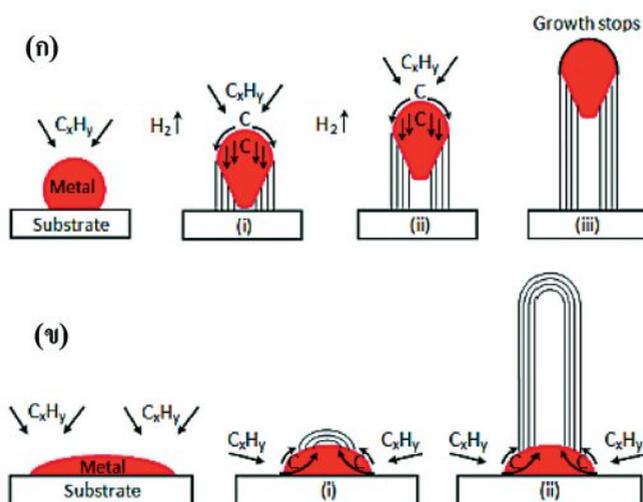
กลไกการเกิดท่อนาโนคาร์บอน

กลไกการเกิดท่อนาโนคาร์บอนยังเป็นข้อถกเถียงกันมากในปัจจุบัน มีแนวคิดของการเกิดของท่อดังกล่าวหลายแนวทาง แม้แต่การแตกตัวของแก๊สไฮโดรคาร์บอนออกเป็นแก๊สไฮโดรเจนกับอะตอมคาร์บอนก็มีหลายแนวคิดเช่นกัน การเคลื่อนที่ของคาร์บอนอะตอมไปหาตัวเร่งปฏิกิริยาแล้วก่อตัวเป็นท่อยังมีแนวคิดแยกออกเป็น ๒ แนวดังนี้

แนวทางแรกได้บรรยายไว้ว่า แก๊สไฮโดรคาร์บอนที่อยู่เหนือตัวเร่งปฏิกิริยาแตกตัวเป็นแก๊สไฮโดรเจนกับอะตอมคาร์บอน จากนั้นอะตอมคาร์บอนแยกตัวเร่งออกจากวัสดุรองรับ ตัวเร่งที่อยู่เหนือท่อนาโนคาร์บอนนั้นทำหน้าที่เป็นตัวเร่งให้เกิดการแตกตัวของแก๊สไฮโดรคาร์บอนที่อยู่ใกล้ต่อไป ส่วนอะตอม

คาร์บอนก็มาเชื่อมต่อกับท่อนาโนทำให้ท่อยาวขึ้น ดังแสดงในรูปที่ ๗ (ก)

แนวทางที่สองได้ให้ความเห็นว่า แก๊สไฮโดรคาร์บอนมาพบกับตัวเร่งปฏิกิริยาแล้วแตกตัวได้แก๊สไฮโดรเจนลอยตัวหนีไป เหลือแต่อะตอมคาร์บอนเกาะอยู่กับตัวเร่ง โมเลกุลอื่นของแก๊สไฮโดรคาร์บอนที่อยู่ใกล้ตัวเร่งก็จะแตกตัวต่อจากอะตอมคาร์บอน แล้วก็ก่อตัวต่อจากอะตอมคาร์บอนที่เกาะอยู่กับตัวเร่งไปเรื่อย ๆ ได้เป็นท่อนาโนดังแสดงในรูปที่ 7 (ข)



รูปที่ ๗ การเกิดท่อนาโนคาร์บอนและการก่อตัวของท่อนาโนคาร์บอน (Kumar, 2011)

การดำเนินการทดลอง

อุปกรณ์ คอลัมน์ฟลูอิดซ์เบด และวาล์วต่าง ๆ สร้างด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม 304L คอลัมน์ฟลูอิดซ์เบดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๕๐ มิลลิเมตร สูง ๑,๐๐๐ มิลลิเมตร ด้านล่างของคอลัมน์มีแผ่นกระจายอากาศเป็นแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๔๐ ไมโครเมตร ใช้ ๒ แผ่นวางซ้อนเหลื่อมกัน รูปที่ ๘ แสดงการจัดวางอุปกรณ์การทดลอง

การทดลองเริ่มโดยการป้อนเม็ดตัวเร่งปฏิกิริยาเข้าไปในคอลัมน์ แล้วอุ่นเตาด้วยลวดไฟฟ้าที่พันรอบเตาให้ร้อนจนได้อุณหภูมิ ๔๕๐ องศาเซลเซียส พร้อมกับป้อนแก๊สไฮโดรเจนเพื่อไล่แก๊สออกซิเจนออกจากระบบและทำการแคลไซต์ตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งเป็นโคบอลต์เกาะติดบนตัวรองรับอะลูมินา ให้ได้โคบอลต์บริสุทธิ์ จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิให้ได้ ๕๐๐ องศาเซลเซียสจนถึง ๗๕๐ องศาเซลเซียสโดยการควบคุมด้วย



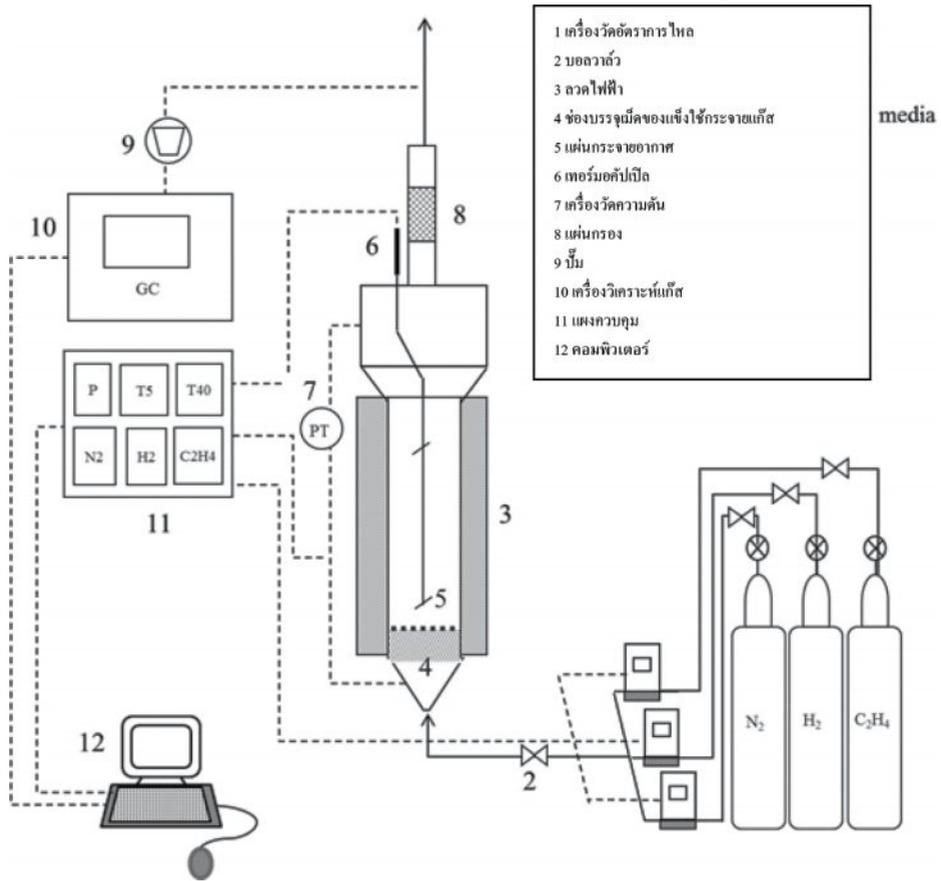
วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, สมโภช ภู่อิระสุพงษ์, บริจิต โกซัท

๑๒๗

เทอร์มอคัปเปิลที่สอดไว้ในคอลัมน์สูงจากแผ่นกระจายแก๊ส ๔๐๐ มิลลิเมตร จากนั้นป้อนแก๊สผสมเอทิลีน ไนโตรเจน และไฮโดรเจน ที่ความเข้มข้นตามกำหนด ให้มีความเร็วของแก๊สผสมในคอลัมน์ประมาณ ๘ เท่า ของความเร็วต่ำสุดที่ทำให้เม็ดตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดเป็นฟลูอิดไคซ์เบต แก๊สเอทิลีนแตกตัวออกเป็นไฮโดรเจน และอะตอมคาร์บอน ซึ่งจะก่อตัวเป็นท่อนานาโนคาร์บอนบนตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์อย่างต่อเนื่อง ความดันตกของเบตจะเพิ่มตามไปด้วย จนถึงช่วงที่ความดันตกมีอัตราการเพิ่มอย่างรวดเร็ว เป็นขณะที่เบตฟลูอิดไคซ์ชันเปลี่ยนเป็นเบตนิ่ง แสดงว่าท่อนานาโนคาร์บอนเกิดขึ้นระยะนี้น้อยมาก ต้องหยุดการทดลองโดยเลิกให้ความร้อน ปิดแก๊สไฮโดรคาร์บอน แก๊สไฮโดรเจน แต่ยังป้อนแก๊สไนโตรเจนอยู่ ปล่อยให้เบตเย็นตัวจนถึงอุณหภูมิห้อง นำท่อนานาโนคาร์บอนที่ผลิตได้ไปวิเคราะห์หาสมบัติต่าง ๆ

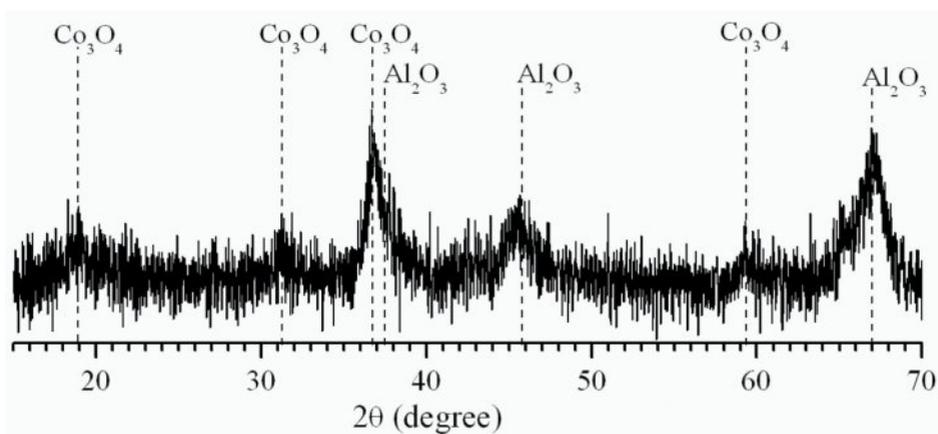


รูปที่ ๘ แสดงการจัดวางอุปกรณ์การทดลอง

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา

ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ได้รับจากบริษัททางการค้าเป็นโคบอลต์ออกไซด์ (Co_3O_4) ที่ติดอยู่บนผิวของตัวรองรับอะลูมินา โคบอลต์ออกไซด์นี้ยังไม่เป็นแบบกัมมันต์ดังผลวิเคราะห์ด้วยเครื่อง XRD ที่แสดงไว้ในรูปที่ ๙ จำเป็นต้องกำจัดออกซิเจนออกจากโคบอลต์ออกไซด์ด้วยกระบวนการรีดักชัน วิธีดำเนินการลดออกซิเจนทำโดยนำตัวเร่งที่ไม่เป็นแบบกัมมันต์บรรจุลงในคอลัมน์ให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิ ๔๕๐ องศาเซลเซียส แล้วผ่านแก๊สไฮโดรเจนเข้าไปเพื่อให้ทำปฏิกิริยากับโคบอลต์ออกไซด์ ได้เป็นโคบอลต์แบบกัมมันต์สำหรับสร้างท่อานาโนคาร์บอน ดังสมการข้างล่างนี้



รูปที่ ๙ ผลการวิเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ยังไม่ได้ลดจำนวนออกซิเจน

เม็ดตัวเร่งปฏิกิริยาที่ผ่านกระบวนการรีดักชันแล้วมีขนาดสม่ำเสมอแสดงในรูปที่ ๑๐ มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย ๘๑.๔ ไมโครเมตร มีโคบอลต์แบบกัมมันต์บนตัวรองรับร้อยละ ๓.๓ โดยน้ำหนัก และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖.๑ นาโนเมตร เม็ดตัวเร่งปฏิกิริยามีความหนาแน่น ๓.๓ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ต้องใช้ความเร็วของแก๊สต่ำสุดเพื่อให้เม็ดตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดเป็นฟลูอิดซ์เบดเท่ากับ ๐.๒๙ เซนติเมตรต่อวินาที

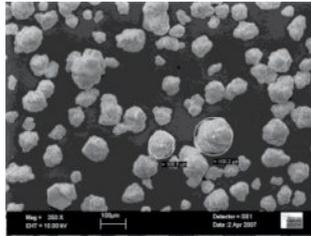


วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, สมโภช ภู่อึ้งสูงพงษ์, บริจิต โกวิท

๑๒๙



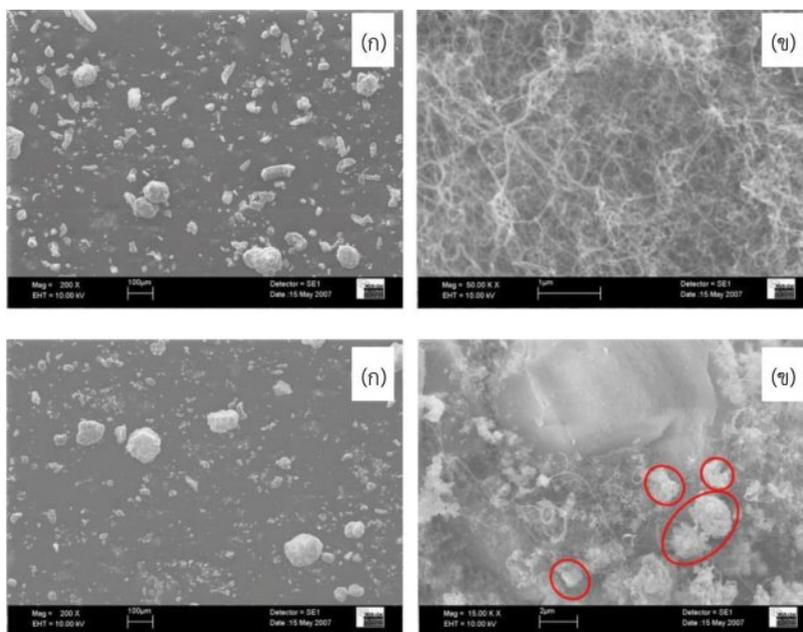
รูปที่ ๑๐ เม็ดตัวเร่งปฏิกิริยาที่ผ่านการรีดักชัน ณ อุณหภูมิ ๔๕๐ องศาเซลเซียส

อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอน

ในการศึกษาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิของแก๊สที่ป้อนเข้าในเบด ผู้วิจัยได้ปรับอุณหภูมิของแก๊สตั้งแต่ ๖๐๐ องศาเซลเซียสจนถึง ๗๐๐ องศาเซลเซียส และให้อัตราการป้อนปริมาณแก๊สเอทิลีนต่อไฮโดรเจนต่อไนโตรเจนเท่ากับ ๔๐๐ : ๒๐๐ : ๒๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ซึ่งเป็นปริมาณที่ทำให้เกิดความเร็วของแก๊สผสมในคอลัมน์เป็น ๘ เท่าของความเร็วต่ำสุดที่ทำให้เม็ดตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดเป็นฟลูอิดไคซ์เบด เม็ดตัวเร่งปฏิกิริยาในช่วงนี้ใช้ปริมาณ ๖๐ กรัม ภาวะการดำเนินงานได้สรุปไว้ในตารางที่ ๓ พบว่าที่อุณหภูมิ ๗๐๐ องศาเซลเซียส ความดันภายในเบดสูงขึ้นมาหลังจากการทดลองผ่านไป ๔๘ นาที เนื่องจากภายในเบดเกิดปรากฏการณ์ของเบด ซึ่งมีทั้งฟลูอิดเซชันและเบดนิ่ง เนื่องจากเกิดกลุ่มก้อนของทั้งอัญรูปคาร์บอนและท่อนาโนคาร์บอนดังแสดงไว้ในรูปที่ ๑๑ จำเป็นต้องหยุดการทดลองทันที

ตารางที่ ๓ ภาวะการทดลองการผลิตท่อนาโนคาร์บอนด้วยตัวเร่งปริมาณ ๖๐ กรัม

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	ปริมาณการไหล (ลบ.ม/นาที)			ปริมาณ คาร์บอน (กรัม)	ปริมาณ ตัวเร่ง (กรัม)	ความสูง ของเบด (ซม.)	U/U _{mf}
		N ₂	H ₂	C ₂ H ₄				
๖๐๐	๖๐	๒๐๐	๒๐๐	๔๐๐	๒๔.๐	๖๐	๓	๘
๖๕๐	๖๐	๒๐๐	๒๐๐	๔๐๐	๒๔.๐	๖๐	๓	๘
๖๗๕	๖๐	๒๐๐	๒๐๐	๔๐๐	๒๔.๐	๖๐	๓	๘
๗๐๐	๔๘	๒๐๐	๒๐๐	๔๐๐	๑๙.๒	๖๐	๓	๘



รูปที่ ๑๑ การเกิดกลุ่มของทั้งอัญรูปคาร์บอนและท่อนาโนคาร์บอนที่อุณหภูมิ ๗๐๐ องศาเซลเซียส
(ก) ฟลูอิด์เซเบต (ข) เบตนิง

การติดตามการเกิดท่อนาโนคาร์บอนด้วยเครื่องวิเคราะห์ TGA ได้แสดงไว้ในรูปที่ ๑๒ เห็นได้
อย่างชัดเจนว่ามีปรากฏการณ์เกิดขึ้น ๒ ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเกิดออกซิเดชันอัญรูปคาร์บอนและขั้นตอน
ที่สองเป็นการเกิดท่อนาโนคาร์บอน รูปที่ ๑๒ แสดงการเกิดออกซิเดชันน้อยมากที่อุณหภูมิของเบต ๗๐๐
องศาเซลเซียส ปริมาณการผลิตท่อนาโนคาร์บอนในเบตที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้รวบรวมไว้ในตารางที่ ๔ ปริมาณ
ของท่อนาโนคาร์บอนเพิ่มตามอุณหภูมิ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าที่อุณหภูมิสูง พลังงานการสลายโมเลกุลของ
เอทิลีนเป็นอะตอมคาร์บอนเกิดขึ้นได้มาก



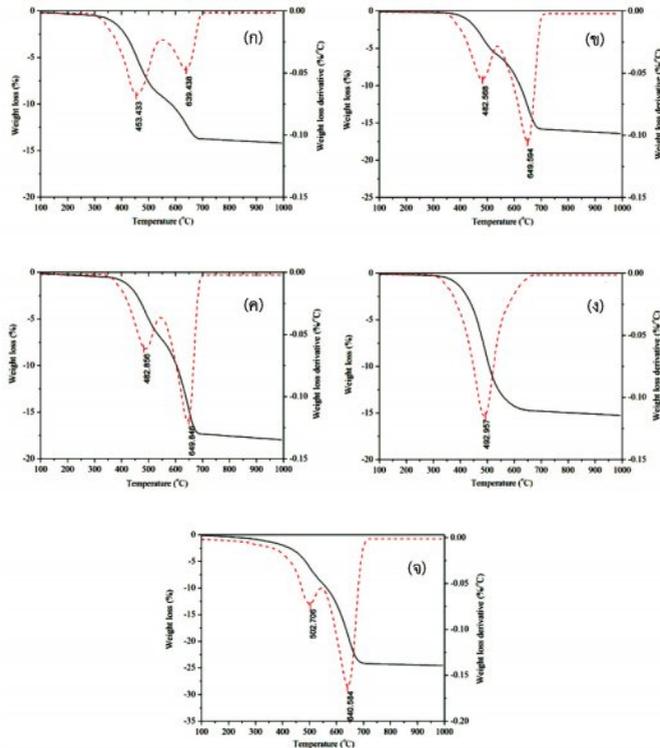
วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, สมโภช ภู่อิระสุพงษ์, บริจิต โกซัท

ตารางที่ ๔ อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการผลิตท่อนานาโนคาร์บอน

อุณหภูมิ (°C)	ρ_b (กรัม/ซม. ^๓)	ρ_g (กรัม/ซม. ^๓)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ไมโครเมตร)	U_{mf} , 20°C (ซม./วินาที)	เส้นผ่านศูนย์กลางกลุ่ม (ไมโครเมตร)	R_{emf}
๖๐๐	๐.๒๘	๒.๘๕	๓๘.๗๐	๑๒.๒	๓๗๐	๒.๙๙
๖๕๐	๐.๓๗	๒.๔๖	๓๓.๓๓	๑๒	๓๙๓	๓.๑๒
๖๗๕	๐.๒๘	๒.๕๐	๕๐.๘๒	๑๓	๔๑๐	๓.๕๓
๗๐๐ เบนิ่ง	๐.๓๑	๒.๖๖	๓๑.๙๔	-	-	-
๗๐๐ ฟลูอิด์เบด	๐.๓๑	๒.๕๐	๔๓.๐๕	-	-	-



รูปที่ ๑๒ การผลิตท่อนานาโนคาร์บอนที่อุณหภูมิ (ก) ๖๐๐ องศาเซลเซียส (ข) ๖๕๐ องศาเซลเซียส (ค) ๖๗๕ องศาเซลเซียส (ง) ๗๐๐ องศาเซลเซียส (เบนิ่ง) และ (จ) ๗๐๐ องศาเซลเซียส (ฟลูอิด์เบด), $(C_2H_4/H_2/N_2)$ ๔๐๐/๒๐๐/๒๐๐ ซม^๓/นาที, ตัวเร่งปฏิกิริยา ๑๖๐ กรัม และเวลา ๖๐ นาที



เมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาปริมาณมาก ท่อนานาโนคาร์บอนเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและมีจำนวนมาก มีท่อนานาโนคาร์บอนจำนวนหนึ่งมารวมกลุ่มเป็นก้อนใหญ่ตั้งในรูปที่ ๑๑ ดังนั้น ในการทดลองครั้งใหม่ผู้วิจัยได้ลดปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาลงเหลือเพียง ๒๐ กรัม ปรับอุณหภูมิของแก๊สผสมตั้งแต่ ๕,๕๖๐ องศาเซลเซียสจนถึง ๗๐๐ องศาเซลเซียส ภาวะการดำเนินงานได้แสดงไว้ในตารางที่ ๕

ตารางที่ ๕ ภาวะการดำเนินการทดลองด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา ๒๐ กรัม

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาท.)	ปริมาณการไหล (ชม. ^๓ /นาท.)			ปริมาณป้อน คาร์บอน (กรัม)	ปริมาณ ตัวเร่ง (กรัม)	ความสูง เบด (Ho) (ชม.)	U/U _{mf}
		N ₂	H ₂	C ₂ H ₄				
๕๕๐	๖๐	๒๐๐	๒๐๐	๔๐๐	๒๔.๐	๒๐	๑	๘
๖๐๐	๖๐	๒๐๐	๒๐๐	๔๐๐	๒๔.๐	๒๐	๑	๘
๖๕๐	๖๐	๒๐๐	๒๐๐	๔๐๐	๒๔.๐	๒๐	๑	๘
๗๐๐	๖๐	๒๐๐	๒๐๐	๔๐๐	๒๔.๐	๒๐	๑	๘

มีปรากฏการณ์ที่แตกต่างกับการดำเนินงานวิจัยทั่ว ๆ ไป เพราะท่อนานาโนคาร์บอนที่ผลิตได้มีปริมาณลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น ดังแสดงในตารางที่ ๖ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าปริมาณของตัวเร่งน้อยมาก โอกาสที่เอทิลีนจะไปสัมผัสกับตัวเร่งน้อยลง เมื่อเอทิลีนแตกตัวแล้วจะหลุดลอยออกไปกับกระแสของแก๊สผสม นอกจากนี้ แก๊สบางส่วนยังเกิดเป็นผลิตภัณฑ์อื่น เช่น อัญรูปคาร์บอนและเส้นใยคาร์บอน ดังแสดงในรูปที่ ๑๓ นอกจากนี้ยังเกิดการรวมตัวของท่อนานาโนคาร์บอนเป็นก้อนใหญ่ขึ้น ผลการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ ๗

ตารางที่ ๖ ผลผลิตของท่อนานาโนคาร์บอนที่ใช้ตัวเร่ง ๒๐ กรัม ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

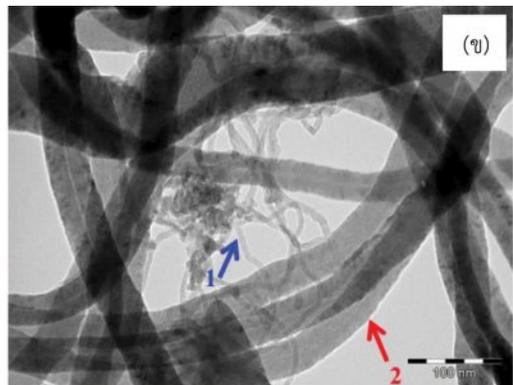
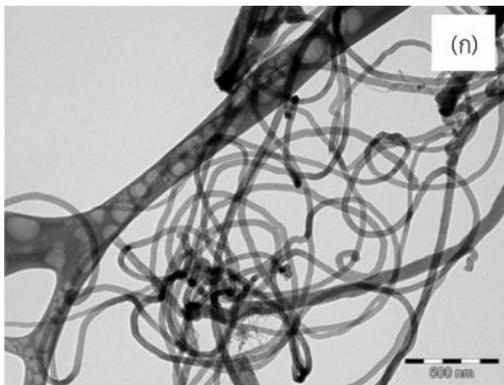
อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณคาร์บอน ที่ใช้ไป (%)	ปริมาณท่อนานาโน ที่ผลิตได้ (%)	อุณหภูมิในเบด (°C)
๕๕๐	๒๗.๙๕	๒๗.๒*	๕๒๒*
		๓๑.๙	๖๒๗
๖๐๐	๖๔.๒๔	๕๘.๖	๕๓๓
๖๕๐	๔๒.๙๖	๔๘.๑	๖๔๐
๗๐๐	๔๐.๘๘	๔๒.๑	๕๘๘

* เส้นใยคาร์บอน

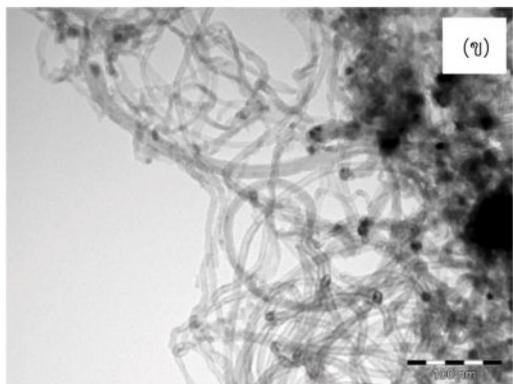
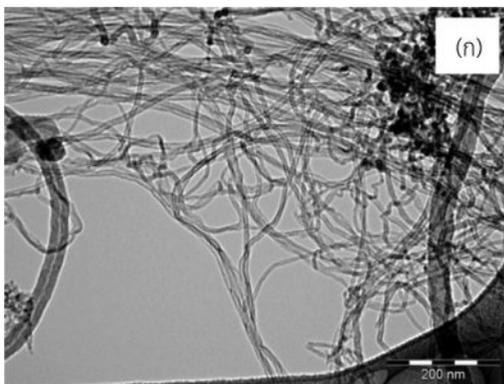


ตารางที่ ๗ สมบัติของท่อนาโนคาร์บอนที่ผลิตได้

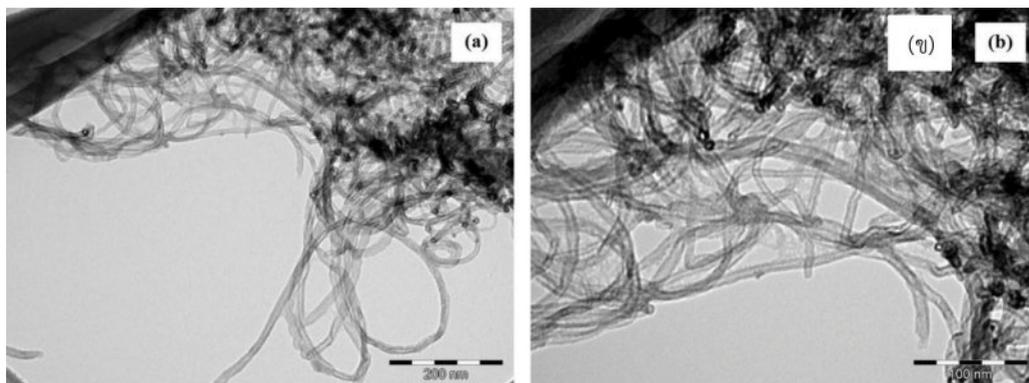
อุณหภูมิ (°C)	ρ_b (กรัม/ซม. ^๓)	ρ_r (กรัม/ซม. ^๓)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ไมโครเมตร)	U_{mf} , 20°C (กรัม/ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางกลุ่ม (ไมโครเมตร)	R_{emf}
๕๕๐	๐.๑๗	๒.๕๐	๔๑.๗๐	๗.๔	๓๐๕	๑.๖๗
๖๐๐	๐.๒๕	๒.๕๐	๒๒.๗๐	๘.๐	๓๑๗	๒.๐๗
๖๕๐	๐.๒๔	๒.๕๐	๒๘.๖๖	๘.๕	๓๒๗	๑.๘๔
๗๐๐	๐.๑๙	๒.๕๐	๔๑.๓๖	๙.๖	๓๔๙	๒.๒๒



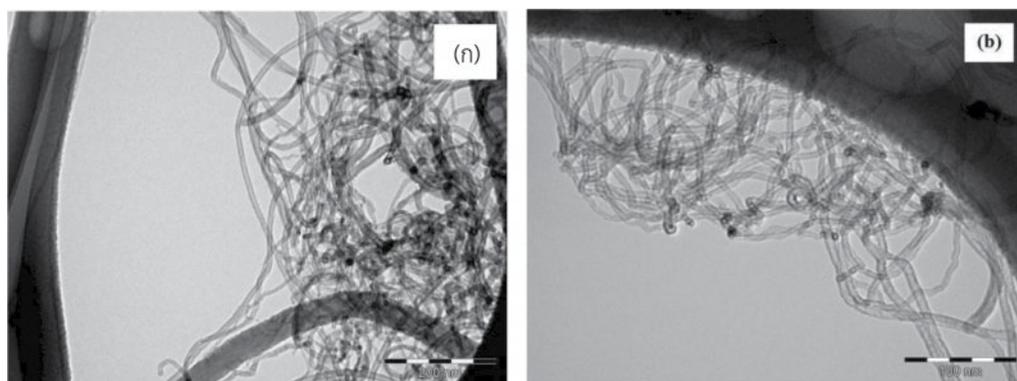
รูปที่ ๑๓ ท่อนาโนคาร์บอนที่ผลิต ณ อุณหภูมิ ๕๕๐ องศาเซลเซียส (ก) ท่อนาโนคาร์บอน (ข) เส้นใยคาร์บอน



รูปที่ ๑๔ ท่อนาโนคาร์บอนที่ผลิต ณ อุณหภูมิ ๖๐๐ องศาเซลเซียส



รูปที่ ๑๕ ท่อนาโนคาร์บอนที่ผลิต ณ อุณหภูมิ ๖๕๐ องศาเซลเซียส



รูปที่ ๑๖ ท่อนาโนคาร์บอนที่ผลิต ณ อุณหภูมิ ๗๐๐ องศาเซลเซียส

อิทธิพลของปริมาณป้อนเอทิลีนต่อการผลิตท่อนาโนคาร์บอน

การทดลองนี้ได้ปรับตัวแปรปริมาณสัดส่วนความเข้มข้นของเอทิลีนในแก๊สผสมเป็น ๓ ระดับ คือ ๐.๓๘, ๐.๕๐ และ ๐.๖๓ ส่วนตัวแปรอื่น ๆ ถูกควบคุมให้คงตัว เช่น ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา ๒๐ กรัม อุณหภูมิของเบดที่ ๖๐๐ องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ทดลอง ๖๐ นาที ปริมาณของแก๊สผสม ๘๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ดังแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ ๘



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

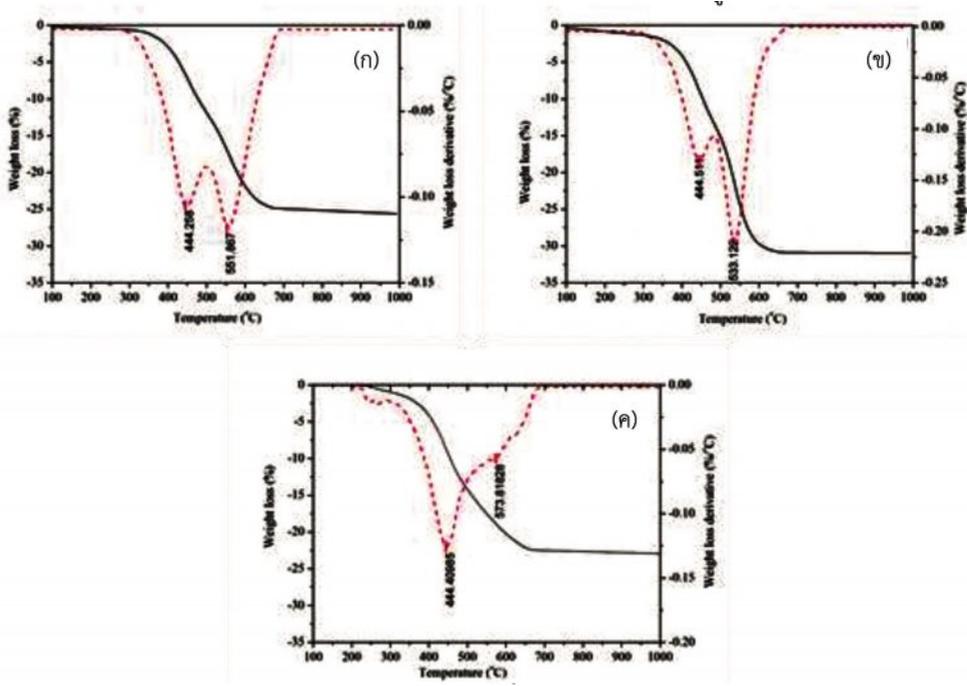
สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, สมโภช ภู่อิระสุพงษ์, บริจิต โกซัท

๑๓๕

ตารางที่ ๘ รายละเอียดของตัวแปรที่ดำเนินการทดลองที่สัดส่วนความเข้มข้นต่าง ๆ ของเอทิลีน

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	ปริมาณการไหล (ชม. ^๓ /นาที)			สัดส่วน C ₂ H ₄ (กรัม)	คาร์บอน ที่ป้อน (กรัม)	น้ำหนัก ตัวเร่ง (กรัม)	ความสูง เบดเริ่มต้น (ชม.)	U/U _{mf}
		N ₂	H ₂	C ₂ H ₄					
๖๐๐	๖๐	๓๐๐	๒๐๐	๓๐๐	๐.๓๘	๑๘.๐	๒๐	๑	๘
๖๐๐	๖๐	๒๐๐	๒๐๐	๔๐๐	๐.๕๐	๒๔.๐	๒๐	๑	๘
๖๐๐	๖๐	๑๐๐	๒๐๐	๕๐๐	๐.๖๓	๓๐.๐	๒๐	๑	๘

ในระหว่างการทดลองผู้วิจัยได้ใช้เครื่อง TGA ติดตามผลที่เกิดขึ้น พบว่ามีปฏิกิริยาแบบออกซิเดชันเกิดขึ้น ๒ ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเมื่อเอทิลีนแตกตัวแล้วเกิดเป็นอัญรูปของคาร์บอน และขั้นตอนที่สองเกิดผลิตภัณฑ์เป็นท่อนานคาร์บอน แต่ไม่เกิดเส้นใยคาร์บอนเหมือนในตอนแรก ผลการทดลองแสดงในรูปที่ ๑๗

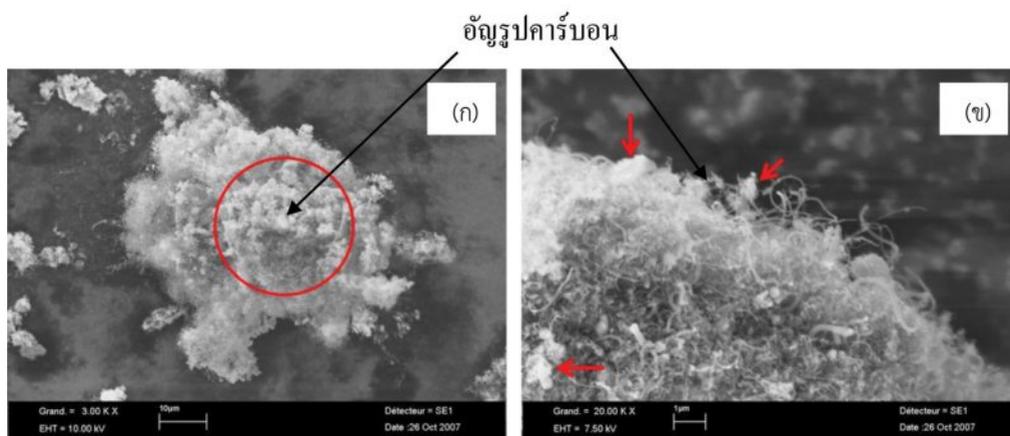


รูปที่ ๑๗ แสดงวิวัฒนาการของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเบดที่สัดส่วนต่าง ๆ ของเอทิลีน

ขณะที่เพิ่มสัดส่วนของเอทิลีนในแก๊สผสมระยะแรก ผู้วิจัยสามารถเพิ่มผลิตภัณ์ท์ของท่อนาโนคาร์บอนได้เล็กน้อย จากนั้นผลิตภัณ์ท์ของท่อนาโนคาร์บอนลดลงอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เป็นเพราะปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยามีน้อยในเบด เมื่อป้อนแก๊สผสมที่มีสัดส่วนของเอทิลีนมาก และเอทิลีนแตกตัว อะตอมคาร์บอนไม่มีที่จะไปจับและก่อตัวเป็นท่อนาโนคาร์บอน ดังนั้น คาร์บอนที่เป็นส่วนเกินจึงกลายเป็นอัญรูปของคาร์บอน ดังผลการทดลองแสดงในตารางที่ ๙ และในรูปที่ ๑๘

ตารางที่ ๙ ผลิตภัณ์ท์ท่อนาโนคาร์บอนเมื่อป้อนเอทิลีนที่สัดส่วนต่าง ๆ กัน

สัดส่วนของ C_2H_4	ปริมาณคาร์บอนที่เกิดปฏิกิริยา (%)	ปริมาณท่อนาโนคาร์บอน (%)	อุณหภูมิในเบด ($^{\circ}C$)
๐.๓๘	๒๒.๘๐	๕๓.๗	๕๕๑
๐.๕๐	๖๕.๙๐	๕๘.๖	๕๓๓
๐.๖๓	๒๐.๖๙	๒๙.๔	๕๗๔



รูปที่ ๑๘ อัญรูปคาร์บอนในการทดลองผลิตท่อนาโนคาร์บอน

ผู้วิจัยได้นำท่อนาโนคาร์บอนที่ผลิตได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง TEM และพบว่า ที่สัดส่วนของเอทิลีนค่าน้อย ผลิตภัณ์ท์ที่ได้เป็นท่อนาโนคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่ ดังรูปที่ ๑๙ และ ๒๐ แต่เมื่อสัดส่วนของเอทิลีนมากเกินไปก็จะเกิดอัญรูปของคาร์บอนมากดังในรูปที่ ๒๑

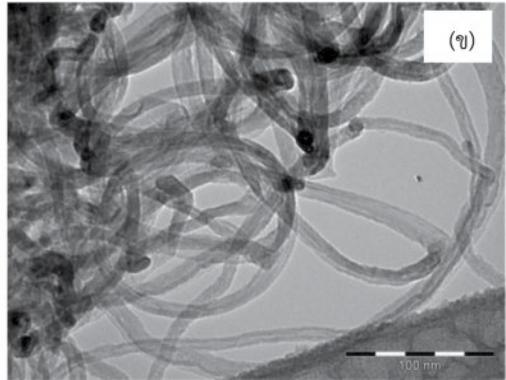
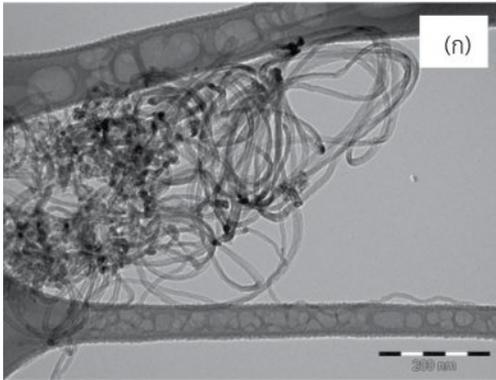


วารสารราชบัณฑิตยสภา

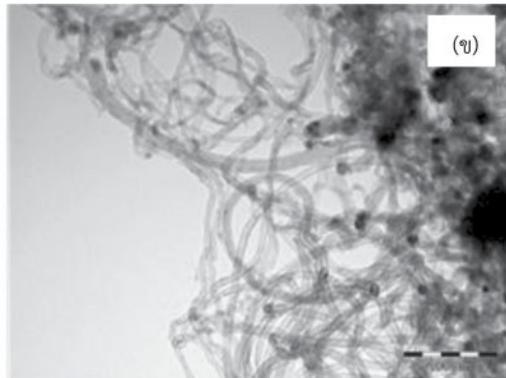
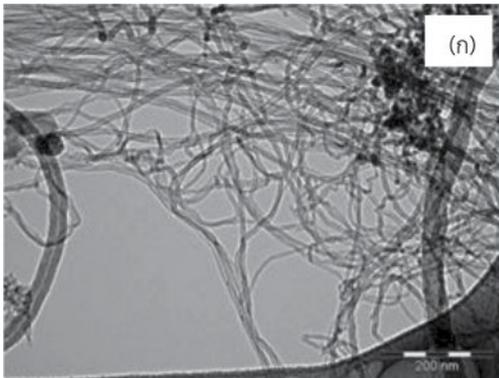
ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, สมโภช ภู่อิระสุพงษ์, บริจิต โกวิท

๑๓๗

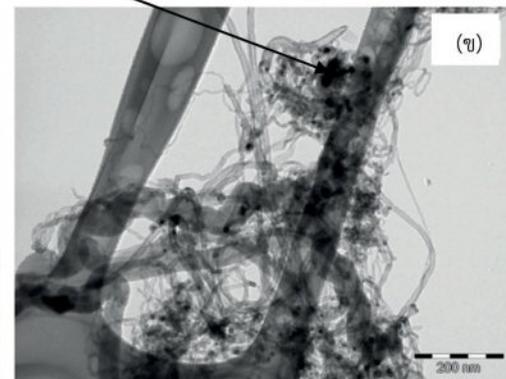
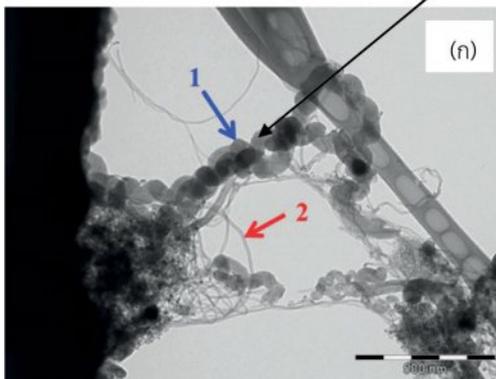


รูปที่ ๑๙ ท่อนาโนคาร์บอนที่เกิดขึ้นเมื่อใช้สัดส่วนเอทิลีน ๐.๓๘



รูปที่ ๒๐ ท่อนาโนคาร์บอนที่เกิดขึ้นเมื่อใช้สัดส่วนเอทิลีน ๐.๕๐

อัญรูปคาร์บอน



รูปที่ ๒๑ ท่อนาโนคาร์บอนที่เกิดขึ้นเมื่อใช้สัดส่วนเอทิลีน ๐.๖๓



สรุปผลการทดลอง

การทดลองนี้เป็นการทดลองเบื้องต้นเพื่อผลิตท่อนาโนคาร์บอนด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ ปรากฏว่าสามารถดำเนินงานได้ แต่ยังคงพัฒนาอีกมากเพราะมีอิทธิพลของคาร์บอนและเส้นใยคาร์บอนเกิดขึ้นในระหว่างการทดลอง ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าควรใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีปริมาณมากกว่านี้และตัวคอลลิมน์ ควรขยายให้ใหญ่ขึ้นเพื่อเพิ่มเวลาการก่อตัวและเพิ่มโอกาสการก่อตัวเป็นท่อนาโนคาร์บอน อุณหภูมิที่เหมาะสม สำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ควรใช้ที่ ๖๐๐ องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยาประมาณ ๖๐ นาที

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สกว. และรัฐบาลฝรั่งเศสที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ขอขอบคุณภาควิชาเคมี เทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ Institut National Polytechnique de Toulouse ประเทศฝรั่งเศส ที่อำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการใช้สถานที่ติดตั้งอุปกรณ์การวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Belin, T., and Epron, F. (2005). **Characterization methods of carbon nanotubes: A review. Materials Science and Engineering B.** 119 (2005): 105-118.
- Cheng, Q. (2010). **Dispersion of Single-Walled Carbon Nanotubes in Organic Solvents.** Doctoral dissertation School of Physics Dublin Institute of Technology.
- Demczyk, B.G. et al. (2002). **Direct mechanical measurement of the tensile strength and elastic modulus of multi-walled carbon nanotubes. Materials Science and Engineering A.** 334 Issues 1-2 (2002): 173-178.
- Iijima, S. (1991). **Helical microtubules of graphitic carbon. Nature.** 354 (1991): 56-58.
- Iijima, S., and Ichihashi, T. (1993). **Single-shell carbon nanotubes of 1-nm diameter. Nature.** 363 (1993): 603-605.
- Kis, A. (2003). **Mechanical properties of mesoscopic objects.** Thèse de doctorat Section de physique Institut de physique de la matière complexe École Polytechnique Fédérale de Lausanne.



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, สมโภช ภู่อึ้งสุพงษ์, บริจิต โกวิท

๑๓๙

- Kroto, H.W., Heath, J.R., O'Brien, S.C., Curl, R.F., and Smalley, R.E. (1985). **C60: Buckminster fullerene**. *Nature*. 318 (1985): 162-163.
- Kumar, M. (2011). **Carbon Nanotube Synthesis and Growth Mechanism**. Dr. Siva Yellampalli, **Carbon Nanotubes-Synthesis, Characterization, Applications**. 147-170: InTech, 2011.
- O'Connell, M.J. (2006). **Carbon nanotubes: Properties and applications**. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Saito, R., Dresselhaus, G., and Dresselhaus, M.S. (1998). **Physical properties of carbon nanotubes**. London: Imperial College Press.
- Salvetat, J.-P. et al. (1999). **Mechanical properties of carbon nanotubes**. *Applied Physics A*. 69 (1999): 255-260.
- Thostenson, E.T., Ren, Z.F., and Chou, T.W. (2001). **Advances in the science and technology of carbon nanotubes and their composites: a review**. *Composites Science and Technology*. 61 (2001): 1,899-1,912.



Abstract Production of Carbon Nanotube on Cobalt Catalyst in Fluidized Bed

Somsak Damronglerd

Fellow of the Academy of Science, The Royal Society of Thailand

Department of Chemical Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Sompoch Pooperasupong

Department of Chemical Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Brigitte Caussat-Bonnans

Institut National Polytechnique de Toulouse, Université de Toulouse, France

Carbon nanotube was produced in stainless 304L column with diameter 50 mm and height 1,000 mm. Alumina particles with diameter 81.4 micron were coated with cobalt 3.3% by weight with diameter of 6.1 nanometer. Cobalt catalyst was activated by heating in hydrogen atmosphere at 450 °C for 1 hour. Mixed gas (Ethylene: Hydrogen: Nitrogen = 400 : 200 : 200) was fed at the bottom of column to fluidized catalyst particles. The optimum condition of this experiment was operated with catalyst 20 grams, temperature 600 °C, and concentration ratio of ethylene 0.50. It could produce carbon nanotube 58.6% from fed carbon.

Keywords: Carbon nanotube, Cobalt catalyst and Fluidized bed



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

ดินโลก

สันตต์ โรจนสุนทร

ราชบัณฑิต สำนักวิทยาศาสตร์

ราชบัณฑิตยสภา

บทคัดย่อ

การประชุมดินโลกมีที่ประเทศไทยเมื่อ พ.ศ. ๒๕๔๕ (ค.ศ. ๒๐๐๒) ในการประชุมครั้งนั้นมีนิทรรศการที่สำคัญเพื่อแสดงว่าพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๙ ทรงปฏิบัติพระราชกรณียกิจเกี่ยวกับเรื่องดินตั้งแต่เหนือจดใต้ ทำให้คณะกรรมการสหภาพวิทยาศาสตร์ทางดินนานาชาติมีความเห็นว่าเป็นวันที่ ๕ ธันวาคม ซึ่งเป็นวันคล้ายวันพระราชสมภพสมควรเป็นวันดินโลก ๔ ปีต่อมาหลังจากนั้นมีการประชุมดินโลกที่ฟิลาเดลเฟีย สหรัฐอเมริกา แต่ไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต่อจากนั้น อีก ๔ ปีมีการประชุมที่กรุงบรัสเซล ประเทศเบลเยียม ศาสตราจารย์ ดร.สันตต์ โรจนสุนทร ก่อนนั้นเป็นนายกสมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย จึงขอให้ ศาสตราจารย์ ดร.เอิบ เขียวรีนรมณ์ ทำเรื่องเข้าประชุมดินโลกเพื่อพิจารณาและขอให้วันที่ ๕ ธันวาคมซึ่งเป็นวันคล้ายวันพระราชสมภพเป็นวันดินโลก ปรากฏว่าการประชุมดินโลกครั้งนั้นได้มีมติให้ถวายพระราชสมัญญาว่า “นักวิทยาศาสตร์ดินเพื่อมนุษยธรรม” (Humanitarian Soil Scientist) เป็นพระองค์แรกและพระองค์เดียวอีกด้วย

เมื่อมีเรื่องและรางวัลที่ต้องทูลเกล้าทูลกระหม่อมถวายจึงขอเข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาท ๘ เดือนหลังจากนั้น จึงได้เข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาท เมื่อวันที่ ๑๖ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๕ (ค.ศ. ๒๐๑๒) ทางสหประชาชาติได้นำเรื่องเข้าที่ประชุมใหญ่ครั้งที่ ๖๘ และประกาศให้เป็นวันดินโลกเมื่อวันที่ ๒๐ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๖ (ค.ศ. ๒๐๑๓) ขอยกตัวอย่าง ๒ โครงการซึ่งเป็นหนึ่งในโลกทั้ง ๒ โครงการคือ **โครงการแก้มลิงดินและโครงการปลูกพืชทดแทนผืนทางภาคเหนือ** โครงการแก้มลิงดินนั้นเหมือนล้อดินเล่นโดยให้ดินเปรี้ยวที่สุดจนปลูกพืชไม่ขึ้นแล้วจึงหาวิธีทำให้หายเปรี้ยว โดยวิธีการวิศวกรรมย้อนรอย อีกประการหนึ่งได้ทรงทราบว่าชั้นไฟโรต์ที่ใต้ดินเป็นตัวให้กรดกำมะถันทำให้ดินเปรี้ยวจัดแต่ถ้าทำให้อยู่ในสภาพรีดิวส์จะไม่เกิดกรดกำมะถัน ทำให้ไม่เปรี้ยวจัด ทาง ดร.พิสุทธิ์ วิจารณ์สรณ์ ได้เป็นผู้รายงานวิธีการนี้ ในการประชุมดินโลกเมื่อ ค.ศ. ๒๐๐๒ ส่วนอาหารจากดินนั้นถูกวางตัวไว้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์เพราะถ้าดินไม่ดีอาหารจะไม่ดีไปด้วย ดังนั้นเมื่อพูดถึงเรื่องอาหาร พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๙ ทรงห่วงว่าอาหารจะไม่พอกับประชากรโลกซึ่งเพิ่มขึ้นทุกวัน การช่วยเหลือเกษตรกรจึงเป็นการช่วยเรื่องอาหารของโลกด้วย การช่วยเหลือเกษตรกรนั้นพระองค์ทรงตระหนักว่าจะต้องง่ายและชาวบ้านทำได้ สำหรับแหล่งน้ำนั้นพระองค์ได้พระราชทานความช่วยเหลือ รวมทั้งฝนหลวงด้วย สำหรับเรื่องพืชทดแทนผืนในภาคเหนือ นั้น เราต้องแก้ปัญหาสังคมที่สำคัญเกี่ยวกับการทำไร่เลื่อนลอยโดยชาวเขา ศูนย์พัฒนาของโครงการหลวง



ซึ่งสำคัญมากเพราะนอกจากจะแนะนำวิธีการปลูกพืชพันธุ์ใหม่ ๆ แล้วยังรับซื้อผลิตผลของชาวเขาด้วย เมื่อชาวเขาขายได้บรรดาพืชทดแทนฝิ่น ซึ่งมูลนิธิโครงการหลวงได้วิจัยจนได้ผล ระหว่างรอไม้ผลเช่นท้อ และพลับไต่โต ดอกไม้และผักเมืองหนาวได้กลายเป็นสินค้าสำคัญที่ชาวเขาปลูกและส่งขาย แสดงถึงการขาดทุนคือกำไรได้อย่างดียิ่งจนกระทั่งถึงปัจจุบันไม่มีชาวเขาปลูกฝิ่นอีกเลย

คำสำคัญ : วันดินโลก, วันที่ ๕ ธันวาคมวันดินโลก, วันคล้ายวันพระราชสมภพของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๙

บทนำ

คงไม่มีใครอีกแล้วในโลกที่จะได้รับความนิยมนิยมและชื่นชอบทั่วโลกเหมือนพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๙ ความมุ่งมั่นของพระองค์ทำให้เรามีความหวังอยู่เสมอในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ตอนนี้เรามีความรู้สึกผิดหวังที่เราไม่ได้ทำสิ่งนั้นไม่ได้ทำสิ่งนี้เพื่อพระองค์ ความใส่พระราชหฤทัยและความใฝ่รู้ของพระองค์เป็นสิ่งที่เราแสวงหาเป็นยิ่งนักในบุคคลที่เราพบเห็น ซึ่งเราจะพบเห็นในบุคคลผู้นี้ผู้ซึ่งเป็นถึงพระเจ้าแผ่นดิน ความกระตือรือร้นต่างหากที่เราจะพบจากพระองค์ เมื่อทรงติดตามเรื่องใด ๆ ก็ทรงตามแทบทุกปี เมื่อพระองค์ยังมีพระพลานามัยสมบูรณ์จะเสด็จพระราชดำเนินไปตามที่ต่าง ๆ จนเกือบจะไม่มีเวลาประทับที่พระตำหนักจิตรลดารโหฐาน กรุงเทพมหานคร ทรงมีงานวิจัยที่ต้องทรงติดตามอยู่มากทั่วประเทศ ทรงมีโครงการวิจัยและโครงการตามพระราชดำริถึง ๔,๐๐๐ โครงการ ครั้งหนึ่งผู้เขียนเคยตามเสด็จ แต่เราหยุดอยู่เฉย ๆ ถึงครึ่งชั่วโมงขณะที่ท้องร้องเพราะหิวข้าว แล้วต้องออกเดินทางต่อ ภายหลังจึงได้ทราบว่ามีคนกราบบังคมทูลว่าน้ำพุร้อนที่พบนั่นร้อนถึงขนาดต้มไข่สุก แต่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๙ ไม่ทรงเชื่อจึงต้องเสด็จพระราชดำเนินไปทรงต้มไข่ให้สุก นี่คือพระเจ้าแผ่นดินซึ่งทรงใฝ่รู้และใส่พระราชหฤทัย รวมทั้งทรงมุ่งมั่นถึงแม้จะเป็นเรื่องเล็กน้อยก็ตาม

ครั้งหนึ่งเมื่ออยู่ที่สกลนครผู้เขียนไปปฏิบัติงานถวายสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ซึ่งกำลังทรงรอพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ซึ่งเสด็จพระราชดำเนินไปกรุงเทพฯ เรื่องน้ำท่วม ต้องทรงรอให้เสด็จพระราชดำเนินกลับมาถึงเพื่อเสวยพระกระยาหาร พระองค์เสด็จพระราชดำเนินกลับเข้าไป ๒ ชั่วโมงทางกรมชลประทานกราบบังคมทูลว่า ในการนี้จะต้องรอให้ทรงช่วยกำหนดว่าจะทำเขื่อน ณ ที่ใด เพราะพระปรีชาสามารถที่ไม่อาจมีผู้ใดเทียบได้ เมื่อเสด็จพระราชดำเนินมาถึง ปรากฏว่ามีผู้ที่ทำเรื่องน้ำท่วมตามเสด็จมาด้วย ๕-๖ คน รับสั่งว่าเรื่องเขื่อนไม่ต้องห่วง จะทรงดูแลเอง และรับสั่งว่าเรื่องน้ำท่วมกรุงเทพฯ สำคัญกว่า ดังที่กล่าวมาคงจะไม่มีใครอีกแล้วที่จะเหมือนพระองค์ งานของพวกเราทั้งหลายก็เหลืออีกมาก แต่ทรงปิดเป้าไปมากเช่นกัน เช่น เรื่องชาวเขาและการปลูกฝิ่น หลายสิ่งเป็นเรื่องที่เราไม่คิดว่าจะเป็นไปได้ เช่น



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ต.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

สันตต์ โรจนสุนทร

๑๔๓

การแก้ไขดินเปรี้ยว พสกนิกรของพระองค์ได้ล้มต้อ้าปาก ถึงแม้ว่าจะเป็นชาวเขาก็ตาม พระองค์มีรับสั่งว่า งานชาวเขานั้นจะต้อง ๓๐ ปีขึ้นไป เพราะเราจะต้องเปลี่ยนพฤติกรรมของคน ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องทำ และพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงทำได้งดงาม ที่เหลืออยู่อย่างแยบยลคือ ความพอเพียง เพราะนี่คือ สิ่งที่เหมาะสมที่สุดของโลกเรา เพียงแต่เรามักจะไม่รู้ว่าเพียงใดถึงจะพอ

วันดินโลกตรงกับ ๕ ธันวาคม วันคล้ายวันพระราชสมภพของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๙

วันดินโลกนั้นตรงกับวันที่ ๕ ธันวาคม ซึ่งตรงกับวันคล้ายวันพระราชสมภพของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๙ พระองค์ทรงรับการถวายพระเกียรติยศนี้ ทั้งนี้ เพราะพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้ทรงงานเกี่ยวกับดินเพื่อพสกนิกรของพระองค์

เมื่อเริ่มต้นเรื่องดินซึ่งพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงปฏิบัติพระราชกรณียกิจ ได้ปรากฏแก่สายตาชาวต่างประเทศอย่างแท้จริง เมื่อได้มีการประชุมของสหพันธ์วิทยาศาสตร์ทางดินนานาชาติ ในประเทศไทยเป็นครั้งแรกคือ ครั้งที่ ๑๗ เมื่อวันที่ ๑๔-๒๑ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๔๔ (ค.ศ. ๒๐๐๒) การประชุมครั้งนั้นมีชาวต่างชาติเข้าประชุมถึงประมาณ ๑,๐๐๐ คน และชาวไทยประมาณ ๗๐๐ คน และได้มีนิทรรศการที่สำคัญยิ่งเรื่องกิจกรรมทางด้าน “พระราชกรณียกิจที่แสดงถึงการเป็นผู้นำที่มุ่งมั่นและยอมรับการพัฒนาที่ดินอย่างยั่งยืนของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๙ ในประเทศไทย” (His Majesty The King’s Vision Leadership and Commitment on Sustainable Land Development Activities in Thailand) นิทรรศการครั้งนั้น ทำให้คณะกรรมการดินโลกและชาวต่างประเทศรับทราบและรับรู้ถึงพระราชกรณียกิจของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เกี่ยวกับเรื่องดินในประเทศไทย ทางด้านการฟื้นฟูและอนุรักษ์ทรัพยากรทางดินที่เสื่อมโทรม มาตลอดพระชนม์ชีพของพระองค์ หรืออาจถือได้ว่า ทรงงานเพื่อพสกนิกรของพระองค์มากกว่า ๕๐ ปี และในตอนนั้นคณะกรรมการฯ เห็นด้วยกับการที่จะขอให้วันที่ ๕ ธันวาคม ซึ่งตรงกับวันคล้ายวันพระราชสมภพของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เป็น วันดินโลก แต่ไม่มีผู้ใดสานต่อ จากนั้นมีการประชุมดินโลกที่ฟิลาเดลเฟีย สหรัฐอเมริกา ใน พ.ศ. ๒๕๔๘ (ค.ศ. ๒๐๐๕) คณะกรรมการฯ ยังมีความเห็นเหมือนเดิมแต่ไม่มีอะไรเปลี่ยนแปลง

การทรงงานทางด้านดินมาถึง ๕๐ กว่าปี โดยทรงตระหนักว่า ดิน น้ำ ป่าไม้ และคน เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อมและเป็นธรรมชาติที่แยกกันไม่ออก คงต้องยอมรับว่าหากไม่มี ดิน ชาวบ้านจะปลูกพืชไม่ได้เช่นกัน หากไม่มี น้ำ เราจะปลูกพืชไม่ขึ้น และถ้าไม่มีดินทุกอย่างจะไม่มีไปด้วย ดังนั้นการอาศัยซึ่งกันและกันจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น การรอกงามติของพืชต้องอาศัย ปุ๋ย เป็นหลักสำคัญ ธรรมชาติสร้างขึ้นมาเพื่อให้เกิดการอาศัยซึ่งกันและกัน จะเห็นได้ว่าการมีหรือไม่มีเป็นองค์รวมที่เป็นส่วนสำคัญของธรรมชาติ การมีป่าไม้

เป็นส่วนสำคัญในการรักษาความชุ่มชื้นให้คงอยู่ในดิน ปรกติเราจะยอมรับว่าเราควรมีป่าไม้ประมาณร้อยละ ๔๐-๕๐ เพื่อรักษาความชุ่มชื้นให้คงอยู่ตลอดไป **คน** เป็นสิ่งที่มาหลังสุด และเอาเปรียบที่สุด ฉลาดใช้แต่ไม่ฉลาดแก้ไข เมื่อคนเข้ามาจะทำให้ธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไป และทำให้เกิดความไม่พอเพียงขึ้น คนเข้ามาทำมาหากินเปลี่ยนแปลงสมดุลของธรรมชาติทำให้เกิดความไม่พอดีขึ้น ซึ่งต้องใช้เวลาในการแก้ไขพอสมควร เมื่อคนเป็นประชากรของพระองค์ พระองค์จึงต้องทรงตามแก้ ซึ่งเป็นเรื่องที่ไม่รู้จัก

ทางประเทศไทยในขณะนั้น ผู้เขียนพยายามนำเรื่องดินโลกเสนอคณะรัฐมนตรีโดยรัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (คุณหญิงสุตารัตน์ เกยุราพันธุ์) แต่สำนักองคมนตรีไม่เห็นด้วย จึงต้องระงับเรื่องไว้อีกครั้งหนึ่ง ใน พ.ศ. ๒๕๕๓ (ค.ศ. ๒๐๑๐) มีการประชุมดินโลกที่กรุงบรัสเซล ประเทศออสเตรีย ผู้เขียนในฐานะนายกสมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทยซึ่งเป็นสมาชิกของสมาพันธ์ดินโลก จึงขอให้ศาสตราจารย์ ดร.เอิบ เขียววีระมณ อธิการประธานสมาพันธ์ดินโลกเข้าร่วมประชุมด้วย และขอให้สมาพันธ์พิจารณาเรื่องวันดินโลกอีกครั้งหนึ่ง ในครั้งนี้สมาพันธ์ดินโลกพิจารณาว่าพระราชกรณียกิจนี้สำคัญเนื่องจากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีผลงานเรื่องดินอย่างแท้จริง จึงมีมติให้ทูลเกล้าทูลกระหม่อมถวายเหรียญของสมาพันธ์เป็นครั้งแรกและครั้งเดียว พร้อมทั้งถวายพระราชสมัญญาว่า **“นักวิทยาศาสตร์ดินเพื่อมนุษยธรรม”** รวมทั้งขอให้วันที่ ๕ ธันวาคมเป็น วันดินโลก

ผู้เขียนในฐานะนายกสมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย จึงได้ทำหนังสือขอพระราชทานพระบรมราชวโรกาสเข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาทเพื่อขอพระราชทานทูลเกล้าทูลกระหม่อมถวายเหรียญดังกล่าว แต่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว และขอพระราชทานพระบรมราชานุญาตให้วันที่ ๕ ธันวาคมของทุกปีเป็นวันดินโลก





วารสารราชบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

สันตติ โรจนสุนทร

๑๕๕



ต่อมาอีก ๘ เดือนขณะเมื่อพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เสด็จพระราชดำเนินไปประทับ ณ โรงพยาบาลเป็นระยะ ในที่สุดได้เข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาทเมื่อวันที่ ๑๖ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๕ เวลา ๑๗.๓๐ น. ณ ห้องประชุมสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติ โรงพยาบาลศิริราช

“ดินมีปัญญา ไม่มีคนอยากทำ เราจึงต้องทำ” (กรมพัฒนาที่ดิน, ๒๕๖๐) พระราชดำรัสตอนหนึ่ง แสดงถึงพระราชกรณียกิจซึ่งทรงรับเอามาเป็น พระราชภาระ และปฏิบัติอย่างมุ่งมั่นตลอดพระชนม์ชีพ คงไม่มีใครอีกแล้วที่จะถือพระบรมราชโองการอันเป็นปฐมว่า “เราจะครองแผ่นดินโดยธรรม เพื่อประโยชน์สุขแห่งมหาชนชาวสยาม” เกินกว่าพระองค์



ดินมีปัญหาที่พระองค์มีรับสั่งครั้งนั้น หมายถึง ดินเสื่อมโทรม ทุกรูปแบบโดย คน ที่ดินในประเทศไทยมีอยู่ประมาณ ๗๐ ล้านไร่ มีการปลูกพืชซ้ำ ๆ กัน ทำให้ดินเสื่อมโทรมเพราะการปลูก เช่น ปลูกมันสำปะหลัง และปลูกสับปะรด ซ้ำ ๆ กัน (เช่นที่เขาคินซอนและห้วยทราย) ทั้งนี้ล้วนแต่มีตัวอย่างในศูนย์ศึกษาการพัฒนาฯ ทั้ง ๖ แห่ง ส่วนนาข้าว ถึงแม้จะมีเลนตมจากของเดิม ปัจจุบันก็ต้องใส่ปุ๋ยแล้วหรือถ้าเป็นชาวเขาก็คือการทำไร่เลื่อนลอย หักล้างถางพง เพื่อปลูกฝิ่น เมื่อดินจืดก็ย้ายไปที่อื่นและถางพงใหม่

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พระราชทานแนวพระราชดำริเกี่ยวกับดิน เพราะเป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่งสำหรับการทำมาหาเลี้ยงชีพของพสกนิกร ดินเสื่อมโทรมมีหลายรูปแบบและมีอยู่ทั่วไปทั้งประเทศ เพราะเมื่อมีคนเข้าไปเกี่ยวข้องจะทำให้ดินเสื่อมโทรม

ตัวอย่างโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำรินั้นเป็นส่วนสำคัญยิ่งที่ทำให้เกิดวันดินโลก คือ เรื่องการแก้ไขดินเปรี้ยวหรือ “โครงการแก้ล้างดิน” และเรื่องดินที่สูง หรือ “โครงการปลูกพืชทดแทนฝิ่น” ทางภาคเหนือ

๑. การแก้ไขดินเปรี้ยว หรือ โครงการแก้ล้างดิน

เป็นโครงการแก้ไขปัญหาดินที่เป็นโครงการหนึ่งเดียวในโลกเพราะไม่มีใครทำได้ เริ่มต้นด้วยโครงการ **แก้ล้างดิน** พ.ศ. ๒๕๒๗ (ค.ศ. ๑๙๘๔) พระองค์รับสั่งว่า แก้ล้างเหมือนล้อดินเล่น โดยทำให้เปรี้ยวที่สุด ปลูกพืชไม่ขึ้นแล้วจึงแก้ไขให้มันหายเปรี้ยว ปลูกข้าวได้ ดร.พิสุทธิ์ วิจารณ์สรณ์ เป็นผู้ปฏิบัติ ซึ่งมีความเข้าใจดีแต่ก็มีปัญหาพอสมควร ใช้วิธีสูบน้ำเข้าแล้วปล่อยให้แห้งทำให้เกิดกรดซัลฟิวริกเต็มที่ (pH ๒-๓) ทำอยู่ประมาณ ๔-๕ ปี จึงสัมฤทธิ์ผล คือตอนแรกปลูกข้าวไม่ได้ และต้องการล้างกรดซัลฟิวริกออกหลายครั้ง จึงปลูกข้าวได้ ที่จริงกระบวนการนี้คือวิศวกรรมย้อนรอยนั่นเอง ดร.พิสุทธิ์ วิจารณ์สรณ์ ทำให้สามารถปลูกข้าวได้ ๓๐ ถึงต่อไร่ นอกจากนั้นยังได้รายงานในการประชุมดินโลกเมื่อ พ.ศ. ๒๕๔๕ (ค.ศ. ๒๐๐๒) ซึ่งมีขึ้นในประเทศไทยในขณะนั้น และเป็นต้นกำเนิดของการขอวันที่ ๕ ธันวาคม ซึ่งเป็นวันคล้ายวันพระราชสมภพให้เป็นวันดินโลก ดร.แฮร์รี เอสวอธัน ผู้เชี่ยวชาญ USDA เป็นคนยืนยันเรื่องนี้ว่าเป็นหนึ่งเดียวในโลก และอ้างถึงวิธีแก้ไขซึ่งใช้ระบบนิเวศเป็นหลักใหญ่ในการแก้ไข

ในส่วนของการแก้ไขดินเปรี้ยวซึ่งเกิดขึ้นแล้วในโพรไฟล์ของดิน จะต้องใช้น้ำเป็นตัวสลายความเปรี้ยว โดยชะล้างหลายครั้งจนความเปรี้ยวหมดไป หลังจากที่ทำให้เปรี้ยวถึงที่สุด คือ ปลูกพืช (ข้าว) ไม่ขึ้น หากมีการตรวจโดยวัด pH (pH = ๒-๓) อันที่จริงพระองค์มีรับสั่งกับ ดร.นอร์แมนและผู้เขียนว่า ต้องการพื้นที่เชิงพรุไม่มากเพียงให้ชาวบ้านสามารถปลูกข้าวได้เท่านั้น แต่ปรากฏว่ามีการไล่น้ำออกจากพรุหลายแสนไร่จึงเกิดการแห้งขึ้น ทำให้เกิดการออกซิไดส์ของชั้นสารประกอบกำมะถันซึ่งอยู่ข้างล่างประมาณ



๑ เมตร ทำให้เกิดเป็นกรดกำมะถันรุนแรง การมีเขื่อนที่บางนราจึงมีประโยชน์ ๒ อย่าง คือ กั้นน้ำทะเลและทำให้ไม่เกิดดินเปรี้ยวจัดแบบที่เกิดจากการออกซิไดส์ของกรดกำมะถัน การแก้ไขดินเปรี้ยวของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว จึงเป็นหนึ่งในเรื่องในโลกรื่องนี้ การแก้ไขดินเปรี้ยวด้วยวิธีการแก้ไขโดยให้น้ำท่วมชั้นไฟโรต์ไว้จึงเป็นวิธีที่ถูกต้อง และเป็นการแก้ที่ต้นตออย่างแท้จริง ถ้ามองระบบนิเวศเป็นหลักใหญ่

๒. ดินที่สูง หรือ “โครงการพืชทดแทนผืน”

โครงการหลวงอีกโครงการหนึ่งที่เป็นหนึ่งในโลก ใช้เวลาถึง ๕๐ กว่าปี จึงสำเร็จ เพราะต้องเปลี่ยนวิถีคิดของคนหรือภูมิสังคม คือ ชาวเขา โครงการเกี่ยวข้องกับมูลนิธิโครงการหลวง เป็นการทรงงานบนที่สูง ซึ่งเริ่มต้นด้วยกิจกรรมเล็ก ๆ ตามที่เสด็จพระราชดำเนินไปทรงเยี่ยมชาวเขาในบริเวณต่าง ๆ ทรงเก็บข้อมูลด้วยพระองค์เอง เปรียบเสมือนการประพาสต้นบนดอย ตามที่หม่อมเจ้าภีศเดช รัชนี ทรงนิพนธ์เอาไว้ เมื่อพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงบูรณาการข้อมูลทั้งหมดเข้าด้วยกันทำให้เกิดโครงการที่ไม่เคยมีใครทำมาก่อนเลยในโลก และมีความสำคัญมาก ข้อมูล ๔ ประการ ที่ทรงใช้ในการตัดสินใจพระราชกฤษฎีกา คือ

๑. ทรงทราบว่าชาวเขาได้รับเงินจากการขายฝิ่น ไม่ได้มากไปกว่าการขายท่อนฝิ่นเมืองดิบที่นำไปใช้ต้องเท่าไรนัก

๒. ทรงทราบว่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทดลองใช้ท่อนฝิ่นยุติเสียบบนท่อนฝิ่นเมืองได้ผลผลิตที่ดี ซึ่งน่าจะมาทดลองนำไปขายข้างล่างได้ราคา (ในขณะนั้น)

๓. หากให้ชาวเขาปลูกท่อนฝิ่นซึ่งเหมือนป่ากินได้ จะทำให้ชาวเขาไม่เคลื่อนย้ายหกล้างทางพง เพราะมีผลผลิตเป็นประจำทุกปี ซึ่งจะไม่เป็นการทำลายดินและทำลายป่า และยังมีอาชีพที่ถาวรอีกด้วย ปัญหาของการพังทลายของดินบนที่สูงมีอยู่มากและทั่วไป หากปล่อยให้ชาวเขาทำไร่เลื่อนลอยอยู่

๔. การตั้งศูนย์พัฒนาโครงการหลวงในพื้นที่ทุรกันดาร และมีเจ้าหน้าที่อยู่ประจำเพื่อช่วยเหลือและแนะนำชาวเขา เป็นนวัตกรรมที่สำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในเมื่อขณะนั้นที่สูงภาคเหนือยังมีปัญหาความมั่นคงอยู่มาก

หลังจากการก่อตั้งโครงการหลวงขึ้นเมื่อ พ.ศ. ๒๕๑๒ และเป็นการก่อตั้งโครงการปลูกพืชทดแทนผืนที่สำเร็จในโลก โปรดเกล้าโปรดกระหม่อมให้หม่อมเจ้าภีศเดช รัชนี ทรงเป็นผู้นำในการปฏิบัติ ต่อมาได้เปลี่ยนเป็นมูลนิธิโครงการหลวง ใน พ.ศ. ๒๕๓๕ ปัจจุบันมีศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอยู่ ๓๘ แห่ง ในบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ลำพูน และแม่ฮ่องสอน และมีสินค้าจำหน่ายโดยโครงการหลวงและดอยคำ เป็นตัวอย่างที่สำคัญเกี่ยวกับ “ขาดทุนคือกำไร” ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว



อาหารจากดิน

ด้านอาหารที่เลี้ยงชีวิตไม่ว่าคนหรือสัตว์นั้น พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงผูกโยงเรื่องดินกับอาหารไว้อย่างลงตัว เมื่อโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมให้พระเจ้าหลานเธอ พระองค์เจ้าพัชรกิติยาภาเสด็จแทนพระองค์ไปทรงอ่านพระราชดำรัสในงานฉลองวันดินโลกที่สำนักงานใหญ่สหประชาชาติ เมื่อวันที่ ๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๗ (ค.ศ. ๒๐๑๕) มีพระราชดำรัสไว้อย่างชัดเจนว่า “ปัจจุบันทั่วโลกกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับดิน กล่าวอย่างกว้าง ๆ ได้ว่า มีอยู่ ๒ ประการด้วยกัน ประการแรก ดินที่เคยอุดมสมบูรณ์ได้เสื่อมคุณภาพลง เนื่องจากใช้ไม่ถูกวิธีและบริหารจัดการดินไม่เหมาะสม เช่น การทำเกษตรกรรมโดยขาดการบำรุงดิน การทำไร่เลื่อนลอย โดยตัดโค่นป่าไม้ การเผาหน้าดินเมื่อหมดฤดูปลูก และการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน ซึ่งล้วนแต่ทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงหลายอย่าง คือ ผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำลง ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ระบบนิเวศขาดความสมดุล เกิดมลพิษในสิ่งแวดล้อมและอาจเกิดภัยพิบัติจากดินถล่มหรืออุทกภัย ประการที่ ๒ ดินไม่มีคุณภาพ เป็นดินที่ไม่เหมาะแก่การเพาะปลูก จึงไม่สามารถใช้เป็นพื้นที่การเกษตรได้ ทั้งหมดนี้ส่งผลโดยตรงต่อความมั่นคงทางอาหารของประชากรโลก เพราะมีพื้นที่เพาะปลูกไม่เพียงพอกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัญหาเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ทั้งด้วยการอนุรักษ์ดินที่ดี ปรับปรุงดินที่เสื่อม และด้วยการพัฒนาดินให้มีคุณภาพเหมาะแก่การเพาะปลูก เพื่อเป็นหลักประกันความมั่นคงทางอาหารของมนุษย์และความยั่งยืนของระบบนิเวศได้ตลอดไป”

“การที่องค์การสหประชาชาติได้ประกาศรับรองให้วันที่ ๕ ธันวาคมเป็นวันดินโลก และให้พุทธศักราช ๒๕๕๘ (ค.ศ. ๒๐๑๕) เป็นปีดินสากล นับว่าเป็นนิมิตหมายอย่างสำคัญที่จะกระตุ้นเตือนให้ทุกประเทศตระหนักถึงความสำคัญของดิน ข้าพเจ้าจึงขอแสดงความนิยมยินดีต่อกับองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ตลอดจนท่านทั้งหลายที่ได้ทุ่มเทเสียสละจัดงานนี้ขึ้น หวังว่าความร่วมมือของทุกท่านในวันนี้จะเป็นการเริ่มต้นที่ดีของการแสวงหาแนวทางที่เหมาะสมในการอนุรักษ์ปรับปรุงพัฒนาและการบริหารจัดการทรัพยากรดินอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของมนุษยชาติทั้งปวง ...”

จากพระราชดำรัสดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ทรงห่วงใยโลกที่มีดินเสื่อมโทรมและต้องแก้ไขอย่างเร่งด่วน เพราะประชากรโลกเพิ่มขึ้นทุกวัน และต้องการอาหารที่เพิ่มขึ้น เป็นวิกฤตซึ่งสืบคลานเข้ามาอย่างไม่รู้ตัว ท่ามกลางความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีที่กำลังก้าวหน้าอย่างไม่หยุดยั้ง และจะเป็นความก้าวหน้าแบบ ๔.๐ ดังนั้น การแสวงหาแนวทางที่เหมาะสมในการอนุรักษ์ ปรับปรุงพัฒนา และบริหารจัดการทรัพยากรดินอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของมนุษยชาติทั้งมวล จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องทำด้วยความร่วมมือจากพวกเราท่านทุกคน



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

สันทัด โรจนสุนทร

๑๔๙

อาหารอยู่กับเราตั้งแต่เกิดจนตาย และเมื่อขาดอาหารถึงไม่ตายแต่ก็เลี้ยงไม่โต อันที่จริงพลังอาหารเป็นผู้กำหนดชะตากรรมของทุกชีวิต จะทำให้ทุกคนอยู่ได้ด้วยควมมีชีวิตชีวา มีพัฒนาการมีความสุข มีความหวัง มีโอกาส ทำให้ชีวิตมีคุณค่า และยืนยาว ดังนั้น ชีวิตที่มีกิน คือ สิ่ง que ทุกคนแสวงหา นายธนิษฐ์ เจียรนวนนท์ (พ.ศ. ๒๕๕๖) กล่าวไว้อย่างน่าฟังว่า ผลผลิตทางการเกษตรเปรียบเสมือนน้ำมันบนดิน และมีความสำคัญยิ่งกว่าน้ำมัน เพราะอาหารเป็นแหล่งพลังงานของมนุษย์ ใช้เลี้ยงคนทั้งโลก ในเมื่อน้ำมันเป็นเพียงแหล่งพลังงานของเครื่องจักร ถ้ามนุษย์ไม่ได้ทำเครื่องจักรขึ้นมาใช้งาน น้ำมันจะไม่มี ความหมาย นายธนิษฐ์ เจียรนวนนท์ ย้ำอีกว่า ทำไมจึงมัวไปกตราคาสินค้าเกษตร นับได้ว่าเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง และหลายประเทศไม่เข้าใจจุดนี้ ควรจะมีการปรับราคาให้สูงขึ้นให้คุ้มค่าต่อการลงทุน เพราะเมื่อเกษตรกรมีกำไรแล้วก็จะสามารถพัฒนาตนเองได้จนถึงขั้นเป็น **นักเกษตรแผนใหม่** และเช่นกันว่า **“โรคภัยทั้งหลายเป็นผลมาจากการกินอาหาร”** ถ้าประชาชนมีสุขภาพแข็งแรงแล้ว ประเทศก็จะประหยัดค่าใช้จ่ายด้านการสาธารณสุข ถ้ามีการควบคุมความปลอดภัยของอาหารอย่างเข้มงวดแล้ว ก็ไม่จำเป็นจะต้องมีโรงพยาบาลมากมาย หรือต้องเสียเงินจำนวนมหาศาลไปกับการรักษาพยาบาล โดยได้ให้ข้อสรุปไว้อย่างน่าฟังว่า เกษตรสมัยใหม่คือทางออกทางเดียวของประเทศจีนในเรื่องอาหาร ถ้ารวมจำนวนประชากรของจีน เมื่อ พ.ศ. ๒๕๕๔ จำนวน ๑,๓๔๐ ล้านคน และอินเดียจำนวน ๑,๒๑๐ ล้านคน เป็นจำนวนที่น่าสะพรึงกลัวยิ่ง นั่นคือ **๒,๕๕๐ ล้านคน** เกือบครึ่งหนึ่งของประชากรโลก เมื่อคิดถึงปากท้องที่จะต้องแสวงหาอาหารเป็นตัวเลขที่น่าวิตกทีเดียว ดังนั้น ภาวะไม่มีกินจะเกิดภาวะขาดอาหาร หิวโหย อุดอยาก และแย่งชิงอาหาร **ความมีกิน คือ ความปลอดภัย มีคุณภาพ**

ความมีกิน มีความหมายกว้างขวางมาก แต่จะถูกกำหนดโดยตัวเลือกที่จะทำให้เกิดความพอเหมาะ พอดี ขึ้นมาจากรากฐานที่เป็นความรู้ทางวิชาการที่เรียกว่า **โภชนาการ** ซึ่งหมายถึง อาหารเมื่อกินเข้าไปแล้ว ร่างกายเราสามารถนำเอาสารอาหารนั้น ๆ ไปใช้ประโยชน์ในการสร้างความเจริญเติบโต สร้างพลังงาน สร้างปัญญา ซ่อมแซมอวัยวะต่าง ๆ ที่ชำรุดทรุดโทรมให้กลับเป็นปรกติ การเรียนรู้โภชนาการจะบอกเราว่า “แค่นั้นเหมาะสมที่จะทำให้ร่างกายทำงานได้เป็นปรกติ และแข็งแรง มีภูมิต้านทานโรคปรับตัวได้ตามสภาวะแวดล้อม ต่อสู้เชื้อโรคที่จะมาเบียดเบียนได้” แปลว่า เราต้องกินอาหารให้ครบ ๕ หมู่ ซึ่งประกอบด้วย **คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ วิตามิน และน้ำ** นอกจากจะรู้ว่า เป็นประโยชน์เพียงใด อย่างไรแล้ว ก็ควรจะรู้ด้วยว่ามีความปลอดภัยเพียงใดในการบริโภค นั่นคือ ความปลอดภัยของอาหารเกี่ยวข้องกับสุขภาพ ตลอดจนโรคภัยไข้เจ็บที่บังพวng ซึ่งเกิดจากอาหารที่ไม่ปลอดภัย



ความมีกิน คือ ความมั่นคง

ความมั่นคงด้านอาหารเป็นประเด็นสำคัญของโลก ในแต่ละกลุ่มจะเน้นมากในเรื่องความมั่นคงของอาหาร เช่น ในกลุ่มอาเซียน เน้นในเรื่องของการเสริมสร้างความร่วมมือ เพื่อนำไปสู่ความมั่นคงด้านอาหาร การค้า และการตลาด ความปลอดภัยของอาหาร เป็นเรื่องที่สำคัญอีกเรื่องหนึ่งควบคู่กับความมั่นคง และจะมีความหมายมาก เมื่อความปลอดภัยของอาหารถูกนับรวมเข้ากับความมั่นคงในกระบวนการผลิตอาหาร

พระปรีชาสามารถทางด้านดิน สืบสานพระราชปณิธาน

เหตุที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงได้รับการยกย่องจากทั่วโลก

๑. การทรงงานเรื่องดิน ทำให้ต้องเสด็จพระราชดำเนินไปทั่วประเทศไทยตลอดเวลา นานนับ ๕๐ ปี จากดินนาถึงดินเขา

๒. การสนพระราชหฤทัยเรื่องดิน เพราะเป็นแหล่งทำมาหากินของราษฎรของพระองค์

๓. การเสด็จพระราชดำเนินเยือนพื้นที่เป็นการเก็บข้อมูลที่สำคัญของพระองค์ นอกจากนั้นจะเป็นการวิเคราะห์ว่าจะแก้ไขอย่างไร **วิธีการของพระองค์ต้องง่ายและประชาชนทำได้**

๔. นอกจากงานที่เป็นเรื่องของรัฐบาลที่จะต้องช่วยเพราะเป็นหน้าที่ พระองค์ทรงเป็นแรงกระตุ้นที่สำคัญในเรื่องของความร่วมมือของภาครัฐและภาคเอกชนที่จะช่วยทำให้มันเกิดขึ้น

๕. **ความต่อเนื่อง** เป็นเรื่องสำคัญ เมื่อทำโครงการวิจัยจะทรงติดตามเรื่องดังกล่าวทุกปี

๖. การสร้างความนิยมในหลายด้านล้วนเป็นของใหม่ที่ชาวบ้านไม่ทราบมาก่อน

๖.๑ เช่น **วิธีการสร้างหน้าดิน** เพื่อให้ต้นไม้โตและเก็บความชุ่มชื้นไว้ได้

๖.๒ **การใช้หญ้าแฝก** ให้เป็นกิจกรรมอนุรักษ์และจัดการดิน ป้องกันการกร่อนของดิน

ได้อย่างดี

๖.๓ **การปลูกป่าโดยไม่ต้องปลูก** เมื่อทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง พืชจะขึ้นเองตามความ

เหมาะสม

๖.๔ **การสร้างป่า ๓ อย่าง และมีประโยชน์ ๔ อย่าง** คือให้ชาวบ้านปลูกป่าเพื่อใช้งานในการก่อสร้างและทำฟืน รวมทั้งทำป่าไม้ผล ชาวบ้านจะไม่แะต้องป่าที่มีอยู่เดิม เพราะพวกเขาสมประโยชน์ตัวเองแล้ว



๖.๕ ที่เราคิดว่าสำคัญก็คือ “การปลูกป่าในใจคนแล้วคนเหล่านั้นก็จะพากันปลูกต้นไม้ลงบนแผ่นดินและรักษาต้นไม้ด้วยตนเอง” นี่เป็นวิธีคิดที่สำคัญ เมื่อเราทำให้เขาเข้าใจความสำคัญของป่า ถ้าเราทำให้ทราบว่าการปลูกป่ามีความสำคัญแก่พื้นที่อย่างไร ผู้ที่อยู่ในพื้นที่ได้แก่ชาวเขาทั้งหลายก็จะทำตาม ถ้าเขาเห็นว่าสิ่งนี้ดีและควรทำ

๗. พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงปฏิบัติตนเหมือนประชาชนธรรมดาคนหนึ่ง ทำให้ประชาชนเข้าถึงเมื่อเสด็จพระราชดำเนินไปทุกที่ ทรงเป็นกันเอง ทำให้พสกนิกรได้กราบบังคมทูลความทุกข์ยากจริง ๆ ว่าเขามีปัญหาอะไร ทรงสนทนาเรื่องปัญหากับชาวบ้านเหมือนทรงเป็นชาวบ้านคนหนึ่ง บุตรสาวอดีตโต๊ะอิหม่ามแห่งบ้านห้วยทรายกล่าวว่า “จริง ๆ แล้วในหลวงท่านไม่ต้องทำก็ได้ พวกเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียง ท่านอยู่สบาย ๆ ก็ได้ พระองค์ท่านก็ยังมาเหนื่อย มาทดลองทำ พอทำได้แล้วมันเหนื่อย เราก็นึกในหลวงพระองค์ท่านคงทรงเหน็ดเหนื่อยมากเลย ไหนจะต้องไปเยือนราษฎร ไปให้กำลังใจราษฎรในที่ต่าง ๆ และก็ต้องทำให้ดูเป็นตัวอย่างอย่างเข้าใจ แล้วพระองค์ก็ทรงมานะทำ ทำ ทำ จนเห็นผล” (มัณฺเณนาคอนุเคราะห์, ศูนย์การศึกษาพัฒนาห้วยทราย ๒๔๙๓; สันตติ โรจนสุนทร และคณะ, ๒๕๕๕)

ในการเสด็จพระราชดำเนินไปตามพื้นที่ต่าง ๆ เช่น บริเวณดินเสื่อมโทรมเขาทอง เขาบ่อชิง จังหวัดราชบุรี จะมีพระราชดำริชัดเจนว่า

๑. แปลงทดลองแก้ปัญหาดินเสื่อมโทรม ให้จัดพื้นที่เพื่อ

๑.๑ สาธิตสภาพดินเสื่อมโทรมเดิมก่อนแก้ไข

๑.๒ สาธิตสภาพดินเสื่อมโทรมหลังการแก้ไข เพื่อใช้เปรียบเทียบและเป็นสถานที่ดูงาน

๒. แก้ไขดินเสื่อมโทรมโดยธรรมชาติ

๒.๑ ปลูกหญ้าแฝกเพื่อให้ดินดานแตกตัวจะให้น้ำซึมผ่านไป

๒.๒ ปลูกหญ้าแฝกควบคู่กับต้นไม้ ต้นไม้จะเติบโตในดินดานได้ ส่วนหญ้าแฝกจะให้น้ำและช่วยตรึงไนโตรเจน

๒.๓ ควรปลูกต้นไม้หลายชนิดเพื่อเปรียบเทียบ

๓. ถ้าแก้ไขดินดานได้แล้วก็ควรดำเนินการต่อเนื่องและใช้ในการเกษตรต่อไป เพราะเป็นวิธีการทางธรรมชาติที่ค่าใช้จ่ายน้อย ชาวบ้านทำได้

ปัญหาดินเสื่อมโทรมไม่ได้แก้ไขง่าย ๆ เพราะเป็นดินดานย่อมไม่มีอาหารและแข็ง ดังนั้นอาจต้องสร้างของดีซ้อนบนของเลว คือสร้างดินผิวขึ้นมาใหม่ น้ำฝนจะชะไปมา แต่เมื่อติดหญ้าแฝกแล้วนี่คือการเกิดผิวดินขึ้นมาใหม่ จึงจะเป็นดิน



สิ่งเหล่านี้เป็นความรู้จากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ซึ่งมีความชัดเจนพอสมควร การศึกษาระบบนิเวศจึงมีความหมายมากในสภาพดินแล้ว และเป็นการสร้างของดีซ้อนบนของเลว พระองค์มีพระราชดำริว่า **ต้องมีดินซึ่งต้องมีความชุ่มชื้นเสียก่อน พืชจึงจะขึ้นได้**

ระบบนิเวศบวกเข้ากับความชุ่มชื้นต่างหากที่จะทำให้ดินดีขึ้น ในช่วง ๕๐ กว่าปี ทรงตระหนักถึงความสำคัญในจุดนี้ จึงมีความจำเป็นที่จะเอื้อชีวิตของต้นไม้เป็นสำคัญ ดังนั้น การเอื้อของ **ดิน-น้ำ-ป่าไม้ และคน** จึงเป็นสิ่งที่ผูกพันกันอย่างลึกซึ้งมากกว่าที่คิด

ดินเสื่อมโทรม

เหตุที่รวมเรียกว่า ดินเสื่อมโทรม เพื่อจะได้รู้ว่าใช้ปลูกพืชไม่ได้หรือไม่ค่อยจะได้ อาจจะเป็นดินเสื่อมโทรมทางธรรมชาติ แต่ส่วนใหญ่เราจะพบว่าเป็นเรื่องของดินที่ถูกมนุษย์ทำให้เสื่อมเพราะรู้เท่าไม่ถึงการณ์ หรือไม่เอาใจใส่ทำให้ดินพวกนี้ปลูกพืชไม่ได้ เช่น ไม้มีน้ำ หรือไม่มีหน้าดิน หรืออาจมีลูกรังหรือदानในโพรโพล์ ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ มีปริมาณการชะล้างพังทลายสูง ส่วนใหญ่ใช้ปลูกพืชพันธุ์เดิมซ้ำ ๆ ไม้ใส่ปุ๋ยหรือใส่มากเกินไป

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวมีพระราชปณิธานแน่วแน่ว่าดินเสื่อมโทรมเหล่านี้แก้ไขได้ถ้าให้เวลา และมีโอกาสในการสร้างหน้าดิน ทำให้พืชสามารถขึ้นได้ นั่นคือ ทำให้ดินชุ่มชื้นพอควร พืชจะมีโอกาสเติบโตหรืองอกได้

ตัวอย่างความเสื่อมโทรมที่เกิดอยู่ที่เขาชะงุ้มอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลเขาชะงุ้ม จังหวัดราชบุรี พื้นที่จะเป็นลูกคลื่นลอนลาด พืชพรรณเป็นป่าเต็งรังรุ่น ๒ ไม้ใหญ่ถูกทำลายหมด ดินเป็นดินตื้นเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายผสมกรวดลูกรัง มีการชะล้างพังทลายจนหน้าดินสูญไป มีการขุดลูกรังไปขายเป็นหลุมใหญ่ ๆ ไม่เหมาะแก่การเกษตร ฤดูแล้งยาวนาน แนวพระราชดำริ คือ ในพื้นที่แห้งแล้ง การสร้างความชุ่มชื้นให้กับดินเป็นเรื่องสำคัญ เมื่อน้ำก็ปลูกป่าไม้ได้ กรมพัฒนาที่ดิน มีหน้าที่หลักในการปรับปรุงคือทำบ่อลูกรังให้เป็นบ่อน้ำเพื่อประโยชน์ในการปลูกพืช ใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยอินทรีย์ มีการปลูกหญ้าแฝกมาช่วยป้องกันการพังทลายของดิน ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกหญ้าแฝกเป็นแนวกันดิน ใช้วิธีปลูกหญ้าแฝกให้มีระยะห่าง ๕ เซนติเมตร เพื่อเก็บตะกอนที่มากับน้ำไว้ รวมทั้งการปลูกเป็นรูปตัว V เพื่อช่วยรักษาความชุ่มชื้นรวมทั้งการเจาะและใส่ดินตลงในหลุม เขาชะงุ้มมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ มีสัตว์ เช่น กระต่ายป่า นก ไก่ป่า เพิ่มขึ้น มีพันธุ์ไม้ยืนต้น ได้แก่ สะเดา ชี้เหล็กยักษ์ สีเสียด ถือว่าเป็นการสร้างระบบนิเวศให้ใหม่ ได้พระราชทานพระราชดำริตลอดเวลาเป็นระยะ และดินลูกรังก็สามารถใช้ในการปลูกพืชเศรษฐกิจได้ ถึงแม้ผลผลิตจะอยู่ในเกณฑ์ต่ำ



ดินเค็ม

ในประเทศไทยดินเค็มมีอยู่ ๒ ประเภท คือ

๑. **ดินเค็มชายทะเล** สภาพแบบนี้เป็นดินเค็มจากน้ำทะเลเป็นหลัก ถ้ามีน้ำจืดก็สามารถชะล้างเกลือออกไปได้ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงรู้จักดินเค็มที่เขาเต่า โดยทรงทราบว่ามีส่วนของดินเค็มจากน้ำทะเลในส่วนบนและดินโซดิก (sodic soil) ในส่วนล่างพระองค์ทรงเปลี่ยนอ่างเก็บน้ำให้มาอยู่ในเขตดินโซดิก (sodic soil) ส่วนชาวบ้านให้ไปหาที่ทำนาเหนืออ่างเก็บน้ำเขาเต่า โดยสูบน้ำขึ้นไป เพราะพระองค์ทรงทราบเรื่องดินจาก ดร.นอร์แมน ตั้งแต่นั้นมา (พ.ศ. ๒๕๐๖) ก็ทรงตระหนักถึงความสำคัญของดินซึ่งจะมีชนิดของดินแตกต่างออกไปในที่ต่าง ๆ

๒. **ดินเค็มจากเกลือสินเธาว์** เป็นดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดินเค็มแบบนี้มีปัญหาในการระบายหรือชะล้างโดยน้ำ เพราะดินเค็มแบบนี้จะเกิดในที่ต่ำ การระบายลำบาก จะพบในแอ่งเป็นส่วนใหญ่ เป็นเพราะในอดีตภาคอีสานเคยเป็นทะเลมาก่อน จึงทำให้มีการสะสมของเกลือรวมทั้งโพแทชซึ่งมีอยู่มากในภาคอีสาน การปลูกพืชเหมาะกับดินเค็มจึงเป็นสิ่งที่เหมาะสมที่สุด ผัก เช่น มะเขือเทศ หน่อไม้ ฝรั่ง ผักโขม ข้าวพันธุ์ขาวหอมมะลิ ๑๐๕ ไม้ผล เช่น ละมุด ฝรั่ง มะพร้าว ซึ่งจะทนเค็มได้

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

เป็นศูนย์การพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมให้ตั้งขึ้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาเรื่องดิน โดยกระบวนการบูรณาการในภาคต่าง ๆ แต่ละศูนย์จะมีการวิจัยภาครัฐและเอกชนที่จะต้องทำงานในการแก้ไขปัญหาร่วมกัน จึงเป็นศูนย์เบ็ดเสร็จที่มีวิธีการแก้ไขอยู่พร้อมมูล ทรงหวังว่าถ้าชาวบ้านมาดูแลแล้วจะนำกลับไปทำด้วยตนเองได้ ถือว่าเป็นความสำเร็จทางด้านการพัฒนาอย่างชัดเจน เป็นศูนย์การพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำรินี้ทั้งหมด ๖ ศูนย์ อยู่ที่ภาคเหนือ ๑ ศูนย์ ภาคกลาง ๓ ศูนย์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑ ศูนย์ และภาคใต้มี ๑ ศูนย์ เป็นศูนย์ที่เปิดให้ทุกคนสามารถมาดูว่าทำอะไรกัน คล้าย ๆ พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติที่มีชีวิต ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริทั้ง ๖ ศูนย์ ได้แก่

๑. ภาคเหนือ : ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ที่นี่เมื่อเสด็จพระราชดำเนินผ่านโดยเครื่องบิน ได้ทอดพระเนตรการทำไร่เลื่อนลอยของชาวเขาเผ่าต่าง ๆ มีพระราชดำริเกี่ยวกับการปลูกป่าอย่างต่อเนื่องความว่า “การปลูกป่าทดแทนจะต้องรีบปลูกต้นไม้คลุมร่องน้ำเสียก่อน เพื่อให้ความชุ่มชื้นแผ่ขยายออกไป ทำให้มีปริมาณน้ำในดินเพิ่มขึ้น”



การปลูกป่าทดแทนตามไหล่เขา จะต้องปลูกต้นไม้หลายชนิดให้ได้ประโยชน์เนกประสงค์ คือ มีทั้งไม้ผล ไม้สำหรับก่อสร้าง และไม้สำหรับทำฟืนซึ่งราษฎรต้องใช้เป็นประจำ และเมื่อตัดไปแล้วก็ปลูกทดแทนเพื่อหมุนเวียนพื้นที่ “ควรปลูกต้นไม้คลุมดินบริเวณต้นน้ำก่อน ขณะเดียวกันก็สร้างเขื่อนเล็ก ๆ กันร่องน้ำ เพื่อให้เกิดเป็นอ่างเก็บน้ำย่อย ๆ สำหรับให้ความชุ่มชื้นในบริเวณนั้น ซึ่งเป็นการให้ความชุ่มชื้นซึ่งกันและกัน”

เพื่อให้เป็นต้นแบบสำหรับลุ่มน้ำหรือการจัดการต้นน้ำลำธารสำหรับที่สูง ในพื้นที่ป่าแม่กวาง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงวิเคราะห์ว่า “ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ มี หิน กรวด แห้งแล้ง ต้นเหตุของปัญหา มีการตัดป่า ในฤดูฝนจะมีการชะล้างเนื่องจากน้ำเซาะจนเหลือแต่หินและกรวด” ในการพัฒนาระยะแรกนั้นได้พระราชทานพระราชดำริว่า

ก) ส่วนล่างของพื้นที่มีอ่างเก็บน้ำห้วยฮ่องไคร้ นอกจากนั้นร่องห้วยต่าง ๆ แห้งหมด ต้องสร้างอ่างเก็บน้ำ และฝาย เพื่อคืนความชุ่มชื้นให้แก่พื้นที่ และพัฒนาคุณภาพของดิน

ข) ผันน้ำจากห้วยน้ำแม่สาย และปล่อยน้ำมาเก็บไว้ในอ่างน้ำเล็ก ๆ ที่ได้สร้างลดหลั่นลงมาจากยอดของพื้นที่จนถึงอ่างเก็บน้ำห้วยฮ่องไคร้ นอกจากนี้ได้สร้างฝายชะลอน้ำ (check dam) ไปในร่องห้วยเล็ก ๆ และได้ผันจากอ่างเล็ก ๆ ลงไปในส่วนห้วยน้ำเล็กนั้น เมื่อระบบน้ำเริ่มทำงานต้นไม้ที่ถูกทำลายก็ค่อย ๆ ฟื้นตัวขึ้น จนเป็นป่าสมบูรณ์โดยไม่ต้องปลูกมากนัก ส่วนที่มีความลาดชันน้อย และใกล้อ่างเก็บน้ำห้วยฮ่องไคร้ก็สามารถปลูกพืชไร่ ในอ่างเก็บน้ำห้วยฮ่องไคร้ก็สามารถเลี้ยงปลาได้ การสร้างระบบน้ำกระทำระหว่าง พ.ศ. ๒๕๒๗-๒๕๓๒ (ค.ศ. ๑๙๘๔-๑๙๘๙)

ค) เมื่อมีระบบน้ำแล้วจึงแบ่งพื้นที่ทั้งหมดเป็นเขต ๆ

๑. ในที่สูงและที่ที่เคยเป็นป่าสมบูรณ์ โดยส่งเสริมให้ปลูกป่าไม้แบ่งเป็นเขต ๆ

๑.๑ ส่วนที่มีน้ำจากระบบตลอดเวลา [ฝายชะลอน้ำ (check dam) และเหมืองที่มีน้ำหล่อเลี้ยง]

๑.๒ ส่วนที่มีห้วยแห้ง แต่รับน้ำเป็นครั้งคราว [มีฝายชะลอน้ำ (check dam) ที่รับน้ำฝน หรือจากระบบเป็นครั้งคราว]

๑.๓ ส่วนที่มีห้วยแห้ง ที่รับน้ำตามธรรมชาติ [มีฝายชะลอน้ำ (check dam) ที่รับน้ำฝน]

๑.๔ ส่วนที่มีห้วยแห้ง ที่รับน้ำตามธรรมชาติ [ไม่มีฝายชะลอน้ำ (check dam) ที่รับน้ำฝน]

ใน ๔ กรณีนี้ ให้มีการปลูกต้นไม้เสริมบ้าง ไม่ปลูกเสริมบ้าง



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ต.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

สันตต์ โรจนสุนทร

๑๕๕

๒. ทำการฟื้นฟูดิน ซึ่งส่วนมากเป็นหิน กรวด ทราย และดินลูกรัง ให้สามารถทำเป็นทุ่งหญ้าสำหรับปศุสัตว์บ้าง ปลูกพืชไร่บ้าง พืชสวนบ้าง

๓. ที่ใกล้อ่างเก็บน้ำห้วยฮ่องไคร้ ให้ทำนาข้าว

๔. ที่ในอ่างเก็บน้ำห้วยฮ่องไคร้ให้เลี้ยงปลา โดยตั้งเป็นกลุ่มหรือสหกรณ์ การประมวลข้อมูลหลังจากดำเนินการประมาณ ๕ ปี ก็เริ่มเห็นผลของการปฏิบัติ หลังจาก ๑๐ ปี ก็ได้เห็นผลของการปฏิบัติชัดเจนขึ้น การอนุรักษ์ดินโดยใช้น้ำ และหญ้าแฝกควบคู่กัน จะสามารถทำให้พื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์เต็มที่

จากพระราชดำริที่พระราชทาน ได้นำไปปฏิบัติจนสามารถทำให้เป็นพื้นที่เขียวชอุ่ม มีแหล่งน้ำสมบูรณ์ พื้นที่ในหุบเขาที่มีความลาดชันไม่มากนัก (น้อยกว่าร้อยละ ๑๐) ได้พัฒนาให้เป็นที่ปลูกพืชเกษตรในรูปต่าง ๆ เช่น วนเกษตร พืชผัก อาหารสัตว์ สวนสมุนไพร แต่เนื่องจากพื้นที่เป็นแหล่งที่มีการชะล้างพังทลายของดิน จึงควรให้อินทรีย์วัตถุในรูปต่าง ๆ รวมทั้งปลูกพืชตระกูลถั่วสลับ ตลอดจนมีการปลูกแฝกเป็นแนวขวางความลาดชันในพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมด

๒. ภาคกลาง (ฝั่งตะวันออก) : ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ
ที่มีดินเสื่อมโทรมที่ปลูกมันสำปะหลังมาอย่างต่อเนื่องหลายปี ทำให้ดินมีลักษณะเป็นดินทราย ปลูกพืชไม่ค่อยขึ้น ราษฎรจึงนำมาน้อมเกล้าฯ น้อมกระหม่อมถวาย เพื่อหวังว่าพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ จะทรงช่วยพัฒนา ซึ่งมีพระราชดำรัสว่า หากจะสร้างสถานศึกษาทางการเกษตรจะเอาไหม ราษฎรตอบตกลง จึงมีพระราชกระแสว่า “ถ้าบอกว่าดินไม่ดี ไม่ช่วย ไม่ทำ สำหรับประเทศไทยทั่วประเทศ จะกลายเป็นทะเลทรายหมด” (สันตต์ โรจนสุนทร และคณะ, ๒๕๕๕)

การปรับปรุงฟื้นฟูดินเสื่อมโทรมในที่นี้จึงเกิดขึ้นในเอกสารที่พระราชทานแก่สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.) ทรงบันทึกว่า “เป็นดินทรายมีแร่ธาตุน้อย ในร่องห้วยพอใช้ได้แต่ในที่ดอนจะเป็นทราย ดินดานและหิน ต้องปลูกหญ้าแฝกตามแนวระดับเพื่อยึดดินและให้เติมปุ๋ยอินทรีย์ ปลูกต้นไม้ขนาดชนิดเพื่อยึดดินเมื่อมีฝน และรักษาความชุ่มชื้น” (สันตต์ โรจนสุนทร และคณะ, ๒๕๕๕)

ก่อนจะทำการสิ่งใดพระองค์ทรงแนะนำให้หาแหล่งน้ำ ก่อนอื่นได้สร้างเขื่อนกั้นน้ำห้วยเจ๊ก ซึ่งมีน้ำซับต่อนั้น สร้างอ่างห้วยสำโรงเหนือและห้วยสำโรงใต้ เริ่มพัฒนาที่ดินโดยมีพระราชดำรัสว่า “เมื่อพัฒนาน้ำขึ้นมาบ้างแล้วก็เริ่มปลูกพืชไร่และเลี้ยงปลาในที่ลุ่ม ส่วนที่อยู่บนเนินเลี้ยงปศุสัตว์ ปลูกหญ้าและต้นไม้ซึ่งจะทำให้ดินมีคุณภาพดีขึ้น กรรมวิธีอาจจะใช้เวลาจะสามารถเปลี่ยนจากกระบวนการที่ไปทางเสื่อมมาเป็นการพัฒนาให้เป็นพื้นที่สมบูรณ์”



พื้นที่ไม่น้อยกว่า ๑,๕๐๐ ไร่ ได้รับการฟื้นฟู ปรับปรุง และพัฒนากลับมาเป็นพื้นที่สีเขียว ประกอบด้วยพื้นที่ปลูกป่าทดแทน พื้นที่ปลูกพืชไร่ ไม้ผล พืชผักและแปลงสาธิตการเกษตรทฤษฎีใหม่ ตลอดจนมีอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้นมาอีกเป็นจำนวน ๙ แห่ง ยิ่งไปกว่านั้น มีการปลูกแฝกบริเวณขอบอ่างและพื้นที่ลาดชันเพื่อป้องกันการกร่อนของดิน คิดเป็นระยะทางของแนวแฝกไม่น้อยกว่า ๑๐๐ กิโลเมตร ทำให้พื้นที่เขาหินซ้อนกลับมาอุดมสมบูรณ์เมื่อวันที่ ๒๓ เมษายน พ.ศ. ๒๕๔๐ มีพระราชดำรัสว่า “ที่เขหินซ้อนหลายฝ่ายช่วยกันใช้เวลา ๑๕ ปี ที่นี้ จึงเป็นแม่แบบช่วยชาวบ้านได้ ที่อื่นเลยทำง่ายขึ้น ต้องอดทนแล้วเป็นไงก็ได้ประโยชน์ ชาวบ้านมีความสุขเราก็อ่ซุซ ที่นี้ปลูกมันสำปะหลังยังไม่ขึ้นเลยเต็ยวันนี้ดีขึ้น แต่ก็เย็นสบายดีเปลี่ยนแปลงไปมาก” (กรมพัฒนาที่ดิน, ๒๕๖๐)

ในเอกสารที่พระองค์พระราชทานแก่สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) ของดินที่ศูนย์การพัฒนาเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม ทรงขอไว้ว่าอย่างผู้รู้ในการวิเคราะห์อย่างแท้จริง คือ “ที่ดินที่อยู่ในร่องห้วยมีคุณภาพพอใช้ได้ ไม่มีปัญหามากนัก ใช้อยู่ตามปกติ ที่บนเนินปรากฏว่าเป็นทรายจัด ดินดานและหิน ต้องปลูกหญ้าแฝกตามแนวระดับเพื่อยึดดินและให้เกิดปุ๋ยอินทรีย์ ดินทรายมีแร่ธาตุน้อย ที่ไม่ปลูกหญ้าแฝกถูกชะล้างเมื่อฝนตก ปลูกต้นไม้ นานาชนิดเพื่อรักษาความชื้น (ก่อนนั้นได้สร้างเขื่อนกั้นห้วยเจ๊กซึ่งมีน้ำขับ) ต่อจากนั้นได้สร้างอ่างเก็บน้ำเพิ่ม ซึ่งอยู่นอกเขตคืออ่างห้วยสำโรงเหนือและอ่างห้วยสำโรงใต้”

พระราชดำรัสข้างต้น นอกจากจะแสดงให้เห็นถึงพระปรีชาสามารถและความใส่พระราชหฤทัยแล้ว ยังเป็นพระราชดำรัสที่เปี่ยมไปด้วยพระมหากรุณาธิคุณ ก่อนความสำเร็จในการพัฒนาและปรับปรุงดินของพระองค์ที่ประจักษ์แก่สายตาของชาวโลกแล้ว ยังทรงอยู่ในหัวใจของนักวิชาการด้านดินที่ได้มีโอกาสปฏิบัติงานถวาย ทุกคนเห็นพ้องต้องกันว่าพระองค์คือพระบิดาแห่งดินอย่างแท้จริง

๓. ภาคกลาง (ริมฝั่งทะเล) : ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ที่นี่เป็นแหล่งกำเนิดของสัตว์น้ำทะเลแทบจะทุกประเภท ซึ่งถือว่าเป็นพื้นที่ป่าชายเลนมีกุ้ง หอยปูปลาและสิ่งที่มีชีวิตในทะเล พื้นที่ของศูนย์ฯ นี้อยู่อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี เมื่อป่าโกงกางถูกทำลายไป จะทำให้จำนวนปลาที่จับได้ลดลงมาก และยังทำให้น้ำทะเลเข้าไปถึงบริเวณเกษตรกรรมซึ่งอยู่ใกล้ชายฝั่ง พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงพบว่าพื้นที่ชายฝั่งคือดินเพื่อชีวิต ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนฯ ทำการศึกษาโดยเน้นการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมเป็นหลักสำคัญ ศึกษาปัญหาและเน้นการสร้างกลับคืนของพื้นที่ป่าชายเลน ซึ่งมีความสำคัญมากกับชีวิตสัตว์และพืชในบริเวณป่าชายเลน ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนฯ จึงเป็นตัวแทนของการดูแลป่าชายเลนทุกบริเวณ อาชีพของชาวประมงจึงขึ้นอยู่กับจำนวนของกุ้งหอยปูปลาที่จับได้ ทรงพบว่าเมื่อป่าชายเลนหรือป่าโกงกางถูกทำลายไป จำนวนปลาในทะเลที่จับได้ลดลงมาก



๔. ภาคกลาง (ฝั่งตะวันตก) : ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ
ผืนป่าห้วยทรายอยู่ที่อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี เดิมเป็นป่าอุดมสมบูรณ์มีสัตว์ป่าจำนวนมากที่อาศัยอยู่โดยเฉพาะ “เนื้อทราย” ซึ่งเป็นที่มาของชื่อผืนป่าแห่งนี้

พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๖ ทรงประกาศให้ผืนป่าห้วยทรายเป็นเขตพระราชานิเวศน์มฤคทายวัน และห้ามทำอันตรายสัตว์ในพื้นที่ห้วยทราย หลังจากนั้นไม่นาน ราษฎรได้บุกรุกเข้ามาทำมาหากินแผ้วถางป่าทำการเกษตรเชิงเดี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลูกสับปะรดต่อเนื่องกันจนทำให้ผืนป่าที่เคยอุดมสมบูรณ์เสื่อมลงอย่างสิ้นเชิง ผนวกกับการชะล้างหน้าดินอย่างรุนแรง เกิดการเสื่อมโทรมเป็นทวีคูณ

เมื่อพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเสด็จพระราชดำเนินแปรพระราชฐานไปประทับที่วังไกลกังวลเป็นประจำแทบทุกปี และทรงทราบปัญหาเกี่ยวกับดินในบริเวณหัวหินและพื้นที่ใกล้เคียงเป็นประจำ ซึ่งเป็นที่มาของโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริหลายพันโครงการ และประกาศตั้งศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยพระราชทานเอกสารแก่สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.) ความว่าศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย “ดินทราย แร่ธาตุน้อย มีดินดาน” และพระราชทานคำอธิบายว่า “ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายเดิมเป็นป่าโปร่งคนไปตัดต้นไม้เป็นพื้นที่สำหรับเผาถ่าน ต่อจากนั้นมีการปลูกพืชไร่และสับปะรดจนดินจืดกลายเป็นทรายถูกลมและน้ำชะล้างไปหมดจนเหลือแต่ดินดานซึ่งเป็นดินที่แข็งตัวเมื่อถูกอากาศดินขาดแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์และหากปล่อยทิ้งไว้จะกลายเป็นทะเลทรายในที่สุด”

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายมีพื้นที่ ๔๒,๒๔๐ ไร่ อยู่ในเขตอับฝน (ฝนตกเฉลี่ย ๖๐๐ มิลลิเมตรต่อปี) สภาพดินส่วนใหญ่เป็นดินทรายตอนบนดินดอน ตอนล่างเป็นดินดานหรืออาจพบชั้นหินซึ่งเป็นหินอัคนีหรือพบชั้นดินลูกรังที่จับตัวกันแน่นเป็นแผ่นศิลาแลง พระองค์รับสั่งว่าเป็นแม่รัง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ หลายพื้นที่มีปัญหาเรื่องการกร่อนของหน้าดิน และบางบริเวณคล้ายแพะเมืองผีของจังหวัดแพร่ด้วยเป็นเขตอับฝน การพัฒนาแหล่งน้ำเป็นเรื่องหลักในระยะต้น มีพระราชดำริให้จัดทำขึ้นคือสร้างอ่างเก็บน้ำใหญ่ ๔ แห่ง และขุดลอกลำห้วยต่าง ๆ จากนั้นได้มีพระราชดำริ โดยอาศัยหลักการทางธรรมชาติที่แยบยลเรียบง่ายและประหยัดแต่ได้ผล “คือทิ้งป่านั่นไว้ ๕ ปีตรงนั้นไม่ตัดไม่ทำอะไรเลยป่าเจริญเติบโตเป็นป่าอุดมสมบูรณ์โดยไม่ต้องปลูกสักต้นเดียวนี่คือการปลูกป่านั่นสำคัญอยู่ที่ปล่อยให้เขาขึ้นเอง การอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่าให้เร่งขยายพันธุ์สัตว์ป่าโดยเฉพาะเนื้อทรายซึ่งเป็นสัตว์พื้นเมืองดั้งเดิมให้สามารถนำไปปล่อยให้ใช้ชีวิตกลับคืนสู่สภาพป่าดั้งเดิมต่อไป”

“เนื่องจากมีราษฎรบุกรุกเข้าไปทำมาหากินมาก ถ้าให้เขาออกไปก็ไปบุกรุกที่อื่นอีก จึงสมควรให้เขาอยู่ที่เดิมจัดระเบียบเสียใหม่ให้เขามีความรู้ขึ้น แล้วแต่เขาถนัดปลูกพืชหรือเลี้ยงสัตว์



ต้องรวมกันทำงานบูรณาการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและเรื่องนี้รัฐบาลอาจจะต้องช่วยจนกระทั่งเขามีรายได้มากขึ้น ถ้าทิ้งไว้เขาจะจนลงทุกปี”

การปรับปรุงดินที่เสื่อมโทรมจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้เกษตรกรปลูกพืชได้ผลคุ้มค่ากับการลงทุน มีการวางระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ สร้างฝายกั้นน้ำตามลำห้วยหรือร่องน้ำต่าง ๆ เป็นจำนวน ๒๐๐ ชุด เพื่อให้มีน้ำเก็บกักทั่วไปในพื้นที่ ใช้แนวถนนเป็นแนวคันดินของการไหลบ่าของน้ำเพื่อลดการกัดกร่อนของดิน มีการปลูกแฝกตามลำห้วยริมฝายกั้นน้ำและขอบอ่าง ปลูกแฝกควบคู่ไปกับไม้โตเร็วในพื้นที่ที่เป็นดินดาน สาธิตการปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสด ควรปลูกพืชหมุนเวียนสลับกับการปลูกถั่วเพื่อช่วยในการบำรุงดิน

๑. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ : ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ศูนย์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือหรือภาคอีสานมีความสำคัญเพราะเป็นพื้นที่ใหญ่สุดของประเทศมีประมาณ ๑๐๖ ล้านไร่ หรือร้อยละ ๓๐ ของพื้นที่ในประเทศ มีลักษณะของภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงมักประสบกับภาวะแห้งแล้งหรือฝนทิ้งช่วงเป็นประจำ ประกอบกับทรัพยากรดินส่วนใหญ่เป็นดินลูกรังหรือดินร่วนปนทรายและอุ้มน้ำได้น้อย ทำให้มีอัตราการระเหยและการซึมของน้ำในดินสูง มักจะมีการขาดน้ำรุนแรงทำให้ผลผลิตต่ำ และมีความแปรปรวนสูง บางปีแล้งจัด บางปีน้ำท่วม ทำให้เกษตรกรที่ใช้น้ำฝนมีปัญหามาก ราษฎรมีรายได้น้อยเมื่อเทียบกับภาคอื่น พระราชดำริซึ่งพระราชทานแก่สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.) มีความว่า “ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพาน อยู่ที่อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร เดิมเป็นป่าโปร่งคนไปตัดไม้ทำฟืนและใช้พื้นที่ทำกสิกรรม ป่าไม้เองถูกทำลายไปมากจึงไม่มีน้ำในหน้าแล้ง น้ำไหลแรงในหน้าฝน ทำให้มีการชะล้างหน้าดินบางลงและเกลือซึ่งมีสะสมอยู่ข้างล่างจะขึ้นมาเป็นหย่อม ๆ และทรงวิเคราะห์ข้อมูลว่าเป็นดินทรายกับดินเค็มขาดน้ำดังนั้นเหมือนกับศูนย์พัฒนาอื่น ๆ การพัฒนาแหล่งน้ำจึงเป็นเรื่องสำคัญสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ๔ แห่งและฝายชะลอน้ำ (check dam) อีกประมาณ ๖๕ แห่ง ดินส่วนใหญ่ในศูนย์เป็นดินดานมีชั้นหินอยู่ในระดับความลึกน้อยกว่า ๕๐ ซม. การฟื้นฟูป่าไม้จึงเป็นเรื่องที่เหมาะสมและเป็นการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำลำธาร ปลูกป่าทดแทน บำรุงรักษาป่าธรรมชาติ” (สันตต์ โรจนสุนทร และคณะ, ๒๕๕๕)

เมื่อมีน้ำดี ป่าดี จึงเริ่มพัฒนาดิน พบว่าดินขาดความอุดมสมบูรณ์และกัดกร่อนหน้าดินสูงวิธีการที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงใช้คือ การปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อเป็นพืชหมุนเวียน และใช้ปุ๋ยพืชสด ตลอดจนการเพาะปลูกหญ้าแฝกตามร่องห้วย ร่องหินและที่ลาดชัน เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของดิน ปลูกพืชบนดินลูกรังในระบบไร่นาผสมผสาน โดยมีพระราชดำริให้ใช้วิธีการกระทุ้งชั้นดินลูกรังให้แตก และนำดินข้างล่างมาผสมแล้วไถกลบ ส่วนที่เป็นดินเค็มนั้นก็ใช้พืชที่ทนเค็มปลูก



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

สันตต์ โรจนสุนทร

๑๕๙

ดังนั้น ภูพานจึงเป็นศูนย์พัฒนาที่เป็นแบบจำลองของภาคอีสาน และเป็นพื้นที่ส่วนย่อยที่สอดคล้องกับการแก้ไขปัญหาและศึกษาวิธีการพัฒนาของภูมิภาคนี้

๒. ภาคใต้ : ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ศูนย์ศึกษาการพัฒนานี้เป็นตัวแทนของการพัฒนาดินพรุที่เป็นดินเปรี้ยวจัด ที่จังหวัดนราธิวาส เป็นที่ลุ่มต่ำ เป็นดินพรุ เกษตรกรส่วนมากไม่มีที่ทำกิน แต่เมื่อระบายน้ำออกหมดกลับเป็นดินเปรี้ยวอย่างรุนแรง เพราะดินมีสารประกอบไฟรตอยู่ประมาณ ๑ เมตร ในดินล่าง เมื่อแห้งจะเกิดกรดกำมะถันซึ่งทำให้เป็นดินเปรี้ยวอย่างรุนแรง (PH = ๒-๓) โครงการนี้เป็นที่มาของ “โครงการแก้แล้งดิน” พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้พระราชทานเป็นองค์รวม และคนต่างหากที่ต้องการปลูกข้าว ดังนั้นพระองค์จึงแก้แล้งดินหรือล่อดินเลนให้เปรี้ยวที่สุด ปลูกอะโรกัตาย ต่อจากนั้นจึงลองให้ดินหายเปรี้ยวโดยการระบายน้ำสลักกันไป ดร.พิสุทธิ วิจารณ์ วิจัยสรณ์ ซึ่งเป็นผู้ดำเนินการนี้บอกว่า ต้องใช้เวลา ๓-๔ ปี ถึงจะสำเร็จ ซึ่งก็ทำให้มีคู่มือให้เกษตรกรได้ การทำให้หายเปรี้ยวและปลูกพืชได้และสามารถทำได้จนได้ข้าวถึง ๓๐ ถังต่อไร่ ซึ่งถือว่ามีความสำเร็จระดับหนึ่ง เรื่องนี้ได้มีการรายงานในที่ประชุมใหญ่ของการประชุมดินโลกที่ประเทศไทยเมื่อ พ.ศ. ๒๕๕๙ (ค.ศ. ๒๐๐๖) ทำให้ความสำเร็จอันนี้ขจรขยายไปทั่วโลก สิ่งที่พระองค์ทรงพบอยู่อย่างหนึ่งที่สำคัญก็คือ ถ้าดินเลนอยู่ในสภาพน้ำท่วมอยู่เสมอจะไม่มีปฏิกิริยาของกรดกำมะถัน และพระองค์มีพระราชประสงค์ที่ชัดเจนว่าจะรักษาระดับน้ำใต้ดินให้อยู่เหนือชั้นไฟรตอยู่เสมอ จึงจะไม่มีปฏิกิริยาของกรดกำมะถันอีกต่อไปสำหรับภาคใต้ เมื่อมีรับสั่งว่าการสร้างเขื่อนกันแม่น้ำบางนราจะทำให้สามารถควบคุมน้ำได้ และดร.เอสวารันได้กล่าวว่าพระองค์มองเป็นองค์รวมซึ่งเป็นระบบนิเวศมากกว่าการรักษากระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นเรื่องของชลประทานทำให้แก้เรื่องนี้ได้สำเร็จและเป็นโครงการที่เป็นหนึ่งเดียวในโลก (สันตต์ โรจนสุนทร และคณะ, ๒๕๕๕)

สิ่งที่เกิดขึ้นในศูนย์ศึกษาการพัฒนาเป็นเรื่องที่เห็นเป็นรูปธรรม ว่าพระองค์มีความมุ่งมั่นอย่างจริงจัง โดยพยายามใช้กระบวนการที่ง่าย ๆ ชาวบ้านสามารถทำได้ เช่น การปลูกพืชตระกูลถั่ว และการใช้ปุ๋ยพืชสด เพื่อให้ดินดีขึ้น การมีความชุ่มชื้นเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่มีใครมองถึงว่าเป็นสิ่งสำคัญที่พืชจะงอกได้ และดินจะเป็นดินได้ถ้ามีน้ำ ความสัมพันธ์อันนี้คนส่วนใหญ่มองข้ามไป เมื่อมี ดิน จะต้อง มี น้ำ และป่าไม้ จะช่วยให้ความชุ่มชื้นคงอยู่ ถ้า คน รู้จักใช้ให้เป็น จะไม่มีการเสื่อมถอยอย่างแน่นอน แต่คนกลายเป็นตัวให้สมดุลเหล่านี้เสียไป สมดุลนี้เกิดขึ้นได้เมื่อไม่มีตัวแปรที่สูงหรือต่ำไป ทำให้เสียสมดุลได้ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้พระราชทานนั้นเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความยั่งยืน และจะยั่งยืนได้จะต้องรู้จักพอ หรือความพอเพียงนั่นเอง



ดินที่สูงหรือโครงการพืชทดแทนฝิ่นปฏิบัติโดยมูลนิธิโครงการหลวง

ดินที่สูงนี้เป็นสิ่งที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงจัดการเพราะไม่มีผู้ใดทำ ดังพระราชดำรัสตอนหนึ่งว่า

“ถึงเวลาแล้วที่เราจะต้องทำงานแข่งกับเวลา แข่งทรัพยากรที่กำลังถูกทำลายลงไปทุกวัน จึงพยายามรวบรวมผู้มีความรู้ ความสามารถ สาขาต่าง ๆ มาร่วมมือกันทำงานอาสาสมัครนี้ให้บรรลุให้ได้ เพื่อให้ชาวเขามีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น เลิกทำไร่เลื่อนลอย อันเป็นผลต่อการอนุรักษ์ป่าไม้และต้นน้ำลำธารด้วย” (สันทัด โรจนสุนทร, ๒๕๕๕) แต่ก่อนถือว่าพื้นที่นี้เป็นพื้นที่ภายใต้ความมั่นคง ยาเสพติดเคลื่อนย้ายอย่างเสรี ไม่มีถนน ไร้สื่อและลาชนสง มีการปลูกฝิ่นอย่างเปิดเผย เราเริ่มเข้าไปตั้งศูนย์พัฒนาในที่ต่าง ๆ เริ่มจากอ่างขางเป็นจุดแรก เน้นการดูแลต้นน้ำลำธาร และป่าไม้ ช่วยชาวเขาให้ปลูกพืชราคาดี ช่วยเหลือในเรื่องวิธีการเพาะปลูก เน้นเรื่องกรวิจัยและการพัฒนาเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี สร้างจิตสำนึกในการดูแลรักษาป่าและสิ่งแวดล้อม เป็นโครงการที่ ๒ ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่เป็นหนึ่งในโลก

เมื่อพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเสด็จพระราชดำเนินแปรพระราชฐานไปประทับที่พระตำหนักภูพิงคราชนิเวศน์ เมื่อเสด็จพระราชดำเนินใกล้ ๆ ทรงพบว่า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้มีโครงการทดลองปลูกไม้ผลทดแทนป่าที่ถูกทำลายไป ปรากฏว่าใช้วิธีที่เสียบตาต่อกิ่งจากท้อพันธุ์ดีบนท้อพื้นเมือง ได้ลูกท้อที่มีรสชาติดี อาจารย์วิณ ุฒศรี เป็นผู้ทำ และเป็นคนเดียวกันกับที่เคยนำเข้าจันทโอจากแคลิฟอร์เนียเข้ามาประเทศไทย และให้ชาวนครไชยศรีปลูกเป็นพันธุ์แรกของเมืองไทย สิ่งที่เกิดขึ้นบนเขาก็คือ เมื่อเสด็จพระราชดำเนินไปบ้านแม่ว ดอยปุย มีรับสั่งถามชาวแม่วว่าปลูกท้อเอาไปดองได้เงินเท่าไรและถ้าปลูกฝิ่นได้เงินเท่าไร ปรากฏว่าไม่ต่างกันเท่าไร พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวจึงมีพระราชดำริว่า ถ้าปลูกท้อพันธุ์ดีโดยวิธีต่อกิ่งก็จะได้ท้อขายได้ราคาดี (ในขณะนั้น) ถ้าใช้ท้อซึ่งถือว่าเป็นไม้ผล คือเป็นต้นไม้เป็นหลักในช่วงประมาณ ๔-๕ ปี เพื่อรอให้ต้นไม้โตคงต้องใช้พืชทดแทนฝิ่นซึ่งได้แก่ ถั่วแดงหลวง มันอะลู (มันฝรั่ง) พืชสมุนไพร และไม้ดอก ในขณะนั้นบรรดาศูนย์ที่อยู่ใกล้กับตลาดเชียงใหม่เริ่มมีความก้าวหน้าในการมีถนน และมีไฟฟ้า ทำให้มีห้องเย็นซึ่งทำให้สามารถเก็บของได้นานขึ้น และด้วยวิธีการปลูกพืชโดยใช้พลาสติกเฮาส์ ทำให้ดูแลเรื่องโรค แมลง และฝนได้ดีขึ้น รวมทั้งป้องกันฟรอสต์ซึ่งเกิดมากในเขตหุบเขาซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกของชาวเขา ผลผลิตในปัจจุบันจะมีความหลากหลายตั้งแต่ ผักกาดหอมห่อ แคร้รอต พริกหวาน เซเลอรี่ เยอบีรา หน้าวัว สะเตทิซ เบญจมาศ กิ่วพุด ท้อ พลับ เสาวรส สตรอว์เบอร์รี ตลอดจนปลาเทราต์ กุ้งก้ามแดง และพลาสติกเจียนที่ให้ไข่คาเวียร์ ที่สำคัญก็คือการคืนเงินเกษตรกรชาวเขา ซึ่งการคืนเงินด้วยผักจะมีสูงที่สุด นี่เป็นการขาดทุนที่เป็นกำไรที่งดงามที่สุด เพราะการคืนเงินและชีวิตที่ดีขึ้นเป็นคำตอบที่สำคัญมากสำหรับชาวเขา โดยเฉพาะในแง่ของการดูแลรักษาป่าแทนพวกเรา ทั้งนี้เพราะเขาอยู่ที่นี่ตลอดเวลา จึงดูแลรักษาป่าได้ดีกว่าเรา สิ่งที่เรายอมรับก็คือการที่พระองค์รับสั่งว่า “เมื่อเข้าไปในบริเวณที่ไม่รู้ เมื่อไม่รู้



ต้องวิจัย” สิ่งที่เราชาวโครงการหลวงใช้เป็นข้อกำหนดในโครงการหลวงก็คือ “เร็ว ๆ เข้า ลดขั้นตอน ช่วยเขาให้ช่วยตนเอง และปิดทองหลังพระ” (ให้เขาได้หน้าและเราได้งาน) เมื่อพระองค์มีรับสั่งดังกล่าว การทำงานของโครงการหลวงโดยอาสาสมัครจึงไม่เหมือนใคร รวมทั้งการตั้งปณิธานอันแน่วแน่ว่าจะปฏิบัติ อย่างดียิ่งและตลอดไป อีกสิ่งหนึ่งที่ควรขยายความเพราะเป็นเรื่องที่มีความสำคัญยิ่งก็คือโครงการหลวงมี **ศูนย์พัฒนา** และที่อ้างข้างถือเป็นจุดแรกที่เราริเริ่มต้น การมีศูนย์พัฒนาไปในที่ทุรกันดารเป็นสิ่งที่ ชาวเขาได้รับประโยชน์อย่างมากในแง่ของคำแนะนำต่าง ๆ ในทางเกษตรกรรมบนภูเขารวมทั้งการอนุรักษ์ พื้นที่ และวิธีการต่าง ๆ ปัจจุบันเรามีศูนย์อยู่ ๓๘ แห่ง ทั่วบริเวณจังหวัดภาคเหนือ เช่น เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน พะเยา เชียงราย และอื่น ๆ ศูนย์เหล่านี้ทำประโยชน์อย่างยิ่งต่อชาวเขา เพราะเขาสามารถส่งผลิตภักณ์ที่ได้ และสามารถได้รับเงินคืนในราคาที่เป็นธรรม นี่คือนี่ที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเรียกว่า “**ขาดทุน คือกำไร**” ที่สำคัญในตอนแรก ๆ ที่เริ่มกิจกรรม สิ่งเหล่านี้ถ้าไม่เริ่มก็ไม่เกิด เป็นพระปรีชาสามารถที่สำคัญยิ่ง ประการหนึ่ง แต่ด้วยสายพระเนตรอันยาวไกล พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงตระหนักไปถึงผลที่เรากำลัง จะได้ในอนาคตนั่นคือ พระราชดำรัสที่ว่า

“เมื่อเด็กรุ่นใหม่ได้มีที่เรียน เด็กเรียนดีอาจจะเรียนจนจบปริญญาหรือประกาศนียบัตรและ หางานทำในเมือง ส่วนเด็กที่เรียนไม่ค่อยดีก็จะเปลี่ยนไปเรียนวิชาชีพ เช่น ช่างไม้ ช่างปูน ช่างยนต์ ช่างเชื่อม เป็นต้น เมื่อสำเร็จแล้วก็จะไปหางานทำนอกหมู่บ้าน พวกเขาเกษตรในพื้นที่จัดสรรต่าง ๆ ก็จะไม่ค่อยลง เมื่อดำเนินการไปนาน ๆ หลายสิบปี ชาวไทยภูเขาเหล่านี้ก็จะกลายเป็นชาวเรา หรือชาวไทย ปัญหาการบุกรุกทำลายป่าก็จะหมดไป เพราะราษฎรทุกคนรอบคร้วมีรายได้หลัก และรายได้เสริมพอมี พอกินแล้ว จึงไม่คิดทำเรื่องผิดกฎหมายอีกต่อไป” (สันติ์ โรจนสุนทร และคณะ, ๒๕๖๐)

ดังนั้น แนวโน้มของการเข้ามาหากินในเมือง จะทำให้ปัญหาที่เราเป็นห่วงอยู่หมดไปโดยปริยาย พระราชดำรัสดังกล่าวเท่ากับจะบอกให้เราทราบว่าเส้นทางไหน ซึ่งอาจจะเป็นประมาณ ๒-๓ ศตวรรษก็ได้ และเรื่องที่จะนำทางให้ไปถึงตอนนั้นอาจจะไม่โรยด้วยกลีบกุหลาบ แต่ก็ไม่น่าไปอย่างถูกทาง พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงจุดไฟนำทางทดแทนฝันให้เราสำหรับอนาคตของโครงการหลวง ในฐานะ “โคช” อย่างเรียบร้อยแล้ว หน้าที่เราขึ้นอยู่กับว่าเราจะเดินหรือไม่เท่านั้นเอง

พระปรีชาสามารถของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว

พระปรีชาสามารถของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวนั้นมีอยู่มากมายจนมิอาจพรรณนาได้หมด และจากที่ผู้เขียนเคยปฏิบัติงานเรื่องดินและโครงการหลวงเป็นเวลานาน ขอรวบรวบเอาสิ่งที่พบเห็นซึ่งเป็น สิ่งที่น่าสนใจ ๆ อยู่ ๓ ประการ คือ ความใส่ใจ ความใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น



เริ่มต้นด้วยความเอาพระราชหฤทัยใส่และใฝ่รู้ซึ่งเป็นสิ่งที่พระองค์ทรงมีอยู่ล้นเหลือ เวลากราบบังคมทูลพระองค์จะทอดพระเนตรตรงมายังเรา และสนพระราชหฤทัยฟังเรื่องที่เรากราบบังคมทูลปรากฏว่าได้มีการกราบบังคมทูลเชิญเสด็จพระราชดำเนินไปในกิจกรรมของมหาวิทยาลัย ซึ่งพระองค์จะทรงมุ่งมั่นรับฟังอย่าง “ใส่พระราชหฤทัย” จนถึง ๒-๓ ทูม จนภายหลังสำนักพระราชวังจึงขอไม่ให้กราบบังคมทูลเชิญเสด็จพระราชดำเนินอีกต่อไป มีอยู่ครั้งหนึ่งเกี่ยวกับโครงการหลวงผู้เขียนจะต้องกราบบังคมทูลเป็นเรื่องของชาวเขา ต้องได้รับการอบรมเสียก่อน ก่อนจะไปอยู่ในบริเวณที่จะเป็นส่วนที่เขาเตรียมความพร้อมไว้แล้ว พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวมีพระราชดำรัสว่า “เราขอค้ำที่พูดมากกว่าว่าเขาจะได้รับการอบรมก่อน” ตอนนั้นความคิดกำลังสับสนโดยเฉพาะอย่างยิ่งพูดอย่างไรให้พระองค์ทรงค้ำได้ แต่ก็กราบบังคมทูลไป ว่านั่นคือสิ่งที่ข้าพระพุทธเจ้าจะกราบบังคมทูลรายงานต่อไป พระพุทธเจ้าข้า สิ่งที่ผู้เขียนได้รับก็คือพระราชดำรัสสั้น ๆ ว่า “อย่าโกรธนะ” ซึ่งผู้เขียนทำได้แต่เพียงก้มลงกราบแทบเบื้องพระยุคลบาท แล้วคิดอยู่ในใจว่าจะไปโกรธพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้อย่างไร ตั้งแต่นั้นการพูดแบบที่เป็น passive voice มาขมวดตอนท้ายว่าควรจะทำโดยเราเสียก่อน ก็เป็นอันว่าต้องเลิกทำอีกต่อไป อย่างน้อยที่ได้ก็คือพระองค์ทรงฟังเราอย่างดี จึงค้ำได้ นี่คือการเอาพระราชหฤทัยใส่ของพระองค์ในขณะเดียวกันการลงไปพิสูจน์ว่าใช่หรือไม่ ก็ถือว่าเป็นความใส่พระราชหฤทัย และการทรงใฝ่รู้ของพระองค์อย่างแน่นอน อีกเรื่องที่เคยได้ยินคือเมื่อทรงทราบว่าชาวเขาต้องกิ่งสำเร็จ ตามที่ศาสตราจารย์ปวิณ ปุณศรี ทดลองไว้ พระองค์ต้อง “ทรงพระราชดำเนิน” ประมาณหลายกิโลเมตร แต่พระองค์รับสั่งว่าการไปดูจะทำให้ชาวเขาตื่นตัว และคิดว่าที่นี่มีความสำคัญถึงขนาดพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวต้องเสด็จพระราชดำเนินไปทอดพระเนตรจนถึงที่

สิ่งที่เป็ความมุ่งมั่นนั้นแลเห็นชัดเจนตั้งแต่การเสด็จพระราชดำเนินไปทั่วทุกแห่งในประเทศไทย เพราะต้องการให้เห็นถึงความมุ่งมั่นของพระองค์ในเรื่องดิน ซึ่งต้องเสด็จพระราชดำเนินด้วยพระองค์เอง จึงจะได้ทอดพระเนตรความทุกข์ยากของพสกนิกรของพระองค์

วิธีคิดยังไม่เหมือนใครมากที่สุดเพราะมักคิดนอกกรอบโดยคำถามอยู่เสมอว่า ถ้าไม่เป็นอย่างนี้จะเป็นอย่างไร อย่างนี้ได้หรือไม่ ผู้เขียนเคยฟังพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวกับนายปราโมทย์ ไม้กลัด เรื่องจุดสร้างเขื่อนแห่งหนึ่งที่อ่างขาง พระองค์มีรับสั่งกับนายปราโมทย์ ไม้กลัด เรื่องว่าทำไมเขื่อนจะต้องอยู่ตรงนี้ จึงมีคำถามที่แปลก ๆ ออกไป ซึ่งนายปราโมทย์ ไม้กลัด ได้กราบบังคมทูลถึงเหตุและผลจนในที่สุดก็โปรดเกล้าโปรดกระหม่อมให้อยู่ตรงที่เสนอหลังจากเวลาถาม-ตอบผ่านไปครึ่งชั่วโมงดังที่กล่าวมาแล้วว่าการกำหนดพื้นที่ของเขื่อน พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวต้องขอทอดพระเนตรก่อนที่ จะลงมือแทบทุกครั้ง เพราะไม่มีใครคิดแทนพระองค์ได้ การเสด็จพระราชดำเนินไปทรงเยี่ยมราษฎรจะได้ผลทางใจ การเข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาทของชาวบ้านแบบที่ไม่มีเสื้อหรือนุ่งผ้าขาวม้าก็เข้าเฝ้าทูลละออง



จุลชีพระบาทได้ ดังนั้น การเก็บข้อมูลของพระองค์จึงมีอยู่อย่างชัดเจนว่าถ้าเสด็จพระราชดำเนินได้เอง จะดีที่สุด

วิธีปฏิบัติซึ่งมีขั้นตอนอยู่อย่างชัดเจนและมีพระราชดำรัสอยู่ตอนหนึ่งที่ว่า “การพัฒนาส่งเสริมกิจการงานใด ๆ ให้เจริญก้าวหน้าไปจนบรรลุเป้าหมายที่ประสงค์นั้น จำเป็นต้องเริ่มจากพื้นฐานของกิจการนั้นก่อน คือเริ่มต้นด้วยการพิจารณา สํารวจสถานะที่เป็นอยู่ปัจจุบันให้ทราบแน่ชัด การทราบแน่ชัดถึงพื้นฐานโครงสร้างของงาน จะทำให้ประมาณกำลังความสามารถที่พัฒนาต่อไปและกำหนดรู้แนวทางที่จะปฏิบัติได้ถูกต้อง เมื่อกำหนดแนวทางได้แล้วก็วางขั้นตอนปฏิบัติให้เป็นไปตามลำดับที่สำคัญนั้น ต่อจากนั้นก็ลงมือปฏิบัติให้จริงด้วยความหนักแน่น ต่อเนื่องเป็นกระบวนการโดยสมควรและพอเหมาะแก่เหตุ แก่สถานะแวดล้อมก็จะเป็นปัจจัยประกอบกันให้งานทุกอย่างก้าวหน้าไปจนบรรลุเป้าหมายไปโดยสมบูรณ์ทุกประการ” (คณะกรรมการจัดทำหนังสือ ๗๒ ปี, ๒๕๔๗) การปฏิบัติอาจจะต้องมีการทำซ้ำหลายครั้งหลายหนจนกว่าจะใช้ได้ นั่นคือได้ผลลัพธ์ที่ดีเหมาะกับผู้ใช้ เวลาและสถานที่ หากไม่ดีไม่ถูกต้อง ต้องมีการปรับเปลี่ยนนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องเข้ามาปฏิบัติด้วย คำตอบที่แท้จริงอาจต้องปรับแก้เปลี่ยนแปลง ลดหรือเพิ่ม ขนาด และระยะเวลา เพราะเรากำลังปฏิบัติกับธรรมชาติ สำหรับผลของการวิเคราะห์จะเป็นวิธีการหรือวิธีแก้ในกระบวนการปฏิบัติที่แก้ไขปัญหาไม่ว่าจะเป็นการแก้ไขระดับแนวคิดหรือระดับพื้นที่ก็ตาม ที่แน่ ๆ คือเป็นส่วนของ **ธรรมชาติ** ดังนั้น การแก้ไขจะเป็นระดับ **บูรณาการ** ซึ่งต้องการการทำงานร่วมกันหรือต่อเนื่องกันในระดับหนึ่ง จึงจะได้ผลสำเร็จ และ/หรือต้องการเวลา ในการแก้ไขนั้น จะเห็นได้ว่าเรามีพอกินพออยู่ “และช่วยตัวเองได้”

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงงานเรื่องดินมานานมาก เพราะประชาชนของพระองค์ประกอบอาชีพเป็นส่วนใหญ่ในเรื่องของการเกษตรกรรม เมื่อฝนตกลงมาทำให้พื้นดินชุ่มฉ่ำเหมาะแก่การปลูกพืชและไม่มีอะไรเหมาะเท่ากับข้าว ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องกินอยู่ทุกวัน ถือว่าเป็นการทำมาหากินของเกษตรกร พระองค์ทอดพระเนตรเห็นว่ากิจกรรมนี้ เป็นเรื่องถาวรที่จะต้องทำ ดังนั้น การปลูกข้าวซึ่งเป็นเรื่องปรกติของชาวไทย และเป็นอาชีพหลักของเกษตรกรไทย สิ่งที่ทรงทำอยู่ตลอดเวลาคือหาน้ำมาเพื่อพอกินที่จะปลูกข้าวเอาไว้เพื่อกิน พระองค์ทรงทราบมาแต่ครั้งทรงพระเยาว์ว่า ป่าไม้เป็นเรื่องจำเป็นเพราะจะต้องรักษาน้ำไว้ในดิน และควรมีป่าไม้อยู่เป็นอย่างน้อย โดยปรกติประมาณครึ่งหนึ่งหรือมากกว่าของพื้นที่ทั้งหมด สิ่งที่พระองค์ทรงทำอยู่ตลอดเวลา ก็คือหาน้ำให้พอกแก่การทำมาหากินของราษฎร ดังนั้น ถ้าฝนไม่ตกหรือน้ำไม่พอ สิ่งที่ทรงช่วยได้ก็คือหาแหล่งน้ำ อันที่จริงโครงการของพระองค์ตามพระราชดำริ ๔,๐๐๐ กว่าโครงการนั้น ครึ่งหนึ่งเป็นการจัดหาน้ำเพื่อรักษาไว้ใช้ในการเพาะปลูก สิ่งที่พระองค์ทรงแนพระราชหฤทัยก็คือราษฎรไม่สามารถสร้างอ่างเก็บน้ำได้ สิ่งนี้คือปัญหาใหญ่ที่พระองค์ทรงแก้และค่อนข้างแน่ใจว่าไม่มีทางที่ชาวบ้านจะสามารถมีช่วยได้



ทุกอย่างที่จะทำให้ราษฎรสร้างจะต้องง่ายเป็นสิ่งที่ชาวบ้านทำได้ เช่น จะทรงสร้างเขื่อนเพราะ
เกินความสามารถของเกษตรกร แต่การสร้างฝายเพื่อแบ่งปันน้ำเป็นเรื่องเกษตรกร เช่น ฝายชะลอน้ำ (check
dam) การปลูกหญ้าแฝกเป็นเรื่องง่ายที่ชาวบ้านทำได้ เพียงแต่ว่าปลูกหญ้าแฝกแล้วจะไม่ได้อะไรจากการ
ขายหญ้าแฝกจึงแนะนำให้ปลูกหญ้าแฝกสลับกับพืชตระกูลถั่วซึ่งขายได้ ดังนั้น จึงมีการรักษาน้ำ รักษาดิน
พร้อม ๆ กับบำรุงดินและขายได้เป็นเงินรายได้ของเกษตรกรเอง กิจกรรมนี้แพร่กระจายไปทั่วทุกแห่ง

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. (๒๕๔๗). **จอมปราชญ์แห่งแผ่นดิน**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ๖๒ หน้า.
- คณะกรรมการจัดทำหนังสือ ๗๒ ปี. (๒๕๔๗). **ครบ ๖ รอบนักษัตร ดร.สันทัต โรจนสุนทร**. ๒๒๗ หน้า.
- คณะกรรมการจัดทำหนังสือพระเมตตาใต้ฟ้าเดียวกัน. (๒๕๕๘). **พระเมตตาใต้ฟ้าเดียวกัน**. มูลนิธิ
เสริมสร้างเอกลักษณ์ของชาติ (ฉบับแปลจากเรื่อง Royal Activities and International
Cooperation โดย น.ส.งามพรรณ เวชชาชีวะ) ๗๒๒ หน้า.
- คณะกรรมการจัดทำหนังสือ ๘๖ ปี ศ. ดร.สันทัต โรจนสุนทร. (๒๕๕๙). **มงคลชีวิตและรวบรวมเรื่อง
จากวันวาน ๑๗๘** หน้า.
- ธนิษฐ์ เจียรนวนนท์. (๒๕๕๖). **มองมุกกลับ “เกษตรสมัยใหม่คือทางออกแก้ปัญหาอาหารของจีน”**.
จากหนังสือพิมพ์โพสต์ทูเดย์รายวัน วันศุกร์ที่ ๒๘ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๖.
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (๒๕๕๖). **เกษตรปุษนิย์ ๖๐ ปี**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จัดพิมพ์หนังสือ
ในโอกาสวันสถาปนามหาวิทยาลัยครบ ๖๐ ปี หน้า ๔๒๖-๔๓๓, ๕๗๔ หน้า.
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (๒๕๕๘). **เกษตรอภิมรณ ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๓**. ศ. ดร.สันทัต โรจนสุนทร ผู้จารึก
หน้าประวัติศาสตร์ของประเทศ ๕ ธันวาคม “วันดินโลก” ๑๓-๑๔ หน้า.
- สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. (๒๕๕๖). **ดินและปุ๋ย ฉบับพิเศษ จดหมายเหตุฉบับที่ ๑**. ๑๔ หน้า.
- สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. (๒๕๕๗). **ดินและปุ๋ย ฉบับพิเศษ จดหมายเหตุฉบับที่ ๒**. ๒๙๙ หน้า.
- สันทัต โรจนสุนทร และ พิสุทธิ์ วิจารจรณ. (๒๕๕๕). **แม่อยากให้เธออยู่กับดิน**. กรมพัฒนาที่ดิน
และมูลนิธิวิทยาศาสตร์การเกษตร ๑๙๙ หน้า.



Abstract World Soil

Santhad Rojanasoonthon

Fellow of the Academy of Science, The Royal Society of Thailand

The year 2002 A.D. there was World Soil meeting in Thailand and during that time there was an exhibition “His Majesty the King’s Vision, Leadership and Commitment or Sustainable Land Development Activities in Thailand”, this exhibition was very important because it had been shown to the world what the King had done about soils in Thailand. His works towards soils had been solely for the citizen of Thailand, that’s why he had to travel throughout the country. The world soil committee was then proposed that the 5th December was World Soil Day. It was till Brisbane, Australia (2010 AD.) when Dr.Santhad Rojanasoonthon was the President of Soil and Fertilizer Society of Thailand and asked for reconsider to the world soil committee. It was then agrees that the King was considered as “**Humanitarian Soil Scientist**” for his work in soils in Thailand. It was important to consider two most world renowned projects in Thailand i.e. “soil intimidation” or “Klaeng Din” project in Narathiwat Province and the world renowned opium replacement crops projects in the north. In the “Klaeng Din” project at Narathiwat province in the south. His work in the swamp area where sulphuric acid played the part when dry, yielding jarosite (distantly yellow colors) and gave out sulphuric acid (pH 2-3). The soil was intimidated to be most acid until plant cannot grow, then we can reversed the trend until we can grow 30 tang per rai. His Majesty found out that underneath the soil (about 1 meter) there was active pyrite layer which can give strong acid (pH 2-3) when dry. If you can keep them wet with water table, the soil will become normal.

His Majesty the king’s said that if the soil was bad, food was bad, too. His Majesty the King Rama 9 was very concern about increasing world population of which, the way it went there would not be enough food for them. Also it was clear that everything had to be simple for the farmer. His Majesty the king’s will find source of water, even went as far as artificial rain (or Fon Luang), but the farmers will have to divert the water or check dam to their own fields themselves.



In the north, it was more challenge since “Phumi Sangkom” or “geo culture” was very strong for the tribes. It took time (40 years) to change their believe in shifting cultivation, They usually received opium seeds for free, and they will bought back cheaply together with all gambling facilities, and urge them to play so that the tribes will loose all the money, and went back to grow more opium again.

His Majesty the king’s believe it that orchards with temperate fruits would fit for them, and bear fruits every year, after waiting for 4-5 year’s plum and persimmon with bear fruits. It turned out that their produces of flowers and vegetables were very good. The development center near to the market had done very well, showing “our loss is our gain was very clears, the hill tribes were not growing opium any more.

Keywords: World Soil Day, 5th December world soil day, The King of Thailand (Rama 9) birthday



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

ปฏิทินสุวรมณูมิ

ลอย ชุนพงษ์ทอง*

บทคัดย่อ

ปีปรกติของปฏิทินไทยมีจำนวนวันน้อยกว่าปีสุริยคติราว ๑๑ วัน เพื่อให้ปีจันทรคติและปีสุริยคติมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ปฏิทินสุริยจันทรคติไทยมีการเติมเดือนพิเศษเข้าไประหว่างเดือน ๗ และเดือน ๘ ในบางปี นิยมเรียกเดือนที่แทรกนี้ว่า เดือน ๘ หนแรก ส่วนปีที่มีการแทรกเดือนนี้เรียกว่า ปีอธิกมาส

การกลับมาของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าเพื่อบอกระยะเวลาใน ๑ ปี ขึ้นกับตำแหน่งที่ใช้อ้างอิง ซึ่งมี ๒ ระบบคือ

การกลับมาหาดาวฤกษ์ดวงเดิม หรือระบบอ้างอิงปีดาวฤกษ์ (sidereal system) ซึ่งใช้มาเป็นเวลายาวนานจนถึงปัจจุบัน

การกลับมาที่ตำแหน่งอ้างอิงของแกนโลก หรือฤดูกาล (tropical system)

โดยปัจจุบันปฏิทินไทยมีระยะเวลา ๑ ปี อ้างอิงปีดาวฤกษ์ (sidereal year) จึงคลาดเคลื่อนไปจากปีฤดูกาล (tropical year) ราว ๑ วันต่อ ๗๐ ปี ทำให้วันสำคัญทางพุทธศาสนามีแนวโน้มที่จะผิดเพี้ยนไปจากฤดูกาล งานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีคำนวณหาการเป็นปีหรือไม่เป็นปีอธิกมาส โดยอาศัยค่าทางดาราศาสตร์สมัยใหม่ เพื่อปรับปรุงปฏิทินไทยจากระบบอ้างอิงปีดาวฤกษ์ ไปสู่ระบบอ้างอิงปีฤดูกาล

คำสำคัญ : ปฏิทินสุริยจันทรคติไทย, ปฏิทินสุวรมณูมิ, อ้างอิงปีฤดูกาล, อ้างอิงปีดาวฤกษ์, ดาราคติ, การคำนวณหาปีอธิกมาส

วันวิสาขบูชาของสหประชาชาติ

องค์การสหประชาชาติกำหนดให้วันเพ็ญในเดือนพฤษภาคมของทุกปีเป็นวันวิสาขบูชาของโลก (ลอย ชุนพงษ์ทอง, ๒๕๕๑) ซึ่งบางปีอาจไม่สอดคล้องกับระบบปฏิทินไทยในปัจจุบัน ดังเช่นใน พ.ศ. ๒๕๕๕, ๒๕๕๘, ๒๕๖๗ และ ๒๕๘๕ ที่ประเทศไทยจัดวันวิสาขบูชาในต้นเดือนมิถุนายน และมีแนวโน้มในอนาคตว่า จำนวนครั้งที่ไม่ตรงกันจะถี่มากขึ้นเรื่อย ๆ ผู้เขียนจึงเสนอการวางอธิกมาสใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดข้างต้น

* ที่ปรึกษาการคำนวณปฏิทินหลวง สำนักพระราชวัง



ปัญหาของปฏิทินจันทรคติแบบอ้างอิงดาวฤกษ์

ปฏิทินหลวงไทย หรือแบบสุโขทัย มีระยะเวลา ๑ ปี และมีพื้นฐานมาจากการอ้างอิงตำแหน่งดาวฤกษ์ (ลอย ชุนพงษ์ทอง, ๒๕๕๐) หรือที่เรียกว่าแบบดาราคติ (Sidereal year) ดังนั้น เมื่อเวลาผ่านไปนับร้อยปี วันสำคัญ จะเคลื่อนไปเรื่อย ๆ เมื่อเทียบกับปฏิทินสากล Gregorian ที่ยึดปีฤดูกาล (Tropical year) เป็นหลัก ดังเช่น วันสงกรานต์ ในปัจจุบันมักจะตรงกับวันที่ ๑๔ เมษายน และเลื่อนไปประมาณ ๑ วัน ในทุก ๆ ๖๐ ปี จนกลายเป็นฤดูฝน ส่วนวันเข้าพรรษาก็จะเลื่อนไปจนกลายเป็นเดือนมิถุนายน ไม่สอดคล้องกับวันวิสาขบูชาของโลก ซึ่งจัดในเดือน พฤษภาคม ตามประกาศขององค์การสหประชาชาติ (ลอย ชุนพงษ์ทอง ๒๕๕๓)

ปฏิทินจันทรคติแบบอ้างอิงปฏิทินสากล

ปฏิทินจันทรคติแบบอ้างอิงปฏิทินสากล เป็นแนวคิดที่ทำให้ ๑ ปีของปฏิทินจันทรคติเท่ากับ ๑ ปีของฤดูกาล ดังที่เรียกปฏิทินตามแนวคิดนี้ว่า ปฏิทินสุริยคติ (แบบ สมัย ยอดอินทร์) ในหนังสือ งานวิจัยจากข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับข้อขัดแย้ง เรื่องการเป็นหรือไม่เป็นปีอธิกมาสของปฏิทินจันทรคติไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ โดย รศ.สมัย ยอดอินทร์ และคณะ ซึ่งระบุว่า ในสมัยก่อนสุโขทัยเป็นราชธานี ได้มีแนวคิดปฏิทินจันทรคติที่อ้างอิงฤดูกาล หนังสือดังกล่าวเสนอให้ใช้ปฏิทินสากลเกรกอเรียน ซึ่ง ๑ ปี เท่ากับ ๓๖๕.๒๔๒๕ วัน

ปฏิทินจันทรคติแบบอ้างอิงฤดูกาล

แนวคิดปฏิทินจันทรคติแบบอ้างอิงฤดูกาลของผู้เขียน แตกต่างกับของ รศ.สมัย ยอดอินทร์ เพราะยึดปีฤดูกาล (Tropical year) โดยตรงเป็นหลัก โดยให้ ๑ ปี เท่ากับ ๓๖๕.๒๔๒๑๙ วัน และ จัดวันวิสาขบูชาของโลกให้อยู่ในเดือนพฤษภาคมให้มากที่สุด โดยให้ชื่อตามกันว่า ปฏิทินสุริยคติแบบที่ ๑, ๒ และ ๓

การคำนวณหาปีอธิกมาสของปฏิทินสุริยคติ

ผู้เขียนเสนอสูตรในการคำนวณหาปีอธิกมาสของปฏิทินสุริยคติดังต่อไปนี้ คือ เป็นปีอธิกมาส เมื่อ $f = \text{MOD}((\text{จ.ศ.} + S_n), A) < 1$ โดยที่

- จ.ศ. คือ เลขปีจุลศักราช
- $\text{MOD}()$ เป็นฟังก์ชันหารหาเศษ เช่น $\text{MOD}(4.1, 3) = 1.1$



วารสารรายบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

ลอย ขุนพงษ์ทอง

๑๖๙

● A = เป็นค่าโอกาสการทอจิกมาส คำนวณจาก ๑ ปีของฤดูกาล (Tropical year) และรอบเดือนเพ็ญ (Synodic month) ในระบบสุริยคติ คำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$A = 1/\text{MOD}(\text{Sidereal year}/\text{Synodic month}, 1)$$

$$A = 1/\text{MOD}(365.24219/29.530588, 1)$$

$$A = 1/0.36826676$$

$$A = 2.715423$$

● S_n = Suwarnabhumi constant เป็นค่าคงตัว ผู้เขียนเสนอไว้ ๔ แบบ ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการวางปฏิทิน ดังนี้

๑. $S_1 = ๒.๖๐$ เพื่อให้สอดคล้องกับการวางจิกมาสตามแบบอ้างอิงดาวฤกษ์ของปฏิทินไทย ในช่วงพุทธศตวรรษที่ ๒๔-๒๖ มากที่สุด เพื่อให้เกิดความราบรื่นในการเปลี่ยนผ่าน ในกรณีนี้ วันวสันตวิษุวัตตรงกับวันที่ ๒๑ มีนาคมโดยประมาณ มักอยู่ระหว่างขึ้น ๑๑ ค่ำ เดือน ๔ ถึง ขึ้น ๑๐ ค่ำเดือน ๕

๒. $S_2 = ๒.๓๓๓$ เพื่อให้วันวิสาขบูชาของไทย คือ วันเพ็ญเดือน ๖ (เดือน ๗ ในปีจิกมาส) ตรงกับของเดือนพฤษภาคมให้มากที่สุด ในกรณีนี้ วันวสันตวิษุวัตมักอยู่ระหว่างขึ้น ๑๕ ค่ำ เดือน ๔ ถึงขึ้น ๑๔ ค่ำเดือน ๕

๓. $S_3 = ๐.๖๗๑๔$ เพื่อจัดให้วันวิสาขบูชาอยู่ในเดือน ๖ เสมอ ทั้งในปีกติมาสและจิกมาส และให้วันวิสาขบูชาของไทยตรงกับเดือนพฤษภาคมให้มากที่สุด ในกรณีนี้ วันวสันตวิษุวัตมักอยู่ระหว่างขึ้น ๙ ค่ำ เดือน ๔ ถึงขึ้น ๘ ค่ำเดือน ๕

๔. $S_4 = ๐.๐๘๕$ หากอนุญาตให้แทรกเดือนจิกมาส ตามการคำนวณโดยละเอียด ให้ถูกต้องกับปรากฏการณ์บนท้องฟ้ามากที่สุดแล้ว (ไม่ต้องรอทระหว่างเดือน ๗ กับ ๘) โดยจัดให้วันวิสาขบูชาอยู่ในเดือน ๖ เสมอ ทั้งในปีกติมาสและจิกมาส (หากมีเดือน ๖ สองหน ให้ใช้หนที่ ๒) และให้วันวิสาขบูชาของไทยตรงกับขององค์การสหประชาชาติให้มากที่สุด ในกรณีนี้ วันวสันตวิษุวัตมักอยู่ระหว่างขึ้น ๙ ค่ำ เดือน ๔ ถึงขึ้น ๘ ค่ำเดือน ๕

ยกตัวอย่าง พ.ศ. 2558 หรือ จ.ศ. 1377 ตามแบบที่ ๒ ซึ่งใช้ค่า S_2

$$f = \text{MOD}((1377+2.364), 2.715423)$$

$$= 2.364$$

$$= 2.364 \geq 1 \text{ จึงเป็นปีกติมาส ของปฏิทินสุววรรณภูมิ ในแบบที่ ๒}$$



การคำนวณหาเดือนที่มีอธิกมาสของปฏิทินสุริยคติ

การกำหนดเดือนอธิกมาสในทางราชการได้เลือกกำหนดในเดือน ๘ เพื่อป้องกันความสับสน อย่างไรก็ตาม หากต้องการการทำปฏิทินให้ละเอียดยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๔ ที่ทรงให้แนวคิดลักษณะนี้ไว้ในปฏิทินปักขคณนา โดยอาจแทรกเดือนอธิกมาสในเดือนอื่นที่ไม่ใช่เดือน ๘ เพื่อให้เที่ยงตรงต่อปรากฏการณ์ดาราศาสตร์มากยิ่งขึ้น ในกรณีเช่นนี้ ผู้เขียนเสนอการคำนวณเดือนที่มีอธิกมาสมา โดยสูตรต่อไปนี้

เดือนที่มี ๒ หน หรือเดือนที่มีอธิกมาสมา

$$m = \text{INT}(13.5 - 12f)$$

โดยที่

- $f = \text{MOD}((\text{จ.ศ.} + S_n), A)$
- $\text{INT}()$ เป็นฟังก์ชันหาส่วนที่เป็นจำนวนเต็ม เช่น $\text{INT}(12.6) = 12$
- มีค่าคงตัว S_n และ A เท่ากับสูตรข้างต้น

ตัวอย่าง พ.ศ. ๒๕๕๘ หรือ จ.ศ. ๑๓๗๗ ในแบบที่ ๔

$$f = \text{MOD}((\text{จ.ศ.} + S_4), A)$$

$f = 0.365539$ ซึ่งน้อยกว่า ๑ จึงเป็นปีอธิกมาสในแบบที่ ๔ แล้ว ขึ้นต่อไป คือการคำนวณหาเดือนที่มีอธิกมาสดังนี้

$$m = \text{INT}(13.5 - 12 \times 0.365539)$$

$$m = \text{INT}(9.1135) = 9$$

พ.ศ. ๒๕๕๘ มีอธิกมาสเดือน ๙ หมายความว่า หากต้องการทำปฏิทินสุริยคติให้ละเอียดควรกำหนดให้เดือน ๙ มี ๒ หน แทนที่จะเป็นเดือน ๘^{๑/๒} มี ๒ หนตามประเพณีนิยม แต่โดยหลักคณิตศาสตร์แล้ว เดือน ๙ หนแรกนี้น่าจะเรียกว่า เดือน ๘ เนื่องจากแทรกเข้าไประหว่างเดือน ๘ จริงกับเดือน ๙ จริง แต่เพื่อให้ผู้ศึกษาเข้าใจได้ง่าย ผู้เขียนจึงเรียกตามประเพณีนิยมว่า เดือน ๙ หนแรก

เมื่อหันมาพิจารณาปีอธิกมาสของปฏิทินหลวง ซึ่งแทรกด้วยเดือน ๗^{๑/๒} (เรียกว่า เดือน ๘ หนแรก) แต่กำหนดวันวิสาขบูชาในเดือน ๗ และมาฆบูชาในเดือน ๔ แล้ว อาจถือว่า เดือน ๗ ในปฏิทินก็คือเดือน ๖ ในทางคณิตศาสตร์และเดือนยี่ (๒) ในปฏิทินก็คือเดือนอ้าย (๑) ในทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นเดือนที่แทรกเข้าไปจริง ๆ คือ เดือนอ้าย (๑) ในปฏิทิน ซึ่งในทางคณิตศาสตร์ก็คือเดือน ๐ นั่นเอง



วารสารราชบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

ลอย ชุนพงษ์ทอง

๑๗๑

อย่างไรก็ตาม หมุดหลักปฏิทินไทยในหนังสือเล่มนี้คำนวณโดยใช้ค่า S1 เพื่อให้การวางปีอธิกมาสของปฏิทินสุริยคติสอดคล้องกับปฏิทินไทยในช่วงพุทธศตวรรษที่ ๒๔-๒๖ มากที่สุด โดยยอมให้วันวิสาขบูชาอยู่ระหว่างวันที่ ๓ พฤษภาคม ถึง ๔ มิถุนายน

เอกสารอ้างอิง

ลอย ชุนพงษ์ทอง. ปฏิทินไทย อัจฉริยภาพของบรรพชนไทย. วารสารราชบัณฑิตยสถาน ปีที่ ๓๒ ฉบับที่ ๓. พ.ศ. ๒๕๕๐.

ลอย ชุนพงษ์ทอง. ปฏิทินไทย เชิงดาราศาสตร์และคณิตศาสตร์ ฉบับพิมพ์ที่ ๒. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, พ.ศ. ๒๕๕๑.

ลอย ชุนพงษ์ทอง. ๑๖ สิงหาคม ๒๕๕๓ ปฏิทินไทย ทำไมคลาดเคลื่อน. วารสารราชบัณฑิตยสถาน ปีที่ ๓๕ ฉบับที่ ๒. พ.ศ. ๒๕๕๓.



Abstract Suwarnabhumi Calendar

Loy Chunpongtong

Adviser to the Royal Thai Calendar Calculation, Bureau of the Royal Household

The common lunar year is shorter than the solar year by about 11 days. So the lunar calendar is kept adjusted to the solar calendar and therefore to the sidereal year by the addition of an intercalary month at suitable intervals. The Thai calendric system comprises both solar and lunar calendars. Such a calendar is called a lunisolar calendar

The return of the sun to the same reference point in its path in the sky is the measure of the solar year and the basis of all solar calendars. However, this reference point may be chosen in two different ways.

A fixed point on the ecliptic with reference to a background star - sidereal system and it has been used in the current calendar.

Either of the two equinoxes or equinoctial points, which for calendrical and astronomical purposes is normally taken to be the vernal or March equinoctial points - tropical system.

Apparently, every 70 years the current sidereal system causes one day slip from the tropical system. This has been make the Buddhist holidays gradually seasonal offset.

This paper describes a method of calculation which the author invented using a unique mathematical technique and incorporating modern astronomical parameters to turn the current official sidereal system to tropical system.

Keywords: Thai lunisolar calendar, Suwarnabhumi calendar, Sidereal year, Tropical year, Adhikamas determining calculation, intercalary year



วารสารราชบัณฑิตยสภา

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๓ ก.ค.-ก.ย. ๒๕๕๙

วัสดุบูรณะฟันชนิดบ่มด้วยแสง*

ใจนุช จงรักษ์

ภาควิชาทันตกรรม ภาควิชาทันตกรรม ภาควิชาทันตกรรม ภาควิชาทันตกรรม

รังสีวิทยาคลินิก ศูนย์ทันตกรรม มหาวิทยาลัยรังสิต

ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล

รังสีวิทยาคลินิก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

บทคัดย่อ

วัสดุบูรณะฟันชนิดบ่มด้วยแสง หรือคอมโพสิตเรซินชนิดบ่มด้วยแสง รู้จักกันในงานทันตกรรมว่า light-cured composite resin หรือวัสดุอุดสีคล้ายฟัน หรือวัสดุอุดสีขาว (ต่างกับวัสดุอะมัลกัมที่มีสีเงิน) เป็นวัสดุที่ถูกพัฒนาขึ้นไม่นานมานี้ และสามารถบูรณะทั้งฟันหน้าและฟันหลังบางกรณี วัสดุชนิดนี้มีเรซินสังเคราะห์เป็นพื้นฐาน และมีส่วนผสมอื่น ๆ เช่น ผงแก้ว หรือผงควอตซ์ เป็นต้น เพื่อให้มีสมบัติตามต้องการ จะแข็งตัวต่อเมื่อได้รับแสงสีฟ้าที่มีความยาวคลื่น ๔๐๐-๔๕๐ นาโนเมตร จากแหล่งกำเนิดแสง LED ทำให้ทันตแพทย์มีเวลานานพอที่จะแต่งวัสดุนี้ได้สวยและถูกต้องตามหลัก ข้อดีอย่างหนึ่งของการบูรณะฟันด้วยวัสดุชนิดนี้คือความสวยงาม เนื่องจากมีสีคล้ายฟันให้เลือกหลายระดับ แต่มีข้อจำกัดหรือพึงระวัง ให้เป็นข้อคิดที่ทันตแพทย์และผู้ป่วยควรทราบ เพื่อใช้ตัดสินใจเลือกวัสดุบูรณะฟันได้อย่างเหมาะสม และเกิดประโยชน์มากที่สุด

คำสำคัญ : วัสดุบูรณะฟัน, คอมโพสิตเรซิน, เรซินสังเคราะห์, แหล่งกำเนิดแสง

เมื่อก้าวถึงวัสดุบูรณะฟัน หรืออุดฟัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฟันหลัง เรามักนึกถึงวัสดุในช่องปากที่มีสีเงิน แข็งและคงทน เรียกว่า อะมัลกัม (amalgam) ซึ่งเป็นสารผสมของโลหะเจือหรืออัลลอย (alloy) ร้อยละ ๔๖ ถึง ๕๗ กับสารปรอท (mercury) ในสภาพของเหลวร้อยละ ๔๓ ถึง ๕๔ ปั้นเป็นเนื้อเดียวกันโดยเครื่องปั้นที่เรียกว่า dental amalgamator สารอัลลอยนั้นประกอบด้วย เงิน ทองแดง ดีบุก และอาจมีส่วนผสมอื่นอีกเล็กน้อย เพื่อให้มีคุณภาพดีขึ้น

* บรรยายในการประชุมสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา เมื่อวันที่ ๑๕ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๘



วัสดุชนิดนี้รู้จักกันมานานกว่าร้อยปีแล้ว เมื่อจะใช้อุดฟัน ทันตแพทย์จะตัดรอยผุออกจากตัวฟัน จนหมด และจัดแต่งเป็นโพรง (cavity) ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ เป่าโพรงที่เตรียมไว้ให้แห้ง นำส่วนผสมดังกล่าวมาบั่นให้เข้ากัน นำเข้าสู่โพรงฟันที่เตรียมไว้ อัดให้แน่นและสลัก (carve) เป็นรูปร่างแทนเนื้อฟันที่หายไป ทั้งนี้ต้องสลักหรือแต่งรายละเอียดให้เสร็จก่อนอะมัลกัมบางส่วนแข็งตัวคือ ภายใน ๑๐ นาที อะมัลกัมส่วนที่เหลือจะแข็งตัวเต็มที่ประมาณ ๑๐ ถึง ๑๒ ชั่วโมง (Amalgam filling, 2015) ดังนั้น ผู้ป่วยจึงได้รับคำแนะนำว่า ให้หลีกเลี่ยงการใช้ฟันด้านที่อุด จนกว่าเวลาจะผ่านไปครบ ๒๔ ชั่วโมง จากนั้นจึงนัดมาขัดแต่งวัสดุอุดให้เรียบมันอีกครั้งหนึ่ง

ข้อดีของอะมัลกัมคือ เมื่อแข็งตัวแล้วจะทนต่อแรงบดเคี้ยวได้ดี ราคาไม่สูง เมื่อผสมเข้าที่แล้วนำเข้าสู่ช่องปากสู่โพรงที่ทันตแพทย์เตรียมไว้ได้ไม่ยาก ทั้งมีความคงทนสูง จึงยังคงใช้เป็นวัสดุอุดฟันหลังทุกวันนี้ (แต่ไม่ใช่อุดฟันหน้าหรือคอฟัน เนื่องจากสีไม่สวย คือ สีไม่กลมกลืนกับเนื้อฟัน)

ส่วนฟันหน้านั้น นอกจากจะต้องการความแข็งแรงพอควรแล้ววัสดุบูรณะฟันหน้ายังต้องมีความสวยงาม มีสีคล้ายฟันอีกด้วย ในอดีต มักบูรณะฟันหน้าหรือฟันหลังด้านแก้ม (buccal surface of posterior teeth) โดยใช้ซิลิเกตซีเมนต์ (silicate cement) ซึ่งต้องผสมผงอะลูมิโนซิลิเกตที่มีฟลูออไรด์ผสมอยู่ด้วยให้เข้ากับกรดออร์โทฟอสฟอริก (orthophosphoric acid) เป็นการผสมด้วยมือ เมื่อแข็งตัวจะเปราะจึงมักแตกร้าว ทำให้รอยผุเกิดขึ้นใหม่ รวมทั้งกรดที่อาจเหลือภายหลังการผสมจะเป็นอันตรายแก่ฟันได้ จึงมีความพยายามในการผลิตวัสดุอุดชนิดอื่นขึ้นมาแทนที่ ไม่ว่าจะเป็นกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (glass ionomer cement) หรืออื่น ๆ

กระทั่ง ค.ศ. ๒๐๐๐ เริ่มมีการใช้วัสดุบูรณะฟันที่สามารถอุดได้ทั้งฟันหน้าและฟันหลัง เรียกว่า คอมโพสิตเรซินชนิดบ่มด้วยแสง (light-cured composite resin)

วัสดุชนิดนี้จึงเป็นทางเลือกของการใช้วัสดุสำหรับทันตแพทย์ และสำหรับผู้ป่วยที่จะได้รับรู้ข้อมูลเหล่านี้ด้วย (Shenoy, 2008) บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้อ่านมีความรู้เรื่องคอมโพสิตเรซิน (composite resin) ซึ่งเป็นสารที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับ glass ionomer cement แต่จะแข็งตัวเมื่อถูกบ่มด้วยแสง (light-cured) และเพิ่มแรงโค้งงอ (flexible strength) มากขึ้นด้วย

คอมโพสิตเรซิน (composite resin) ในงานทันตกรรม เรียกอย่างไม่เป็นทางการว่า วัสดุอุดสีขาว (white filling) หรือวัสดุอุดสีเดียวกับฟัน (tooth coloured filling) ประกอบด้วย resin base ได้แก่ bisphenol A-glycidyl methacrylate (bis-GMA) หรือ urethane dimethacrylate (UDMA) และ ผงซิลิกา และอื่น ๆ ส่วนประกอบเหล่านี้อาจมีสัดส่วนเปลี่ยนแปลงไปได้ตามที่ผู้ผลิตเติมส่วนอื่นเข้าไป เช่น filler เพื่อให้มีความโปร่งแสงมากขึ้นและทนต่อการสึกหรอมากขึ้นด้วย รวมทั้งใส่สารช่วยในการยึดของเรซิน เบสและซิลิกา หรือสารช่วยในการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization) เมื่อเรซินได้รับแสงหรือความร้อน



โดยมีสาร catalyst เป็นตัวเร่ง ดังนั้น ในระยะแรกคอมโพสิตเรซินจึงต้องผสมนอกปากผู้ป่วย เมื่อเข้ากันดีแล้ว นำเข้าสู่โพรงฟันที่เตรียมไว้ แต่งให้ได้รูปก่อนแข็งตัว เรียกคอมโพสิตเรซินชนิดนี้ว่าเป็นแบบ self cure คือบ่มให้แข็งได้ด้วยตัวเอง ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาทำงาน คือทันตแพทย์ต้องแต่งวัสดุอุดให้ได้ตามต้องการก่อนที่วัสดุจะแข็งตัว มิฉะนั้นการกรอแต่งจะยากและใช้เวลานานขึ้นอีก ในระยะแรกที่นำเข้ามาใช้ ยังไม่สามารถใช้อุดแทนที่อะมัลกัมในฟันหลังได้ เนื่องจากแข็งแรงไม่พอ

วิวัฒนาการของทันตวัสดุได้ก้าวหน้าและพัฒนามาถึงคอมโพสิตเรซินชนิดบ่มด้วยแสง (Rueggeberg et al., 1994) ซึ่งอธิบายได้คร่าว ๆ ว่า คอมโพสิตเรซินนี้ ไม่ต้องผสมกับตัวเร่งก่อนนำเข้าสู่ฟัน เพียงเลือกสีใกล้เคียงสีของฟัน จากนั้นใช้กรดอ่อนซึ่งเตรียมในรูปของเจลทาในโพรงฟันที่เตรียมไว้ กรดจะทำให้เนื้อฟันส่วนที่เรียกว่า dentinal tubule เปิดออก เนื้อฟันประมาณ ๕ ถึง ๓๐ ไมโครเมตร จะขรุขระเพื่อให้คอมโพสิตเรซินยึด (bond) กับเนื้อฟันได้ดี เรียกกระบวนการนี้ว่า acid etching จากนั้นทันตแพทย์ล้างกรดออกหมด เป่าโพรงฟันให้แห้งสนิท ทาน้ำยายึดวัสดุอุด (adhesive) ให้ติดแน่นกับเนื้อฟัน เป่าแห้งอีกครั้ง แล้วตักคอมโพสิตเรซินที่เลือกสีไว้แล้ว เข้าสู่โพรงที่เตรียมไว้ในฟันหน้าหรือฟันหลัง คอมโพสิตเรซินนี้จะยังไม่แข็งตัว ทันตแพทย์มีเวลาแต่งให้สวยงามตามต้องการ แล้วใช้อุปกรณ์ที่ให้กำเนิดแสงสีฟ้า ที่มีความยาวคลื่น ๔๐๐-๔๕๐ นาโนเมตร (รูปที่ ๑) วางลงใกล้เนื้อคอมโพสิต กดสวิตซ์ให้ลำแสงสีฟ้านั้นบ่มจนวัสดุแข็งตัว ประมาณ ๔๐ วินาที หรือตามเวลาที่ผู้ผลิตกำหนด กระบวนการนี้เรียกว่า curing composite resin หรือการบ่มคอมโพสิต ซึ่งเมื่อแข็งตัวแล้ว กรอแต่งได้ทันทีไม่ต้องรอจนครบ ๒๔ ชั่วโมง



รูปที่ ๑ Light cure instrument Kulzer, Germany

เมื่อพิจารณาถึงแสงที่ใช้บ่มคอมโพสิต ว่าคืออะไร มีอันตรายหรือไม่ อธิบายได้ว่า การใช้แสงบ่มคอมโพสิตในงานทันตกรรมเริ่มเมื่อ ค.ศ. ๑๙๖๙ (Strassler, 2011) แสงที่ใช้คืออัลตราไวโอเล็ต



ความยาวคลื่น ๑๐ ถึง ๓๘๐ นาโนเมตร แต่มีข้อจำกัด คือบ่มได้ไม่ลึกพอและเป็นอันตราย ในกลาง ค.ศ. ๑๙๗๐ จึงเปลี่ยนมาใช้แสงที่มองเห็นด้วยตาเปล่า โดยใช้หลอดแฮโลเจน (quartz halogen bulb) หรือย่อว่า QTH กำเนิดแสงความยาวคลื่น ๔๖๐ ถึง ๔๘๐ นาโนเมตร ด้วยการทำให้ขดลวดทั้งสแตน ร้อนขึ้นจากกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะบ่มแทรก (penetrate) ลงไปได้ในเนื้อคอมโพสิตได้ดีกว่า (D'Alpino et al., 2006; Malhotra et al., 2010)

กระทั่งปัจจุบัน แสงที่ใช้กันแพร่หลายคือ ไดโอดเปล่งแสง (light emitting diode) ซึ่งใช้คำย่อว่า แอลอีดี (LED) เป็นสารกึ่งตัวนำเชื่อมกัน และทำให้เกิดแสงที่มีช่วงความยาวคลื่น ๔๕๐ ถึง ๔๙๐ นาโนเมตร (Mills, 1999; Duke, 2001) และมีกำลังมากกว่า ๑,๐๐๐ มิลลิวัตต์ต่อหนึ่งตารางเซนติเมตร (Kraemer et al., 2008) โดยไม่เกิดความร้อนมากเหมือนการใช้หลอดแฮโลเจน เป็นการยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ พัดลมที่ใช้กระจายความร้อนมีขนาดเล็ก หรือไม่ต้องมีพัดลม ไม่เกิดเสียงรบกวน แสงที่ได้มีความเข้มข้นสูงและพอเหมาะ (Shortall et al., 1996)

เนื่องจากแสงจากแอลอีดีมีความเข้มข้นสูง ถึงแม้จะเชื่อได้ว่าเป็นแสงสว่างธรรมดาไม่ใช่แสงอัลตราไวโอเล็ต แต่อาจเป็นอันตรายต่อสายตาทั้งทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ และผู้ป่วยได้ (Ellen et al., 2004) จึงไม่ควรจ้องที่แสงสว่างโดยตรง ทันตแพทย์และผู้ช่วยทันตแพทย์จะมองผ่านแผ่นกรองแสงสีส้ม (orange tinted glass) ที่ออกแบบโดยผู้ผลิตอย่างถูกต้อง (Bruzell et al., 2007)

ข้อสำคัญอีกประการหนึ่งคือ เมื่อคุณภาพส่วนหนึ่งของคอมโพสิตขึ้นอยู่กับแสง และอุปกรณ์ การเกิดแสง ตลอดจนเทคนิคการบ่ม ซึ่งทันตแพทย์ต้องศึกษาอย่างถี่ถ้วน จึงเป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของทันตแพทย์ (Mitton and Wilson, 2001) ที่จะหมั่นตรวจสอบเครื่องฉายแสงว่ามีคุณภาพเหมือนเดิมหรือไม่ โดยทั่วไปหลอดไฟนั้นมีอายุการใช้งานไม่เกิน ๖ เดือน หากหลอดมั่วหรือสีคล้ำขึ้น ความเข้มแสงจะลดลง (Friedman, 1991)

ข้อดีของคอมโพสิตเรซิน

๑. ความสวยงามสำคัญเป็นอันดับแรก เพราะมีสีใกล้เคียงกับฟัน และมีหลายระดับสีให้เลือก อย่างไรก็ตาม การดื่มชา กาแฟ หรืออาหารใส่สี อาจทำให้สีของคอมโพสิตเรซินเปลี่ยนได้

๒. ใช้อุดได้หลายตำแหน่งที่ไม่สามารถอุดด้วยอะมัลกัม เช่น ปลายฟันบิ่น ฟันสึก รวมทั้งสามารถอุดซ่อมแซมได้เมื่อเสียหายเล็กน้อย แต่ถ้าเป็นอะมัลกัมต้องรื้อออกหมด

๓. ยึดกับเนื้อฟันได้อย่างดีด้วยวิธีทางเคมี (chemical bond) เพราะทาสารยึด (รวมทั้งการใช้ acid etching) ยิ่งทำให้วัสดุอุดยึดติดตัวฟันได้ดีมาก ดังนั้น การกรอแต่งโพรงฟันเพื่อการอุดจึงไม่ต้องขยายไปมาก ไม่เสียเนื้อฟันมากเหมือนการแต่งโพรงสำหรับอะมัลกัม นอกจากนี้ การยึดติดตัวฟันทำให้เนื้อฟัน



ที่เหลื่อแข็งแรงขึ้น ป้องกันการแตก และเป็นฉนวนป้องกันการเสียวฟันจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้ระดับหนึ่ง

๔. ไม่เกิดการกร่อน (corrosion) ในขณะที่อะมัลกัมบางชนิดยังมีการกร่อนได้บ้าง

๕. ลดการใช้ปรอท รวมทั้งลดปริมาณปรอทที่ทันตแพทย์ได้รับในการทำงาน อันอาจเป็นอันตรายต่อระบบต่าง ๆ ได้

ข้อจำกัดของคอมโพสิตเรซิน

๑. แม้ว่าจะสามารถใช้อุดฟันหลังได้ แต่เนื่องจากความแข็งแรงทนทานไม่เท่าอะมัลกัม จึงควรเลือกใช้เป็นบางกรณี เช่น ฟันหลังที่ไม่เสียเนื้อฟันไปกักรอยผุมากนัก หรือใช้อุดฟันหลังด้านแก้ม (buccal) ที่ต้องการความสวยงาม และไม่ต้องรับแรงบดเคี้ยวมากนัก

๒. ในอดีต คอมโพสิตเรซินเกิดการหดตัว (shrinkage) ขณะบ่ม ทำให้เกิดรอยร้าวบริเวณขอบขอบแตกเป็นสาเหตุให้เกิดรอยผุภายหลัง (subsequent decay) แต่ปัจจุบันปัญหานี้ลดลงมาก เนื่องจากการปรับปรุงคุณภาพโดยผู้ผลิต

๓. ความทนทานและประสิทธิภาพของคอมโพสิตขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เทคนิคและความชำนาญของทันตแพทย์ในการเตรียมโพรงฟัน ในการใช้แสงบ่ม และอื่น ๆ เป็นต้นว่า แสงสีฟ้านั้นมีความสามารถในการบ่มคอมโพสิตได้ลึกไม่เกิน ๒ มิลลิเมตร ถ้าลึกกว่านั้น ต้องอุดและบ่มเป็นชั้น ๆ จึงต้องใช้เวลาในการอุดนานกว่าอะมัลกัม เทคนิคการถือแอลอีดีในการบ่มให้หนึ่งและถูกต้อง เป็นต้นว่า ต้องไม่ให้ปลายเครื่องมือแตะเนื้อวัสดุ แต่ให้ใกล้วัสดุมากที่สุด คือ ประมาณ ๑ มิลลิเมตร ต้องให้แสงตั้งฉากกับผิวของวัสดุบริเวณดังกล่าว ต้องใช้เวลาในการบ่มอย่างถูกต้อง เมื่อคอมโพสิตมีความหนามากขึ้น หรือมีสีเข้ม ต้องใช้เวลาในการบ่มนานขึ้นรวมทั้งต้องบ่มได้ทั่วถึง มิฉะนั้นคุณภาพวัสดุอุดจะลดลง (Felix et al., 2006; Price et al., 2010)

๔. ใช้เวลาในการทำงานนานกว่าการอุดด้วยอะมัลกัม นอกจากนี้ยังมีความลำบากในการอุด เช่น โพรงต้องแห้งสนิท หรือการแต่งรูปร่างฟัน (contour) ทำได้ยาก

๕. การมีสีเหมือนฟันทำให้รู้ได้ลำบาก เนื่องจากสายตาแยกวัสดุออกจากเนื้อฟันได้ไม่ชัดเจน เพราะขณะกรอมีน้ำฉีตออกมาตลอดเวลา การกรออาจผิดพลาดทำให้เสียเนื้อฟันมากขึ้น หรืออาจทะลุโพรงฟันหากไม่ชำนาญพอ

๖. ราคาสูงกว่าอะมัลกัม บริษัทประกันภัยบางแห่งยอมให้เบิกค่าอุดฟันหลังเฉพาะอะมัลกัมเท่านั้น หากอุดฟันหลังด้วยคอมโพสิต ผู้ป่วยต้องจ่ายเอง

เมื่อไม่นานมานี้มีรายงาน อันตรายจากการอุดด้วยอะมัลกัม (Ahlqwist et al., 1993;



Eneström et al., 1995) โดยกล่าวว่า พรอทเป็นสารพิษ ไม่ควรนำมาใช้อุดฟัน หรือถ้าอุดไปแล้วควรรื้อออกให้หมด ทำให้เกิดความกังวลแก่ผู้ป่วยหลายราย ได้มีงานวิจัยและบทความต่าง ๆ สรุปว่า สารพรอทเป็นสารพิษเมื่ออยู่ในสภาพพรอท แต่เมื่อนำมาเป็นสารผสม ร่วมกับสารอื่นในเนื้ออะมัลกัม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี จึงไม่เกิดโทษตามที่ถูกอ้าง นอกจากนี้มีพรอทปริมาณน้อยมากที่เกิดจากแรงบดเคี้ยว ภายหลังการอุดไม่มากพอที่จะทำให้เกิดอันตรายได้ บางรายงานกล่าวว่า อันตรายน้อยกว่าอันตรายจากพิษของอาหาร มลพิษจากอากาศและสิ่งแวดล้อม กล่าวโดยสรุปว่า อะมัลกัมไม่มีอันตรายต่อร่างกาย และไม่จำเป็นต้องรื้ออะมัลกัมที่อุดไปแล้ว ด้วยเหตุผลว่าเป็นอันตรายต่อร่างกาย (Herrstrom et al., 1993; World Health Organisation, 1997; ADA council on Scientific Affairs, 1998; Levine, 2013; Bailer et al., 2001; Mutter et al., 2004; Life Sciences Research Office, 2005; Dental amalgam or resin composite fillings; <https://www.deltadentalins.com/oral.../amalgam.html>. 2015)

สรุป

กล่าวโดยสรุป คอมโพสิตเรซินนอกจากมีสีใกล้เคียงฟันแล้ว การกรอแต่งโพรงไม่ยาก ไม่ต้องอาศัยหลักกลศาสตร์ในการยึดติดกับโพรงฟัน แต่อาศัยแรงยึดทางเคมีระหว่างฟันกับวัสดุ โพรงฟันไม่จำเป็นต้องขยายใหญ่เพราะจะทำให้เสียเนื้อฟันหรือเกิดฟันเสียวหลังอุด มีความแข็งแรงพอที่จะอุดฟันหลังในบางรายที่ไม่ต้องรับแรงบดเคี้ยวมาก นอกจากนี้ยังสามารถขัดแต่งได้ภายในไม่กี่นาทีหลังแข็งตัว ผู้ป่วยไม่เสียเวลากลับมาอีก แต่มีข้อเสีย คือ เมื่ออุดไปนานสีจะคล้ำขึ้นเนื่องจากสีจากอาหารและเครื่องดื่ม คุณภาพลดลงเมื่อสัมผัสกับแอลกอฮอล์ ดังนั้น ผู้ป่วยต้องหลีกเลี่ยงการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ หรืองดใช้น้ำยาบ้วนปากที่มีแอลกอฮอล์ เพื่อยืดอายุการใช้งานของวัสดุอุด

เอกสารอ้างอิง

- ADA council on Scientific Affairs. Dental amalgam: update on safety concerns. J Am Dent Assoc. 1998; 129: 494-503.
- Ahlqwist, M., Bengtsson C., Lapidus L. (1993). Number of amalgam fillings in relation to cardiovascular disease, diabetes, cancer and early death in Swedish women. Community Dent Oral Epidemiol. 21: 40-4.
- Amalgam filling. www.medcollege.hu/de/wiki/print.php?id=317&lan=2 Retrieved 23 July 2015.



- Bailer, J., Rist, F., Rudolf, A., Staehle, H. J., Eickholz, P., Triebig, G., Bader, M., Pfeifer, U. (2001). **Adverse health effects related to mercury exposure from dental amalgam fillings: toxicological or psychological causes?** *Psychol Med.* 31: 255-63.
- Bruzell, E. M., Johnsen, B., Aalerud, T. N., Christensen, T. (2007). **Evaluation of eye protection filters for use with dental curing and bleaching lamps.** *J Occup Environ Hyg.* 6: 432-9.
- D'Alpino, P. H., Wang L., Rueggeberg, F. A., et al. (2006). **Bond strength of resin-based restorations polymerized with different light-curing sources.** *J Adhes Dent.* 8: 293-298.
- Dental amalgam or resin composite fillings? - Delta Dental <https://www.deltadentalins.com/oral.../amalgam.html>. Retrieved 27 July 2015.
- Duke, E. S. (2001). **Light-emitting diodes in composite resin polymerization.** *Compend Contin Educ Dent.* 22: 722-5.
- Ellen, M., Bruzell, R., Jacobson, N. and Hansten Pettersen, A. (2004). **Health hazards associated with curing light in the dental clinic.** *Clinical Oral Investigations.* 8; 113-7.
- Eneström, S. Hultman, P. (1995). **Does Amalgam Affect the Immune System? A Controversial Issue (Part 1 of 2).** *Int Arch Allergy Immunol.* 106: 180-191. DOI: 10.1159/000236843.
- Felix, C. A., Price, R. B., Andreou, P. (2006). **Effect of reduced exposure times on the microhardness of 10 resin composites cured by high-power LED and QTH curing lights.** *J Can Dent Assoc.* 72: 147.
- Friedman, J. (1991). **Care and maintenance of dental curing lights dentistry today.** *Dentistry Today.* 10: 1-2.
- Herrstrom, P., Hogstedt, B. (1993). **Clinical study of oral galvanism: No evidence of toxic mercury exposure but anxiety disorder an important background factor.** *Scand J Dent Res.* 101: 232-237.
- Krämer, N., Lohbauer, U., García-Godoy, F., Frankenberger, R. (2008). **Light curing of resin-based composites in the LED era.** *Am J Dent.* 21:135-42.



- Levine, J. B. (2013). **Toxic Teeth: Are Amalgam Fillings Safe?** www.doctoroz.com/article,
Posted on 27 Mar 2013.
- Life Sciences Research Office. (1998). **Review and analysis of the health effects of dental amalgam.** *J Am Dent Assoc.* 129: 494-503.
- Malhotra, N., Mala, K. (2010). **Light-curing considerations for resin-based composite materials: a review. Part I.** *Compend Contin Educ Dent.* 31: 498-505.
- Mills, R. W. (1999). **Blue light emitting semiconductors - an alternative method of curing dental composites. ...** *Br Dent J.* 186: 388-391.
- Mitton, B. A. and Wilson, N. H. F. (2001). **The use and maintenance of visible light activating units in general practice.** *Brit Dent J.* 191: 82-6.
- Mutter, J., Naumann, J., Sadaghiani, C., Walach, H., Drasch, G. (2004). **Amalgam studies: Disregarding basic principles of mercury toxicity.** *International Journal of Hygiene and Environmental Health.* 207: 391-7. doi:10.1078/1438-4639-00305.
- Price, R. B., McLeod, M. E., Felix, C. M. (2010). **Quantifying light energy delivered to a Class I restoration.** *J Can Dent Assoc.* 76: a 23.
- Repository.uobabylon.edu.iq/2010_2011/4_24117_983. Retrieve 3 June 2015.
- Rueggeberg, F. A., Caughman, W. F., Curtis, J. W. Jr. (1994). **Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite.** *Oper Dent.* 19: 26-32.
- Shenoy, A. (2008). **Is it the end of the road for dental amalgam? A critical review.** *J Conserv Dent.* 11: 99-107. doi: 10.4103/0972-0707.45247.
- Shortall, A. C., Harrington, E. (1996). **Guidelines for the selection, use, and maintenance of visible light activation units.** *Br Dent J.* 181: 383-7.
- Strassler, H. E. (2011). **The Physics of light curing and its clinical implications** Published by AEGIS Communications Compendium. Volume 32, Issue 6.
- World Health Organisation. (1997). **Dental amalgam and alternative dental direct restorative materials** Mjör I. A., Pakhomov G.N. (Eds.), Oral Health, Division of Noncommunicable Diseases, WHO, Geneva.



Abstract Light-cured Dental Restorative Filling

Chainut Chongruk

Associate Fellow of the Academy of Science, The Royal Society of Thailand

Oral Radiology Clinic, Maha Chakri Sirindhorn Dental Hospital, Golden Jubilee Medical Center, Mahidol University

Oral Radiology, Faculty of Dental Medicine, Rangsit University, Thailand

Light-cured composite resin dental fillings are restorative fillings for both anterior and selected posterior teeth. They are the tooth coloured materials composed of resin base and other fillings. These types of fillings come in a variety of shades to match the colour of the tooth. The fillings are hardened by shining to the surface for 30-40 seconds with an intense blue light (400-450 nm) from special light source such as LED (light-emitting diode). The main advantage of the composite is aesthetics especially in anterior or buccal posterior teeth as well as non stress occlusal surface on posterior teeth. At the same time, they are technique-sensitive and need more steps to follow precisely by the dentist. Advantages and limitations are presented in the article in order to assist the patients in making a decision consultation with the dentist.

Keywords: dental restorative filling, light-cured composite resin, resin base, light source, LED (light-emitting diode)