



# วิทยาศาสตร์ มข.

KHON KAEN UNIVERSITY SCIENCE JOURNAL

ปีที่ ๗ ฉบับที่ ๒ พฤษภาคม - สิงหาคม ๒๕๖๒

การเกิดภาพสีในฟิล์ม

จันทร์ปราศาศาเต็มดวง ๖ กันยายน ๒๕๖๒

เหตุเกิดในกรุงเอเธนส์เมื่อ ๔๖๕ ปีก่อนคริสตกาล

เรดาร์

วิตามินกับความแก่

สีแต่งอาหาร

พุทธศาสนากับวิทยาศาสตร์

ศาลาวิทยาสาร

ข้าวสัน

# วิทยาศาสตร์ มข.

## วัตถุประสงค์

- ☆ เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่วิทยาการในสาขาวิชาต่าง ๆ ทาง  
ด้านวิทยาศาสตร์
- ☆ เพื่อเผยแพร่ผลงานด้านการวิจัย และการศึกษาค้นคว้า ของ  
อาจารย์และนักศึกษา
- ☆ เพื่อเป็นสื่อกลางการแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดทาง  
วิชาการระหว่างอาจารย์ นักศึกษา และผู้สนใจทั้งภายในและ  
ภายนอกสถาบัน

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภัคดี ธีนวารชร

บรรณาธิการ

สัมพันธ์ คัมภีรานนท์

บรรณาธิการผู้ช่วย

สมพงษ์ ธรรมถาวร

กองบรรณาธิการ

นิพนธ์ เปาโรหิต ทวีศักดิ์ แก้วขิม

นุมนวล อุดมพวงษานนท์ ประภารัตน์ พนารมย์

ฝ่ายศิลป์และภาพ

เฉลิม คิตชัย

ฝ่ายจัดการ

เฉลิม สารบัณฑิตกุล

เหรียญกษาปณ์

ลักขณา ศรีวิไลลักษณ์

สำนักงาน

ฝ่ายจัดทำวารสารวิทยาศาสตร์ มข. คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น โทร. 236199 237272 ต่อ 143

และ 326

กำหนดออก

ปีละ 3 ฉบับ

ค่าบำรุง

ปีละ 20 บาท

การบอกรับเป็นสมาชิก

แจ้งความจำนงเป็นจดหมาย หรือกรอกใบสมัครเป็นสมาชิก พร้อมส่งค่า  
บำรุงเป็นธนาคัต หรือเช็คไปรษณีย์ ในนามของ นายเฉลิม สารบัณฑิตกุล  
ฝ่ายจัดการ ส่งจ่าย ป.ท. เทพารักษ์ ขอนแก่น.

ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2522

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

### ใบสมัครเป็นสมาชิก "วิทยาศาสตร์ มข."

เขียนที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เรียน บรรณาธิการวารสาร "วิทยาศาสตร์ มข."

ข้าพเจ้า.....

ที่ทำงาน.....

ที่อยู่.....

มีความประสงค์จะรับวารสาร "วิทยาศาสตร์ มข." ตั้งแต่ฉบับที่.....ปีที่.....

จนถึงฉบับที่.....ปีที่.....รวม.....ฉบับ พร้อมนี้ส่งเงิน

จำนวน.....บาท มาทาง.....

ขอแสดงความนับถือ

(.....)

พุทธศาสนากับวิทยาศาสตร์	เฉลิม สารบั่นติดกุล	37
ศาลาวิทยาสาร		44
ข่าวสั้น		46

# วิทยาสาสตร์ มข.

คณะอักษรศาสตร์  
คณะวิทยาศาสตร์

ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2522

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บรรณาธิการแถลง.....		
การเกิดภาพสีในฟิล์ม	เฉลิม คิตชัย	1
จันทร์ปราศแต่ดวง 6 กันยายน 2522	พหล จิตติยศรา	10
เหตุเกิดในกรุงเอเธนส์ เมื่อ 429 ปีก่อนคริสตกาล	นิพนธ์ เปาโรหิต	15
เรดาร์	ชัยวัฒน์ คุประตกุล	21
วิตามินกลับความแก่	ดาวลัย บุญยะรัตน์	27
สีแต่งอาหาร	สัมพันธ์ คัมภีรานนท์	31
พุทธศาสนากับวิทยาศาสตร์	เฉลิม สารบั่นจิตกุล	37
ศาลาวิทยาสาร		44
ข่าวสั้น		46

## บรรณาธิการแถลง

ผ่านไปแล้วครับสำหรับการตกของหอยวิจัยลดยฟ้า หรือ สกายแล็บ ท่ามกลางความตื่นตระหนกของมวลมนุษยชาติ เป็นที่น่าสังเกตว่าในช่วงเวลาไม่กี่เดือนที่ผ่านมา มนุษย์เราได้รับหรือเกือบได้รับภัยพิบัติอย่างใหญ่หลวงจากสิ่งที่มนุษย์ได้สร้างขึ้นอันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตัวอย่างเช่น การรั่วไหลของสารกัมมันตภาพรังสี จากโรงไฟฟ้าปรมาณู หรือการตกของเครื่องบินโดยสาร ดีซี 10 อุบัติเหตุทั้งหลายเหล่านี้เกิดขึ้นในสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศที่มีความก้าวหน้าทางวิชาการ และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก เหตุการณ์เช่นนี้อาจเป็นข้อเตือนใจอย่างดีสำหรับผู้ที่กำลังคิดจะนำเอาโรงไฟฟ้าปรมาณูมาใช้ในประเทศไทย เราแน่ใจแล้วหรือว่า กรณีเช่นที่เกิดขึ้นในสหรัฐอเมริกาจะไม่เกิดขึ้นในประเทศไทย-ประเทศที่กำลังพัฒนา

ขอแถลงให้สมาชิกทั้งหลายได้ทราบไว้เนะครับว่า ตั้งแต่ต้นตอไปท่านจะได้รับ จุลสารวิทยาศาสตร์เป็นประจำ นั่นคือประมาณ 1 เดือน หลังจากวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ออกวางตลาด จุลสารนี้เราแถมให้แก่สมาชิกทุกท่าน โดยไม่คิดมูลค่าแต่ประการใด ทั้งนี้เรื่องทุกเรื่องที่อยู่ในจุลสารจะมีเนื้อหา สารระ คุณประโยชน์ไม่ด้อยกว่าเรื่องที่ลงในวารสารเลย

ในระยะเวลาอันใกล้นี้ บางท่านอาจมีโอกาสดูจันทร์ปราดาเต็มดวง ซึ่งรายละเอียดต่างๆ สามารถค้นหาได้จากวารสารเล่มนี้ สำหรับสาวน้อยทั้งหลายถ้าจะสละเวลาสักนิดอ่านบทความเรื่อง "วิตามินกับความแก่" ก็อาจมีประโยชน์กับตัวท่านบ้าง ส่วนใครที่ชอบรับประทานขนมรวมมิตรซึ่งประกอบด้วยสีต่างๆ ถึง 7 สีนั้น ท่านอาจเช็คไปนานเท่าไรหลังจากที่ได้อ่านเรื่อง "สีแต่งอาหาร"

## การเกิดภาพสีในฟิล์ม

เฉลิม กิตชัย \*

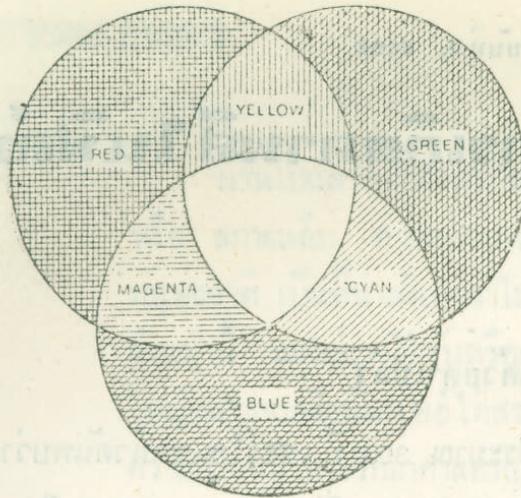
### สีของแสงที่เรามองเห็นด้วยตาเปล่า

นับเป็นเวลาประมาณ 300 ปี เซอร์ไอแซกนิวตันพบว่า แสงอาทิตย์เมื่อทำให้เป็นลำแสงเล็กผ่านปริซึมรูปแก้วสามเหลี่ยมจะถูกกระจายออกเป็นแถบสีรุ้ง ซึ่งเราเรียกว่าสเปกตรัมมีแถบสีถึง 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง แต่การแบ่งแถบสีในวิชาถ่ายรูป แบ่งออกเป็น 3 แถบ คือ น้ำเงิน, เขียว, แดง ถ้าเรากั้นแสงบางส่วนของสเปกตรัมก็จะทำให้เกิดแสงสีต่างๆ ขึ้น Young ชาวอังกฤษ และ Helmholtz ชาวเยอรมัน ได้ทำการทดลองและสรุปผลการทดลองว่าถ้าให้ส่วนแถบสีเล็กๆ ที่เป็นสีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง ส่วนละเท่าๆ กันผสมกัน จะได้แสงสีขาว และถ้าให้สัดส่วนของสีทั้งสามผสมกันในอัตราต่างๆ กัน ก็จะได้แสงสีต่างๆ ออกมามากมาย ดังตัวอย่างดังต่อไปนี้

แสงสีที่ผสมกัน	สีที่มองเห็น
น้ำเงิน (B) + เขียว (G)	ฟ้า (Cyan = C)
น้ำเงิน + แดง (R)	บานเย็น (Magenta = M)
เขียว + แดง	เหลือง (Yellow = Y)
น้ำเงิน + เขียว + แดง	ขาว (White = W)

หรือจะให้เข้าใจง่ายโดยสรุปต่อไปนี้

\* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



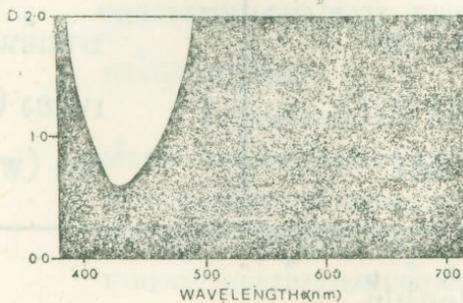
การรวมแสงสีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง

จากผลการรวมแสงสีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง ทำให้ค้นพบต่อไปว่า ประสาทตาของคนเรามีความรู้สึกไวต่อแสงสีทั้งสามนอกจากนี้แสงสีต่างๆ ก็ยังสามารถทำให้เกิดขึ้นได้ ถ้าใช้สัดส่วนผสมพอเหมาะ ดังนั้นสีทั้งสามจึงถูกเรียกว่า **เป็นแม่สีของแสง (Primary colours)**

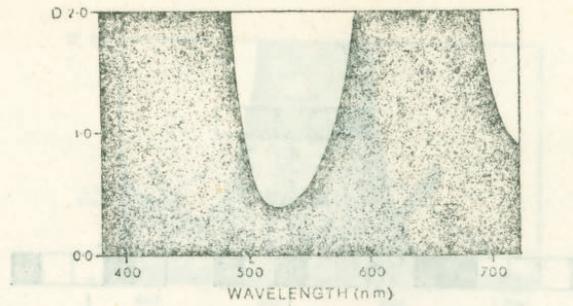
**การเกิดสี (Colour reproduction)**

สีของวัตถุรอบๆ ตัวเราส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับจำนวนเนื้อสีและหรือสีย้อม ไม่มีกรรมวิธีถ่ายรูปใด ๆ เท่าที่มีอยู่ในปัจจุบันที่จะทำให้ได้สีเหมือนต้นฉบับ แต่กระบวนการถ่ายรูปก็สามารถทำให้เกิดสีใกล้เคียงกับต้นฉบับ ดังนั้นเราจะต้องพิจารณาหากรรมวิธีที่จะควบคุมปริมาณของแถบสีทั้งสามให้ผสมกันตามสัดส่วนตามต้องการ วิธีที่สะดวกที่สุดในการเลือกควบคุมแถบสี B,G,R, จากสเปกตรัมเขานิยมใช้แว่นสีกรองแสงที่มีค่า Density ที่เหมาะสม

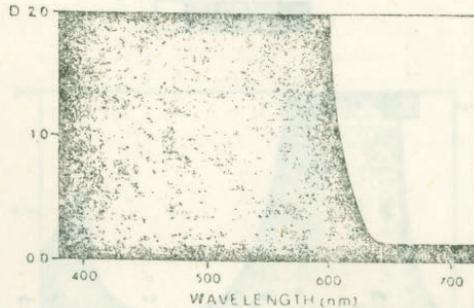
ในการใช้แว่นกรองแสงที่เป็นแม่สีมักใช้แสงอาทิตย์ แว่นกรองแสงทั้งสามจะยอมให้แสงผ่านไปได้ประมาณ 1/3 ของสเปกตรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ Spectral density distributions ของแว่นกรองแม่สีนั้น ดังแสดงในรูปข้างล่าง



(ก) แว่นกรองแสงสีน้ำเงิน

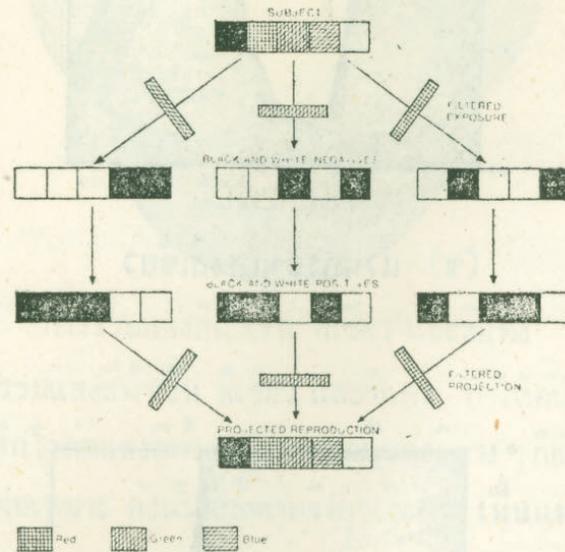


(ข) แวนกรองแสงสีเขียว

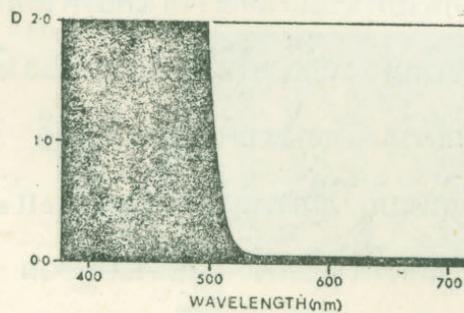


(ค) แวนกรองแสงสีแดง

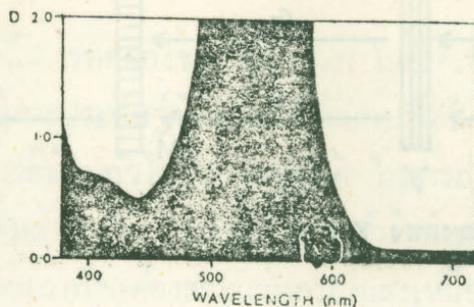
ในปี ค.ศ. 1981 Clerk Maxwell ได้ผลิตภาพสีจากการถ่ายรูป ขณะที่ถ่ายทำ ได้ใช้แวนกรองแสงสีน้ำเงิน สีเขียวและสีแดง เมื่อนำฟิล์มไปล้างในน้ำยาจะได้เนกาทีฟขาวดำ 3 อัน แล้วนำเนกาทีฟที่ได้นี้ไปทำเป็นสไลด์ขาวดำเพื่อให้ได้ภาพโพซิทีฟแล้วนำไปฉายในเครื่องฉาย สไลด์ 3 เครื่องที่หน้าเลนส์ฉายให้ใช้แวนกรองแสงสีเดียวกันกับเมื่อตอนถ่ายทำ ปรับภาพบนจอที่เกิดจากเครื่องฉายทั้งสามให้ซ้อนกันพอดี ภาพที่ได้บนจอก็จะเป็นภาพสีที่ผสมใกล้เคียงกับสีของต้นฉบับ วิธีการนี้เรียกว่า Maxwell's Process หรือ additive method และสีของแวนกรองแสงที่ใช้เรียกว่า แม่สีระบบบวก (additive primaries) เพื่อให้เข้าใจง่ายศึกษาจากรูปข้างล่าง



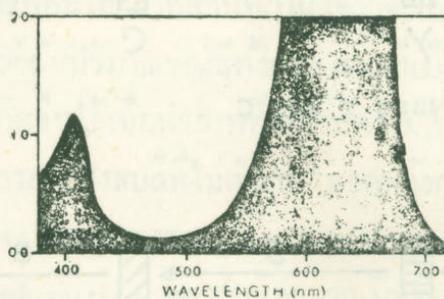
ยังมีอีกวิธีหนึ่งในการเลือกแถบสีสเปกตรัมเพื่อให้เกิดภาพสีได้ โดยใช้สีปรกซ์หรือสีเติมเต็ม (Complementary colours) ได้แก่สีเหลือง (Yellow) สีบานเย็น (Magenta) และสีฟ้า (Cyan) เพื่อดูดกลืนแม่สี แวนกรองแสงชนิดที่เป็นแม่สีอินยอมนำให้แสงผ่านได้เพียง 1/3 ของสเปกตรัม แต่แวนกรองแสงที่เป็น Complementary colour จะให้แสงส่งผ่านไปได้ถึง 2/3 ของสเปกตรัม ดังนั้นเราอาจถือได้ว่าแวนกรองแสงที่เป็น Complementary colour จะลบแสงสีออกเพียง 1/3 ของสเปกตรัม ทั้งนี้



(ก) แวนกรองสีเหลือง (Yellow)

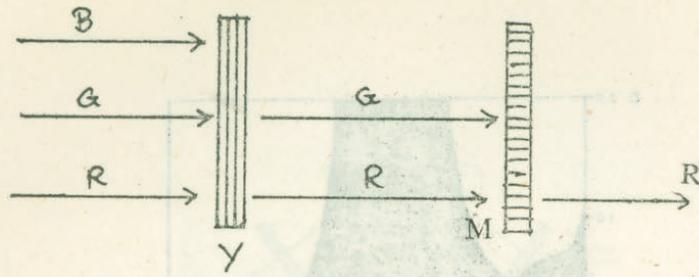


(จ) แวนกรองแสงสีม่วงแดง (Magenta)

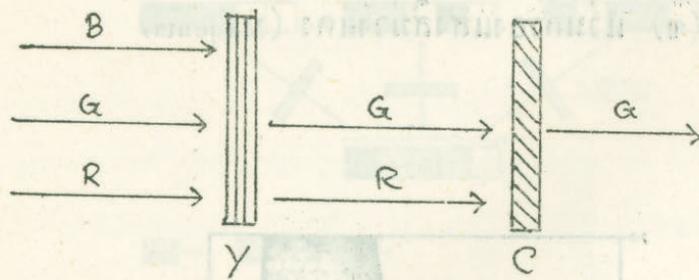


(ค) แวนกรองแสงสีฟ้าเขียว (CYAN)

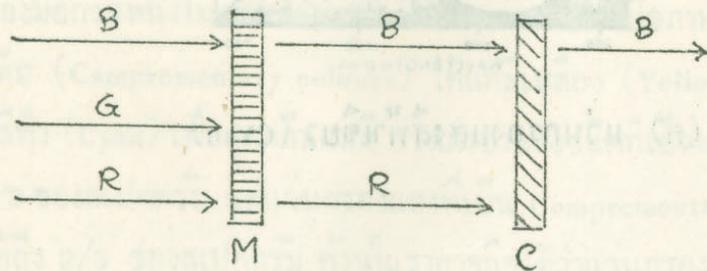
ในการควบคุมให้แสงผ่านโดยใช้แวนกรองแสงที่เป็น Complementary Colour  
อย่างเดียวกันทางปฏิบัติไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงมีคนนำเอาแวนกรองแสงที่เป็น Complementary colour  
มาใช้รวมกันถึงผลที่เกิดขึ้นตามรูปต่อไปนี้



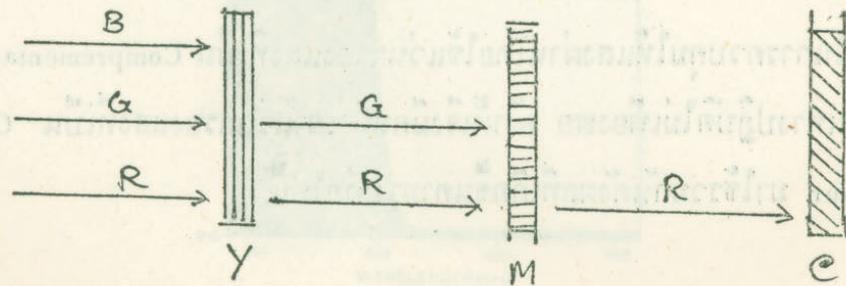
(ก) ใช้แวนกรองแสง Y และ M



(ข) ใช้แวนกรองแสง Y และ C



(ค) ใช้แวนกรองแสง M และ C



(ง) ใช้แวนกรองแสง Y, M และ C

ถ้าพิจารณาจากหลักการของการใช้วิธี additive และวิธี subtractive ของการเกิดภาพสี จะเห็นได้ว่าเราสามารถนำไปใช้งานในทางปฏิบัติได้ดังนี้

Additive process

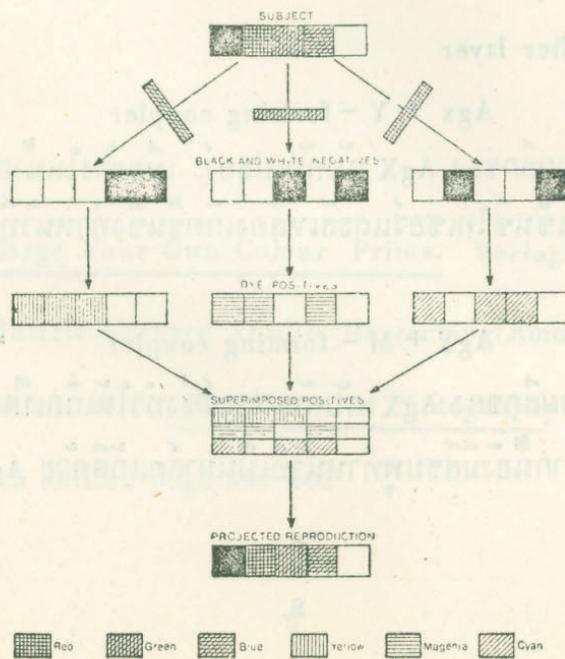
กรรมวิธีเหมือนกับการทดลองของ Maxwell ในปี ค.ศ. 1861 ในช่วงระยะ 10 ปี ของต้นศตวรรษที่ 20 ได้มีการประดิษฐ์ฟิล์มแผ่นสีระบบบวก (additive system) ซึ่งสามารถนำไปใช้กับกล้องถ่ายรูปที่นิยมทั่วไปในขณะนั้นได้ ในการถ่ายทำจะต้องใช้แว่นกรองแสง B, G. และ R เมื่อนำฟิล์มล้างจะได้เนกาทีฟขาวดำแล้วจึงนำสไลด์ไปฉายแสงโดยใส่ในเครื่องฉายสไลด์ 3 เครื่องแต่ละเครื่องต้องสวมแว่นกรองแสงเหมือนกับเมื่อ ตอน ถ่าย ครั้งแรก จัดภาพบนจอให้ทับกันพอดีก็จะได้ภาพสีเหมือนต้นฉบับ

สำหรับกรรมวิธีสร้างฟิล์มที่ใช้ในระบบนี้จะไม่ชอกกล่าวถึง ณ ที่นี้

Subtractive process

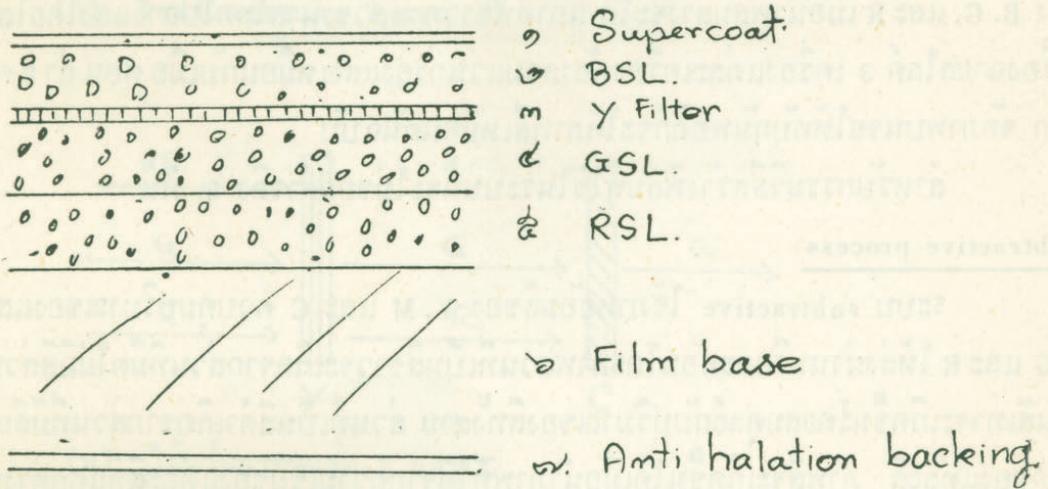
ระบบ subtractive ใช้ภาพย้อมสีของ Y, M และ C ควบคุมปริมาณของแสงสี B, G และ R ให้ส่งผ่านหรือสะท้อนโดยภาพส่วนที่เป็นสีขาวจะเกิดจากส่วนที่มืดไม่มีสี ส่วนที่เป็นสีเทาจะเกิดขึ้นโดยสมมูลกับปริมาณของสีทั้งสาม ส่วนที่เป็นสีดำเกิดจากส่วนที่มืดเข้มที่สุดของแต่ละสี ภาพสีจะเกิดขึ้นได้เมื่อนำภาพที่ได้จากความเข้มของแต่ละสีที่แตกต่างกันมาซ้อนกัน และการใช้แว่นกรองแสงลบสีที่ไม่ต้องการออก ดังกล่าวแล้วข้างต้น

จากหลักการทั้ง additive และ subtractive process ก็ได้มีผู้สร้างฟิล์มออกจำหน่าย โดยเฉพาะระบบ subtractive มีความนิยมมากเป็นพิเศษ ดังนั้นจะชอกกล่าวถึงรายละเอียดของฟิล์มสี ระบบบวกที่จะให้ผู้อ่านเข้าใจ



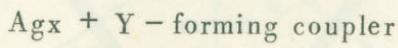
โครงสร้างของฟิล์มและการเกิดภาพ

ฟิล์มที่ใช้ถ่ายภาพสีเขาฉาบน้ำยาเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นไวต่อแสงสี B, G และ R ตามลำดับ เมื่อฟิล์มถูกแสงแล้วแต่ละชั้นก็จะทำหน้าที่เป็นเนกาตีฟ 3 อันซ้อนกัน เมื่อนำไปล้างในน้ำยาต่อไป แต่ละชั้นก็จะได้โพซิทีฟสี (Dye positive) ซ้อนกัน เมื่อนำไปฉายแสงหรือนำไปอัดลงในกระดาษก็จะได้สีเหมือนต้นฉบับ

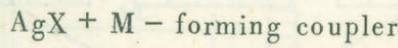


ผ่าตัดฟิล์มสีตามขวาง

1. \* Supercoat เป็นชั้นป้องกันรอยขีดข่วน
- 2-3 \* Blue sensitive emulsion (BSL) ประกอบด้วยผลึกเล็กของเกลือเงินโบรไมด์ (AgX) กับคัปเปอเรอร์ (coupler) ซึ่งเป็นสารไมมีสี เมื่อนำฟิล์มไปล้างในน้ำยาก็จะเกิดชั้นสีเหลือง Yellow filter layer



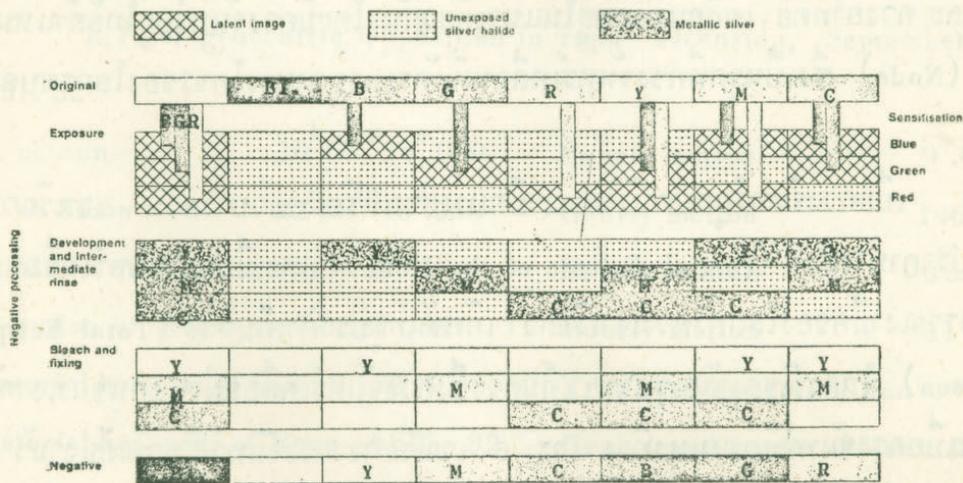
4. \* GSL ประกอบด้วยผลึกของ AgX กับคัปเปอเรอร์ เมื่อดำลงในน้ำยาแล้วจะได้สีบานเย็น (M) และยังมีสารเซินซีไทเซออร์และสีเหลืองเกิดชั้นซึ่งทำหน้าที่เป็น มัสก์ Mask แก่สีด้วย



5. \* RSL ประกอบด้วยผลึกของ AgX กับคัปเปอเรอร์ซึ่งทำให้เกิดเป็นสีฟ้า (C) เมื่อดำลงในน้ำยาแล้ว นอกจากนั้นยังมีสผสมพู่ทำหน้าที่เป็นมัสก์แก่สีด้วย  $AgX + C - \text{forming coupler}$

\* ฐานฟิล์มเป็นอาซิเตด

\* 7. Anti halation backing เป็นชั้นกันแสงสะท้อนกลับไปทำปฏิกิริยากับสารเกลือเงินในชั้นข้างบน เมื่อวัสดุไวแสงบนฟิล์มได้รับการฉายแสง(exposed) แล้วล้างด้วยน้ำยาสร้างภาพสี ฟิล์มจะมีสีสมบริเวณรับแสง B จะได้ภาพสีเหลือง ส่วนรับแสง G และ R จะได้ภาพสี M และ C ตามลำดับ ดังรูปแสดงการเกิดภาพในเนกาตีฟดังต่อไปนี้



Bl. = Black.

หนังสืออ้างอิง

Agfa, Enlarge Your Own Colour Prints. Verlagfur Wirtschaft Und  
 Industric Gerhard knulle, Herrsching/Ammersee, W. Germany,  
 Horder, Alan. 1975, The Manual of Photography Focal Press Limited  
 sixth edition page 490-502

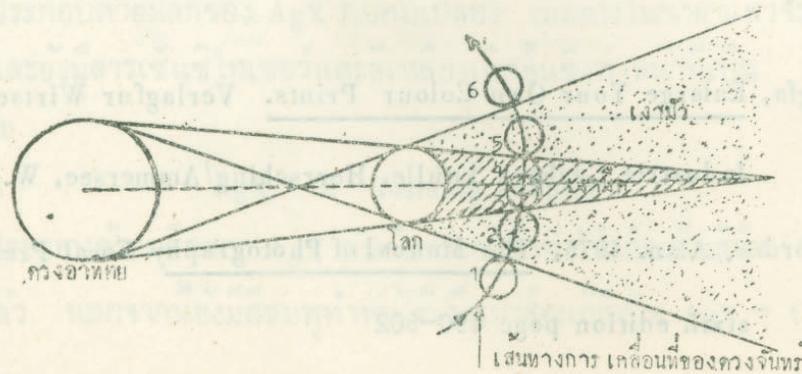
## จันทรุปราคาเต็มดวง 6 กันยายน 2522

พหล จิตติยตรา\*

หัวค่ำวัน พฤหัสบดี 6 กันยายน 2522 ซึ่งตรงกับวันขึ้น 15 ค่ำ เดือน 10 จะเกิดจันทรุปราคาเต็มดวงนานประมาณ 46 นาที

จันทรุปราคาเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งจะเกิดในคืนวันเพ็ญที่ดวงจันทร์, โลก และ ดวงอาทิตย์ เคลื่อนที่มาอยู่ในแนวเดียวกัน โดยมีดวงจันทร์อยู่ใกล้ตำแหน่งของ โหนด (Node) ซึ่งเป็นจุดที่ดวงจันทร์เคลื่อนที่ตัดระนาบวงทางโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์

เมื่อดวงจันทร์ถูกบังโดยเงามืดบางส่วนหรือเงามัวบางส่วน เราเรียกว่าเกิดจันทรุปราคาบางส่วน (Partial Eclipse of the Moon) และเมื่อดวงจันทร์เคลื่อนเข้าไปอยู่ในกรวยเงามืดของโลกทั้งดวงเราเรียกว่า เกิดจันทรุปราคาเต็มดวง (Total Eclipse of the Moon) ในกรณีของจันทรุปราคาเต็มดวงซึ่งดวงจันทร์เคลื่อนผ่านแกนของเงาดังรูปที่ 1 ขณะเมื่อดวงจันทร์มีตำแหน่งที่ 1 และ 6 เราเรียกว่าดวงจันทร์เริ่มสัมผัสเงามัว และออกจากเงามัว, เมื่อดวงจันทร์มีตำแหน่งที่ 2 และ 5 เราเรียกว่า ดวงจันทร์เริ่มสัมผัสเงามืดและออกจากเงามืด และเมื่อดวงจันทร์มีตำแหน่งที่ 3 และ 4 เราเรียกว่าดวงจันทร์เริ่มมืดหมดดวงและสนสุดการมืดหมดดวง



\*อาจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**รูปที่ 1** เป็นแผนภาพคร่าว ๆ ที่ได้จากการมองตั้งฉากกับระนาบวงทางโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ แสดงให้เห็นถึงการเกิดปรากฏการณ์ จันทรุปราคา ในรูปเส้นทางการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ ผ่านแกนของเงา ขณะเมื่อดวงจันทร์มีตำแหน่งที่ 1 และ 6 เราเรียกว่าดวงจันทร์เริ่มสัมผัสเงามัวและออกจากเงามัว, เมื่อดวงจันทร์มีตำแหน่งที่ 2 และ 5 เราเรียกว่าดวงจันทร์เริ่มสัมผัสเงามืด และ ออกจากเงามืด และเมื่อดวงจันทร์มีตำแหน่งที่ 3 และ 4 เราเรียกว่าดวงจันทร์ เริ่มมีตมอดดวง และสิ้นสุดการมีตมอดดวง สำหรับข้อมูลที่ควรทราบ ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อการนำไปใช้คำนวณเวลาของการเกิดคราส ในวันพฤหัสบดีที่ 6 กันยายน 2522 มีดังนี้

E.T. of geocentric Opposition in right ascension, September 6<sup>d</sup>10h 41<sup>m</sup>31.<sup>s</sup>32

R.A. of Sun	10 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup> .050	Hourly motion	9 <sup>s</sup> .014
R.A. of Moon	22 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup> .050	Hourly motion	146 <sup>s</sup> .982
Declination of Sun	+6°34'59".18	Hourly motion	-0'55".76
Declination of Moon	-7°02'37".55	Hourly motion	+11'20".06
Equatorial hor.par. of Sun	8".72	True semidiameter of Sun	15'52".1
Equatorial hor. par. of Moon	61'23".82	True semidiameter of Moon	16'43".7

Corrections to the right ascension and declination of the Moon :-

	d	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$
September 6		+ 0.015	-0.55

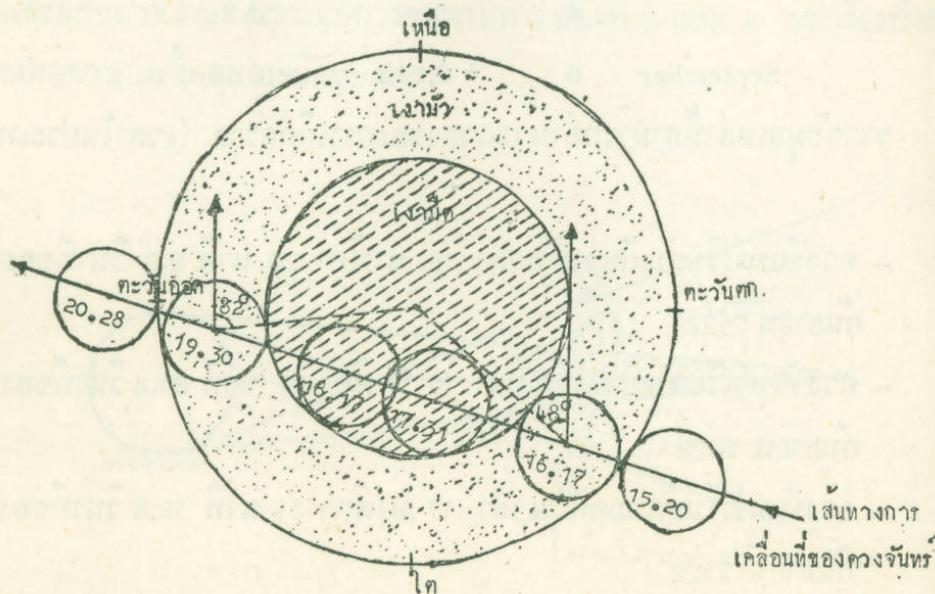
จากข้อมูลเหล่านี้สามารถคำนวณเวลาของการเกิดคราส (เวลาในประเทศไทย)

ได้ดังนี้

- ดวงจันทร์เริ่มสัมผัสเงามัวเวลา 15 นาฬิกา 20 นาที 9.8 วินาทีของวันที่ 6 กันยายน 2522
- ดวงจันทร์เริ่มสัมผัสเงามืดเวลา 16 นาฬิกา 17 นาที 51.8 วินาทีของวันที่ 6 กันยายน 2522
- ดวงจันทร์เริ่มมีตมอดดวงเวลา 17 นาฬิกา 31 นาที 15.8 วินาทีของวันที่ 6 กันยายน 2522

- ดวงจันทร์มีตำแหน่งอยู่ใกล้แกนเงาที่สุดเวลา 17 นาฬิกา 54 นาที 9.8 วินาที ของวันที่ 6 กันยายน 2522
- ดวงจันทร์สิ้นสุดการมีคหัตดวง เวลา 18 นาฬิกา 17 นาที 3.8 วินาที ของวันที่ 6 กันยายน 2522
- ดวงจันทร์ออกจากเงามีคเวลา 19 นาฬิกา 30 นาที 27.8 วินาที ของวันที่ 6 กันยายน 2522
- ดวงจันทร์ออกจากเงามัวเวลา 20 นาฬิกา 28 นาที 15.8 วินาที ของวันที่ 6 กันยายน 2522
- ขณะเมื่อดวงจันทร์เริ่มสัมผัสเงามีค Position Angle ของจุดสัมผัส ซึ่งวัดจาก North Point มีค่าเท่ากับ  $48^{\circ}$  to E
- ขณะเมื่อดวงจันทร์ เริ่มออกจากการสัมผัสเงามีค Position Angle ของจุดสัมผัส ซึ่งวัดจาก North Point มีค่าเท่ากับ  $82^{\circ}$  to W

จากนี้สามารถกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ ที่เคลื่อนผ่านกรวยเงามัว และกรวยเงามีคของโลกได้ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ ซึ่งผ่านกรวยเงามืดและเงามัวของโลก การใช้แผนภาพนี้จะต้องหันหน้าไปทางทิศใต้ และยกภาพขึ้นเหนือศีรษะ ขณะเมื่อดวงจันทร์สัมผัสเงามัวที่ขอบตะวันออก ตรงกับเวลาประมาณ 15 นาฬิกา 20 นาที ซึ่งขณะนั้นจะมองไม่เห็นหรือแม้จะไขก้องโทรทรรศน์ก็ตามต้องรอจนกว่าดวงจันทร์เคลื่อนเข้าไปอยู่ในกรวยเงามืดของโลก ซึ่งดวงจันทร์จะเริ่มสัมผัสเงามืดที่ขอบตะวันออกตรงกับเวลาประมาณ 16 นาฬิกา 17 นาที ขณะนี้ยังมองไม่เห็นในประเทศไทย เพราะท้องฟ้ายังไม่มืด หลังจากนั้นถึงเวลาประมาณ 17 นาฬิกา 31 นาที ดวงจันทร์จะเริ่มมืดหมดดวง ซึ่งยังสังเกตอะไรไม่เห็นอีกเช่นกัน ในประเทศไทย เพราะท้องฟ้ายังไม่มืด ช่วงที่ดวงจันทร์เคลื่อนอยู่ในกรวยเงามืดทั้งดวงนี้ กินเวลานานประมาณ 46 นาที ดวงจันทร์เริ่มสิ้นสุดการมืดหมดดวงเวลาประมาณ 18 นาฬิกา 17 นาที และออกจากเงามืดเวลาประมาณ 19 นาฬิกา 30 นาที ในช่วงเวลานับจากดวงจันทร์เริ่มสิ้นสุดการมืดหมดดวงเป็นต้นไป เราจะเริ่มเห็นปรากฏการณ์ทางฟากตะวันออก ถ้าทัศนวิสัยดีพอ กล่าวคือดวงจันทร์ซึ่งปรากฏให้เห็นสีแดงเรื่อทงดวงเมื่ออยู่ในกรวยเงามืดทั้งดวงนี้ ขอบตะวันออกหรือขอบที่อยู่ใกล้ขอบฟ้า จะเริ่มปรากฏให้เห็นเป็นสีเหลืองและเมื่อถึงเวลาประมาณ 19 นาฬิกา 30 นาที ซึ่งดวงจันทร์ได้ออกจากเงามืดโดยสมบูรณ์แล้วดวงจันทร์จะปรากฏให้เห็นเป็นสีเหลืองทงดวง หลังจากนั้นจนถึงเวลาประมาณ 20 นาฬิกา 28 นาที ดวงจันทร์จะเริ่มออกจากเงามัว และปรากฏให้เห็นสว่างสุกใสเป็นจันทร์เพ็ญดั้งเดิม ปรากฏการณ์จันทร์ปราศากรังนี้ ถ้านับตั้งแต่ดวงจันทร์เริ่มสัมผัสเงามัว จนกระทั่งออกจากเงามัว กินเวลานานทั้งสิ้นประมาณ 5 ชั่วโมง 8 นาที สำหรับปรากฏการณ์ จันทร์ปราศากรังนี้ 6 กันยายน 2522 นี้ นอกจากจะเห็นในประเทศไทยแล้ว ยังเห็นในดินแดนอื่นของโลกอีกด้วย สำหรับดินแดนที่เห็นจันทร์ปราศากรังเริ่มเกิดได้แก่ อเมริกาเหนือ (ยกเว้นพื้นที่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ), อเมริกาใต้ (ยกเว้นพื้นที่ซึ่งอยู่ทางตะวันออกสุด), มหาสมุทรแปซิฟิก, ออสเตรเลียซึ่งอยู่ทางตะวันออก, นิวซีแลนด์, พื้นที่ของเอเชียส่วนที่อยู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือสุด, บางส่วนของแอนตาร์กติก, ส่วนดินแดนที่เห็นจันทร์ปราศากรัง ขณะใกล้จะสิ้นสุด ได้แก่ อเมริกาเหนือซึ่งอยู่ทางตะวันตก, มหาสมุทรแปซิฟิก, ออสเตรเลีย, นิวซีแลนด์, ส่วนของเอเชียซึ่งอยู่ทางตะวันออก (รวมทั้งไทย), บางส่วนของแอนตาร์กติก, ส่วนของมหาสมุทรอินเดียซึ่งอยู่ทางตะวันออก

ตำแหน่งบนผิวโลก ซึ่งมีดวงจันทร์ อยู่ในทิศของจุดเหนือศีรษะขณะเมื่อดวงจันทร์เริ่มสัมผัสเงามืดและออกจากเงามืดได้แก่ตำแหน่งซึ่งมี Ephemeris Longitude  $+140^{\circ} 50'$ , Latitude  $-7^{\circ} 18'$  และ Ephemeris Longitude  $-172^{\circ} 51'$ , Latitude  $-6^{\circ} 42'$  ตามลำดับ

ข้อมูลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ จันทรุปราคาเต็มดวงที่จะเกิดในวันพฤหัสบดีที่ 6 กันยายน 2522 ซึ่งข้าพเจ้าได้ให้ไว้ข้างต้นนี้ คงจะมีประโยชน์ต่อท่านผู้อ่านไม่มากนักน้อย ส่วนปรากฏการณ์ ที่จะเกิดขึ้นนั้น จะน่าดู และตื่นเต้นมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นกับทัศนวิสัยซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง

**เอกสารอ้างอิง**

The Royal Greenwich Observatory. The Astronomical Ephemeris For the year, 1979. Her Majesty's Stationery Office.

## เหตุเกิดในกรุงเอเธนส์ เมื่อ 429 ปีก่อนคริสตกาล

นิพนธ์ เปาโรหิต \*

เมื่อ 429 ปีก่อนคริสตกาลได้เกิดเหตุร้ายที่สร้างโกลาหลอย่างมากในกรุงเอเธนส์ เหตุร้ายนั้นไม่ใช่กองทัพเปอร์เซียบุกเข้ามาถึงเอเธนส์ หรือเกิดข้าวยากหมากแพง แต่เป็นเพราะการระบาดของกาฬโรค ผู้คนพากันหาสาเหตุเพื่อจะแก้ที่ต้นเหตุ ชาวเอเธนส์กลุ่มหนึ่งคิดว่าเป็นคหบดีเจ้าอะปอลโล Apollo คือพระสุริยเทพพิโรธ ที่ได้มีการเผยแพร่คำสอนขึ้นในกรุงเอเธนส์ของปรัชญาเมธีชื่อ อาแนกซาคอร์ส แห่งเมืองเกลโซมีเน (Anaxaporus of Glazomenase) คำสอนมีอยู่ว่า พระอาทิตย์ไม่ใช่เทพเจ้าเป็นแต่เพียงลูกหินกลมก้อนใหญ่สีแดงฉาน ซึ่งก้อนโตเท่าๆ กับเทือกเขาเพโลโพนินีส (Peloponnisus) ทั้งหมด และพระจันทร์ก็ไม่ใช่เทวี ไตแอนา (Diana) แต่เป็นแผ่นแผ่นดินใหญ่ที่มีคนอยู่และรับแสงจากดวงอาทิตย์ คหบดีที่เอาใจกลุ่มคน รัฐบาลแห่งเอเธนส์โดยการนำของเปอริคลีส (Pericles) ซึ่งเป็นลูกศิษย์ของอาแนกซาคอร์ส ก็ต้องเขาจับกุมอาแนกซาคอร์สไปคุมขังไว้ เปอริคลีสในฐานะเป็นลูกศิษย์ก็พยายามช่วยเหลืออาแนกซาคอร์สให้หลบหนีไป แต่อาแนกซาคอร์สรู้ว่าถ้าตัวหนีไปคำสอนก็จะไม่เป็นอมตะ จึงไม่ยอมหนี กลับใช้เวลาว่างระหว่งที่ถูกคุมขังทำการ ‘สร้างรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสให้มีพื้นที่เท่ากับวงกลมที่กำหนดให้’ (To square are a Circle)

การระบาดของกาฬโรคที่ความร้ายแรงยิ่งขึ้นทำให้ชาวเอเธนส์ตายไปถึง 1 ใน 4 รวมทั้งเปอริคลีสด้วย และถึงแม้เปอริคลีสตายไปแล้วกาฬโรคก็ยังไม่หยุดระบาด รัฐบาลจึงนำตัวอาแนกซาคอร์สไปขึ้นศาลในข้อหาออกคำสอนลบหลู่เทพเจ้าอะปอลโล อาแนกซาคอร์สได้ศึกษาถึงธรรมชาติของเอกภพอยู่ตลอดชีวิตจึงคงมีเหตุผลต่อสุคติเป็นอย่างดี แต่ในที่สุดก็ถูกศาลแห่งกรุงเอเธนส์ตัดสินประหารชีวิต มีผู้เข้าไปถาม ‘ท่านต้องจากชาวเอเธนส์ไปท่านมีความรู้สึกอย่างไร’ อาแนกซาคอร์สตอบอย่างกล้าหาญ ‘ข้าพเจ้าไม่ได้จากชาวเอเธนส์ ชาวเอเธนส์ต่างหากที่จากข้าพเจ้าไป’

แต่ความตายของอาแนกซาคอร์สก็ไม่หยุดยั้งการระบาดของกาฬโรคได้ รัฐบาล

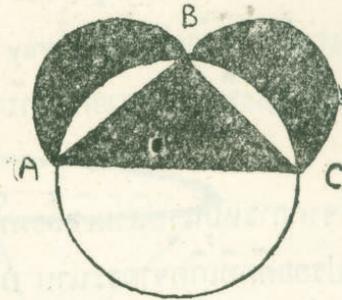
\* รองศาสตราจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

จึงส่งตัวแทนไปขอขมาเทพเจ้าอพอลโลที่เมือง เดลอส (Appollo of Delos) และขอคำทำนายว่าจะต้องทำอะไรภาพโรคจึงจะหายกระบาดได้ ได้มีการทำนายแห่งวิหารอะปอลโลว่า “ถ้าจะให้ภาพโรคหายกระบาด ชาวเอเธนส์จะต้องย้ายแท่นบูชาหน้าเทวรูปอะปอลโลซึ่งเป็นรูปลูกบาศก์ที่มีขนาดกว้างยาวหน้าเท่ากันออกไปแล้วสร้างลูกบาศก์แท่นบูชาขึ้นใหม่ให้มีปริมาตรเป็นสองเท่าของแท่นบูชาลูกบาศก์เดิม เพื่อให้ภาพโรคหายกระบาดรัฐบาลก็ให้ดำเนินการสร้างสถาปนิกผู้สร้างบังเอิญเป็นจินตกวีด้วยก็สร้างโดยไม่ทันคิดให้ลูกบาศก์ที่สร้างใหม่มีความกว้าง ยาว และสูงเป็นสองเท่า ของความกว้าง ความยาวและความหนาของลูกบาศก์เดิม ปริมาตรที่ได้จึงเป็น 8 เท่าของลูกบาศก์ เดิมหาได้เป็น 2 เท่า ดังคำทำนายไม่ ความผิดพลาดของสถาปนิกผู้หนึ่งก็เป็นที่ขบขันกันในหมู่ปรัชญากรีก ต่อมาได้มีการถามกันขึ้นว่า ถ้าจะสร้างให้ได้ตามข้อกำหนดจะต้องสร้างอย่างไร ก็ไม่มีผู้ใดสร้างได้

ก่อนที่อาณาจักรอัสตลกัตติสนประหารชีวิตนครเอเธนส์อยู่ในสมัยเปอริคลิส ความเจริญของศิลปะ จึงเป็นยุคที่เอเธนส์รุ่งเรือง และเต็มไปด้วยบรรยากาศแห่งสติปัญญาได้เป็นแรงดึงดูดผู้คนแก่เรียนจากภาคพื้นแผ่นดินต่าง ๆ ของกรีกเข้ามายังกรุงเอเธนส์ เช่น เซโนแห่งเมืองเอลี (Zeno of Elea) เจ้าของข้อโต้แย้งทางธรรมชาติอันมีชื่อเสียง (Zeno's Paradox) เดโมเครตัสแห่งเมืองแอนเดอร่า (Democritus of Abdera) ผู้ให้กำเนิดทฤษฎีปรมาณู อาแนกซาคอร์สแห่งเมืองเคลโซมีเนซิปปีแอสแห่งเมืองเอลลิส (Hippias of Ellis) และฮิปโปเครตีสแห่งเมืองไซโอส (Hippocrates of Chios)

ก่อนอาแนกซาคอร์สตาย 2 ปี ฮิปโปเครตีสแห่งไซโอส ได้มาถึงเอเธนส์ โดยกระบวนเรือค้าของเขาเอง เขาได้ถูกโจรสลัดปล้นทำให้เรือของเขาจมหมดที่ไบเซนติอุมเขาจึงเดินทางเข้ากรุงเอเธนส์เพื่อยื่นคำร้องขอชดใช้ค่าเสียหายซึ่งไม่เคยมีรัฐบาลใดในโลกนี้เคยชดใช้ให้ เมื่อประสบความผิดหวังฮิปโปเครตีสจึงหันเข้าศึกษาเรขาคณิต ฮิปโปเครตีสรู้สึกขอบคุณโชคชะตาที่แม้จะทำให้เขาสูญเสียเงินทองแต่ได้พบกับความสำเร็จอย่างใหญ่หลวงฮิปโปเครตีสมาถึงกรุงเอเธนส์ในช่วงภาพโรคระบาดจึงได้ฟังเรื่องปัญหาสร้างลูกบาศก์และปัญหาสร้างสี่เหลี่ยมจตุรัสของอาแนกซาคอร์ส ฮิปโปเครตีสพบว่า ถ้า ABC เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่วมุมฉากที่มีมุมฉากที่ B พบเส้นทแยงมุม AC เขียนครึ่งวงกลมบนด้าน AB และ BC เขียนครึ่งวงกลมก็จะพบว่าพื้นที่สามเหลี่ยม ABC เท่ากับพื้นที่ของ lune AB+lune BC

แต่พื้นที่ lune AB และพื้นที่ lune BC เป็นพื้นที่ซึ่งถูกล้อมด้วยโค้ง ส่วนพื้นที่สามเหลี่ยม ABC ถูกล้อมด้วยเส้นตรง ถ้าเอา 2 คูณตลอดพื้นที่สามเหลี่ยมก็จะกลายเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส ดังนั้นสี่เหลี่ยมจตุรัสจะเท่ากับพื้นที่ lune ที่เท่ากับสี่รูปรวมกัน จึงน่าจะเป็นไปได้ที่พื้นที่วงกลมจะเท่ากับพื้นที่สามเหลี่ยมทำให้ฮิปโปเครติส มีทัศนะว่าการสร้างจตุรัสใหม่พื้นที่เท่ากับวงกลมมีทางที่จะสำเร็จลงได้



สำหรับปัญหาสร้างลูกบาศก์ฮิปโปเครติสพบว่า ถ้า  $a$  เป็นด้านของบาศก์เดิม และถ้าหา  $x$  และค่า  $y$  โดยทำให้  $a : x = x : y = y : 2a$  ได้ก็จะได้  $x$  เป็นด้านของลูกบาศก์ที่ต้องการ คือ

$$a : x = x : y$$

$$\therefore x^2 = ay \dots\dots(1)$$

อีกส่วนหนึ่ง คือ

$$x : y = y : 2a$$

$$y^2 = 2ax \dots\dots(2)$$

ทำให้ได้

ยกกำลังสอง (1) ได้

$$x^4 = a^2 y^2 \dots\dots(3)$$

แทนค่า  $y^2$  ใน (3) ได้

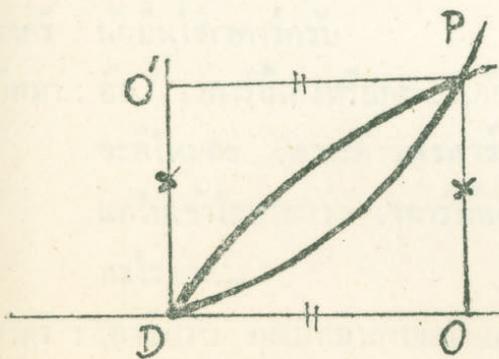
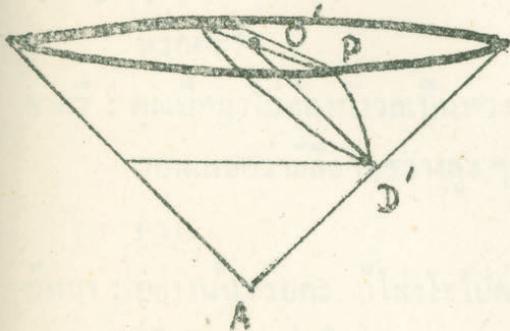
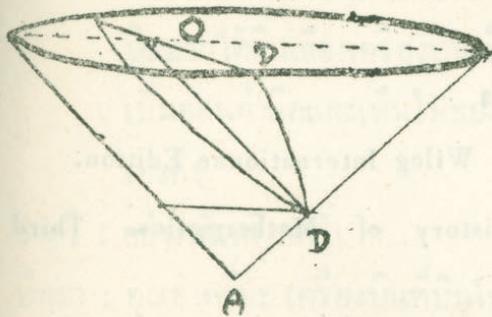
$$x^4 = a^2 \cdot 2ax$$

$$\therefore x^3 = 2a^3 \dots\dots(4)$$

สมการ (4) แสดงว่าลูกบาศก์บนด้าน  $x$  มีปริมาตรเป็นสองเท่าลูกบาศก์  $a$  มีปริมาตรเป็นสองเท่าลูกบาศก์บนด้าน แสดงว่าการแทรกค่าตัวกลางเรขาคณิตสองจำนวน  $x$  และ  $y$  ลงระหว่าง  $a$  และ  $2a$  ทำให้แก้ปัญหาลูกบาศก์แห่งเมืองเคลอสได้จึงเป็นแรงจูงใจให้ฮิปโปเครติสศึกษาถึงตัวกลางเรขาคณิต  $x^2 = ay$  เลยทำให้รวบรวมคุณสมบัติของคอร์ตวงกลมโค้งวงกลมจนแต่งเป็นตำราเรขาคณิตเรียกเอลิเมนต์ (Element of Hippocrates) ขึ้น แต่ศูนย์หายไปไม่อยู่จนถึงสมัยนี้



GAD ว่า ความยาวลาตัสเรกตัมซึ่ง  $2AG$  ก็คือความยาวลาตัสเรกตัม  $2p$  ในสมการ  $x^2=2py$  นั้นเอง.) ดังนั้นตามที่ข้อความประวัติศาสตร์ว่ามีแนคมส์เป็นผู้แก้ปัญหาของเมือง เกลอส ใช้ระนาบตัดกรวยทำให้ได้รูปพาราบอลา 2 รูป ซึ่งรูปหนึ่งมีความยาวของลาตัสเรกตัมเป็น 2 เท่าของอีกรูปหนึ่ง (Sir Thomids Hert's History of Greek mathematics.) จึงควรจะสร้างได้ดังนี้



(1) จาก A จุดยอดของกรวยตั้งกล่าวแล้ว  
 วัฏระยะ  $AD = \infty =$  ครึ่งหนึ่งความยาว  
 ของค้ำของลูกบาศก์ เมืองเกลอสแล้ว  
 ผ่านระนาบตัดกรวยตรงจุด D ให้ระนาบ  
 ขนานกับค้ำ AB ได้พาราบอลา XDX  
 ซึ่งจะมีความสัมพันธ์  $OP^2 = \infty \cdot OD \dots (1)$

(2) จาก A จุดยอดของกรวยวัฏระยะ  
 $AD' = \infty =$  ความยาวของค้ำลูกบาศก์  
 แล้วผ่านระนาบตัดกรวย ได้รูปพาราบอ-  
 ลา X'D'Y' มีสมการ  $O'P^2 = 2\infty OD \dots (2)$

(3) ยกูปพาราบอลาจา (2) ทับรูป (1)  
 โดยให้ D' ทับ D/O'D' ตั้งฉากกับ OD  
 ด้วยเหตุสมการของ (2)  $O'P^2 = 2\infty OD$   
 จะเปลี่ยนเป็น  $OD^2 = 2\infty OP$  แล้วให้โค้ง  
 X'D' ตัดโค้ง DY' ที่ P ทำให้ได้ค่า  
 ความยาว OP ดังนี้

$$OP^2 = \infty OD \dots (1)$$

$$OD^2 = 2\infty OP \dots (2)$$

$$CP^4 = 2 OD^2 \dots (3)$$

$$OP^4 = 2\infty OP \dots (4)$$

$$\therefore OP^3 = 2\infty^3 \dots (5)$$

∴ OP เป็นความยาวของด้านของลูกบาศก์ใหม่ตามต้องการ ธรรมชาติการแก้ปัญหาเมือง  
เทลอสนั้นตามข้อบังคับของเพลโตให้ใช้เฉพาะเครื่องมือวงเวียนและไม้บรรทัดเท่านั้น  
ปัญหาเมืองเทลอสเป็นปัญหาที่ต้องใช้เครื่องมือ 3 ชิ้น คือ (1) วงเวียน (2) ไม้บรร  
ทัด และ (3) กรวยกลมและระนาบพอที่จะตัดกรวยตามใจชอบได้ ดังนั้นปัญหาของ  
เมืองเทลอสจึงเผยให้เห็นโฉมหน้าของเครื่องมือที่มากไปกว่าวงเวียนและไม้บรรทัดคือ  
ภาคตัดกรวยอันนับได้ว่าเกิดขึ้นจากเหตุร้ายแรงของเมืองเอเธนส์ เมื่อ 429 ปีก่อน  
คริสตกาล.

### เอกสารอ้างอิง

Boyer, C.B. 1968. A History of Mathematics Wileg Internationae Edition.  
Eucs, H. 1969. An. Introduction to the History of Mathermatics. Third  
edition Holt, Rinehart and Winston.  
Smith, D.E. 1951. History of Mathematics Volume 1: Ginn and Compang

## เรตาร์

ชัยวัฒน์ คุประตกุล\*

ปัทมา : สวัสดีค่ะ คุณชาตรี

ชาตรี : สวัสดีครับ คุณปัทมา...เมื่อสักครู่ตอนผมเดินเข้ามาได้ยินเสียงเอะอะ ะไรกัน  
ครับ

ปัทมา : เสียงของตาคู่หลานจอมชนอายุ 3 ขวบของปัทมาเองค่ะ ตาคู่แกชอบเล่นเครื่องบิน  
บินมากได้ยินเสียงเครื่องบินเป็นไม่ได้ทีไรค่ะ ต้องเอะอะวิ่งออกไปดูทุกที ยิ่ง  
เป็นตอนค่ำมืดและเห็นไฟของเครื่องบินแล้ว ยิ่งเอะอะใหญ่อย่างเมื่อสักครู่  
เองค่ะ

ชาตรี : อย่างนั้นหรือครับ.....

ปัทมา : คุณชาตรีคะ เครื่องบินที่บินในเวลาค่ำคืนอย่างนี้ปัทมารู้สึกว่าน่ากลัวอันตรายมาก  
นะคะ เพราะเครื่องบินบินเร็วมาก ถ้าเผื่อมีภูเขาสูง ๆ ขวางหน้าแล้วจะหลบทัน  
หรือคะ?

ชาตรี : คุณปัทมาไม่ต้องกังวลเป็นห่วงนักบินหรือครับ เพราะนักบินจะทราบล่วงหน้า  
ก่อนเสมอว่ามีสิ่งกีดขวางสูง ๆ ขวางหน้าอยู่หรือไม่ถึงแม้จะเป็นเวลาค่ำคืนก็ตาม  
ครับ

ปัทมา : อย่างนั้นหรือคะ ก็โล่งใจไปค่ะ.....แต่ นักบินทราบได้อย่างไรคะในเมื่อมองไม่  
เห็นในเวลาค่ำคืน

ชาตรี : นักบินใช้เรตาร์ครับ

ปัทมา : อ้อ / เรตาร์นี่เองหรือคะ:....เอ้อ/ คุณชาตรีคะ วันนี้เรามาคุยกันเรื่องของเรตาร์  
จะดีไหมคะ เพราะคำว่าเรตาร์นี้ รู้สึกว่าคนส่วนใหญ่เช่นปัทมาเองจะได้ยินกัน  
แต่ไม่เข้าใจหรือกว่า เรตาร์นี่คืออะไร.....ทำงานอย่างไร.....และมีประโยชน์  
อะไรบ้าง.....

ชาตรี : เอาซีครับ คุณปัทมาถามผมก็แล้วกันนะครับว่าอยากจะทราบอะไรบ้างเกี่ยวกับ  
เรตาร์

\*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บัทมา : เรดาร์นี่ คืออะไรกันคะ?

ธাত্রี : คำว่า เรดาร์ (RADAR) นั้นะครับ เป็นคำย่อมาจากคำภาษาอังกฤษว่า RADIO DETECTION AND RANGING โดยเอาอักษรตัวแรกๆ ของ 4 คำนี้ มารวมกัน เข้าเป็น RADAR ครับ ความหมายของเรดาร์ก็คือ "การตรวจหาตำแหน่งและระยะทางของวัตถุโดยคลื่นวิทยุ" ครับ

บัทมา : เครื่องเรดาร์นี้ ทำงานอย่างไรคะ?

ธাত্রี : หลักการการทำงานที่สำคัญของเครื่องเรดาร์ก็คือ ใช้หลักการของ การสะท้อนของ คลื่นครับ นั่นคือ เครื่องเรดาร์จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ทำ หน้าที่ส่ง คลื่นวิทยุ ออกไปและส่วนที่ทำหน้าที่รับคลื่นวิทยุที่สะท้อนกลับมาเมื่อ คลื่นวิทยุไปปะทะกับวัตถุอย่างใดอย่างหนึ่งเข้า ส่วนที่เป็นเครื่องรับนั้นมักจะเป็น แบบจอโทรทัศน์หรือเรียกตามศัพท์วิทยาศาสตร์ว่า CATHODE RAY OSCILLOSCOPE จากช่วงเวลา ของคลื่นวิทยุที่ถูกส่งออกไปจนกระทั่งสะท้อนกลับเข้าสู่ เครื่องรับ และจากค่าความเร็วของคลื่นวิทยุเราก็สามารถจะคำนวณหาระยะทาง ระหว่างเครื่องเรดาร์กับวัตถุนั้นได้ครับ

บัทมา : ก่อนที่คุณธাত্রีจะอธิบายต่อไป บัทมาอยากจะให้คุณธাত্রีช่วยอธิบายคำว่า คลื่น วิทยุ ให้ชัดเจนด้วยค่ะ เพราะรู้สึกว่าการทำงานของเรดาร์จะเกี่ยวพันกับคลื่นวิทยุ มากเหลือเกิน

ธাত্রี : ได้ครับ/ คลื่นวิทยุนี้ ความจริงก็เป็นคลื่นชนิดเดียวกับคลื่นของแสงที่ตาเรา มองเห็นได้ เช่น คลื่นของแสงสีรุ้งทั้ง 7 คือ ม่วง คราม ฟ้า เขียว เหลือง แสด และแดง นั่นเองแหละครับ คลื่นเหล่านี้ เราเรียกว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าครับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเหล่านี้จะต่างกันเฉพาะความถี่และความยาวคลื่นครับ

บัทมา : หมายความว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสีชนิดเดียวกัน จะมีความถี่และความยาว คลื่นเท่ากัน ใช่ไหมคะ?

ธাত্রี : ถูกต้องครับ

บัทมา : เมื่อเปรียบเทียบค่าความถี่และความยาวของคลื่นวิทยุกับคลื่นของสีรุ้งแล้ว จะ เป็นอย่างไรคะ?

ชาติรี : ความถี่ของคลื่นวิทยุทั้งหมด นั่นคือ คลื่นวิทยุไม่ใช่จะมีคลื่นเดียวเท่านั้นนะครับ แต่เป็นกลุ่มหนึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ในตารางค่าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มากกว่าค่าความถี่ของสื่ง แต่คลื่นวิทยุทั้งหมดจะมีความยาวคลื่นมากกว่าความยาวคลื่นของสื่งครับ

ปัทมา : มีอะไรบ้างไหมคะที่เป็นคุณสมบัติร่วมกัน หรือคล้ายคลึงกันระหว่างคลื่นวิทยุและคลื่นของสื่งทั้งหลายที่ตามองเห็น

ชาติรี : มีครับ/ความเร็ว ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดจะมีค่าเท่ากันหมด นั่นคือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากับแสง คือ 186,000 ไมล์ หรือประมาณ 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที ความเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดคำนวณได้จากผลคูณระหว่างความถี่และความยาวของคลื่นครับ/

ปัทมา : มีคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอะไรอีกบ้างคะที่น่าสนใจและเกี่ยวพันกับการทำงานของเครื่องเรดาร์

ชาติรี : มีสิ่งหนึ่งครับที่น่าสนใจ คือ พลังงาน ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งหลายขึ้นอยู่กับค่าความถี่เป็นสำคัญ กล่าวคือ คลื่นที่มีความถี่สูงก็จะมีพลังงานสูงด้วยครับ

ปัทมา : คราวนี้หันมาหาเรื่องของเรดาร์ก่อนนะคะ.....

ชาติรี : ครับ/.....ผมขออธิบายหลักการทำงานของเครื่องเรดาร์ เพิ่มเติมอีกนะครับ..... โดยทั่วไปแล้ว การส่งคลื่นวิทยุของเครื่องเรดาร์ อาจแบ่งได้เป็น 2 วิธีคือ วิธีหนึ่ง ส่งคลื่นวิทยุออกไปเป็นช่วงๆ อีกวิธีหนึ่งนั้นส่งคลื่นวิทยุต่อเนื่องกันไปครับ สำหรับการส่งคลื่นวิทยุออกไปเป็นช่วงๆ นั้น โดยทั่วไปแล้ว ใช้ในการหาตำแหน่งของวัตถุที่ค้นหาและเครื่องเรดาร์โดยที่วัตถุที่เป็นเป้าหมายนั้นอยู่กับที่เช่นเดียวกับเครื่องเรดาร์

ปัทมา : แล้ววิธีที่ส่งคลื่นวิทยุออกไปแบบต่อเนื่องกันล่ะคะ เหมาะสมในการหาข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุที่ค้นหาในแง่ไหนคะ?

ชาติรี : วิธีนี้ เหมาะในการค้นหาวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่เช่นเครื่องบิน และวิธีนี้ เราจะสามารถจะหาความเร็ว ของวัตถุที่เป็นเป้าได้ครับว่ากำลังเคลื่อนที่ในลักษณะใด

คือ เคลื่อนที่เข้าหาตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องเรดาร์หรือเคลื่อนที่ห่างออกไป และด้วยความเร็วเท่าใดครับ

บัทมา : บัทมายังไม่เข้าใจค่ะว่าการส่งคลื่นวิทยุชนิดต่อเนื่องนี้จะช่วยให้เราทราบว่ามีวัตถุที่เป็นเป้ากำลังเคลื่อนที่อย่างไร คือใกล้เข้ามาหรือห่างไกลออกไป คุณศาสตราจารย์กรุณาอธิบายเพิ่มเติมจะได้ไหมคะ?

ศาสตราจารย์ : ได้ครับ/.....สำหรับหลักการที่ใช้ในกรณีนี้ครับ เกี่ยวพันกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างหนึ่งเรียกว่า DOPPLER EFFECT หรือปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าของความถี่ของคลื่นวิทยุครับ กล่าวคือ ถ้าระยะทางระหว่างเครื่องเรดาร์และวัตถุที่เป็นเป้าไม่เปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นวิทยุที่ออกจากเครื่องส่งคลื่นของเรดาร์และความถี่ของคลื่นวิทยุที่สะท้อนจากวัตถุมาถึงเครื่องเรดาร์ ส่วนที่รับคลื่นนั้นจะไม่เปลี่ยนแปลงเช่นกันครับ

บัทมา : หมายความว่า ถ้าระยะทางระหว่างเครื่องเรดาร์และวัตถุที่เป็นเป้าไม่คงที่แล้วความถี่ของคลื่นวิทยุที่สะท้อนจากวัตถุจะเปลี่ยนแปลงไปจากความถี่เดิมของคลื่นวิทยุจากเครื่องเรดาร์ ใช่ไหมคะ?

ศาสตราจารย์ : ถูกต้องครับ/ และการที่ความถี่ของคลื่นเปลี่ยนไปโดยวิธีนี้แหละครับที่เราเรียกเป็น DOPPLER EFFECT ดังนั้นโดยการสังเกตค่าความถี่ของคลื่นวิทยุที่ถูกส่งออกจากเครื่องเรดาร์และความถี่ของคลื่นวิทยุที่สะท้อนมายังเครื่องเรดาร์จากวัตถุที่เป็นเป้า เราก็บอกได้ทันทีว่า วัตถุนั้น ๆ อยู่กับที่หรือไม่

บัทมา : แล้วจะทราบได้อย่างไรคะ ว่าวัตถุที่เป็นเป้าหมายนั้นเคลื่อนที่เข้าหาเครื่องเรดาร์หรือถอยห่างออกไป

ศาสตราจารย์ : สังเกตได้จากค่าความถี่ของคลื่นวิทยุที่เปลี่ยนไปครับ ถ้าวัตถุที่เป็นเป้า เคลื่อนที่เข้าหาเครื่องเรดาร์ ความถี่ของคลื่นวิทยุที่สะท้อนจากวัตถุจะมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าเดิม แต่ถ้าความถี่ของคลื่นวิทยุที่สะท้อนกลับมานั้นมีค่าน้อยกว่าเดิม เราก็ทราบได้ทันทีว่าวัตถุนั้นกำลังเคลื่อนที่ห่างไกลออกไปจากเครื่องเรดาร์ครับ.....

บัทมา : ความเร็วของวัตถุที่เป็นเป้าละคะ? เครื่องเรดาร์ช่วยให้เราทราบได้อย่างไร?

ธাত্রี : ความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่เข้าหาเครื่องเรดาร์หรือเคลื่อนที่ไกลออกไปนั้น คำนวณได้จากผลต่างระหว่าง ค่าความถี่ของคลื่นวิทยุที่ส่งออกไปจากเครื่องเรดาร์ กับความถี่ของคลื่นที่สะท้อนจากวัตถุครับ โดยเอาค่าผลต่างของความถี่ คูณกับความยาวคลื่นของคลื่นวิทยุที่ส่งออกไปจากเครื่องเรดาร์ เพราะว่าความเร็วของคลื่นคำนวณได้จากผลคูณระหว่างความยาวคลื่นตั้งที่ผมได้อธิบายไปแล้วแต่แรกๆ ผลที่ได้รับ นี้จะเป็นสองเท่าของความเร็วของวัตถุที่เป็นเป้าครับ ดังนั้น จากหลักการนี้ เครื่องเรดาร์จะแสดงให้เห็นทันทีว่าวัตถุเช่นเครื่องบินที่เรดาร์จับได้นั้น กำลังเคลื่อนที่เข้าหาหรือไกลออกไปจากเครื่องเรดาร์ด้วยความเร็วเท่าใดครับ

บัทมา : ประโยชน์ของเครื่องเรดาร์มีอะไรบ้างคะ?

ธাত্রี : มากมายเหลือเกินครับ ที่เห็นได้ง่ายก็คือ ช่วยให้นักบินสามารถบังคับเครื่องบินที่มีเครื่องเรดาร์ในเวลาจำเป็นให้ปลอดภัยจากสิ่งกีดขวางสูงๆ เช่น ภูเขา หรือตึกระฟ้าได้ นอกจากนี้ เนื่องจากคลื่นวิทยุที่มีความถี่สูงนั้นคือ มีพลังงานสูงจะสามารถเดินทางทะลุเมฆหนาๆ ได้ ดังนั้น นักบินจึงสามารถขบขี่เครื่องบินในยามที่อากาศไม่ดี ท้องฟ้าแปรปรวนเต็มไปด้วยเมฆหนาทึบโดยไม่ต้องเกรงว่าจะปะทะเข้ากับสิ่งกีดขวางสูงๆ ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งในการบินก็คือ ใช้คลื่นวิทยุที่มีความถี่สูงค้นหาหรือมีความถี่ต่ำ ตรวจสอบช่องว่างระหว่างก้อนเมฆเพื่อเลือกหาเส้นทางบินที่มีอันตรายน้อยที่สุด เพราะว่าเมฆหนาๆ จะสะท้อนคลื่นวิทยุที่มีความถี่ต่ำหรือมีพลังงานต่ำได้

บัทมา : บัทมาเคยอ่านหนังสือว่า เรดาร์มีบทบาทมากเหลือเกินในยามสงคราม คุณธাত্রี กรุณาอธิบายให้ฟังด้วยสิคะ

ธাত্রี : ได้ครับ/ ในยามสงคราม เครื่องบินที่ติดเครื่องเรดาร์จะสามารถทั้งระเบิดลงสู่เป้าหมายในเวลาจำเป็น หรือในขณะที่บินอยู่เหนือเมฆหนาทึบได้โดยอาศัยเรดาร์หรือค้นพบเครื่องบินฝ่ายศัตรูได้ในสภาพอากาศที่เลวร้าย เช่นเดียวกัน เรดาร์บนพื้นดินก็จะเป็นเครื่องแจ้งเหตุให้ทราบว่ามีเครื่องบินฝ่ายศัตรูลวงล่าน่านฟ้าเข้ามาแล้วตั้งแต่ไกล เพื่อเตรียมการต่อสู้และเตือนผู้คนให้หลบภัยทันทั่วทั้งที่เรือรบใน

ทะเลก็สามารถใช้เรดาร์ตรวจหาเรือฝ่ายศัตรู หรือเป้าหมายบนฝั่งของฝ่ายศัตรู หรือเครื่องบินที่บินใกล้เรือรบเข้ามา

บัทมา : ในทางอุตุนิยมวิทยาละคะ เรดาร์มีบทบาทอย่างไรบ้าง

ชาติรี : ในทางอุตุนิยมวิทยา เรดาร์มีบทบาทมากในการพยากรณ์อากาศ และเตือนให้ทราบล่วงหน้าว่าจะมีพายุฝนหรือไต้ฝุ่นเกิดขึ้น และติดตามความเคลื่อนไหวของพายุไต้ฝุ่นเป็นต้นครับ/

บัทมา : ในการวิจัยทางอวกาศละคะ เรดาร์มีบทบาทอย่างไรบ้าง

ชาติรี : มากทีเดียวครับ/ เช่น ใช้ในการติดตามความเคลื่อนไหวของดาวเทียมที่ส่งออกไปในอวกาศหรือไปโคจรรอบโลก ก่อนที่มนุษย์จะย่างเหยียบลงบนดวงจันทร์นั้น นักวิทยาศาสตร์ใช้เครื่องเรดาร์ นี้เองในการศึกษาสภาพพื้นผิวของดวงจันทร์ เพราะคลื่นวิทยุสามารถเดินทางไปได้ไกลมาก ถ้าไม่ไปกระทบกับวัตถุใดเสียก่อน นอกจาก ดวงจันทร์แล้วนักวิทยาศาสตร์ยังได้ส่งคลื่นวิทยุจากเรดาร์ไปไกลถึงดาวศุกร์ ดาวพุธ ดาวอังคาร ดาวเสาร์และดวงอาทิตย์เอง เพื่อศึกษาสภาพพื้นผิวของดาวเหล่านั้นและเพื่อหาระยะทางระหว่างโลกกับดาวเหล่านั้นได้อย่างแม่นยำ

บัทมา : ประโยชน์ของเรดาร์มีอะไรอีกไหมคะ?

ชาติรี : มีอีกมากครับ เช่น ใช้ในการติดตามความเคลื่อนไหวของอุกกาบาตที่เคลื่อนที่มาใกล้โลกหรือเข้ามาในบรรยากาศของโลก ใช้ในการศึกษาสภาพของบรรยากาศชั้นบนของโลกโดยการเลือกเรดาร์ ที่ใช้ความถี่ของคลื่นวิทยุที่เหมาะสม นอกจากนี้ก็ใช้ในการติดตามการอพยพของฝูงนกหรือแมลง ใช้ในการศึกษาลักษณะของพื้นผิวโลกเพื่อประกอบในการทำแผนที่ และใช้ในการตรวจจับรถยนต์ที่วิ่งเร็วเกินพิกัดอัตราความเร็วครับ/

## วิตามินกับความแก่

\* ดาวลัย บุญยวรรธน์

"ความแก่" เป็นสิ่งที่คนไม่อยากจะพบ แต่ทุกคนจะต้องประสบด้วยตัวเอง ความแก่เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภายในสิ่งมีชีวิต ซึ่งนำไปสู่การเสื่อมสลายของเซลล์และความตายในที่สุด

นักชีวเคมีที่รักความสวยงาม หรืออยากให้สิ่งแวดล้อมสวยงามได้พยายามค้นคว้าวิธีการต่างๆ เพื่อขจัดความแก่จากการค้นคว้าพบว่า รังควัตถุที่เป็นสาเหตุของความแก่ซึ่งเรียกว่า age pigment หรือ lipofuscins มีลักษณะเหมือนกับรังควัตถุที่เกิดจากการขาดวิตามินอี (tocopherol) เพราะฉะนั้นจึงไม่ใช่เรื่องน่าแปลกใจเลยที่นักชีวเคมีจะให้ความสนใจต่อวิตามินอีเป็นพิเศษ โดยคิดว่าวิตามินอีอาจช่วยลดอัตราการเพิ่มหรือป้องกันการเกิด age pigment ได้

ในวัยหนุ่มสาว จะพบรังควัตถุชนิดนี้กระจายอยู่ทั่วไป แต่เมื่ออายุมากขึ้น รังควัตถุนี้จะเพิ่มปริมาณมากขึ้นโดยจะจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อน ปริมาณของรังควัตถุที่เพิ่มขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์กับอายุเพียงอย่างเดียว ไม่มีความสัมพันธ์กับโรคภัยไข้เจ็บหรือการทำงานหนักแต่อย่างใด เพราะการศึกษาในผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจพบว่าปริมาณ ของรังควัตถุไม่เปลี่ยนแปลงตามอาการของโรค

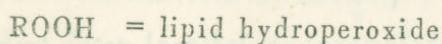
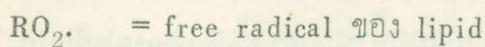
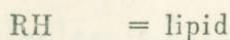
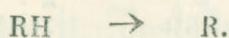
age pigment เป็นรังควัตถุที่ประกอบด้วย phospholipid เป็นส่วนใหญ่ นอกเหนือยังมีสารชนิดอื่น ๆ อีกคือ free cholesterol, cholesterol ester, triglyceride, lecithins และ sphingomyelin รังควัตถุนี้จะสะสมในสมอง หัวใจ ไต ตับ และเนื้อเยื่อต่างๆ โดยเพิ่มขึ้นตามอายุ ซึ่งการเพิ่มขึ้นจะมีบทบาททำให้เนื้อเยื่อเหล่านั้นมีสมรรถภาพในการทำงานลดลง

age pigment เป็นผลอย่างหนึ่ง ของ ความแก่ เกิดขึ้นโดย free radical ซึ่งเกิดขึ้นจากสิ่งแวดล้อมเช่น ozone ที่ถูกรังสี ultraviolet จากแสงแดด จะซึมผ่านผนังและซึมเข้าไปจนถึงระดับของ subcellular organelles ได้แก่ mitochondria, lysosome และ endoplasmic reticulum ซึ่งมี lipids สูงทำให้เกิด lipid peroxidation และ

mitochondria ที่ได้รับ free radical จะบวมแตกออกและสลายตัว ส่วน lysosome จะปล่อย hydrolytic enzyme เพื่อย่อย cellular debris ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการสลายตัวของ mitochondria และ endoplasmic reticulum ถ้าหากว่า น้ำย่อยจาก lysosome ไม่สามารถย่อย cellular debris ได้สมบูรณ์จะทำให้เกิด age pigment ขึ้น อาจสรุปได้ว่าการเกิด age pigment อยู่ที่ระดับของผนังเซลล์ ฉะนั้นการพิจารณาถึงโครงสร้างของผนังเซลล์ อาจมีประโยชน์ในการศึกษากลไกการเกิด age pigment ได้

เนื่องจากผนังเซลล์มีระดับของ unsaturated lipids สูงจึงอาจถูก oxidised และทำลายได้ง่าย นักวิทยาศาสตร์ พบว่าวิตามินอียับยั้งการเกิด peroxidation reaction โดยการเข้าร่วมกับสารประกอบของ unsaturated lipids และ protein ในผนังเซลล์เป็นการป้องกันให้ ผนังเซลล์ ถูกทำลาย ฉะนั้นวิตามินอี จึงทำหน้าที่เป็น antioxidant ใน free radical peroxidation โดยเป็นสารที่ให้ hydrogen atom แก่ปฏิกิริยา

Lloyd A, Witting นักชีวเคมีชาว เกิกซ์ส ได้อธิบาย kinetics ของ peroxidation ไว้ดังนี้



free radical ของ lipid ที่เกิดขึ้นจะทำลายผนังเซลล์และ organelles ต่างๆ ภายใน เซลล์ วิตามินอี ( $\infty$ -TH) จะมีบทบาทในการป้องกันการเกิด free radical โดยการยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของ peroxidation ดังสมการ



ในกรณีที่ขาดวิตามินอีจะเกิด free radical ใหม่ๆ ขึ้นอีกโดย monomolecular reaction คือ



ในการทดลองให้หนูได้รับวิตามินอีเกินความต้องการ พบว่าวิตามินอีสามารถ  
ป้องกัน chain cleavage ของ polyunsaturated fatty acid และ electron transport  
malfunction ได้ จึงคิดว่าวิตามินอีอาจช่วยรักษาความแข็งแรงของผนังเซลล์เหล่านี้โดย  
การทำปฏิกิริยากับ free radicals ที่เกิดขึ้นระหว่าง oxidoreductive activities  
เมื่อลดระดับของวิตามินอี จนถึงระดับหนึ่ง ทำให้เกิดการทำลายผนังเซลล์

Mccay กล่าวว่า ผนังเซลล์ที่มีปริมาณ unsaturated fatty acid สูงอาจถูก  
ทำลายอย่างรวดเร็วโดย degradative enzymes เช่น membrane-bound phospholipase  
โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมี unsaturated fatty acid เพิ่มมากขึ้นก็จะยิ่งทำให้ phospholipid  
ที่ผนังเซลล์เหล่านี้ถูกทำลายด้วย enzyme เพิ่มขึ้น วิตามินอีอาจทำให้การสะสมของ  
polyunsaturated fatty acid ในผนังเซลล์เกิดได้สะดวกขึ้น และยังป้องกันการถูกทำลาย  
ด้วย enzyme ที่พบใน lysosome, endoplasmic reticulum และ mitochondria ซึ่งเป็น  
organelles ที่สำคัญของเซลล์ ฉะนั้นการเกิดการทำลายผนังเซลล์ของ organelles เหล่า  
นี้ จึงอาจทำให้เกิดความผิดปกติเกี่ยวกับ ขบวนการเมทาโบลิซึมของเซลล์ได้

ถ้าบทความนี้จะจบลงโดยไม่บอกว่าจะหาวิตามินอีรับประทานได้ที่ไหน ก็คงจะ  
ไม่สมบูรณ์นัก วิตามินอีมีมากในน้ำมันพืช ที่สำคัญคือ น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันเมล็ดฝ้าย,  
น้ำมันเมล็ดข้าวโพดและถั่วเหลือง เมื่ออ่านมาถึงตอนนี้น่าจะนึกออกว่า เมื่อไม่นานมานี้  
น้ำมันพืชได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายโดยเหตุผลที่ว่า น้ำมันพืชเมื่อรับประทานแล้วจะ  
ไม่ทำให้อ้วน แท้ที่จริงแล้วยังมีสิ่งที่เป็นอุปสรรคอีกคือ "ความสวาทตลอดกาล"

tissue. American Journal of Clinical Nutrition 27: 952-959.

1. Brin, M, L.R. Horn, M.O. Barker. 1974. Relationship between fatty acid composition of erythrocytes and susceptibility to vitamin E deficiency. American Journal of Clinical Nutrition 27: 945-951.

### เอกสารอ้างอิง

2. Diptock, A.T. 1974 Possible stabilizing effect of vitamin E on microsomal, membrane-bound, selenide-containing protein and drug, metabolism enzyme system. American Journal of Clinical Nutrition 27: 995-1004
3. Gruger, E.H and A.L. Tappel. Reaction of biological antioxidants: Fe (II)-Catalyzed reactions of lipid hydroperoxides with tocopherol. Lipids Vol 5 No 3
4. Harrman, D. 1972. Free radical theory of aging dietary implication. American Journal of Clinical Nutrition 25: 839-843.
5. Witting, L.A. 1974. Vitamin E polyunsaturated lipid relationship in diet and

# สีแต่งอาหาร

สัมพันธ์ คัมภีรานนท์ \*

อาหารเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของมนุษย์ อาหารที่เรารับประทานเข้าไปจะถูกร่างกายเผาผลาญจนได้พลังงาน และสารต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกายออกมา ซึ่งคุณค่าของอาหารนั้นจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่รับประทานเข้าไป ในปัจจุบันนี้อาหารได้รับการตกแต่งให้มีสีสรรอย่างสวยงาม โดยมีวัตถุประสงค์แตกต่างกันออกไปเช่นเพื่อให้อาหารน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น หรือเพื่อให้แลดูคล้ายอาหารสดอยู่เสมอ หรือเพื่อให้แลดูคล้ายกับว่าอาหารนั้นทำจากวัตถุดิบที่มีคุณภาพสูง เช่น ขนมรวมมิตรที่มีสีแดงเขียวเหลือง จะน่ารับประทานแต่ขนมรวมมิตรที่ไม่มีสี ได้กรอกที่มีสีแดงจะแลดูคล้ายของสดอยู่เสมอ ส่วนซอสมะเขือเทศที่ใส่สีแดงจัดจะแลดูคล้ายกับว่าทำมาจากมะเขือเทศที่มีคุณภาพดี โดยความเป็นจริงแล้วสีที่ใช้แต่งอาหารนั้น ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการแต่ประการใด ในทางตรงกันข้ามถ้าหากมีการใช้สีผสมอาหารอย่างไม่ถูกต้องแล้ว ก็อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ จึงสมควรที่ผู้ที่เกี่ยวข้องจะได้มีความระมัดระวังในการเลือกใช้สีที่ปลอดภัยผสมอาหาร เพื่อให้มีความปลอดภัยต่อการบริโภคมากยิ่งขึ้น

## ชนิดของสีแต่งอาหาร

ในปัจจุบันนี้ ผู้ผลิตอาหารบางรายมักมุ่งหวังผลกำไรในการค้ามากเกินไป จนไม่คำนึงถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับผู้บริโภค จึงได้มีการนำเอาสีย้อมผ้ามาผสมอาหารซึ่งผู้บริโภคไม่มีทางทราบเลยว่าสีเหล่านั้นปลอดภัย หรือไม่การนำสีย้อมผ้ามาผสมอาหารนับว่าเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคอย่างร้ายแรง ทั้งนี้ เนื่องจากว่าสีที่ใช้สำหรับย้อมผ้าจะมีความบริสุทธิ์ต่ำ ปริมาณสารพิษที่ปะปนอยู่ จึงมีอยู่สูง สารพิษที่ปะปนอยู่นี้ อาจเป็นพวกโลหะชนิดต่างๆ เช่น โครเมียม แคดเมียม ปะปน ตะกั่ว สารหนู และพลวง เป็นต้น สารเหล่านี้ถือว่าเป็นสารที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย แม้จะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ตาม อาหารพิษที่เกิดขึ้นอาจเกิดขึ้นได้ทันที หรืออาจเรื้อรังก็ได้ในทางตรงกันข้ามถ้าได้มีการนำเอาสีที่ใช้ผสมอาหารโดยตรงมาใช้โอกาสที่จะเป็นอันตรายจะมีน้อยกว่า ทั้งนี้ เนื่องจากว่าสีที่ใช้สำหรับผสมอาหารนั้น ผู้ผลิตได้ทำพิเศษให้มีความบริสุทธิ์ และได้แยกเอาสารพิษต่างๆ ออกเรียบร้อยแล้ว

---

\* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สีซึ่งได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุขให้ใช้ผสมอาหารได้แบ่งออกเป็น 3 ชนิดดังนี้

1. สีนินทรีย์ ได้แก่สีที่ได้จากการสังเคราะห์ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดดังนี้.-

ก. สีแดง ได้แก่

- ปองโซ 4 อาร์ (Ponceau 4 R)

- คาร์โมอีซิน (Carmoisine)

- เอริโทรซิน (Erythrosine)

ข. สีเหลือง ได้แก่

- ทาร์ตราซีน (Tartrazine)

- ซันเซต เยลโลว์ เอฟซีเอฟ (Sunset Yellow F C F)

- ไรโบฟลาวิน (Riboflavin)

ค. สีเขียว ได้แก่

- ฟาสต์ กรีน เอฟซีเอฟ (Fast Green F C F)

- วูล กรีน บีเอส (Wool Green BS)

ง. สีน้าเงิน ได้แก่

- อินดิโก คาร์มีน (Indigo Carmine)

- บริลเลียนท์ บลู เอฟซีเอฟ (Brilliant Blue F C F)

2. สีนินทรีย์ ได้แก่

- ผงถ่านที่ได้จากการเผาพืช

- ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide)

3. สีธรรมชาติ ได้แก่สีที่ได้จากการสกัดพืช หรือสัตว์ และสีชนิดเดียวกันที่ได้จากการสังเคราะห์เช่น

- โคชินิล (Cochineal) ให้สีแดง สีนี้นี้ได้จากการสกัดแมลงโคชินิล

- แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) ให้สีเหลือง ส้ม หรือแดง ขึ้นกับชนิดของแคโรทีนอยด์ สีนี้นี้ได้จากการสกัดพืช แคโรทีนอยด์บางชนิดสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้โดยกรรมวิธีทางเคมี

- คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ให้สีเขียว สันได้จากการสกัดพืช

### การควบคุมการใช้สีแต่งอาหาร

ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ลงวันที่ 28 มีนาคม 2520 กำหนดให้สีผสมอาหารเป็นอาหารที่ควบคุม จำเป็นต้องขึ้นทะเบียนไว้กับกระทรวงสาธารณสุข ข้อความในฉลากต้องเป็นภาษาไทยชัดเจน และอย่างน้อยต้องมีข้อความต่อไปนี้

1. คำว่า "สีผสมอาหาร"
2. ชื่อสามัญ
3. เลขทะเบียนอาหาร
4. ปริมาณสุทธิเป็นระบบเมตริก
5. ชื่อและที่ตั้งของสถานที่ผลิต
6. ชนิดของพืช และสัตว์ที่เป็นต้นกำเนิดของสีธรรมชาติ

สีชนิดต่าง ๆ ที่จะได้รับอนุญาตจะต้องมีคุณภาพ และมาตรฐานตามที่กำหนดโดยจะต้องมีความบริสุทธิ์สูงไม่น้อยกว่า 90% และต้องมีมาตรฐานดังต่อไปนี้

1. ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อร่างกาย
2. มีโครเมียม หรือแคดเมียมหรือปรอทหรือ ซิลิเนียมไม่เกิน 1 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก
3. มีสารหนูไม่เกิน 5 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก
4. มีตะกั่วไม่เกิน 20 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก
5. มีสีอื่น ๆ ไม่เกินร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก

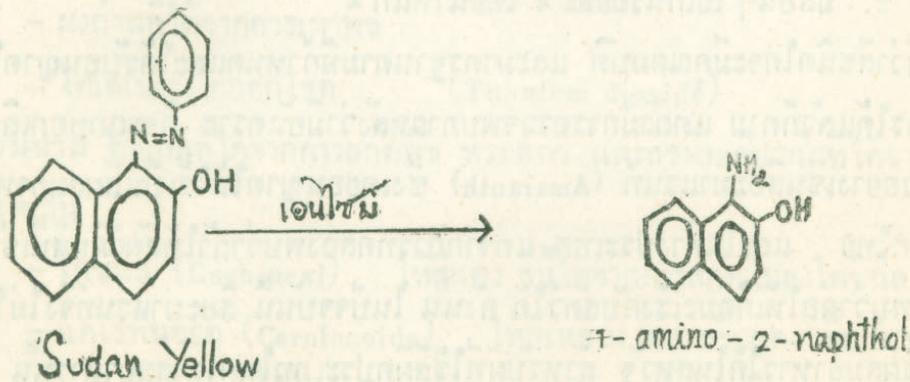
แม้ว่าสีชนิดใดจะมีคุณสมบัติ และมาตรฐานตามที่กำหนดและได้รับอนุญาตให้เป็นสีผสมอาหารได้แล้วก็ตาม แต่ถ้ามีการตรวจพบภายหลังว่ามีอันตราย ก็จะถูกยกเลิกการอนุญาตได้ตัวอย่างเช่นสีอะมาแรนธ์ (Amaranth) ซึ่งเคยอนุญาตให้ใช้เป็นสีผสมอาหารได้ทั้งในประเทศไทย และในต่างประเทศ แต่จากการทดลองพบว่าถ้าให้สัตว์กินสีนี้เข้าไปเป็นเวลานานพบว่าก่อให้เกิดมะเร็งกับสัตว์ได้ ดังนั้น ในปัจจุบันนี้ สีอะมาแรนธ์จึงไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ผสมอาหารได้ในสหรัฐ สำหรับผู้ที่ใช้สีผิดประเภทในการผสมอาหารนั้น ต้องได้รับโทษตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยพระราชบัญญัติ ควบคุมคุณภาพอาหาร

พ.ศ. 2497 กำหนดให้รับโทษจำคุกไม่เกิน 10 ปี หรือปรับไม่เกิน 20,000.- บาท

### อันตรายจากการบริโภคสีแต่งอาหาร

คงได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่าสีที่ผสมอยู่ในอาหารนั้นเป็นเพียงสิ่งแปลกปลอมที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการแต่ประการใด ดังนั้น การบริโภคสีที่ใช้ผสมอาหาร หรือสีย้อมผ้าก็ย่อมไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ใดๆ แก่ร่างกาย ในทางตรงกันข้ามอาจก่อให้เกิดอันตรายได้อีกด้วย จริงอยู่แม้ว่าสีที่ใช้ผสมอาหารได้นั้นจะมีความบริสุทธิ์สูง แต่ก็อาจมีสารพิษต่างๆ ปะปนอยู่ไม่มากนักน้อย ถ้าร่างกายสะสมสารต่างๆ เหล่านี้ไว้เป็นเวลานานๆ ก็อาจเป็นสาเหตุของโรคบางชนิดได้ ในการใช้สีสังเคราะห์ผสมอาหาร นั้น โดยทั่วไปแล้วจะจำกัดปริมาณที่ใช้ได้อย่างปลอดภัยไว้น้อยมาก กล่าวคือไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักร่างกาย 1 กิโลกรัม สีบางชนิดอาจกำหนดปริมาณให้ใช้ได้สูง เช่นสีน้ำเงิน พวกบริลเลียนท์บลู เอฟซีเอฟ ซึ่งใช้ได้ถึง 12.5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักร่างกาย 1 กิโลกรัม

อันตรายที่เกิดขึ้นจากการบริโภคสีนั้น อาจเกิดจากสารพวกโลหะหนักซึ่งปะปนมากับสีก็ได้ ในกรณีที่อันตรายเกิดขึ้นได้เนื่องจากสีพวกที่มี Azo group (-N=N-) เมื่อถูกย่อยโดยเอนไซม์ในร่างกายก็จะก่อให้เกิดสารพวกคาร์ซิโนเจน (carcinogen) ซึ่งสามารถทำให้เกิดมะเร็งในร่างกายได้ ตัวอย่างเช่นสีเหลือง ซูดาน เยลโล (Sudan Yellow) เมื่อถูกย่อยโดยเอนไซม์จะได้สารที่มีชื่อว่า 1-amino-2-naphthol ซึ่งจัดว่าเป็นคาร์ซิโนเจน



กึ่งหนึ่งสี ชูตาน เยลโล จึงไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ผสมอาหารได้ ในกรณีที่อันตรายเกิดจากสารจำพวกโลหะหนักที่ปะปนมาในระหว่างการผลิตสีผสมอาหารนั้น ผู้บริโภคสามารถที่จะหลีกเลี่ยงได้ โดยการรับประทานอาหารที่มีสีอ่อนๆ หรือไม่มีสีเลย ถ้าเรารับประทานอาหารที่ใส่สีจัดและรับประทานบ่อยๆ โอกาสที่สารจำพวกโลหะหนักจะสะสมในร่างกายก็มีมาก และเมื่อสะสมถึงจุดหนึ่งอาการเป็นพิษก็จะเกิดขึ้นแก่ร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อสั่น นอนไม่หลับ ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียร ปวดศีรษะ ปวดเมื่อย บางรายอาจเป็นตะคริวที่ท้อง และอาจตายได้

### สีธรรมชาติ

พันธุ์ พืชทุกชนิดจำนวนมากให้สีสวยงาม สามารถนำมาใช้ผสมอาหารได้โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายแต่อย่างใด จริงอยู่การนำสีจากธรรมชาติมาใช้ อาจไม่สะดวกและรวดเร็วเท่ากับการนำสีสังเคราะห์ซึ่งมีขายอยู่ตามท้องตลาดมาผสมอาหาร แต่เพื่อป้องกันผลเสียอันอาจบังเกิดขึ้นแก่ตัวเราเองหรือผู้บริโภคอื่น ๆ ก็เป็นการสมควรที่เราจะคำนึงถึงสีเหล่านั้นบ้าง อย่างน้อยก็เพื่อผ่อนคลายสภาพ "ตายผ่อนส่ง" อันเนื่องจากการรับประทานสีผิดประเภทให้เนิ่นนานออกไป

สีชนิดต่างๆ ที่ได้จากธรรมชาติแสดงให้เห็นในตารางดังนี้

สี	แหล่งของสี	สารที่ให้สี
แดง	มะเขือเทศ ( <i>Lycopersicum esculentum</i> )	Lycopene
แดง	พริกแดง ( <i>Capsicum spp</i> )	Capsanthin
แดง	ถั่วดำ ( <i>Vigna eihensis</i> )	Anthocyanin
แดง	แมลงโคชินิล ( <i>Coccus cacti</i> )	Carminic acid
เหลือง	ขมิ้นชัน ( <i>Curcuma longa</i> )	Curcumin
เหลือง	ขมิ้นอ้อย ( <i>Curcuma zeadoria</i> )	Curcumin
เหลือง	ลูกพุด ( <i>Gardenia jasminoides</i> )	Crocin
เหลือง	หญ้าฝรั่น ( <i>Crocus sativus</i> )	Crocin

สี	แหล่งของสี	สารที่ให้สี
เหลือง ดอกคำฝอย	( <u>Cathamus tinctorius</u> )	Carthamin
เหลือง เมล็ดคำแสด	( <u>Bixa ovellana</u> )	Bixin
เหลือง ลูกตาลยี	( <u>Borassus fladellifer</u> )	Carotenoids
น้ำเงิน ดอกอินชั้น	( <u>Clitorea ternata</u> )	Anthocyanin
สีเขียว เตย	( <u>Pandanus odoros</u> )	Chlorophyll
สีดำ ถ่านจากใบจากหรือเปลือกมะพร้าว		Charcoal

สีต่างๆ เหล่านี้บางชนิดคนไทยเรารู้จักใช้มาแต่โบราณ จึงน่าจะได้มีการพิจารณานำสีต่างๆ เหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ข้อได้เปรียบของสีธรรมชาติอีกประการหนึ่งก็คือ เราสามารถรับประทานได้โดยไม่จำกัดจำนวนโดยไม่ต้องเกรงว่าจะเกิดการสะสมของสารพิษต่างๆ ในร่างกาย

### สรุป

จากบทความที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการใช้สีแต่งอาหารนั้นนับว่าเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคอย่างมากโดยเฉพาะถ้าสีที่ใช้นั้นไม่ใช่สีที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ผสมอาหาร แม้แต่สีที่ได้รับอนุญาต ถ้าหากว่าผสมลงไป ในอาหารมากเกินไปก็อาจก่อให้เกิดโทษแก่ผู้บริโภคได้เช่นกัน ในปัจจุบันนี้หน่วยงานของรัฐหลายแห่งเช่น คณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภคหรือคณะกรรมการอาหารและยาได้พยายามชี้แจงเรื่องสีต่างๆ ทั้งทางโทรทัศน์ วิทยุ และหนังสือพิมพ์เพื่อให้ประชาชนได้มีความเข้าใจและระมัดระวังเกี่ยวกับการรับประทานอาหารที่มีสีสวยงามให้มากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าหากว่าผู้ผลิต หรือผู้ประกอบการอาหารทั้งหลายไม่ให้ความร่วมมือแล้วก็เป็นการยากที่ผู้บริโภคจะสามารถหลีกเลี่ยงอันตรายได้ トラบใดที่เรายังชอบรับประทานอาหารที่มีสีอยู่ ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยของชีวิตเราจึงรับประทานอาหารที่มีสีอ่อนหรือที่ไม่มีสีเลยจะปลอดภัยที่สุด

### เอกสารอ้างอิง

Baranyovits, F.L.C. 1978. Cochineal carmine : an ancient dye with a modern role. Endeavour 2: 85-92.

## พุทธศาสนากับวิทยาศาสตร์

เฉลิม สารบัณฑิตกุล\*

ก่อนที่จะกล่าวว่า พระพุทธศาสนามีหลักเกณฑ์และวิธีการในการสั่งสอนตลอดทั่วคำสอนอันเป็นวิทยาศาสตร์อย่างไร สมควรที่จะเข้าใจคำว่า "วิทยาศาสตร์" และขอบเขตแห่งความหมายเพื่อให้เข้าใจง่ายในการพิจารณาเปรียบเทียบกับพระพุทธศาสนา

คำว่า "วิทยาศาสตร์" (Science) มีอยู่ 3 ประเภท คือ.-

1. วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Science) เป็นวิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยวัตถุที่ไม่มีใจครอง หรือที่ไม่มีชีวิต กล่าวตามภาษาวิทยาศาสตร์ได้แก่การสอบสวนปรากฏการณ์อันเป็นมูลฐานแห่งสสาร คำว่า สสาร ได้แก่ สิ่งที่มีขนาดน้ำหนัก หรือมีการกินที่

2. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Biological Science) เป็นวิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยสิ่งที่มีชีวิต ทั้งต้นไม้และสัตว์ทุกชนิดที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า อินทรีย์ (Organism) กล่าวตามภาษาวิทยาศาสตร์ ได้แก่การสอบสวนปรากฏการณ์อันซับซ้อนแห่งชีวิต

3. วิทยาศาสตร์สังคม (Social Science) แต่ในเมืองไทยยังไม่สนิทใจที่จะเรียกเป็นวิทยาศาสตร์ จึงใช้คำว่า "สังคมศาสตร์" แทนคำว่า "วิทยาศาสตร์สังคม" อย่างไม่รู้ก็ตาม ทว่าโลกได้ยอมรับวิทยาศาสตร์ประเภทนี้แล้ว โดยจัดให้วิชาต่างๆ เหล่านี้ คือ ลัทธิวิทยา มนุษยวิทยา เศรษฐศาสตร์ ทัณฑ์วิทยา จริยศาสตร์และจิตวิทยา เป็นต้น รวมอยู่ในวิชาวิทยาศาสตร์ฝ่ายสังคม

เมื่อได้แบ่งวิทยาศาสตร์ออกเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ ว่าด้วยสิ่งไม่มีชีวิต วิทยาศาสตร์ชีวภาพว่าด้วยสิ่งมีชีวิต และวิทยาศาสตร์สังคมเช่นนี้แล้ว จึงสมควรจะได้ทราบว่าจะแต่ละประเภทมีสาขาวิชาต่อไปอีกอย่างไร ทั้งนี้เพื่อรู้หน้าตาย่อๆ ของวิทยาศาสตร์ เพื่อเข้าใจขอบเขตอันจะเป็นประโยชน์ในการอธิบาย เทียบเคียงกับพระพุทธศาสนาในภายหลัง

ก. วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ส่วนนี้มีวิชาฟิสิกส์และเคมีเป็นวิชามูลฐาน แล้วเกิดวิชาเพิ่มขึ้นจากวิชามูลฐานนั้น คือ ดาราศาสตร์ ธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา เป็นต้น

\* สำนักงานเลขานุการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1. ฟิสิกส์ (Physics) วิชาที่ได้ออกกาย วัตถุ หรือรูปธรรม พยายามๆ คือเป็นวิชาว่าด้วยสิ่งต่างๆ ที่ไม่เกี่ยวกับชีวิต แบ่งสาขาออกไปอีก 6 อย่าง คือ กลศาสตร์, ความร้อน, เสียง, แสง, แม่เหล็กและไฟฟ้า เดิมทีเคยวิชาฟิสิกส์เรียกว่า Natural Philosophy (ปรัชญาว่าด้วยธรรมชาติ) หมายถึงวิชาว่าด้วยวัตถุที่ไม่มีชีวิต เป็นคำคู่กับคำว่า Natural History (ความรู้ว่าด้วยธรรมชาติ) ซึ่งหมายถึงวิชาว่าด้วยสิ่งมีชีวิต เช่น พฤกษศาสตร์ และสัตววิทยา

2. เคมี (Chemistry) วิชาที่ว่าด้วยส่วนประกอบของสสารและความเปลี่ยนแปลงของสสารเมื่อรวมกันหรือแยกกัน

วิชาฟิสิกส์กับเคมีใกล้เคียงกันมาก จึงควรทราบความต่างกันดังนี้ ฟิสิกส์ว่าด้วยกำลัง ความเคลื่อนไหว ความร้อน เสียง แสง แม่เหล็กและไฟฟ้า ถ้าจะศึกษาถึงสสารก็ศึกษาถึงคุณสมบัติสามัญทั่วไปของสสารทุกชนิดซึ่งมักจะเปลี่ยนรูปเปลี่ยนสถานะ แต่ก็ไม่เปลี่ยนชนิด เช่น ไม้เปลี่ยนรูปเป็นโต๊ะ เก้าอี้ แต่ก็ยังเป็นไม้อยู่นั่นเอง ส่วนเคมีว่าด้วยปรากฏการณ์ต่างๆ ของสสาร เมื่อรวมกันหรือแยกกัน หรือเมื่อถูกความร้อน เป็นต้น เช่น ไม้เปลี่ยนเป็นถ่านเมื่อถูกไฟไหม้ หรือเหล็กที่วางทิ้งอยู่ชื้นสนิมหรือเนื้อเหล็กบางส่วนหายไป กลายเป็นขุยสนิมขึ้นแทนเพราะเหล็กทำปฏิกิริยากับอากาศ ออกซิเจน

ข. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์ประเภทที่ว่าด้วยสิ่งมีชีวิต ทั้งพืชและสัตว์จึงแบ่งสาขาใหญ่ออกเป็น 2 สาขา คือ -

1. พฤกษศาสตร์ (Botany) ว่าด้วยพืชและต้นไม้ทุกชนิด แบ่งออกไปอีกหลายสาขา เช่น -

ก. วิทยาแบคทีเรีย (Bacteriology) เป็นวิชาว่าด้วยจุลินทรีย์ ซึ่งจัดอยู่ในประเภทพืชมีเรื่องที่ต้องศึกษา เช่น แบคทีเรีย ไวรัส ยีสต์ รา และพืชเซลล์เดี่ยวต่างๆ

ข. วิทยามีโค (Mycology) เป็นวิชาว่าด้วยเห็ด รา ต่างๆ

2. สัตว์วิทยา (Zoology) เป็นวิชาว่าด้วยสัตว์ทุกชนิด แบ่งไปอีกหลายสาขา เช่น -

ก. วิทยาโปรโตโซ (Protozoology) ว่าด้วยสัตว์ในชั้นประถมนิยมหรือชั้นแรกอันได้แก่ สัตว์เซลล์เดี่ยว เป็นต้น

ข. สัตว์วิทยาทั่วไป (General Zoology) ซึ่งแบ่งออกเป็นวิชาว่าด้วยแมลง หรือกีฏวิทยา (Entomology) และวิชาว่าด้วยนก (Ornithozogy) วิชาว่าด้วยปลา ซึ่ง เรียกว่ามีนวิทยา (Ichthyozogy) วิชาว่าด้วยหอย (Conchology) เป็นต้น

สรุปความฝ่ายวิทยาศาสตร์ เป็นอันว่าเราได้อ่านแผนที่สังเขปของวิทยาศาสตร์ ทุกสาขาแล้ว ขอบเขตของวิทยาศาสตร์อาจแบ่งได้เป็น 3 ประการ คือ.-

1. ว่าด้วยอาณาจักรแห่งสิ่งมีชีวิต และพลังงานตั้งแต่หยดน้ำค้าง จนถึงดาวหาง ตั้งแต่เรื่องของไฟฟ้าจนถึงกฎแห่งการถ่วง เรียกว่า สากลบริเวณ (Cosmosphere)
2. ว่าด้วยอาณาจักรแห่งพืชและสัตว์ เรียกว่า ชีวบริเวณ (Biosphere)
3. ว่าด้วยสังคมมนุษย์รวมทั้งสถาบัน ขนบประเพณี มรดกทางสังคม ศิลป วรรณคดีและผลผลิตต่างๆ เรียกว่าสังคมบริเวณ (Sociosphere)

การแบ่งออกเป็น 3 บริเวณนี้ แบ่งตามข้อคิดของ ศาสตราจารย์ J. ARTHUR THOMSON

ต่อไปนี้จะได้อภิปรายถึงขอบเขตแห่งพระพุทธศาสนาด้วย.-

พระพุทธเจ้าตรัสว่า "เราย่อมบัญญัติโลก เหตุให้เกิดโลก ความดับแห่งโลก และข้อปฏิบัติ ให้ถึงความดับแห่งโลกในร่างกายอันมีประมาณวาหนึ่ง มีสติปัญญา มีใจครอง หนึ่ง" โรหิตัสสสูตร พระสุตตันตปิฎก เล่ม 15 หน้า 89

ถอดความแห่งพระพุทธภาษิตนี้ คงได้ความว่าพระพุทธเจ้าแสดงธรรมบัญญัติ วินัยลงที่มนุษย์ซึ่งมีกายประมาณวาหนึ่ง มีใจครองนี้ โดยทรงย่อโลกทั้งโลกให้มาอยู่ที่ร่าง กายและจิตใจ แม้เหตุให้เกิดโลก ความดับโลกและข้อปฏิบัติให้ถึงความดับโลก ก็ทรงย่อ มารวมไว้ที่ร่างกายและจิตใจเช่นเดียวกัน

เป็นอันสรุปความไว้ชั้นหนึ่งก่อนว่าขอบเขตแห่งธรรมที่พระพุทธเจ้าทรงสั่งสอน นั้น แม้จะมีหลักธรรมวิจิตรพิสดารอย่างไรก็รวมเป็นข้อปฏิบัติที่ร่างกายและจิตใจทั้งสิ้น แม้อุคตคติสูงสุดก็อยู่ที่พ้นไปจากร่างกายและจิตใจ ไม่ต้องตกอยู่ในสภาพวนเวียนต่อไป เมื่อเป็นเรื่องเช่นต้นลงท้ายด้วยร่างกายจิตใจ และพ้นจากร่างกายและจิตใจเช่นนั้น เราจึง สังเกตได้จาก หลักพระพุทธศาสนา 3 ประการ คือ.-

1. เว้นความชั่ว

2. ทำความดี

3. ขำระจิตใจให้มองใส

เป็นเรื่องอยู่ภายในขอบเขตของร่างกายและจิตใจ ดังกล่าวแล้ว แม้พระพุทธศาสนา จะสอนอยู่บนขอบเขตแห่งร่างกายและจิตใจ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างร่างกายกับจิตใจว่ามีส่วนกระทบถึงกัน คือ กายเดือดร้อนก็เป็นเหตุให้จิตผัดปกติได้ หรือเมื่อใจเดือดร้อนก็เป็นเหตุให้กายผัดปกติได้ดังนั้นก็จริง แต่ถ้าจะพิจารณาว่าพระพุทธศาสนา สอนหนักแน่นไปในเรื่องอะไรแล้ว ก็จะเห็นว่าปัญหาเรื่องจิตใจได้รับความสนใจจากพระพุทธศาสนาเป็นพิเศษ ดังข้อความในพระพุทธภาษิตที่ว่า

1. โลกอันจิตย่อมนำไป คือ มีจิตเป็นผู้นำ

2. ธรรมทั้งหลายมีใจเป็นหัวหน้า

จากพระพุทธภาษิตนี้ เราจะเห็นได้ว่าพระพุทธศาสนาสอนเน้นว่า ไม่ว่าโลกหรือธรรมล้วนมีจิตใจเป็นผู้นำทั้งสิ้น เมื่อจิตเป็นผู้นำ การอบรมขัดเกลาจิตใจจึงเป็นเรื่องสำคัญในการปฏิบัติ เมื่อรักษาจิตอย่างเดียวก็ชื่อว่ารักษาอย่างอื่นด้วย ดังข้อความอันเป็นพระพุทธภาษิตว่า

"ดูก่อนคฤหบดี เมื่อบุคคลรักษาจิตได้แล้วก็เป็นอันรักษาทั้งกายกรรม ทั้งวจีกรรม ทั้งมโนกรรม เปรียบเหมือนเรือนยอด เมื่อมองหลังคาดีแล้วก็เป็นอันรักษาไว้ได้ทั้งยอดเรือน ทั้งกลอนเรือน ทั้งฝาเรือน" ตักนิบาต อังคุตตรนิกาย เล่ม 20 หน้า 335

เมื่อก้าวโดยทั่วไปแล้ว ความมุ่งหมายทางพระพุทธศาสนาก็คือ ประโยชน์ ซึ่งอาจแบ่งได้ 3 ประการ คือ-

1. ประโยชน์ปัจจุบันได้แก่การตั้งตัวได้ทางโลกเป็นหลักฐาน

2. ประโยชน์อนาคต ได้แก่การตั้งตัวได้ทางศีลธรรมเป็นเหตุให้การตั้งตัวทางโลกเป็นไปโดย ราบรื่นไม่ล่มจมทำให้อนาคตสดใส และได้หลักศีลธรรมเข้ากำจุน

3. ประโยชน์อย่างยิ่งหรือประโยชน์อย่างสูง ได้แก่การสามารถดับเพลิงกิเลสเพลิงทุกข์ได้โดยเด็ดขาด ไม่ต้องตกอยู่ภายใต้อำนาจของความชั่วทางจิตใจ และความทุกข์ร้อนกลัดกลุ้มอีกต่อไป

สรุปความ พระพุทธศาสนาสอนข้อปฏิบัติรวมทั้งร่างกายและจิตใจ แต่ในส่วนสำคัญเน้นในเรื่องจิตใจเป็นพิเศษ ความมุ่งหมายในการสอนนั้น เพื่อให้ผู้ปฏิบัติได้รับประ

โยชน์ 3 ชั้น และชั้นสูงคือประโยชน์อย่างยิ่ง ได้แก่ความพ้นทุกข์โดยเด็ดขาด ซึ่งเป็น  
อุคมคติสูงสุด

เพราะเหตุที่พระพุทธศาสนาสอนให้จัดการกับจิตใจเป็นพิเศษจึงมีข้อปฏิบัติ  
เกี่ยวกับจิตใจอยู่เป็นอันมาก ทั้งเป็นข้อปฏิบัติที่ประกอบด้วยเหตุผล ซึ่งผู้ฟังอาจตรอง  
ตามและพิสูจน์ทดลองให้เห็นจริงได้ ชาวตะวันตกผู้หันมานับถือพระพุทธศาสนาจึงขนาน  
นามให้ว่าเป็นวิทยาศาสตร์ทางจิตใจ (Spiritual and Mental Science)

จากการแยกพูดถึงวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งรายละเอียดและขอบเขตก่อน แล้วจึง  
พูดถึงพระพุทธศาสนา พร้อมด้วยขอบเขตและจุดมุ่งหมายเพื่อให้เห็นว่า ทางไหนมุ่งไป  
ในทิศทางของตนอย่างไรเช่นนี้แล้ว เวลาเปรียบเทียบเราจะได้ไม่หลง จะได้ไม่เกณฑ์ให้  
พระพุทธศาสนาต้องคล้อยตามวิทยาศาสตร์ไปทุกอย่าง หรือเกณฑ์ให้วิทยาศาสตร์ต้อง  
อนุโลมตามพระพุทธศาสนาไปทุกฝักบัว แต่ละอย่างก็มีทิศทางและความมุ่งหมายของตน  
เอง ความลึกลับจึงมีอยู่ที่วิธีการและหลักการ ไม่ใช่ในเนื้อหาของแต่ละอย่าง เมื่อเข้าใจ  
ใจเช่นนี้ก็อาจเข้าใจพระพุทธศาสนา และวิทยาศาสตร์ได้ทั้งสองโดยไม่ลำเอียง หรือไม่  
เอาความรู้ด้านเดียวมาข่มอีกฝ่ายหนึ่งให้หมดความสำคัญลงไป การรู้ด้านเดียวนี้เสียประโยชน์  
โยชน์มาก อาจทำให้เข้าใจผิดอะไรต่ออะไรไปอย่างสำคัญ

เท่าที่ชาวตะวันตกได้พิจารณากันแล้วได้ลงความเห็นกันว่า วิชาวิทยาศาสตร์ทาง  
โลก เป็นวิทยาศาสตร์ฝ่ายวัตถุ ส่วนพระพุทธศาสนาเป็นวิทยาศาสตร์ทางจิตใจ เมื่อฝรั่งที่  
นับถือพระพุทธศาสนาภาคภูมิใจตนเองถึงกับกล่าวว่าพุทธศาสนิกชนชื่อว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์  
ทางจิตใจเช่นนี้ เราจึงควรพิจารณาต่อไปอีกในรายละเอียดว่า พระพุทธศาสนาเข้า  
กันได้กับวิทยาศาสตร์อย่างไร แนวขนานระหว่างพระพุทธศาสนากับวิทยาศาสตร์ก็คือ พระ  
พุทธศาสนาและวิทยาศาสตร์ต่างต้องการพิสูจน์ความจริงโดยมีเหตุผลโดยการสังเกตและทดลอง  
โดยไม่เชื่ออะไอย่างงมงาย พระพุทธศาสนามีแนวเป็นวิทยาศาสตร์ทางจิตใจ ส่วน  
วิทยาศาสตร์มีแนวทางวัตถุจึงต่างเป็นแนวขนานของกันและกันด้วยประการฉะนี้

หลักการที่ตรงกันระหว่างพระพุทธศาสนากับวิทยาศาสตร์ มีดังนี้.—

1. ทางพระพุทธศาสนาสอนไม่ให้เชื่ออะไอย่างงมงาย แต่ให้เชื่ออย่างมีเหตุ  
ผล มีการพิสูจน์ทดลองแล้วจึงเชื่อ วิทยาศาสตร์ ก็สอนไม่ให้เชื่ออะไอย่างงมงาย ต้องมี  
การพิสูจน์ สังเกตทดลอง เช่นเดียวกัน

2. ทางพระพุทธศาสนาสอนว่า ผลทุกอย่างย่อมมาจากเหตุ ไม่ใช่เกิดขึ้นลอยๆ หรือบังเอิญ การที่โทษว่าบังเอิญนั้น เพราะยังหาเหตุไม่พบต่างหาก พระพุทธศาสนาจึงไม่สอนชัดไปที่เทวดาหรือพระเจ้าว่าเป็นผู้บันดาลแต่ชี้ไปที่การกระทำของแต่ละบุคคลว่าเป็นเครื่องทำให้เกิดให้ชั่ว ทางวิทยาศาสตร์ก็เชื่อว่าผลทุกอย่างย่อมมาจากเหตุ ไม่ใช่เกิดขึ้นลอยๆ หรือบังเอิญ หรือเพราะอำนาจลบลับบันดาลทั้งหลาย การค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เป็นการค้นผลโดยสาวไปหาเหตุ ค้นเหตุแล้วสาวไปหาเหตุผลบ้าง

3. ทางพระพุทธศาสนาสอนไม่ให้เชื่อหรือติดในโชคกลางต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งบูชาความจริง ก็สอนไม่ให้เชื่อถือในโชคกลางต่างๆ เช่นกัน คือต่างฝ่ายต่างสอนอย่างตรงไปตรงมา

4. พระพุทธศาสนาสอนให้เข้าใจลักษณะ 3 ประการ คือ ไม่เที่ยง ทนอยู่ไม่ได้ ไม่เป็นแก่นสารตัวตนเพื่อไม่ให้ติดไม่ให้อยึด ทางวิทยาศาสตร์ทั้งกายภาพและชีวภาพก็สอนให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของสิ่งทั้งหลาย และเมื่อวิเคราะห์สิ่งต่างๆ ลงไปแล้ว ไม่ว่าจะ เป็นวัตถุหรือสิ่งที่มีชีวิตก็ไม่มีแก่นสารตัวตนอะไร ประกอบขึ้นหรือรวมขึ้นจากปรมาณูของธาตุต่างๆ นั้นเมื่อวิเคราะห์ไปให้ถึงที่สุดแล้วสุดท้ายก็เป็นพลังงานซึ่งไม่ใช่ตัวตนอะไรเลย การทำระเบิดปรมาณูก็คือการแยกปรมาณูให้เกิดพลังงาน

ลีลาแห่งคำสอนทางพระพุทธศาสนาซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์ ทำให้เราได้มีโอกาสพิจารณาถึงการสอนอย่างมีเหตุผลและเป็นวิทยาศาสตร์ในตัวของพระพุทธศาสนา เป็น ข้อๆ ไป

1. ทฤษฎี ทำอย่างไรจึงจะพ้นจากทุกข์ ซึ่งใช้ศัพท์ว่า "อริยสัจ" ของจริงอย่างประเสริฐ (ของพระพุทธศาสนามีลักษณะหรือลีลาเป็นวิทยาศาสตร์โดยสมบูรณ์) คือ-

1. แสดงผล คือ ความทุกข์ว่าได้แก่อะไร
2. แสดงเหตุ คือ ความทะยานอยากทำให้ทุกข์เกิด
3. แสดงผล คือ ความดับทุกข์ ได้แก่ดับความทะยาน อยากได้
4. แสดงผล คือ ข้อปฏิบัติให้ถึงความดับทุกข์ ที่เรียกว่า อริยมรรค หรือ มรรค

คุณลักษณะพิเศษในการแสดงเรื่องอริยสัจสี่เป็นวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริงก็คือ คำสรุปที่ว่าตราบใจพระองค์ยังมีได้ปฏิบัติได้ผลเห็นจริงในอริยสัจ 4 ประการนั้น ตราบใจนั้นพระองค์ยังไม่ประกาศพระองค์ว่า ตรัสรู้เป็นพระพุทธเจ้า อันแสดงว่าทฤษฎีอริยสัจไม่ใช่ทฤษฎีเฉยๆ เป็นภาคปฏิบัติที่ได้ประจักษ์ผลมาแล้วด้วย ฉะนั้น การที่พระพุทธเจ้าทรงแสดงอริยสัจในพระธรรมเทศนาครั้งแรกของพระองค์ จึงเป็นการเริ่มต้นศักราชวิทยาศาสตร์ทางจิตใจ

2. คำสอนเรื่องทางสายกลาง (The Middle Way) ซึ่งไม่ตึงเกินไป ไม่หย่อนเกินไป เป็นการไม่ตกอยู่ในฝ่ายสุดแห่งฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง (Extremes) ก็คือ คำสอนเรื่องมัตตัญญูตา ความเป็นผู้รู้จักประมาณ (Moderation) คือความพอเหมาะพอควรก็คือ มีลัทธิเป็นวิทยาศาสตร์ ก็เพราะในทางวิทยาศาสตร์เองถึงกับมีเครื่องมือต่างๆ เพื่อเป็นมาตรวัดความพอเหมาะพอดี เช่น วัดอุณหภูมิ วัดความเร็ว วัดความชื้น วัดกระแสไฟฟ้า และวัดความดันของไอน้ำ เป็นต้น เพราะความพอเหมาะพอดีย่อมเป็นเครื่องกันความผิดพลาดทั้งหลายได้เป็นอย่างดี

จากการที่พระพุทธศาสนามีคำสอนอันเป็นวิทยาศาสตร์ ไม่ให้เชื่ออย่างมงายนิยมให้มีการค้นคว้าพิสูจน์ทดลองนั้น ย่อมแสดงว่าพระพุทธศาสนาได้ให้แนวทางวิทยาศาสตร์มาก่อนที่วิทยาศาสตร์ของโลกจะเกิดขึ้น

#### หนังสืออ้างอิง.-

1. พระไตรปิฎก : ติกนิบาต อังคุตตรนิกาย เล่ม 20 หน้า 335
2. สังยุตตนิกาย สคาถวรรค เล่ม 15 หน้า 54
3. ธรรมบท เล่ม 25 หน้า 15
4. สุชีพ ปุญญาณาภภาพ : คุณลักษณะพิเศษแห่งพระพุทธศาสนา, เกษมบรรณกิจ 2511



### อุปกรณ์ดำน้ำสมัยใหม่

นักประดาน้ำชาวอังกฤษ ได้ทำสถิติการดำน้ำลึกถึง 306 เมตร (10,004 ฟุต) ในทะเลเหนือ ตามปกตินักประดาน้ำที่บอานามันในทะเลเหนือไม่สามารถดำน้ำลึกเกินกว่า 200 เมตร (656 ฟุต) แต่อุปกรณ์ช่วยในการดำน้ำชนิดใหม่ซึ่งติดตั้งไว้กับเรือที่ออกแบบพิเศษในเบรเมนชื่อ สเต็ปฟานีเทิร์ม สามารถช่วยให้นักประดาน้ำ 3 คนพร้อมอุปกรณ์อื่นๆ สามารถดำได้ลึกกว่าเดิม อุปกรณ์ช่วยในการดำน้ำดังกล่าว มีสายชูชีพผูกติดไว้กับเรือพร้อมทั้งมีวิทยุสำหรับให้นักประดาน้ำใช้ติดต่อกับคนบนเรือได้ด้วย ปัจจุบันเรือสเต็ปฟานีเทิร์มมีบริการให้เช่าเป็นหมู่คณะ

### โลกนี้มีสัตว์อยู่เท่าไร

การที่จะนับสัตว์บกทั้งหมด ปลาทั้งหมดในมหาสมุทร และนกทั้งหมดในอากาศนั้น ก็เป็นไปได้แล้ว อย่างไรก็ตามแต่ละเอาพวกแมลง สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์เล็กๆ ที่ตามองไม่เห็นด้วยเลย ไม่มีใครจะสามารถรู้ได้ว่าในโลกนี้มีสัตว์อยู่เท่าใดแน่ แต่นักวิทยาศาสตร์ได้นับชนิดต่างๆ ของสัตว์ที่ค้นพบไว้แล้ว คือ

ในบัญชีของนักวิทยาศาสตร์นั้น มีนกอยู่ประมาณ 87,000 ชนิด มีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมประมาณ 4,600 ชนิด แมลง 700,000 ชนิด รวมสัตว์ที่นับได้ทั้งหมดประมาณ 900,000 ชนิด

### แก้ว

ก่อนที่เรจะมีวัสดุของใช้ที่ทำด้วยแก้วออกมาใช้กันทุกวันนี้ แก้ว ได้ถูกค้นพบด้วยเหตุบังเอิญอย่างไม่น่าเชื่อ โดยพ่อค้าชาวฟินิเซียกลุ่มหนึ่งบรรทุกดินประสีไว้ใส่เรือเพื่อนำไปขาย ในระหว่างทางได้จอดเรือแวะหาอาหารที่หาดทรายชายทะเลแห่งหนึ่ง แต่ได้บังเอิญอีกนั่นแหละที่บังเอิญหาก่อนหินบริเวณนั้นมาทำฐานรองหม้อหุงต้มไม่ได้ จึงได้นำ

เอาคืนประสิทธ์ที่มีอยู่มาใช้ทั้งแทน หลังการประกอบอาหารแล้ว พวกพ่อค้านี้กลับพบว่า บริเวณที่ก่อไฟนั้นมีสารใสขาว ซึ่งเกิดจากคืนประสิทธ์ถูกเผาพร้อมกับทรายมันเป็นเหตุบังเอิญ โดยแท้ทำให้มนุษย์เราค้นพบวิธีทำแก้วทั้งแทนนมมาและถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีกรรมวิธี และ ส่วนผสมที่แตกต่างกันในการผลิตแก้วออกมาส่วนใหญ่ก็ยังคงมีทรายเป็นส่วนประกอบหลัก ที่ยังต้องใช้

### ดวงดาวอันขนาดไหน

ดวงดาวจะมีอุณหภูมิต่าง ๆ กัน ดวงดาวที่ร้อนที่สุดคืออุณหภูมิตรงพื้นผิวประมาณ 35,000 เซลเซียสหรือมากกว่านั้นโดยมีแสงสีขาว ส่วนดวงดาวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่านั้นก็จะมีออกสีแดง ดาวที่อุณหภูมิเกิน 25,000 ขน ไปมีสีฟ้าขาวได้แก่กลุ่มดาวสปีกา กลุ่มดาวซีริอัสมีพื้นผิวสีขาวอุณหภูมิประมาณ 11,000 เซลเซียส สำหรับกลุ่มดาวอาทิตย์ มีสีเหลือง อุณหภูมิประมาณ 6,000 เซลเซียส กลุ่มดาวออคตุสมีพื้นผิวสีสลบเหลือง อุณหภูมิประมาณ 4,000 เซลเซียส และกลุ่มดาวเบทเทิลรูซ มีพื้นผิวสีแดง อุณหภูมิประมาณ 3,000 เซลเซียส

### พืชอะไรสูงที่สุดในโลก

สำหรับทะเลบางอย่าง มันเป็นพืชที่สูงที่สุดเท่าที่พบเห็นมันในโลก นี้ในแถบ มหาสมุทรทางภาคใต้ของอเมริกาสำหรับทะเลเลนสูงกว่า 600 ฟุต ซึ่งนับว่าสูงกว่าต้นไม้ที่สูงที่สุดหลายเท่ากันต้นไม้ที่นับว่าสูงๆ ก็มีต้นเซโกกิชย์กษทแคลิฟอร์เนีย และต้นยูคาลิปตัส ในออสเตรเลีย

### ไม้ไฟ

ไม้ไฟเป็นพืชที่น่าสนใจกว่านั้นเพราะ ปลูกง่าย ประโยชน์ก็มากมาย โตเร็วมาก ภายใน 24 ชม. จะโตขึ้นได้ถึง 3 ฟุต และบางต้นอาจสูงถึง 120 ฟุตทีเดียวประโยชน์ที่เห็นง่าย ก็คือเป็นอาหาร หรือใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ หรือใช้ก่อกันเป็นบันไดเพื่อใช้ในการก่อสร้าง ส่วนประโยชน์ที่คาดว่ามหาศาลในอนาคต คือการที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดนำมันจากพืชเช่นต้นไม้ เพื่อใช้ในรถยนต์แทนน้ำมันที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันถ้าถึงวันนั้น เราอาจมองไม้ไฟด้วยสายตาและความคิดที่มีภาพสูงกว่าปัจจุบัน

คัดจากหนังสือพิมพ์เคลนิวส์

## ข่าวสั้น

### ผู้มาเยือน

Mr. D.M. Waterhouse ซึ่งเป็นผู้แทนของบริติช เคานซิล ได้มาเยี่ยมคณะวิทยาศาสตร์ เมื่อวันที่ 26 มิถุนายน 2522 นี้ เพื่อพบประสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ภายหลังการสนทนากับคณะกรรมการประจำคณะแล้ว Mr. Waterhouses ได้ให้ความสนใจเป็นพิเศษ ต่อการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์พืชและสัตว์ และรับว่าจะพยายามหาทางช่วยเหลือในการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์ดังกล่าว

### มอบหนังสือ

เพื่อส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิชาการ มูลนิธิเอเชียได้มอบหนังสือจำนวนหนึ่งให้แก่ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์ การนัดคบคิดและผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการซึ่งอยู่ในระหว่างการปฏิบัติราชการที่ กรุงเทพมหานคร ได้ไปเลือกหนังสือชนิดต่างๆ ด้วยตนเองเมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2522 ผู้สนใจโปรดติดตาม ดูหนังสือได้ที่ห้องสมุดคณะ

### มหาวิทยาลัยขอนแก่นเพื่อประชาชน

เมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม 2522 มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้จัดรายการทางสถานีโทรทัศน์ ช่อง 5 จังหวัดขอนแก่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการไปยังประชาชน รายการครั้งนี้คณะวิทยาศาสตร์ได้รับมอบให้เป็นผู้ดำเนินรายการ ซึ่งได้จัดขึ้นภายใต้เรื่อง "แร่และอัญมณี" โดยมีผู้ร่วมรายการ คือผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภักดี ธีนวารชร์ ในฐานะคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ อาจารย์สุวิน บุศราคำ อาจารย์วิทยาตา หุ่นภักดี และอาจารย์สุพัชรี เอกสิงห์

# ข้อแนะนำในการเขียนบทความลงวารสาร “วิทยาศาสตร์ มข.”

## ประเภทของเรื่องที่จะตีพิมพ์

1. รายงานผลวิจัยและค้นคว้าหรือการสำรวจที่ยังไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารหรือหนังสืออื่นมาก่อน
2. บทความปริทัศน์ ได้แก่งานเขียนที่รวบรวมหรือเรียบเรียงจากเอกสารหรือหนังสือต่าง ๆ เพื่อเผยแพร่และฟันฟงงานด้านวิชาการ
3. บทความแสดงข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในค้ำนวิชาการ-เรื่องแปล ข่าววิชาการ ย่อความจากงานวิจัยค้นคว้าหรือหนังสือใหม่ที่น่าสนใจ

## รูปแบบของการเขียนและการเตรียมต้นฉบับ

1. ชื่อเรื่อง ให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ยาวเกินไปและหลีกเลี่ยงการใช้คำย่อโดยไม่จำเป็น
2. ชื่อผู้เขียน เขียนชื่อภาษาไทยพร้อมทั้งบอกสถานที่ทำงานให้ชัดเจน
3. เนื้อเรื่อง ใช้ได้ทั้งภาษาไทยล้วนหรือภาษาอังกฤษล้วน ถ้าใช้ภาษาไทยศัพท์ภาษาอังกฤษที่ใช้ปนกับภาษาไทยนั้น ให้พยายามแปลเป็นไทยเท่าที่จะทำได้ และให้เขียนคำเดิมกำกับในวงเล็บ การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ตลอดจนการเขียนตัวสะกดการันต์ในภาษาไทยให้ใช้ตามแบบราชบัณฑิตยสถาน
4. บทความวิจัย ควรมีบทคัดย่อ และแบ่งเนื้อหาของบทความเป็น บทนำ วิธีดำเนินงาน ผลการวิเคราะห์ บทสรุป และวิจารณ์
5. เอกสารอ้างอิง เอกสารอ้างอิงในตอนท้ายสุดของเรื่องให้เรียงตามลำดับตัวอักษรที่เป็นชื่อผู้แต่ง ชื่อผู้แต่งภาษาไทยให้ชนต้นด้วยชื่อตัวก่อนชื่อสกุล ภาษาอังกฤษให้เรียงชื่อสกุลก่อนชื่อตัว ชื่อวารสารหรือหนังสือให้ขีดเส้นใต้ ชื่อบทความให้อยู่ในเครื่องหมายอัญประกาศ บอกชื่อเมืองที่พิมพ์ สำนักพิมพ์ ปีที่พิมพ์ (เรียงต่อจากชื่อผู้แต่ง) ถ้าเป็นวารสาร ให้ใส่หมายเลขปีที่ (volume number) และขีดเส้นใต้ และใส่หมายเลขเล่มที่ (issue number) ในวงเล็บตลอดทั้งบอกหมายเลขหน้าที่ใช้อ้างอิง
6. เชิงอรรถ (footnote) ใช้เฉพาะที่จำเป็นเพื่อขยายหรือให้รายละเอียดเพิ่มเติมแก่ใจความเฉพาะตอนในบทความ ข้อความที่จำเป็นจะต้องมีเชิงอรรถให้ใช้เครื่องหมายดอกจัน (\*) กำกับท้าย

7. การส่งต้นฉบับ พิมพ์ต้นฉบับลงในกระดาษขาว 8 x 11 นิ้ว โดยใช้กระดาษหน้าเดียว ส่งต้นฉบับมาที่:

บรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มช.  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
ขอนแก่น

8. ตารางและภาพประกอบ ถ้าบรรยายประกอบตารางหรือภาพประกอบควรจะสั้นและชัดเจน ถ้าจะเป็นภาพถ่ายให้ใช้ภาพขาว-ดำ ขนาดโปสต์การ์ด ภาพเขียนลายเส้นควรเขียนด้วยหมึกกั้นเขียนบนกระดาษหนา ภาพที่เขียนต้องชัดเจนและมีขนาดที่เหมาะสม

9. การตรวจทานต้นฉบับ ก่อนส่งต้นฉบับ ผู้เขียนควรตรวจทานความถูกต้องชัดเจนของบทความทั้งด้านเนื้อหาและการใช้ภาษา โดยเฉพาะเมื่อมีการแสดงตาราง แผนภูมิ หรือใช้สัญลักษณ์เฉพาะมาประกอบบทความนั้น กองบรรณาธิการมีสิทธิ์ในการพิจารณาคัดเลือกเรื่องหรือบทความใดๆ เพื่อตีพิมพ์ในวารสาร ทั้งนี้เพื่อความถูกต้องเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ และมาตรฐานของวารสาร

#### ตัวอย่างเอกสารอ้างอิง

หนังสือเล่ม :

บุญเสริม วิสกุล. 1517 สถิติตอนที่ 1 : วิธีเก็บและประมวลข้อมูล.

พระนคร : ไทยวัฒนาพานิช. หน้า 57 - 64.

Glasstone, Samuel. 1967. Sourcebook on Atomic Energy. New York:

Van Nostrand Reinhold Company. pp. 157 - 196.

วารสาร :

สมพงศ์ จันทรโพธิ์ศรี. 2520. "การเรียกชื่อธาตุ" วิทยาศาสตร์ มช. 5 (2):  
11 - 13.

Zajone, R. B. 1976. "Family Configuration and Intelligence."  
Science. 192 (4236): 227 - 235.

วิทยานิพนธ์ :

Phillip O.C. 1962. "The Influence of Ovid on Lucan's Bellum Civile." Unpublished Ph.D dissertation. University of Chicago.



น้ำมันมีคุณค่า

ฉบับไฟฟ้าเมื่อเสร็จงาน

