



วิทยาศาสตร์ มข.

KHON KAEN UNIVERSITY SCIENCE JOURNAL

ปีที่ ๗ ฉบับที่ ๑ มกราคม - เมษายน ๒๕๖๒

พลังงานจากลม ENERGY FROM THE WIND

การผสมเอทิลแอลกอฮอล์กับน้ำมัน เบนซิน

การเขียนโมเลกุลออบิตอล

เยื่อชีวภาพ

ทำไมเราจึงเป็นไข้หวัดใหญ่อยู่เสมอ ๆ

เพชรและพลอย เลียนเพชร

พลังงานแสงแดดกับการเกษตรกรรม

ศาลาวิทยาสาร

ข่าวสั้น

วิทยาศาสตร์ มข.

วัตถุประสงค์

- ☆ เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่วิทยาการในสาขาวิชาต่างๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์
- ☆ เพื่อเผยแพร่ผลงานด้านการวิจัย และการศึกษาค้นคว้า ของอาจารย์และนักศึกษา
- ☆ เพื่อเป็นสื่อกลางการแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดทางวิชาการระหว่างอาจารย์ นักศึกษา และผู้สนใจทั้งภายในและภายนอกสถาบัน

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาณุ ธีรवारุณ

บรรณาธิการ

สัมพันธ์ คัมภีรานนท์

บรรณาธิการผู้ช่วย

สมพงษ์ ธรรมถาวร

กองบรรณาธิการ

นิพนธ์ เปาโรหิต ทวีศักดิ์ แก้วขิม

นุมนวล อุดมพวงพานนท์ ประภารัตน์ พนารมย์

เฉลิม คิตชัย

ฝ่ายศิลปและภาพ

ฝ่ายจัดการ

เฉลิม สารบัณฑิตกุล

เหรียญกษาปณ์

ลักขณา ศรีวิไลลักษณ์

สำนักงาน

ฝ่ายจัดทำวารสารวิทยาศาสตร์ มข. คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น โทร. 236199 237272 ต่อ 143
และ 826

กำหนดออก

ปีละ 3 ฉบับ

ค่าบำรุง

ปีละ 20 บาท

การขอรับเป็นสมาชิก

แจ้งความจำนงค์เป็นจดหมาย หรือกรอกใบสมัครเป็นสมาชิก พร้อมส่งค่า
บำรุงเป็นเงินสด หรือเช็คไปรษณีย์ ในนามของ นายเฉลิม สารบัณฑิตกุล
ฝ่ายจัดการ ส่งจ่าบ ป.ท. เทพารักษ์ ขอนแก่น.

พลังงานจากลม Energy from the Wind	1
การผสมเอทิลแอลกอฮอล์กับน้ำมันเบนซิน	14
การเขียนโมเลกุลออบิตอล	17
เชื้อชีวภาพ	25
ทำไมเราจึงเป็นไข้หวัดใหญ่อยู่เสมอ	32
เพชร และ พลอยเลียนเพชร	36
พลังงานแสงแดดกับการเกษตรกรรม	43
ศาลาวิทยาศาสตร์	48
ข่าวสั้น	50

บรรณาธิการแถลง

ผู้อ่านหลายท่านคงแปลกใจ ที่อยู่ดีๆ ก็ได้รับวารสาร "วิทยาศาสตร์ มข." ซึ่งเป็นวารสารที่ท่านไม่เคยได้ยินชื่อก่อนเลย ความจริงแล้ววารสารที่ท่านกำลังถืออยู่ในขณะนี้ เป็นวารสารเดียวกันกับวารสาร "วิทยาศาสตร์ มข." ที่ท่านรู้จักดีนั่นเอง เหตุที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปบ้างในบางส่วน ก็เพื่อให้มีความเหมาะสม และสอดคล้องกับความเป็นจริงในปัจจุบันมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามแม้ว่าชื่อและรูปร่างของวารสารจะเปลี่ยนไป แต่วัตถุประสงค์ตลอดจนนโยบายต่างๆ ส่วนใหญ่แล้วจะคงเหมือนเดิม

ปีวารสาร "วิทยาศาสตร์ มข." ย่างเข้าปีที่ 7 แล้ว หวังว่า 6 ปีที่ผ่านมาคงจะทำประโยชน์ให้แก่ท่านผู้อ่านบ้างตามสมควร ในฉบับปีที่ 7 นี้ เราพยายามที่จะสรรหาบทความที่มีสาระน่ารู้ใหม่ๆ มาเสนอแก่ท่าน โดยจะมีทั้งที่เป็นบทความทางวิชาการ และบทความง่ายๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทั้งนี้เพื่อให้วารสารเหมาะกับผู้อ่านหลายๆ ระดับ

วารสารเล่มนี้บรรจุไว้ด้วยเรื่องที่อ่านทุกเรื่อง บางเรื่องกำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เช่น ปัญหาเรื่องน้ำมัน และการนำเอาพลังงานจากธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ สมควรที่ท่านจะทราบมิใช่หรือ

พลังงานจากลม Energy from the Wind*

ทวีศักดิ์ แก้วขิม และ ขุทธนา จิตตะทวี**

บทคัดย่อ

ในที่นี้จะกล่าวถึงการก่อกำเนิดกำลังงานไฟฟ้า (Electrical power) ที่มีปริมาณมาก (Large-Scale) โดย Wind-Turbine Fields และจะได้แสดงให้เห็นว่ากำลังงานสูงสุด (Maximum Power) ที่สามารถจะสกัดนำเอาออกมาใช้ได้โดยเทอร์ไบน์ลม (Wind Turbine) นั้นมีค่าเป็น $16/27$ หรือ 59.3% ของปริมาณกำลังงานที่มีอยู่ทั้งหมดในลม เนื้อหาสาระของบทความนี้อาจจะนำไปใช้ประยุกต์สร้างบทเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์การพลังงาน (Energy Science) นอกจากนี้ยังอาจจะใช้สร้างเป็นบทเรียนเพื่อสอนในวิชาฟิสิกส์เบื้องต้น (Introductory Physics) เพื่อแสดงให้เห็นถึงหลักการของวิชากลศาสตร์ของของไหลเบื้องต้นอย่างง่าย (Elementary Fluid Mechanics) และหลักการขั้นพื้นฐานที่เกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์ของพลังงานและโมเมนตัม (Energy and Momentum Conservation)

I. บทนำ (Introduction)

เนื่องจากความต้องการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งได้มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างฟุ่มเฟือยขาดประสิทธิภาพในช่วงระยะเวลาหลายสิบปีที่ผ่านมา จึงได้ก่อให้เกิดปัญหาการขาดแคลนพลังงานขึ้นในทุกวันนี้ เราจะต้องตระหนักว่า น้ำมันเชื้อเพลิงธรรมชาติเหล่านี้เกิดขึ้นมาจากการสังเคราะห์ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy Synthesis) มาเป็นเวลานานนับล้าน ๆ ปี และการที่วัฏจักรของการจัดหาพลังงาน (Energy Supply Cycle) ได้ลดน้อยถอยไปอย่างรวดเร็ว ย่อมก่อให้เกิดระบบที่ท้าทายต่าง ๆ อย่างมาก และก่อให้เกิดปัญหาเทคโนโลยีที่โลกจะต้องเผชิญในระยะ 30-40 ปี ข้างหน้า จึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ วิศวกรและผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการพลังงานด้านต่าง ๆ จะต้องศึกษาพิจารณาอย่างรอบคอบถึงวิธีแก้ไขที่น่าจะเป็นไปได้ทั้งหมด ที่ซึ่งเกี่ยวกับปัญหาด้านการพลังงาน สิ่งเหล่านี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการประเมินผล ไม่เฉพาะแต่ในตัวเองก็

** อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประกอบของพลังงานและการเสาะแสวงหามาให้ได้เท่านั้น แต่จะต้องคำนึงให้ครอบคลุมไปถึงพื้นฐานทางเศรษฐกิจ ทางสังคม และทางเทคโนโลยีเข้าด้วยกันอีกด้วย

ขณะนี้เป็นที่ประจักษ์แน่ชัดแล้วว่า การแก้ไขปัญหาระยะยาวในเรื่องของพลังงานนั้นเราจะต้องกระทำโดยการร่วมผสมผสานแหล่งของพลังงานรูปต่าง ๆ เข้าด้วยกันเช่น พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) พลังงานความร้อนใต้พิภพ (Geothermal Energy) พลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Energy) และพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิง (Fossil Fuels) ในธรรมชาติ

พลังงานแสงอาทิตย์ ได้ก่อให้เกิดพลังงานในตัวของมันเองในรูปของความร้อน ลม แสงสว่าง และความแตกต่างของความร้อนในมหาสมุทร (Ocean Thermal Gradients) นอกจากนี้ที่สำคัญที่สุดก็คือพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งของพลังงานที่สะอาดที่ไม่มีวันหมดสิ้น

ในปี พ.ศ. 2513 นั้น พลังงานที่ใช้ทั้งหมดในประเทศสหรัฐอเมริกา มีประมาณถึง 65 Quad ($1 \text{ Quad} = 10^{15} \text{ Btu}$) ซึ่งเท่ากับพลังงานของแสงแดด ที่ได้รับเป็นเวลานานหนึ่งปีบนพื้นดินที่มีขนาดประมาณ $1/700$ ของพื้นดินของประเทศสหรัฐอเมริกา (J.R. Williams, 1974) ถึงกระนั้นก็ตาม พลังงานจำนวนนี้ก็ได้ถูกนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพได้เพียง 6 % ปริมาณของแสงแดดที่ตกลงมาบนพื้นดินเพียง 5 % ของจำนวนพื้นดินทั้งหมดของประเทศสหรัฐอเมริกานั้นสามารถที่จะให้เป็นพลังงานที่ต้องการใช้สำหรับในปี พ.ศ. 2543 ได้พอ ซึ่งก็ประมาณการเอาไว้ว่าจะเป็นจำนวนถึง 120 Quad จะเห็นได้ว่าถึงแม้จะเป็นพลังงานจำนวนมากมายถึงเพียงนี้ก็ตาม แต่ส่วนใหญ่ของพลังงานแสงอาทิตย์เหล่านั้นจะต้องสูญเสียไป มิได้ถูกนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์สมกับเป็นแหล่งของพลังงานของโลกได้มากเท่าที่ควร

เพียงส่วนน้อยของพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้ถูกเปลี่ยนให้กลายเป็นลมบนพื้นผิวโลก (Surface Winds) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีแล้วว่าเป็นแหล่งกำเนิดของพลังงานที่มีประโยชน์สำหรับในงานที่ต้องการใช้พลังงานในรูปของพลังงานกล ตัวอย่าง เช่น การก่อกำเนิดกำลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานลม

จากประวัติศาสตร์ทำให้เราทราบว่า ได้มีการใช้กังหันลมมานานกว่าหนึ่งพันปีมาแล้วเพื่อใช้ในการบด หรือสีเมล็ดพืช และเพื่อการสูบท่อน้ำในการเกษตรกรรมและเมื่อ

สักประมาณหนึ่งศตวรรษมานี้ก็ได้มีการนำเอากังหันลมมาประยุกต์ใช้ในการก่อกำเนิดกำลังงานไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ตาม ต่อมาระบบพลังงานลม (Wind-Energy Systems) กลับซบเซาลงไป ในขณะที่เดียวกันกับที่โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าชนิดที่ใช้ น้ำมัน เชื้อเพลิง ได้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ซึ่งขึ้นอยู่กับกาลเวลา อย่างที่เรากล่าวว่าเป็นความต้องการที่ขึ้นกับเวลา

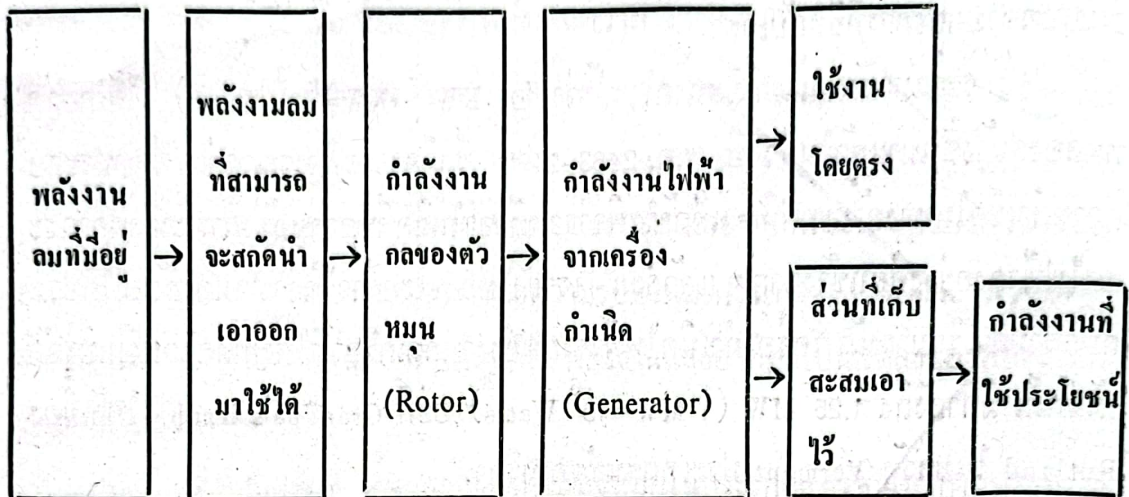
ระบบพลังงานลมที่มีขนาดใหญ่กว่า 100 KW ($1\text{KW}=10^3\text{ Watts}$) ได้เคยถูกทดลองสร้างขึ้นมาแล้วในช่วงปี พ.ศ. 2483-2493 ซึ่งก็อาจจะพิจารณาได้ว่าประสบความสำเร็จในทางด้านเทคนิค แต่ถ้าจะพิจารณาถึงว่าในยุคที่มีความต้องการที่จะลดค่ากระแสไฟฟ้าลงอย่างค่อนข้างมาก ๆ แล้วละก็ เรายังไม่อาจจะกล่าวได้ว่าระบบพลังงานลมได้ประสบความสำเร็จมากนัก เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานลมเครื่องที่ใหญ่ที่สุดและเป็นที่ยอมรับกันดีนั้น มีกำลังถึง 1.25 MW ($1\text{ MW}=10^6\text{ Watts}$) อยู่ที่ Grandpa's Knob ใกล้เมือง Rutland ในมลรัฐ Vermont ประเทศสหรัฐอเมริกา

เมื่อเร็ว ๆ นี้ก็ได้มีความสนใจที่จะหันกลับมาใช้เครื่องกำเนิดกำลังงานไฟฟ้าโดยเทอร์ไบน์ลมกันใหม่อีก ซึ่งก็มีเหตุผลหลายอย่างในเรื่องนี้ ประการที่หนึ่ง ราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะต้องใช้กับเครื่องกำเนิดกำลังงานไฟฟ้าแบบ Conventional Methods นั้นในปัจจุบันได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างมากและรวดเร็ว ประการที่สองในอนาคตความต้องการที่จะใช้พลังงานมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานประเภทที่ปราศจากมลพิษ ประกอบกับทั้งแหล่งที่ให้น้ำมันเชื้อเพลิงในโลกก็กำลังลดน้อยลงไปเรื่อย ๆ ประการที่สามนานาชาติต่างก็ตระหนักถึงความต้องการที่จะมีพลังงานสำรองไว้ใช้อย่างพอเพียงในยามฉุกเฉินและต่างก็พยายามหาทางที่จะหลีกเลี่ยงต่อการที่จะต้องพึ่งพาต่างประเทศผู้ค้าน้ำมัน ประการที่สี่ปัญหาทางด้านเทคนิคขั้นพื้นฐานต่าง ๆ ของเครื่องกำเนิดกำลังงานจากลมนี้สามารถที่จะแก้ไขได้มาก และผลจากความรู้ ความก้าวหน้าทางด้านเทคนิคที่ได้จากการพัฒนาอุตสาหกรรมการบินอวกาศ และอุตสาหกรรมเฮลิคอปเตอร์ ทำให้สามารถช่วยปรับปรุงระบบการทำงานและการติดตั้งของระบบกำลังงานลม ได้ในราคาค่อนข้างต่ำลง

ในประเทศสหรัฐอเมริกาขณะนี้ มีโครงการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพลังงานลม ซึ่งก็เป็นโครงการอันหนึ่งที่อยู่ในองค์การบริหารการวิจัยและพัฒนาการพลังงาน (ERDA=The Energy Research and Development Administration)

ในบทความนี้จะศึกษาถึงความน่าที่จะเป็นไปได้ ในการที่จะใช้ประโยชน์ของ

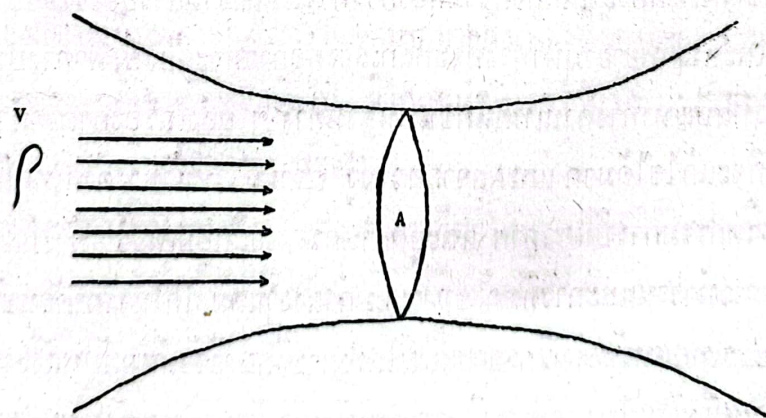
Wind-Turbine Fields เพื่อการก่อกำเนิดกำลังงานไฟฟ้าที่มีปริมาณมาก ศึกษาการวิเคราะห์รวมทั้งการคำนวณหาพลังงานลมที่มีอยู่ ศึกษาการหาค่ากำลังงานลมที่สามารถจะสกัดนำเอาออกมาใช้ได้จากเทอร์ไบน์ลมอันเดียว และการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่จะได้จาก Wind Turbine Fields แผนผังของการใช้ประโยชน์พลังงานลม ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.



รูปที่ 1 แผนผังใช้ประโยชน์พลังงานลม (Wind-Energy Utilization Scheme)

#II. รูปแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับพลังงานลมที่มีอยู่ (Mathematical Model for Available Wind Energy)

เราลองมาพิจารณารูปแบบของเครื่องจักรแบบที่ใช้ลม โดยทั่วไปดังที่แสดงไว้ด้วยกันในรูปที่ 2.



รูปที่ 2 เครื่องจักรแบบที่ใช้ลมทั่วๆ ไป (Generalized Wind Machine)

จากรูปที่ 2 ถ้าเรากำหนดให้ลมมีอัตราเร็ว v และมีความหนาแน่น ρ พัดทะลุผ่านเข้าไปในลำท่อ (Stream tube) ที่มีพื้นที่ภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Area) A พลังงานจลน์ของลมต่อหนึ่งหน่วยค่าของมวลก็จะมีค่าเป็น $\frac{1}{2}v^2$ ในขณะที่อัตราการไหลของมวล (Mass Flow Rate) $\frac{dm}{dt} = \dot{m}$ ที่ทะลุผ่านลำท่อมี่ค่าเป็น ρAv ดังนั้นพลังงานลมต่อหนึ่งหน่วยเวลาที่ทะลุผ่านลำท่อที่มีพื้นที่หน้าตัด A ก็คือกำลังงานของลมที่มีอยู่ ซึ่งก็จะเขียนได้เป็น

$$P = \frac{1}{2} \dot{m} v^2 = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (1)$$

$$P = \text{กำลังงานของลมที่มีอยู่}$$

ซึ่งนี่จะเป็นกำลังงานที่มีอยู่ในลมที่ซึ่งเราจะต้องสกัดนำออกมาใช้ได้ด้วยเครื่องจักรชนิดที่ขับเคลื่อนด้วยลมต่อไป และเราจะได้เห็นในตอนที่ # III ว่า เพียงบางส่วนของกำลังงานจำนวนนี้เท่านั้นที่สามารถจะถูกสกัดนำเอาไปใช้ประโยชน์ได้จริง

แต่เนื่องมาจากว่า ในอัตราเร็วของลมนี้มีค่าที่ผิดแผกแตกต่างกัน (ตามตำแหน่งและเวลา) อยู่มากจึงมีผลทำให้กำลังงานมีค่าที่ต่าง ๆ กันไป เพื่อที่จะให้ได้ความหมายที่ถูกต้อง จึงจะต้องคำนวณหาค่าเฉลี่ยตามเวลาของกำลังงานที่มีอยู่ ซึ่งก็คือ

$$\overline{P} = \frac{1}{2} A \overline{\rho^3 v^3} \simeq \frac{1}{2} A \overline{\rho^3} \overline{v^3} \quad (2)$$

ในที่นี้

$\overline{P}$ คือค่ากำลังงานเฉลี่ย

$\overline{\rho^3}$ คือ ค่าเฉลี่ยของ ρ^3

$\overline{\rho}$ คือ ค่าเฉลี่ยของ ρ

$\overline{v^3}$ คือ ค่าเฉลี่ยของ v^3

ใช้ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยของลม $\rho = 1.22 \text{ kg/m}^3$ [ค่าของความหนาแน่นของอากาศ (ลม) ที่ให้ไว้ค่านี้จะสอดคล้องกับอากาศแห้ง (dry air) ณ ที่อุณหภูมิ 15.0°C และความดัน 76.0 Torr ($1 \text{ Torr} = \text{ความดัน } 1 \text{ m.m. ของปรอท}$) ความหนาแน่นของอากาศจะมีผลแปรเปลี่ยนไปได้ 20% กับความเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (Seasonal Variations)] ดังนั้นเราอาจจะเขียนได้เป็น

$$\overline{P}/A = 0.61 \overline{v^3} \text{ W/m}^2, \quad (3)$$

v มีหน่วยเป็น m/s

$$\text{หรือ } \overline{P/A} = 0.055 \overline{v^3} \text{ W/m}^2 \quad (4)$$

$\overline{v}$ มีหน่วยเป็น mph

สมการ (3),(4) เป็นค่าเฉลี่ยของกำลังงานที่มีอยู่ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ หรือค่าเฉลี่ยความเข้มของลม (Average Wind Intensity) สูตรสำหรับ $\overline{P}$ เหล่านี้อาจจะเขียนได้ในแบบฟอร์มอื่นที่มีค่าเท่ากัน ตัวอย่าง เช่น เราอาจจะให้คำนิยามอัตราเร็วของลมที่มีกำลังงานศูนย์ ("power equivalent" wind speed) v_p ด้วยสมการ

$$v_p = (\overline{v^3})^{1/3} \quad (5)$$

หรือเราจะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$\overline{P} = \frac{1}{2} \rho \overline{A} v_p^3 \quad (6)$$

ดังนั้น สำหรับลำท่อ (Stream tube) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง D ก็จะมีค่ากำลังงานเฉลี่ยเป็น

$$\overline{P} = \frac{\pi}{8} \rho D^2 \overline{v^3} \quad (7)$$

ถ้ากำหนดให้ $\overline{P}$ มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ (KW), D เป็น ฟุต (ft), และ v_p เป็น ไมล์ต่อชั่วโมง (mph) แล้วสมการที่ (7) ก็จะกลายเป็น

$$\overline{P} = 4.0 \times 10^{-6} D^2 \overline{v^3} \quad (8)$$

จำนวนลูกบาศก์ของอากาศที่เป็นสัดส่วนกับอัตราเร็วของลมนั้นจำเป็นต้องใช้อัตราเร็วต่างๆ ที่มีการแจกแจงตามภูมิอากาศ (Climatological Distributon of Speeds) มากกว่าที่จะเป็นค่าอัตราเร็วเฉลี่ย ที่ซึ่งใช้ในการคำนวณค่าเฉลี่ยของกำลังงานลมที่มีอยู่

*** จากข้อมูลภูมิอากาศ (Climatological data) เราสามารถที่จะเอามาวิเคราะห์หาค่าความเข้มของลมโดยเฉลี่ย (Average Wind Intensity, $\overline{P/A}$) ค่าต่างๆ ได้ทั้งนี้ก็จะขึ้นอยู่กับสภาพตำแหน่งตามภูมิศาสตร์ (เข้าใจว่าสำหรับในประเทศไทย กรมอุตุนิยมวิทยา คงจะมีข้อมูลเหล่านี้บ้าง เพราะว่ามีสถานีตรวจและวัดอากาศอยู่ทุกจังหวัดอยู่แล้ว) เนื่องจากว่าค่าของ $\overline{P}$ นั้นขึ้นอยู่กับ $\overline{v^3}$ กำลังงานที่มีอยู่ (Power Available) จึงมีความไว (Sensitve) มากต่อการแปรเปลี่ยนต่างๆ ของอัตราเร็วของลม ซึ่งมีผลให้การพิจารณาหาตำแหน่งที่ตั้งของเทอร์โบไน์มีความสำคัญอย่างยิ่งตัวอย่างเช่น อัตราเร็วของลมที่สม่ำเสมอขนาด 10 mph. อาจก่อให้เกิดความเข้มของลม 55 W/m² ในขณะที่อัตราเร็วของลมสม่ำเสมอ 20 mph

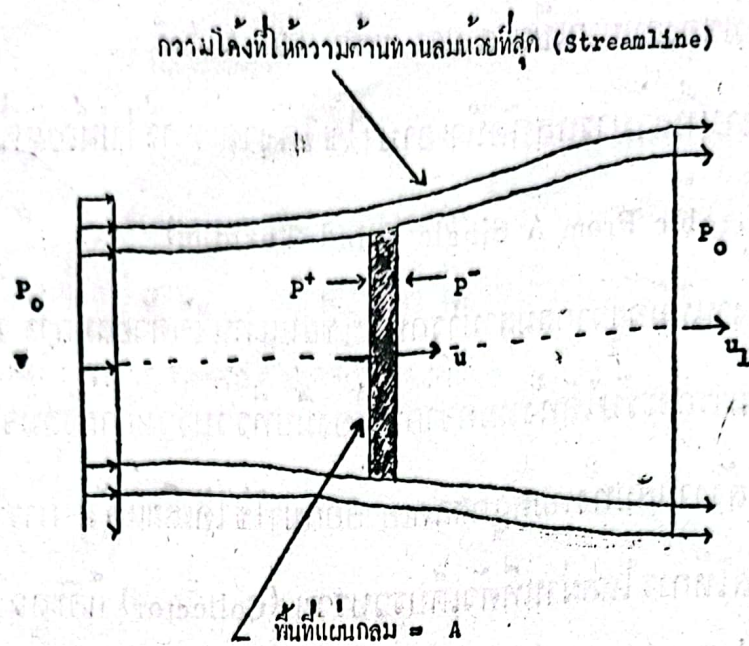
อาจจะให้ความเข้มของลมมากเป็น 8 เท่า หรือ 440 W/m^2

III กำลังงานที่สามารถสกัดนำเอามาใช้ได้จากเทอร์ไบน์ลมเดี่ยว (Power-Extractable From A Single Wind Turbine)

กำลังงานที่มีอยู่จากลมสามารถที่จะเขียนแทนได้ด้วยสมการ $P = \frac{1}{2} \rho A v^3$ นั้นจริงๆ แล้วไม่สามารถจะรับได้ทั้งหมดจากเครื่องมือที่รวบรวมกำลังลมจริงๆ ใดๆ ทั้งนั้นเนื่องจาก ถ้าพลังงานลมทั้งหมดถูกสกัดเอาออกมาใช้ได้เสียแล้ว การไหลของอากาศก็จะหยุดนิ่ง และมีผลให้การไหลผ่านที่ตัวเก็บรวบรวม (Collector) ก็จะถูกบดกั้น (Block) ดังนั้น วิธีการขั้นตอนต่อไปของเราก็คือ ต้องการที่จะทำการคำนวณหาค่าเศษส่วน (Fraction) ของกำลังงานที่มีอยู่ซึ่งสามารถจะถูกเก็บรวบรวมเอาไปใช้ประโยชน์ได้โดยเทอร์ไบน์ลม

รูปแบบที่ค่อนข้างง่ายสำหรับการไหลผ่านเทอร์ไบน์นั้นสามารถที่จะใช้ในการคำนวณหากำลังงานที่ได้ออกมา (Power Output) ถึงแม้ว่าข้อสมมติทุกอันไม่อาจจะสอดคล้องเป็นจริงได้หมดในทางปฏิบัติ รูปแบบนี้ก็ยังและก็ให้หลักการสำหรับการคำนวณหาค่ากำลังงานสูงสุดที่ซึ่งจะสามารถถูกสกัดนำเอามาใช้ได้

เราจะใช้ตามแบบของความเป็นอุดมคติ ซึ่งถูกนำเอามาใช้เป็นครั้งแรกโดย Rankine กล่าวคือ ตัวหมุนของเทอร์ไบน์ (Turbine Rotor) นั้นอาจจะแทนได้ด้วยแผ่นกลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากัน ซึ่งมีจะดูดเอาพลังงานจากอากาศในขณะที่ไหลผ่านตัวมัน นอกจากนั้นยังต้องสมมติว่าการไหลของอากาศเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ (Steady) ไม่มีความหนืด (Nonviscous) ไม่มีการกดอัด (Incompressible) ไม่มีการหมุนวน (Irrotational) และแรงตามแนวเส้นสัมผัส (Tangential Forces) ที่จะก่อให้เกิดการเบี่ยงเบนของทิศทางการไหลจะถือว่ามีความน้อยมากจนอาจจะทิ้งไปเสียได้ในการคำนวณให้แผนผังแสดงการไหลของอากาศเป็นดังที่แสดงไว้ใน รูปที่ 3



รูปที่รูปแบบของการไหลตอนผ่านเทอร์ไบน์ลม

ขณะที่ลมซึ่งอยู่ทางด้านหน้าของเทอร์ไบน์มีความเร็วอิสระ (Free Stream Velocity) v มีความดัน (pressure) P_0 และมีความหนาแน่น ρ เคลื่อนตัวเข้าไปใกล้แผ่นกลม (Disk) ค่าความดันของลมจะเพิ่มขึ้นในขณะที่ความเร็วของลมจะลดลง ความดันที่ตกลงบนแผ่นกลมนั้นสมมติว่าเปลี่ยนแปลงจากค่าที่สม่ำเสมอ (Uniform) P^+ กลายเป็นค่าที่ต่ำกว่า (ที่สม่ำเสมออย่างเดียวกัน) P^- ในขณะที่ความเร็วการไหล (Flow Velocity) ที่ไหลผ่านแผ่นกลมนั้นให้เป็น u ทางด้านหลังของเทอร์ไบน์ (ทางด้านที่ลมผ่านออกมา) กระแสอากาศ (Air stream) ก็จะกลับมีความดันเท่าเดิม P_0 ซึ่ง ณ. ที่จุดนี้ให้ความเร็วของมันเป็น u_1 อัตราเร็วการไหลของมวล (Mass Flow Rate) ที่ไหลผ่านเทอร์ไบน์ $\dot{m}$ ก็จะมีค่าเท่ากับ $\rho A u$ โดยที่ A คือพื้นที่ภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Area) ของแผ่นกลม

เราต้องสมมติว่าพลังงานจลน์ที่ลมต้องสูญเสียไปในขณะที่มันเคลื่อนตัวผ่านทูลเข้าไปในเทอร์ไบน์นั้นเท่ากับพลังงานที่ตัวหมุน (Rotor) ได้รับ ดังนั้น กำลังงานที่สามารถจะสกัดนำเอาออกมาใช้ได้โดยเครื่องเทอร์ไบน์ ลมนั้นจะเขียนได้เป็น

$$P_{ext} = \frac{1}{2} \dot{m} v^2 - \frac{1}{2} \dot{m} u_1^2 = \frac{1}{2} \rho A u (v + u_1) (v - u_1) \quad (9)$$

ถ้าความเร็วต่าง ๆ คือ v, u , และ u_1 จะมีความสัมพันธ์กันโดยสมการ

$$u = \frac{1}{2} (v + u_1)$$

ซึ่งเราจะพิสูจน์ให้ดูต่อไป

คราวนี้มาลองพิจารณาเกี่ยวกับทางโมเมนตัม เราจะเห็นว่าแรงอัด (Thrust) ที่กระทำต่อตัวหมุนนั้น อาจจะหาได้จาก

$$T = \dot{m}v - \dot{m}u_1 = \rho A u (v - u_1) \quad (10)$$

หรือแรงอัด อาจจะหาได้โดยการพิจารณาว่ามีความดันแตกต่างกันที่จุดต่าง ๆ ตลอดทั่วทั้งแผ่นของตัวหมุนนั้นคือ

$$T = A \Delta P = A (P^+ - P^-) \quad (11)$$

เราอาจจะประยุกต์ใช้สมการของเบอร์นอลลี (Bernoulli's Equation) ที่เกี่ยวกับความดัน ณ. ทางปลายด้านที่ลมเข้าและปลายด้านที่ลมออกของเทอร์ไบน์ลม ซึ่งก็จะทำให้เราได้สมการดังนี้:-

$$P_0 + \frac{1}{2} \rho v^2 = P^+ + \frac{1}{2} \rho u^2 \quad (12)$$

และ
$$P_0 + \frac{1}{2} \rho u_1^2 = P^- + \frac{1}{2} \rho u^2 \quad (13)$$

ดังนั้น (โดยการลบกันของสมการ (12) และ (13) เราจะได้ว่า

$$\Delta P = P^+ - P^- = \frac{1}{2} \rho (v^2 - u_1^2) \quad (14)$$

แทนค่าสมการ (14) ลงในสมการ (11) ก็จะได้

$$T P = \frac{1}{2} \rho A (v^2 - u_1^2) \quad (15)$$

และเมื่อทำการเปรียบเทียบสมการ (10) และสมการ (15) เราก็จะได้ผลลัพธ์ที่ต้องการคือ

$$u = \frac{1}{2} (v + u_1) \quad (16)$$

ต่อไปเพื่อความสะดวก เรานิยม (define) พารามิเตอร์ (parameter) a โดยสมการ

$$a = 1 - \frac{u}{v} \quad (17)$$

จากสมการ (17) และสมการ (16) กำลังงานที่จะสามารถสกัดนำเอามาใช้ได้ จะเขียนได้เป็นในฟอร์ม

$$P_{\text{ext}} = \frac{1}{2} \rho A v^3 [4a(1-a)^2] \quad (18)$$

P_{ext} หมายถึง กำลังงานที่จะสามารถสกัดนำเอามาใช้ได้

ปริมาณ $[4a(1-a)^2]$ จะมีค่ามากที่สุด $= 16/27 = 0.593$ ในเมื่อ $a = 1/3$ หรือเมื่อ $u = (2/3) v$ และ $u_1 = (1/3) v$ ดังนั้นเราจะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$\left(\frac{P_{ext}}{P} \right)_{max} = \left(\frac{P_{ext}}{\frac{1}{2} \rho A v^3} \right)_{max} = \frac{16}{27} \quad (19)$$

และนี่ย่อมแสดงว่า กำลังงานสูงสุดที่สามารถจะสกัดเอาออกมาใช้ได้เทอร์ไบน์ลมนี้จะมีค่าเป็น 59.3 % ของกำลังงานที่มีอยู่ทั้งหมดในลมซึ่ง A.Betz (1927,1966) แห่ง Institute of Gottingen เป็นผู้คิดคำนวณในเรื่องนี้ คนแรก

ในทางปฏิบัติ เทอร์ไบน์ส่วนมากที่ใช้เพื่อการก่อกำเนิดกำลังงานไฟฟ้ามักจะผลิตกำลังงานที่ออกมาได้ มีค่าจากตั้งแต่ 15 % ถึง 75 % ของค่าที่มากที่สุดตามทฤษฎี ถ้าลองพิจารณาสำหรับในกรณี 75 % ของประสิทธิภาพสูงสุด (Maximum Efficiency) นั้น กำลังงานไฟฟ้า ที่ซึ่งจะสามารถจะสกัดเอาออกมาได้จากเทอร์ไบน์ก็จะหาได้จาก

$$P_{ext} = (0.75) (0.593) \left(\frac{1}{2} \rho A v^3 \right) = 0.44 P \quad (20)$$

เรามักนิยามที่จะนิยามค่าสัมประสิทธิ์กำลังงาน (Power Coefficient) สำหรับเทอร์ไบน์ลมด้วยความสัมพันธ์ ดังนี้.-

$$C_p = \frac{P_{ext}}{\frac{1}{2} \rho A v^3} = \frac{P_{ext}}{P} \quad (21)$$

ตามที่เราได้แสดงไว้ข้างบนนั้น ค่าที่มากที่สุดของ C_p ตามทฤษฎีคือ 0.593 ค่าประสิทธิภาพ (Efficiency) η ตามปรกติแล้วมักนิยามเป็นเศษส่วน ของกำลังงานที่ออกมาสูงสุด ที่ซึ่งผลิตได้ด้วยเทอร์ไบน์ ดังนี้ :

$$\eta = \frac{P_{ext}}{(0.593) \left(\frac{1}{2} \rho A v^3 \right)} = \frac{C_p}{0.593} \quad (22)$$

ซึ่งถ้าดูในสมการ (20) แล้ว สัมประสิทธิ์กำลังงานคือ 0.44 และประสิทธิภาพคือ 75 %

สำหรับตัวอย่างที่เป็นตัวเลข เราอาจจะลองคำนวณหา กำลังงานที่ออกมาของเทอร์ไบน์ลมที่มีประสิทธิภาพ 75% ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 350 ft และถูกกระทำด้วยกระแสลมที่มีความเร็ว 20 mph จากสมการ (8) และสมการ (21) จะได้ว่ากำลังงานคือ

$$P_{ext} = C_p P = (0.44) (4.0 \times 10^{-6}) (350)^2 (20)^3 \text{ KW} \\ = 1.7 \text{ MW} \quad (23)$$

#IV กำลังงานไฟฟ้าที่ก่อกำเนิดจาก Wind-Turbine Field (Electrical Power Generated From A Wind Turbine Field)

เราพิจารณา Wind Turbine Field ซึ่งเพื่อความง่ายให้ประกอบขึ้นด้วยเทอร์ไบน์จำนวนหนึ่งที่มีพื้นที่ภาคตัดขวางเท่ากันและมีประสิทธิภาพเท่ากันหมดทุกตัว ดังนั้นค่าเฉลี่ยของกำลังงานไฟฟ้าทั้งหมด (Average Annual Electrical Power) ที่จะก่อกำเนิดขึ้นได้ ก็จะมีค่าเป็น:

$$P_{elec} = C_p \frac{1}{2} \bar{\rho} v^3 A_t$$

โดยที่ A_t เป็นพื้นที่เทอร์ไบน์ทั้งหมด และ $\bar{\rho} v^3$ จะแทนการเฉลี่ยทั้งในเวลาและตลอดทั่วทั้งพื้นที่ของพื้นดิน (Land Area) ที่ถูกใช้ไปโดย Turbine Field ให้ A_L เป็นพื้นที่ของพื้นดินทั้งหมดที่ถูกใช้ไปในการทำ Turbine Field ดังนั้นเราจะได้ว่า

$$P_{elec} = C_p \frac{1}{2} \bar{\rho} v^3 (A_t/A_L) A_L \quad (25)$$

อัตราส่วน $\frac{A_t}{A_L}$ ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างเทอร์ไบน์ (Turbine Spacing) ซึ่งจำเป็นต้องคำนึงถึงปัญหาการแทรกแซงซึ่งกันและกัน (Mutual Interference Problems) และยังขึ้นอยู่กับรายละเอียดรูปทรง เรขาคณิตของ Turbine Field ด้วย สำหรับ

วงจร (Grid) รูปสามเหลี่ยมที่มีระยะห่างเท่า ๆ กัน เรามี $\frac{A_t}{A_L} = \frac{\pi}{(2\sqrt{3} n^2)}$

โดย n คืออัตราส่วนของระยะห่างระหว่างเทอร์ไบน์ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของเทอร์ไบน์ ถ้าค่าของ $n=10$ [ซึ่งแนะนำให้ใช้โดย Blackwell & Feltz (1975) และโดย Coty & Dubey (1976)] ก็จะมีผลให้ $\frac{A_t}{A_L} = 9.1 \times 10^{-3}$ สำหรับวงจรสามเหลี่ยม (Triangular Grid)

เพื่อที่จะประมาณการกำลังงานที่ออกมาทั้งหมด (Total Power Output) เราจำเป็นต้องทราบค่าสัมประสิทธิ์กำลังงาน C_p ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น ค่า $\frac{1}{2} \bar{\rho} v^3$ และค่าพื้นที่พื้นดินที่ถูกใช้ไปโดย Turbine Field คือค่า A_L เราอาจจะเลือกค่าต่าง ๆ

$$C_p = 0.20 \quad (\eta = 34\% \quad \text{เป็นค่า conservative estimate})$$

$$\frac{1}{2} \bar{\rho} v^3 = 200 \text{ W/m}^2 \quad (V_p = 15.4 \text{ mph}, V \simeq 11-12 \text{ mph})$$

$$\text{และ } A_L = 4.6 \times 10^{11} \text{ m}^2$$

ดังนั้นจากสมการ (25) ค่า Average Annual Electrical Power ที่ก่อกำเนิดขึ้นจะเป็น
 $P_{elec} = 1.7 \times 10^8 \text{ KW}$ ซึ่งจะสอดคล้องกับ Annual Energy Output ขนาด $1.5 \times 10^{12} \text{ KWh}$

หมายเหตุ ค่าตัวเลขเหล่านี้สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกาเท่านั้น)

จะเห็นได้ว่าจากองค์ประกอบทางด้านเทคโนโลยี ทางด้านเศรษฐกิจ และทาง
 ด้านอื่น ๆ มีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการพัฒนาพลังงานจากลม ซึ่งขณะนี้กำลังมีการศึกษา วิจัย
 กันอย่างมาก และเราอาจจะคาดการณ์ต่อไปได้ว่าการก่อกำเนิดกำลังงานลมนี้จะเป็นแหล่ง
 ของพลังงานต่อไปอีกหลายปีข้างหน้าแน่นอน

#V พลังงานลมและการพัฒนาบทเรียน (Wind Energy and Curriculum Development)

ขณะนี้มีความต้องการที่จะวิจัยเกี่ยวกับพลังงานและศึกษาเกี่ยวกับทางด้าน
 พลังงานเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อที่จะตอบสนองต่อความต้องการนี้ จึงน่าที่จะเริ่มมีการ
 พัฒนาบทเรียนที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์การพลังงานขึ้น เนื้อหาวิชาควรจะมุ่งเพื่อศึกษาเกี่ยว
 กับแหล่งพลังงานที่จะเอามาใช้ทดแทนพลังงานในปัจจุบัน รวมทั้งกฎเกณฑ์ทางกายภาพ
 ที่เกี่ยวกับการผลิตพลังงานจากรูปหนึ่งไปสู่อีกรูปหนึ่ง แล้วเราจะเห็นได้ว่าพลังงานลมก็
 จะต้องเป็นเรื่องหนึ่งที่มีบทบาทอย่างสำคัญในบทเรียนด้วย

แนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องการเปลี่ยนแปลงพลังงานลมให้เป็นประโยชน์สา-
 มารดที่จะแทรกเข้าไปในบทเรียนวิชาฟิสิกส์เบื้องต้น ในเรื่องเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของ
 ของไหล (Fluid Motion) สมการที่เกี่ยวข้องอัตราเร็ว การไหลของมวล $\dot{m} = \rho A v$
 และความเข้มของลม $\frac{P}{A} = \frac{1}{2} \rho v^3$ ซึ่งสมการเหล่านี้สามารถที่พิสูจน์ได้อย่างค่อนข้าง
 ง่ายแล้วยังสามารถใช้เป็นรากฐานในการประมาณการเกี่ยวกับศักยภาพของการก่อกำ
 นิดกำลังงานลม (Potential of Wind Power Generation) ได้อีกด้วย จึงเป็นที่หวัง
 ว่าหลักสูตรที่ประกอบด้วยบทเรียนทำนองนี้น่าจะมีประโยชน์ต่อนักเรียนเป็นอย่างมาก

ภาคผนวก

เราสามารถนำเอาความรู้เกี่ยวกับ Cauchy-Schwarz inequality มาพิสูจน์ได้

ว่า $\overline{v^3} \leq \overline{v^3}$ สำหรับกรณีที่เป็น arbitrary distribution ของอัตราเร็วของลมต่าง ๆ กัน
และนั่นก็คือ $\overline{v^3} = \overline{v^3}$ ก็ต่อเมื่อ ถ้า v เป็นค่าที่คงที่เท่านั้น

โดยทั่วไปแล้ว ค่าอัตราส่วน $\frac{\overline{v^3}}{\overline{v}^3}$ จะมีค่ามากขึ้นในขณะที่ความเร็วของลม

กลายเป็นค่าที่ไม่แน่นอนมากขึ้น ตามธรรมดาแล้วค่าของอัตราส่วน $\frac{\overline{v^3}}{\overline{v}^3}$ จะอยู่ใน range

ระหว่าง 2 ถึง 3 (ค่านี้เอามาจาก W.E. Heronemus—"The 8 th Annual Conference of the Marine Technology Society Washington, D.C., 1972) ในกรณี Power

equivalent speed, $v_p = (\overline{v^3})^{\frac{1}{3}}$ ก็จะเป็นไปตาม approximate inequality
 $1.25 \overline{v} \leq v_p \leq 1.45 \overline{v}$.

* แปล และเรียบเรียงจาก

* Pelka, D.G., Park, R.T. and Singh, R. 1978. "Energy from the Wind" Am.J. Phys. 46 (5). May pp. 495-498.

บรรณานุกรม

Betz, A. 1972. "Die Windmühlen im Lichte neuerer Forschung",
Naturwissenschaften XV, pp 905-914.

1966. "Introduction to the Theory of Flow Machines." Pergamon,
New York, pp. 236-237

Blackwell, B.F. and Feltz, L.V. 1975 "Wind Energy A Revitalized Pursuit,
Sandia Laboratories, Sand 75-0166 Albuquerque, NM.

Coty, U. and Dubey, M. 1976. "The High Potential of Wind as an Energy
Source, "Second Annual Energy Symposium $Q = E^3$. Los
Angeles Council of Engineers and Scientists, May.

Williams, J.R. 1974. "Solar Energy-Technology and Applications,"
An Arbor Science, Michigan, p. 1

การผสมเอทิลแอลกอฮอล์กับ น้ำมันเบนซิน

วีระพงษ์ โพธิ์เมือง*

การที่น้ำมันดิบในตลาดโลกมีราคาสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยการกำหนดราคาของกลุ่มประเทศผู้ผลิตน้ำมันส่งออกนั้น เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมต่างๆ ที่จำหน่ายอยู่ในประเทศอยู่ในเกณฑ์ที่สูง และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นในอนาคต (1) ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมตามมา ทางแก้ปัญหอย่างหนึ่งคือ การประหยัดน้ำมัน และการพัฒนาทรัพยากรอย่างอื่นมาเป็นพลังงานทดแทน เช่น หินน้ำมัน ถ่านลิกไนต์ แสงอาทิตย์ กระแสลม พลังงานปรมาณู รวมทั้งการใช้เอทานอลโดยตรง หรือเอทานอลผสมเบนซินเป็นเชื้อเพลิงแทนเบนซิน

การวิจัยค้นคว้าเพื่อใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงหรือใช้เอทานอลผสมเบนซิน สำหรับรถยนต์นั้นมาตั้งแต่ก่อนสงครามโลกครั้งที่สองและมีการใช้เอทานอลผสมเบนซินกันมากในระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง การวิจัยค้นคว้าเรื่องเอทานอลเป็นเชื้อเพลิงผลปรากฏออกมาเป็นสองฝ่ายดังนี้

นักวิทยาศาสตร์ของประเทศที่เป็นเศรษฐกิจ มานานมากหรืออยู่ใต้อิทธิพลของน้ำมันเบนซิน นักวิทยาศาสตร์พวกนี้จะพบข้อบกพร่องต่างๆ ของเอทานอล

ส่วนนักวิทยาศาสตร์ของประเทศขาดแคลนน้ำมัน ผลของการวิจัยพบว่าเอทานอลมีข้อดีหลายประการในการใช้เป็นเชื้อเพลิงรถยนต์

(ข้อความข้างบนแปลจากหนังสือชื่อ “แอลกอฮอล์ เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายใน” เขียนโดย S.J.W. Pleeth (London) Chapman & Hall Ltd. 1949)

ในหนังสือนี้ยังกล่าวว่า ในสมัยสงครามโลกครั้งที่สอง 1939 ถึง 1942 เยอรมันใช้เอทานอลปริมาณถึง 30 % ผสมกับเบนซิน ประเทศฝรั่งเศส สวีเดน ญี่ปุ่น และฟิลิปปินส์ ก็มีการสนับสนุนให้ใช้แอลกอฮอล์ผสมเบนซินสำหรับรถยนต์

ประเทศบราซิลถึงกับมีกฎหมายบังคับให้รถยนต์ทุกคันต้องผสมแอลกอฮอล์ปริมาณ 15-30 % กับเบนซิน

* รองศาสตราจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ข้อดีของการใช้เอทิลแอลกอฮอล์ผสมเบนซิน เท่าที่ทราบขณะนี้สองประการ คือประการแรก ช่วยลดปริมาณแก๊สพิษที่ถูกขับออกจากท่อไอเสียของรถยนต์ ประการที่สอง ช่วยเป็นตัวแอนทิน็อกในเครื่องยนต์แทนเลดเทรตตระเอทิล (lead tetraethyl) ได้

ประเทศไทยซึ่งต้องส่งน้ำมันดิบเข้ามามีมูลค่ามากกว่า 20,000 ล้านบาท ในปี 2521 ซึ่งเป็นมูลค่ามหาศาล ถ้าใช้เอทานอลผสมเบนซินประมาณ 20% เป็นเชื้อเพลิงก็อาจจะสงวนเงินตราได้มากกว่า 2,000 ล้านบาท เงินจำนวน 2,000 ล้านบาทนี้จะหมุนเวียนอยู่ในประเทศ ส่วนหนึ่งจะตกไปถึงกรรมกรที่ทำงานอยู่ในโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ ขนาดใหญ่และกรรมกรขนส่งแอลกอฮอล์ ควรจะได้มีการวิจัยค้นคว้าทั้งทางด้านเศรษฐกิจและทางเคมี เพื่อใช้วัตถุดิบภายในประเทศมาใช้เป็นพลังงานทดแทนเบนซิน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เอทานอล ซึ่งเรามีวัตถุดิบในการผลิตได้แก่กากน้ำตาล, ข้าวเหนียว และอาจจะมีวัตถุดิบอย่างอื่นอีกที่ใช้ผลิตเอทานอลได้

การผลิตเอทานอลเพื่อการอุตสาหกรรมในประเทศ (2) มีอยู่ 3 แห่ง คือ

- ที่อยุธยาของกรมสรรพสามิตผลิตได้วันละ 30,000 ลิตร

- ที่ชลบุรีของบริษัทตะวันออกเคมีคัลผลิตได้วันละ 20,000 ลิตร

- ที่พระประแดงของบริษัทไทยแอลกอฮอล์ผลิตได้วันละ 200,000 ลิตร

รวมทั้ง 3 โรง จะผลิตได้วันละ 250,000 ลิตร แต่โรงที่ 3 คือ ที่พระประแดงผลิตเพื่อส่งออกไปขายประเทศญี่ปุ่นโดยเฉพาะ ต้นทุนการผลิตเอทานอล 95% ที่อยุธยาและที่ชลบุรีราคาดลิตรละ 6.00 บาท สำหรับโรงงานที่ผลิตได้เกินวันละ 200,000 ลิตร ราคาจะลดลงเหลือ ลิตรละ 4.00 บาท โดยไม่รวมภาษีสรรพสามิต (เป็นที่น่าสังเกตว่าประเทศอังกฤษซึ่งต้องส่งวัตถุดิบ ในการผลิตเอทานอลจากต่างประเทศสามารถผลิตเอทานอลได้ในราคาต้นทุนลิตรละ 4.50 บาท)

จึงเห็นเป็นการสมควรที่ทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานจะได้ให้ความสนใจเป็นพิเศษ โดยการแต่งตั้งคณะกรรมการทำงานเฉพาะเรื่องนี้ โดยได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่าย ได้แก่ กรมสรรพสามิต, โรงงานน้ำตาล, ผู้ผลิตวัตถุดิบคือมอลาส, ผู้ใช้แอลกอฮอล์ บริษัทต่างประเทศที่มีประสบการณ์ และการติดตามผลงานวิจัยประเภทนี้ในประเทศต่าง ๆ พร้อมทั้งสนับสนุน ให้มีการวิจัยค้นคว้าภายในประเทศที่เกี่ยวกับการหาวัตถุดิบอื่น ๆ และขบวนการต่าง ๆ ในการผลิตแอลกอฮอล์ รวมทั้งการใช้แอลกอฮอล์ในรูปแบบต่าง ๆ เป็นเชื้อเพลิง

ควรทราบว่า Alcohol ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง มี 2 ชนิด คือ

-Ethanol or Ethyl Alcohol มีสูตรทางเคมี C_2H_5OH ผลิตได้จากแป้งชนิดต่าง ๆ จากน้ำตาล จากกากน้ำตาล ใช้รับประทานได้ มีอยู่ในสุรา, เบียร์ทุกชนิดเอทานอลเมื่อพอกกลืนแล้ว เติมหัวน้ำหอมลงไป 2-3% ก็จะกลายเป็น lotion หรือ cologne ถ้าเติมหัวน้ำหอมเข้มข้นมากจะได้ perfume ถ้าเติมหัวน้ำหอมน้อยมากก็จะใช้ เป็น air freshener

-Methanol or Methyl Alcohol มีสูตรทางเคมี CH_3OH ผลิตได้จากแก๊สธรรมชาติหรือได้จากการกลั่นไม้ หายใจเข้าไปจะเป็นพิษ ถ้าดื่มเข้าไปจะถึงแก่ความตาย ใช้เป็นเชื้อเพลิงเท่านั้น เป็นที่นิยมนิยมนักประลองอุตสาหกรรมและสภานิติบัญญัติแห่งชาติ กำลังทำการทดลองค้นคว้าเรื่องสัดส่วนของเอทิลแอลกอฮอล์กับเบนซินที่ใช้กับรถยนต์อยู่ อย่างเต็มที่ พวกเราคงจะได้ทราบผลการทดลองในเร็ว ๆ นี้

เอกสารอ้างอิง

1. วารสารเศรษฐกิจ ธนาคารกรุงเทพ จำกัด ปีที่ 9 เล่มที่ 2 กุมภาพันธ์ 2520 หน้า 99-102
2. ดร.เจดีย์ สุรสิทธิ์, เศรษฐกิจ และ เทคโนโลยีของน้ำมันเชื้อเพลิง กรมวิทยาศาสตร์ 15 กันยายน 2518

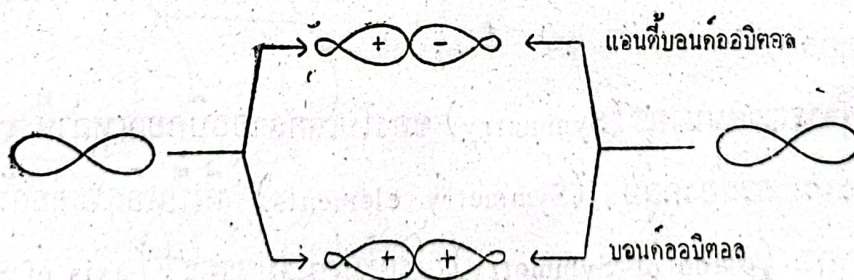
การเขียนโมเลกุลออบิตอล

สำราญ ภูอนันตานนท์ *

ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้อธิบายการเกิดพันธะเคมีในปัจจุบันที่รู้จักกันดีทั่วไปนั้นแบ่งออกได้เป็นสองทฤษฎี คือ ทฤษฎีวาเลนซ์บอนด์ (Valence bond theory) และทฤษฎีโมเลกุลออบิตอล (Molecular orbital theory) ในที่นี้เราจะกล่าวถึงเฉพาะทฤษฎีโมเลกุลออบิตอลของพันธะเคมีเท่านั้น

โมเลกุลออบิตอลหมายถึงออบิตอลที่เกิดจากการรวมตัวกันของอะตอมมิกออบิตอล เมื่ออะตอมมิกออบิตอลรวมตัวกันจะทำให้เกิดโมเลกุลออบิตอลสองออบิตอล คือ บอนด์ออบิตอล และ แอนติบอนด์ออบิตอล สำหรับบอนด์ออบิตอลนั้นเกิดจากอะตอมมิกออบิตอลที่ lobe มีเครื่องหมายเหมือนกันรวมตัวกันและมีอิเล็กตรอนคู่หนึ่งกระจายหนาแน่นอยู่ในบริเวณระหว่างอะตอมทั้งสองที่เกิดบอนด์ ส่วนแอนติบอนด์นั้นเกิดจากอะตอมมิกออบิตอลที่ lobe มีเครื่องหมายต่างกันเข้ารวมตัวกันซึ่งออบิตอลนี้จะพบบริเวณที่ไม่มีความหนาแน่นของอิเล็กตรอนเลย เราเรียกบริเวณนี้ว่า โหนด

ดังรูปที่ 1



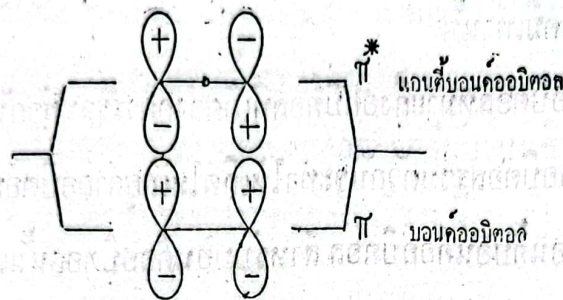
รูปที่ 1 บอนด์ออบิตอลและแอนติบอนด์ออบิตอล

พลังงานของโมเลกุลออบิตอลที่เป็นบอนด์ออบิตอลนั้นจะมีระดับต่ำกว่าอะตอมมิกออบิตอลในสภาพอิสระ ส่วนของแอนติบอนด์ออบิตอลนั้นจะมีระดับพลังงานสูงกว่าและพลังงานที่ลดต่ำลงของบอนด์ออบิตอล จากอะตอมมิกออบิตอลอิสระจะเท่ากับพลังงานที่

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เพิ่มสูงขึ้นของแอนติบอนด์ออร์บิทัลจากอะตอมมิกออร์บิทัล

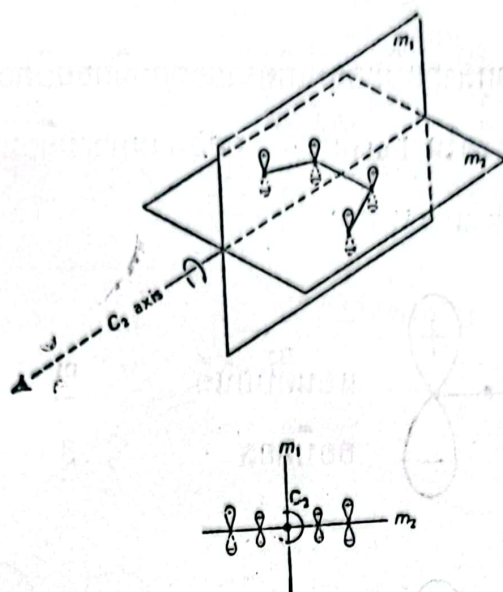
โมเลกุลของสารอินทรีย์อาจประกอบขึ้นด้วย σ (Sigma) บอนด์และ π (pi) บอนด์ π บอนด์นี้เกิดจากอิเล็กตรอนในอะตอมมิก p ออร์บิทัลของสองอะตอมรวมตัวกัน เกิดเป็นบอนด์ออร์บิทัล (π) และแอนติบอนด์ออร์บิทัล (π^*) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2 โมเลกุลออร์บิทัลทั้งสองนั้นแตกต่างกันตรงที่ออร์บิทัลหนึ่งไม่มีโนดส่วนอีกออร์บิทัลมีโนดระหว่างอะตอมทั้งสอง



รูปที่ 2 บอนด์ออร์บิทัลและแอนติบอนด์ออร์บิทัลของ π บอนด์

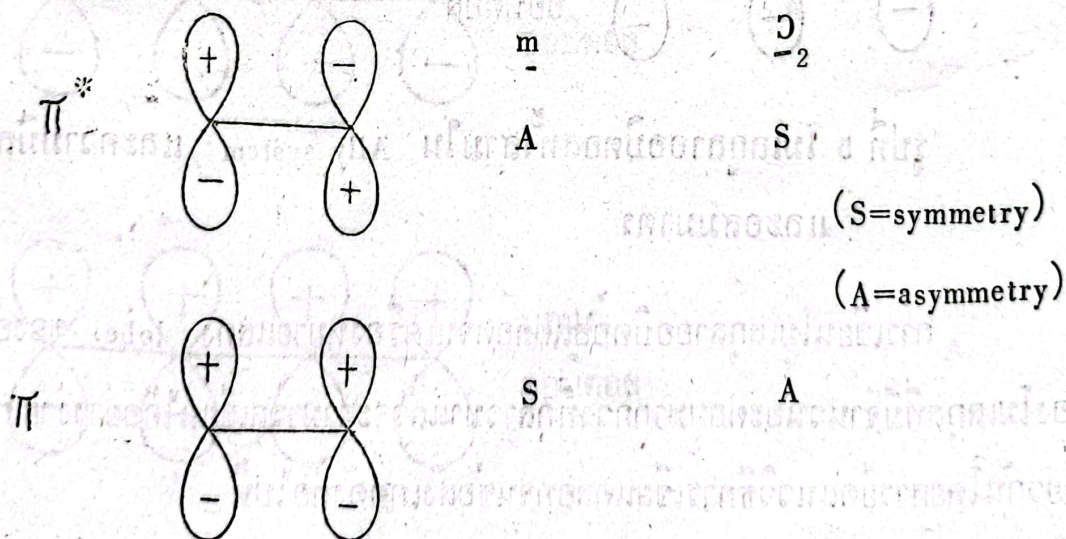
เนื่องจากการรวมตัวของอะตอมมิกออร์บิทัลเกิดเป็น π บอนด์นั้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าการรวมตัวของออร์บิทัลที่ทำให้เกิดเป็น σ บอนด์ ดังนั้น π โมเลกุลออร์บิทัลจึงมีระดับพลังงานสูงกว่า σ ออร์บิทัล ในขณะเดียวกัน π^* ออร์บิทัลจะมีระดับพลังงานต่ำกว่า σ^* ออร์บิทัล

การพิจารณาสมมาตร (Symmetry) ของโมเลกุลออร์บิทัลเหล่านี้ เราจะพิจารณาองค์ประกอบสมมาตรสองกลุ่ม (Symmetry elements) ที่เป็นอิสระต่อกันเป็นสำคัญ คือ ระนาบสมมาตร (plane of Symmetry) และแกนสมมาตร (axis of Symmetry) กลุ่มสมมาตรแบบระนาบนั้นให้พิจารณาเฉพาะระนาบที่ขนานกับ p ออร์บิทัล ส่วนแกนสมมาตรให้พิจารณาเฉพาะ C_2 และตั้งฉากกับแกนของ p ออร์บิทัล ระนาบสมมาตรคือระนาบที่แบ่งโมเลกุลออกเป็นสองส่วนเท่าๆ กัน แต่ละส่วนจะเป็นเสมือนเงาของกันและกัน ส่วนแกนสมมาตร C_2 นั่นคือ แกนที่เมื่อหมุนโมเลกุลนั้นไป 180° แล้วจะทำให้เกิดโมเลกุลใหม่ที่มีรูปร่างเหมือนโมเลกุลเดิมทุกประการ



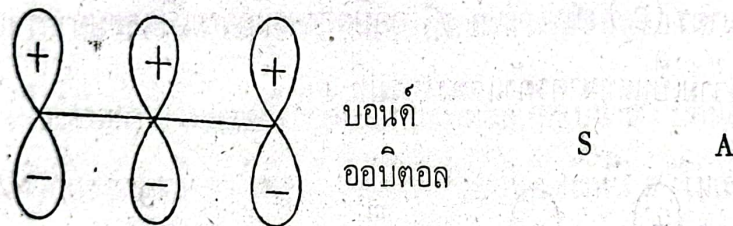
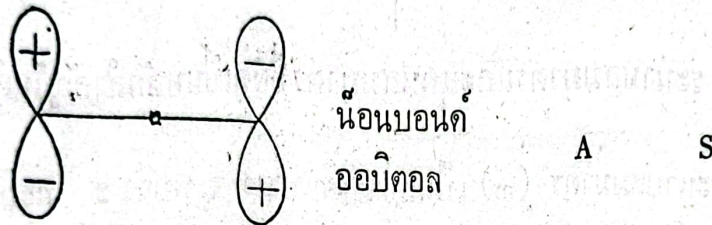
รูปที่ 3 ระนาบสมมาตรและแกนสมมาตรที่ยึดเป็นหลักสำคัญในเรื่องนี้

เมื่อใช้ระนาบสมมาตร (m) เป็นเกณฑ์พิจารณา จะพบว่า π ออบิตอลนั้นมีความเป็นสมมาตร (symmetry) และ π^* ออบิตอลจะมีความเป็นอสมมาตร (asymmetry) และถ้าใช้แกนสมมาตร (C_2) เป็นเกณฑ์ π ออบิตอลจะมีความเป็นอสมมาตร และ π^* ออบิตอลนั้นจะมีความเป็นสมมาตรดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ความมีสมมาตรและอสมมาตรของ π บอนด์อันเนื่องจากระนาบสมมาตรและแกนสมมาตร

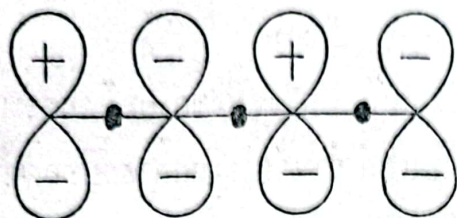
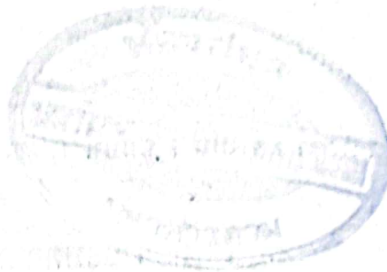
สำหรับ ๗ โมเลกุลออร์บิทัลที่เกิดจากออร์บิทัลสามอะตอมขึ้นไปรวมกันเช่นใน allyl system หรือใน butadiene ตลอดจนความมีสมมาตร และอสมมาตรนั้นเขียนได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5 และรูปที่ 6



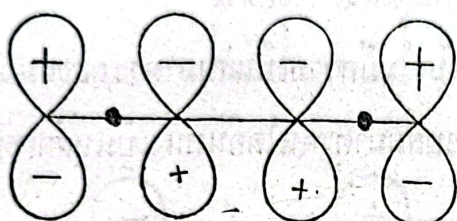
รูปที่ 5 โมเลกุลออร์บิทัลทั้งสามใน Ally system และความมีสมมาตร และอสมมาตร

การเขียนโมเลกุลออร์บิทัลตลอดจนเครื่องหมายแสดง lobe ของออร์บิทัลของโมเลกุลที่มีจำนวนอะตอมมากกว่าที่กล่าวมาแล้วจะสามารถเขียนได้อย่างง่าย ๆ เช่นเดียวกันโดยการใช้แนววิธีการเขียนตลอดจนข้อสังเกตดังต่อไปนี้

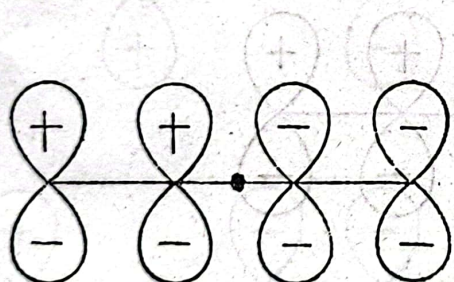
1. โมเลกุลออร์บิทัลที่มีระดับพลังงานต่ำที่สุดจะไม่มีโนด ส่วนออร์บิทัลที่มีระดับพลังงานสูงขึ้นไปจะมีจำนวนโนดเป็นหนึ่ง สอง สาม สี่ เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ โดยให้ระลึกอยู่เสมอว่าจำนวนโนดนั้นมีความสัมพันธ์กับระดับพลังงานของออร์บิทัลที่เพิ่มสูงขึ้น



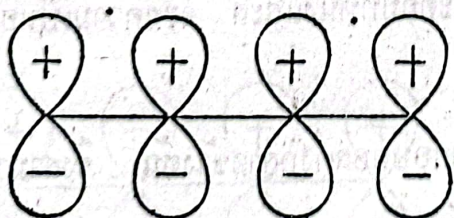
แอนติบอนด์ m C_2
ออร์บิทัล A S



แอนติบอนด์
ออร์บิทัล S A



บอนด์
ออร์บิทัล A S



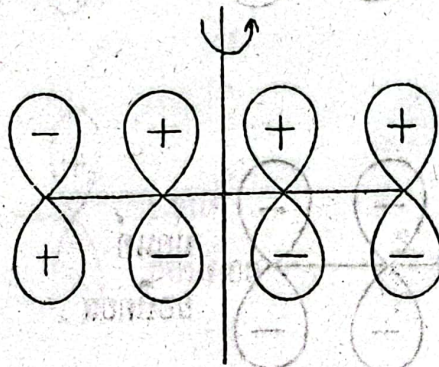
บอนด์
ออร์บิทัล S A

รูปที่ 6 โมเลกุลออร์บิทัลทั้งสี่ใน butadiene และความมีสมมาตรและ
อสมมาตร

2. โมเลกุลลาออบิตอลทั้งหมดจะมีความเป็นสมมาตร และอสมมาตรสลับกันไป ตามลำดับพลังงานที่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อใช้องค์ประกอบสมมาตร (symmetry elements) อันใดอันหนึ่งเป็นหลัก

3. ถ้าโมเลกุลลาออบิตอลเป็นจำนวนคู่ ครึ่งหนึ่งของออบิตอลจะเป็นบอนด์ ออบิตอล ส่วนอีกครึ่งหนึ่งจะเป็นแอนติบอนด์ แต่ถ้าจำนวนโมเลกุลลาออบิตอลทั้งหมดมีจำนวนคี่ จะมีออบิตอลหนึ่งเป็นน็อนบอนด์ออบิตอลครึ่งหนึ่งของจำนวนที่เหลือจะเป็นบอนด์ ออบิตอล และครึ่งหนึ่งจะเป็นแอนติบอนด์ออบิตอลโดยที่น็อนบอนด์ออบิตอลจะมีระดับ พลังงานในระดับเดียวกับอะตอมมิกออบิตอลที่อยู่ในสภาวะอิสระ

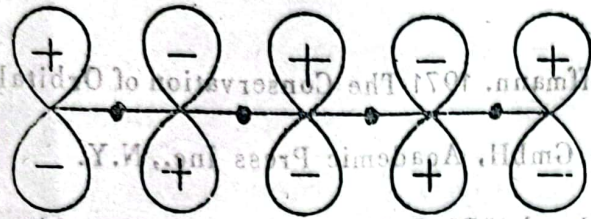
4. โมเลกุลลาออบิตอลหนึ่งๆ จะต้องไม่มีความเป็นสมมาตรและอสมมาตรอยู่ใน ออบิตอลเดียวกันเมื่อพิจารณาด้วยองค์ประกอบสมมาตรอันใดอันหนึ่งเป็นหลักเช่น



โมเลกุลลาออบิตอลที่เขียนข้างต้นจะไม่ใช่ที่ยอมรับเพราะว่าเมื่อพิจารณาอะตอมที่สองและ สามจะมีความเป็นสมมาตร แต่เมื่อพิจารณาอะตอมที่หนึ่งและสี่ จะมีความเป็นอสมมาตร ซึ่งโมเลกุลลาออบิตอลนี้จะไม่จริง

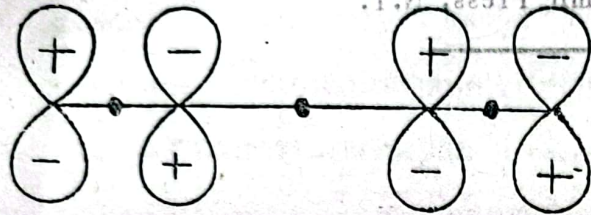
จากข้อสังเกตในการเขียนโมเลกุลลาออบิตอลดังกล่าวข้างต้น จึงสามารถเขียน ออบิตอลต่างๆ ของ pentadienyl system ดังรูปที่ 7

C_2



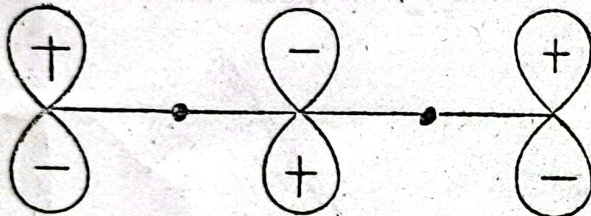
แอนติบอนด์ออร์บิทัล

A



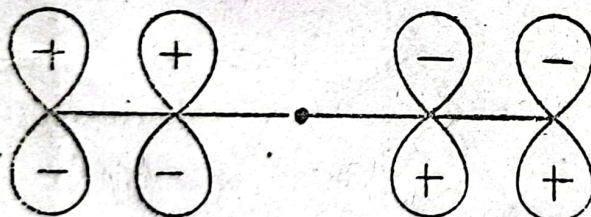
แอนติบอนด์ออร์บิทัล

S



แอนติบอนด์ออร์บิทัล

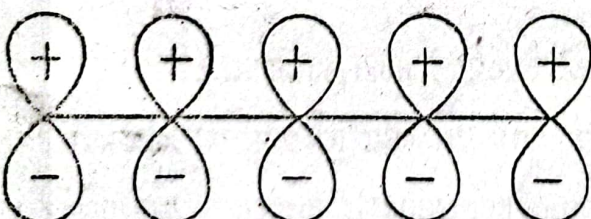
A



บอนด์ออร์บิทัล

A

S



บอนด์ออร์บิทัล

S

A

รูปที่ 7 โมเลกุลออร์บิทัลทั้งห้าใน pentadienyl system

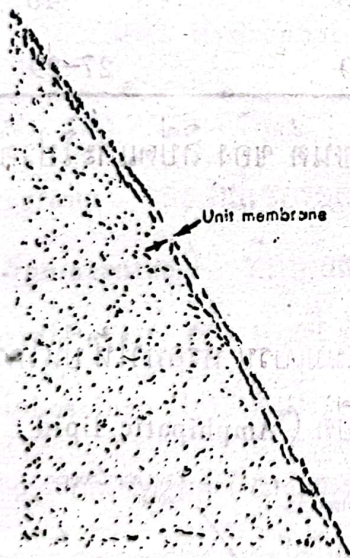
เอกสารอ้างอิง

- 1) Woodward, R.B. and R.Hoffmann. 1971 The Conservation of Orbital Symmetry, Verlag Chemie GmbH, Academic Press Inc., N.Y.
 - 2) Lehr, R.E. and A.P. Merchand. 1972. Orbital Symmetry; A Problem Solving Approach, Academic Press, N.Y.
-

เยื่อชีวภาพ

กรกช อินทราพิเชษฐ*

เยื่อชีวภาพ (biological membrane) หมายถึง “เยื่อ” หรือ “เมมเบรน (membrane)” ที่เป็นส่วนประกอบส่วนต่างๆ ของเซลล์ เช่น เป็นผนังเซลล์ (cell membrane) ผนังนิวเคลียส (nuclear membrane) เยื่อไมโทคอนเดรีย (mitochondrial membrane) เยื่อเอ็นโดพลาสมิก เรติคูลัม (endoplasmic reticulum) และเป็นผนังหุ้มเม็ดสารที่ผลิตขึ้นภายในเซลล์ (secretory granulated membrane) เป็นต้น เมมเบรนของส่วนต่างๆ ดังกล่าวมีลักษณะโครงสร้างพื้นฐานเหมือนกัน เรียกว่า “ยูนิต เมมเบรน (unit membrane) (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 แสดง Unit membrane หรือ Trilaminar character จาก cell membrane ของเม็ดเลือดแดง (erythrocyte) กำลังขยาย x-280,000

J.D. Robertson (1962) ได้ตั้งทฤษฎียูนิต เมมเบรน โดยกล่าวไว้ว่า “เมมเบรนของเซลล์ทุกชนิดไม่ว่า พืช สัตว์ หรือ จุลินทรีย์ ต่างก็มีแบบของโครงสร้างพื้นฐานเหมือนกัน กล่าวคือ ประกอบด้วยโมเลกุลของลิพิด (lipid) เรียงกันเป็นระเบียบ 2 แถวเป็นชั้นแกนกลางแล้วจึงมีโมเลกุลของโปรตีน (protein) หุ้มขอบข้างอยู่ทั้ง 2 ด้านของชั้นแกนกลางนั้น เมื่อตรวจสอบจากชั้นส่วนหน้าตัดตามขวาง ของเมมเบรนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่า ยูนิตเมมเบรนจะปรากฏเป็น 3 แถว หรือที่เรียกว่า trilamin

* อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

structure (รูปที่ 1)

ส่วนประกอบของเมมเบรน

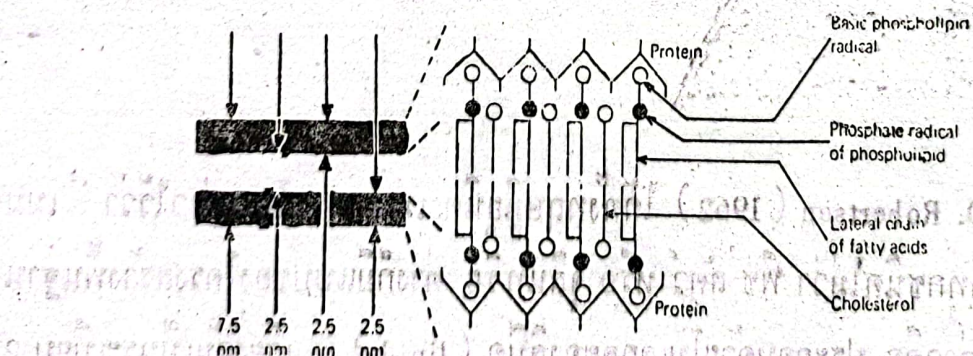
เมมเบรน ประกอบด้วย สารประกอบพวก ลิพิด และ โปรตีน เป็นส่วนใหญ่ มีการโบไฮเดรตบ้างเล็กน้อยในผนังเซลล์ อัตราส่วนระหว่างลิพิดและโปรตีนไม่แน่นอนแล้วแต่ชนิดของเมมเบรน ดังตารางที่ 1

Species and Tissue		Protein (%)	Lipid (%)
Human	CNS myelin	20	79
Bovine	PNS myelin	23	76
Rat	Muscle (skeletal)	65	35
Rat	Liver	60	40
Human	Erythrocyte	60	40
Rat	Liver mitochondrion	70	27-29

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ ของ ลิพิดและโปรตีน ใน cell membranes

ลิพิด

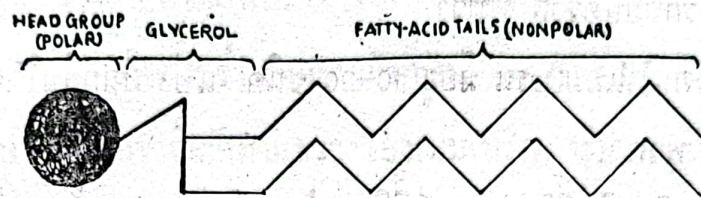
ลิพิด เป็นสารสำคัญที่เป็นแกนกลางของเมมเบรน หรือทำให้เป็นโครงสร้างของเมมเบรน ลิพิดในเมมเบรนเป็นชนิดแอมฟิพาติกลิพิด (Amphipatic lipid) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดง Ultrastructure (ซ้าย) และ Molecular structure (ขวา) ของผนังเซลล์

กล่าวคือ ปลายด้านหนึ่งของโมเลกุลมีประจุสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำได้ เรียกส่วนนี้ว่า ไฮ

โครฟิลิก หรือโพลาร์เซ็คเตอร์ (hydrophilic polar sector) ปลายอีกด้านหนึ่งของโมเลกุลไม่มีประจุไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ เรียกว่า ไฮโดรโฟบิก หรือ นันโพลาร์เซ็คเตอร์ (hydrophobic nonpolar sector) ลิพิดทุกชนิดที่พบในเมมเบรน จะมีกลุ่มฟอสเฟตอยู่ที่ โพลาร์เซ็คเตอร์ เรียกลิพิดชนิดนี้ว่า ฟอสโฟลิพิด (phospholipid) โมเลกุลของฟอสโฟลิพิด ประกอบด้วย 3 ส่วน (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 แสดง Complex molecular structure ของ Typical membrane lipid ประกอบด้วย Hydrophilic head ซึ่งมี phosphate ; Glycerol และ Hydrophobic tail

1. กลุ่มหัวไฮโดรฟิลิก (Hydrophilic head group) คือส่วนของไฮดรอกซี (hydroxysgroup) ของ กลีเซอรอล (Glycerol) หรือ สเตอรอล (Sterol) หรือ สฟิงกานิน (Sphinganine) ที่ถูกเอสเทอริไฟด์ (esterified) ด้วย กรดฟอสฟาติก (Phosphatidic acid) เช่น ฟอสโฟกลีเซอไรด์ (Phosphoglyceride) ฟอสโฟสฟิงโกลิพิด (Phosphosphingo lipid) และ โคเลสเตอรอล (Cholesterol) เป็นต้น

2. กลีเซอรอล (Glycerol) หรือ อนุพันธ์ของสฟิงกานิน จัดเป็นส่วนกลางของโมเลกุล เชื่อมระหว่าง ทางไฮโดรโฟบิก กับ กลุ่มหัวไฮโดรฟิลิก

3. ส่วนหางไฮโดรโฟบิก (Hydrophobic tail) เป็นสายกรดไขมัน (Fatty acid chain) ยาว พบว่าในเมมเบรนของสัตว์และพืชชั้นสูงกรดไขมันมีคาร์บอนอยู่ 16-24 อะตอมและมีทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว และส่วนนี้เองที่เป็นส่วน นันโพลาร์

ฟอสโฟลิพิดในเมมเบรนมีการจัดเรียงโมเลกุลเป็น 2 แถว (Phospholipid bilayer) โดยหันทางหางไฮโดรโฟบิกเข้าหากันและตั้งฉากกับแนวของเมมเบรน (รูปที่ 2) และหันกลุ่มหัวไฮโดรฟิลิกออกด้านนอก โคเลสเตอรอลจะทำให้การเรียงโมเลกุลของ

ฟอสโฟลิปิด เบียดกันแน่น ทำให้การคงสภาพโครงสร้างของเมมเบรนดี และนอกจากนี้ การมีกลุ่มหัวไฮโดรฟิลิกและกรดไขมันชนิดต่างๆกัน ทำให้เมมเบรนมีคุณสมบัติต่างๆกัน

โปรตีน

โปรตีนในเมมเบรนมีอยู่หลายชนิดแตกต่างกันทั้งน้ำหนักโมเลกุลและจำนวนโมเลกุลของแต่ละชนิดด้วยการวิเคราะห์หนึ่งเซลล์เม็ดเลือดแดงของคน ด้วยการย่อยด้วย เอนไซม์ และใช้สารกัมมันตรังสี พบว่า

1. โปรตีนในเมมเบรน มีอยู่ 10-20 ชนิด แบ่งเป็นกลุ่มได้ตามตำแหน่งที่อยู่ในเมมเบรนเป็น 2 พวก

1.1 โปรตีนที่โมเลกุลอยู่ที่ผิวหน้าของเมมเบรน ทั้ง 2 ด้าน ทำปฏิกิริยากับลิปิดไม่แข็งแรงสามารถแยกออกได้ง่าย และละลายได้ในน้ำ โปรตีนชนิดนี้เรียกว่า เอ็กซทรินสิค โปรตีน (Extrinsic protein)

1.2 โปรตีนที่โมเลกุลแทรกเข้าไปอยู่ระหว่างโมเลกุลของลิปิดในชั้นไบเลเยอร์ โปรตีนชนิดนี้แยกออกได้ยาก และไม่ละลายในน้ำ บางโมเลกุล อาจมีส่วนยื่นออกมานอกไบเลเยอร์ โปรตีนชนิดนี้เรียกว่าอินทรินสิคโปรตีน (Intrinsic protein) มีอยู่ประมาณ 70% ของโปรตีนทั้งหมดในเมมเบรน

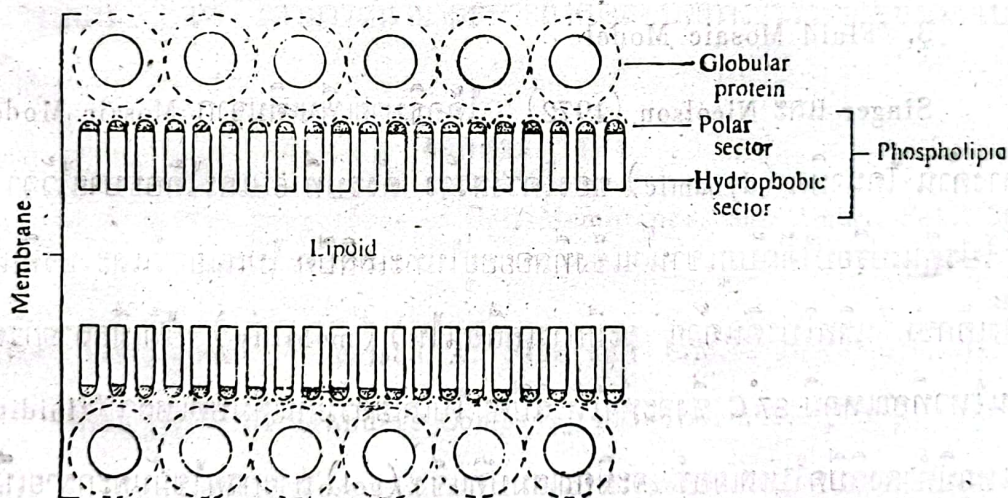
2. โปรตีนที่อยู่ติดผิวหน้าของเมมเบรนด้านใดด้านหนึ่ง เช่น บางชนิดพบเฉพาะผิวหน้าด้านนอก บางชนิดพบเฉพาะผิวหน้าด้านใน หรือ บางชนิดพบอยู่ทั้งสองด้าน โปรตีนพวกนี้ทำให้ทั้งสองด้านมีคุณสมบัติทางสรีรวิทยาต่างกัน

โครงสร้างของเมมเบรน

การศึกษาโครงสร้างของเมมเบรนมีพื้นฐานมาจากการพบว่า สารที่ละลายในลิปิด สามารถแทรกผ่านเมมเบรนได้ดี เป็นการแสดงว่าเมมเบรนต้องมีลิปิดเป็นส่วนประกอบ Overton (1902) ได้ตั้งเป็นสมมุติฐานว่า เมมเบรนประกอบด้วยโมเลกุลของลิปิดที่เรียงกันเพียงแถวเดียว ต่อมา Gorter และ Grendel (1925) พบว่าเมมเบรนจะต้องประกอบด้วยโมเลกุลของลิปิดเรียงกันเป็นสองแถว (Bimolecular lipid layer) และต่อมาอีกมีผู้พบว่าเมมเบรนนอกจากมีลิปิดแล้วยังมีโปรตีนเป็นส่วนประกอบด้วย ทำให้สมมุติฐานเกี่ยวกับโครงสร้างของเมมเบรนเปลี่ยนไป สมมุติฐานที่สำคัญในปัจจุบัน ได้แก่

1. Davson-Danielli-Robertson Model

Davson-Danielli (1935) ได้ตั้งสมมุติฐานโครงสร้างของเมมเบรนไว้ว่า เมมเบรนประกอบด้วย ฟอสโฟลิปิด ไบเลเยอร์ เป็นชั้นกลาง แล้วทั้งสองด้านปกคลุมด้วยชั้นของโปรตีน ดังรูปที่ 4 ต่อมา J.D. Robertson (1962) ได้ศึกษาโครงสร้างของเมมเบรนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และ X-ray ดิฟแฟรกชันพบว่าเมมเบรนของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีส่วนประกอบของโครงสร้างเหมือนกับที่ Davson และ Danielli ได้ตั้งสมมุติฐานไว้ และเมื่อศึกษาชั้นส่วนหน้าตัดตามขวางของเมมเบรน จะปรากฏเป็น 3 แถบ ซึ่งได้แก่ แถบอิเล็กตรอนใส (electron lucent band) 1 แถบ ขนาบข้างด้วยแถบอิเล็กตรอนทึบ (electron dense band) 2 แถบ (รูปที่ 2) ลักษณะเช่นนี้ เรียกว่า “ยูนิต เมมเบรน” (รูปที่ 1) และเมมเบรนมีความหนาประมาณ 80-90 Å ($1 \text{ Å} = 10^{-7} \text{ mm}$) จึงรวมเรียกโครงสร้างแบบนี้ว่า Davson-Danielli-Robertson Model

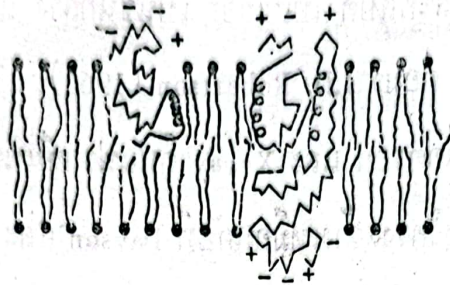


รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างของเมมเบรนแบบ Davson-Danielli Model

2. Mosaic Model

Singer และ Wallach (1965) ได้คิดโครงสร้างของเมมเบรนขึ้น แต่ยังคงใช้โครงสร้างของ Davson และ Danielli เป็นพื้นฐาน และเน้นเกี่ยวกับกลีโอฟลูอาร์โปรตีนที่แทรกอยู่ในลิปิดไบเลเยอร์ ดังรูป 5 ด้วยลักษณะโครงสร้างแบบนี้ ลิปิดกับโปรตีนส่วนโพลาร์ จะทำปฏิกิริยากับน้ำที่ล้อมรอบอยู่ โดยตรงพวกนั้นโพลาร์ จะอยู่ภายในโครงสร้าง

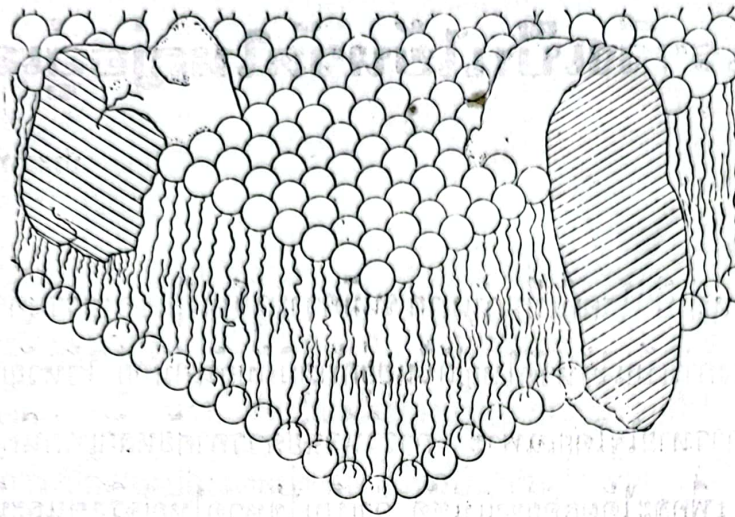
ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ และในเลขคู่ของโปรตีนที่กระจายอยู่ทั่วไป จะทำให้เกิดศักย์ (potential) ตลอดลิพิดไบเลเยอร์ชั้น



รูปที่ 5 แสดงโครงสร้างของเมมเบรน แบบ Mosaic Model โครงสร้างแบบ Intrinsic proteins ซึ่งเป็น globular proteins จะแทรกอยู่ใน lipid bilayer บางส่วน ส่วนที่ยื่นออกมาจะมี ionic residues ของโปรตีน

3. Fluid Mosaic Model

Singer และ Nicolson (1972) ได้อธิบายเพิ่มเติมจาก Mosaic Model โดยเน้นทางด้าน ไคนามิก (dynamic) ของโครงสร้าง ดังรูปที่ 6 และได้อธิบายไว้ว่า กลีโอฟบูลาร์ โปรตีนเปรียบได้กับภูเขาน้ำแข็งที่ลอยอยู่ในทะเลลิพิด ไบเลเยอร์และโปรตีนเหล่านี้ รวมทั้งเอ็กซ์ทรินสิคโปรตีนด้วย จะมีการเคลื่อนไหว (mobility) ได้เมื่อสายกรดไขมันเคลื่อนไหวที่อุณหภูมิ 37°C ซึ่งจะทำให้ ลิพิด ไบเลเยอร์มีคุณสมบัติเหลว (fluidity) แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำลงลิพิดไบเลเยอร์ จะมีคุณสมบัติแข็ง (gel) สายกรดไขมันจะกลายเป็นผืนก และเอียงออกจากแนวตั้งฉาก นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทำให้โมเลกุลของลิพิดเปลี่ยนความยาว และเปลี่ยนขนาดของความไม่อึดตัวของกรดไขมัน ดังนั้นการที่เมมเบรนมีฟอสโฟลิพิดหลายชนิด เมมเบรนจะมีการแสดงออกของพฤติกรรมเกี่ยวกับอุณหภูมิต่างๆ กัน และ โคเลสเตอรอลจะช่วยทำให้เมมเบรนมีความเรียบขึ้น คุณสมบัติเหลวของเมมเบรน ทำให้โมเลกุลของลิพิด และโปรตีนสามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งทางด้านข้าง (lateral motion) และเคลื่อนที่ข้ามไปมาระหว่างไบเลเยอร์ (flip-flop)



รูปที่ 6 แสดงโครงสร้างของเมมเบรน แบบ Fluid Mosaic Model ซึ่ง globular proteins อาจเคลื่อนที่เข้าไปมาระหว่าง lipid bilayer ได้

Fluid Mosaic Model เป็นโครงสร้างของเมมเบรนที่ได้รับความนิยมเชื่อถือมากที่สุดในปัจจุบัน เพราะสามารถนำมาอธิบายถึงคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของเมมเบรนได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. C. Fred Fox. The Structures of Cell Membranes. Sci. Amer., Feb., 30-38, 1972.
2. E.D.P. DeRobertis, Francisco A. Saez and E.M.F. DeRobertis, Jr. Cell Biology. W.B. Saunders Company, 145-168, 1975.
3. Luis C. Junqueira, Jose Carneiro and Alexander N. Contopoulos. Basic Histology. Lange Medical Publications Maruzen Company Limited, 26-28, 1975
4. Roger Harrison and George G. Lunt. Biological Membranes: Their Structure and Function. John Wiley and Sons, N.Y., 59-115, 1975.
5. Roy O. Greep and Leog Weiss. Histology. McGraw-Hill Book Company. 28-53, 1973*

ทำไมเราจึงเป็นไข้หวัดใหญ่อยู่เสมอ

ประสาธ โพธิ์น้อมแดง*

ไข้หวัดใหญ่เป็นโรคที่เป็นกันมาก จนมีความรู้สึกเป็นของธรรมดา ช่วงของระยะเวลาและความถี่ของการเป็นไข้หวัดใหญ่ก็ขึ้นอยู่กับภูมิคุ้มกันที่มีอยู่ ไข้หวัดใหญ่เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบการหายใจโดยเฉพาะ การวินิจฉัยควรอาศัยหลักเทคนิคจากห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาล เพื่อจะได้ผลอย่างแน่ชัด ว่าเป็นไข้หวัดใหญ่จริงๆและมีไข้โรคอื่นซึ่งมีอาการคล้ายกัน เป็นที่ทราบกันอย่างแน่ชัดมาเกือบครึ่งศตวรรษว่า ไข้หวัดใหญ่เกิดขึ้นมาจากเชื้อไวรัสที่เรียกว่า "Influenza virus" โรคนี้เริ่มต้นด้วยอาการจาม มีไข้สูงอย่างรวดเร็ว ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย ปวดตามข้อมือข้อเท้า และตามด้วยอาการไอ อย่างไรก็ตามการเหล่านี้มิใช่จะเป็นการติดเชื้อไวรัสของไข้หวัดใหญ่เท่านั้น เพราะในระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา มีไวรัสหลายชนิดที่ก่อให้เกิดอาการเหล่านี้ได้ แต่โรคไข้หวัดใหญ่จริงๆนั้นจะมีลักษณะพิเศษคือ สามารถติดต่อและแพร่ขยาย จากแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่งอย่างรวดเร็ว และสามารถเกิดขึ้นได้กับบุคคลทุกวัย อันตรายของไข้หวัดใหญ่ จะมีมากต่อบุคคลที่เป็นโรคปอดและโรคหัวใจอยู่แล้ว ข้อมูลต่างๆนี้ได้รับการศึกษาของจำนวนประชากรที่ต้องเสียชีวิต ในพื้นที่ที่พบว่ามีเชื้อไข้หวัดใหญ่อยู่

การระบาดของไข้หวัดใหญ่

ถึงแม้จะเป็นที่ทราบกับคำว่าไข้หวัดใหญ่เป็นโรคระบาดชนิดหนึ่ง แต่ความเข้าใจถึงว่าทำไมการระบาดของโรคนี้ จึงเกิดขึ้นบ่อยครั้งนัก เห็นจะต้องรอคำตอบต่อไป

โดยมากเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรคในวัยเด็ก ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางต้านโครงสร้างและส่วนประกอบทางชีวเคมีของตัวไวรัส เป็นผลให้เด็กผู้เป็นโรค สร้างภูมิคุ้มกันต่อเชื้อไวรัสชนิดนั้นๆไปตลอดชีวิต ด้วยเหตุผลเหล่านี้เอง ทำให้ทางทุมและอัสกือโสไม่กลับมาเกิดต่อบุคคลนี้อีกเป็นครั้งที่สอง แม้แต่เชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดไข้หวัดใหญ่ ก็จะถูกภูมิคุ้มกันยับยั้งไว้เช่นกัน แต่ในครั้งนี้มี ความแตกต่างของเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดไข้หวัดใหญ่ ด้วยเหตุผลที่ว่าเชื้อไวรัสสามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ห่อหุ้มตัวต้านนอกบ่อยๆ

*อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

จนภูมิคุ้มกันก็ไม่สามารถจะจำได้ ภูมิคุ้มกันชนิดนี้เกี่ยวข้องกับแอนติบอดี (antibody) ซึ่งร่างกายสร้างขึ้นมาเพื่อต่อต้านเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรคครั้งก่อน ดังนั้นเราจึงติดเชื่อไข้หวัดใหญ่ทุกครั้งเมื่อเชื้อไวรัสมีการเปลี่ยนแปลง และนี่ก็คือสาเหตุที่ไข้หวัดใหญ่เกิดระบาดขึ้นได้บ่อยครั้ง

การเปลี่ยนแปลงของไวรัสนี้ เกิดขึ้นที่พื้นผิวที่ห่อหุ้มรอบนอกตัวไวรัสอยู่ โดยที่โครงสร้างทางชีวเคมีของพื้นผิวนี้เปลี่ยนไป ทั้งนี้พื้นผิวนอกอาจเปลี่ยนโครงสร้างไปโดยสิ้นเชิง (antigenic shift) หรืออาจเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป (antigenic drift) และยังสามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งสองชนิดไปพร้อมๆ กันได้ด้วย

นักวิจัยทั่วโลกได้ทำการค้นคว้า เพื่อหาคำตอบว่า “ทำไมการเปลี่ยนแปลงของเชื้อไวรัสเหล่านี้จึงเกิดขึ้นได้” ในที่สุดเราก็สามารถจะสรุปคำตอบจากผลการทดสอบได้ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไปนั้นเกิดขึ้นเพราะว่า เชื้อไวรัสจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ไวรัสที่คงอยู่นั้นเป็นผลจากการผ่าเหล่า (mutation) การผ่าเหล่าของไวรัสชนิดนี้ เป็นการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบบนพื้นผิวเพียงเล็กน้อย จึงเป็นผลให้เชื้อไวรัสสามารถหลบหลีกการยับยั้งของแอนติบอดีได้ และในที่สุดก็สามารถแพร่กระจายต่อไปอีก เราจึงพอจะสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีความกดดันจากระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย เป็นผลให้เชื้อไวรัสเปลี่ยนแปลงตัวเอง และคัดเลือกพันธุ์เพื่อการอยู่รอด สำหรับการเปลี่ยนแปลงอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีโดยสิ้นเชิง อาจเกิดขึ้นจากการถ่ายทอดสารพันธุกรรมระหว่างเชื้อไวรัสกันเองเป็นผลให้ได้เชื้อไวรัสพันธุ์ใหม่ขึ้น (hybrid) ซึ่งจะมีส่วนประกอบบนพื้นผิวที่ห่อหุ้มไวรัสอยู่แตกต่างไปจากเดิมทั้งหมด

จากการเปลี่ยนแปลงทั้งสองประเภทของเชื้อไวรัส ทำให้การระบาดของไข้หวัดใหญ่จากประเทศหนึ่งไปยังอีกประเทศหนึ่งเป็นไปอย่างง่ายดาย เพื่อให้การควบคุมการระบาดของไข้หวัดใหญ่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทางองค์การอนามัยโลกจึงจัดตั้งศูนย์กลางกรมตรวจเชื้อไวรัสขึ้นสองแห่งด้วยกัน แห่งหนึ่งอยู่ที่สหรัฐอเมริกา อีกแห่งหนึ่งที่ประเทศอังกฤษ เมื่อมีการระบาดของไข้หวัดใหญ่เกิดขึ้นที่ใดก็ตามเชื้อไวรัสนั้นก็จะถูกส่งไปยังศูนย์ตรวจที่ใกล้ที่สุด เพื่อที่จะทำการวินิจฉัยชนิดของเชื้อไวรัส และทำการผลิตวัคซีนป้องกันระบาดได้ทันที

การควบคุมด้วยวัคซีน

วัคซีนที่ใช้ควบคุมการระบาดของไข้หวัดใหญ่ในปัจจุบันมีอยู่สองประเภทด้วยกัน ประเภทแรกผลิตมาจากเชื้อไวรัสที่ตายแล้ว เรียกว่าคิลด์วัคซีน (killed vaccine) และประเภทที่สองผลิตมาจากเชื้อไวรัสที่ยังมีชีวิตอยู่ แต่อยู่ภายใต้สภาพที่อ่อนแอเรียกว่า ไลฟ์วัคซีน (lived vaccine) ไลฟ์วัคซีนมีคุณสมบัติเหนือกว่าคิลด์วัคซีนตรงที่ว่า ไลฟ์วัคซีนจะให้ภูมิคุ้มกันแก่ผู้รับโดยที่ผู้รับจะไม่แสดงอาการผิดปกติใดๆทั้งสิ้น จำนวนของเชื้อไวรัสในไลฟ์วัคซีนก็น้อยกว่าในคิลด์วัคซีน การให้ไลฟ์วัคซีนก็สามารถให้โดยการพ่นหรือหยอดผ่านทางจมูก ไม่ต้องฉีดผ่านผิวหนัง ไลฟ์วัคซีนกำลังเป็นที่นิยมใช้กันมากในประเทศไทยสหภาพโซเวียตรัสเซีย และประเทศจีนยังมีอีกหลายประเทศที่ให้ความสนใจในการใช้ไลฟ์วัคซีนสำหรับควบคุมการระบาดของไข้หวัดใหญ่ แต่ถึงอย่างก็ตาม จากประสบการณ์ที่ผ่านมา ยังมีอีกหลายประเทศที่ยังนิยมใช้คิลด์วัคซีน ในการควบคุมการระบาดของไข้หวัดใหญ่อยู่

ประสิทธิภาพของวัคซีนที่สามารถป้องกันการติดเชื้อของไข้หวัดใหญ่ จะขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อไวรัสในวัคซีนนั้นว่าจะมีความคล้ายคลึงมากน้อยเพียงใดเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อไวรัสที่บุกรุกเข้ามา ถึงแม้ว่าบุคคลผู้นั้นจะได้รับการฉีดวัคซีนป้องกันไข้หวัดใหญ่ไว้ก่อนแล้วก็ตาม ถ้าเชื้อไวรัสที่บุกรุกมีการเปลี่ยนแปลง (ไม่ว่าจะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป หรือเป็นแบบเปลี่ยนแปลงโดยสิ้นเชิง) บุคคลผู้นั้นก็จะเป็นไข้หวัดใหญ่ได้อีก จากความพยายามของนักวิจัยหลายท่าน เทคนิคใหม่ๆ ได้ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงการผลิตวัคซีนขึ้นจนบัดนี้ วัคซีนบางชนิดถูกผลิตมาจากโครงสร้างภายนอกที่หุ้มห่อไวรัสอยู่ (protein coat) เป็นผลให้ได้วัคซีนที่บริสุทธิ์ (pure) แต่สามารถใช้ป้องกันได้เฉพาะเชื้อเท่านั้น (specific vaccine)

ถึงแม้ว่าจะมีการผลิตวัคซีนขึ้นมามากมายหลายชนิดแล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่มีผู้ใดสามารถผลิตวัคซีนที่ใช้ป้องกันการติดเชื้อไข้หวัดใหญ่ได้ตลอดไป ดังนั้นเราจึงต้องฉีดวัคซีนป้องกันทุกครั้งที่เราจะมีการเปลี่ยนแปลง การฉีดวัคซีนหลายๆครั้งจะทำให้สมรรถภาพของการสร้างภูมิคุ้มกันในร่างกายลดน้อยลงไปเป็นผลให้ไม่ได้ภูมิคุ้มกันตามต้องการ บุคคลในวงการแพทย์จึงแนะนำให้มีการฉีดวัคซีนเฉพาะในกรณีของผู้ที่จะเกิดป่วยหนัก

หรืออาจเสียชีวิตถ้าเกิดเป็นไข้หวัดใหญ่ และบุคคลที่ต้องอยู่ดูแลโดยใกล้ชิดกับผู้ป่วยเป็นประจำ เช่นแพทย์และพยาบาล เป็นต้น

จากสถิติของประชากรที่เป็นไข้หวัดใหญ่ทั่วโลก ถึงจะเป็นผลเสียต่อการทำงานและเป็นการสูญเสียทางเศรษฐกิจก็ตาม ยังมีการโต้เถียงในวงการแพทย์เสมอว่า “จะมีความจำเป็น หรือ ควรจะ ให้มีการฉีดวัคซีนเป็นประจำแก่ประชากรที่แข็งแรงอยู่แล้ว เพื่อป้องกันไข้หวัดใหญ่หรือไม่”

ในโอกาสข้างหน้า ถ้าเราสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับเชื้อไข้หวัดใหญ่ มากกว่านี้ เราอาจผลิตวัคซีนที่มีประสิทธิภาพสูง เมื่อฉีดตามช่วงเวลาที่ต้องการแล้ว จะป้องกันการติดเชื้อมั่นใจแน่นอน ไม่ว่าเชื้อไวรัสนั้นจะมาในรูปใดก็ตาม

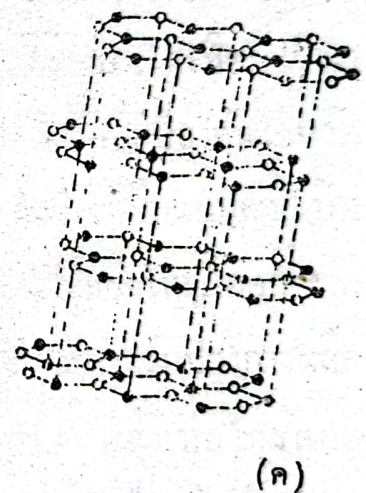
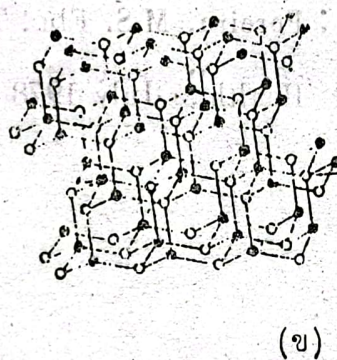
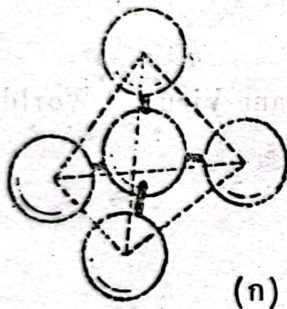
เอกสารอ้างอิง

แปลและเรียบเรียงจาก : Pereira, M.S. Flu : The Mutant Virus. "World Health" July 1978 pp 5-7.

เพชร และ พลอยเลียนเพชร

*นายสุวิน บุตรคำ

น้อยคนนักที่จะระลึกถึงเพชรตามความจริงว่า เพชรเป็นแร่ชนิดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน มีอะตอมของธาตุคาร์บอนเกาะเกี่ยวเข้าด้วยกันด้วยพันธะแบบประจุมร่วม (Covalent bond) โดยที่อะตอมของธาตุคาร์บอนตัวหนึ่งๆ ยึดกับอะตอมข้างเคียงจำนวนสี่ตัว ทำให้เกิดเป็นโครงสร้างพื้นฐานของผลึก ซึ่งมีรูปร่างคล้ายรูปปริมาตรมีฐานเป็นสามเหลี่ยมค้านเท่า (Tetrahedron) แล้วหน่วยพื้นฐานเหล่านี้ก็จะต่อกันเป็นผลึกใหญ่ในระบบสามแกนเหมือน (Isometric) (๑)



- รูปที่ 1. (ก) โครงสร้างมูลฐานเกิดจากอะตอมของธาตุคาร์บอนตัวหนึ่งยึดกับอะตอมอื่นๆ อีกสี่ตัว
- (ข) ลักษณะโครงสร้างของผลึกเพชร ซึ่งโครงสร้างมูลฐานต่อเข้าด้วยกันหนาแน่นเมื่อเทียบกับ
- (ค) โครงสร้างของผลึกแร่แกรไฟไฟท์ ซึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอนเหมือนกัน (คัดลอกและเปลี่ยนแปลงจากหนังสืออ้างอิง 2)

ด้วยสาเหตุลักษณะโครงสร้างดังกล่าวกับทั้งขนาดของอะตอมของธาตุคาร์บอนมีขนาดเล็กมากและมีประจุไฟฟ้าสูง ซึ่งทำให้เกิดแรงยึดกันระหว่างอะตอมให้แน่นมากนั่นเองสะท้อนให้เพชรมีลักษณะเด่นหลายประการ เช่น เพชรมีความแข็งเหนือสารธรรมชาติใดๆ ที่มนุษย์รู้จัก เช่น จุดหลอมเหลวของเพชรสูงถึง 3,700 องศาเซลเซียส เพชรคงทนต่อการกัดกร่อนด้วยสารเคมีเกือบทุกชนิด และครรชนหนักของเพชร เท่ากับ 2.4175 ซึ่งจัดว่าสูงมากเป็นพิเศษ (2)

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า เพชรเป็นแร่ชนิดหนึ่ง ซึ่งพบอยู่ในหินอัคนี จำพวกเพอริโดไทท์ (Peridotite) โดยที่หินชนิดนี้เย็นตัวจากหินหลอมเหลวภายใต้ภาวะอุณหภูมิและความดันสูงมาก นอกจากนั้นแล้วเพชรยังพบในลานแร่ซึ่งได้มาจากการพังพินท์ของหินอัคนีชนิดดังกล่าว อนึ่งตามรายงานจากการสำรวจหลุมอุกกาบาตหลายแห่งพบว่า มีเพชรอยู่ในหลุมด้วย แต่รายงานนั้นก็มิได้สรุปแน่ชัดว่าเพชรมาจากอุกกาบาตหรือว่าเกิดจากแรงกระแทกและความร้อนจากอุกกาบาตทำให้ธาตุคาร์บอนบนพื้นโลกเกิดการอัดตัวกันเข้าจนกลายเป็นเพชร (3 และ 4)

หากเรามองดูเพชรในแง่ประโยชน์บ้างก็ดูจะเป็นที่ทราบกันดีว่าเพชรมีความแข็งแรงมากเหมาะกับการที่ต้องการความแข็งแรงสูงๆ เช่น การตัดกระดูก การทำหัวเจาะเพชร การขัดเหล็กกล้า และที่เป็นพิเศษจริงๆ ก็คือการใช้เพชรเป็นเครื่องประดับทั้งนี้เพราะเพชรมีความงดงาม ยั่วยวนให้ผู้คนหลงใหลกันมาก จนกระทั่งปีหนึ่งๆ โลกผลิตเพชรได้ 30 ถึง 50 ล้านกัรัต (4) ก็ยังไม่เพียงพอแก่ความต้องการของตลาด ด้วยเหตุผลประการหลังนี้เอง ทำให้นักวิทยาศาสตร์จำนวนมากมาได้ทุ่มเทเงิน เวลาและสติปัญญา เพื่อหาวิธีผลิตเพชร หรือ ผลิตสารชนิดต่างๆ ที่คล้ายเพชรเพื่อนำมาสนองความต้องการของตลาดอัญมณี เฉพาะการผลิตเพชรอย่างเดียวของทะเลเบียนกรรมสิทธิ์ในอังกฤษและอเมริกาใต้ รายงานว่ามีผู้มาขอจดทะเบียนกรรมสิทธิ์ในการสังเคราะห์เพชรมากมาย แต่ครั้งพอสอบสวนเอาความจริงเข้า ปรากฏว่า กรรมวิธีที่มาขอจดทะเบียนเหล่านั้นโดยมากแล้วล้มเหลว หรือว่าผลิตเพชรได้ขนาดเล็กมาก จนกระทั่งเมื่อเดือนมิถุนายน 2518 บริษัท ยี อี แห่งสหรัฐอเมริกาได้เปิดเผยให้โลกได้ทราบถึง วิธีการสังเคราะห์เพชรและแสดงตัวอย่างเพชรสังเคราะห์ทั้งงดงามเช่นเดียวกับเพชรธรรมชาติ อย่างไรก็ตามเพชรที่สังเคราะห์ขึ้นได้นั้น

สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงมากจนกระทั่งไม่อาจจะผลิตขึ้นเพื่อการค้าได้ (5)

อีกหนทางหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์จะสนองความต้องการของตลาดการค้า เพชรพลอยได้ก็คือการผลิตสารอื่น ให้มีความงดงามและความทนทานเหมือนเพชรโดยที่สารนั้นๆ มิได้มีส่วนประกอบทางเคมีเหมือนเพชรเลย ฉะนั้นในที่นี้จะขอเรียกสารที่ประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อการเลียนเพชรว่า พลอยเลียนเพชร (Diamond Stimulants) ซึ่งในตลาดค้าเพชรพลอยในปัจจุบันมีพลอยเลียนเพชรนำออกมาขายกันอยู่หลายชนิด (บางทีก็เรียกว่า "เพชรเลียน" ซึ่งหาใช่เพชรไม่ แต่ควรจะเรียกว่า "พลอยเลียนเพชร" จะถูกต้องกว่า)

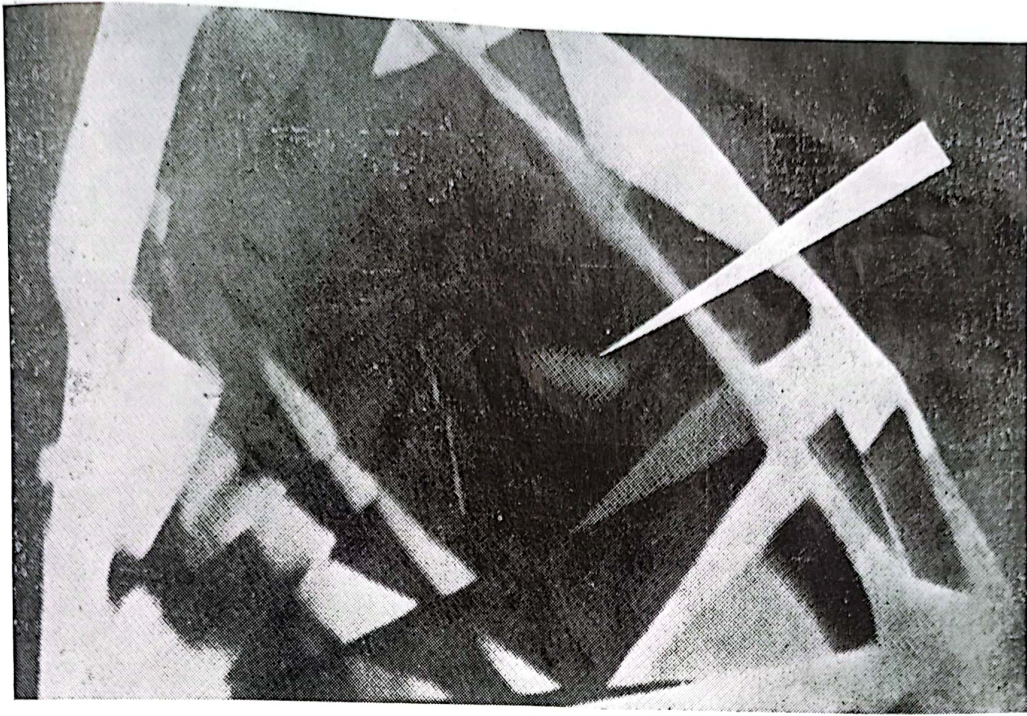
การตรวจสอบที่พอจะทำให้รู้ว่าอัญมณีชนิดที่สงสัยเป็นเพชรหรือพลอยเลียนเพชร จะกระทำได้อย่างไรต่อไป

ก. เพชร

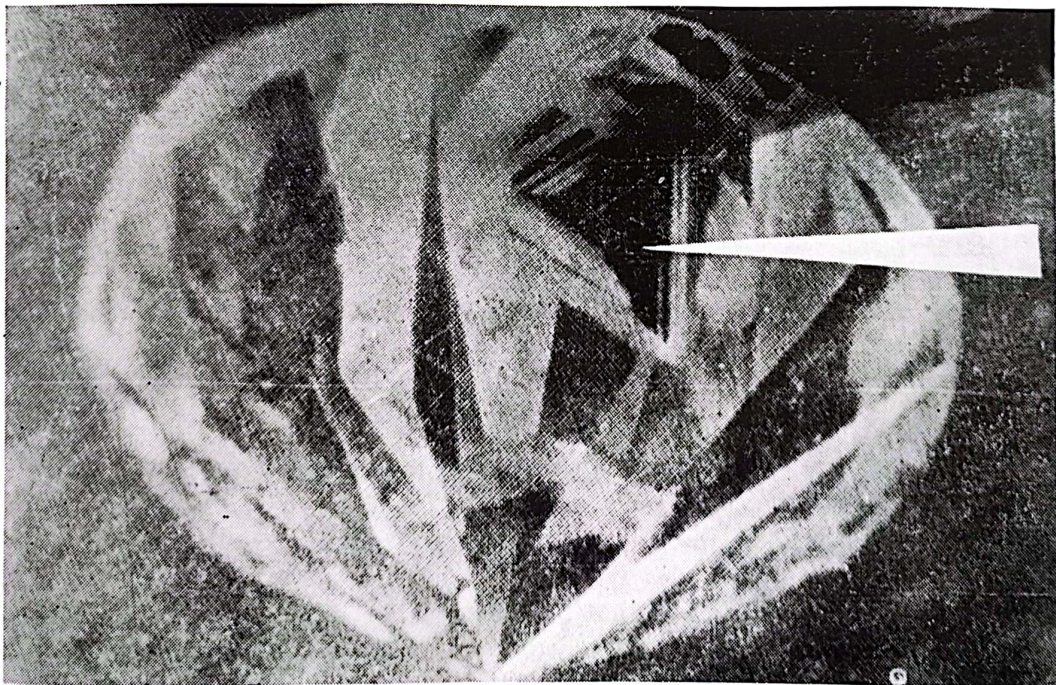
เพชรที่พบตามธรรมชาติมีหลายสี ที่นำมาใช้ทำอัญมณีได้แก่ เพชรใสไม่มีสีใสแกมเหลือง ชมพู ฟ้า เขียวและน้ำเงิน (4) โดยที่เพชรสีน้ำเงินจัดว่าเป็นเพชรที่มีราคาสูงที่สุด จนกระทั่งในปัจจุบันได้มีการมริวสร้างสีเพชรขึ้นโดยการยิงเพชรด้วยอนุภาคนิวตรอน (2) เมื่อนำเอาเพชรมาตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์หรือด้วยแว่นขยายขนาดกำลังขยายสิบเท่า มักพบว่า ภายในของเพชรเกือบทุกเม็ดมีสารที่เป็นมลทินอยู่ด้วยในปริมาณเล็กน้อยแล้วแต่คุณภาพของเพชร สารที่พบในเพชรมีทั้งที่อยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว และ ก๊าซ ของแข็งที่พบในเพชรโดยทั่วไปได้แก่ แร่ชนิดต่างๆ เช่น แกรไฟไฟท์, โอลิวิน (olivine), การ์เนท (garnets) และไมก้า (Micas) สารที่เป็นมลทินเหล่านี้จะไม่พบในพลอยเลียนเพชรเลย (6 และ 7) (รูปที่ 2 และ 3) ลักษณะเด่นของเพชรซึ่งไม่เหมือนกับพลอยชนิดใดๆ เลยก็คือความสามารถที่จะให้รังสีเอกซ์ผ่านไปได้ตลอด ฉะนั้นเมื่อนำเพชรไปวางบนฟิล์มแล้วให้รังสีเอกซ์ผ่าน แล้วนำฟิล์มมาล้างจะเห็นเป็นรอยสว่าง แต่ถ้าเป็นพลอยเลียนเพชรจะปรากฏเป็นรอยมืด วิธีการนี้เป็นวิธีการตรวจสอบเพชรที่แน่นอนที่สุด

ข. พลอยเลียนเพชร

พลอยเลียนเพชรที่นำมากล่าวในที่นี้เฉพาะพลอยประดิษฐ์เพื่อการเลียนแบบในด้านความงดงามของเพชร และ ที่กำลังเป็นที่นิยมอยู่ในขณะนี้ มีอยู่ 4 ชนิด คือ



ภาพที่ 2. แสดงลักษณะของแร่บางชนิดที่อยู่ในเนื้อเพชรแท้ และไม่พบในพลอยเลียนเพชรชนิดใด ๆ



ภาพที่ 3. แสดงรอยขีดฉีกเนื่องจากแนวแตกของเพชร ซึ่ง^๗เป็นแนวที่^๗ชัดว่า^๗เป็นเพชรแท้ มิใช่พลอยเลียนเพชร

1. รูไทล์ (Rutile)

รูไทล์ เป็นพลอยเลียนเพชรที่เริ่มประดิษฐ์ครั้งแรกในปี 2491 มีชื่อเรียกในภาษาการค้าว่าไทเทเนีย เพราะมันประกอบด้วยไทเทเนียมออกไซด์ (TiO_2) ได้มาจากการนำเอาผงออกไซด์ชนิดนี้มาหลอมในเปลวไฟที่มีความร้อนสูง แล้วปล่อยให้เย็นตัวกลายเป็นผลึกบนผลึกที่นำมาหล่อเข้าไว้

ลักษณะเด่นของพลอยชนิดนี้คือความสามารถในการกระจายแสงแดดหรือแสงสีขาวให้ออกเป็นสีต่างๆ ได้เด่นชัดมาก จนมันจึงเปลี่ยนประกายมากกว่าเพชรประมาณ 6 เท่า เมื่อนำเอาพลอยชนิดนี้มาตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบว่ามันมีรอยซ้อนปรากฏขึ้นเป็นรอยสลัวๆ นอกจากนั้นแล้วรูไทล์ยังมีสีเหลืองเข้ามาแซมทำให้พลอยชนิดนี้จะเลียนแบบได้ก็เฉพาะเพชรที่มีสีแกมเหลือง ซึ่งจัดว่าเป็นเพชรราคาต่ำมาก ๆ เมื่อเทียบกับเพชรใสปราศจากสี (3 และ 4)

2. สตรอนเทียม ไทเทเนท (Strontium titanate)

สตรอนเทียม ไทเทเนท จัดว่าเป็นพลอยเลียนเพชรที่มีค่าดัชนีหักเหใกล้เคียงเพชรมาก (2.42) ทำให้ยากแก่การตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แต่เมื่อสังเกตดูโดยการเปรียบเทียบกับเพชรแท้จะพบว่าพลอยเลียนเพชรชนิดนี้เปลี่ยนประกายมากกว่าเพชร และเมื่อดูเหลี่ยมเจียรนัยของมันจะเห็นว่าไม่มีความคมเหมือนกับเพชร ทั้งนี้เป็นเพราะว่ามันอ่อนกว่าเพชรแท้มาก ฉะนั้นเมื่อเจียรนัยสตรอนเทียม ไทเทเนท ข้างเจียรนัยจึงประสบความลำบากที่จะฝนขัดให้เหลี่ยมชัดเจน ลักษณะอีกอย่างหนึ่งที่จะทราบได้ว่าพลอยสีขาวใสคล้ายเพชรเป็น สตรอนเทียม ไทเทเนท ก็คือการหาค่าความถ่วงจำเพาะของมัน ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 5.13 ฉะนั้นเมื่อนำพลอยชนิดนี้ไปเทียบกับเพชรแท้ที่มีน้ำหนักเท่ากันจะเห็นว่าขนาดของมันเล็กกว่าเพชรแท้มาก (3 และ 4)

3. พลอยเลียนเพชรสกุล การ์เนตส์ (Garnets)

พลอยเลียนเพชรสกุลการ์เนตส์ ประดิษฐ์ขึ้นโดยอาศัยความก้าวหน้าทางโครงสร้างของแร่โดยแท้ กล่าวคือ เป็นการเลียนแบบโครงสร้างของแร่ การ์เนตส์ หรือ โทเมน ที่พบในธรรมชาติ ด้วยการนำเอาธาตุที่หายากมาเรียงตัวกันให้เป็นผลึกที่ไม่เคยพบในธรรมชาติ

พลอยเลียนเพชรในสกุลนี้ ได้แก่ ยัทเทียม อลูมิเนียม ออกไซด์ ($Y_3Al_5O_{12}$) และกาโดลิเนียม การ์เลียม ออกไซด์ ($Gd_3Ga_3O_5$) ซึ่งเรียกโดยย่อว่า YAG และ GGG ตามลำดับ (8)

พลอยเลียนเพชรทั้งสองอย่างนี้ จัดว่าคล้ายเพชรมากจนยากที่จะบอกว่าเป็นพลอยเลียนเพชรโดยอาศัยการดูด้วยสายตา นอกจากเสียว่าเปรียบเทียบความแข็งและค่าความถ่วงจำเพาะ กล่าวคือพลอยทั้งสองอย่างนี้อ่อนกว่าเพชรมากและมีขนาดเล็กกว่าเพชรซึ่งมีน้ำหนักเท่ากัน

4. เซอร์โคเนีย (Zirconia)

เซอร์โคเนีย เป็นพลอยเลียนเพชรที่เพิ่งประดิษฐ์ขึ้นเพื่อการนำมาเจียรรันเป็นพลอยเมื่อ 3 ปี ที่ผ่านมานี้เอง ทางทศกรณวิทยารูจักเร้นมานานแล้วในฐานะที่มีเป็นส่วนที่เหลือจากการสลายตัวของแร่เพทาย (Zircon) ซึ่งถูกทำลายโครงสร้างด้วยรังสีอัลฟา อย่างไรก็ตาม เซอร์โคเนีย ที่เป็นแร่ดังกล่าวมีโครงสร้างแตกต่างจากเซอร์โคเนียที่ประดิษฐ์ขึ้นโดยที่เซอร์โคเนียธรรมชาติมีรูปผลึกแบบ หนึ่งแกนเอียง (Monoclinic) แต่เซอร์โคเนียประดิษฐ์มีรูปผลึกแบบสามแกนเหมือน เช่นเดียวกับรูปผลึกของเพชร

พลอยเลียนเพชรชนิดใหม่นี้ กล่าวกันว่า มีลักษณะเหมือนเพชรมากที่สุด จนกระทั่งว่าความแข็ง ครรชนหักเห และความแวววาวก็ใกล้เคียงกับเพชร จนกระทั่งนักเคมีวิทยาทั้งหลายต่างประสพปัญหาในการที่จะบอกว่าเพชรแท้ที่ปราศจากมลทิน พลอยเลียนเพชรประเภทนี้ จะแยกออกจากกันได้อย่างไร (9)

จากลักษณะความคล้ายคลึง และ ความแตกต่างที่แสดงมาทั้งหมดนี้ จะทำให้เราเห็นความสามารถ ในการผลิตที่นักวิทยาศาสตร์ได้ทุ่มเทความพยายามลงไปพร้อมๆ กันก็เห็นว่านักเคมีวิทยาพยายามที่จะหาทางแยกเพชรแท้ ออกจากพลอยเลียนเพชรไปพร้อมๆ กัน

สำหรับพ่อค้าเพชรพลอย และผู้นิยมเพชรจึงควรที่จะให้ความสนใจติดตามความก้าวหน้าในวงการนี้อย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ซื้อเพชรจากตลาดในบ้านเมืองเรา ซึ่งยังไม่มีกฎหมายคุ้มครองป้องกันการฉ้อโกงจากพ่อค้าเพชรพลอยเหมือนในประเทศที่เจริญแล้ว ข้อเขียนนี้จะขอปิดท้ายด้วยข้อพึง ระลึกบางประการที่ท่านจะนำไปเป็นอนุสติ

ก่อนที่จะจ่ายเงินซื้อเพชรและพลอย

(1) จงซื้อเพชรพลอยเฉพาะจากร้านที่ท่านเคยซื้อขายกันมาเป็นเวลานาน และเจ้าของร้านมีความรู้ พอที่จะบอกท่านถึงที่มาของเพชรพลอย และสามารถบอกใบรับรองคุณภาพและราคา พร้อมทั้งการรับประกันการแลกเปลี่ยน-คืน อย่าซื้อเพชรพลอยจากคนแปลกหน้าเป็นอันขาด

(2) อย่าฝาก หรือ รับฝากผู้ใดซื้อเพชรพลอย

(3) กรณีที่สงสัยในคุณภาพและชนิดของพลอยว่าจะเหมาะสมแก่ราคาหรือไม่ควรติดต่อกับนักเคมีวิทยา

- (1) Hurlbut, Jr., (1971) Dana's Manual of Mineralogy 18th ed., Wiley International Edition, Toppan Company (td., Tokyo)
- (2) Bruton, E., (1970): Diamonds NAG Press Ltd., London
- (3) Metson, B., (1965): Principle of Geochemistry 3rd ed., Wiley International Edition, Toppan Company Ltd., Tekyo.
- (4) Webster, R., (1974): Gems: their source, descriptions, amd identification. Newnes-Butterworth, London
- (5) Nassau, K., (1976): New Synthetic Diamonds. Lapidary Journal Vol. 32, No 4, P.864-876.
- (6) Gubelin, E., (1969): Inclusions in Gemstones. J. of Gemmology Vol. 18 no. 14 p. 1-54
- (7) Anderson, W.S., (1974): Gem-Testing Butterworth London.
- (8) Naussan, K (1970): Garnets : New Diamond Imitation Lapidary Journal Vol. 22, no. 4, P. 675-694
- (9) Naussan. K (1978) : Cubic Zirconia, the latest diamond imitation and skull melting.
Lapidary Journal, Vol, 34, no. 4, p. 900-905.

พลังงานแสงแดดกับการเกษตรกรรม

วิรัช กงกะจันน์ *

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีรูปต่างๆ เช่น solar cell (วัตถุที่ผลิตกระแสไฟฟ้าได้จากแสงอาทิตย์) นั้นมีแนวโน้มที่จะให้พลังงานไฟฟ้าในอนาคตได้ อย่างไรก็ตามเรายังคงได้รับผลประโยชน์อย่างมหาศาล โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการที่เก่าแก่และสำคัญที่สุดอยู่คือ พลังงานแสงแดด หรือ กระบวนการสังเคราะห์แสง ผลประโยชน์ดังกล่าวนี้เราอาจจะเห็นได้จาก การใช้พืชเป็นแหล่งของเชื้อเพลิงได้ จากการวิจัยของ FAO แสดงให้เห็นว่า dry matter ทั้งหมดที่มนุษย์บริโภคนั้น ไม่น้อยกว่า 93.3% นั้นมาจากพืช และที่เหลืออีก 6.7% นั้นมาจากสัตว์ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนรูปของพืชไปเป็นอาหารที่บริโภคได้สำหรับมนุษย์เรา

เป็นที่ประจักษ์แล้วว่า ถ้าไม่มีกระบวนการสังเคราะห์แสงแล้ว มนุษย์ สัตว์ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ก็จะไม่สามารถมีชีวิตอยู่บนโลกนี้ได้ แม้ว่าชีวิตของเราจะขึ้นอยู่กับกระบวนการนี้ ก็ตาม แต่การกระทำของกระบวนการดังกล่าวจะไม่เป็นพืชเป็นภัยเหมือนในการอุตสาหกรรม

ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงแดดในพืชนั้น ไม่ว่าจะเป็นพืชเศรษฐกิจพืชอาหารสัตว์พืชตระกูลถั่ว หรือพืชอื่นๆ จะเป็นไปในรูปของพลังงานทางเคมีซึ่งคนเราก็สามารถจะนำไปใช้ได้ไม่เกิน 1 ถึง 2 เปอร์เซ็นต์ในฤดูการเพาะปลูก และค่าสูงสุดของประสิทธิภาพดังกล่าวจะสูงกว่า 4 เปอร์เซ็นต์เล็กน้อยในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนรูปนี้ในทางการเกษตร จะอยู่ในช่วงระหว่าง 0.03% (ในประเทศอินเดีย) และ 0.36% (ในระบบการปลูกพืชของประเทศยุโรปตะวันตก) กล่าวโดยทั่วไป ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนรูปในทางการเกษตรทั้งหมดจะต่ำมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในประเทศที่กำลังพัฒนา ดังนั้นจึงมีข้อเสนอแนะว่า เราควรจะให้ความสนใจอย่างมากในเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของการเปลี่ยนรูปพลังงานแสงแดดในพืช

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาส่งเสริมการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ได้มีการคาดการณ์ไว้ว่าในราวปี ค.ศ. 1985 ผลผลิตธัญพืชในประเทศที่กำลังพัฒนาจะลดลง 185 ล้านตัน ประมาณ 50% ของการลดลงดังกล่าวจะเกิดขึ้นในประเทศเอเชีย ประเทศออสเตรเลียจะเป็นประเทศที่สามารถเพิ่มผลผลิตเพื่อทดแทนในส่วนที่ลดลงนี้ได้เนื่องจากธัญพืชเป็นส่วนประกอบของอาหารที่สำคัญของมนุษย์แทบทั้งหมดดังนั้นปัญหาในเรื่องนี้จึงเป็นปัญหาที่สำคัญยิ่ง นอกเหนือจากนี้แล้ว เราจะต้องประสบกับปัญหาการขาดแคลนอื่น ๆ เช่น โปรีติน พืชอื่น ๆ และผลผลิตภักซ์ทางป่าไม้ เป็นต้น

พื้นที่ผิวของโลกถูกปกคลุมด้วยพืชพันธุ์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและสังคม แต่ทำไมเราคงปล่อยให้ประสิทธิภาพของการแปรรูปพลังงานแสงแดดต่ำ การเพิ่มประสิทธิภาพอาจทำได้โดยการเพิ่มการใช้ประโยชน์ของพลังงานแสงแดด โดยการเลือกชนิดของพืชสำหรับการเพาะปลูกในพื้นที่ที่แตกต่างกันไป เราอาจพบว่า พืชหลายชนิดไม่เหมาะสมที่จะใช้ปลูกในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น ประวัติความเป็นอยู่ และสภาพของเศรษฐกิจ และสังคมของแต่ละท้องถิ่น

ตัวอย่างเช่น ข้าวสาลีเป็นพืชที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารที่สำคัญในหลายพื้นที่ของโลก และเราสามารถนำไปปลูกได้ในทุกสภาพพื้นที่ ผลผลิตของข้าวสาลีจะอยู่ในช่วง 1 ตัน ต่อเฮกเตอร์ในประเทศที่กำลังพัฒนาและถึง 5 ตันต่อเฮกเตอร์ในประเทศยุโรปตะวันตก

พืชบางอย่าง เช่น ข้าวสามารถปรับตัวได้อย่างดีเลิศในทุกสภาพพื้นที่เพาะปลูก การปรับตัวและความสามารถเพิ่มระดับผลผลิตของพื้นที่เหล่านี้ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงกันมาหลายพันปีแล้ว เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับประชากรที่หนาแน่นในหลายประเทศในเอเชีย อย่างไรก็ตาม ฝ้าย และน้ำ ก็เป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มผลผลิตอย่างมีประสิทธิภาพของพืชดังกล่าว

สิ่งที่มีความจำเป็นสำหรับการเปลี่ยนรูปพลังงานแสงแดดอีกประการหนึ่ง คือ การปลูกพืชทางการเกษตรไม่ได้ปลูกให้ปกคลุมพื้นผิวโลกตลอดทั้งปีโดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชในเขตอบอุ่น ซึ่งฤดูกาลเพาะปลูกเพียง 4 หรือ 5 เดือนเท่านั้น ส่วนเวลาที่เหลือในแต่ละปีนั้น พลังงานแสงแดดจะส่องลงบนพื้นดินที่ว่างเปล่า ในระยะเริ่มแรกของฤดูเพาะปลูกแสงแดดส่วนใหญ่จะส่องลงบนพื้นดิน อ้อยเป็นพืชที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการเปลี่ยนรูปพลังงานแสงแดด อ้อยจะใช้เวลาปลูก 12 เดือน หรือมากกว่านี้ แต่ประสิทธิภาพของการเปลี่ยนพลังงานเฉลี่ยแล้วเพียง 2.5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

ซึ่งเรื่องดังกล่าวนี้เราจะแก้ไขได้โดยใช้วิทยาศาสตร์ทางการเกษตร ในกรณีของการปรับตัวของพืชต่อสิ่งแวดล้อม อาจทำได้โดยการทำงานร่วมกันระหว่างนักสรีรวิทยาทางพืช และนักผสมพันธุ์พืช โดยในขั้นแรกจะต้องมีการวางรูปแบบของพืชที่ต้องการสำหรับสิ่งแวดล้อมเฉพาะเสียก่อนแล้ว นักผสมพันธุ์พืชจึงสามารถผลิตพันธุ์ใหม่ให้เป็นไปตามความต้องการได้ตัวอย่างที่ดีที่สุดสำหรับกรณีดังกล่าว คือ ข้าวโพด ซึ่งนักพืชศาสตร์ชาวอเมริกันใช้เวลาครึ่งศตวรรษในการรวบรวมยีนส์ที่ดีของข้าวโพดเพื่อผลิตข้าวโพดพันธุ์ใหม่ที่สามารถนำไปปลูกได้ในทุกสภาพแวดล้อม ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงเพื่อผลิตพืชทำนองนี้กันอย่างกว้างขวาง

การใช้ทรัพยากรทางการเกษตร เช่น ปุ๋ย และน้ำ เพื่อเพิ่มระดับของผลผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งสภาพของดินนั้นเป็นดินเก่าแก่และปกติกักจะขาดแร่ธาตุ ซึ่งทำให้ต้องใช้การลงทุนในเรื่องปุ๋ยเป็นจำนวนมากในอนาคต ในบางทวีปซึ่งปริมาณน้ำฝนค่อนข้างต่ำและแปรปรวนอยู่เสมอ การใช้น้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรจึงเป็นเรื่องที่ควรจะได้รับคามสนใจมากยิ่งขึ้น แต่ปรากฏโดยทั่วไปว่า ผลประโยชน์จากโครงการชลประทานนั้น ยังคงได้รับไม่เต็มที่นัก

แม้ว่าการใช้การชลประทานเพื่อการเพาะปลูกจะทำให้ผลผลิตที่ได้รับสูงสุด เช่น การปลูกฝ้ายและข้าวในประเทศออสเตรเลียก็ตาม แต่ปรากฏว่าพืชเหล่านี้ยังคงมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงต่ำ จึงน่าที่จะหยิบยกมาพิจารณาว่า พื้นฐานของการผลิตของพืชนั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการสังเคราะห์แสงหรือไม่

ในกระบวนการสังเคราะห์แสงนั้น คาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งจะมีอยู่ทั่วไปในบรรยากาศ รวมทั้ง น้ำ พลังงานแสงแดด และรงควัตถุสีเขียว (Chlorophyll) จะทำปฏิกิริยาเพื่อผลิตแป้ง พลังงานแสงแดดที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงนั้นมีมากเกินไป โดยความจริงกระบวนการนี้จะกระทำแล้วซ้ำเล่าก่อนที่พลังงานแสงแดดจะหมดลง โดยทั่วไปคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศจะมีจำนวนเพียงพอสำหรับกระบวนการนี้ แต่ในบางครั้งการปลูกพืชในเรือนกระจก เราอาจจะพบว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เพียงพอสำหรับในประเทศออสเตรเลียนั้น น้ำเป็นข้อจำกัดสำหรับการเพาะปลูก

ในกระบวนการสังเคราะห์แสงนั้น ปริมาณน้ำที่ใช้มีจำนวนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ปริมาณน้ำที่ใช้จำนวนมากนั้นใช้เพื่อการระเหยในกระบวนการที่เรียกว่า การคายน้ำ ซึ่งเกิดขึ้นตลอดเวลา ดังนั้นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของนักผสมพันธุ์พืชนักพืชศาสตร์ และนัก

สรีรวิทยาทางพืช คือการปรับปรุงพันธุ์ พืชให้มีพื้นที่ใบที่อยู่ในภาวะสูญเสียน้ำน้อยมากและสามารถรับพลังงานแสงแดดมากที่สุด ซึ่งค่อนข้างยากมาก

เป็นไปได้ที่พืชบางชนิดอาจจะมีใบซ้อนกันหลายชั้น กันนั้นเพื่อที่จะให้ใบของพืชแต่ละใบได้รับแสง ใบทั้งหมดควรจะอยู่ในระดับแนวตั้ง ตัวอย่างที่ดีของการเรียงใบดังกล่าว เราอาจจะพบได้ในธัญพืชสมัยใหม่บางชนิด เช่น ข้าวบาร์เลย์ พืชพันธุ์ใหม่เหล่านี้จะให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เก่า ซึ่งมีใบคาและป้องกันไม่ให้แสงแดดส่องลงมาถึงใบโคนต้น พืชบางชนิด เช่น ทานตะวัน จะมีใบอยู่ในระดับแนวนอน จึงมีประสิทธิภาพในการรับแสงต่ำกว่าธัญพืช

นักพืชศาสตร์พยายามที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของการรับแสงแดดโดยวิธีการผสมพันธุ์ พืชให้อยู่ในระดับ และมุมของใบเพื่อให้พื้นที่ของใบทั้งหมดรับแสงได้ตามที่ต้องการ ตัวอย่างที่น่าสนใจในการปรับปรุงพันธุ์ ดังกล่าว คือ พืชหัวในเขตร้อนที่สำคัญ ๆ เช่น มันสำปะหลัง การทาบกิ่งมันสำปะหลังจากพันธุ์ ที่ติมายังต้นตอพันธุ์ ๕ เดิมจะสามารถเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้นถึงสองเท่า และเป็นที่เชื่อได้ว่าผลผลิตของพืชหัวสามารถทำให้สูงขึ้นได้ถึง 70 ตันต่อเฮกเตอร์ ปัจจัยที่สำคัญที่มีส่วนช่วยในการเพิ่มผลผลิต คือ การทาบกิ่งของมันสำปะหลังเพื่อให้มีพื้นที่และจำนวนของใบได้ตามที่ต้องการ

การปรับปรุงทางพันธุกรรมในมันสำปะหลัง ทานตะวัน และพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ สามารถที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ พืชที่ให้ประโยชน์สูงสุดและคงทนถาวรได้ ดังเช่นข้าวบาร์เลย์

จุดมุ่งหมายอีกอย่างหนึ่ง คือ การเพิ่มปริมาณการผลิตอาหารของพืชซึ่งเกี่ยวข้องกับน้ำโดยการทดลองโดยใช้สารเคมี แสดงให้เห็นว่า เราสามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์ดังกล่าว เช่น สารเคมีที่มีชื่อว่า CCC (2-chloroethyl trimethylammoniumchloride) สามารถทำให้ต้นพืชหลายชนิดมีลำต้นสั้นลง หรือลดพื้นที่ใบและ ในบางกรณีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปากใบก็ได้

ปากใบ คือ รูเล็ก ๆ ที่ปรากฏอยู่บนใบของพืชและส่วนอื่น ๆ ที่ถูกอากาศ ปากใบมีบทบาทที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง เพราะจะทำหน้าที่คายน้ำออกและรับคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ใบพืช การเปิดปากใบเพียงเล็กน้อยเพื่อยอมให้น้ำระเหยออกเพียงเล็กน้อยโดยไม่กระทบกระเทือนต่อการลดปริมาณการไหลเข้าของคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งผลของเปิดปากใบแบบนี้จะเป็นการเพิ่มปริมาณการผลิตอาหารโดยใช้ปริมาณน้ำในแต่ละหน่วย การเพิ่มดังกล่าวนี้เป็นสิ่งที่เราต้องการมากในการปลูกพืชในประเทศที่แห้งแล้ง

จากการทดลองด้วย CCC ทำให้ได้ประสิทธิภาพสำเร็จ ไม่ว่าจะเป็นการทดลองที่มีการควบคุมปัจจัย หรือในสภาพพื้นที่เพาะปลูกจริง ๆ ตัวอย่างผลผลิตของทานตะวันจะเพิ่มสูงขึ้น 50 เปอร์เซ็นต์ โดยการเพาะปลูกในพื้นที่ซึ่งมีน้ำจำกัดสำหรับการเจริญเติบโตของพืชอย่างใดก็ตามนักผสมพันธุ์พืช ก็ยังคงพยายามผสมพันธุ์พืช โดยวิธีพันธุ์ศาสตร์ เพื่อให้ได้พันธุ์พืชที่มีแบบอย่างของการเปลี่ยนแปลงตามความต้องการของนักสรีรวิทยาทางพืชต่อไป

องค์ประกอบหลายอย่างในระบบของการสังเคราะห์แสง สามารถที่จะถูกปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เกิดผลประโยชน์ได้ ประการแรก คือ ระบบหายใจ ซึ่งหมายถึงการแตกสลายของน้ำตาลไปสู่รูปของพลังงานเพื่อให้เกิดการกระทำอื่น ๆ ในพืช การหายใจนั้นเกิดขึ้นตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน เพียงแต่ในเวลากลางวันพืชได้พลังงานมากกว่า จากการศึกษาดังกล่าวของการแตกสลายในแต่ละขั้นตอนแสดงให้เห็นว่า จะมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ๆ ในการทำให้เกิดประสิทธิภาพทั้งหมดของพืช ข้อมูลดังกล่าวนี้สามารถนำมาใช้ในการผสมพันธุ์พืชเพื่อพัฒนาพันธุ์พืชให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เทคนิคใหม่ทางพันธุกรรมอีกวิธีหนึ่ง คือ การผสมยีนส์ เช่น เราสามารถที่จะนำยีนส์ที่มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนไปใส่ในแบคทีเรียที่ไม่เคยมีลักษณะเช่นนั้นมาก่อนได้ ถ้าวิธีการดังกล่าวนี้สามารถนำมาใช้ได้จริง จะทำให้เราได้รับผลประโยชน์มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ยีนส์ของธัญพืชในเขตร้อน (เช่น อ้อย) จะมีประสิทธิภาพในการกระบวนการสังเคราะห์แสงมาก แม้ว่าใบจะมีประสิทธิภาพในการรับคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำก็ตาม ยีนส์ดังกล่าวนี้จะถูกนำไปให้กับพืชอื่น ๆ ที่ขาดความสามารถในลักษณะนี้

ในปัจจุบันการเปลี่ยนรูปพลังงานแสงแดดของพืชเพื่อผลิตอาหารที่มนุษย์และสัตว์นำไปบริโภคได้นั้น เป็นวิธีที่ถูกที่สุดและได้ประสิทธิภาพที่สุดวิธีหนึ่ง และมีเส้นทางที่ผลผลิตของพืชอาจจะนำไปใช้การผลิตพลังงานเหลวได้ เช่น อีเทนอลเป็นต้นอย่างใดก็ตาม กระบวนการสังเคราะห์แสงควรจะเป็นสิ่งแรกที่ได้รับการพัฒนาอย่างกว้างขวางเพื่อช่วยลดต้นทุนของการใช้ปัจจัยการผลิตในค่านพลังงานลง

การใช้พลังงานแสงแดดโดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงสามารถทำได้ โดยไม่มีอันตราย อย่างไรก็ตามเราจำเป็นต้องทำการวิจัยอย่างรีบด่วนเพื่อจะได้เข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์แสงให้มากยิ่งขึ้นและใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์พืชต่อไป

อ้างอิงเอกสาร

เรียบเรียงมาจาก John Lovett and Jan Falconer, The Sun at Work, Hemisphere,



แง่คิดการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ

นันทวล อุดมพจนานนท์ *

เมื่อประมาณยี่สิบ-สามสิบปีที่ผ่านมา มีการสอนให้นักเรียนรู้จักปฏิบัติตนให้ถูกสุขบัญญัติ 10 ประการ เพื่อให้มีสุขภาพแข็งแรง สุขบัญญัติประการหนึ่ง ให้รับประทานไขมันอย่างน้อยวันละฟอง ในปัจจุบันอาศัยความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ได้พิสูจน์แล้วว่า ไขมันแดงมีปริมาณของคลอเลสเตอรอล (Cholesterol) สูง ถ้ารับประทานไขมันมากเกินไป จะทำให้มีปริมาณของคลอเลสเตอรอลในโลหิตสูง ซึ่งเป็นบ่อเกิดของโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจ ปัจจุบันจึงมีการแนะนำให้รับประทานไขมันเพียงสัปดาห์ละ 2-3 ฟอง ก็เป็นการเพียงพอ

ในผักโขม (Spinach) มีปริมาณของธาตุเหล็กที่สามารถถูกดูดซึมไปใช้ได้สูง และเหล็กมีความสำคัญสำหรับสร้างเม็ดโลหิต ในสมัยก่อนจึงมีการแนะนำให้ใช้ผักโขมต้มกับข้าวไข่เลี้ยงเด็ก ในปัจจุบันพบว่า ในผักโขมมีสารพวกออกซาลเลต (Oxalate) สูง ซึ่งสารออกซาลเลตนี้ สามารถรวมตัวกับแคลเซียมในลำไส้ ได้ตะกอนแคลเซียมออกซาลเลตมีผลทำให้แคลเซียมไม่ถูกดูดซึมไปใช้สร้างกระดูก ดังนั้นผักโขมจึงไม่เหมาะที่จะเป็นอาหารของเด็ก

ตัวอย่างอาหารอีกชนิดหนึ่งที่จะกล่าวในที่นี้คือ อาหารพวกเครื่องในสัตว์ ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารหลายประการ แต่ขณะเดียวกัน อาหารพวกเครื่องในสัตว์นี้มีสารพวกกรดนิวคลีอิก (Nucleic acids) สูง การทำลายพิวรีน (Purine, เป็นส่วนประกอบของกรดนิวคลีอิก) ในคน จะได้สารประกอบเป็นกรดยูริก (Uric acid) ซึ่งกรดยูริกสามารถจะรวมตัวกับ โซเดียมได้เป็นสารประกอบโซเดียมยูเรต (Sodium Urate) มาจับที่ข้อต่อ ทำให้เป็นโรคปวดตามข้อ (Rheumatism) ในคนไข้ที่เป็นโรคปวดตามข้อ แพทย์จึงห้ามรับประทานอาหารพวกเครื่องในสัตว์ ในอาหารพวกเนย ไขมันแดงมีปริมาณของพิวรีนต่ำ เหมาะสำหรับเป็นอาหารของคนที่เป็นโรคปวดตามข้อ แต่ก็มีข้อเสียคือ เนยและไขมันแดงมี

* อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปริมาณของคอเลสเตอรอลสูงเกินไป

จากตัวอย่างอาหารที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าการรับประทานอาหาร จะต้องคำนึงถึงส่วนประกอบของสารต่างๆ ที่มีอยู่ในอาหาร แต่เนื่องจากว่าความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ยังไม่เพียงพอที่จะวิเคราะห์ถึงส่วนประกอบทุกอย่างที่มีอยู่ในอาหารแต่ละชนิด ดังนั้นผู้เขียนจึงเห็นว่าเพื่อความปลอดภัย ควรฝึกหัดให้เป็นคนรับประทานอาหารหลายๆ ชนิด เพื่อให้มีสัดส่วนของอาหารชนิดต่างๆ พอเหมาะที่จะดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ

ผู้เขียนได้พบผู้ที่เป็นโรคปวดตามข้อคนหนึ่ง ซึ่งเป็นผู้ที่ชอบรับประทานอาหารเครื่องในสัตว์มาก เมื่อเขาไม่สามารถห้ามความอยากได้ จึงรับประทานอาหารเครื่องในสัตว์ แล้วรับประทานยาป้องกันไม่ให้ปวดตามข้ออีกทีหนึ่ง ผู้เขียนใคร่ขอให้แง่คิดการใช้ยาไว้ ณ ที่นี้คือยาต่างๆ ที่ใช้กันอยู่แม้จะได้มีการพิสูจน์แล้วว่าสามารถรักษาโรคหนึ่งได้ และยาบางชนิดก็มีการพิสูจน์ถึงผลเสียบางประการที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้ยานั้นๆ เช่น มีอาการแพ้ในบางคน แต่ผลเสียบางประการก็ไม่สามารถพิสูจน์ได้ จากความรู้ทางวิชาการในสมัยนั้น ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ ยาแอสไพริน และเอพิจี ซึ่งได้ใช้กันมานานสำหรับแก้อาการไข้และอาการปวดต่างๆ โดยไม่ทราบว่ายานี้มีผลในการกัดกร่อนกะเพาะอาหาร ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ พิสูจน์ได้แน่นอนแล้วว่า ยาแอสไพรินและเอพิจี กัดกร่อนกะเพาะได้ แพทย์จึงให้คนไข้รับประทานยา ดังกล่าวหลังจากรับประทานอาหารลงไปเคลือบกะเพาะไว้ก่อน เพื่อป้องกันไม่ให้เป็นโรคกะเพาะติดตามาจากการใช้ยาดังกล่าว

จากตัวอย่างของอาหารบางชนิดที่กล่าวมา ซึ่งมีสารประกอบที่มีทั้งคุณและโทษแก่ร่างกาย ถ้าวรับประทานในปริมาณที่ไม่เหมาะสม และการรับประทานอาหารบางอย่างเพื่อความอร่อยที่ปาก ทั้งๆ ที่รู้โทษของการรับประทานอาหารดังกล่าว แล้วรับประทานยาแก้มันก็ควรคำนึงถึงผลเสีย (ซึ่งยังไม่สามารถที่จะพิสูจน์ได้) ที่อาจเกิดจากการรับประทานยานั้น ผู้เขียนจึงใคร่ขอแสดงข้อคิดเห็นไว้ ณ ที่นี้ว่า การรับประทานอาหารนั้น ควรรับประทานอาหารหลายๆ ชนิดผลัดเปลี่ยนกันไป เพราะอาหารแต่ละชนิดจะมีคุณค่าทางอาหารต่างกัน และมีสิ่งที่ให้โทษแตกต่างกันไป และรับประทานในสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้ดำรงชีวิตอยู่ได้โดยมีสุขภาพอนามัยแข็งแรง ให้มีความเจ็บไข้และใช้น้อยที่สุด การออกกำลังกายพอสมควร และการทำจิตใจให้สงบก็มีส่วนสำคัญในการช่วยให้มีสุขภาพอนามัยที่

สมบูรณ์

ข่าวสั้น

คณะนักวิทยาศาสตร์ญี่ปุ่นเยี่ยมคณะวิทยาศาสตร์

เมื่อวันที่ 29 มกราคม 2522 คณะนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น 7 คน จาก Japanese Society for the Promotion of Science ภายใต้การนำของศาสตราจารย์ ดร.ทาคุจิ ได้มาเยี่ยมคณะวิทยาศาสตร์ เพื่อปรึกษาหารือเกี่ยวกับเส้นทางที่จะทำงานวิจัยร่วมกันในอนาคตตลอดจนให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ การนี้คณะวิทยาศาสตร์ ได้จัดผู้ที่เกี่ยวข้องเราจากวัย และให้การต้อนรับเป็นอย่างดี

การอบรมครูวิทยาศาสตร์

ในระหว่างวันที่ 18-30 มีนาคม 2522 ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ได้จัดให้มีการอบรมครูวิทยาศาสตร์ สาขาธรณีวิทยา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อที่จะเพิ่มพูนความรู้ทางด้านธรณีวิทยา รวมทั้งเปิดโอกาสให้ครู-อาจารย์ ได้มีพบปะสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน การอบรมครั้งนี้ มีครู-อาจารย์ จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือเข้ารับการอบรมจำนวน 41 คน

คณะวิทยาศาสตร์ จัดอบรมสัมมนา

เพื่อให้การดำเนินงานด้านธุรการ และด้านการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น คณะวิทยาศาสตร์ จึงจะจัดให้มีการอบรมสัมมนาหน่วยธุรการ และการพัฒนาการเรียนการสอนขึ้นในระหว่างวันที่ 11-13 พฤษภาคม 2522 และในระหว่าง วันที่ 1-3 มิถุนายน 2522 ขึ้นตามลำดับ ณ เขื่อนลำปาว จังหวัดกาฬสินธุ์ การอบรมครั้งนี้จะมีข้าราชการ และอาจารย์เข้าอบรมสัมมนาประมาณ 70 คน

คณะวิทยาศาสตร์ ร่วมโครงการพัฒนาการเรียนการสอน

ในระหว่างวันที่ 28-30 มีนาคม 2522 ทบวงมหาวิทยาลัย ได้จัดให้มีการประชุมสัมมนาว่าด้วย การพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ขึ้นที่โรงแรมโฆษะ จังหวัดขอนแก่น โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้การผลิตครูวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ระดับปริญญาของสถาบันต่าง ๆ ให้ได้มาตรฐานยิ่งขึ้น การประชุมครั้งนี้มีอาจารย์ จากคณะวิทยาศาสตร์เข้าร่วมประชุมด้วย 3 คน.

พิมพ์ที่โรงพิมพ์ศิริกัณฑ์ ออฟเซ็ท ขอนแก่น โทร. 236141 นายอารีย์ หอวิจิตร ผู้พิมพ์โฆษณา