วารสารวิชาการ
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

EAU HERITAGE JOURNAL

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม-มิถุนายน 2556 Vol. 7 No. 1 January-June 2013

ISSN 2286-6175

นโยบายการจัดพิมพ์

วารสาร EAU Heritage เป็นวารสารราย 6 เดือน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชียจัดพิมพ์ขึ้นเพื่อเผยแพร่ความรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าและเปิดโอกาสให้นักศึกษา นักวิจัย คณาจารย์ ตลอดจนนักวิชาการทั่วไป ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานให้เป็นที่รู้จักต่อสาธารณชน และได้แลกเปลี่ยนความรู้ในวิทยาการด้านต่าง ๆ

บทความที่เสนอเพื่อตีพิมพ์

บทความที่เสนอเพื่อพิจารณาต้องเป็นบทความวิชาการหรือรายงานการวิจัยทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษ หรือภาษาต่างประเทศอื่น เรื่องที่จะได้รับการตีพิมพ์ต้องผ่านกระบวนการพิจารณากลั่นกรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องก่อนลงตีพิมพ์ และต้องเป็นบทความที่ยังไม่เคยได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่หรืออยู่ระหว่างการพิจารณาในวารสารอื่น ๆ (การละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ส่งบทความโดยตรง)

การเตรียมต้นฉบับ

ต้นฉบับที่เสนอเพื่อพิจารณาลงตีพิมพ์ ต้องมีรูปแบบดังต่อไปนี้

1. พิมพ์ด้วยกระดาษ A4 ความยาวประมาณ 6-10 หน้า
2. รูปแบบตัวอักษรให้ใช้ Angsana new ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และขนาดของตัวอักษร หากเป็นชื่อเรื่องใช้ตัวอักษรขนาด 20 หัวข้อต่าง ๆ ใช้ตัวอักษรขนาด 16 และส่วนเนื้อหาทั่วไปใช้ตัวอักษรขนาด 15
3. รูปแบบการจัดหน้า และจัดแนวข้อความชิดซ้าย (ไม่ต้องปรับขวา)
4. เขียนชื่อ ตำแหน่ง สถานที่ทำงานและที่อยู่ของผู้เขียนอย่างชัดเจน โดยแยกออกจากส่วนต้นฉบับและบทคัดย่อ
5. แนบบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษมาพร้อมกับบทความ โดยกำหนดความยาวของบทคัดย่อไม่เกินครึ่งหน้ากระดาษ A4 พร้อมทั้งกำหนดคำสำคัญ (key words) ไม่เกิน 6 คำ
6. แยกไฟล์ตาราง รูปภาพ ที่ประกอบในเนื้อหาบทความ และส่งมาพร้อมกับไฟล์บทความ

การอ้างอิงและการเขียนเอกสารอ้างอิง

ในกรณีที่ผู้เขียนต้องการระบุแหล่งที่มาของข้อมูลในเนื้อเรื่องให้ใช้วิธีการอ้างอิงแบบนามปี (APA) โดยระบุชื่อผู้แต่ง ปีพิมพ์ และเลขหน้าที่ข้อมูลปรากฏอยู่ (ชื่อ นามสกุล, ปีพิมพ์, เลขหน้า) ตัวอย่างเช่น

(ธวัชชัย สันติวงษ์, 2540, หน้า 142)

(Fuchs, 2004, p. 21)

ส่วนการเขียนรายการอ้างอิงท้ายเล่ม ให้ใช้ระบบการอ้างอิงแบบ APA ตัวอย่างการเขียนรายการอ้างอิง มีดังนี้

1. หนังสือ

ชื่อผู้แต่ง. (ปีพิมพ์). *ชื่อหนังสือ* (ครั้งที่พิมพ์). เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์หรือหน่วยงานที่พิมพ์.

ประคอง กรรณสูต. (2541). *สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บรรณกิจ.

วิทยา นภาริกุลกิจ. (2523). *การเมืองส่วนท้องถิ่นในประเทศไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

Sharp, W. F. (1985). *Investment* (3rd ed.). New Jersey: Prentice-Hall.

2. ชื่อบทในหนังสือรายงานการประชุม

Hay, S. P. (1975). Political parties and the community-society continuum. In W. N. Chambers & W. D. Burnham (Eds.)., *The American party systems Stage of political development* (2 nd ed.). New York: Oxford university press.

สุไร พงษ์ทองเจริญ. (2539). สาระสำคัญเกี่ยวกับการเรียนการสอนภาษาอังกฤษระดับประถมศึกษา. *ในเอกสารการสอนชุดวิชาการสอนภาษาอังกฤษระดับประถมศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2, หน่วยที่ 9). นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

3. วารสาร

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. *ชื่อวารสาร*, ปีที่(ฉบับที่), เลขหน้า.

สุจินต์ สิมารักษ์. (2550) หลากหลายปัญหาการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย. *วารสารเศรษฐกิจการเกษตร, 27*(2), 53-57.

4. หนังสือพิมพ์

ชื่อผู้แต่ง. (ปี, เดือน วันที่). ชื่อบทความ. *ชื่อหนังสือพิมพ์*, หน้า.

ศรีสกุล ลีวาพีระพันธ์. (2545, กรกฎาคม 11). จับทีวีใส่กระเป๋าเขาทำกันอย่างไร?. *มติชน*, หน้า 19.

5. วิทยานิพนธ์

กอบกุล สรรพกิจจำนง. (2541). *การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อการพัฒนานโยบายการใช้อินเทอร์เน็ตสำหรับสถาบันอุดมศึกษาไทย*. ดุษฎีนิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

6. สารสนเทศจากอินเทอร์เน็ต

ชื่อผู้เขียน. (ปีที่เผยแพร่เอกสาร). *ชื่อเรื่อง*. ค้นจาก (ระบุ URL ที่สืบค้นบนอินเทอร์เน็ต).

มานพ แก้วผกา. (2549). *เศรษฐกิจพอเพียง กับการค้าเสรีไปด้วยกันได้จริงหรือ*. ค้นจาก http://www.ftawatch.org

ชื่อผู้เขียน. (ปีที่เผยแพร่เอกสาร). *ชื่อเรื่อง*. ค้นเมื่อ (ระบุวัน เดือน ปี), จาก (ระบุ URL ที่สืบค้นบนอินเทอร์เน็ต).

Prizker,T. J. (1989). *An early fragment from central Nepal*. Retrieved from http://www.ingress.com/-astranart/pritzker.html

การบอกรับเป็นสมาชิก

ผู้สนใจสามารถติดต่อบอกรับเป็นสมาชิกได้ที่ กองบรรณาธิการวารสาร EAU Heritage อัตราค่าสมัครเป็นสมาชิกปีละ 600 บาท

สถานที่ติดต่อ

ผู้สนใจเสนอบทความหรือบอกรับเป็นสมาชิก สามารถติดต่อได้ที่

กองบรรณาธิการวารสาร EAU Heritage
อาคาร ชวน ชวนิชย์ ชั้น 4 ห้อง C405
200 ถ.รังสิต-นครนายก (คลอง 5) ต.รังสิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
โทรศัพท์: 0-2577-1028 ต่อ 377
e-mail address: eau_heritage@eau.ac.th

“Practice Makes Perfect !”

ภาษาคือเครื่องมือสื่อความคิด
คือเข็มทิศอารยธรรมนำสมัย
คอศักดิ์ศรีประชาชาติฉกาจฉกไกร
คือหัวใจการศึกษามหาชน
ภาษาคือภาษีแห่งชีวิต
เอกอังกฤษมีสง่าและน่าสน
ยิ่งรอบรู้ใช้คล่องกว่าผองคน
ในบัดดลโลกจะกว้างอย่างรื่นรมย์
จงทลายกำแพงแห่งภาษา
ลุกขึ้นมาฝึกตนทนขื่นขม
คนของโลกแถวหน้าประชาชม
เพราะนิยมการฝึกหัดพัฒนา
อย่าถามหาปาฏิหาริย์จากการบน
การฝึกตนไม่ระย่อต่อปัญหา
นี่แหละคือมนต์วิเศษเดชเดชา
ที่จะพาเธอเป็นเลิศประเสริฐแท้
Practice Makes Perfect!
คนเล็กเล็กล้วนโดดเด่นเป็นกระแส
เพราะไม่ยอมจำนนเป็นคนแพ้
แต่แน่วแน่เรียนรู้อยู่ทุกวัน
Just Speak Out เข้าเถิดจะเลิศนัก
อุปสรรคไม่น่ากลัวอย่ามัวหวั่น
ฝึกฝึกฝึกฝนฝนฝนอย่าบ่นมัน
อังกฤษพลันจะเลิศเลอ Perfect เอย.

ว.วชิรเมธี

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

ปรัชญา

“บ่อเกิดแห่งปัญญา คือ การศึกษาที่กว้างไกล”

(Wisdom Through Global Education)

วิสัยทัศน์

มหาวิทยาลัยแห่งการเรียนรู้เพื่อคุณภาพและคุณธรรมในเอเชีย

(Learning University for Quality and Morality in Asia)

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

200 ถ.รังสิต-นครนายก (คลอง 5) ต.รังสิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

โทร. 0-2577-1028-31 ต่อ 314, 222, 225 โทรสาร. 0-2577-3066

E-mail. library@eau.ac.th เว็บไซต์ http://www.eau.ac.th

วารสารวิชาการ
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

EAU HERITAGE JOURNAL **ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม-มิถุนายน 2556 Vol. 7 No. 1 January-June 2013 ISSN 2286-6175

วัตถุประสงค์
1. เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานวิจัยและทรรศนะทางวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อเป็นเวทีเผยแพร่ผลงานทางวิชาการและผลงานวิจัยของอาจารย์ นักศึกษาทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย
3. เพื่อเป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าทางวิชาการใหม่ ๆ ด้านวิศวกรรมศาสตร์, พยาบาลศาสตร์, เภสัชศาสตร์, สาธารณสุขศาสตร์, การบิน, เทคโนโลยีสารสนเทศ

กำหนดการเผยแพร่ 2 ฉบับต่อปี (มกราคม-มิถุนายน และ กรกฎาคม-ธันวาคม)

การเผยแพร่ โดยจัดส่งให้ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ.)
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)
สำนักงานรับรองมาตรฐานและการประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.)
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) หน่วยงานและสถาบันการศึกษาต่าง ๆ
ตลอดจนบุคคลทั่วไปที่ตอบรับเป็นสมาชิก

เจ้าของ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

ที่ปรึกษา

ดร. โชติรัส ชวนิชย์	อธิการบดี
อาจารย์สุภกัญญา ชวนิชย์	รองอธิการบดีฝ่ายนโยบายและแผน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุษยมาส สินธุประมา	รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

คณะที่ปรึกษากองบรรณาธิการ (Editorial advisory board)
ศาสตราจารย์ ดร. อุดม วโรตม์สิกขดิตถ์ ราชบัณฑิต
ศาสตราจารย์ ดร. จงจิตร์ หิรัญลาภ
ศาสตราจารย์ พิเศษ ประสิทธิ์ โฆวิไลกูล
รองศาสตราจารย์ ดร. ครรชิต มาลัยวงศ์ ราชบัณฑิต
รองศาสตราจารย์ ดร. บุญมี เณรยอด
รองศาสตราจารย์ ดร. สมพร กันทรดุษฎี เตรียมชัยศรี
รองศาสตราจารย์ เพลินทิพย์ โกเมศโสภา
Jerrold M. Michael

บรรณาธิการ รองศาสตราจารย์ ดร. พิมลพรรณ เรพเพอร์

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ ทีฆทรัพย์	รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
ดร. เกรียงศักดิ์ เตมีย์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. มนตรี บุญเรืองเศษ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทความใน “วารสาร EAU HERITAGE” เป็นความเห็นของผู้เขียนโดยเฉพาะ กองบรรณาธิการไม่มีส่วนในความคิดเห็นในข้อความเหล่านั้น

	รองศาสตราจารย์ ดร. ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ้งตะวัน สุภาพผล	คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
	ศาสตราจารย์ ดร. จงจิตร์ หิรัญลาภ	คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อม และวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	ศาสตราจารย์ ดร. อรษา สุตเธียรกุล	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
	รองศาสตราจารย์ ดร. บุญใจ ศรีสถิตนรากูร	คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	รองศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร ชุติมาสกุล	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	รองศาสตราจารย์ ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์	คณบดี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
	รองศาสตราจารย์ บรรจง ปิยธำรง	คณบดี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
	เรืออากาศโท สุฐิต ห่วงสุวรรณ	คณบดี คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
	ดร. นิภาวรรณ รัตนานนท์	อาจารย์ประจำ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
	อาจารย์กุลวดี เถนว้อง	อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
เลขานุการ	นางสาวอรพินท์ ลูกอินทร์	
ออกแบบปก/จัดรูปเล่ม	อาจารย์วิลาวรรณ สุขมาก นางสาวอรพินท์ ลูกอินทร์	
พิสูจน์อักษรประจำฉบับ	รองศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ ทีฆทรัพย์ รองศาสตราจารย์ ดร. ทองหล่อ เดชไทย รองศาสตราจารย์ ดร. ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์ รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ศรีเสริมโภค ดร. สุภัชฌาน์ ศรีเอี่ยม อาจารย์มาลิน จันทรโชติ นางสาวทิพย์รัตน์ พานะจิตต์	
	Associate Professor Dr. Sushama Kasbekar	Assumption University
	Mr. Eric Larsen	A Physical Scientist for the U.S. Department of Energy. He was a technical writer at the Idaho National Laboratory and a research technician, University of Maryland Physics Department

ผู้ทรงคุณวุฒิกลั่นกรองบทความ

รองศาสตราจารย์ ดร. ครรชิต มาลัยวงศ์	ราชบัณฑิต
นางรุจเรขา วิทยาวุฒิกุล	มหาวิทยาลัยมหิดล
ศาสตราจารย์ ดร. จงจิตร์ หิรัญลาภ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรรพชัย หุวะนันทน์	โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
ศาสตราจารย์ ดร. สุทัศน์ ยกส้าน	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)
รองศาสตราจารย์ ดร. พงศ์ หรดาล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร. วรรณภา ประไพพานิช	มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์ ดร. บุญใจ ศรีสถิตย์นรากูร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร. วีระเชษฐ์ ขันเงิน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร. กัญญดา ประจุศิลป	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทบรรณาธิการ

วารสาร EAU Heritage พยายามพัฒนาคุณภาพวารสารอย่างต่อเนื่อง โดยพยายามเน้นทั้งด้านเนื้อหา กระบวนการนำเสนอ และรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน

ในฉบับนี้ วารสารได้รับเกียรติตีพิมพ์บทความพิเศษเรื่อง “เซลเชื้อเพลิง” จาก คุณสุกาญจนา เลขพัฒน์ จากสถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส (Thai-French Innovation Institute) แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และรองศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ ทีฆทรัพย์ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย บทความนี้นำเสนอหลักการพื้นฐานของเซลเชื้อเพลิงและสถานภาพการวิจัยของเซลเชื้อเพลิงในประเทศไทย

ในส่วนบทความวิชาการ มีบทความวิชาการที่น่าสนใจ 3 เรื่อง คือ “การยืนและนั่ง..แบบการยศาสตร์” ของอาจารย์เนตรชนก เจริญสุข “Stroke Fast Tract: ช่องทางด่วนช่วยลดอัมพาต” ของท่านอาจารย์นุจรินทร์ โพธารส และ “การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์ ของท่านอาจารย์อนิรุทธิ์ ต่ายขาว

ส่วนบทความวิจัย ฉบับนี้มี 7 บทความที่มีเนื้อหาหลากหลาย เป็นบทความภาษาอังกฤษ หนึ่งบทความ คือ “A Development of Pyrolysis Oven for Wood Vinegar Production” ของท่านอาจารย์ T. Wessapan, S. Sutthisong, N. Somsuk, K. Hussaro และ S. Teekasap และบทความภาษาไทย 6 บทความ คือ “การให้บริการแก่ผู้โดยสารของท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือน” ของท่านอาจารย์สุภกัญญา ชวนิชย์ ดร. ปริยากร มนูเสวต และกรณัฏฐ์ สกุลกฤติ “ภาวะโภชนาการเกินในเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษา 1-6” ของท่านอาจารย์ชญานิกา ศรีวิชัย “การพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาองค์การกำกับดูแลกิจการบินพลเรือนเป็นฐาน” โดยท่านอาจารย์ธรรมนูญ เกียรติกำจร “เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติและชนิดการพาความร้อนแบบบังคับ” ของท่านอาจารย์อนิรุทธิ์ ต่ายขาว “การพัฒนาระบบการลงทะเบียนผู้เข้าพักโรงแรมผ่าน PDA” ของคุณอัมรา จริยวัฒนศักดิ์ และ “การเตรียมเม็ดเชื้อเพลิงจำลองแบบก้าวหน้าสำหรับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำมวลเบาที่ประกอบด้วยผงโลหะซีเรียมและเซอร์โคเนียมไฮไดรด์ ของท่านอาจารย์สุภา ศิรินาม และ ดุลยพงศ์ วงศ์แสวง

นอกจากนี้ยังมีการแนะนำหนังสืออีก 2 เรื่องคือ หนังสือ “ชีวิตใหม่” โดยอาจารย์กิตติเชษฐ์ นนทะสุด หนังสือ “ชีววิทยา: สัตววิทยา การสืบพันธุ์ การเจริญของสัตว์ พันธุศาสตร์ วิวัฒนาการ” โดย ดร. อิสรีย์สุกา ชัยสวัสดิ์

วารสารฯ ใคร่ขอขอบคุณผู้แต่ง และผู้ประเมินบทความที่ทำงานอย่างหนักและหวังว่าจะได้รับความกรุณาจากท่านต่อไปในอนาคต

อนึ่งหากท่านผู้อ่านมีข้อเสนอแนะหรือข้อสังเกตใด ๆ คณะบรรณาธิการยินดีรับฟังเพื่อนำไปสู่การพัฒนาวารสารต่อไป

บรรณาธิการ

แนะนำผู้เขียน

สุกาญจนา เลขพัฒน์ อาจารย์ประจำ สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
E-Mail: slp@kmutnb.ac.th

รองศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ ทีฆทรัพย์ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย และ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: sombat@eau.ac.th

เนตรชนก เจริญสุข อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
E-mail: noknyna@hotmail.com

นุจรินทร์ โพธารส อาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: nucharin@eau.ac.th

อนิรุทธิ์ ต่ายขาว อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: anirut@eau.ac.th

สุภกัญญา ชวนิชย์ รองอธิการบดีฝ่ายนโยบายและแผนฯ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: stu101@eau.ac.th

ดร. ปริยากร มนูเสวต ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายพัฒนานักศึกษา และ ผู้อำนวยการสำนักพัฒนานักศึกษา
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: titi@eau.ac.th

กรณัฏฐ์ สกุลกฤติ อาจารย์ประจำคณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: note.korranut@gmail.com

ชญานิกา ศรีวิชัย อาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: chayanika@eau.ac.th

ภัทร์ภร อยู่สุข อาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: pattaporn@eau.ac.th

วนิดา แพร่ภาษา อาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: wanidap@eau.ac.th

แนะนำผู้เขียน

ธรรมนูญ เกียรติกำจร อาจารย์ประจำคณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

Teerapot Wessapan อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: teerapot@eau.ac.th

Seksan Sutthisong อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: seksan@eau.ac.th

Nisakorn Somsuk อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: nisakorn@eau.ac.th

Kanokorn Hussaro ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายอุตสาหกรรมและการประกันคุณภาพ วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
E-mail: uki_ae@yahoo.com

อัมรา จริยวัฒนศักดิ์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ) ปีการศึกษา 2554 มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: amara_ann@hotmail.com

สุภา ศิรินาม ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ.พญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กทม.10330
E-mail: siri.supha@gmail.com

ผศ.ดร.ดุลยพงศ์ วงศ์แสวง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
E-mail: Doonyapong.W@chula.ac.th

กิตติเชษฐ์ นนทะสุด อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: sarawut@eau.ac.th

ดร. อิสรีย์ฐิกา ชัยสวัสดิ์ อาจารย์ประจำคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: isareethika@eau.ac.th

สารบัญ

บทความพิเศษ

1 ● “เซลล์เชื้อเพลิง” แหล่งพลังงานทดแทนในอนาคต
Fuel Cell
สุกาญจนา เลขพัฒน์, สมบัติ ทีฆทรัพย์

บทความวิชาการ

11 ● การยืนและนั่ง..แบบการยศาสตร์
Standing and Sitting and Ergonomics
เนตรชนก เจริญสุข

16 ● ช่องทางด่วนช่วยลดอัมพาต
Stroke Fast Track
นุจรินทร์ โพธารส

23 ● การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์
Analysis of the Economics of Mulberry Paper Solar Dryers
อนิรุทธิ์ ต่ายขาว

บทความวิจัย

32 ● การให้บริการแก่ผู้โดยสารของท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือน
Service Provision for Passengers at
Thai Airports under the Direction of the Civil Aviation Department
สุภกัญญา ชวนิชย์, ดร.ปริยากร มนูเสวต และ กรณัฏฐ์ สกุลกฤติ

40 ● ภาวะโภชนาการเกินในเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษา 1-6 โรงเรียนวัดมูลจินดารามและโรงเรียนธัญสิทธิ์ศิลป์
Obesity Situation of Students in Prathom Suksa 1-6 in JINDARAM and
TANYASITSIN Schools
ชญานิกา ศรีวิชัย, ภัทร์ภร อยู่สุข และ วนิดา แพร่ภาษา

สารบัญ

46 การพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน: องค์การกำกับดูแลกิจการบินพลเรือน
Development of Learning Process Using Problem–Based Learning: Civil Aviation Authority
ธรรมนูญ เกียรติกำจร

50 A Development of Pyrolysis Oven for Wood Vinegar Production
Teerapot Wessapan, Seksan Sutthisong, Nisakorn Somsuk, Kanokorn Hussaro and Sombat Teekasap

59 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติ และชนิดการพาความร้อนแบบบังคับ
Analysis of the Economics of Mulberry Paper Solar Dryers
อนิรุทธิ์ ต่ายขาว

65 การพัฒนาระบบการลงทะเบียนผู้เข้าพักโรงแรมผ่าน PDA
Development of the Hotel Register System Via PDA
อัมรา จริยวัฒนศักดิ์

70 การเตรียมเม็ดเชื้อเพลิงจำลองแบบก้าวหน้าสำหรับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำมวลเบาที่ประกอบด้วยผงโลหะซีเรียมและเซอร์โคเนียมไฮไดรด์
Fabrication of Advanced Surrogate Light Waterreactor Fuel Pellets Composed of Metallic Cerium Powder and Zirconium Hydride
สุภา ศิรินาม, ผศ.ดร.ดุลยพงศ์ วงศ์แสวง

แนะนำหนังสือ

76 ชีวิตใหม่
กิตติเชษฐ์ นนทะสุด

79 ชีววิทยา : สัตววิทยา 2 การสืบพันธุ์ และการเจริญของสัตว์ พันธุศาสตร์ วิวัฒนาการ
ดร.อิสรีย์ฐิกา ชัยสวัสดิ์

“เซลล์เชื้อเพลิง” แหล่งพลังงานทดแทนในอนาคต

Fuel cell

สุกาญจนา เลขพัฒน์[1] และ สมบัติ ทีฆทรัพย์[2]

บทคัดย่อ

พลังงานเป็นปัญหาสำคัญของโลกในอนาคต เนื่องจากพลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในปัจจุบันกำลังหมดไปอย่างรวดเร็วหากใช้เพิ่มขึ้นด้วยอัตราปัจจุบัน เช่น ก๊าซธรรมชาติจะหมดไปในราว 20-30 ปี น้ำมันจะหมดไปใน 30-40 ปี และถ่านหินจะหมดไปในราว 80-100 ปี เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความพยายามในการวิจัยและพัฒนาเพื่อค้นหาพลังงานรูปแบบใหม่ที่สามารถนำมาใช้ทดแทนในเชิงพาณิชย์ได้ในอนาคต

เซลเชื้อเพลิงเป็นนวัตกรรมใหม่ที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วจนใกล้ที่เข้าสู่การใช้งานในชีวิต ประจำวันได้ บทความนี้มุ่งนำเสนอประวัติความเป็นมา เทคโนโลยี พัฒนาการที่เกิดขึ้นในโลก และการวิจัยและพัฒนาที่เกิดขึ้นในประเทศไทยด้วย

คำสำคัญ: เซลเชื้อเพลิง, พลังงานใหม่, สถานภาพเซลเชื้อเพลิงในประเทศไทย

Abstract

Energy is one of future world important problem due to most of popular form of energy used today will be depleted pretty soon, if incremental utilization rate increase as it was. For example, natural gas will deplete in 20-30 years, petroleum oil will deplete in 30-40 years, and coal will deplete in 80-100 year. So, there are efforts in research and development for finding innovative commercializes form of energy to be used as a substitute in the future.

[1]สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
E-mail: slp@kmutnb.ac.th
[2]รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย และ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: sombat@eau.ac.th

Fuel cell is an innovation which develops very fast and very close to be used in quotidian life. This article aimed to present history, technology, world existing development, and development which have been done in Thailand.

Keywords: fuel cell, new energy, Thailand's fuel cell status

บทนำ

ในปัจจุบันอัตราการขยายตัวของภาคเศรษฐกิจตามสาขาต่าง ๆ ของประเทศไทยที่สูงขึ้น ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีบทบาทสำคัญในการดำรงชีพของมนุษย์ในสังคมยุคใหม่ พลังงานส่วนใหญ่ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ในประเทศไทย มาจากพลังงานที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน หรือ ก๊าซธรรมชาติ ล้วนมีที่มาจากการทับถมของซากดึกดำบรรพ์ในชั้นใต้ดินเป็นเวลานานหลายล้านปี เพื่อตอบสนองความต้องการพลังงานจำนวนมหาศาลของมนุษย์ พลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ที่สะสมอยู่ในชั้นใต้ดินได้ถูกขุดขึ้นมาใช้อย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มจะเข้าสู่ยุคขาดแคลนในอนาคตอันใกล้ จากการสำรวจและประมาณการพบว่าโลกจะมีน้ำมันเหลือใช้ได้อีกเพียง 30-40 ปี ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้ส่งผลกระทบอย่างมากต่อราคาน้ำมันที่ปรับตัวสูงขึ้น และความมั่นคงทางพลังงานของโลกลดลง นอกจากนี้การเผาเชื้อเพลิงที่เกิดจากซากดึกดำบรรพ์ยังเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาโลกร้อน โดยมีการประมาณกันว่าหากโลกยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงนโยบายทางด้านพลังงาน อุณหภูมิของโลกโดยเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นถึง 6°C ก่อนสิ้นศตวรรษนี้

จากข้อเท็จจริงดังกล่าวส่งผลให้มนุษย์ต้องมองหาพลังงานอื่นที่ยั่งยืน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมาแทนที่แหล่งพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ทางออกคือความพยายามในการแสวงหาพลังงานจากธรรมชาติ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลง หรือพลังงานจากชีวมวล และชีวภาพ เป็นต้น ซึ่งเมื่อนำไปใช้แล้วไม่หมดไปสามารถมีเพิ่มเติมได้ แต่ก็มีข้อจำกัดหลายประการ ทั้งการลงทุนในด้านอุปกรณ์ และลักษณะการนำไปใช้

การหาแหล่งพลังงานทดแทนใหม่ที่มนุษย์สามารถสร้างขึ้นมาได้เอง ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังมีการศึกษาค้นมานานแล้วคือ "เซลล์เชื้อเพลิง" หรือ "Fuel Cell"

เซลล์เชื้อเพลิง คืออะไร

"เซลล์เชื้อเพลิง" เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีและไฟฟ้า ระหว่างก๊าซออกซิเจนกับก๊าซไฮโดรเจนซึ่งเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง โดยไม่ผ่านการเผาไหม้ ทำให้เครื่องยนต์ที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงนี้ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องยนต์เผาไหม้ถึง 1-3 เท่า ขึ้นอยู่กับชนิดของเซลล์เชื้อเพลิงและชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ มีหลักการทำงานคล้ายกับเซลล์ไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่ทั่วไป สามารถอัดประจุใหม่ได้ แต่มีโครงสร้างแตกต่างกันมาก โดยเซลล์เชื้อเพลิงจะไม่มีการเก็บพลังงานไว้ภายในเซลล์ แต่เซลล์จะทำหน้าที่รับเชื้อเพลิงเคมีเข้าไปทำปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ และให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นไฟฟ้าและผลพลอยได้อื่น ๆ

กำเนิดเซลล์เชื้อเพลิง

กว่า 170 ปีมาแล้ว Sir William Robert Grove ศาสตราจารย์สาขาปรัชญาการทดลองที่ The Royal Institution ในกรุงลอนดอน ทำการผลิตและทดลองเซลล์เชื้อเพลิงเป็นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1838 ต่อมาท่านได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งเซลล์เชื้อเพลิง ท่านทำการทดลองในเรื่องกระบวนการอิเล็กโทรไลซิส (Electrolysis) โดยใช้กระแสไฟฟ้าแยกน้ำให้เป็นไฮโดรเจนและออกซิเจน อันนำมาสู่อุปกรณ์ชิ้นหนึ่งที่ต่อมาเรียกว่า "เซลล์เชื้อเพลิง" โดยคิดผลิตกระแสไฟฟ้าจากปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนกับไฮโดรเจน จากสมมุติฐานของ

ความเป็นไปได้ของการทำกระบวนการ อิเล็กโทรไลซิสย้อนกลับ เพื่อทดสอบแนวคิดนี้ ท่านจึงวางแผ่นแพลตินัม 2 แผ่น ไว้ในขวดที่ปิดแยกกัน ขวดหนึ่งมีไฮโดรเจนและอีกขวดหนึ่งมีออกซิเจน เมื่อขวดสองอันนี้ถูกจุ่มรวมกันด้วยซัลฟูริคเจือจาง ทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าระหว่างขั้วทั้งสอง และเกิดน้ำขึ้นในขวดที่บรรจุก๊าซทั้งสอง เพื่อจะเพิ่มศักดิ์ไฟฟ้าที่มีค่าต่ำที่ผลิตออกมา จึงได้ต่ออุปกรณ์เหล่านี้ในแบบอนุกรมกัน และเรียกอุปกรณ์นี้ว่า “ก๊าซแบตเตอรี่” ซึ่งเป็นต้นแบบของเซลล์เชื้อเพลิงในปัจจุบัน

ภาพ 1 Sir William Robert Grove

นอกจากนี้ยังมีนักวิจัยอีกหลายคนที่ได้เป็นผู้ประดิษฐ์ค้นค้นเซลล์เชื้อเพลิง โดยใช้อิเล็กโตรไลต์ต่างกันไป เช่น

Ludwid Mond และ Charles Langer ประดิษฐ์เซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้งานได้จริง โดยการใช้อากาศและก๊าซถ่านหิน

William White Jacques ใช้กรดฟอสฟอริกเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์เป็นคนแรก

Bauer และ Preis ประดิษฐ์เซลล์เชื้อเพลิงชนิด Solid Oxide electrolyte

Francis Thomas Bacon ได้ประดิษฐ์เซลล์เชื้อเพลิงโดยใช้อัลคาไลน์เป็นอิเล็กโตรไลต์ และใช้นิเกิลเป็นอิเล็กโทรด

Davtyan ได้พัฒนา Mixed carbonates and oxides with sand separator work basis for post-war fuel cell work ในปี ค.ศ. 1945

ในปี ค.ศ. 1950 หลักการการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงที่ Grove ได้คิดไว้ได้รับความสนใจอีกครั้ง โดยความต้องการเทคโนโลยีระบบพลังงานไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่องานด้านอวกาศและการทหาร ยานอวกาศและเรือดำน้ำ ต้องการระบบพลังงานไฟฟ้าซึ่งต้องไม่ใช่เทคโนโลยีเครื่องยนต์สันดาปภายใน และอีก 10 ปี ต่อมา องค์การนาซ่า (National Aeronautics and Space Administration, NASA) ได้ทุ่มงบประมาณถึง 10 ล้านเหรียญสหรัฐ เพื่อพัฒนาเชื้อเพลิงสำหรับโครงการ Apollo ซึ่งใช้หลักการของ Bacon เพื่อผลิตน้ำดื่มและพลังงาน และเป็นเทคโนโลยีที่ปฏิวัติการใช้พลังงานของโลกในอนาคต United Technologies (UTX) เป็นบริษัทแรกที่ได้ผลิตเซลล์เชื้อเพลิง และสร้างเซลล์เชื้อเพลิงให้องค์การนาซา

หลักการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง

เซลล์เชื้อเพลิงแบ่งโครงสร้างเป็น 4 ส่วน คือ

1. ขั้วแอโนด (Anode) เป็นขั้วลบ มีหน้าที่ส่งอิเลคตรอนออกจากขั้ว โดยอิเลคตรอนได้จากปฏิกิริยา $H2 ==> 2H^+ + 2e^-$ โดยที่ขั้วจะมีช่องที่ติดกับตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งฉาบอยู่บนผิวหน้าของเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน โดยปฏิกิริยาจะเกิดเมื่อผ่านก๊าซไฮโดรเจนเข้าไป

2. ขั้วแคโทด (Cathode) เป็นขั้วบวก มีช่องติดกับเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน ทำหน้าที่รับโปรตอนและก๊าซออกซิเจนซึ่งถูกปล่อยออกมาที่ผิวหน้าของเยื่อซึ่งฉาบตัวเร่งปฏิกิริยาเอาไว้ และทำหน้าที่รับอิเลคตรอนกลับมาจากวงจรภายนอก เพื่อรวมกันเป็นน้ำ ดังปฏิกิริยา $O_2 + 4H^+ + 4e^- ==> 2H_2O$

3. สารพาประจุ (Electrolyte) เป็นส่วนที่มาความสำคัญ เพราะ เป็นส่วนที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของไอออนชนิดต่าง ๆ และเป็นส่วนที่เซลล์เชื้อเพลิงแต่ละประเภทแตกต่างกัน โดยประเภทที่เรากล่าวถึงอยู่นี้ สารพาประจุ จะเป็นเพียงเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน (Proton exchange membrane) เท่านั้น ซึ่งมีลักษณะเหมือนแผ่นพลาสติกในการทำครัว โดยจะให้โปรตอนผ่านได้ แต่จะไม่ยอมให้อิเลคตรอนผ่าน

4. ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) เป็นวัสดุพิเศษที่ช่วยให้ปฏิกิริยาในขั้นตอนต่าง ๆ เกิดได้ดี โดยส่วนใหญ่จะเป็นผงแพลทินัมเคลือบอยู่บนเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน ซึ่งจะมีลักษณะขรุขระเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการสัมผัสกับก๊าซไฮโดรเจน และ ออกซิเจน

ในการทำงานขั้วแอโนด (ขั้วลบ) และขั้วแคโทด (ขั้วบวก) รอบสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ที่ขั้วแอโนดให้แก๊สไฮโดรเจนเข้าไป แก๊สไฮโดรเจนแพร่ผ่านแอโนด แก๊สไฮโดรเจนถูกเร่งด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาให้ไฮโดรเจนไอออนกับอิเล็กตรอน อิเล็กตรอนถูกส่งผ่านเข้าไปในสายไฟ เกิดกระแสไฟฟ้า จากนั้นเคลื่อนที่ไปยังขั้วแคโทด ดังสมการ

$$2H_2 \longrightarrow 4H^+ + 4e^-$$

ที่ขั้วแคโทด ให้แก๊สออกซิเจนจากอากาศเข้าไปที่ขั้วแคโทด เมื่อไฮโดรเจนไอออนกับอิเล็กตรอนซึ่งเคลื่อนที่มายังขั้วแคโทด ทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนจากอากาศที่ให้เข้าไปเกิดเป็นโมเลกุลของน้ำ โดยอาศัยตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งทำจากแพลตินัม จะเกิดปฏิกิริยารีดักชั่นได้น้ำบริสุทธิ์ ดังสมการ

$$4H^+ + 4e^- + O^2 \longrightarrow 2H_2O$$

แรงดันไฟฟ้าที่ได้ต่อหนึ่งเซลล์มีค่าประมาณ 1 โวลต์และได้กระแสออกมาประมาณ 10 แอมแปร์ ซึ่งถ้านำมาต่ออนุกรมกัน 12 เซลล์ ก็จะได้แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์เหมือนกับแบตเตอรี่ ปฏิกิริยารวมของเซลล์เชื้อเพลิงเป็นการรวมตัวของไฮโดรเจนและออกซิเจนเกิดเป็นน้ำ ดังสมการ

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

หลักการทำงาน คือ H_2 จะถูกปล่อยไปในด้านแอโนดโดยใช้ความดัน เมื่อก๊าซไปสัมผัสกับตัวเร่งปฏิกิริยา ก็จะเกิดการแตกตัวออกเป็น โปรตอนและอิเลคตรอน โดยอิเลคตรอนจะถูกส่งต่อไปยังวงจรภายนอก ส่วนโปรตอนนั้น จะผ่านช่องของเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอนไปยังขั้วแคโทด ซึ่งจะไปรวมตัวกับอิเลคตรอนที่รับมาจากวงจรภายนอก รวมไปถึงอะตอมของออกซิเจนซึ่งแตกตัวโดยการเร่งของตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดเป็นโมเลกุลของน้ำขึ้นมา ซึ่งการไหลของอิเลคตรอนนี้ จะนำไปใช้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงได้ เพื่อประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ

แต่เนื่องจาก H_2 เป็นก๊าซที่อันตราย เนื่องจากติดไฟได้ จึงไม่เหมาะสมในการบรรจุ หรือ เคลื่อนย้ายไปมา และทำให้จึงมีการพัฒนา Fuel Processor ซึ่งมีหลักการคือ ใช้เครื่อง Reformer เปลี่ยนไฮโดรคาร์บอนชนิดต่าง ๆ H_2O และ O_2 ให้กลายเป็น H_2, CO, CO_2 จากนั้นใช้เครื่อง Catalytic Converter เปลี่ยน CO ให้กลายเป็น CO_2 นำ H_2 มาใช้ได้ตามต้องการ ส่วน CO_2 ก็ถูกปล่อยสู่อากาศต่อไป วิธีนี้ นอกจากจะเพิ่มความปลอดภัยแล้ว ยังเป็นการประหยัดอีกด้วย เนื่องจากสามารถเปลี่ยนสารอื่น ๆ มาเป็น H_2 ได้

ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิง

จากการที่นักวิจัยได้ศึกษาเซลล์เชื้อเพลิงโดยใช้อิเล็คโทรไลท์ต่าง ๆ กัน จึงได้มีการแบ่งชนิดของเซลล์เชื้อเพลิงได้ 5 ประเภท ได้แก่

1. เซลล์เชื้อเพลิงแบบอัลคาไลน์ (Alkaline Fuel Cells, AFC) เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เหลว (KOH) เป็นอิเล็คโทรไลท์ (30-43%) ซึ่งทำงานได้ดีที่อุณหภูมิห้องและให้ค่าความต่างศักย์สูงที่สุดที่ค่าความหนาแน่นของกระแสเดียวกัน ระบบ AFC นำไปใช้ในยานอวกาศ เรือดำน้ำ รถยนต์ไฟฟ้า และผลิตน้ำใช้ในยานอวกาศ อายุการทำงานของเซลล์อาจมีค่าสูงถึง 10,000-15,000 ชั่วโมง ราคาต้นทุนของเซลล์เชื้อเพลิงจะมีค่าสูงเนื่องจากใช้โลหะตระกูลสูง ต้องใช้พลังงานในการอัดหรือทำให้ก๊าซไฮโดรเจนเป็นของเหลว และต้องมีความบริสุทธิ์สูง จากข้อเสียดังกล่าวจึงทำให้เซลล์เชื้อเพลิงประเภทนี้ขยายขนาดให้ใหญ่ขึ้นได้ยาก และไม่เป็นที่นิยมนำมาใช้

2. เซลล์เชื้อเพลิงแบบคาร์บอเนตหลอม (Molten Carbonate Fuel Cells, MCFC) ใช้เกลือคาร์บอเนตหลอมของโซเดียมและโพแทสเซียมในเซรามิกเมตริก (Ceramic Matrix) ของลิเทียมอลูมิเนต ($LiAlO_2$) เป็นสารอิเล็คโทรไลท์ ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ (CO_2) ที่ออกมาจากขั้วอะโนดจะถูกนำไปใช้ที่ขั้วแคโทด การไหลเวียนกลับของก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์นี้สำคัญต่อการทำงานของเซลล์ อุณหภูมิการทำงานของระบบเซลล์เชื้อเพลิงมีค่าอยู่ในช่วง 500-700°C ด้วยสภาวะอุณหภูมิที่สูงปฏิกิริยาที่ขั้วอิเล็คโทรดจึงไม่จำเป็นต้องมี Pt เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การออกแบบเซลล์เชื้อเพลิงแบบคาร์บอเนตหลอมสามารถทำได้ 2 แบบ คือ

- แบบมีการปฏิรูปภายนอกและแบบปฏิรูปภายใน ในรูปแบบแรกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซ H_2 โดยเครื่องปฏิรูป (Reformer) ที่ติดตั้งภายนอก

- แบบมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซ H_2 ภายในตัวเซลล์เชื้อเพลิง

แต่มีข้อควรระวังอย่างหนึ่งคือ ในกรณีที่วัตถุดิบที่ใช้เป็นถ่านหินที่มีธาตุกำมะถันอยู่ การผลิตก๊าซจากถ่านหินโดยปฏิกิริยาก๊าซซิฟิเคชั่นอาจจะทำให้เกิด H_2S ซึ่งก๊าซ H_2S นี้จะเป็นพิษต่อขั้วอิเล็คโทรดอุณหภูมิในการทำงานที่ 1,200°F (650°C) ปัจจุบัน MCFC ใช้ได้กับไฮโดรเจน CO ก๊าซธรรมชาติ, โพรเพน, มีเธน และก๊าซจากกระบวนการก๊าซซิฟิเคชั่นถ่านหิน กำลังการผลิตไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 10kW-20MW เนื่องจากต้องใช้อุณหภูมิสูงในการทำงาน ดังนั้นจึงถูกจำกัดการใช้ในโรงงานไฟฟ้าเท่านั้น

ในปี ค.ศ. 1990 บริษัท Ishikawajima ในญี่ปุ่นได้ผลิตเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้และให้กำลังไฟฟ้า 1 kW ทำงานได้ 10,000 ชั่วโมงติดต่อกัน ปัจจุบันมีบริษัทในญี่ปุ่นอย่างน้อย 10 บริษัทได้นำเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้มาใช้ ต่อมาในปี ค.ศ. 1997 ได้มีการติดตั้ง MCFC 250 kW ที่รัฐอิลินอยล์ ด้วย

3. เซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็ง (Solid Oxide Fuel Cells, SOFC) ในระบบ SOFC ทั้งอิเล็คโทรดและสารอิเล็คโทรไลท์ทำมาจากวัสดุเซรามิคจำพวกออกไซด์แข็ง อาทิ อิเทรีย (Yttria) หรือเซอโคเนีย (Zirconia) เป็นตัวนำอิออน O_2- ที่อุณหภูมิสูงกว่า 800°C ถ้าเซลล์มีสภาวะการทำงานที่ประมาณ 900°C การไหลเวียนกลับของ CO_2 จากทางออกขั้วแอโนดไปยังขั้วแคโทดเป็นสิ่งที่ไม่จำเป็น ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซจากถ่านหินหรือเชื้อเพลิงเหลวที่ถูกทำให้ระเหยสามารถถูกปฏิรูปให้กลายเป็นก๊าซไฮโดรเจนภายในตัวเซลล์เชื้อเพลิง ความร้อนที่เกิดจากกระบวนการสามารถถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้ ระบบ SOFC สามารถใช้ได้กับก๊าซธรรมชาติ ดังนั้น SOFC จึงมีศักยภาพสูงในอนาคตอันใกล้

เซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์แข็ง เป็นเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้สารเซรามิกส์เป็นอิเล็กโตรไลต์ ซึ่งสารที่ใช้มากคือ สารประกอบของเซอร์โคเนียม โดยให้ความร้อนสารละลายอิเล็กโทรไลต์ 1,000°C ไอออนออกซิเจนเคลื่อนที่จากแคโทดไปยังแอโนด แก๊สไฮโดรเจนซึ่งอยู่ที่ขั้วไฟฟ้าแอโนดทำปฏิกิริยากับไอออนออกซิเจนให้น้ำและอิเล็กตรอน ซึ่งอิเล็กตรอนจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า

การใช้งานของเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์แข็งสำหรับครัวเรือนขนาด 1 kW ของบริษัท Sulzer Hexis ที่จ่ายทั้งกระแสไฟฟ้าและน้ำร้อน หน่วยผลิตไฟฟ้าขนาด 220 kW ประกอบด้วยเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์แข็งและเครื่องกังหันแก๊ส (micro turbine) ผลิตโดย Siemens Westinghouse ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาที่ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) โดยได้ลงทุน

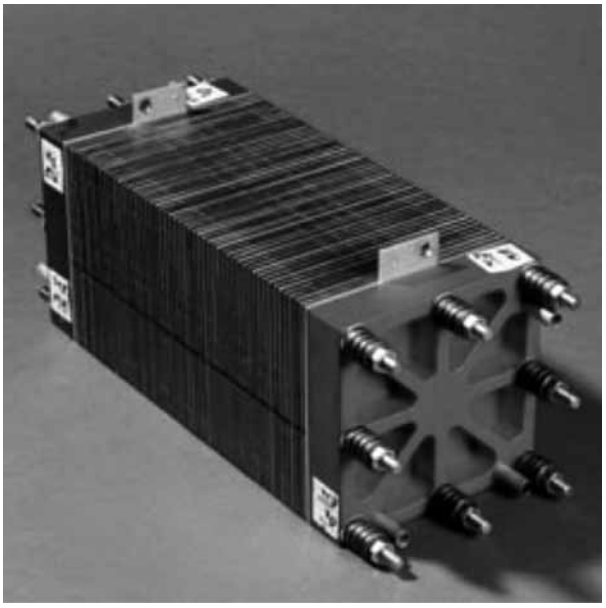
4. เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริค (Phosphoric Acid Fuel Cells, PAFC) กรดฟอสฟอริคจะถูกใช้เป็นสารอิเล็คโทรไลท์ในเซลล์เชื้อเพลิงแบบนี้ โดยที่กรดฟอสฟอริคถูกบรรจุในเมทริกซ์ของซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) ปฏิกิริยาในตัวกลางที่มีฤทธิ์เป็นกรด อุณหภูมิการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงประเภทนี้มีค่าอยู่ระหว่างในช่วง 170-200°C ณ สภาวะอุณหภูมิดังกล่าวสารอิเล็คโทรไลท์จะมีความเสถียรซึ่งจะทำงานโดยสามารถใช้อากาศที่มีก๊าซ CO_2 อยู่ การที่เซลล์เชื้อเพลิงแบบนี้มีสภาวะการทำงานที่อุณหภูมิสูงปานกลาง จะช่วยลดความเป็นพิษของก๊าซ CO_2 ที่มีผลต่อตัวคะตะลิสต์ลง จากการทดสอบพบว่าเซลล์เชื้อเพลิงแบบ PAFC นี้มีอายุ

การใช้งานได้นานถึง 40,000 ชั่วโมง ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้ามากกว่า 40% และใช้ไอน้ำที่ผลิตได้ 85% ในระบบผลิตความร้อนร่วม อุณหภูมิในการทำงานระหว่าง 300-400°F (150-200°C) ปัจจุบันมีขนาดใช้งานที่ 1 kW และ 1 MW นักวิจัยที่ Los Alamos National Laboratory ได้ศึกษาเพื่อนำไปพัฒนายานพาหนะไฟฟ้า มหาวิทยาลัย Georgetown พัฒนาเพื่อใช้ในรถประจำทางขนส่ง ซึ่งให้กำลังไฟฟ้า 50 kW และ 4 ปีต่อมาสามารถผลิตที่ให้กำลังไฟฟ้า 100 kW แต่ต้องอุ่นเครื่องก่อนใช้ ดังนั้นจึงเป็นข้อจำกัดในการนำมาใช้กับรถยนต์ส่วนบุคคล

5. เซลล์เชื้อเพลิงแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน (Proton Exchange Membrane Fuel Cells, PEMFC) หรือเซลล์เชื้อเพลิงแบบโพลิเมอร์ของแข็ง (Solid Polymer Fuel Cell, SPFC) เซลล์เชื้อเพลิงแบบนี้จะใช้ซัลโฟเนทโพลีเตตระฟลูออโรเอธิลีน (Sulphonated Polytetrafluoroethylene, Nafion) เป็นสารอิเล็คโทรไลท์ เนื่องจากเมมเบรนที่ใช้มีความหนาเพียงแค่ 50 μm ทำให้เซลล์เชื้อเพลิงมีขนาดเล็กลง ส่งผลให้การสูญเสียแบบโอห์ม (Ohmic losses) มีค่าลดลงและสามารถผลิตความหนาแน่นของกระแสที่สูงได้ ปฏิกิริยาที่ขั้วอิเล็คโทรดจะเหมือนกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริค อิเล็คโทรดเป็นธาตุคาร์บอนโดยมี Pt เป็นตัวคะตะลิสต์บรรจุอยู่ ซึ่งจะประกบอยู่บนทั้งสองด้านของเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน ก๊าซที่เกิดจากกระบวนการปฏิรูปของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ เชื้อเพลิงที่ใช้จะต้องไม่มีก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ เพราะก๊าซดังกล่าวจะเป็นพิษต่อ Pt ความเป็นพิษดังกล่าวสามารถทำให้ลดลงได้โดยการเพิ่มปริมาณของอากาศเพียงเล็กน้อยเข้าไปที่ฝั่งของแอโนด หรือโดยการใช้โลหะผสมของ Pt กับโลหะอื่น ๆ เพื่อเพิ่มความทนทานต่อความเป็นพิษ แนวทางแก้ไข คือการใช้เมมเบรนบาง ๆ ที่ทำจากโลหะพาลลาเดียม (Palladium) หรือโลหะผสมระหว่างพาลลาเดียมกับเงิน ซึ่งเมมเบรนนี้ยอมให้ไฮโดรเจนแพร่ผ่านแต่ไม่ยอมให้ก๊าซอื่นผ่าน อุณหภูมิในการทำงานของ SPFC ประมาณ 175°F (80°C) ปัจจุบันเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้มีกำลังการผลิตไฟฟ้าระหว่าง 50-250 kW.

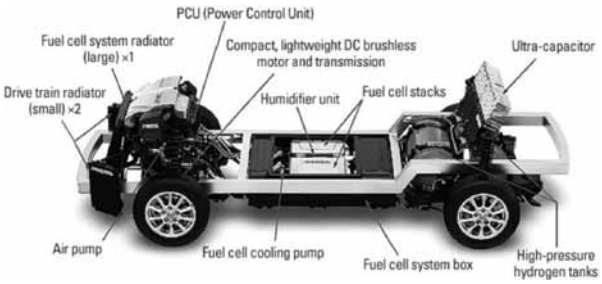
อภิปรายผล

จากการที่เซลล์เชื้อเพลิงมีหลายชนิด และขึ้นอยู่กับตัวอิเล็กโทรไลต์ที่นำมาใช้ จะเห็นว่าเซลล์เชื้อเพลิงชนิด PEM (Polymer Electrolyte Membrane หรือ Proton Exchange Membrane) ซึ่งมีการศึกษาค้นคว้าวิจัยมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 เป็นต้นมา จะนิยมใช้งานกันมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าในอนาคต เพราะมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และง่ายในการสร้างเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่น ทั้งนี้ระบบดังกล่าวนั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับรถยนต์ทั่วไป รถที่มีขนาดใหญ่ รถไฟ หรืออื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี เพียงแต่ต้องมีการขยายสเกลของอุปกรณ์ให้มีขนาดที่ใหญ่ขึ้นตามลักษณะของการใช้งาน ดังรูปที่ 2 แสดงตัวอย่างเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 1 kW และรูปที่ 3 แสดงรถยนต์ต้นแบบของ Honda ที่ขับเคลื่อนด้วยเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 100 kW ดังนั้นในอนาคตปั๊มน้ำมันจะถูกแทนที่ด้วยปั๊มไฮโดรเจนดังแสดงในรูปที่ 4 จากการทดลองพบว่ารถยนต์เซลล์เชื้อเพลิงของ Honda มีประสิทธิภาพสูงมากถึง 60 % เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่ใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงมีประสิทธิภาพแค่ 18% ดังแสดงในรูปที่ 5



ภาพ 2 เซลล์เชื้อเพลิงขนาด 1 kW

ที่มา. จาก “เซลล์เชื้อเพลิงขนาด 1 kW” โดย fctec.com, 2556 ค้นจาก http://www.fctec.com/fctec_types_afc.asp

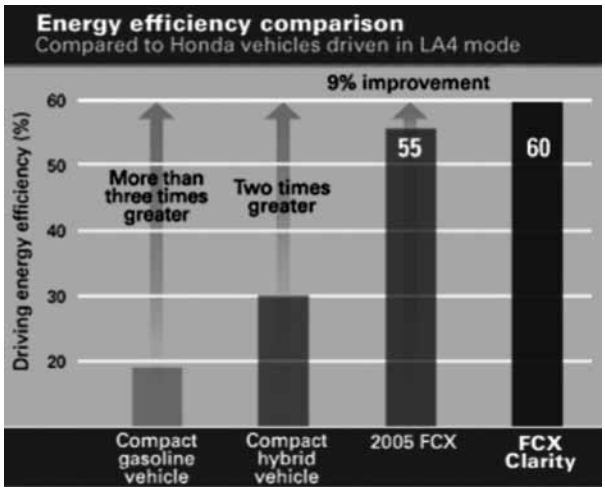


ภาพ 3 รถยนต์ต้นแบบของ Honda ที่ขับเคลื่อนด้วยเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 10 kW

ที่มา. จาก “รถยนต์ต้นแบบของ Honda ที่ขับเคลื่อนด้วยเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 10 kW” โดย Honda, 2556 ค้นจาก http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Nenryo-denchi_jidosha_Honda_FCX_1999.jpg

ภาพ 4 ปั๊มไฮโดรเจนจะแทนที่ปั๊มน้ำมันในอนาคตอันใกล้

ที่มา. จาก “เซลล์เชื้อเพลิงขนาด 1 kW” โดย fctec.com, 2556 ค้นจาก http://www.fctec.com/fctec_types_afc.asp



ภาพ 5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของรถยนต์ Honda ที่ขับเคลื่อนระบบก๊าซไฮบริดด้วยแบตเตอร์รี่ และเซลล์เชื้อเพลิง (2005 FCX และ FCX Clarity)

ที่มา. จาก “รถยนต์ต้นแบบของ Honda ที่ขับเคลื่อนด้วยเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 10 kW” โดย Honda, 2013 ค้นจาก http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Nenryo-denchi_jidosha_Honda_FCX_1999.jpg

การศึกษาวิจัยเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ในประเทศไทยได้มีการดำเนินงานมาตั้งแต่ก่อนปี พ.ศ.2543 โดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (Chailorm, Nirunsin & Vilaithong, 2003) โดยได้ทำการศึกษาเซลล์เชื้อเพลิงชนิด PEM โดยศึกษาหาสภาวการณ์ทำงานที่เหมาะสมและวัสดุที่นำมาใช้ทำ gas flow field จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีงานวิจัยเกี่ยวกับเซลล์เชื้อเพลิงตีพิมพ์ในฐานข้อมูล Scopus ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2543 งานวิจัยส่วนใหญ่เน้นทางด้านวิศวกรรมเคมี โดยมีการศึกษาเซลล์เชื้อเพลิงทั้งชนิด PEM และ SOFC ต่อมาในปี พ.ศ.2549 นักวิจัย

ที่ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ได้ร่วมกับนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยหลายแห่ง เช่น สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม และมหาวิทยาลัยมหิดล ได้ทำการวิจัยร่วมกันอย่างต่อเนื่องเป็นเวลากว่า 4 ปี เพื่อพัฒนาเกี่ยวกับระบบประกอบหอเซลล์ การจัดการทางความร้อนและไฟฟ้า สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็ง โดยเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้เป็นชนิด SOFC ขนาด 1 kW

กระทรวงพลังงานโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เริ่มต้นศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาการใช้ไฮโดรเจนและเซลล์เชื้อเพลิงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 โดยได้จัดทำแผนยุทธศาสตร์พลังงานไฮโดรเจนและเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิง กำหนดวิสัยทัศน์ว่า พลังงานไฮโดรเจนเป็นพลังงานทางเลือกที่สะอาด มีความยืดหยุ่น ผลิตได้จากแหล่งทรัพยากรที่มีอยู่มากมายในประเทศ โดยมีการใช้อย่างปลอดภัยในทุกสาขาเศรษฐกิจ และครอบคลุมทั่วประเทศภายในปี พ.ศ. 2573 และได้ดำเนินโครงการตามประเด็นยุทธศาสตร์เพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์ ได้แก่ โครงการพัฒนาสาธิตเซลล์เชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2548 และในปี พ.ศ. 2549 ได้ดำเนินงานโครงการพัฒนาสาธิตการใช้ PEMFC ในรถยนต์สามล้อ โครงการพัฒนาสาธิตการผลิตและการจัดเก็บไฮโดรเจน และโครงการพัฒนาและสาธิตการผลิตไฮโดรเจนจากขบวนการความร้อนเคมี (กระทรวงพลังงาน, 2552)

ศูนย์วิจัยพลังงานทดแทน สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เป็นอีกหน่วยงานหนึ่งที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเซลล์เชื้อเพลิงมาอย่างยาวนานและต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 โดยได้ร่วมกับสถาบันวิศวกรรมศาสตร์ชั้นสูงแห่งชาติ ณ ลอแรน (Institut National Polytechnique de Lorraine, INPL) ประเทศฝรั่งเศส ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเซลล์เชื้อเพลิงชนิด PEM วงจรแปลงผันแรงดันไฟฟ้าและระบบจัดการพลังงานที่ได้จากเซลล์เชื้อเพลิงในการส่งผ่านไปยังโหลดไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ อย่างมีประสิทธิภาพ โดยศูนย์วิจัยมีงานตีพิมพ์อย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

เซลล์เชื้อเพลิงเป็นพลังงานทางเลือกใหม่ที่สามารถนำมาทดแทนพลังงานด้านปิโตรเลียมที่นับวันจะหมดไปจากโลก สำหรับใช้ในด้านการขนส่ง ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีราคาค่อนข้างสูง แต่ถ้ามีความต้องการมากขึ้นจะทำให้ราคาถูกลงได้เนื่องจากผลิตในปริมาณมาก แต่เชื้อเพลิงที่ให้พลังงานโดยก๊าซไฮโดรเจนและแอลกอฮอล์ที่ได้จากแหล่งพลังงานทดแทนนั้น ให้พลังงานไฟฟ้าด้วยกระบวนการทางเคมีที่ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงเล็กน้อย หรือไม่ผลิตก๊าซคาร์บอนได ออกไซด์เลย อีกทั้งยังไม่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก แต่ในการพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานในโรงงานขนาดใหญ่นั้น ยังต้องอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคนิคแขนงต่าง ๆ ในการพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานรวมถึงการแก้ไขปัญหาอายุการใช้งานที่สั้นของเซลล์เชื้อเพลิงที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้ ถึงแม้จะมีการนำระบบแบบเซลล์เชื้อเพลิงด้านพลังงานไฟฟ้าและความร้อนไปใช้งานเพิ่มขึ้นสำหรับแหล่งพลังงานพกพา แหล่งพลังงานยานยนต์และแหล่งผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ ก็ดี

ในประเทศไทยมีการศึกษาและวิจัยเซลล์เชื้อเพลิงกันน้อยมาก แต่มีการวิจัยและนำไปใช้งานหลายปีมาแล้วที่ต่างประเทศ ในแถบยุโรป อเมริกา ญี่ปุ่น หรือเกาหลี หลาย ๆ แห่งได้สาธิตการนำเซลล์เชื้อเพลิงไปใช้งานในรถยนต์ หรือในโรงไฟฟ้า เช่น ปี ค.ศ. 1966 General Motor ได้ผลิตรถตู้เรียก Electrovan ปี 1995 Ballard ได้ผลิต Fuel Cell Bus ยาว 12 เมตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริษัท Honda ได้ผลิตรถยนต์ 4 ประตู 4 ที่นั่ง (Fuel Cell eXperimental, FCX) ในปี ค.ศ. 1999 รวมทั้ง Toyota ได้สร้างรถยนต์ไฟฟ้าต้นแบบที่มีเซลล์เชื้อเพลิงชนิด PEM เป็นแหล่งพลังงานหลัก ซึ่งสามารถทำงานได้ดี ในอนาคตข้างหน้านี้เซลล์เชื้อเพลิงอาจจะถูกนำไปใช้งานจริงมากขึ้น และทำให้ราคาถูกลงอีก

ภาพ 6 รถยนต์ Honda ชนิด FCX

ที่มา. จาก “รถยนต์ต้นแบบของ Honda ที่ขับเคลื่อนด้วยเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 10 kW” โดย Honda, 2556 ค้นจาก http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Nenryo-denchi_jidosha_Honda_FCX_1999.jpg

การมองหาแหล่งพลังงานทดแทน เพื่อนำมาใช้แทนเชื้อเพลิงเหลวและก๊าซธรรมชาติที่จะหมดไปจากโลกในระยะเวลาไม่ไกลนี้ เซลล์เชื้อเพลิงจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม เนื่องจากก๊าซไฮโดรเจนซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงนั้น จะไม่มีวันหมดไปจากโลก เพราะก๊าซไฮโดรเจนสามารถสร้างขึ้นได้โดยใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานทดแทนต่าง ๆ ไปแยกโมเลกุลของน้ำ (H_2O) ออกเป็นก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และออกซิเจน ($½·O_2$) จากนั้นเมื่อก๊าซทั้งสองผ่านการทำปฏิกิริยาในเซลล์เชื้อเพลิงแล้ว ก๊าซทั้งสองจะรวมตัวกันเป็นน้ำบริสุทธิ์เช่นเดิมและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ไฮโครเจนจึงไม่เพียงแต่ทำให้เราประหยัดเท่านั้น แต่ยังช่วยลดภาวะโลกร้อน ทำให้โลกน่าอยู่มากขึ้นและไร้มลพิษเผาไหม้จากเชื้อเพลิงจากการขับขี่ด้วย

สรุป

ประเทศไทยเป็นประเทศที่พึ่งพาการนำเข้าพลังงานจำนวนมากมาก ทำให้ขาดความมั่นคงด้านพลังงาน ความพยายามในการพัฒนาการใช้พลังงานทดแทนจากแหล่งพลังงานในประเทศจึงเป็นความจำเป็นที่สำคัญและเร่งด่วน ภาวะโลกร้อนอันเกิดจากสภาวะเรือนกระจกทำให้สภาวะอากาศเปลี่ยนไปและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากมาย เซลล์เชื้อเพลิงมีจุดแข็งในหลายด้าน และนับเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในอนาคตซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ได้หลากหลาย เช่น รถยนต์ เครื่องผลิตไฟฟ้าภายในบ้าน แหล่งพลังงานพกพา และแหล่งผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ก็ได้ จากการพัฒนาเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิงที่ก้าวหน้าขึ้นอย่างรวดเร็ว คาดว่าในอนาคตอันใกล้ เซลล์เชื้อเพลิงจะมีประสิทธิภาพและสมรรถนะสูงเพียงพอที่จะทดแทนโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เรียบเรียงบทความขอขอบคุณ ผศ.ดร.ปฏิพัทธ์ ทวนทอง และอาจารย์วัฒนา แก้วมณี ที่ได้ให้ข้อมูลและข้อแนะนำเพิ่มเติมในการจัดทำบทความนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. (2551). *แผนพลังงานทดแทน 15 ปี*. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.

กระทรวงพลังงาน. (2552). *ยุทธศาสตร์พลังงาน สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน*. กรุงเทพฯ: สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน.

Aßmann, D., Laumanns, U. & Uh, D. (2006). *Renewable energy: A global review of technologies, policies and market*. London: Earth scan.

British Petroleum. (2009). Other fuel. *BP Statistical Review of World Energy 2009*. London: US Securities and Exchange Commission.

Chailorm, K., Nirunsin, S. & Vilaithong, T. (2003). PEM fuel cell investigation at Chiang Mai university Thailand. *International Energy Journal, 4*(2), 119-127.

Fctec.com. (2013). *Alternative energy/hydrogen*. Retrieved from http://www.energy.go.th/moen/upload/File/AlternativeEnergy/Hydrogen/6_7.pdf

Graham Weaver. (2010). *History of PEM fuel cell*. World Fuel Cells: An Industry Profile with Market Prospects to 2010.

Gregor Hoogers. (2003). *Fuel cell technology handbook*. Washington, DC: CRC Press.

Honda. (2013). *Nenryo*. Retrieved from http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Nenryo-denchi_jidosha_Honda_FCX_1999.jpg

REN21. (2009). *Renewable Global Status Report: 2009 Update*. Paris: REN21 Secretariat.

Thounthong, P., Davat, B. Raël, S. & Sethakul, P. (2009). Fuel Cell High-Power Applications. *IEEE Industrial Electronics Magazine, 3*(1), 32-46.

Thounthong, P., Davat, B. Raël, S. & Sethakul, P. (2009). Fuel cell high-power applications. *IEEE Industrial Electronics Magazine, 15*(4), 52-59.

Thounthong, P., Chunkag, V., Sethakul, P., Davat, B. & Hinaje, M. (2009).Comparative study of fuel-

cell vehicle hybridization with battery or super capacitor storage device. *IEEE transactions on vehicular technology, 58*(8), 3892-3904.

การยืนและนั่ง..แบบการยศาสตร์

Standing and Sitting and Ergonomics

เนตรชนก เจริญสุข[1]

บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเด็นปัญหาด้านการยศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่เกิดจากท่ายืนและนั่งที่ไม่ถูกต้อง ผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบการควรศึกษาท่าทางที่ถูกต้องเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นในการทำงาน ในขณะที่สถานประกอบการควรคำนึงถึงการจัดสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยในการทำงานให้พนักงานทั้งที่เป็นสถานที่ อุปกรณ์สำนักงานและเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงาน

คำสำคัญ: การยศาสตร์, สภาพแวดล้อมในการทำงาน, อุปกรณ์สำนักงาน

Abstract

Most ergonomic problems of workforce nowadays are the inappropriate sitting and standing postures workers should pay attention in learning how to sit and stand properly. Also the company should provide proper working environment including tools and equipment properly designed for safety.

Keywords: office ergonomics, work environment, work safety, office tools and equipment

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
E-mail: noknyna@hotmail.com

ความนำ

ปัจจุบันนี้การดำเนินชีวิตในแต่ละวันนั้นมากกว่าครึ่งหนึ่งต้องอยู่กับการทำงาน ซึ่งในการทำงานนั้น ๆ ย่อมมีปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่สามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานได้ทั้งด้านจิตวิทยา กายภาพ เคมี ชีวภาพ และการยศาสตร์ ซึ่งคนส่วนใหญ่มักไม่ค่อยให้ความสนใจเท่าใดนักจนกระทั่งเกิดอุบัติเหตุหรือเกิดอันตรายขึ้นกับผู้ปฏิบัติงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยสิ่งแวดล้อมด้านการยศาสตร์ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานเป็นอย่างมาก

สำหรับคำว่า "การยศาสตร์ หรือ ergonomics" นั้น สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน (สุดธิดา กรุงไกรวงศ์ และรัตนาภรณ์ อมรรัตนไพจิตร:2540) ได้มีการให้คำจำกัดความว่า เป็นเรื่องการศึกษาสภาพการทำงานที่มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อมการทำงาน เป็นการพิจารณาว่าสถานที่ทำงานดังกล่าวได้มีการออกแบบหรือปรับปรุงให้มีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานอย่างไร เพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อความปลอดภัยและสุขภาพอนามัยในการทำงาน และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้ด้วย และยังมีนิยามอื่น ๆ เช่น การยศาสตร์ เป็นการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคนและสภาพแวดล้อมในการทำงาน เพื่อปรับสภาพของงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน ทำให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีสุขภาพดี (สสิธร: 2548) ดังนั้น การยศาสตร์ จึงเป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับหลายแขนงวิชาทั้งศาสตร์และศิลปเพื่อใช้ในการจัดการในสถานที่ทำงานให้มีสภาพแวดล้อมการทำงานที่เหมาะสมมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงานและข้อจำกัดของมนุษย์ที่มีอยู่ เพื่อให้มีท่าทางการทำงานที่เหมาะสมและลดความเมื่อยล้าและการบาดเจ็บอันเกิดจากท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม ซึ่งปัญหาด้านการยศาสตร์สามารถเกิดขึ้นกับทุกคนได้ตลอดเวลามิใช่เฉพาะคนที่ทำงานในสถานประกอบการเท่านั้น แต่ยังเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้กับทุกคน ทุกเพศ ทุกวัย ทุกอาชีพ ทุกท่าทางการทำงาน และทุกขั้นตอนการทำงาน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเราทุกคนมีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากปัญหาด้านการยศาสตร์เป็นอย่างมาก ซึ่งปัญหาด้านการยศาสตร์มีสาเหตุหลัก 4 เรื่อง คือ (OSHA: 2000)

1. ระบบการทำงาน

การพิจารณาถึงขั้นตอนการทำงาน วิธีการปฏิบัติงานและระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้องในการทำงานต้องเอื้อต่อการทำงาน โดยต้องไม่มีระบบการทำงานที่มีความเสี่ยงในการเกิดปัญหาด้านการยศาสตร์ เช่น ขั้นตอนการทำงานที่ต้องก้ม เงยหรือบิดเอี้ยวตัวเป็นระยะเวลาติดต่อนาน ๆ การทำงานล่วงเวลามากเกินไปการเพิ่มอัตราการทำงานหรือความถี่ในการทำงาน การทำงานที่ต้องเปลี่ยนตำแหน่งหรือหน้าที่บ่อย ๆ ลักษณะการทำงานที่ซ้ำซากจำเจ เป็นต้น

2. อุปกรณ์ เครื่องมือและเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องในการทำงาน

การพิจารณาถึงของขนาด ทิศทาง ตำแหน่งและระดับความสูงของการติดตั้งอุปกรณ์ เครื่องมือและเครื่องจักรให้มีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งจะส่งผลต่อการเกิดปัญหาด้านการยศาสตร์ได้ เช่น โต๊ะทำงานที่สูงหรือเตี้ยเกินไป เครื่องจักรที่มีความสั่นสะเทือนขณะปฏิบัติงาน การดึงและดันอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่ การยกของที่มีน้ำหนักมาก ภาชนะหรือบรรจุภัณฑ์ไม่มีที่จับยึดทำให้เคลื่อนย้ายลำบาก อุปกรณ์ที่ต้องใช้แรงกดหรือบีบจากมือ เป็นต้น

3. ผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนย่อมมีข้อจำกัดที่แตกต่างกันไป ได้แก่ ความแตกต่างของสัดส่วนรูปร่างของผู้ปฏิบัติงาน ระดับความทนทานและความอดทนของร่างกายที่มีต่องาน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและร่างกายในการปฏิบัติงาน เช่น ผู้ชายมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากกว่าผู้หญิงจึงระดับความทนทานและความอดทนของร่างกายมากกว่า ดังนั้นน้ำหนักที่ผู้ชายสามารถยกได้จึงมากกว่าผู้หญิง ผู้ชายมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากกว่าเด็กชายจึงระดับความทนทานและความอดทนของร่างกายมากกว่า ดังนั้นน้ำหนักที่ผู้ชายสามารถยกได้จึงมากกว่าเด็กชาย เป็นต้น แต่ข้อจำกัดที่กล่าวมาแล้วของผู้ปฏิบัติงานนั้นเป็นสิ่งที่ติดตัวของผู้ปฏิบัติงานมาที่ไม่สามารถแก้ไขได้แล้ว

จึงนิยมนำมาเป็นเงื่อนไขในการคัดเลือกผู้ปฏิบัติงานก่อนเข้ามาทำงานเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาในส่วนนี้ เช่น การกำหนดเพศ ช่วงอายุ และสมรรถภาพของร่างกาย เป็นต้น นอกจากนี้สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณา คือ ท่าทางในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน เพราะในงานเดียวกันที่มีขั้นตอนการทำงานที่เหมือนกันทุกประการนั้นจะเกิดความแตกต่างกันที่ท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนนั้นเอง จึงถือว่าท่าทางการทำงานเป็นตัวแปรสำคัญในการเกิดปัญหาด้านการยศาสตร์ด้วย

4. สภาพแวดล้อมในการทำงาน

สำหรับสถานที่ทำงานใด ๆ ก็ตามที่มีสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น เสียงดังเกินไป อากาศร้อนหรือเย็นเกินไป แสงสว่างจ้าหรือน้อยเกินไป การระบายอากาศไม่ดี พื้นที่แคบเกินไปหรือมีของวางเกะกะกีดขวางทางเดิน ทางเดินมีความต่างระดับมากเกินไปหรือเยอะเกินไป บันไดมีความชัน เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิดผลกระทบต่อการทำงานและนำไปสู่การเกิดปัญหาการยศาสตร์ได้ คือ การที่ผู้ปฏิบัติงานต้องบิดหรือตะแคงตัวในการเดินยกของผ่านพื้นที่ที่แคบ เช่นกัน

ดังนั้น เมื่อพิจารณาสาเหตุทั้ง 4 เรื่องสำหรับการเกิดปัญหาด้านการยศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงานแล้วจะพบว่า ประเด็นที่เป็นปัญหามากที่สุดและแก้ไขได้ยากที่สุด คือ ประเด็นของผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงานนั่นเอง เนื่องจากการแก้ไขปัญหานี้จะสำเร็จได้จะต้องได้รับความร่วมมือจากผู้ปฏิบัติที่มีความต้องการจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้ปฏิบัติงานเองให้ถูกต้อง ดังนั้นการทำให้ผู้ปฏิบัติงานตระหนักถึงอันตรายจากปัญหาเกี่ยวกับท่าทางการทำงานได้จึงถือเป็นสิ่งที่ทำได้ยากแต่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

สำหรับท่าทางการทำงานที่เป็นพื้นฐานของงานทุกประเภท คือ การนั่ง และการยืน ซึ่งการนั่งและการยืนที่ถูกต้องมีแนวในการปฏิบัติดังนี้ (สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน, 2551)

4.1 ท่าทางในการทำงานสำหรับบุคคลที่ยืนทำงานมีแนวในการปฏิบัติ คือ

(1) ระดับความสูงของพื้นที่ปฏิบัติงานต้องไม่สูงหรือเตี้ยเกินไป โดยผู้ปฏิบัติงานจะต้องให้แขนท่อนล่างขนานกับพื้น ส่วนแขนท่อนบนขนานกับลำตัว ซึ่งข้อศอกทั้งสองข้างจะทำมุม 90 องศา หัวไหล่ปล่อยตามสบาย เพราะถ้าผู้ปฏิบัตงานเกร็งหรือยกขึ้นเมื่อทำงานได้ระยะหนึ่งผู้ปฏิบัติงานจะเกิดความเมื่อยล้าและเกิดการบาดเจ็บสะสมได้

(2) ผู้ปฏิบัติงานยืนหลังตรง ไม่เอียงตัวไปข้างหน้าหรือข้างหลัง ไม่ยืนหลังงอหรือห่อไหล่ และไม่ควรเอื้อมมือไปหยิบสิ่งของที่อยู่ระดับสูงกว่าหัวไหล่และระดับต่ำมือจนต้องก้มตัวลง ส่วนศีรษะของผู้ปฏิบัติงานต้องไม่เงยหรือก้มมากเกินไป

(3) ควรจัดให้มีแท่นรองรับชิ้นงานสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่มีความสูงมากหรือแท่นยกพื้นสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่เตี้ยให้สามารถยืนทำงานได้อย่างเหมาะสม

(4) ควรจัดให้มีแผ่นปูรองพื้นที่ซึ่งเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น ไม่ลื่น สะอาด

(5) บริเวณที่ยืนทำงานนั้นต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง และสามารถขยับเท้าเคลื่อนที่ไปมาได้ทั้งไปข้าง ๆ ไปข้างหน้าและถอยหลังในแนวราบได้อย่างอิสระ

(6) ควรมีการจัดหาที่วางพักเท้าพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปรับเปลี่ยนอิริยาบถได้หรือสับเปลี่ยนน้ำหนักในการยืนเป็นครั้งคราวเพื่อช่วยลดความเมื่อยล้าและเครียดของกล้ามเนื้อ

(7) ควรจัดให้มีเก้าอี้หรือที่นั่งพักไว้ในพื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานนั่งพักในระหว่างช่วงพักได้อย่างสะดวก

(8) ผู้ปฏิบัติงานควรสวมรองเท้าที่มีความเหมาะสมพอดีเพื่อรองรับและพยุงบริเวณที่เป็นส่วนโค้งของเท้า เพื่อลดความปวดเมื่อย

4.2 ท่าทางการทำงานสำหรับบุคคลที่นั่งเก้าอี้มีแนวในการปฏิบัติ คือ

(1) ควรปรับระดับความสูงของโต๊ะทำงานให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะซึ่งต้องไม่สูงหรือเตี้ยเกินไป โดยให้โต๊ะอยู่ในระดับที่เมื่อทำงานแล้วแขน

ท่อนล่างของผู้ปฏิบัติจะขนานกับพื้นหรือต้นขา ส่วนแขนท่อนบนขนานกับลำตัวซึ่งข้อศอกทั้งสองข้างจะทำมุม 90 องศา หัวไหล่ปล่อยตามสบาย เพราะถ้าผู้ปฏิบัตงานเกร็งหรือยกขึ้น จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าและเกิดการบาดเจ็บสะสมกับผู้ปฏิบัติงานได้เมื่อทำงานไประยะหนึ่ง

(2) ควรปรับระดับความสูงของเก้าอี้ให้พอเหมาะกับความยาวของขาช่วงล่าง และจะสามารถวางเท้าไว้บนพื้นพอดีโดยที่สามารถสอดมือเข้าไปตรงบริเวณระหว่างต้นขากับขอบของที่นั่งของเก้าอี้ได้ เพราะจะทำให้เวลานั่งทำงานของของที่นั่งของเก้าอี้ไม่ไปกดตรงบริเวณต้นขา ซึ่งขาช่วงล่างจะวางตั้งฉากกับพื้น ขาช่วงบนวางตามเบาะนั่งของเก้าอี้ที่ขนานกับพื้น ทำให้หัวเข่าทั้งสองข้างทำมุม 90 องศา

(3) บริเวณที่ยืนทำงานนั้นต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง และควรมีที่วางพักเท้าเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถขยับเท้าทั้งสองเคลื่อนที่ไปมาได้อย่างอิสระ เพื่อช่วยลดความเมื่อยล้าและเครียดของกล้ามเนื้อ

(4) เก้าอี้ควรมีความมั่นคงแข็งแรง ไม่โยกหรือเลื่อนไปมา

(5) ที่นั่งของเก้าอี้ต้องไม่เล็กเกินไป และมีความลึกให้พอเหมาะกับความยาวของขาช่วงบน นอกจากนี้บริเวณขอบของที่นั่งต้องมีลักษณะโค้งมน ไม่ควรมีลักษณะเป็นเหลี่ยมมุม เพราะเวลานั่งทำงานจะทำให้เหลี่ยมมุมนั้นกดกับบริเวณต้นขาจนเกิดอาการเจ็บของกล้ามเนื้อได้

(6) วัสดุที่ใช้ทำเก้าอี้ต้องมีคุณสมบัติที่อากาศสามารถไหลผ่านได้ดีหรือระบายอากาศได้ดี ทำความสะอาดง่าย ดูแลรักษาง่าย ไม่ควรมีลักษณะที่เกิดการลื่นได้ง่าย เพราะผู้ปฏิบัติงานต้องเกร็งตลอดเวลาการทำงานซึ่งจะทำให้รู้สึกเครียดและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อได้

(7) พนักพิงต้องไม่เล็กเกินไป ซึ่งสามารถรองรับแผ่นหลังของผู้ปฏิบัติงานได้ทั้งหมด ไม่ควรเอนไปข้างหลังหรือข้างหน้า

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการจัดสถานที่ปฏิบัติงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานเป็นสิ่งสำคัญ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงผู้ปฏิบัติงาน สถานที่ปฏิบัติงานก็ต้องเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งแนวทางในการแก้ไขปัญหาสามารถทำได้โดยการใช้อุปกรณ์ที่สามารถปรับระดับได้ในสถานที่ปฏิบัติงาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปรับระดับให้เหมาะสมกับตนเองได้ตลอดเวลา

ดังนั้น การแก้ไขปัญหาด้านการยศาสตร์จึงไม่ใช่การปรับผู้ปฏิบัติงานให้เหมาะกับสภาพการทำงาน แต่เป็นการปรับสภาพการทำงานให้เหมาะกับผู้ปฏิบัติงาน โดยการออกแบบอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร และสภาพแวดล้อมในการทำงานให้เหมาะกับความสามารถพื้นฐานและข้อจำกัดต่าง ๆ ของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับความปลอดภัยในการทำงาน ไม่เกิดการเมื่อยล้าหรือการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจนมีอาการลุกลามร้ายแรง และยังทำให้เกิดสภาพการทำงานที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นด้วย

เอกสารอ้างอิง

สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน. (2551). *แนวทางการปรับปรุงสภาพการทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงาน*. กรุงเทพฯ: เรียงสาม กราฟฟิค ดีไซน์.

สสิธร เทพตระการพร. (2548). *ผลกระทบต่อสุขภาพจากปัญหาการยศาสตร์*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุดธิดา กรุงไกรวงศ์ และรัตนาภรณ์ อมรรัตนไพจิตร. (2540). สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน *"การยศาสตร์ในสถานที่ทำงาน"*.

U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration. (2000). *"Ergonomics: The Study of Work"* OSHA 3125.

WISHA Services Division of Washington State Department of Labor and Industries. (2002). *Office Ergonomics: Practical solutions for a safer workplace*. Washington, D. C.: Author.

ช่องทางด่วนช่วยลดอัมพาต

Stroke Fast Track

นุจรินทร์ โพธารส[1]

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอช่องทางด่วนลดการเกิดความพิการจากโรคหลอดเลือดสมอง ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเข้าช่องทางด่วน ยาช่วยละลายลิ่มเลือดที่ใช้กับหลอดเลือดสมองอุดตัน ข้อจำกัดของบุคคลที่ได้รับยาละลายลิ่มเลือด การพยาบาลบุคคลที่มีปัญหาโรคหลอดเลือดสมองในระยะก่อน ระหว่าง และภายหลังได้รับยาละลายลิ่มเลือด รวมทั้งแนะนำโรงพยาบาลที่สามารถให้บริการช่องทางด่วนลดการเกิดความพิการจากโรคหลอดเลือดสมองด้วย

คำสำคัญ: โรคหลอดเลือดสมอง, ช่องทางด่วนช่วยลดอัมพาต, ยาละลายลิ่มเลือด, การพยาบาลขณะรับยา rt-PA,

Abstract

This paper focuses on Stroke Fast Track, its process and protocol with the aim of decreasing complications like paralysis. The thrombolytic agent rt-PA is presented to acquaint the readers of its benefits and limitations as well as nursing intervention of its infusion in the pre-administration, during and post- administration periods. Hospitals are thereby advised to have a Stroke Fast Track center.

Keyword: Stroke, Stroke Fast Track, rt-PA, nursing intervention while rt-PA administration

[1]อาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: nucharin@eau.ac.th

สโตร์ค (Stroke) เป็นโรคเกี่ยวกับความผิดปกติของโรคหลอดเลือดสมอง (Cerebrovascular disease) หรือที่เรารู้จักกันในชื่อโรคอัมพาตหรือโรคอัมพฤกษ์ เป็นโรคที่พบบ่อยและเป็นปัญหาสาธารณสุขสำคัญของประเทศไทย จากสถิติสาธารณสุข พ.ศ. 2553 พบว่าโรคหลอดเลือดสมองเป็นโรคที่เป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับที่ 3 ในประชากรไทย ซึ่งรองจากอุบัติเหตุและโรคมะเร็ง และอัตราการเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดสมองมีแนวโน้มจะเพิ่มสูงขึ้น โรคหลอดเลือดสมองสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ โรคหลอดเลือดสมองที่เกิดจากหลอดเลือดสมองขาดเลือด (Ischemic stroke) พบประมาณร้อยละ 75-80 และโรคหลอดเลือดสมองที่เกิดจากการมีเลือดออกในสมอง (Hemorrhagic stroke) พบประมาณร้อยละ 20-25 โดยทั่วไปเมื่อเกิดความผิดปกติที่โรคหลอดเลือดสมองไม่ว่าจากสาเหตุใดก็ตามจะทำให้เกิดอาการ ตาพร่ามัวมองเห็นภาพซ้อน อาการชาครึ่งซีก อ่อนแรงและหน้าเบี้ยว หรือมีอาการแขนขาอ่อนแรงร่วมด้วย พูดลำบาก หรือฟังไม่เข้าใจ เวียนศีรษะ ทรงตัวไม่ดี เดินเซ กลืนลำบาก ปวดศีรษะ บางครั้งจะมีอาการปวดศีรษะรุนแรง ซึ่งอาจจะแสดงอาการออกมาอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือมีอาการหลายอย่างพร้อมกัน จากอาการเหล่านี้จะพัฒนาไปสู่อาการไม่มีแรงถาวรเนื่องจากสมองขาดเลือดไปเลี้ยงคือเกิดอัมพาตนั้นเอง เมื่อผู้ป่วยนั้นเป็นอัมพาต จะมีปัญหาตามมามากมาย เช่น ต้องพึ่งพาผู้อื่นหรือ ญาติคอยดูแล เกิดภาวะเครียด มีอาการแทรกซ้อนทั้งร่างกายและจิตใจ เพิ่มจำนวนผู้ป่วยอัมพาตในประเทศส่งผลต่องบประมาณพัฒนาประเทศ ดังนั้นเมื่อลดภาวะการเกิดอัมพาตในคนปกติจะช่วยลดการเกิดปัญหาต่าง ๆ ที่จะตามมาได้ Stroke Fast Track เป็นช่องทางช่วยลดการเกิดปัญหาดังกล่าวจากสถิติพบว่าก่อนการตั้งศูนย์ Stroke Fast Track อัตราการตายของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองคิดเป็นร้อยละ 6.59 แต่หลังจากการตั้งศูนย์ฯ อัตราการตายลดลงคิดเป็นร้อยละ 3.33 (สำนักสารนิเทศ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, 2554)

Stroke Fast Track

เมื่อปีพ.ศ. 2551 สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ได้จัดทำโครงการ Stroke Fast Track ขึ้น เริ่มแรกโรงพยาบาลที่เข้าร่วมโครงการเป็นโรงพยาบาลขนาดใหญ่ โรงพยาบาลที่มีโรงเรียนแพทย์ เช่น โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ แต่ปัจจุบันได้มีโรงพยาบาลเข้าร่วมโครงการนี้จำนวนมาก เพราะเล็งเห็นประโยชน์ที่จะเกิดกับผู้ที่ปัญหาโรคหลอดเลือดสมอง Stroke Fast Track (SFT) เป็นการนำส่งผู้ป่วยที่มีอาการของโรคหลอดเลือดสมองนับตั้งแต่เกิดอาการให้ทันภายใน 3 ชั่วโมง เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับยาละลายลิ่มเลือดที่อุดตันทำให้สมองไม่ขาดเลี้ยง ความพิการก็ไม่เกิดขึ้น ซึ่งการที่จะเกิดช่องทางเร่งด่วนนั้นจะประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้ (สถาบันประสาทวิทยาชมรมพยาบาลโรคระบบประสาทแห่งประเทศไทย, 2550)

1. เจ้าหน้าที่คัดกรองและ เคลื่อนย้ายผู้ป่วยเข้าสู่ห้องฉุกเฉิน ภายใน 3 นาที

2. แพทย์และพยาบาลจะซักประวัติอาการสำคัญที่มาโรงพยาบาล อาการอาจแตกต่างกันตามตำแหน่งของหลอดเลือดที่มีปัญหา โดยจะมีอาการเตือนที่สามารถเกิดได้ 1 ใน 5 อาการดังนี้

- กล้ามเนื้ออ่อนแรง เช่น มีอาการชาหรืออ่อนแรงแขนขาหรือใบหน้า มักเป็นซีกใดซีกหนึ่ง

- มองเห็นผิดปกติ เช่น ตามัว มองเห็นภาพซ้อน หรือตาข้างใดข้างหนึ่งมองไม่เห็นทันที

- พูดผิดปกติเช่น พูดลำบาก พูดตะกุกตะกักหรือพูดไม่ได้หรือไม่เข้าใจคำพูด

- ปวดศีรษะอย่างรุนแรงทันทีโดยไม่มีสาเหตุชัดเจน

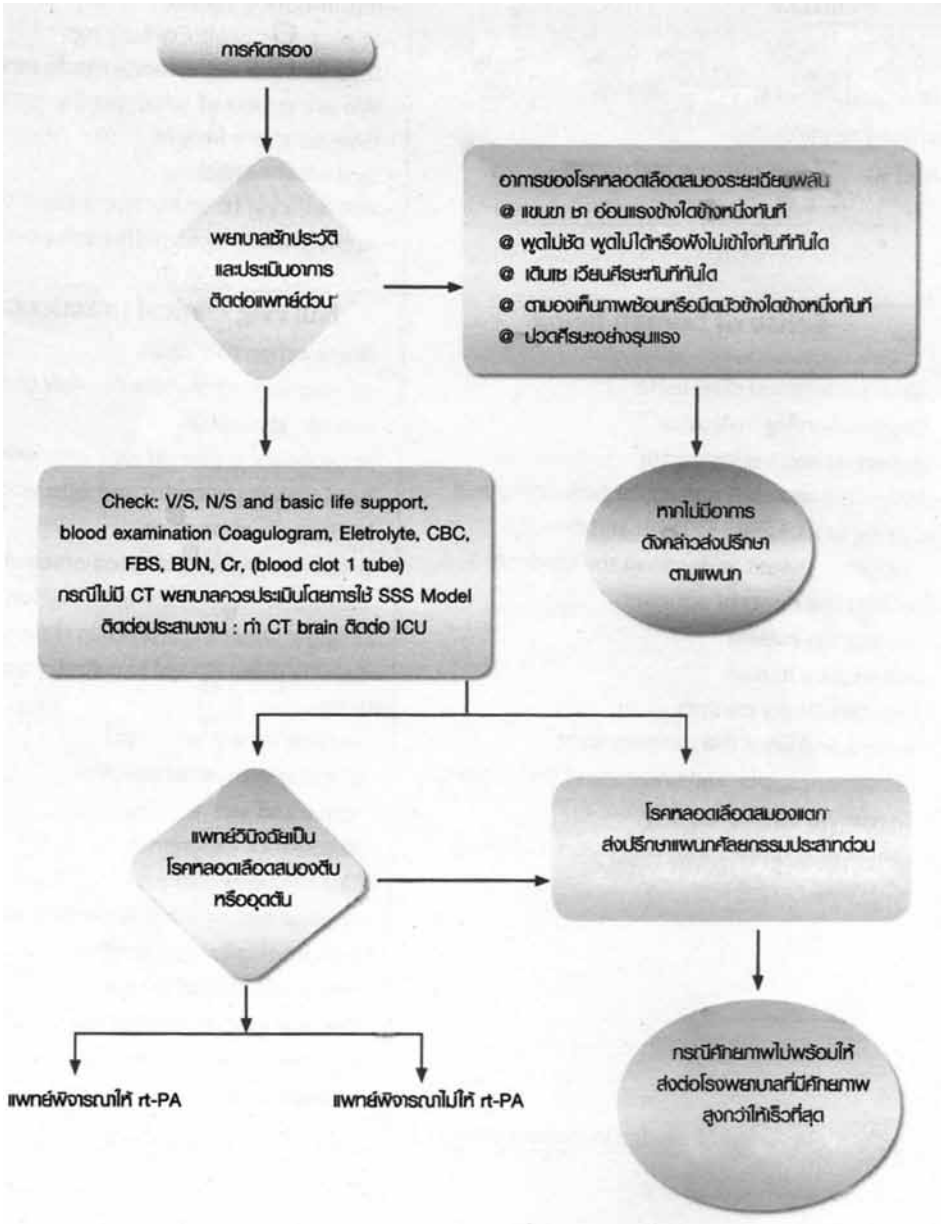
- เวียนศีรษะ มีอาการมึนงง บ้านหมุนหรือเดินเซ เสียการทรงตัว ล้มง่าย

การซักประวัติจะเน้นเรื่องระยะเวลาที่เริ่มเกิดอาการ ต้องชัดเจนเพราะจะมีผลต่อการให้ยา เช่น

เป็นมาแล้ว 3ชั่วโมง หรือ 4 ชั่วโมง ในกรณีที่เวลาเริ่มเป็นไม่ชัดเจนเช่น ญาติให้ประวัติว่าพบผู้ป่วยเข้านอนประมาณ 21 นาฬิกา และตื่นนอนเวลา 5 นาฬิกา พบว่า มีอาการพูดไม่ชัด แขนขาอ่อนแรงไปซีกหนึ่ง กรณีนี้ ให้ถือว่าระยะเวลาที่เริ่มเป็น คือเวลาเข้านอน 21 นาฬิกา หรือเวลาครั้งสุดท้ายที่พบว่าผู้ป่วยยังมีอาการปกติ

3. ตรวจร่างกาย ตรวจสัญญาณชีพ (ต้องรายงานภายใน 4 นาที) และตรวจทางห้องปฏิบัติการร่วมด้วยได้แก่ ส่วนประกอบของเลือด (CBC) การแข็งตัวของเลือด (blood clot) ระดับน้ำตาลในเลือด (FBS) อิเล็กโตไลย์ (electrolyte) ประสิทธิภาพการทำงานของไต (Cr) ระดับไนโตรเจนในเลือด(BUN) และ เอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมอง (CT brain) ซึ่งต้องส่งตรวจภายใน 10 นาทีและตามผลภายใน 15 นาที)

4. แพทย์รอผลจากเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมอง ถ้าพบว่าหลอดเลือดสมองแตก จะส่งต่อศัลยแพทย์สมองเพื่อรับการผ่าตัดนำก้อนเลือดในสมองออกมา แต่ถ้าพบหลอดเลือดสมองตีบหรือตันจะเข้าช่องทางเร่งด่วน (Fast Track) เพื่อรับการรักษาโดยใช้ยา rt-PA ต่อไป (แสดงดังแผนภูมิที่ 1)



แผนภูมิที่ 1 แสดงช่องทางด่วนของผู้ที่มีปัญหาหลอดเลือดสมองเมื่อส่งผู้ป่วยที่โรงพยาบาล (อ้างอิง: จากสถาบันประสาทวิทยาชมรมพยาบาลโรคระบบประสาทแห่งประเทศไทย,2550).

การรักษาด้วยยา rt-PA (ยาละลายลิ่มเลือด)

ยา rt-PA (recombinant tissue plasminogen activator) หรือ Alteplase เป็นยาละลายลิ่มเลือด (Thrombolytic agent) ชนิดฉีดทางเส้นเลือดดำ โดย Alteplase เป็นไกลโคโปรตีนซึ่งเป็นตัวกระตุ้นโดยตรง เป็นผลให้เกิดการละลายของลิ่มเลือด ใช้ในผู้ป่วยหลอดเลือดสมองขาดเลือดฉับพลัน (acute ischemic stroke), กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดฉับพลัน (acute myocardial infarction), การอุดตันขนาดใหญ่ของเส้นเลือดแดงในปอด (acute massive pulmonary embolism). ซึ่งการรักษาในผู้ป่วยหลอดเลือดสมองขาดเลือดฉับพลันได้ผลดียืนยันโดยสถาบันแห่งชาติอเมริกาที่ศึกษา rt-PA กลุ่มความผิดปกติของระบบประสาทและหลอดเลือดสมอง (The National Institute of Neurological Disorder and Stroke rt-PA Study Group,1995) สนับสนุนการรักษาด้วยยา rt-PA ในโรคหลอดเลือด สมองตีบหรืออุดตันที่จะช่วยให้เนื้อสมองของผู้ป่วยถูกทำลายน้อยลงและสามารถฟื้นตัวกลับมาเป็นปกติ และพบว่าประมาณร้อยละ 30 ผู้ป่วยจะมีอาการดีขึ้น หรือหายเป็นปกติได้และลดอัตราเสียชีวิตลงได้ เมื่อ ติดตามไปนาน 3 เดือน พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับ rt-PA ไม่มีความพิการเกิดขึ้นร้อยละ 50 และร้อยละ12 มีอาการ ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด มีงานวิจัยของประเทศไทยที่ได้ผลคล้าย ๆ กันเช่น ฐกรรด์ ชัยสาม (2550) พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับยาละลายลิ่มเลือด rt-PA มีระดับความรุนแรงของอาการโรคหลอดเลือดสมองตีบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับยาโดยตรวจติดตามทั้งที่ 3 และ 6 เดือน เป็นต้น

ยาตัวนี้ฉีดเข้าไปละลายก้อนเลือด (Clot) ที่อุดตันโดยตรง จะได้ผลดีเมื่อฉีดภายใน 180 นาทีหลังจากเกิดอาการ แต่ยาตัวนี้ทำให้เกิดอาการไม่พึงประสงค์ที่สำคัญคือ ภาวะเลือดออกภายในสมอง (intracranial hemorrhage) ดังนั้นเพื่อลดอาการแทรกซ้อนและเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาผู้ที่สามารถได้รับตัวนี้ควรมีลักษณะครบทุกข้อดังต่อไปนี้จึงสามารถให้ยาละลายลิ่มเลือดได้

1. มีหลอดเลือดสมองตีบและอุดตันภายใน 3 ชั่วโมง บ้างโรงพยาบาลใช้ภายใน 4.30 ชั่วโมง

2. อายุมากกว่า 18 ปี

3. มีอาการทางระบบประสาทที่สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดความรุนแรงโรคหลอดเลือดสมอง (National Institutes of Health Stroke Scale: NIHSS) จะประเมินโดยแพทย์เป็นส่วนใหญ่

4. ผล CT scan ของสมองเบื้องต้นไม่พบเลือดออก

5. ผู้ป่วยหรือญาติเข้าใจประโยชน์หรือโทษที่จะเกิดจากการรักษา และยินยอมให้การรักษาโดยใช้ยาละลายลิ่มเลือด

นอกจากนี้ผู้ที่ปัญหาหลอดเลือดสมองที่เข้าหลักเกณฑ์ข้อใดข้อหนึ่งห้ามให้ยาละลายลิ่มเลือดเด็ดขาด

1. มีอาการของหลอดเลือดสมองตีบและตันที่ไม่ทราบเวลาที่เริ่มเป็นชัดเจนหรือมีอาการภายหลังตื่นนอน

2. มีอาการเลือดออกใต้ชั้นเยื่อหุ้มสมอง (subarachnoid hemorrhage)

3. มีอาการทางระบบประสาทที่ดีขึ้นอย่างรวดเร็ว (NIHSS < 4) หรือรุนแรง (NIHSS >18)

4. มีอาการชัก

5. ความดันโลหิตสูง (ค่าความดันโลหิตส่วนบน ≥ 185 mmHg, ส่วนล่าง ≥ 110 mmHg)

6. มีประวัติเลือดออกในสมอง มีประวัติเป็นโรคหลอดเลือดสมองหรือมีบาดเจ็บที่ศีรษะรุนแรงภายใน 3 เดือน

7. ได้รับยาต้านการแข็งตัวของเกล็ดเลือด (heparin หรือ warfarin) ภายใน 48 ชั่วโมงหรือตรวจพบความผิดปกติของเกล็ดเลือดอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้ มีค่า Partial-thromboplastin time ผิดปกติ มีค่า Prothrombin time มากกว่า 15 วินาที มีค่า International normalized ratio (INR) มากกว่า 1.5

8. มีปริมาณเกล็ดเลือดน้อยกว่า 100,000/mm

9. มีความเข้มข้นของเลือด (Hct) น้อยกว่าร้อยละ 25

10. มีประวัติผ่าตัดใหญ่ภายใน 14 วัน

11. มีเลือดออกในทางเดินอาหารหรือทางเดินปัสสาวะภายใน 21 วัน

12. มีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่า 50 มิลลิกรัม/เดซิลิตร หรือสูงกว่า 400 มิลลิกรัม/เดซิลิตร

13. มีประวัติกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด (Myocardial infarction) ภายใน 3 เดือน

14. มีการเจาะหลอดเลือดแดงในตำแหน่งที่ไม่สามารถห้ามเลือดได้ภายใน 7 วัน

15. ตรวจร่างกาย พบเลือดออกหรือมีการบาดเจ็บหรือกระดูกหัก

16. เอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมอง พบเนื้อสมองตายมากกว่า 1 กลีบ หรือพบการเปลี่ยนแปลงในระยะแรกของหลอดเลือดสมองตีบขนาดใหญ่

การพยาบาลขณะให้ยาละลายลิ่มเลือดในผู้ที่มีปัญหาหลอดเลือดสมอง

การให้ยาละลายลิ่มเลือดอุดตันที่สมองเป็นหน้าที่ของพยาบาลโดยตรง พยาบาลต้องมีความรู้และพร้อมติดตามภาวะแทรกซ้อนได้อย่างทันทีและรายงานแพทย์ถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ทั้งนี้ผู้ที่ได้รับยาและญาติต้องมีความเข้าใจการปฏิบัติการพยาบาลนั้นและให้ความร่วมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการรักษา ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนระยะก่อนให้ยา ระยะให้ยาและระยะภายหลังให้ยา (สถาบันประสาทวิทยาชมรมพยาบาลโรคระบบประสาทแห่งประเทศไทย,2550).

ระยะก่อนให้ยา

⊙ แพทย์จะอธิบายให้ผู้ป่วยและญาติเกี่ยวกับข้อดี และข้อเสียของการให้ยา เมื่อตกลงจะให้ยาต้องเซ็นลงในใบยินยอมการอนุญาตให้ฉีดยาด้วย

⊙ เจาะเลือด ได้แก่ CBC, Blood sugar, coagulogram, PT, INR, Clot blood พร้อมเปิดหลอดเลือดดำ 2 เส้นโดยเส้นหนึ่งให้ 0.9% NSS อีกเส้นหนึ่ง lock เตรียมไว้สำหรับให้ยาละลายลิ่มเลือด

⊙ ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ(EKG 12 lead)

ระยะให้ยา

⊙ คำนวณปริมาณยาที่ให้จากน้ำหนักตัว ขนาดที่ให้ คือ 0.6-0.9 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

⊙ ผสมยาในน้ำกลั่น (sterile water) ไม่ผสมละลายในเด็กโตรสเพราะจะไม่ละลาย โดยให้สารละลายที่ผสมแล้วมีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/ซีซี

⊙ ดูดสารละลายที่ผสมแล้วมาร้อยละ 10 ฉีดเข้าทางหลอดเลือดดำภายใน 1 นาที และส่วนที่เหลือร้อยละ 90 หยดทางหลอดเลือดดำนานอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

⊙ ยาที่ผสมแล้วถ้าเหลือจากการคำนวณต้องเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส และถ้าไม่ใช้ภายใน 24 ชั่วโมงต้องทิ้ง

⊙ ขณะหยดยาละลายลิ่มเลือดไม่ให้ยาชนิดอื่นเข้าทางสายให้สารน้ำเดียวกัน

ระยะภายหลังให้ยา

⊙ ควรเข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤติหรือหอผู้ป่วยหลอดเลือดสมอง (stroke unit)

⊙ งดน้ำและอาหารยกเว้นยา

⊙ วัดสัญญาณชีพทุก 15 นาทีนาน 2 ชั่วโมง ทุก 30 นาทีนาน 6 ชั่วโมง ทุก 1 ชั่วโมง นาน 16 ชั่วโมง และทุก 4 ชั่วโมง เมื่ออาการคงที่แล้ว

⊙ ให้ออกซิเจน 2-4 ลิตร/นาที

⊙ ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ ติดตามความผิดปกติ

⊙ ประเมินอาการทางระบบประสาท

⊙ ภายหลังให้ยา rt-PA ภายใน 24 ชั่วโมง ห้ามให้ยาต้านการแข็งตัวของเลือดเช่น heparin/warfarin/antiplatelet ห้ามใส่สายอาหารทางจมูก (NG tube) ห้ามแทงสายยางเข้าหลอดเลือดดำส่วนกลาง (central line) หรือเจาะเลือด และหลีกเลี่ยงการใส่สายสวนปัสสาวะภายใน 30 นาทีภายหลังได้รับยา

⊙ ให้ยาลดกรดเพื่อป้องกันเลือดออกในระบบทางเดินอาหารตามแผนการรักษา

⊙ เฝ้าระวังและสังเกตอาการเลือดออกจากอวัยวะต่างๆ ซึ่งเป็นอาการแทรกซ้อนของยา เช่น มีจ้ำเลือดเพิ่มมากขึ้นที่รอยแทงน้ำเกลือ สังเกตสีของปัสสาวะ สีของอุจจาระหรืออาเจียนที่ออกมา

⊙ กรณีที่สงสัยว่ามีเลือดออกในสมอง เช่น ปวดศีรษะ ระดับความรู้สึกตัวลดลง ความดันโลหิตสูงขึ้น หรือมีอาการคลื่นไส้อาเจียนให้ปฏิบัติดังนี้

• หยุดยาทันทีและรายงานแพทย์

• เตรียมตรวจทางห้องปฏิบัติการเช่น CBC, เกล็ดเลือด (platelet), INR, PTT, PT, fibrinogen, D-dimer พร้อมเตรียมให้ พลาสม่าสดแช่แข็ง (fresh frozen plasma) ตามแผนการรักษา

• เตรียมผู้ป่วยเพื่อตรวจ CT brain ฉุกเฉิน

⊙ ควบคุมความดันโลหิตสูง โดยการให้ยาลดความดันโลหิตสูง ตามแนวทางปฏิบัติ

⊙ ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่เกิน 150 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (mg%) (ค่าปกติ < 110 mg%) เพราะจะทำลายสมองทำให้บริเวณสมองมีเนื้อตายเพิ่มขึ้น ตรวจระดับน้ำตาลโดยการเจาะเลือดปลายนิ้ว และหลีกเลี่ยงการให้สารน้ำที่มีเด็กโตรสเป็นส่วนผสม

เราจะเข้าสู่ช่องทาง Stroke Fast Track ได้ที่ไหนบ้าง

ไม่ใช่ว่าทุกโรงพยาบาลจะสามารถให้บริการ Stroke Fast Track ได้ เนื่องด้วยมีความจำกัดด้านแพทย์ด้านพยาบาลและทีมงานที่เกี่ยวข้องร่วมทั้งเทคโนโลยีที่ติดตามการเปลี่ยนแปลงของหลอดเลือดในสมอง และที่สำคัญคือค่าใช้จ่ายยา rt-PA สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) สนับสนุนเหมาจ่ายรายละ 50,000 บาท (คู่มือบริหารงบกองทุนหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ปีงบประมาณ,2554) ให้แก่โรงพยาบาลที่เป็นศูนย์ Stroke Fast Track ปัจจุบันโรงพยาบาลเครือข่ายของภาครัฐมีอยู่ทั่วประเทศทั้งสิ้น 21 แห่ง (เดลินิวส์, วันพุธที่ 31 สิงหาคม 2554) ได้แก่ 1. โรงพยาบาลขอนแก่น 2. โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 3. โรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร 4. โรงพยาบาลชลบุรี 5. โรงพยาบาลตากสิน 6. โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ 7. โรงพยาบาลประสาทเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 8. โรงพยาบาลพระจอมเกล้า จ.เพชรบุรี 9. โรงพยาบาลพระนั่งเกล้า จ.นนทบุรี 10.โรง พยาบาลพระปกเกล้า จ.จันทบุรี 11. โรงพยาบาลพระพุทธชินราช จ. พิษณุโลก 12. โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า 13. โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ 14. โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา 15. โรงพยาบาลลำปาง 16. โรงพยาบาลเลิดสิน กรุงเทพ 17. โรงพยาบาลศรีนครินทร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 18. โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ 19. โรงพยาบาลสระบุรี 20. โรงพยาบาลสุราษฎร์ธานี และ 21. โรงพยาบาลหาดใหญ่ โรงพยาบาลเหล่าจะมีหอผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองหรือ Stroke unit และสามารถให้บริการผู้ป่วยในระบบ Stroke fast track และให้การดูแลรักษาโรคหลอดเลือดสมองได้อย่างมีมาตรฐานสากล นอกจากนี้โรงพยาบาลเครือข่ายของโรงพยาบาลดังกล่าวสามารถส่งผู้ป่วยมารักษาโดยผ่านทางโรงพยาบาลเครือข่ายได้

บทสรุป

Stroke Fast Track เป็นช่องทางด่วนในการรักษาผู้ที่มีปัญหาหลอดเลือดสมองตีบตันที่เกิดขึ้นภายใน 3 ชั่วโมง เพื่อลดความพิการอันเนื่องจากสมองขาดเลือด ปัจจุบันบางโรงพยาบาลจะยืดเวลาถึง 4.30 ชั่วโมง การรักษาจะเริ่มตั้งแต่ส่งผู้ที่มีปัญหาหลอดเลือดสมองมาที่โรงพยาบาลแผนกฉุกเฉินด้วยอาการของโรคหลอดเลือดสมอง ที่มักจะพบคือ FAST (F = Face ใบหน้าบูดเบี้ยว, ชาข้างใดข้างหนึ่ง, A = Arms แขน ขา, อ่อนแรงข้างใดข้างหนึ่ง, S = Speech พูดสับสน, พูดไม่เป็นภาษา, และ T = Time เกิดอาการทันทีทันใด) เมื่อคัดกรองพบว่าผู้ป่วยเข้าข่ายโรคสมองหลอดเลือดและเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองพบเส้นในสมองตีบตันจะได้รับยา rt-PA เพื่อละลายลิ่มเลือด ทุกขั้นตอนของ Stroke Fast Track ได้ถูกกำหนดและบรรจุไว้เป็นแผนในโรงพยาบาลที่เป็นศูนย์ Stroke Fast Track รวมทั้งหอผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง (stroke unit) ซึ่งช่วยการรักษาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การที่ สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติรับเป็นเจ้าภาพใหญ่ในการจ่ายค่ายาที่มีราคาแพงมากทำให้

ผู้ที่มีปัญหาหลอดเลือดสมองทุกคน ไม่ว่าจะฐานะอย่างไรสามารถเข้าถึงยาตัวนี้ได้ ถ้ามองในอนาคตก็นับว่าคุ้มค่า ถ้าเปรียบเทียบการดูแลผู้ป่วยอัมพาตในระยะสองถึงสามปีข้างหน้า กับค่ายาที่ต้องจ่ายตอนนี้ ก็นับว่า Stroke Fast Track จะเป็นช่องทางที่พัฒนาต่อไปและจะขยายไปให้ครบทุกโรงพยาบาลในอนาคตอย่างแน่นอน

เอกสารอ้างอิง

คู่มือบริหารงบกองทุนหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2554. (2554). วันที่ค้นข้อมูล 2 ตุลาคม 2555, เข้าถึง ได้จาก http://www.nrhosp.go.th/forum/index.php?topic=17.0

ฐกรรด์ ชัยสาม. (2550). *ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของการให้ยาละลายลิ่มเลือดในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองตีบเฉียบพลัน*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์,บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รวมพลัง 21 รพ.ชั้นนำทั่วประเทศช่วยผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองต้นเหตุความพิการ. (2554). ในเดลินิวส์ วันพุธที่ 31 สิงหาคม 2554, เข้าถึงได้จาก http://www.tddf.or.th/tddf/newsroom/detail.php?id=0012036

สถาบันประสาทวิทยาชมรมพยาบาลโรคระบบประสาทแห่งประเทศไทย. (2550). *แนวทางการพยาบาลผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง สำหรับพยาบาลทั่วไป ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1*. ม.ป.ท.

สำนักสารนิเทศ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข.(2554).วันที่ค้นข้อมูล 4 ตุลาคม 2555, เข้าถึงได้จาก http://www.moph.go.th/ops/iprg/

The National Institute of Neurological Disorder and Stroke rt-PA Study Group. (1995). Tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke. *New England Journal of Medicine, 33*, 1581-1588.

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติและชนิดพาความร้อนแบบบังคับ

Natural Convection and Forced Convection Solar Dryers

อนิรุทธิ์ ต่ายขาว[1] และ สมบัติ ทีฆทรัพย์[2]

บทคัดย่อ

บทความนี้มุ่งเปรียบเทียบหลักการทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติและชนิดพาความร้อนแบบบังคับ หลักการทำงานของเครื่องอบแห้งชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติ คือ อากาศภายในเครื่องอบแห้งเมื่อได้รับความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์แล้ว จะมีความชื้นสัมพัทธ์และมีความหนาแน่นลดลง และลอยตัวขึ้นสูงผ่านชั้นวางผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง อากาศร้อนนี้จะพาความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์แล้วไหลออกจากเครื่องอบแห้งไปสู่อากาศแวดล้อม ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 650.5 W/m^2 และอุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32.3°C จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องแห้ง 30-40°C และความเร็วลม 0.45 m/s ส่วนชนิดพาความร้อนแบบบังคับเป็นเครื่องอบแห้งที่ใช้พัดลมช่วยในการพาความร้อนภายในเครื่องอบแห้ง เครื่องอบแห้งชนิดนี้มักมีแผงรับรังสีแยกออกจากตัวเครื่องและมีการหุ้มฉนวนที่ตัวเครื่องเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนด้วย ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 650.5 W/m^2 และอุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32.3°C อุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องแห้งจะอยู่ในช่วง 45-65°C ที่ อัตราเร็วลม 0.56-0.94 m/s

คำสำคัญ: เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติ, เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อนแบบบังคับ อุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องแห้ง, อัตราเร็วลมภายในเครื่องแห้ง

Abstract

This study aims to compare simulation performance of natural convection and forced convection solar dryers. Working principle of natural convection solar dryer is, once air in solar dryer is heated by solar energy, the air relative humidity and density will drop and floating up through the drying bed. This

[1]อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: anirut@eau.ac.th
[2]รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย และ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: sombat@eau.ac.th

air will take moisture out of the product and flow out to ambient air. At solar radiation intensity of 650.5 W/m^2 and ambient air temperature of 32.3 °C, drying air temperatures are in the range of 30-40°C and wind speed is 0.45 m/s. For forced convection drying, normally will use a fan for circulate air in the dryer. Solar panels are usually separated from the unit and the unit is insulated to prevent heat loss. At solar radiation intensity of 650.5 W/m^2 and ambient air temperature of 32.3 °C, drying air temperature inside the dryer is in the range of 45-65 °C and wind speed of 0.56-0.94 m/s

Keywords: Natural convection solar dryer, forced convection solar dryer, average drying air temperature, dryer wind speed

ความนำ

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อนรูปแบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ ไม่เสียค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงในการใช้งาน ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อเทียบกับการตากแดด เครื่องนี้สามารถช่วยลดปัญหาการปนเปื้อนจากฝุ่นละอองและการรบกวนจากแมลง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น และยังช่วยลดระยะเวลาในการตากแห้งอีกด้วย หากเทียบกับการอบแห้งเชิงอุตสาหกรรม ก็จะช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า น้ำมันหรือแก๊สธรรมชาติอีกด้วย

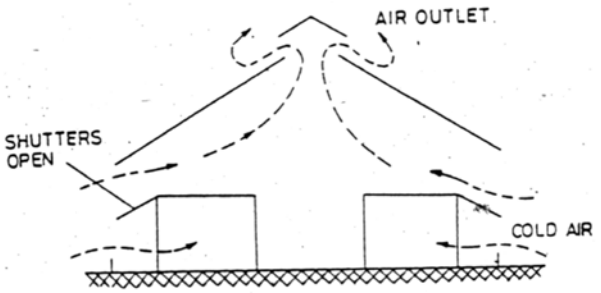
การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมครัวเรือนจัดเป็นการช่วยพัฒนาประเทศอีกทางหนึ่ง

เมื่อพิจารณาสถานภาพของประเทศไทยพบว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์สูง เนื่องจากตั้งอยู่ในบริเวณเส้นศูนย์สูตร จึงมีแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยประมาณ 17 MJ/m^2/day (วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร และคณะ, 2544)

โดยทั่วไปเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือตัวเครื่องอบแห้งและตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งมีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นความร้อนเพื่อใช้อุ่นอากาศก่อนไหลเข้าเครื่องอบแห้ง นอกจากนั้นอาจมีส่วนประกอบอื่นอีกก็ได้ เช่น แหล่งความร้อนเสริมและพัดลม เป็นต้น

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ถ้าแบ่งตามลักษณะการไหลเวียนของอากาศภายใน แบ่งออกเป็นชนิดการพาความร้อนแบบธรรมชาติ (natural or free convection) ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของระดับที่จุดเข้าและจุดออกของเครื่องอบแห้ง และความแตกต่างของความหนาแน่นของอากาศภายในและภายนอกเครื่องอบแห้ง เครื่องอบแห้งชนิดนี้เหมาะกับงานขนาดเล็กในไร่นาหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็กเนื่องจากมีราคาถูกและสร้างได้ง่าย ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพ 1 ลักษณะการไหลของอากาศภายในเครื่องอบแห้งชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติ

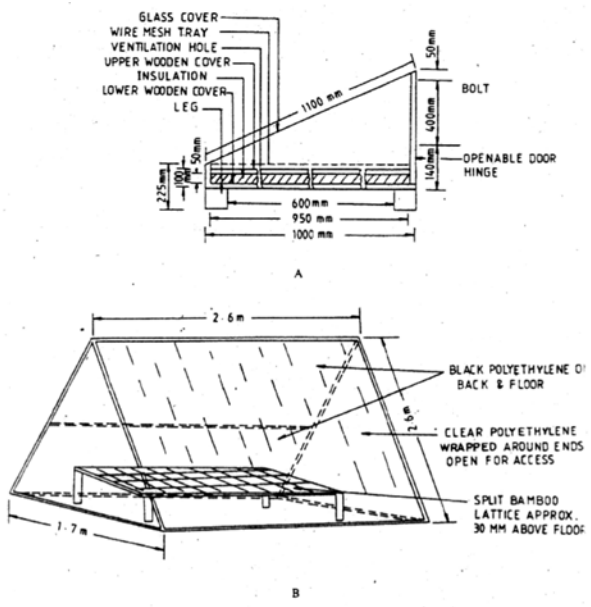
ที่มา.จาก *"เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยีพลังงานพลังงานแสงอาทิตย์,"* โดย ศิรินุช จินดารักษ์, ปี 2546, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ส่วนอีกชนิดหนึ่งคือการพาความร้อนแบบบังคับ (forced convection) ซึ่งใช้พัดลมเป็นตัวสร้างความดันทำให้มีความแตกต่างของความดันมากพอที่จะทำให้อากาศร้อนปริมาณพอเหมาะไหลผ่านชั้นของวัสดุที่นำมาอบแห้ง เครื่องอบชนิดนี้เหมาะกับงานทั้งขนาดเล็ก

และใหญ่ ต้องลงทุนมากขึ้น สร้างยากขึ้น แต่สามารถออกแบบให้การทำงานของระบบมีประสิทธิภาพและความเชื่อถือสูง

เครื่องอบแห้งสามารถแบ่งตามลักษณะของแผงรับรังสีอาทิตย์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผงรับรังสีรวมอยู่ภายในเครื่อง แผงรับรังสีจะเป็นวัตถุทาสีดำ อยู่ใต้ถาดบรรจุผลิตภัณฑ์อบแห้งแสดงดังภาพที่ 2



ภาพ 2 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเต็นท์

ที่มา.จาก *"เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยีพลังงานพลังงานแสงอาทิตย์,"* โดย ศิรินุช จินดารักษ์, ปี 2546, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภาพที่ 2 เป็นเครื่องอบแบบเต็นท์แบบง่าย ๆ ที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดการปนเปื้อนของฝุ่นละออง และแมลง สามารถทำใช้ได้เอง ราคาไม่แพง มีประสิทธิภาพไม่สูงมากนัก ระยะเวลาในการอบแห้งอาจลดลงเพียงเล็กน้อยหรือไม่ลดลงเลย องค์ประกอบหลักของเครื่องอบแห้งแบบนี้คือ

- แผ่นปิดใส ทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียความร้อนจากลม และยังป้องกันฝุ่นละออง

- ชั้นวางผลิตภัณฑ์ ทำหน้าที่ในการวางผลิตภัณฑ์ที่ทำการอบแห้ง

- ช่องระบายอากาศ ทำหน้าที่ช่วยระบายความชื้นออกจากห้องอบแห้ง ถ้ามีขนาดเล็กเกินไปภายในเครื่องอบแห้งก็จะมีหยดน้ำเกาะอยู่ที่แผ่นปิด ถ้าใหญ่เกินไปทำให้การระบายอากาศเร็วเกินไป อุณหภูมิภายในเครื่องจะต่ำ การพาความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์ไม่ดี

- ทางเข้าของอากาศ ทำหน้าที่นำอากาศเข้าซึ่งต้องขนาดที่เหมาะกับช่องระบายอากาศ

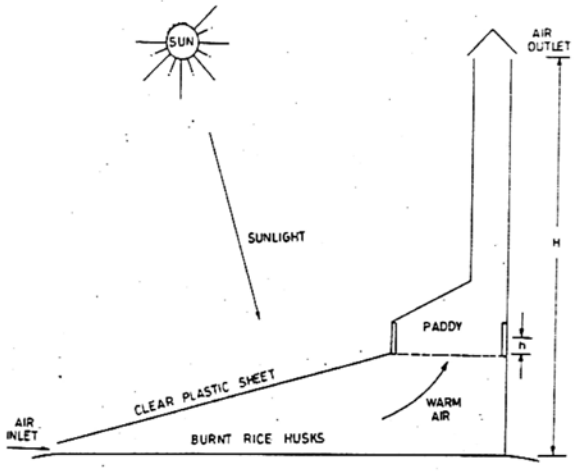
- แผงรับรังสี ทำหน้าที่ในการแปลงพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในแสงอาทิตย์ให้เป็นความร้อน อาจจะเป็นวัสดุทาสีดำหรือก้อนหิน ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิของอากาศภายในเครื่องแห้งให้สูงขึ้น

งานวิจัยของ (อนันต์ พงศ์ธรกุลพานิช และคณะ, 2548) เป็นการออกแบบสร้าง และศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของเครื่องอบแห้งกระดาษสาด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเครื่องอบแห้งที่มีการพาความร้อนแบบธรรมชาติ มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ (1) เครื่องอบแห้ง และ (2) ปล่องระบายอากาศ (ventilator) ผลิตภัณฑ์ที่วางไว้ในเครื่องอบแห้งสามารถรับความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้โดยตรงเนื่องจากคลุมด้วยพลาสติกใส UV และใช้ปล่องระบายอากาศภายในเครื่องอบแห้ง ในการทดสอบ ใช้กระดาษสาจากกระบวนการผลิตของกลุ่มกระดาษสา ต.บ้านแยง อ.นครไทย จ.พิษณุโลก ผลิตภัณฑ์ที่นำมาอบแห้ง คือ เยื่อกล้วย จากการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เท่ากับ 34.77% อุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องอบแห้งอยู่ในช่วง 31.0-36.0 ^{o}C สามารถอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้เร็วกว่าการตากแห้งปกติ 17 ชั่วโมง ทำให้ช่วยเพิ่มกำลังการผลิตได้ถึง 2 เท่า ต่อการตากแห้ง 1 ครั้ง ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องต้นแบบในการเผยแพร่เทคโนโลยีสู่กลุ่มเกษตรกลุ่มอุตสาหกรรม และผู้สนใจทั่วไป เพื่อการอบแห้งกระดาษจากเยื่อธรรมชาติต่าง ๆ ต่อไปได้

อนิรุทธิ์ ต่ายขาว (2548) ทำการวิจัยเรื่องเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติและมีพัดลมช่วยระบายอากาศ เส้นผ่านศูนย์กลางของพัดลมมีขนาด 0.6 m โครงสร้างของตัวเครื่องทำด้วยเหล็ก มีลักษณะเป็นรูป

ครึ่งวงกลมรัศมี 2.5 m กว้าง 5 m และ ยาว 6 m มีแผ่นพลาสติกใสคลุมตัวเครื่องทั้งหมด พื้นเป็นพลาสติกสีดำทำหน้าที่เป็นตัวดูดกลืนรังสีอาทิตย์ พื้นที่ในเครื่องอบแห้งมีขนาด 5 x 6 m^2 ลักษณะการวางกระดาษสาเป็นแบบหน้าจั่วโดยวางให้ตะแกรงพิงกันเป็นมุมยอด 70° ทำให้กระดาษสาที่ตากแห้งชั้นบนได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง ส่วนชั้นล่างจะได้รับความร้อนจากอากาศร้อนซึ่งเป็นผลมาจากปรากฏการณ์เรือนกระจก สามารถอบแห้งกระดาษสาได้ครั้งละ 144 แผ่น เมื่อทดสอบการทำงานของเครื่องอบแห้งพบว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งเฉลี่ยประมาณ 40°C ในขณะที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32.3°C ความเร็วลม 0.45 m/s ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 650.5 W/m^2 สามารถอบแห้งกระดาษสาที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 90 มาตรฐานแห้งจนความชื้นสุดท้ายลดลงเหลือร้อยละ 6.5 มาตรฐานแห้ง ในเวลาการอบ 2 ชั่งโมง ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งมีค่า 53.14 % พลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการอบแห้ง 140.5 MJ คิดเป็น 4.53 MJ/kg water evap.

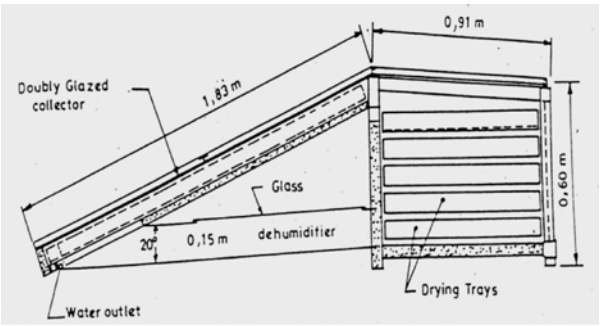
2. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกแผงรับรังสี มีองค์ประกอบหลักเหมือนกับเครื่องอบแห้งที่มีแผงรับรังสีในตัว เพียงแต่มีแผงรับรังสีแยกออกจากตัวเครื่องอบแห้ง และวัสดุอบแห้งอาจได้รับอากาศร้อนจากแผงรับรังสีอาทิตย์เพียงอย่างเดียว หรืออาจได้รับความร้อนจากรังสีอาทิตย์โดยตรงด้วยก็ได้ เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกดังภาพที่ 3 เป็นเครื่องอบแห้งที่ใช้เถ้าแกลบสีดำเป็นตัวรับแสงอาทิตย์และมีแผ่นพลาสติกใสปิดเพื่อให้รังสีอาทิตย์ผ่านเข้าสู่เถ้าแกลบและป้องกันการพาความร้อนด้วยลม อากาศไหลเข้าทางด้านล่างของแผงรับรังสี ผ่านชั้นของเถ้าแกลบที่มีอุณหภูมิสูงอากาศร้อนไหลผ่านชั้นของข้าวเปลือก และพาความชื้นออกจากเมล็ดข้าวเปลือก ลักษณะเด่นของเครื่องอบแห้งคือ มีการติดตั้งปล่องระบายอากาศสูงเพื่อเพิ่มสมรรถนะของการระบายอากาศภายในเครื่องอบแห้ง



ภาพ 3 เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกแผงรับรังสี

ที่มา.จาก *"เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยีพลังงานพลังงานแสงอาทิตย์,"* โดย ศิรินุช จินดารักษ์, ปี 2546, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภาพที่ 4 เป็นตัวอย่างของเครื่องอบแห้งแบบแผงรับรังสีแยกอีกชนิดหนึ่งที่มีแผ่นปิดใส 2 ชั้นและมีระบบลดความชื้น

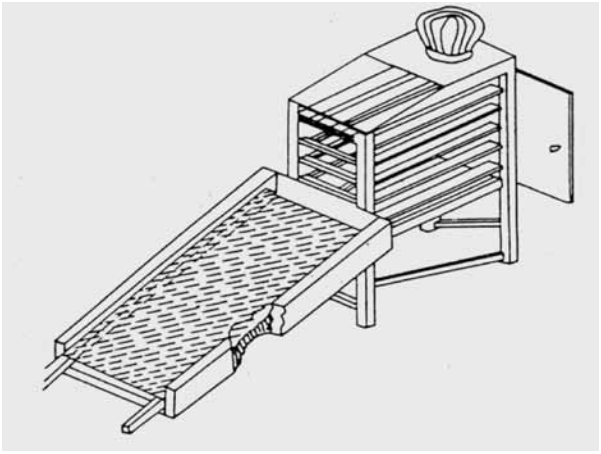


ภาพ 4 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกแผงรับรังสี

ที่มา.จาก *"เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยีพลังงานพลังงานแสงอาทิตย์,"* โดย ศิรินุช จินดารักษ์, ปี 2546, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ดังภาพที่ 5 เป็นเครื่องอบแห้งที่มีการพาความร้อนแบบธรรมชาติที่มีแผงรับรังสีแยกอีกชนิดหนึ่งแต่มีลักษณะพิเศษ คือ มีการใช้พัดลมดูดอากาศช่วยเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการระบายความชื้นออกจากเครื่องอบแห้ง พัดลมนี้เป็นพัดลมที่อาศัยหลักการของความแตกต่างระหว่าง

ความหนาแน่นของอากาศภายในกับภายนอกของเครื่องอบแห้งสำหรับการระบายความชื้นของอากาศภายในเครื่องอบแห้ง



ภาพ 5 เครื่องอบแห้งที่มีพัดลมระบายอากาศแบบธรรมชาติ

ที่มา.จาก *"เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยีพลังงานพลังงานแสงอาทิตย์,"* โดย ศิรินุช จินดารักษ์, ปี 2546, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

จากตัวอย่างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่กล่าวมานี้ พบว่า เครื่องอบแห้งที่มีแผงรับรังสีแบบแยกจะใช้พื้นที่ในการอบแห้งน้อยกว่าเครื่องอบแห้งที่มีแผงรับรังสีอยู่ในตัว เพราะอากาศร้อนภายในเครื่องอบแห้งของเครื่องอบแห้งที่มีแผงรับรังสีแบบแยกมีอุณหภูมิสูงกว่า และสามารถทำการอบแห้งแบบเป็นชั้นได้ การเพิ่มสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สามารถทำได้โดยการติดพัดลมระบายอากาศ เพื่อให้เกิดการระบายอากาศที่ดีขึ้น

เครื่องอบแห้งที่มีการพาความร้อนแบบบังคับเป็นเครื่องอบแห้งที่มีหลักการคล้ายกับเครื่องอบแห้งที่มีการพาความร้อนแบบธรรมชาติ แต่มีพัดลมช่วยในการพาความร้อน ซึ่งสามารถการออกแบบให้ควบคุมอัตราการไหลของอากาศภายในเครื่องอบแห้งได้ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการอบแห้ง เครื่องอบแห้งแบบนี้มักมีแผงรับรังสีแยกออกจากตัวเครื่องและมีการหุ้มฉนวนที่ตัวเครื่องเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนด้วย ลักษณะของแผงรับรังสีที่แตกต่างกันมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของอากาศให้มากที่สุด หรือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของแผงรับรังสี โดยการเพิ่มพื้นที่การถ่ายเทความร้อนให้มากที่สุดและมักใช้กับเครื่องอบแห้งขนาดใหญ่ที่ต้องการลดเวลาในการอบแห้งให้ต่ำลง ภาพ 6 เป็นเครื่องอบแห้งพืชสมุนไพรที่มีแผงรับรังสีเป็นแบบแผ่นเรียบ

ภาพ 6 เครื่องอบแห้งที่มีการพาความร้อนแบบบังคับ

ที่มา.จาก *"เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์เพื่อใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร,"* โดย วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร, ปี 2544, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

แผงรับรังสีประกอบด้วย

- กระจกปิดใส 1 ชั้น เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนให้กับอากาศเมื่อมีลมพัดผ่านแผงรับรังสีอาทิตย์

- ช่องว่างอากาศระหว่างแผ่นกระจกกับแผ่นดูดกลืนรังสี ทำหน้าที่เป็นฟิล์มอากาศเพื่อรับความร้อนจากรังสีอาทิตย์

- แผ่นดูดกลืนรังสี เป็นแผ่นสังกะสีทาสีดำด้าน ทำหน้าที่เป็นตัวรับรังสีอาทิตย์เพื่อถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศที่ไหลผ่านด้านล่างของแผงรับรังสี

- ฉนวน ทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียความร้อนด้านล่างและด้านข้างของแผงรับรังสีอาทิตย์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องอบแห้งที่มีการพาความร้อนแบบบังคับมีดังต่อไปนี้

การศึกษาการอบแห้งแผ่นยางด้วยลมร้อน เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง ความเร็วลมและเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ของ

อากาศ การทดลองทำโดยการใช้อุโมงค์ลมร้อนปลายเปิดสองด้าน กำหนดลมร้อนให้ไหลขนานผ่านแผ่นยางซึ่งแขวนอยู่ในแนวตั้งด้วยอัตราเร็วลม 0.56 m/s และ 0.94 m/s โดยประมาณและได้กำหนดอุณหภูมิลมร้อนอยู่ที่ 45, 55 และ 65°C ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าอัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้นแปรผันตามอุณหภูมิอบแห้ง ขณะที่ความเร็วลมมีผลต่ออัตราการอบแห้งลดลงช่วงแรกและระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งจากการทดลองแปรผกผันต่อความเร็วลมในการอบแห้ง (ภูชิสส์ ตันวาณิชกุล, 2550)

การศึกษาการอบแห้งปลาด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้า เพื่อต้องการพัฒนากระบวนการผลิตปลาแห้งอนามัยภายใต้สภาพภูมิอากาศทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยออกแบบเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหลักและพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสริม ประกอบด้วยตู้อบชนิดโปร่งแสง แผงรับรังสีอาทิตย์มีขนาด 4.08 m^2 ขดลวดไฟฟ้าสำหรับทำความร้อนขนาด 800 W จำนวน 2 ชุด มีความจุของปลาที่ใช้อบได้ 50 กิโลกรัม จากการทดลองอบแห้งปลา 2 ชนิด คือ ปลาช่อนและปลาดุก โดยให้อุณหภูมิในห้องอบแห้ง 40, 50 และ 60°C ตามลำดับ พบว่าการอบแห้งปลาช่อนแบบใช้พลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 60°C มีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้งน้อยสุดเท่ากับ 42.57 MJ/kg water evap และ มีประสิทธิภาพในการอบแห้ง 5.54% ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 6 ชั่วโมง ส่วนการอบแห้งปลาดุกด้วยพลังงานความร้อนร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 50°C มีการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้งน้อยที่สุดคือเท่ากับ 80.02 MJ/kg water evap และมีประสิทธิภาพในการอบแห้ง 2.98% และใช้ระยะเวลาการอบแห้ง 8 ชั่วโมง (ธีรเดช ใหญ่บกและคณะ, 2553)

การออกแบบ สร้าง และทดสอบสมรรถนะของตู้อบแห้งและกลั่นความชื้น รังสีอาทิตย์แบบเทอร์โมไซฟอน สำหรับอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร เครื่องอบแห้งดังกล่าวเป็นเครื่องอบแห้งแบบ Passive ทำงานในระบบปิด ที่ปิดคลุมด้วยแผ่นกระจกและแผ่นอะคริลิคใส กระจกเอียงทำมุมกับพื้นระดับ 12 องศา เพื่อให้สามารถรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้สูงสุด ตัวเครื่องอบแห้งมีขนาด 83 x 77 x 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร โครงสร้างของเครื่องอบแห้ง ประกอบด้วยถาด 5 ชั้น มีรางรองรับความชื้นที่ควบแน่นบริเวณกระจกด้านบน และด้านหน้าระบายออกภายนอกตู้อบ สาหรับพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการอบแห้ง คือ ระยะเวลาการอบแห้ง และอัตราการอบแห้ง ทำการเก็บรวมรวมข้อมูล ในช่วงเวลา 09.00-15.00 น. เป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน ผลจากการศึกษาพบว่าการอบแห้งด้วยตู้อบแห้งและกลั่นความชื้น รังสีอาทิตย์แบบเทอร์โมไซฟอน ใช้ระยะเวลาการอบแห้งสั้น อัตราการอบแห้งสูง เมื่อเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติเพียงอย่างเดียว จากผลการทดลองพบว่าเครื่องอบแห้งนี้สามารถอบแห้งพริกขี้หนูสด 5 กิโลกรัม ที่มีความชื้นเฉลี่ย 5 ชั้น 300 % (d.b.) จนเหลือประมาณ 26 % (d.b.) ภายในเวลา 3 วัน (18 ชั่วโมง) โดยไม่มีการสลับถาดทั้ง 5 เมื่อเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติเหลือประมาณ 52 % (d.b.) เมื่อวิเคราะห์จากรายละเอียดของความชื้นแต่ละชั้นพบว่า ผลของการแยกชั้นของอุณหภูมิในตู้ส่งผลให้ ชั้นบนสุดหรือชั้นที่ 5 มีอัตราการอบแห้งสูงที่สุด และระยะเวลาการอบแห้งสั้นที่สุด ตามมาด้วยชั้น 4, 3, 2 และ 1 ตามลาดับ ดังนั้นตู้อบแห้งนี้สามารถอบแห้งพริกขี้หนูสดเพิ่มเป็น 8-10 กิโลกรัม ให้แห้งภายในเวลา 3 วัน (18 ชั่วโมง) ขึ้นกับรังสีอาทิตย์ โดยการหมุนวนเอาถาดบนสุดออก เลื่อนถาดถัดลงมาขึ้นแทน และใส่ถาดล่างใหม่ทุกวัน ตามลำดับ คุณภาพของผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ มีสีสม่ำเสมอทุกถาดและไม่ได้รับความเสียหายจากการเปียกฝนหรือการรบกวนของสัตว์ และแมลงต่าง ๆ (จารุวัฒน์ เจริญจิต และคณะ, 2554)

การพัฒนาและสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์แสดงดังภาพที่ 7 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะแก้ปัญหาของเกษตรกรในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรโดยเครื่องอบแห้งดังกล่าวเป็นระบบที่มีแผงรับรังสีอาทิตย์แยกและวางทำมุม 17 องศากับพื้นดิน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้สูงขึ้น ซึ่งจากการทดสอบพบว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งมีค่าสูงถึง 50°C และสามารถใช้ในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิดโดยมีการพาความร้อนจากการเปิดพัดลม (วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร และคณะ, 2544)

ภาพ 7 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์

ที่มา.จาก *"เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์เพื่อใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร,"* โดย วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร, ปี 2544, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

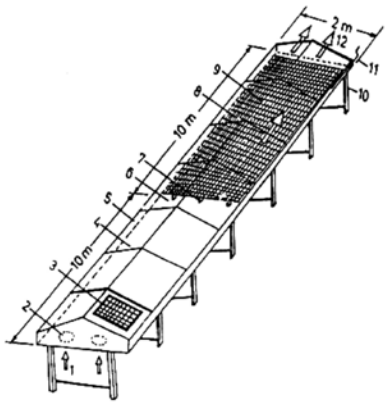


Fig. 1. Solar tunnel drier: (1) air inlet; (2) fan; (3) solar module; (4) solar collector; (5) side metal frame; (6) outlet of the collector; (7) wooden support; (8) plastic net; (9) roof structure for supporting the plastic cover; (10) base structure for supporting the tunnel drier; (11) rolling bar; (12) outlet of the drying tunnel.

ภาพ 8 แสดงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์

ที่มา.จาก *"Solar Drying of Pineapple Using Solar Tunnel Drier,"* 183-190, Bala, B. K., 2002, Renewable Energy.

การทดลองเกี่ยวกับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์สำหรับอบแห้งสับปะรดแสดงดังภาพที่ 8 เครื่องอบแห้งประกอบด้วยพลาสติกใสปิดบนแผงรับรังสีอาทิตย์และมีอุโมงค์อยู่ข้างบน โดยมีพัดลมเป่าอากาศ 2 ตัว เครื่องอบแห้งนี้สามารถอบสับปะรดได้ปริมาณ 120-150 kg ที่อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 34.1-64.0°C การลดลงของเวลาในการอบแห้งของเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์เปรียบเทียบกับการตากแห้งโดยวิธีธรรมชาติซึ่งการอบแห้งสับปะรดในเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์จะป้องกันฝน แมลง ฝุ่นละออง ซึ่งผลิตภัณฑ์สับปะรดในเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์มีคุณภาพสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ตากกลางแดด (Bala et al., 2002)

บทสรุป

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 2 แบบ คือ

1. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบการพาความร้อนแบบธรรมชาติ ซึ่งมีลักษณะเป็นเครื่องอบแห้งที่ไม่มีการใช้พัดลมเพื่อการระบายอากาศ การระบายอากาศภายในเครื่องอบแห้งอาศัยหลักการของความหนาแน่นของอากาศ โดยอากาศร้อนภายในเครื่องอบแห้งจะลอยตัวสูงขึ้นและถูกแทนที่ด้วยอากาศเย็นนอกเครื่องอบแห้ง หลักการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบนี้ คือ อากาศภายในเครื่องอบแห้งเมื่อได้รับความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์แล้ว ทำให้อากาศมีความหนาแน่นลดลงลอยตัวขึ้นสูง ผ่านชั้นวางผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง อากาศร้อนนี้จะพาความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์แล้วไหลออกจากเครื่องอบแห้งไปสู่อากาศแวดล้อมโดยเครื่องอบแห้งแบบการพาความร้อนแบบธรรมชาติมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องแห้งอยู่ในช่วง 30-40 °C (อนิรุทธิ์ ต่ายขาว และคณะ, 2548) ในขณะที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32.3 °C อัตราเร็วลม 0.45 m/s ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 650.5 W/m^2 (อนิรุทธิ์ ต่ายขาว และคณะ, 2548) ซึ่งเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการอุณหภูมิที่มาก ๆ โดยสามารถประยุกต์ใช้เกี่ยวกับอุตสาหกรรมในครัวเรือนที่เป็นขนาดเล็ก เพราะสามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพมีราคาเมื่อนำมาวางจำหน่ายตามท้องตลาดได้เป็นอย่างดี อีกทั้งมีค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องที่ต่ำเหมาะกับใช้อบแห้งกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องใช้อุณหภูมิสูงมาก

2. พาความร้อนแบบบังคับ เป็นเครื่องอบแห้งที่มีพัดลมช่วยระบายความร้อนภายในเครื่องอบแห้ง

โดยมีการออกแบบให้มีความสามารถในการกำหนดอัตราการไหลของอากาศภายในเครื่องอบแห้งได้ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง เครื่องอบแห้งที่มีการพาความร้อนแบบบังคับนี้มักจะมีแผงรับรังสีแยกออกจากตัวเครื่องและมีการหุ้มฉนวนที่ตัวเครื่องเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน ลักษณะของแผงรับรังสีโดยเครื่องอบแห้งแบบการพาความร้อนแบบบังคับมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องแห้งอยู่ในช่วง 45-65 °C (ภูชิสส์ ตันวาณิชกุล, 2550) ในขณะที่อุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32.3 °C อัตราเร็วลม 0.56-0.94 m/s (ภูชิสส์ ตันวาณิชกุล, 2550) ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 650.5 W/m^2 ซึ่งเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอุณหภูมิที่สูงมาก ๆ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับอุตสาหกรรมที่เป็นขนาดใหญ่ในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะสามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งมีกำลังการผลิตที่มากขึ้น อีกทั้งช่วยเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ส่งผลให้มีราคาสูงขึ้นเมื่อนำมาวางจำหน่ายตามท้องตลาดได้ แต่จะมีค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องที่สูงกว่าแบบการพาความร้อนแบบธรรมชาติ

ตารางเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องอบแห้ง

ตัวแปร	การพาความร้อนแบบธรรมชาติ	การพาความร้อนแบบบังคับ
1. เครื่องอบแห้ง	ไม่มีพัดลม	มีพัดลม
2. อุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องแห้ง	30-40 °C	45-65 °C
3. อุณหภูมิอากาศแวดล้อม	32.3 °C	32.3 °C
4. อัตราเร็วลม	0.45 m/s	0.56-0.94 m/s
5. ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์	650.5 W/m^2	650.5 W/m^2
6. ประสิทธิภาพในการอบแห้ง	34.77%	2.98%

เอกสารอ้างอิง

จารุวัฒน์ เจริญจิต และคณะ. (2554). ตู้อบแห้งและกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์แบบเทอร์โมไซฟอน, *วิศวกรรมสาร มข*, *38*(1), 35-42.

ธีรเดช ใหญ่บก และคณะ. (2553). การพัฒนากระบวนการอบแห้งปลาด้วยเครื่องอบแห้ง, *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ.* 12, 3.

ภูชิสส์ ตันวาณิชกุล. (2550). *การอบแห้งแผ่นยางด้วยลมร้อน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อนิรุทธิ์ ต่ายขาว (2548). *การออกแบบเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์*, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร และคณะ. (2544). *เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์เพื่อใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร*, พิษณุโลก: ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศิรินุช จินดารักษ์. (2546). พลังงานแสงอาทิตย์. *ในเอกสารประกอบการสอน วิชา 260311 เทคโนโลยีพลังงาน*. พิษณุโลก: ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อนันต์ พงศ์ธรกุลพานิชและคณะ. (2548). *การออกแบบเครื่องอบแห้งกระดาษสา*, พิษณุโลก: วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

Bala, B. K. & etal. (2002). Solar Drying of Pineapple Using Solar Tunnel Drier, *Renewable Energy*, *28*, 183-190.

Codori, M., Echazu, R. & Saravia, L. (2001). Solar drying of pepper and garlic using The tunnel greenhouse drier. *Renewable Energy*, *22*, 446-460.

Ekechukwu, O.V. (1999). Review of solar-energy drying system I: An overview of solar drying technology. *Energy Conversion and Management*, *40*(1999), 593-631.

Simate, I. N. (2002). Optimization of mixed-mode and indirect-mode natural convection solar dryers. *Renewable Energy*, *28*, 435-453.

การให้บริการแก่ผู้โดยสารของท่าอากาศยาน ในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือน

Service Provision for Passengers at Thai Airports under the Direction of the Civil Aviation Department

สุภกัญญา ชวนิชย์[1] ดร.ปริยากร มนูเสวต[2] และ กรณัฏฐ์ สกุลกฤติล[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงสำรวจนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) สภาพการให้บริการและการได้รับบริการของผู้โดยสาร (2) ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการให้บริการแก่ผู้โดยสารกับสภาพการได้รับบริการของผู้โดยสาร (3) เปรียบเทียบการให้บริการของผู้โดยสารของท่าอากาศยานระหว่างกลุ่มที่มีศักยภาพสูง ปานกลาง และค่อนข้างน้อย (4) เปรียบเทียบการได้รับบริการของผู้โดยสารของท่าอากาศยานระหว่างกลุ่มที่มีศักยภาพสูง ปานกลาง และค่อนข้างน้อย ประชากร แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) ผู้โดยสารของท่าอากาศยาน เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน (2) ผู้บริหารของท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือน เลือกแบบเจาะจงสนามบิน จำนวน 6 แห่ง ได้ตัวอย่างจำนวน 18 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถามการได้รับบริการและการให้บริการของท่าอากาศยาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าคะแนนเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติ chi-square สถิติ Phi- Coefficient สถิติ One Way ANOVA ผลการวิจัยพบว่า (1) ผู้โดยสารได้รับบริการทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านบริการที่ท่าอากาศยานจัดให้ และด้านบริการที่ให้ความเพลิดเพลิน โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (2) การให้บริการของท่าอากาศยานให้บริการทั้ง 3 ด้าน โดยรวมอยู่ในระดับมาก (3) สภาพการให้บริการแก่ผู้โดยสารของการท่าอากาศยานมีความสัมพันธ์กับสภาพการได้รับบริการของผู้โดยสาร โดยรวมในระดับต่ำ (4) การได้รับบริการของผู้โดยสารของท่าอากาศยานระหว่างกลุ่มในภาพรวมแตกต่างกัน (5) การให้บริการแก่ผู้โดยสารของท่าอากาศยานระหว่างกลุ่ม ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: การให้บริการ, ท่าอากาศยาน, กรมการบินพลเรือน

[1]อาจารย์ประจำคณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: stu101@eau.ac.th
[2]อาจารย์ประจำคณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: titi@eau.ac.th
[3]อาจารย์ประจำคณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: note.korranut@gmail.com

Abstract

This paper reports on the survey study aiming to discover (1) Conditions of service to passengers, (2) The state of the passenger services, (3) The relationship between the state and provide passengers with condition to get the services of passengers, (4) Compared to the passenger the airport between groups with high, medium and relatively low potential, (5) Comparison of the airport passenger service between high, medium and relatively low potential. Questionnaires were used as the instrument for data collection of 400 passengers at 6 terminals under the command of Department of Civil Aviation and 3 management persons of each terminal. The statistics used to analyze the data were frequency, percentage, mean, and standard deviation and the hypothesis was tested by Chi-square, Phi-Coefficient and One way ANOVAs. The research found: (1) Passenger's opinions toward the services of terminals relate to facilities, services and entertainment provided were at average level in all services, (2) The study on management person's opinions toward the service of terminals provide, were at high level in all service. (3) Conditions of service to the passengers of the airport in relation to the condition of the passenger service in overall low level. (4) Difference terminal potential level caused the difference in the passenger opinion toward the service level-in the following facilities provided, services provided and entertainment, (5) The services to passengers amoung groups were not diference.

Keywords: services to passengers, airports, Civil Aviation Department

บทนำ

การคมนาคมขนส่งทางอากาศจัดเป็นการบริการขั้นพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งเป็นการบริการที่มีความสะดวกรวดเร็วและปลอดภัยกว่าการขนส่งรูปแบบอื่น ดังนั้น ทุกประเทศที่พัฒนาแล้วจึงกำหนดนโยบายส่งเสริมและสนับสนุนการขนส่งทางอากาศของประเทศ โดยมอบหมายให้หน่วยงานที่เป็นองค์กรของรัฐรับไปดำเนินการหรือสนับสนุนภาคเอกชนให้เกิดเป็นอุตสาหกรรมการบิน (ชูเกียรติ เทมียะโก, 2551)

สุธี อักษรกิตติ์ (2551) ได้กล่าวว่า รัฐบาลไทยมีนโยบายและแผนยุทธศาสตร์ให้พัฒนาประเทศเป็นศูนย์กลางการขนส่งทางอากาศในภูมิภาคเอเชียที่สามารถเชื่อมโยงไปยังท่าอากาศยานต่าง ๆ ได้ทั่วโลก ทั้งนี้เนื่องจากรัฐบาลได้ตระหนักว่ากิจการบินพลเรือนทั้งธุรกิจการบิน อุตสาหกรรมการบิน เทคโนโลยีการบิน และกิจการที่ต่อเนื่อง มีบทบาทสำคัญยิ่งในการพัฒนาประเทศ ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมืองการปกครอง ท่องเที่ยว การเชื่อมสัมพันธไมตรีต่อกัน และการแลกเปลี่ยนศิลปวัฒนธรรมระหว่างประเทศ เป็นต้น ในการดำเนินการให้บรรลุตามนโนบายและแผนยุทธศาสตร์ด้านกิจการบิน รัฐบาลต้องพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางการบินพาณิชย์และการบินทั่วไปให้มีจำนวน ขนาด คุณภาพ และมาตรฐานที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศ ในขณะเดียวกันต้องพิจารณากับเงื่อนไขในยุคโลกาภิวัฒน์ คือ การเปิดเสรีทางการบิน การแข่งขันที่เข้มข้นในทุกรูปแบบ และบทบาทของภาคเอกชนที่เข้ามามีส่วนร่วมอย่างสำคัญในกิจการบิน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เป็นกลไกขับเคลื่อนให้กิจการบินเกิดพลวัตเปลี่ยนแปลง และเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วที่สุดในโลก

ในปี พ.ศ. 2468 ประเทศไทยได้จัดตั้งกองบินพลเรือน กรมบัญชาการ กระทรวงพาณิชย์และคมนาคม เพื่อเป็นหน่วยงานดูแลรับผิดชอบมาการบินพลเรือนของประเทศ โดยใช้ชื่อว่า กรมการบินพลเรือน กระทรวง

คมนาคม ซึ่งมีอำนาจหน้าที่ในการจัดให้มีและดำเนินกิจการท่าอากาศยานในสังกัดกรม (กรมการบินพลเรือน, 2554) ทั้งหมด 28 แห่งทั่วประเทศ ได้แก่ ภาคเหนือ: ท่าอากาศยานแม่ฮ่องสอน พิษณุโลก น่าน แพร่ ลำปาง เพชรบูรณ์ ตาก และแม่สอด ปาย แม่สะเรียง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: ท่าอากาศยานอุดรธานี ขอนแก่น นครพนม สกลนคร ร้อยเอ็ด เลย อุบลราชธานี บุรีรัมย์ และนครราชสีมา ภาคใต้: ท่าอากาศยานหัวหิน ชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช กระบี่ ตรัง ปัตตานี และนราธิวาส

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ (2540, หน้า 270) แบ่งประเภทของบริการของท่าอากาศยานเป็น 3 ประเภท ได้แก่ สิ่งอำนวยความสะดวก (facilities) บริการประเภทนี้เป็นความจำเป็นของท่าอากาศยานที่ต้องจัดให้มีไว้ เช่น เครื่องอำนวยความสะดวกให้เครื่องบินขึ้นลง การนำเครื่องบินเข้าจอดที่ลานจอดอากาศยาน การปรนนิบัติบำรุงเครื่องบิน การจัดสิ่งอำนวยความสะดวกและสถานที่ที่เพียงพอต่อผู้โดยสาร การจัดพื้นที่รับส่งสินค้า พื้นที่ใช้สอยสำหรับเป็นสำนักงาน เป็นต้น คุณลักษณะของสิ่งอำนวยความสะดวกมี 3 ประการ คือ ต้องมีมาตรฐาน ต้องมีเพียงพอ และต้องมีความปลอดภัย ประการที่สองเป็นบริการที่ท่าอากาศยานจัดให้ โดยผู้ใช้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย (services)เช่น บริการตรวจหนังสือเดินทาง การตรวจสินค้าและสัมภาระตามกฎหมายศุลกากร เป็นต้น ซึ่งบริการประเภทนี้ต้องมีคุณลักษณะ 4 ประการ คือต้องมีความรวดเร็ว ต้องมีความสะดวก ต้องมีความสบายและต้องสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้ใช้บริการ ประการที่สามเป็นบริการประเภทให้ความเพลิดเพลินกับผู้โดยสาร (amenities) ได้แก่ร้านค้าต่าง ๆ ภัตตาคาร ห้องพักแรม เป็นต้น ซึ่งผู้ใช้บริการจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเมื่อใช้บริการเหล่านี้บริการด้านนี้ต้องมีคุณลักษณะ 3 ประการ คือต้องราคาย่อมเยา ต้องเหมาะสมและต้องเป็นที่นิยมยินดี

การบริการเป็นภารกิจหลักของท่าอากาศยาน หรือเป็นผลิตผลของท่าอากาศยานที่ท่าอากาศยานทั่วโลกจะแข่งขันกันเพื่อสร้างสรรค์ พัฒนา และปรับปรุงการบริการที่ท่าอากาศยานของตน เพื่อให้ผู้ใช้บริการพึงพอใจที่สุด เพราะความพึงพอใจนี้จะนำมาซึ่งความสำเร็จในการดำเนินงาน ชื่อเสียงของท่าอากาศยาน และรายได้ของท่าอากาศยานซึ่งจะส่งผลต่อการช่วยพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศในที่สุด

จากสภาพปัญหาดังกล่าวขั้นต้นจึงเป็นเหตุให้ผู้วิจัยสนใจที่ศึกษาสภาพการให้บริการแก่ผู้โดยสารของท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือน เพื่อให้ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องนำผลการวิจัยไปใช้ในการวางแผนพัฒนาการบริการของท่าอากาศยานให้มีประสิทธิภาพและเป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้บริการ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพการให้บริการแก่ผู้โดยสารของท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือน

2. เพื่อศึกษาสภาพการได้รับบริการของผู้โดยสารของท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือน

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการให้บริการแก่ผู้โดยสารของการท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือน กับสภาพการได้รับบริการของผู้โดยสาร

4. เพื่อเปรียบเทียบการได้รับบริการของผู้โดยสารของท่าอากาศยานกับศักยภาพของท่าอากาศยานในการกำกับดู แลกรมการบินพลเรือน

5. เพื่อเปรียบเทียบการให้บริการแก่ผู้โดยสารของท่าอากาศยานกับศักยภาพของท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือน

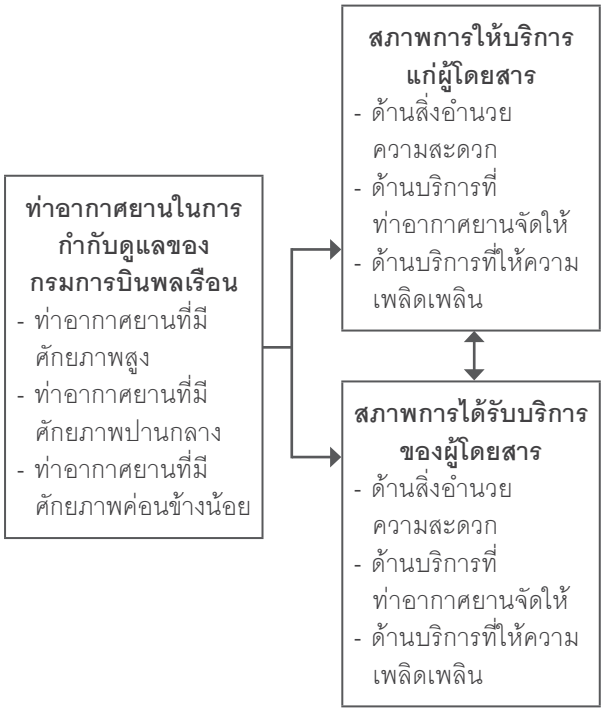
กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำหลักการของ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ (2540, หน้า 270) ซึ่งได้แบ่งประเภทของบริการของท่าอากาศยานเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทแรก เรียกว่า สิ่งอำนวยความสะดวก (facilities)

บริการประเภทนี้เป็นความจำเป็นของท่าอากาศยานที่ต้องจัดให้มี ประการที่สอง เป็นบริการที่ท่าอากาศยานจัดให้โดยผู้ใช้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย (services) ประการที่สาม เป็นบริการประเภทให้ความเพลิดเพลินกับผู้โดยสาร (amenities)

การจำแนกประเภทของท่าอากาศยานตามศักยภาพของแต่ละสนามบิน (ฐานเศรษฐกิจ, 2554) ได้แก่ กลุ่มที่มีศักยภาพสูง (มีผู้โดยสารเฉลี่ยมากกว่า 3 แสนคนต่อปี) กลุ่มที่มีศักยภาพปานกลาง (มีผู้โดยสารเฉลี่ย 5 หมื่นคน-3 แสนคนต่อปี) กลุ่มที่มีศักยภาพค่อนข้างน้อย (ผู้โดยสารต่ำกว่า 5 หมื่นคน) กลุ่มที่มีศักยภาพต่ำมาก (ไม่มีเที่ยวบินเปิดให้บริการ)

สมมติฐานการวิจัย



1. สภาพการให้บริการแก่ผู้โดยสารของท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือนอยู่ในระดับต่ำ

2. สภาพการได้รับบริการของผู้โดยสารของท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือนอยู่ในระดับต่ำ

3. สภาพการให้บริการแก่ผู้โดยสารของการท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือน กับสภาพการได้รับบริการของผู้โดยสารมีความสัมพันธ์กัน

4. สภาพการได้รับบริการของผู้โดยของท่าอากาศยานที่มีศักยภาพต่างกันสภาพการได้รับบริการของผู้โดยสารแตกต่างกัน

5. สภาพการให้บริการแก่ผู้โดยสารของท่าอากาศยานที่มีศักยภาพผู้รับบริการแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยรวบรวมแนวคิดทฤษฎีจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยใช้เครื่องมือ คือ แบบสอบถามสภาพการได้รับบริการของท่าอากาศยาน จำนวน 30 ข้อ และแบบสอบถามสภาพการให้บริการของท่าอากาศยาน จำนวน 30 ข้อ จากนั้นแจกแบบสอบถามแก่ ผู้โดยสารท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือนจำนวน 6 แห่ง จำนวน 400 คน และผู้บริหารท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือนจำนวน 6 แห่ง จำนวน 18 คน ใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติอ้างอิงเพื่อทดสอบสมมติฐาน คือ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการให้บริการแก่ผู้โดยสารของการท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือนกับสภาพการได้รับบริการของผู้โดยสารโดยใช้สถิติทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (test of association) โดยใช้สถิติ chi-square ในการหาความสัมพันธ์ และใช้สถิติ Phi-Coefficient ในการแปลความหมายของระดับการส่งผลของตัวแปร ใช้สถิติวิเคราะห์เปรียบเทียบการให้บริการและการรับบริการของท่าอากาศยานระหว่างกลุ่มที่มีศักยภาพสูง ปานกลาง และค่อนข้างน้อย โดยใช้สถิติ One Way ANOVA

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้โดยสาร เห็นว่า ระดับสภาพการได้รับบริการจากท่าอากาศยานโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านบริการที่ท่าอากาศยานจัดให้ และด้านบริการที่ให้ความเพลิดเพลิน

2. การให้บริการของท่าอากาศยานโดยรวมมีการให้บริการทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านบริการที่ท่าอากาศยานจัดให้ และด้านบริการที่ให้ความเพลิดเพลิน โดยความคิดเห็นต่อระดับสภาพการให้บริการของท่าอากาศยานโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายท่าอากาศยาน พบว่า ท่าอากาศยานทั้ง 6 แห่งมีสภาพการให้บริการอยู่ในระดับมาก

3. สภาพการให้บริการแก่ผู้โดยสารของท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือน มีความสัมพันธ์กับสภาพการได้รับบริการของผู้โดยสารใน 3 ด้านไม่มีความสัมพันธ์กัน

4. เปรียบเทียบการได้รับบริการของผู้โดยสารตามศักยภาพของท่าอากาศยานในภาพรวม พบว่า การได้รับบริการของผู้โดยสารของท่าอากาศยานที่มีศักยภาพต่างกัน การได้รับบริการของผู้โดยสารของท่าอากาศยานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และเมื่อพิจารณารายด้านพบว่า การรับบริการของผู้โดยสารด้านสิ่งอำนวยความสะดวก และด้านบริการที่ให้ความเพลิดเพลิน ระหว่างกลุ่มที่มีศักยภาพสูง ปานกลาง และค่อนข้างน้อยมีความแตกต่างกัน ส่วนด้านบริการที่ท่าอากาศยานจัดให้ไม่มีความแตกต่างกัน

5. เปรียบเทียบการให้บริการแก่ผู้โดยสารตามศักยภาพของท่าอากาศยานในภาพรวม พบว่า การให้บริการแก่ผู้โดยสารของท่าอากาศยานที่มีศักยภาพต่างกัน การให้บริการแก่ผู้โดยสารของท่าอากาศยานไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

การอภิปรายผล

ผลการวิจัย มีประเด็นที่น่าสนใจนำมาอภิปรายดังนี้

1. การได้รับบริการของผู้โดยสารของท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือน โดยรวมผู้โดยสารได้รับบริการทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านบริการที่ท่าอากาศยานจัดให้ และด้านบริการที่ให้ความเพลิดเพลิน โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายท่าอากาศยาน พบว่า ท่าอากาศยานอุบลราชธานีอยู่ในระดับมาก ท่าอากาศยานแม่ฮ่องสอน ท่าอากาศยานลำปาง ท่าอากาศยานร้อยเอ็ด ท่าอากาศยานกระบี่ และท่าอากาศยานตรัง มีสภาพการได้รับบริการอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้เป็นเพราะ ส่วนใหญ่ได้นำการบริการไปเปรียบเทียบกับท่าอากาศยานขนาดใหญ่อย่างดอนเมืองและสุวรรรภูมิ ที่มีความพร้อมของการบริการสูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธิดารัตน์ ภวังคะรัตน์ (2551) การวิจัยเรื่องศักยภาพของสนามบินนานาชาติอุบลราชธานี ที่สามารถรองรับผู้โดยสารคมนาคมขนส่งทางอากาศ ผลการวิจัยพบว่า ผลการวิเคราะห์ศักยภาพการให้บริการของสนามบินนานาชาติอุบลราชธานีในภาพรวมตามความคิดเห็นของผู้โดยสารนั้น สนามบินอุบลราชธานีมีศักยภาพในการให้บริการอยู่ในระดับปานกลาง และงานวิจัยของเอกลักษณ์ อนรรฆมณีกุล (2553) เรื่องทัศนคติของผู้โดยสารชาวไทยต่อการให้บริการของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิพบว่า ทัศนคติของผู้โดยสารชาวไทยที่มีต่อการให้บริการของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิโดยภาพรวมผู้ตอบแบบสอบถามมีทัศนคติต่อการให้บริการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิอยู่ในระดับปานกลาง และจักรพงษ์ พงษ์จินดา (2549) การวิจัยเรื่องความพึงพอใจของผู้โดยสารที่มีต่อการบริการของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ผลการวิจัยพบว่าผู้โดยสารมีความพึงพอใจการบริการท่าอากาศยานอยู่ในระดับปานกลาง

2. การให้บริการแก่ผู้โดยสารของท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือน โดยรวม

ให้บริการทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านบริการที่ท่าอากาศยานจัดให้ และด้านบริการที่ให้ความเพลิดเพลิน โดยความคิดเห็นต่อระดับสภาพให้บริการจากท่าอากาศยานโดยรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในแง่ของผู้ให้บริการแล้ว ท่ากาศยานได้จัดเตรียมความพร้อมของการบริการภายในท่าอากาศยาน อย่างเต็มศักยภาพที่สามารถบริหารงานได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชูเกียรติ เทมียะโก (2551) ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาการบริการของท่าอากาศยานแม่สอด พบว่า มีการบริการ ได้แก่ ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านบริการที่ท่าอากาศยานจัดให้ และบริการที่ให้ความเพลิดเพลิน มีสภาพการบริการของท่าอากาศยานแม่สอดมีสภาพการบริการในภาพรวมอยู่ในระดับดี และสอดคล้องกับสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ (2540, หน้า 270) ได้แบ่งประเภทของบริการของท่าอากาศยานเป็น 3 ประเภท ได้แก่ สิ่งอำนวยความสะดวก บริการที่ท่าอากาศยานจัดให้ และบริการประเภทให้ความเพลิดเพลินกับผู้โดยสาร และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภรณ์ภักตรา ศักดา (2554, หน้า 242) ศึกษาเรื่อง ความพึงพอใจของผู้โดยสารชาวไทยที่มีการบริการภายในห้องรับรองชั้นธุรกิจของบริษัทการบินไทย จำกัด (มหาชน) ณ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ พบว่า ความพึงพอใจโดยรวมของผู้โดยสารชาวไทยที่มีต่อการบริการภายในห้องรับรองชั้นธุรกิจของบริษัทการบินไทย จำกัด (มหาชน) ณ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิอยู่ในระดับปานกลาง

3. ความสัมพันธ์ของสภาพการให้บริการแก่ผู้โดยสารของการท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือนมีกับสภาพการได้รับบริการของผู้โดยสารจากผลการวิจัย พบว่า โดยรวมมีสภาพการให้บริการแก่ผู้โดยสารของการท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือนมีความสัมพันธ์กับสภาพการได้รับบริการของผู้โดยสาร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าผู้รับบริการได้รับการบริการในแต่ละด้านที่ท่ากาศยานจัดให้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของจิตตินันท์ เดชะคุปต์, ชินรัตน์ สมสืบ และ พูลศิริ วัจนะภูมิ (2542) ที่กล่าวว่า ความพึงพอใจในการบริการ คือ ความพึงพอใจที่ลูกค้าหรือผู้โดยสารมีต่อการบริการนั้น โดยการที่ลูกค้าได้รับในสิ่งที่คาดหวังไว้ย่อมเกี่ยวพันกับการปฏิสัมพันธ์กับผู้ให้บริการ ซึ่งเป็นบุคคลที่มีความสำคัญในการรับรู้ความต้องการของผู้โดยสารและการตอบสนองการบริการตามความต้องการของผู้โดยสาร คุณภาพการปฏิบัติการของผู้ให้บริการจะมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของให้บริการต่อการบริการด้วย

4. เปรียบเทียบการได้รับบริการของผู้โดยสารตามศักยภาพของท่าอากาศยาน พบว่า การรับบริการของผู้โดยสารของท่าอากาศยานระหว่างกลุ่มที่มีศักยภาพสูง ปานกลาง และค่อนข้างน้อย ในภาพรวมแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าผู้รับบริการส่วนใหญ่เคยใช้บริการท่าอากาศยานมากกว่าหนึ่งแห่งจึงมีการเปรียบเทียบการบริการของท่าอากาศยาน โดยท่าอากาศยานที่มีศักยภาพต่างกัน จะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้รับบริการได้ต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุพิชญา วงศ์วาสนา (2553) เรื่อง ความต้องการและความพึงพอใจของผู้โดยสารต่อการบริการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ พบว่า ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความต้องการในด้านการให้บริการกับความพึงพอใจของผู้โดยสารต่อการให้บริการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิพบว่า การให้บริการของท่าอากาศยานทั้ง 4 ด้านประกอบด้วย ด้านสถานที่ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านความปลอดภัย และด้านคมนาคม ของกลุ่มผู้โดยสารที่เป็นพนักงานตัวแทนสายการบิน กลุ่มผู้ประกอบการร้านค้ากลุ่มนักท่องเที่ยวชาวไทย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. เปรียบเทียบการให้บริการแก่ผู้โดยสารตามศักยภาพของท่าอากาศยาน พบว่า การให้บริการแก่ผู้โดยสารของท่าอากาศยานระหว่างกลุ่มที่มีศักยภาพสูง ปานกลาง และค่อนข้างน้อย ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะว่า ในด้านผู้ให้บริการไม่ได้เปรียบเทียบท่าอากาศยานตนเองกับท่าอากาศยานอื่น จึงมองไม่เห็นความแตกต่างของการให้บริการ และพิจารณาแต่ในด้านการให้บริการอย่างเต็มศักยภาพเท่านั้น

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งนี้

1. การได้รับบริการจากท่าอากาศยานโดยรวม ผู้โดยสารได้รับบริการทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านบริการที่ท่าอากาศยานจัดให้ และด้านบริการที่ให้ความเพลิดเพลิน โดยความคิดเห็นต่อ ระดับสภาพการได้รับบริการจากท่าอากาศยานโดยรวมยังอยู่ในระดับปานกลางซึ่งแสดงให้เห็นถึงระดับความพึงพอใจในการได้รับบริการที่ยังควรมีการปรับปรุง ไม่ว่าจะในด้านของ ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ได้แก่ อุณหภูมิภายในอาคารผู้โดยสาร ความสะอาดของห้องน้ำ จอแสดงตารางบิน และความรวดเร็วของสายพานลำเลียงสำภาระ เป็นต้น ด้านบริการที่ท่าอากาศยานจัดให้ ได้แก่ ความรวดเร็วของการบริการตรวจค้นผู้โดยสาร และความรวดเร็วในการตรวจเอกสารเดินทาง เป็นต้น และด้านบริการที่ให้ความเพลิดเพลิน ได้แก่ ความเพียงพอของร้านค้าที่ให้บริการ การให้บริการอินเตอร์เน็ต ตู้ ATM รถรับส่งผู้โดยสาร และ การจัดมุมพักผ่อน เป็นต้น

2. สภาพการให้บริการแก่ผู้โดยสารของการท่าอากาศยานในการกำกับดูแลของกรมการบินพลเรือน โดยรวมมีความสัมพันธ์กับสภาพการได้รับบริการของผู้โดยสารสัมพันธ์กันแต่อยู่ในระดับที่ต่ำมาก ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ความพึงพอใจในการให้บริการ และความพึงพอใจในการรับบริการยังไม่มีความสมดุลกัน ดังนั้น ผู้ให้บริการของท่าอากาศยานควรมีการสำรวจความต้องการของผู้โดยสารมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการดำเนินงานให้ได้มากที่สุด

3. กลุ่มตัวอย่างของผู้ให้บริการมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันมาก ทั้งด้านของตำแหน่งงาน และประสบการณ์ทำงาน ซึ่งทั้งหมดเป็นกลุ่มของผู้บริหาร ประเด็นของการบริการที่ควรปรับปรุงจึงยังไม่สะท้อนปัญหามากนักเนื่องจากเป็นกลุ่มที่ไม่ได้สัมผัสผู้โดยสารโดยตรง

ข้อเสนอแนะงานวิจัยครั้งต่อไป

1. การกำหนดกลุ่มตัวอย่างของผู้ให้บริการควรมีความหลายของลักษณะงานและตำแหน่งงานให้มากขึ้น เพื่อให้ครอบคลุมถึงแนวทางการทำงานและปัญหาที่ควรแก้ไขในทุกระดับ

2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบกับท่าอากาศยานระดับนานาชาติ เพื่อให้เห็นถึงแนวทางในการปรับปรุงให้เป็นมาตรฐาน

เอกสารอ้างอิง

กรมการบินพลเรือน. (2554). *ประวัติความเป็นมา*. ค้นจาก http://portal.aviation.go.th/dca/history.jsp.

จักรพงษ์ พงษ์จินดา. (2549). *ความพึงพอใจของผู้โดยสารที่มีต่อการบริการของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ*. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย.

จิตตินันท์ เดชะคุปต์, ชินรัตน์ สมสืบ, และพูลศิริ วัจนะภูมิ. (2540). *จิตวิทยาการบริการ* (พิมพ์ครั้งที่ 4). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชูเกียรติ เทมียะโก. (2551). *แนวทางการพัฒนาการบริการของท่าอากาศยานแม่สอด*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตร-มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

ธิดารัตน์ ภวังค์คะรัตน์. (2551). *ศักยภาพการให้บริการของสนามบินนานาชาติอุบลราชธานีที่สามารถรองรับผู้ใช้บริการคมนาคมขนส่งทางอากาศ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

ภรณ์ภักตรา ศักดา. (2554). ความพึงพอใจของผู้โดยสารชาวไทยที่มีการบริการภายในห้องรับรองชั้นธุรกิจของบริษัทการบินไทย จำกัด (มหาชน) ณ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, 5*(1/2554), 242.

สารานุกรมไทย. (2540). *สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 22*. กรุงเทพฯ: รุ่งศิลป์การพิมพ์.

สุธี อักษรกิตต์. (2551). *การวิจัยและพัฒนาเพื่อความต้องการของประเทศในบริบทปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง* เอกสารเพื่อการบรรยายในการประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ.

สุพิชญา วงศ์วาสนา. (2553). *ความต้องการและความพึงพอใจของผู้ใช้บริการต่อการบริการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกลักษณ์ อนรรฆมณีกุล. (2553). *ทัศนคติของผู้โดยสารชาวไทยต่อการให้บริการของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย.

ภาวะโภชนาการเกินในเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษา 1-6 โรงเรียนวัดมูลจินดารามและโรงเรียนธัญสิทธิ์ศิลป์

Obesity Situation of Students in Prathom Suksa 1-6 in JINDARAM and TANYASITSIN Schools

ชญานิกา ศรีวิชัย[1] ภัทร์กร อยู่สุข[2] และ วนิดา แพร่ภาษา[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ศึกษาภาวะโภชนาการเกิน ในเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษา 1-6 โรงเรียนวัดมูลจินดารามและโรงเรียนธัญสิทธิ์ศิลป์และปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโภชนาการเกินในเด็กเหล่านี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ปกครองนักเรียนโรงเรียนวัดมูลจินดารามและโรงเรียนธัญสิทธิ์ศิลป์ ชั้นประถมศึกษา 1-6 ที่มีภาวะโภชนาการเกิน จำนวน 80 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ค่าความเชื่อมั่นเชิงเนื้อหา ของเครื่องมือ เท่ากับ 0.84 แบบสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย ประกอบด้วย: ปัจจัยด้านพันธุกรรม ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย พฤติกรรมการบริโภค พฤติกรรมการออกกำลังกาย และพฤติกรรมของกิจวัตรประจำวัน ผลการวิจัยพบว่าทั้งปัจจัยด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมมีผลต่อภาวะโภชนาการเกินของเด็กนักเรียน

คำสำคัญ: ภาวะโภชนาการเกิน, โรงเรียนวัดมูลจินดาราม, โรงเรียนธัญสิทธิ์ศิลป์

Abstract

The purposes of this research were to study the Obesity situation of students in Prathom Suksa 1–6 in JINDARAM and TANYASITSIN school. Research samples were 80 parents of obesity students. The instrument was a structured interview. Reliability of the instrument was 0.84, consisted of two factors: the genetic factor and context of environment (eating behavior, exercise behavior and factor of daily

[1]อาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: chayanika@eau.ac.th
[2]อาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: pattaporn@eau.ac.th
[3]อาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: wanidap@eau.ac.th

activities). The results showed genetic factors and context of environment were related and affected the Obesity situation of students.

Keywords: obesity situation, JINDARAM, TANYASITSIN

ความนำ

ในอดีตการเลี้ยงลูกเล็กให้อ้วนเป็นสิ่งที่พ่อแม่หรือญาติพี่น้องนิยมชมชอบเพราะเด็กจะดูแข็งแรงน่ารัก แต่โดยส่วนใหญ่น้ำหนักมักจะไม่ลดลงเมื่อโตขึ้น ซึ่งในปัจจุบันพบว่าเด็กไทยที่อยู่ในวัยเรียนเป็นเด็กอ้วนเพิ่มขึ้นประมาณ 14-15 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะเด็กในเมือง สาเหตุก็มาจากปัจจัยหลายประการ เช่น โรคระบบฮอร์โมนบางอย่าง การกินอาหารมากเกินไป โดยเฉพาะค่านิยมเกี่ยวกับการกินอาหาร เด็กนิยมกินอาหารจานด่วนที่เป็นวัฒนธรรมตะวันตกมากขึ้น อาหารกินเล่นที่เป็นถุง ๆ จำพวกแป้ง น้ำตาล และไขมัน ร่วมกับขาดการออกกำลังกาย เป็นต้น

ผลการวิจัยของสำนักงานกองทุนส่งเสริมการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) และสำนักงานคุ้มครองผู้บริโภค (สคบ.) พบว่าเด็กไทยในระดับ ป. 5-ม. 3 กว่าครึ่งใช้เงินที่พ่อแม่ให้ไปโรงเรียนในการซื้อขนมหวานประเภทขบเคี้ยว กรุบกรอบ ทำให้เด็กติดในรสชาด ทำให้ฟันผุและมีปัญหาสุขภาพ จากผลการวิจัยเช่นนี้แสดงให้เห็นว่าเด็กอาจจะยังไม่ได้รับการปลูกฝังเกี่ยวกับการเลือกอาหาร จึงยังไม่เข้าใจในการเลือกซื้ออาหารที่มีประโยชน์ เด็กที่มีภาวะโภชนาการเกินหรือเด็กอ้วนมักกินอาหารที่มีแป้ง น้ำตาล และไขมันในปริมาณสูง แต่กินผักและผลไม้ต่ำ จากข้อมูลของกรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุขเกี่ยวกับสถานการณ์โรคอ้วนในประเทศไทย ในปี 2550 พบว่า เด็กไทยกำลังประสบภาวะโรคอ้วน ซึ่งคาดว่าในอีก 6 ปีข้างหน้า ความชุกของเด็กที่มีน้ำหนักเกินเพิ่มขึ้นถึง 1 ใน 5 ของเด็กก่อนวัยเรียน ทำให้พบเด็กที่มีน้ำหนักเกินเพิ่มขึ้นถึง 20 %

สำหรับประเทศไทย ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2551-2555) โรงเรียนในระดับประถมศึกษาขึ้นไปต้องเข้าร่วมโครงการโรงเรียนส่งเสริมสุขภาพ ร้อยละ 100 ค่าชี้วัดสถานะสุขภาพด้านภาวการณ์เจริญเติบโต ในนักเรียนที่มีน้ำหนักตามส่วนสูงต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกินร้อยละ 8 นักเรียนที่มีส่วนสูงตามอายุต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกินร้อยละ 5 และนักเรียนที่มีน้ำหนักตามส่วนสูงมากกว่าเกณฑ์ ไม่เกินร้อยละ 10 (กรมอนามัย. 2548: 1) ซึ่งจากการศึกษาโดยกรมอนามัยเกี่ยวกับสถานการณ์ภาวะโภชนาการเกินในนักเรียนโดยเปรียบเทียบการสำรวจปี พ.ศ. 2539-2540 กับ พ.ศ. 2544 โดยใช้เกณฑ์อ้างอิงน้ำหนักและส่วนสูงประชากรไทยล่าสุด (พ.ศ. 2542) พบว่าปี พ.ศ. 2539 เด็กวัยเรียนอายุ 6-13 ปี เป็นโรคอ้วนร้อยละ 5.8 ในปี 2540 เพิ่มเป็นร้อยละ 6.7 และปี 2544 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 8.2 ที่มีภาวะอ้วน (วิยะดา ตัณวัฒนากูล, 2547)

การแก้ปัญหาเด็กอ้วนเป็นเรื่องที่ผู้ปกครองและตัวเด็กต้องมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหาร โรคอ้วนของเด็กในวันนี้จะกลายเป็นปัญหาระดับประเทศ ผู้วิจัยในฐานะบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงสนใจที่จะศึกษาในเรื่องของ “ภาวะโภชนาการเกิน ในเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษา 1-6 โรงเรียนวัดมูลจินดารามและโรงเรียนธัญสิทธิ์ศิลป์” เพื่อจะได้นำผลการวิจัยดังกล่าวมาส่งเสริมสุขภาพเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษา 1-6 ที่มีปัญหาภาวะโภชนาการเกินต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาภาวะโภชนาการเกิน ในเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษา 1-6 โรงเรียนวัดมูลจินดาราม และโรงเรียนธัญสิทธิ์ศิลป์

2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโภชนาการเกินในเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษา 1-6 โรงเรียนวัดมูลจินดารามและโรงเรียนธัญสิทธิ์ศิลป์

ขอบเขตการวิจัย

เป็นการศึกษาภาวะโภชนาการเกินในเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษา 1-6 โรงเรียนวัดมูลจินดารามและโรงเรียนธัญสิทธิ์ศิลป์ ปีการศึกษา 2554 เก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนมีนาคม-พฤษภาคม 2555

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือ ผู้ปกครองและเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษา 1-6 โรงเรียนวัดมูลจินดารามและโรงเรียนธัญสิทธิ์ศิลป์ ปีการศึกษาที่ 2554 ที่มีภาวะที่ร่างกายมีน้ำหนักต่ออายุ หรือส่วนสูงต่ออายุ หรือน้ำหนักต่อส่วนสูงมากกว่า +2 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักต่ออายุ หรือส่วนสูงต่ออายุ หรือส่วนสูงต่อน้ำหนัก จำนวน 80 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์ปลายเปิดแบบมีโครงสร้าง

3. วิธีการสร้างเครื่องมือพร้อมกับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์ปลายเปิดแบบมีโครงสร้างที่ผ่านการหาคุณภาพเครื่องมือโดยการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.94 นำแบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะและนำไปทดสอบ (try out) เพื่อหาองค์ประกอบของปัจจัย โดยสัมภาษณ์ผู้ปกครองและนักเรียนที่เป็นคนละกลุ่มกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Factor analysis

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ได้นำแบบสอบถามที่ได้รับการตรวจคุณภาพเครื่องมือแล้วไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ปกครองที่บ้านและที่โรงเรียนวัดมูลจินดารามและโรงเรียนธัญสิทธิ์ศิลป์ ประจำปีการศึกษา 2554

5. รวบรวมข้อมูลโดยแยกตามกลุ่มองค์ประกอบและเขียนผลการวิจัยเชิงข้อมูลคุณภาพ

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยถอดข้อมูลจากการบันทึกการสัมภาษณ์โดยแยกตามกลุ่มข้อมูลของปัจจัยต่าง ๆ โดยการหาค่าสถิติพื้นฐานเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์ปลายเปิดแบบมีโครงสร้างที่ผ่านการหาคุณภาพเครื่องมือโดยการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.94 นำแบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะและนำไปทดสอบ (try out) เพื่อหาองค์ประกอบของปัจจัย โดยสัมภาษณ์ผู้ปกครองและนักเรียนที่เป็นคนละกลุ่มกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Factor analysis

7. นำแบบสอบถามมาปรับปรุง จัดกลุ่มของปัจจัย และนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิจัย

ภาวะโภชนาการเกิน ในเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษา 1-6 โรงเรียนวัดมูลจินดารามและโรงเรียนธัญสิทธิ์ศิลป์ พบว่า ผู้ปกครองนักเรียนชั้นต่าง ๆ มีอัตราส่วนร้อยละใกล้เคียงกัน ส่วนมาก (ร้อยละ 71.33) มีคนในครอบครัวอ้วน นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 85) รับประทานอาหารมากกว่า 3 มื้อ และรับประทานอาหารว่างระหว่างมื้ออาหารที่รับประทานมื้อต่าง ๆ จะประกอบด้วย อาหารที่ทอด ผัด ย่าง และไม่รับประทานผัก ผลไม้ และอาหารว่างระหว่างมื้อคือขนมกรุบกรอบ มันฝรั่งทอด ไส้กรอกทอด น้ำหวาน น้ำอัดลม

รายการอาหารที่นิยมในเด็กนักเรียนในอัตราส่วนร้อยละที่ใกล้เคียงกัน คือ หมูทอด ไก่ทอด ไข่เจียว ไข่ดาว ไก่ย่าง ไข่พะโล้ ข้าวมันไก่ ข้าวขาหมู สำหรับปริมาณอาหาร นักเรียนส่วนมาก (ร้อยละ 59) จะรับประทานอาหารมากกว่า 2 จานขึ้นไป และมีจำนวนหนึ่ง (ร้อยละ 3 รับประทานอาหารจนล้นกระเพาะและบ่นจุก)

สำหรับกิจวัตรประจำวันของของนักเรียนระหว่างวันจันทร์-วันศุกร์ พบว่า นักเรียนจะรับประทานอาหารที่บ้านก่อนไปโรงเรียน (ร้อยละ 34) และผู้ปกครองรับ-ส่ง จำนวนเงินที่ได้มาโรงเรียน ส่วนมาก (ร้อยละ 56) จะได้เงินมาโรงเรียนวันละ 50 บาท และซื้อขนมที่โรงเรียนหมด ขนมที่โรงเรียนที่นักเรียนชอบซื้อ จะซื้อขนมกรุบกรอบ ถุงละ 5 บาท ลูกชิ้นทอด ไข่นกกระทา (ร้อยละ 54, 38 และ 8 ตามลำดับ) จะซื้อมันฝรั่งทอดพร้อมน้ำหวานหรือน้ำอัดลมคู่กัน (ร้อยละ 47) เมื่อนักเรียนกลับไปถึงบ้าน (ร้อยละ 87) เปิดดูโทรทัศน์จนถึงอาหารมื้อเย็น และรับประทานอาหารว่างรับประทานพร้อมกับดูโทรทัศน์ (ร้อยละ 67) และนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 78) จะรับประทานอาหารเย็นเป็นมื้อที่ 5

กิจวัตรประจำวันของของนักเรียน ระหว่างวันเสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ พบว่านักเรียนส่วนมากตื่นนอนเวลา 8.00 น.(ร้อยละ 43) และดูรายการโทรทัศน์และหาอาหารว่างมารับประทานรอผู้ปกครองที่กำลังปรุงอาหารอยู่ หลังจากนั้นจะรับประทานอาหารเช้าพร้อมกับผู้ปกครอง (ร้อยละ 37) และใช้เวลามากกว่า 6 ชั่วโมงต่อวันในการดูโทรทัศน์ เล่นเกมส์คอมพิวเตอร์ และ นอนพักผ่อน (ร้อยละ 39, 29 และ 28 ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนส่วนมาก (ร้อยละ 87) ไม่ชอบออกกำลังกาย เพราะบอกว่าเหนื่อย

ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโภชนาการเกินในเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษา 1-6 โรงเรียนวัดมูลจินดาราม และโรงเรียนธัญสิทธิ์ศิลป์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ปัจจัยหลัก คือ ปัจจัยด้านพันธุกรรม และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย พฤติกรรมการบริโภค พฤติกรรมการออกกำลังกาย และ กิจวัตรประจำวัน

ปัจจัยด้านพันธุกรรม

“ เป็นยายค่ะ หลานเป็นผู้หญิงค่ะ อยู่ชั้น ป.2 เด็กเขาอ้วนมาตั้งแต่เด็กเลย พ่อ แม่เขาก็อ้วน ยายก็อ้วน คิดว่าอ้วนจากบรรพบุรุษค่ะ ”

“เป็นแม่ค่ะ ที่บ้านอ้วนกันทั้งครอบครัวค่ะ ยกเว้นตาค่ะ อย่างเอมเนี่ย เกิดมาเขาก็อ้วนแล้ว น้ำหนักตั้ง 3 โลครึ่งตอนเกิด จากนั้นก็อ้วนมาเรื่อย เลยเส้นกราฟตลอด ไม่เคยลงเลย”

“เป็นป้าค่ะวันนี้แม่เขามาไม่ได้ไปทำงานลาไม่ได้ ที่บ้านเขาอยู่กัน 6 คน ก็จะมี ตา ยาย น้า พ่อและแม่เด็ก และตัวเด็กเอง อ้วนกันทุกคนเลยค่ะ อย่างยาย ตอนนี้เกือบ 90 โลแล้ว คนอื่น ๆ ในบ้านก็น่าจะ 70 โลขึ้นไปนะ ป้ามาเนี่ยก็อ้วนนะ คิดว่าได้เชื้อมาจากตา ยายของเด็กนั่นแหละ มันลดยากนะหมอ”

ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม

“ทานเก่งค่ะ อย่างวันเสาร์ อาทิตย์ ทานมากกว่า 3 มื้อต่อวัน มื้อหนึ่งทาน 2-3 จาน มีมื้อว่างอีกต่างหาก ชอบทานขนมกรุบกรอบ น้ำอัดลม น้ำหวาน มันฝรั่งทอด ไก่ทอด อย่างตื่นเช้ามาเนี่ย ก็จะอาบน้ำ ล้างหน้าแปรงฟันตามปกติของเขา เสร็จแล้วก็เปิดทีวีดูการ์ตูนเลย ระหว่างรอแม่เขาทำกับข้าวเช้าก็จะหาขนมมาทานรอแล้ว พอทำอาหารมื้อเช้าเสร็จก็จะทาน 2-3 จาน ดูทีวีต่ออีกมื้อหลักสลับกับอาหารว่างค่ะเป็นอย่างนี้ทั้งวัน บ่าย ๆ ก็จะนอนหลับ มื้อเย็นจะทานมากเลย ถ้าเป็นอาหารถูกปากจะทานจนอ๊วกเลยค่ะ อาหารที่ชอบเหรอคะ ก็จะเป็นหมูทอด ไก่ทอด ไข่เจียว ข้าวมันไก่ ข้าวขาหมู ไข่พะโล้ไม่ชอบทานผักค่ะ บางคืนก็จะทานขนมก่อนนอนก็มี ออกกำลังกายเหรอคะ ไม่ค่อยได้ออกหรอกค่ะ แค่ปั่นจักรยานหน้าบ้านก็บ่นว่าเหนื่อยแล้ว บอกแล้วค่ะก็ไม่ยอมทำ ยังไงได้คะก็เพราะเป็นเด็ก เห็นงอแงก็สงสารจำเป็นต้องตามใจค่ะ”

“มื้อเช้าก่อนไปโรงเรียน จะรับประทานอาหารที่บ้านก่อนไปโรงเรียนทุกวัน ส่วนมากก็จะเป็นข้าวสวยไข่เจียวจานพูน ๆ ข้าวเหนียว 2 ห่อ หมูปิ้ง 5 ไม้ มื้อกลางวันก็รับประทานที่โรงเรียน ส่วนหลังเลิกเรียนก็จะซื้อขนมหน้าโรงเรียนก่อน เช่น น้ำอัดลม 1 แก้ว มันฝรั่งทอด 1 ห่อ ลูกชิ้นทอด 5 ไม้ เป็นต้น ซื้อทุกวันมาถึงบ้านก็ทำการบ้าน รอแม่ทำกับข้าวก็จะไปซื้อขนมที่เซเว่นมาแล้ว ขนมถุงนี่แหละค่ะ พอถึงมื้อเย็น

ทานพร้อมกัน เจ้านี่ข้าวสวยต้อง 2 จานขึ้นไปค่ะ ไม่งั้นไม่อิ่ม กับข้าวรับประทานได้หมดไม่เลือก แต่ต้องไม่เผ็ดมากนักค่ะ พฤติกรรมการรับประทานอาหารวันปกติก็เป็นอย่างนี้ ส่วนวันเสาร์ อาทิตย์ยิ่งกว่านี้ เดินวนตู้เย็น กับซื้อเซเว่นตลอดค่ะไม่ให้ซื้อก็ไม่ได้บอกว่าหิวแม่ไม่รักเหรอ อะไรทำนองนี้"

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโภชนาการเกินและโรคอ้วนของเด็กมาจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม (พฤติกรรมการบริโภค พฤติกรรมการออกกำลังกาย และ กิจวัตรประจำวัน) สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโภชนาการเกินและโรคอ้วนคือความไม่สมดุลระหว่างพลังงานที่ร่างกายได้รับกับพลังงานของร่างกายที่ถูกใช้ออกไป ซึ่งปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริม การขาดสมดุลของพลังงานในร่างกายที่สำคัญคือการบริโภคอาหารและการเคลื่อนไหวร่างกายรวมทั้งการออกกำลังกาย และการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน มีการศึกษาที่ระบุไว้ว่า โรคอ้วนเป็นโรคที่เกิดจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม และโรคอ้วนที่เกิดขึ้นในกลุ่มเด็กมักมีอิทธิพลมาจากปัจจัยทางพันธุกรรมมากถึงร้อยละ 30-70 (www.nutritionthailand.or.th) อุบัติการณ์โรคอ้วนในพ่อและแม่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคอ้วนของลูก (พิภพ จิรภิญโญ, 2538) สำหรับอัตราเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นนั้น พบว่า ถ้าเด็กมีพ่อหรือแม่คนใดคนหนึ่งอ้วน ลูกจะมีโอกาสอ้วนร้อยละ 40 แต่ถ้าทั้งพ่อและแม่อ้วน ลูกจะมีโอกาสอ้วนเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 80 (ดุษณี โยเหลา, 2535) สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรรณวิมล กิตติดิลกกุล (2536) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อโรคอ้วนในเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 521 คน พบว่า ภาวะโภชนาการของบิดามารดามีผลต่อภาวะโภชนาการของบุตร โดยเฉพาะมารดาที่มีน้ำหนักตัวเกินมาตรฐานมีแนวโน้มที่มีบุตรอ้วนได้เป็น 3 เท่าของมารดาที่มีภาวะโภชนาการปกติ สอดคล้องกับงานของ ศรีสุดา วงษ์วิเศษกุล (2540) ซึ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับภาวะโภชนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มศึกษาและกลุ่มเปรียบเทียบจำนวนกลุ่มละ 390 คน ผลการศึกษาพบว่าภาวะอ้วนในบิดามารดา เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับภาวะโภชนาการ นอกจากนี้ สุภาพรรณ์ เชิดชัยภูมิ (2542, บทคัดย่อ) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับโรคอ้วนในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ในจังหวัดจันทบุรี จำนวน 435 คนรวบรวมข้อมูลโดยการใช้แบบสอบถาม ชั่งน้ำหนัก และวัดส่วนสูง ก็พบผลการศึกษาเช่นเดียวกันว่าภาวะอ้วนของบิดามารดามีความสัมพันธ์กับโรคอ้วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในต่างประเทศ ดาวิสันและเบิร์ช (Davison & Birch, 2001, pp. 1834-1842)

สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโภชนาการเกินและโรคอ้วนของเด็กจากสิ่งแวดล้อม (พฤติกรรมการบริโภค พฤติกรรมการออกกำลังกาย และ กิจวัตรประจำวัน) นั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของวิจัยของอารยา ตั้งวิฑูรย์ (มปป.)ที่ศึกษา พฤติกรรมการบริโภคอาหารว่างและขนมของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในอำเภอหาดใหญ่: ความสัมพันธ์กับภาวะโภชนาการ พบว่าพฤติกรรมการบริโภคอาหารว่างและขนมของเด็กวัยเรียนเสี่ยงการเกิดโรคอ้วน และเด็กนักเรียนนิยมบริโภคอาหารว่างและขนมที่มีแป้ง น้ำตาล และไขมันเป็นส่วนประกอบหลักในปริมาณมาก และการกินข้าวมากกว่า 6 ทัพพีต่อวัน เป็นปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคอ้วนของเด็กวัยเรียนด้วย "จากการศึกษาพบว่ากลุ่มเป้าหมายการวิจัยคือเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีพฤติกรรมทางโภชนาการที่น่าเป็นห่วง คือ นิยมบริโภคขนมซองที่มีแป้งและไขมันปริมาณมาก โดยบริโภคเฉลี่ยวันละ 3-4 ครั้ง ส่วนเครื่องดื่มที่นิยมบริโภคมากที่สุด คือ น้ำอัดลม โดยเฉลี่ยเด็กได้รับพลังงานจากขนมและอาหารว่างประมาณ 495 กิโลแคลอรี หรือเทียบเท่าร้อยละ 30 ของพลังงานที่ต้องการต่อวัน ซึ่งมากกว่าปริมาณมาตรฐานที่ราชวิทยาลัยกุมารแพทย์แห่งประเทศไทยกำหนดไว้ ซึ่งจะส่งผลให้ร่างกายเปลี่ยนพลังงานส่วนเกินนี้เป็นไขมันได้"

ดังนั้นการมีภาวะโภชนาการที่ดีและถูกต้อง นอกจากผู้ปกครองจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ดีแล้ว กุมารแพทย์หรือนักโภชนาการเองก็จะต้องมีการรณรงค์ให้ความรู้และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเลือกชนิดและปริมาณอาหารว่างและขนมอย่างถูกต้อง นอกจากนี้ก็ควรเน้นเรื่องอาหารหลักที่รับประทาน การปรับกิจวัตรประจำวันและการออกกำลังกายให้เหมาะสมควบคู่กันไปด้วย เพื่อให้เด็กมีภาวะโภชนาการที่ดี หลีกเลี่ยงโรคอ้วนหรือภาวะผอมซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการต่อไป

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผู้ปกครองควรมีการปรับเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมและพฤติกรรมสุขภาพโดยส่งเสริมการรับประทาน อาหารสุขภาพและการเคลื่อนไหวร่างกาย รวมทั้งการออกกำลังกายในเด็กอย่างต่อเนื่อง น่าจะเป็นวิธีที่ดีในการป้องกันและจัดการกับโรคอ้วน ทั้งนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับ ความร่วมมือจากครอบครัว โรงเรียน ชุมชน รวมทั้งองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง

ดุษฎี โยเหลา. (2535). การสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการอบรมเลี้ยงดูเด็กในประเทศไทย โดยใช้การวิเคราะห์เมต้า. *ข่าวสารวิจัยการศึกษา, 15*(2), 28-32.

พิภพ จิรภิญโญ. (2538). *โภชนาศาสตร์ทางคลินิคในเด็ก*. กรุงเทพ: ชวนพิมพ์.

วรรณวิมล กิตติดิลกกุล. (2536). ปัจจัยทางสัมคมกับการเกิดโรคอ้วนในเด็กวัยเรียนในกรุงเทพมหานคร. *สารศิริราช, 45*(11), 759-769.

ศรีสุดา วงษ์วิเศษกุล. (2540). *การพัฒนายุทธศาสตร์องค์กรสมรรถนะสูงของสถาบันการศึกษาพยาบาล สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา*. ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภาพรรณ์ เชิดชัยภูมิ (2542). *ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะอ้วน ในกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 จังหวัดจันทบุรี*. วิทยานิพนธ์แพทยศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อารยา ตั้งวิฑูรย์. (มปป.). *ขนมกรุบกรอบ-นมเปรี้ยว-น้ำอัดลม ตัวการปัญหาโรคอ้วนในเด็ก*. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Birch, L. L. & Davison K. K. (2001). Family environmental factors influencing the developing behavioral controls of food intake and childhood overweight. *Int Jobes 2001, 25*, 1834-1842.

การพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน: องค์การกำกับดูแลกิจการบินพลเรือน

Development of Learning Process Using Problem–Based Learning: Civil Aviation Authority

ธรรมนูญ เกียรติกำจร[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน: องค์การกำกับดูแลกิจการบินพลเรือน เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยอาศัยวิธีการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้และพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ และศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย จำนวน 45 คน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา จากผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในเรื่อง องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน มีระดับคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีก ทั้งนักศึกษายังมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้จากการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

คำสำคัญ: การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, องค์การกำกับดูแลกิจการบินพลเรือน, องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ

Abstract

The Objectives of this research were to study the learning outcome of, 45 junior students who have studied a course entitled “the International Civil Aviation Organization” in the School of Aviation at Eastern Asia University, as well as the students’ satisfaction regarding Problem-Based Learning. The data to be used for statistic calculations were pre-test/post-test scores and levels of satisfaction evaluated by such students. The descriptive statistics, such as arithmetic mean and standard deviation, were used

[1]อาจารย์ประจำคณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

for data analyzing. Results reflected that the learning outcome from the post-test scores of the students using Problem-Based Learning were higher than that of the pre-test scores.

Keywords: Problem-Based Learning, Civil Aviation Authority, International Civil Aviation Organization

ความนำ

แนวโน้มของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้รับการกล่าวถึงและกำหนดให้มีความสำคัญมากขึ้นเป็นลำดับ ทั้งจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ซึ่งระบุแนวทางการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่ต้องยึดหลักในการจัดการศึกษาว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด โดยมากการจัดกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ และเปลี่ยนบทบาทของนักศึกษาจากผู้รับมาเป็น “ผู้เรียน” (พิจิตร อุตตะโปน, 2550) และเปลี่ยนบทบาทของอาจารย์ผู้สอนหรือผู้ถ่ายทอดข้อมูลความรู้มาเป็น “ผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้” และทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำ หรือผู้เอื้ออำนวยการเรียนรู้ ให้เน้นการเรียนรู้อยู่ที่ผู้เรียนมากกว่าอยู่ที่ผู้สอน ดังนั้น ผู้เรียนจึงกลายเป็นศูนย์กลางการสอน เพราะบทบาทการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ กำหนดให้มีสาระการเรียนรู้ที่เน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และการบูรณาการให้มีเนื้อหาสาระและกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดและความแตกต่างของผู้เรียน ฝึกทักษะกระบวนการคิดและการประยุกต์ใช้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง กำหนดให้ผู้สอนจัดการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ รวมทั้งยังได้มีการกำหนดไว้ในระบบการประกันคุณภาพการศึกษาภายใน และระบบการประเมินคุณภาพการศึกษาภายนอกให้สถานบันอุดมศึกษาต้องจัดให้มีระบบการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

หากมองโดยภาพรวมแล้ว (Problem Based Learning--PBL) เป็นรูปแบบการสอนที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ดีมากที่สุดวิธีหนึ่ง เพราะสอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 คือ ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาและคิดอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีโอกาสออกไปแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งทรัพยากรเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา ในส่วนของผู้สอนก็จะลดบทบาทของการเป็นผู้ควบคุมในชั้นเรียนลง แต่ผู้เรียนจะมีอำนาจในการจัดการควบคุมตนเอง ส่วนจะหาความรู้ใหม่ได้มากหรือน้อยแค่ไหนก็แล้วแต่ความประสงค์ของผู้เรียนเนื่องจากผู้เรียนเป็นฝ่ายรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2549) ได้สรุปว่า PBL มีหลักการที่สำคัญคือ ผู้สอนจะใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อนำมาเป็นแนวทางแก้ไขปัญหา โดยผู้เรียนเป็นฝ่ายกำหนดทิศทางการเรียนรู้ของตนเอง (self-directed learning) ซึ่งต่างจากวิธีสอนแบบบรรยายที่ใช้กันทุกวันนี้ คือ วิธีสอนแบบบรรยายนั้น ผู้สอนจะนำเสนอเนื้อหาก่อนแล้วจึงให้ผู้เรียนฝึกทักษะการแก้ปัญหาโดยอาจให้กรณีปัญหาหรือให้ตอบคำถามท้ายบท ส่วนการสอนแบบ PBL ผู้สอนจะต้องนำปัญหามาให้ผู้เรียนได้ศึกษาก่อน แล้วจึงมอบหมายผู้เรียนให้ไปค้นคว้าความรู้เพื่อหาทางแก้ไขปัญหา ขณะที่ผู้เรียนคิดแก้ปัญหา ผู้เรียนก็จะได้ความรู้ไปด้วย PBL จึงเป็นยุทธศาสตร์การสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างมีระบบ ทำให้ผู้เรียนได้ความรู้ที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติจริง (active learning) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของ PBL จึงไม่ได้เน้นไปที่การหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ แต่เพียงอย่างเดียว แต่จะเน้นไปถึงการศึกษาความรู้ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัญหานั้นด้วย นอกจากนั้น PBL ยังเป็นการฝึกฝนให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มและรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองอีกด้วย ซึ่งจาก

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในศาสตร์สาขาวิชาต่าง ๆ แสดงถึงความสามารถในการบรรลุเป้าหมาย สุดท้าย คือ การที่ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านการเรียนรู้ ความรู้ และทักษะที่พึงประสงค์เพิ่มมากขึ้น

การดำเนินการในกิจการการบินพลเรือน ไม่ว่าจะเป็นการบินประเภทใดก็ตาม ผู้ดำเนินการเดินอากาศและผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติตามกฎ ระเบียบและข้อบังคับต่าง ๆ ขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization / ICAO) ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งต่อผู้โดยสาร เจ้าหน้าที่ ตลอดจนทรัพย์สิน และเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าการปฏิบัติการบินเป็นไปอย่างมีมาตรฐาน ใช้พื้นที่ในห้วงอวกาศได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ ศึกษาค้นคว้าของนักศึกษา ถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ

2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้จากการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอนแบบ PBL

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (descriptive research) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย จำนวน 45 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาองค์การกำกับดูแลกิจการบินพลเรือน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยบทเรียนเรื่อง องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ประกอบด้วยการสร้างบทเรียนออกมาเป็นตัวอย่างและแบบฝึกหัด สถานการณ์ปัญหา แบบทดสอบ และแบบสำรวจความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยพิจารณาจากรายงานกลุ่ม และผลการทดสอบหลังจากจบการนำเสนอของทุกกลุ่ม

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithmetic mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

ผลการวิจัย

1. จากการใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน กล่าวคือ ผลจากการทำ Pre-test นักศึกษาที่ได้คะแนนต่ำสุด คือ 10 คะแนน และคะแนนสูงสุด คือ 24 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน แต่เมื่อได้ทำการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วผลจากการทำ Post-test นักศึกษาที่ได้คะแนนต่ำสุดคือ 24 คะแนน และคะแนนสูงสุดคือ 28 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน

2. นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้จากการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก โดยพบว่านักศึกษาพอใจมากในด้านการเปิดโอกาสให้ซักถาม/วิพากษ์ รองลงมาคือช่วยสร้างความรู้และมุมมองใหม่ได้ และประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรม นอกจากนั้นนักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่ากิจกรรมดังกล่าวกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้ได้ดีขึ้น

อภิปรายผล

สรุปผลจากการวิจัยการเรียนการสอน/วิธีการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ มีดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของอาภรณ์ แสงรัศมี (2543) ที่ได้ศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง และพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้จากการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยรวมอยู่ในระดับพอใจมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เมธาวี พิมวัน (2549) เรื่องชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิวระดับ ว่า มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้มาก

เอกสารอ้างอิง

พิจิตร อุตตะโปน. (2550). *ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เมธาวี พิมวัน. (2549). *ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

มัณฑรา ธรรมบุศย์. (2549). *สมรรถนะของนักบริหารการศึกษามืออาชีพ*. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.

อาภรณ์ แสงรัศมี. (2543). *ศึกษาผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

A Development of Pyrolysis Oven for Wood Vinegar Production

Teerapot Wessapan[1] Seksan Sutthisong[2] Nisakorn Somsuk[3] Kanokorn Hussaro[4] and Sombat Teekasapa[5]

Abstract

This research was undertaken to develop a pyrolysis oven for the production of wood vinegar using charcoal residual as fuel. The oven was designed with an inside chamber for the heat to be evenly distributed throughout the oven and a lid covered the oven. The hollow space between the inner oven wall and the chamber wall was used for containing fuel, and the hollow space of the chamber was used for containing the pyrolyzing wood chips. The pyrolyzing chamber's capacity for wood chips was 0.2 m^3 and a chimney was attached to the burning chamber for smoother ventilation. An air cooled condensing system was used for the extraction process allowing for raw wood vinegar collection. The oven was made of refractory brick lining, rendered by refractory concrete with the pyrolyzing chamber made of metal sheets. In this research, a factorial design of experiments with 3 replicates and 5% significant level was developed. Objective was to study the influence of the kind and weight of pyrolyzing wood chips on the yield percent of the wood vinegar collected. Furthermore, it aimed to determine the optimal conditions for producing wood vinegar. Three kinds of pyrolyzing wood were used in this study namely Eucalyptus, Rubber wood and Acacia chips, and three levels of wood chip weights of 20, 40, and 60kg were selected

[1]อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: teerapot@eau.ac.th
[2]อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: seksan@eau.ac.th
[3]อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: nisakorn@eau.ac.th
[4]ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายอุตสาหกรรมและการประกันคุณภาพ วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม อย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
E-mail: uki_ae@yahoo.com
[5]รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย และ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: sombat@eau.ac.th

for the experiment. Finally, the economic analysis of the wood vinegar production was performed. The results showed that the oven was economically attractive and its payback period was short.

Keywords: wood vinegar, pyrolysis, oven, design of experiments, economic analysis

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเตาอบสำหรับผลิตน้ำส้มควันไม้โดยใช้เศษถ่านเป็นเชื้อเพลิง เตาอบนี้ได้ออกแบบให้มีห้องอบซ้อนอยู่ภายในอีกชั้นหนึ่งเพื่อให้มีการกระจายความร้อนที่ดี โดยเตาอบจะมีฝาปิดอยู่ทางด้านบน ช่องว่างระหว่างผนังห้องอบด้านในและผนังเตาด้านนอกใช้สำหรับใส่เศษถ่านที่เป็นเชื้อเพลิง ส่วนห้องอบภายในนั้นใช้สำหรับใส่ชิ้นไม้สำหรับอบโดยมีปริมาตรห้องอบ 0.2 m^3 ใช้ปล่องควันหนึ่งปล่องในการระบายควันจากการเผาไหม้ เครื่องควบแน่นชนิดใช้อากาศระบายความร้อนถูกนำมาใช้ในการดักเก็บน้ำส้มควันไม้ ตัวเตาผลิตขึ้นจากอิฐทนไฟฉาบด้วยคอนกรีต ผนังห้องอบทำจากแผ่นเหล็ก ออกแบบการทดลองแบบซ้ำ 3 ครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ 5% เพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดและน้ำหนักของชิ้นไม้ที่มีผลต่อปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่ได้เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มควันไม้ ได้ทำการศึกษาไม้ 3 ชนิด ได้แก่ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา และไม้กระถิน โดยใช้ปริมาณที่ทำการทดลองคือ 20 kg, 40 kg และ 60 kg ตามลำดับ จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์พบว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุนโดยใช้ระยะเวลาคืนทุนที่ต่ำ

คำสำคัญ: น้ำส้มควันไม้, ไพโรไลซิส, เตาอบ, การออกแบบการทดลอง, การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

Introduction

In Thailand, there are plenty of wood chips in many kinds of wood which are by-product from the furniture manufacturing. They could be sold as fuel, at low price. But if they are taken to be raw material in producing the wood vinegar it will make higher value added of them.

Pyrolysis

Pyrolysis is conducted at high temperature under limited amount of air (oxygen). Under this condition, wood is converted into various products including gaseous, liquid (tar and wood vinegar) and solid carbonized substances. Traditionally, wood pyrolysis has been used as carbonization and dry distillation processes for producing wood charcoal and some low molecular weight (MW) chemicals such as acetic acid and creosote (Kawamoto and Saka, 2006).

Wood vinegar

Pyroligneous acid, also called wood vinegar is a liquid generated from the gas and combustion of fresh wood burning in airless condition. When the gas is cooled, it condenses into liquid. Raw wood vinegar has more than 200 chemicals, such as acetic acid, formaldehyde, ethyl-valerate, methanol, tar, etc (Food and Fertilizer Technology Center, 2005).

Wood vinegar is a dark liquid produced by the destructive distillation of wood. Its principal components are acetic acid and methanol. It was once used as a commercial source for acetic acid (Kurlansky, 2002). Wood vinegar is widely used for pest repellent, bud opening for flowering plants, and soil improvement.

Application:

Blend with water in a ratio of 1:50 (1 liter wood vinegar and 50 liters water), or up to a ratio of 1:800 (1 liter wood vinegar and 800 liters water). Spray it over plant shoots. Wood vinegar, like hormones, will be absorbed into twigs, trunks, or leaves. Plants will be stronger, and leaves will be greener and resistant to pests and diseases.

Benefits:

1. Farmers can produce wood vinegar from branches trimmed from trees.

2. Wood vinegar is safe to human beings, animals, plants, and environment.

3. Wood vinegar helps plants to grow better and stronger, and be resistant to pests and diseases.

4. Crop produce is high quality and safe.

5. Low cost of production attributed to savings from cost of chemicals (Food and Fertilizer Technology Center, 2005).

Traditional wood vinegar production

The traditional method of wood vinegar production in Thailand is burning fresh wood, in airless condition, in a charcoal kiln with the chimney(s) and the bamboo pipes with the wet clothes wrap around to allow for wood vinegar collection from condensing.

Process of making wood vinegar:

1. Cure wood that has heartwood and bark for 5-15 days.

2. Pile wood in the kiln. Close the kiln and cover every hole with clay. Burn it at 120-430°C.

3. After 1 hour, put a tile at the top of the chimney. If brown or dark brown drops appear on the tile, allow smoke to flow through a bamboo pipe so that the hot steam may be condensed into liquid.

4. Place a vessel to collect the vinegar drops from the bamboo pipe.

5. If wood is burned for 12-15 hours in a 200-liter oil drum kiln, it should produce 2-7 liters of wood vinegar. At this stage, it is called raw wood vinegar.

6. Leave the raw wood vinegar for 3 months to become silted. The vinegar will turn yellow like vegetable oil. After which, it will turn light brown and the tar will become silted. The top content will be the light and clear oil. Remove the tar and light oil, as well as the dark brown translucent oil and the remainder will be sour vinegar (Food and Fertilizer Technology Center, 2005). The raw wood vinegar from silting after leaving for 3 months separates into three layers, as shown in Fig. 1.

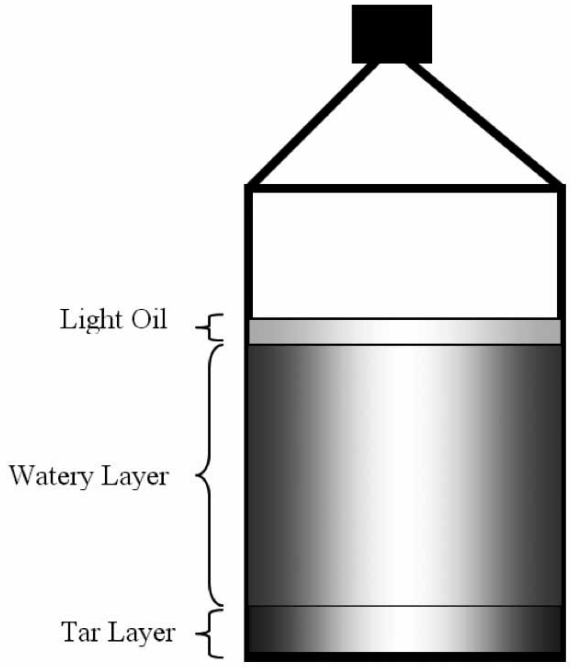


Fig. 1. Raw wood vinegar separates into three layers

In the common practice of charcoal burning using internal heating of the charged wood by burning a part of it, all the by-product vapors and

gas escapes into the atmosphere as smoke. The by-products can be recovered by passing the off-gases through a series of water cooled condensers to yield pyroligneous acid. The non-condensable wood gas passes on through the condensers and may be burned to provide heat. The wood gas is only useable as fuel and consists typically of 17% methane; 2% hydrogen; 23% carbon monoxide; 38% carbon dioxide; 2% oxygen and 18% nitrogen. It has a gross calorific value of about 10.8 MJoules per m^3 (290 BTU/cu.ft.) i.e. about one third the value of natural gas (Mechanical Wood Products Branch, 1985).

Methodology

Design Concepts

The pyrolysis oven is designed to contain 60-80 kg of pyrolyzing wood chips, provides tight airflow. The oven uses charcoal residual as fuel. The required temperature to heat the wood chips is about 270-450°C to give the good quality of wood vinegar, under limited amount of air (oxygen).

The off-gases known as the pyrolysis gases that are a mixture of volatile organic compounds pass through an air cooled condenser to be condensed into pyroligneous acid. The non-condensable wood gases which are a by-product are recovered by passing through the burning chamber to be burned to provide heat.

Operation and structure design

The oven consists of three main components; burning chamber and pyrolyzing chamber, and air cooled condensing unit. The oven with 98 cm diameter, 85 cm tall and 10 cm thickness, is designed by having a pyrolyzing chamber inside in order to obtain the heat evenly distributed throughout the oven. The oven is covered with a lid. The oven is made of refractory brick living, rendered by refractory concrete. The chamber is made from sheet metal. The hollow space between the inner oven wall and the chamber wall is used for containing fuel, and the hollow space of the chamber, 54 cm diameter and 85 cm tall, with a lid, is used for containing the pyrolyzing wood chips. The pyrolyzing chamber's capacity is 0.2 m^3 for pyrolyzing wood chips. One chimney with a 10 cm diameter, attached to the chamber for more smooth ventilation. The air cooled condensing system is used in the extraction process, allows for raw wood vinegar collection. The oven is designed for a concept; by the thermal decomposition of organic substances (pyrolysis) harmful gases will pass on through the condenser, the non-condensable wood gas may be burned to provide heat. These gases then pass to a burning chamber where they are combusted in a high oxygen content environment. It is to help increase the performance and to help decrease the greenhouse effect.

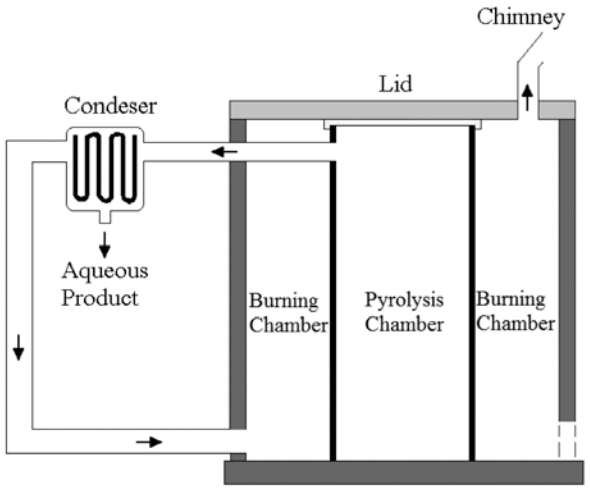


Fig. 2. Pyrolysis oven profile

Fig. 3. The air cooled condenser

Fig. 4. Inside of the oven

Pyrolysis oven operation test procedure

1. Leave the fresh Acacia wood chips for about 3-4 days before conducting an experiment.

2. Put 60 kg of the Acacia wood chips in the pyrolyzing chamber, and put 20 kg of charcoal residuals in the burning chamber. Close the pyrolyzing chamber with a lid and then close the oven with a lid.

3. Burn the charcoal residual. Start to time, measure the temperature every 10 minutes at pyrolyzing chamber.

4. When start to smell the acid smoke more strongly, notice the color of the aqueous product from the condenser. If the color turns to light brown, which means it is becoming raw wood vinegar. Place a plastic container to collect the vinegar drops from the condenser.

5. If there is no more aqueous product from the condenser, which means the liquid substance in wood are all evaporated, or the pyrolyzing wood chips become completely charcoals.

6. Stop to time. The period of timing since beginning is the process time of producing wood vinegar. Leave the oven and the charcoal cool down for 1 night.

7. Weigh the charcoal obtained.

8. Repeat the item 1-7, with 2 more replicates.

9. Leave the raw wood vinegar for 3 months to become silted. Remove the tar and light oil, as well as the dark brown translucent oil and the remainder will be sour vinegar.

Fig. 5. Operation testing

Design of experiments

In this research, a factorial design of experiments with 3 replicates and 5% significant level, has also been developed in order to study the influence of kind and weight of pyrolyzing wood

chips on yield percent of wood vinegar collected, and to determine the optimal conditions for producing wood vinegar.

In this research, the pyrolysis oven is developed for the production of wood vinegar, by using charcoal residual as fuel. A by-product from wood vinegar production is charcoals which can be sold. Then the influence of kind and weight of pyrolyzing wood chips on yield percent of wood vinegar collected is studied. Three kinds of wood chips which are Eucalyptus, Rubber wood and Acacia chips are used in the experiment as the pyrolyzing wood chips to produce the wood vinegar, and using three levels of weight of pyrolyzing wood chips of 20, 40, and 60kg. Finally, the economical analysis of the production of wood vinegar is performed.

By varying two variables simultaneously and obtaining multiple measurements under the same experimental conditions, the experimental responds are randomized. The normality of the respond data is assumed. They are analyzed by using SPSS statistical software. The results of applying the analysis of variance are shown in Table III and IV.

Results

The oven is constructed, and tested about its operation.

Results from the operation test with 3 replicates, are following below,

Pyrolyzing wood (Acacia)	60	kg
Fuel needed	20	kg
Process time	7.2	hour
Net wood vinegar	7	kg
Net charcoal	14.5	kg
Wood vinegar yield	8.75	%
Charcoal yield	18.13	%

The average interval of the measured temperature at the pyrolyzing chamber while happening the pyrolysis process is about 300-450°C that meets the desired temperature.

Fig. 6. The obtained charcoal

Fig. 7. The obtained raw wood vinegar

Results from study the influence of kind and weight of pyrolyzing wood chips on the yield percent of wood vinegar collected, with 3 replicates. In each experiment uses 20 kg of charcoal residuals as fuel. The experiment results are shown in Table I.

Table I.

The weight average of wood vinegar obtained from the experiment

Kind of pyrolyzing wood	Weight average of pyrolyzing wood (kg)	Weight average of wood vinegar collected (kg)	Yield percent of wood vinegar
Eucalyptus	20	2.87	7.17
	40	4.29	7.15
	60	5.77	7.22
Rubber wood	20	3.13	7.84
	40	4.79	7.98
	60	6.37	7.96
Acacia	20	3.57	8.93
	40	5.44	9.07
	60	7.18	8.97

The analysis of variance is used to analyze the influence of kind and weight of wood chips on the yield percent of wood vinegar collected, as shown in Table II.

Table II.

ANOVA table

Test of between-subjects effect

Dependent variable: vinegar_ yield

Source	Type III sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Corrected model	15.025[a]	8	1.878	77.667	.000
Intercept	1741.787	1	1741.787	72029.805	.000
Wood_kind	14.946	2	7.473	309.042	.446
Wood_weight	.041	2	.020	.846	.413
Wood_kind*	.038	4	.009	.390	
Wood_weight	.435	18	.024		
Error	1757.247	27			
Total	15.460	26			

a R Squared = .972 (Adjusted R Squared = .959)

ANOVA table shows that the interaction between the kind and weight of pyrolyzing wood chips on the yield percent of wood vinegar collected is not significant, but the kind of wood chips is significant. Then Duncan's multiple range test is applied to the means of the kind of wood chips.

Table III.

Duncan's multiple range test

Vinegar_yield

Duncan [a,b]

Wood_kind	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
Eucalyptus	9	7.1778		
Rubber wood	9		7.9267	
Acacia	9			8.9911
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square (Error) = .24.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

The result shows that Acacia wood gives the highest yield percent of raw wood vinegar for the production of wood vinegar by using this oven.

When the Acacia is known that it gives the highest percent yield of wood vinegar, then the wood vinegar produced from the Acacia is tested for the important ingredient. The results are shown as below.

The important ingredient of the produced wood vinegar:

Water	83 %
Organic acid	4 %
Other organic substance	13 %

The quality of the produced wood vinegar: pH = 3.2 and specific gravity = 1.02

Economical analysis

Even though, the weight of pyrolyzing wood does not significantly effect on the yield percent of wood vinegar. But the weight of 60 kg is most appropriate, because it is a maximum capacity of the oven. The wood vinegar production can be finished by 1 day, just like the weight of 20 and 40 kg. So, the weight of 60 kg will be worth production.

Therefore, Acacia wood as the pyloryzing wood and the weight of 60 kg is considered in economical analysis.

In economic analysis for wood vinegar production by using the pyrolysis oven, and 1 labor, cost of the pyrolysis oven is approximately 17,000 Baht. it is assumed that the oven has a useful life expectancy of 5 years, the working days are 300 days a year, direct labor cost per day is 200 Baht/ labor, weight of wood vinegar obtained is 7 kg/ day, weight of charcoal obtained is 14.5 kg/day, selling price of wood vinegar and charcoal are 50 Baht/kg and 5 Baht/kg respectively, raw material (Acacia wood chips) cost and the charcoal residual cost are 1 Baht/kg and 3 Baht/kg respectively and maintenance cost per year is 10% of the oven's price. A result from the analysis show that, payback period for the production is approximately 7 months.

Discussion

The first distillate (condensation from the gases) is almost entirely water and it is not until about the 4th hour that the liquor slowly darkens and contains increasing amounts of acid. The crude condensate ingredient produced from the distillation of wood is called Pyroligneous Acid.

From the preliminary test by using Acacia wood chips found that yield of produced wood vinegar and charcoal are 8.75% and 18.13% respectively, which are quite high capacity.

The measured temperature at the pyrolyzing chamber while happening the pyrolysis process is about 300-450°C that meets the desired temperature as prior design. When wood is heated above 270°C it begins a process of decomposition called carbonization and heat is evolved. If the temperature is below about 200°C, the wood vinegar will consist mainly of water. By if the temperature is above about 450°C, it will consist mainly of tar.

The product of the designed oven is wood vinegar, and the by-products are charcoals and the non-condensable wood gases. The wood vinegar is very valuable, high selling price. The charcoal can be re-used as fuel in the wood vinegar production, or can be sold as fuel. The wood gases can be recovered by passing through the burning chamber to be burned to provide heat.

The ANOVA table shows that only the kind of pyrolyzing wood significantly effect on the yield percent of wood vinegar, and from Duncan's multiple range test shows that Acacia wood gives the highest yield percent of wood vinegar.

The wood vinegar and the charcoals, produced by this oven will make income for the investors about 400 Baht/day. The first investment of the oven is 17,000 Baht. Payback period is approximately 7 months. It is a simple oven structure, low investment, low cost and high gains.

Conclusion

From this research, the following conclusion may be drawn. From the ANOVA results show that the interaction between the kind and weight of pyrolyzing wood chips on yield percent of wood

vinegar collected is not significant, but only the kind of pyrolyzing wood significantly effect on the yield percent of wood vinegar, and from Duncan's multiple range test shows that Acacia wood gives the highest yield percent of wood vinegar.

Finally, the economical analysis of the production of wood vinegar is performed. The results show that the oven is economically attractive and payback period is approximately 7 months.

Reference

Kawamoto, H. & Saka, S. (2006). Wood Pyrolysis Mechanism on Molecular Basis for Selective Conversion into Liquid Fuels. The 2nd Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)", 21-23 November 2006, Bangkok, Thailand.

Food and Fertilizer Technology Center. (2005). *Wood Vinegar*. Retrieved from http://www.agnet.org/library/pt/2005025/pt2005025.pdf

Kurlansky, M. (2002). *Salt: A world history*. New York: Penguin Books.

Mechanical Wood Products Branch, Forest Industries Division, FAO Forestry Department. (1985). Industrial charcoal making. *FAO Forestry, 44*.

การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์

Analysis of the Economics of Mulberry Paper Solar Dryers

อนิรุทธิ์ ต่ายขาว[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนากระบวนการผลิตกระดาษสาเพื่อให้สามารถผลิตกระดาษสาได้มากขึ้นโดยใช้เครื่องอบแห้งกระดาษสาแบบอุโมงค์ กว้าง 5 m ยาว 6 m สูง 2.5 m ที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติเพื่อการลดระยะเวลาในการตากแห้ง ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์จากการทดลองอบแห้งกระดาษสาพบว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 40^{O}C ที่สภาวะอุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32^{O}C ความเร็วอากาศภายในเครื่องอบแห้งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.45 m/s ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 743.5 W/m^{2} โดยที่กระดาษสามีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 900 มาตรฐานแห้ง ลดลงเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 6.5 มาตรฐานแห้ง และใช้เวลาในการอบแห้ง 2 ชั่วโมงซึ่งใช้ระยะเวลาสั้นกว่าการตากแห้งแบบดั้งเดิมประมาณ 2 ชั่วโมง จากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์พบว่ามีค่าเท่ากับ 53.14 % และใช้พลังงานในการอบแห้งทั้งหมด 140.5 MJ ซึ่งคิดเป็น 4.53 MJ/kg H_2O_{evap} ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของเครื่องอบแห้งกระดาษสาด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พิจารณามูลค่าเพิ่มที่ได้จากการใช้เครื่องอบแห้งเปรียบเทียบกับการตากธรรมชาติต่อพื้นที่ขนาด 30 m^{2} สามารถตากได้ 64 แผ่น ภายใต้สมมุติฐานของการอบแห้งวันละ 2 ครั้ง อบแห้งกระดาษสาได้ 288 แผ่น มากกว่าการตากแห้งตามธรรมชาติ 224 แผ่น ผลกำไรสุทธิจากการผลิตกระดาษสา 2 บาท/แผ่น และทำการอบแห้ง 180 วันต่อปี จากราคาเครื่องอบแห้ง 30,000 บาท พบว่าจุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องอบแห้งนี้มีค่าประมาณ 1 ปี 29 วัน

คำสำคัญ: ระยะเวลาคืนทุน, ด้านเศรษฐศาสตร์, กระดาษสา, เครื่องอบแห้ง, พลังงานแสงอาทิตย์

[1]อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: anirut@eau.ac.th

Abstract

This research aims to analyze the economics of solar paper drying in the manufacturing of paper. A paper drying tunnel measuring 5 m wide, 2.5 m long and 6 m high can reduce drying time using natural ventilation. The process saves on costs thereby generating more profit for the company. Results of performance testing through solar experiments on air drying of paper revealed that with the temperature inside the dryer averaging 40^{O}C, the ambient air temperature being 32^{O}C, average speed of air dryers about 0.45 m/s and the average intensity of solar radiation at 743.5 W/m^{2}; the paper moisture rate goes down from 900 percent to 6.5 percent reducing the drying time to two hours, shorter than the time when just exposed. Testing the efficiency of the drying chemical energy by traditional drying for about 2 hours resulted to 53.14% with the energy consumption totalling 140.5 MJ, which is 4.53 MJ/kg H_2O_{evap}. Analysing the cost of using the machine with solar drying mulberry paper, 64 sheets.can be exposed using the dryer with the natural drying space of 30 m^{2}. Assuming that drying is done twice a day, the drying paper can accommodate 288 sheets compared to the 224 sheets by natural drying. Manufacturing of paper costs 2 baht / plate and drying is done 180 days per year using 30,000 dryers. The resulting expenses equates to the cost of using the drying paper for about a year and 29 days.

Keyword: payback period, economics, mulberry paper, dryers, solar energy

ความนำ

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อนที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่เสียค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงในระหว่างการใช้งาน ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ช่วยลดปัญหาทางด้านการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง การรบกวนจากแมลง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น และยังช่วยลดระยะเวลาในการตากแห้งอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยในการประหยัดในการอบแห้งที่ใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำมันหรือแก๊สธรรมชาติได้อีกด้วย การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมระดับครัวเรือนขนาดเล็ก จึงเป็นส่วนช่วยในการพัฒนาประเทศได้ทางหนึ่ง เมื่อพิจารณาถึงศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยพบว่า ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตร มีแสงอาทิตย์เกือบทั้งปี ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยประมาณ 17 MJ/m^{2}/day (วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร และคณะ, 2544)

กระดาษสาเป็นกระดาษที่มีความเหนียว คงทน รักษาสภาพเก็บไว้ได้นาน เป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่มีการถ่ายทอดวัฒนธรรมลงในแผ่นกระดาษ บ่งบอกถึงความมีค่าและความสวยงามในตนเอง สามารถใช้ประโยชน์ได้มากมาย ไม่ว่าจะเป็นการนำมาห่อของขวัญ การทำของที่ระลึกต่าง ๆ สามารถทำเป็นสินค้าส่งออกทำรายได้เข้าสู่ประเทศได้อีกด้วย กระดาษสาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนของเปลือกของต้นปอสา โดยเฉพาะเปลือกใน (innerbark) ซึ่งเป็นเยื่อใบประเภทเยื่อเส้นยาว แหล่งผลิตปอสาที่สำคัญของประเทศส่วนใหญ่อยู่ในเขตภาคเหนือดังนั้นจึงควรมีการส่งเสริมให้มีการทำผลิตภัณฑ์จากกระดาษสาแทนกระดาษอื่นที่ต้องมีการนำเข้า การผลิตกระดาษสาส่วนใหญ่มีทั้งในรูปแบบของการผลิตด้วยมือหรือการผลิตในระดับอุตสาหกรรม

ในงานวิจัยนี้จะศึกษาถึงขั้นตอนการทำกระดาษสาให้แห้ง โดยปกติการตากแห้งกระดาษสาทำการตากแดดกลางแจ้งโดยวางให้ตะแกรงพิงกันไม่ให้ล้ม การตากแห้งให้เร็วขึ้นอยู่กับมุมเอียงของ

การตากด้วย งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามุมที่สามารถทำให้กระดาษสาแห้งเร็วที่สุดคือ 70 องศา ซึ่งสามารถแห้งได้เร็วกว่า 40 องศา ถึง 10 นาที กระดาษสาแบบซ้อนที่มุม 70 องศา เมื่อทำการตากอยู่กลางแจ้งจะแห้งภายในระยะเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง (เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์, 2538) เป็นการพัฒนากระบวนการผลิตกระดาษสาในขั้นตอนของการตากแห้งสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษสาเพื่อให้สามารถผลิตกระดาษสาได้มากขึ้นโดยการลดระยะเวลาในการตากแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งกระดาษสาแบบอุโมงค์ที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติ มีระบบช่วยในการระบายอากาศ คือใช้พัดลมดูดอากาศแบบธรรมชาติ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

เครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ ดังแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตาราง 1

ลักษณะและโครงสร้างของเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์

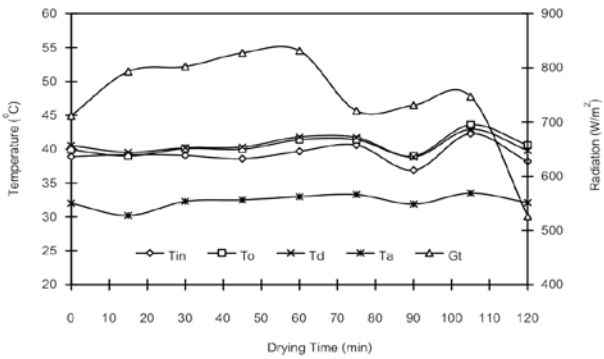
ส่วนประกอบ	วัสดุขนาด
1. โครงสร้างของเครื่องอบแห้ง	เป็นรูปครึ่งวงกลมรัศมี 2.5 m ทำจากเหล็กท่อกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.05 m
2. ตัวเครื่องอบแห้ง	คลุมด้วยพลาสติกใสทนความร้อนหนา 2-3 mm
3. พื้นเครื่องอบแห้ง	คลุมด้วยพลาสติกสีดำพื้นที่ 30 m^2
4. ขนาดเครื่องอบแห้ง	กว้าง 5 m ยาว 6 m สูง 2.5 m
5. ทางเข้าเครื่องอบแห้ง	อยู่ทางด้านหน้าของเครื่องอบแห้ง มีประตูทางเข้าเครื่องกว้าง 2 m ยาว 2 m อยู่บริเวณทางเข้าเครื่องอบแห้ง
6. ช่องทางอากาศเข้า	สามารถปรับขนาดได้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 m
7. พัดลมระบายอากาศ (Ventilation Fan)	
8. ชั้นวางกระดาษสา	ทำจากเหล็กฉากขนาด 0.037m มีมุมยอด 70O และวางได้ 3 ชั้น
9. จำนวนกระดาษสา	ทั้งหมด 144 แผ่น มีการเรียง 3 ชั้น โดยชั้นล่างจุได้ 64 แผ่น ชั้นกลางจุได้ 48 แผ่น และชั้นบนจุได้ 32 แผ่น

ที่มา. จาก “เทคโนโลยีการผลิตปอสาและกระดาษสา,” โดย เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์, 2538, ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, กรมวิชาการเกษตร.

ภาพ 1 เครื่องอบแห้งกระดาษสาแบบอุโมงค์

ผลการทดลองและวิเคราะห์

ทำการทดลองโดยการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ จากเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อศึกษาการกระจายตัวของอากาศภายในเครื่องอบแห้งที่ความเข้มรังสีอาทิตย์ค่าต่าง ๆ กัน ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ทางเข้า และทางออกของเครื่องอบแห้ง ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้ง ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศแวดล้อมและระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งในแต่ละวันที่ทำการทดลอง



ภาพ 2 อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ขณะอบแห้งกระดาษสา

จากภาพ 2 พบว่า อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งมีค่าประมาณ 40°C อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามความเข้มรังสีอาทิตย์ในแต่ละ

ช่วงเวลา เมื่อพิจาณาถึงอุณหภูมิที่ทางเข้าภายในและทางออกของเครื่องอบแห้งพบว่ามีค่าใกล้เคียงกันที่ความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 743.5 W/m^2 โดยอุณหภูมิอากาศแวดล้อมเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 32.3°C ความเร็วของอากาศที่ทางเข้า และทางออกของเครื่องอบแห้งมีค่าประมาณ 0.4 และ 0.6 m/s ตามลำดับ สามารถทำการอบแห้งกระดาษสาที่ความชื้นเริ่มต้น 900 มาตรฐานแห้ง จนกระทั่งได้ความชื้นสุดท้ายร้อยละ 6.5 มาตรฐานแห้ง ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 2 ชั่วโมงโดยความจุภายในของตู้อบแห้งสามารถอบแห้งกรอบกระดาษสาที่มีขนาดตะแกรง 0.65x0.9 m^2 ได้ 144 แผ่น สูง 3 ชั้น โดยชั้นแรกจุได้ 64 แผ่น ชั้นที่ 2 จุได้ 48 แผ่น และชั้นบนสุดจุได้ 32 แผ่นมุมยอดของกรอบกระดาษสาที่วางพิงกันคือ 70°

ในการทดลองได้หาความชื้นที่ลดลงแต่ละช่วงเวลาจากการเก็บตัวอย่างเพื่อหาค่าความชื้นโดยการชั่งน้ำหนักตัวอย่าง ในการทดลองเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 จุด โดยเก็บที่เครื่องอบแห้งด้านหน้า 1 จุด ตรงกลางเครื่องอบแห้ง 1 จุด และด้านหลังของเครื่องอบแห้งอีก 1 จุด โดยชั่งน้ำหนักทุก ๆ 15 นาที และบันทึกน้ำหนักของตัวอย่างเพื่อคำนวณหาสัดส่วนของความชื้นที่ลดลงในแต่ละช่วงเวลาโดยมีสัดส่วนการลดลงของความชื้นในการทดลองอบแห้งกระดาษสาแสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือในส่วนแรกตั้งแต่เริ่มต้นการอบแห้งจนผ่านไป 1 ชั่วโมงความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วโดยความชื้นมีค่าลดลงจากความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 900 มาตรฐานแห้งจนเหลือ 144 มาตรฐานแห้ง และจะเริ่มลดลงอย่างช้า ๆ ในชั่วโมงที่ 2 จนสิ้นสุดการทดลองที่ความชื้นสุดท้ายร้อยละ 6.5 มาตรฐานแห้งใช้เวลาในการอบแห้งทั้งสิ้น 2 ชั่วโมงตั้งแต่เวลา 11: 00-13:00 น. ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 743.5 W/m^2 และค่าความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำมีค่า 140.5 MJ หรือ 4.53 MJ/kg H_2O_{evap} สามารถอบแห้งได้ครั้งละ 144 แผ่น จากผลการทดลองสามารถคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งได้เท่ากับ 53.14 %และใช้พลังงานในการอบแห้งทั้งหมด 140.5 MJ คิดเป็น 4.53 MJ/kg.H_2O_{evap}

ตาราง 2

เงื่อนไขการทำงานของเครื่องอบแห้งกระดาษสา

เงื่อนไข	การทดลอง 1	การทดลอง 2
อุณหภูมิอากาศแวดล้อม (°C)	32.3	33.6
อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้ง (°C)	40.0	39.0
ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย (W/m^2)	743.5	734.2
อุณหภูมิอากาศเข้า	39.3	37.6
อุณหภูมิอากาศออก	40.4	39.1
ความชื้นเริ่มต้น(%db)	900	850
ความชื้นสุดท้า(%db)	6.5	6.8
ระยะเวลาในการอบแห้ง (hrs)	2	2
อัตราการอบแห้งเฉลี่ย (%db/min)	7.45	7.03
ความสิ้นเปลืองพลังงาน (MJ)	140.5	136
ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (MJ/ kg.H_2O_{evap})	4.53	4.38
ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง (%)	53.14	54.07

การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์ของเครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์ (นัยนา นิยมวัน, 2536) (ผลิต 5 วัน/สัปดาห์ วันละ 288 แผ่น) สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. กำหนดอายุการใช้งานของเครื่องอบแห้ง 10 ปี

2. กำหนดอัตราดอกเบี้ยตลอดอายุการใช้งาน 9.75 % [ธนาคารกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)]

3. เงินลงทุนในการสร้างเครื่องอบแห้ง 30,000 บาท

4. มูลค่าซาก 10% ของเงินทุนในการสร้าง 3,000 บาท

5. ค่าบำรุงรักษารายปี 5% 1,500 บาท

6. ค่าผลิตภัณฑ์ต้นสา 1 kg ได้ 10 แผ่น (เปลือกสา 1 kg เป็นเงิน 20 บาท/ kg) ใช้เปลือกสาทั้งหมด 4032 kg/ปี เป็นเงิน 80,640 บาท

7. ทำการอบแห้ง (จันทร์-ศุกร์) 180 วัน

8. อบแห้งกระดาษสาวันละ 288 แผ่น

จากเงินลงทุนสามารถคิดเป็นเงินลงทุนรายปีได้ดังนี้ (ประพันธ์ เศวตนันทน์ และไพศาล เล็กอุทัย)

เงินลงทุนรายปี = 30,000 CRF (9.75%, 10)

= 30,000(i (1+i) ^{n})/ ((1+i) ^{n}-1)

= 30,000(0.0975(1+0.0975)^{10})/((1+0.0975)^{10}-1)

= 4,827 บาท/ปี

มูลค่าซากรายปี = 3,000 SFF (9.75%, 10)

= 3,000(i/ ((1+i) ^{n}-1))

= 3,000(0.0975/ (1+0.0975)^{10}-1)

= 190 บาท/ปี

ค่าบำรุงรักษา = 30,000 x 0.05 = 1,500

รวมเงินลงทุนรายปี = (เงินลงทุนในการสร้างเครื่องอบแห้งกระดาษสา + เงินลงทุนในการดูแลรักษารายปี + ค่าผลิตภัณฑ์สา) - (มูลค่าซากรายปี) = 4,827 + 1,500 + 80,640 -190 = 86,777 บาท

เมื่อพิจารณาพื้นที่ที่ใช้ตากแห้งกระดาษสา 30 m^2 สามารถตากได้ 64 แผ่น ถ้าเป็นการตากแห้งแบบธรรมชาติ ในขณะที่ทำการอบแห้งในเครื่องอบแห้งจะทำการอบแห้งได้ 144 แผ่น ในการอบแห้งใน 1 วัน สามารถอบแห้งกระดาษสาได้ 2 ครั้ง แต่ถ้าเป็นการตากแห้งแบบธรรมชาติจะตากแห้งได้เพียงครั้งเดียว ดังนั้นข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หารายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้เครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์คือ จำนวนกระดาษสาที่อบแห้งได้ 1 วัน เท่ากับ 288 แผ่น เมื่อหักต้นทุนการผลิตที่เป็นค่าแรงงาน วัตถุดิบ ค่าไฟฟ้า ตลอดกระบวนการเตรียมกระดาษสาแล้วกำไรแผ่นละ 2 บาท ดังนั้นมูลค่าเพิ่มของกำไรที่ได้รับจากการใช้เครื่องอบแห้งมีค่าเท่ากับ (288 - 64) x 2 = 448 บาทต่อวัน ซึ่งจะได้ผลตอบแทนจากการใช้เครื่องอบแห้งกระดาษสาต่อปีมีค่า 80,640 บาท จากมูลค่าเงินลงทุนรายปี = 86,777 บาท และผลตอบแทนรายปี = 80,640 บาท ดังนั้นจุดคุ้มทุนจากการใช้เครื่องอบแห้งมีค่า = 1.08 ปี หรือประมาณ 1 ปี 29 วัน

สรุปผลการทดลองเครื่องอบแห้งแบบมีกระดาษสา

เครื่องอบแห้งกระดาษสาพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทำการออกแบบสามารถอบแห้งกระดาษสาได้ 144 แผ่น/ครั้ง โดยทำการอบแห้งกระดาษสาที่ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 900 มาตรฐานแห้ง ลดลงเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 6.5 มาตรฐานแห้ง ที่ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 743.5 W/m^2 อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งเฉลี่ย 40.6°C อุณหภูมิอากาศแวดล้อม 32.3°C และอุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าและทางออกของเครื่องอบแห้ง 39.3°C และ 40.4°C ความเร็วของอากาศที่ทางเข้า และทางออกของเครื่องอบแห้งมีค่าประมาณ 0.4 และ 0.6 m/s ตามลำดับ และใช้ระยะเวลาในการอบแห้งประมาณ 2 ชั่วโมง ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งมีค่าเท่ากับ 53.14 % และใช้พลังงานในการอบแห้งทั้งหมด 140.5 MJ คิดเป็น 4.53 MJ/kg H_2O_{evap}

จำนวนกระดาษสาที่อบแห้งได้ 1 วัน เท่ากับ 288 แผ่น เมื่อหักต้นทุนการผลิตที่เป็นค่าแรงงาน วัตถุดิบ ค่าไฟฟ้า ตลอดกระบวนการเตรียมกระดาษสาแล้วกำไรแผ่นละ 2 บาท มูลค่าเพิ่มของกำไรที่ได้รับจากการใช้เครื่องอบแห้งมีค่าเท่ากับ 448 บาทต่อวัน หรือ 80,640 บาทต่อปี จากมูลค่าเงินลงทุนรายปี = 86,777 บาท จุดคุ้มทุนจากการใช้เครื่องอบแห้งมีค่า = 1.08 ปี หรือประมาณ 1 ปี 29 วัน

โดยปกติถ้าเป็นการตากตามธรรมชาติจะใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง ซึ่งประโยชน์ของการอบแห้งกระดาษสาโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นี้สามารถอบแห้งกระดาษสาได้เพิ่มขึ้นถึง 224 แผ่นต่อวัน เมื่อใช้พื้นที่ในการตากแห้งกระดาษสา 30 m^2 จึงเห็นว่าเครื่องอบแห้งกระดาษสาที่ใช้ในการทดลองนี้ นอกจากจะช่วยลดพื้นที่ใช้ในการตากแห้งแล้วยังสามารถลดระยะเวลา ในการตากแห้งได้อีกด้วย ทำให้ผู้ผลิตกระดาษสาสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้อย่างเห็นได้ชัด

เอกสารอ้างอิง

วัฒนพงษ์ รักวิเชียร และคณะ. (2535). *ข้อมูลการใช้พลังงานเชิงความร้อนในอุตสาหกรรมอบแห้งในเขตภาคเหนือตอนล่าง*. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์. (2538). *เทคโนโลยีการผลิตปอสาและกระดาษสา*. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

นัยนา นิยมวัน. (2536). *การประยุกต์การผลิตกระดาษสาแบบญี่ปุ่น*, เอกสารประกอบการสัมมนา "โครงการพัฒนากระดาษสา, วันที่ 15 มิถุนายน 2536, ณ ห้องผาไท โรงแรมทิพย์ช้าง, ลำปาง.

การพัฒนาระบบการลงทะเบียนผู้เข้าพักโรงแรมผ่าน PDA*

Development of the Hotel Register System Via PDA

อัมรา จริยวัฒนศักดิ์[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอแนวคิดในการนำ Personal Digital Assistant มาใช้ในการลงทะเบียนผู้เข้าพักโรงแรม เพื่อก่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการลงทะเบียนผู้เข้าพักในโรงแรม สามารถนั่งรอในพื้นที่รับรองโดยพนักงานต้อนรับเป็นผู้ไปเข้าพบเพื่อดำเนินการลงทะเบียนผ่าน Personal Digital Assistant ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบลงทะเบียน การลดความผิดพลาดของการบันทึกข้อมูลปัญหาการสูญหายของเอกสารทะเบียนผู้เข้าพัก และลดข้อผิดพลาดในการจัดทำรายงานที่ต้องส่งให้แก่สำนักงานตรวจคนเข้าเมือง ผู้วิจัยได้สำรวจความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้งานระบบลงทะเบียนผู้เข้าพักผ่าน Personal Digital Assistant พบว่าพนักงานที่เกี่ยวข้องกับงานการลงทะเบียนผู้เข้าพักมีความพึงพอใจกับระบบที่พัฒนานี้ในระดับดีถึงดีมากในทุกด้าน อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้จำกัดเฉพาะการพัฒนาระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในงานการลงทะเบียนผู้เข้าพักเท่านั้น การนำไปใช้งานจริงจำเป็นต้องพิจารณาส่วนอื่นด้วย เช่น ระบบป้องกันและรักษาความปลอดภัย ซึ่งถือเป็นงานที่ควรมีการวิจัยและพัฒนาต่อไปเพื่อให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริง

คำสำคัญ: ระบบลงทะเบียนโรงแรม

Abstract

Checking into a hotel normally requires guests to fill in registration forms. The issue causes dissatisfaction in guests due to duplicate processing and complicated system as in the keying in of the personal data by the front office receptionist from the registration form to the hotel register system. In

[1]นักศึกษาระดับมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ) มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: amara_ann@hotmail.com

*เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ) มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ปีการศึกษา 2554
อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร.ธีระศักดิ์ อนันตกุล

case of heavy check-in, guests will have to line up and wait which cause inconvenience to them. I have come up with an idea of applying Personal Digital Assistant in the registration process which could bring more convenience to the guests. While resting in the lobby area, the front desk receptionists can process the registration via Personal Digital Assistant thereby increasing the efficiency of the registration system and reducing the error in the handwriting. Personal Digital Assistant also reduces loss of documents required by the immigration which could result to increase front office efficiency. This research, however, is limited to the registration process only. To be applicable in other systems, it would need a careful consideration of the concerned system security.

Keywords: Hotel Register System

ความนำ

โรงแรมเป็นธุรกิจการให้บริการในด้านต่าง ๆ เช่น ให้บริการห้องพัก ให้บริการห้องประชุม สัมมนา และจัดเลี้ยง ให้บริการอาหาร และเครื่องดื่ม และให้บริการซักรีด เป็นต้น โดยภาพรวมแล้วการให้บริการหลักของโรงแรมยังคงเป็นการให้บริการห้องพัก ซึ่งถือเป็นแหล่งรายได้หลักของโรงแรมด้วย เนื่องจากความเป็นธุรกิจบริการ ปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้ผู้เข้าพักเกิดความพึงพอใจ คือ ความรวดเร็วและสะดวกสบาย ความประทับใจในการบริการที่รวดเร็วและสะดวกสบายนี้ควรจะเริ่มตั้งแต่ที่ผู้เข้าพัก อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาขั้นตอนการให้บริการโดยทั่วไป ผู้เข้าพักต้องติดต่อที่พนักงานต้อนรับส่วนหน้า (front office) ซึ่งอาจต้องมีการกรอกเอกสารการลงทะเบียนเพื่อให้พนักงานต้อนรับบันทึกเข้าระบบ เก็บรวมรวมข้อมูล จัดสรรห้องพัก และหรือเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ กระบวนการดังกล่าวอาจเกิดความล่าช้า สร้างความไม่สะดวกสบายให้กับผู้เข้าพัก เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ความพึงพอใจของผู้เข้าพักลดลง นอกจากนี้ในขั้นตอนการบันทึกข้อมูลยังอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ ด้วยสาเหตุต่าง ๆ เช่น พนักงานอ่านลายมือผู้เข้าพักไม่ออก หรือมีผู้เข้าพักเป็นจำนวนมากจึงทำให้พนักงานทำงานด้วยความรีบเร่ง จนขาดความละเอียดรอบคอบในการบันทึกข้อมูล เป็นต้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการลงทะเบียนผู้เข้าพักโรงแรมผ่าน Personal Digital Assistant

2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการลงทะเบียนผู้เข้าพักในด้าน และเวลาที่ใช้ในกระบวนการทำงานทั้งหมด ความถูกต้อง และตรงกัน (consistency) ของข้อมูล

3. เพื่อให้ระบบสามารถผลิตรายงานที่ต้องนำส่งสำนักงานตรวจคนเข้าเมืองได้โดยอัตโนมัติ

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย มีดังนี้

1. การออกแบบและพัฒนาระบบ

การออกแบบและพัฒนาระบบการลงทะเบียนผู้เข้าพักโรงแรมผ่าน Personal Digital Assistant ผู้วิจัยได้เริ่มศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการทำงานของผู้ที่เกี่ยวข้องในระบบงานโรงแรมในปัจจุบัน และศึกษาถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน จากนั้นจึงได้ออกแบบและพัฒนาระบบ โดยเริ่มจากการจำลองระบบงานสรุปเป็น (1) แผนภาพ (context diagram) (2) แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูล (data flow diagram) (3) แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ (ER

diagram) (4) รูปแบบแฟ้มข้อมูล (file layout) และ (5) การออกแบบหน้าจอภาพจากนั้นจึงพัฒนาซอฟแวร์ตามที่ได้ออกแบบและดำเนินการทดสอบ โดยทดสอบการเชื่อมต่อฟังชั่นการทำงานตามที่ได้ออกแบบและเปรียบเทียบสมรรถนะระบบที่พัฒนาขึ้นกับวิธีดำเนินงานในปัจจุบันดังมีรายละเอียดในแต่ส่วนดังนี้

2. การทดสอบ

2.1 การทดสอบการทำงานระบบ

- การทดสอบการเชื่อมต่อของระบบที่ใช้ประกอบด้วย Server ซึ่งกำหนดให้มี IP address 192.168.1.10 และ Personal Digital Assistant 4 ตัวที่มี IP address 192.168.1.11-14 ผลการทดสอบ Personal Digital Assistant สามารถเชื่อมต่อเข้ากับ server

- การทดสอบฟังชั่นการบันทึก การเพิ่ม การลบ และการแก้ไขข้อมูล โดยสมมุติให้จำนวนห้องพักตอนเริ่มต้นในระบบมีจำนวน 2 ห้อง คือ ห้อง 401 และ 402 การเพิ่มจำนวนห้องพักอาจเกิดขึ้นจากกรณีที่มีการจัดห้องพักใหม่ เช่น การแบ่งห้องพักขนาดใหญ่ให้เป็นห้องขนาดเล็ก 2 ห้อง ผู้ใช้งานระบบสามารถทำการเพิ่มเข้าระบบได้

- การทดสอบการสืบค้นข้อมูลระบบสามารถสืบค้นข้อมูลจาก field ข้อมูลดังต่อไปนี้ รหัสผู้ใช้งาน, ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ, ชื่อ สกุลผู้เข้าพัก, รายละเอียดห้องพัก ตัวอย่างผลการสืบค้น

- การทดสอบการแสดงผลในรูปบัตรลงทะเบียนผู้เข้าพัก

2.2 การทดสอบสมรรถนะระบบ

- ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานในการเปรียบเทียบความเร็วผู้วิจัยได้บันทึกเวลาการลงทะเบียนตามขั้นตอนที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน เปรียบเทียบกับการลงทะเบียนผู้เข้าพักผ่าน Personal Digital Assistant ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการลงทะเบียนผู้เข้าพักผ่าน Personal Digital Assistant ระยะเวลาที่ดำเนินการลงทะเบียนผู้เข้าพักผ่าน Personal Digital Assistant น้อยกว่าการลงทะเบียนในระบบปัจจุบัน

- การตรวจสอบสถิติการสูญหายของข้อมูลจากสถิติการลงทะเบียนผู้เข้าพักด้วยระบบเดิมพบว่ามีอัตราการสูญหายของบัตรลงทะเบียนผู้เข้าพักที่ 10% ต่อเดือน ทำให้จำนวนข้อมูลที่เข้าพักระบบไม่ตรงกับจำนวนบัตรลงทะเบียนที่มีอยู่ ขณะที่การลงทะเบียนผู้เข้าพักผ่านระบบ Personal Digital Assistant เป็นการบันทึกข้อมูลในระบบโดยตรงจึงไม่มีการสูญหายของบัตรลงทะเบียนผู้เข้าพัก

ผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า

1. การทดสอบการทำงานของระบบ

- การทดสอบการเชื่อมต่อของระบบที่ใช้ประกอบด้วย Server ซึ่งกำหนดให้มี IP address 192.168.1.10 และ Personal Digital Assistant 4 ตัวที่มี IP address 192.168.1.11-14 ผลการทดสอบ Personal Digital Assistant สามารถเชื่อมต่อเข้ากับ server สามารถทำงานได้

- การทดสอบฟังชั่นการบันทึก การเพิ่ม การลบ และการแก้ไขข้อมูล โดยสมมุติให้จำนวนห้องพักตอนเริ่มต้นในระบบมีจำนวน 2 ห้อง คือ ห้อง 401 และ 402 การเพิ่มจำนวนห้องพักอาจเกิดขึ้นจากกรณีที่มีการจัดห้องพักใหม่ เช่น การแบ่งห้องพักขนาดใหญ่ให้เป็นห้องขนาดเล็ก 2 ห้อง ผู้ใช้งานระบบสามารถทำการเพิ่มเข้าระบบได้ สามารถทำงานได้ดี

- การทดสอบการสืบค้นข้อมูลระบบสามารถสืบค้นข้อมูลจาก field ข้อมูลดังต่อไปนี้ รหัสผู้ใช้งาน, ตำแหน่งผู้ใช้งานระบบ, ชื่อ สกุลผู้เข้าพัก, รายละเอียดห้องพัก ตัวอย่างผลการสืบค้น สามารถทำงานได้

- การทดสอบการแสดงผลในรูปบัตรลงทะเบียนผู้เข้าพัก สามารถทำงานได้ดี

2. การทดสอบสมรรถนะระบบ

- ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานในการเปรียบเทียบความเร็วผู้วิจัยได้บันทึกเวลาการลงทะเบียนตามขั้นตอนที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน เปรียบเทียบกับ

การลงทะเบียนผู้เข้าพักผ่าน Personal Digital Assistant ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการลงทะเบียนผู้เข้าพักผ่าน Personal Digital Assistant ระยะเวลาที่ดำเนินการลงทะเบียนผู้เข้าพักผ่าน Personal Digital Assistant น้อยกว่าการลงทะเบียนในระบบปัจจุบัน

- การตรวจสอบสถิติการสูญหายของข้อมูลจากสถิติการลงทะเบียนผู้เข้าพักด้วยระบบเดิมพบว่ามีอัตราการสูญหายของบัตรลงทะเบียนผู้เข้าพักที่ 10% ต่อเดือน ทำให้จำนวนข้อมูลที่เข้าพักระบบไม่ตรงกับจำนวนบัตรลงทะเบียนที่มีอยู่ ขณะที่การลงทะเบียนผู้เข้าพักผ่านระบบ Personal Digital Assistant ธนพล ฉันจรัสวิชัย (2552) เป็นการบันทึกข้อมูลในระบบโดยตรง จึงไม่มีการสูญหายของบัตรลงทะเบียนผู้เข้าพัก

3. ผลสำรวจความพึงพอใจการสำรวจความพึงพอใจ โดยผลวิจัยที่ได้ คือ (1) ความคิดเห็นที่มีต่อระบบการลงทะเบียนผ่าน Personal Digital Assistant และ (2) ความพึงพอใจภายหลังจากการใช้งาน โดยผลสำรวจสรุปได้ดังนี้

3.1 ความคิดเห็นต่อการใช้งานระบบการลงทะเบียนผู้เข้าพักผ่าน Personal Digital Assistant ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 20 คน โดยผลที่ได้เราแยกออกเป็น 3 ประเภทคือ

3.1.1 ท่านได้รับประโยชน์อะไรจากการใช้ Personal Digital Assistant ค่าเฉลี่ยโดยสรุปลูกค้าได้รับความพึงพอใจ สะดวกและรวดเร็วในการลงทะเบียนผู้เข้าพัก

3.1.2 ท่านนำความรู้ที่ได้จากการใช้ Personal Digital Assistant ในการลงทะเบียนผู้เข้าพักในด้านใด ผลที่ได้จากการสำรวจ คือ ประยุกต์เป็นองค์กรความรู้ใหม่ และเผยแพร่ต่อบริษัทอื่น ๆ

3.1.3 ท่านต้องการรับบริการด้านใดเพิ่มเติมจากการใช้ Personal Digital Assistant ในการลงทะเบียนผู้เข้าพัก ผลที่ได้จากการสำรวจ คือ ด้านคอมพิวเตอร์/อินเตอร์เน็ต และด้านการบัญชีและการเงิน

การอภิปรายผล

นอกจากนี้ผู้ตอบแบบสอบถามยังได้ให้ข้อเสนอแนะ และแนวทางปรับปรุงระบบ โดยการทดลองใช้กับผู้เข้าพักแล้ว ยังทดลองระบบกับกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมา จึงสามารถสรุปเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. เพิ่มเติมแขกที่เป็น returning guest

2. เพิ่มการ Check-In, Check-Out

3. อยากให้เพิ่มเติมกระบวนการ Check-in แขกเข้าระบบจะได้รวดเร็วมากขึ้น

4. อยากให้เพิ่ม Check-in, Check-out ใน Personal Digital Assistant

5. เพิ่มในส่วนการรับจองห้องพัก

ปัญหาและอุปสรรคที่พบในระบบการลงทะเบียนโรงแรมผ่าน (PDA)

1. อุปกรณ์ PDA สามารถทำงานได้ต่อเนื่องเพียง 6 ชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่า ช่วงเวลาการทำงานของพนักงานต้อนรับที่มีหน้าที่ลงทะเบียนผู้เข้าพักในแต่ละกะ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเครื่องสำรองเพื่อให้สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง

2. พื้นที่ครอบคลุมสัญญาณมีจำกัด ไม่สามารถทดสอบการลงทะเบียนผู้เข้าพักในพื้นที่ใด ๆ มีความสะดวกสบายต่อผู้เข้าพัก ตามแนวคิดที่กำหนดไว้แต่แรกได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาเรื่องการวางแผนและจัดสรรความถี่ใช้งานในโรงแรมเนื่องจากอุปกรณ์พกพาขนาดเล็ก เชื่อมต่อกับ server ผ่านทาง wi-fi ซึ่งความถี่สาธารณะ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนและจัดสรรให้เหมาะสม

2. ควรพัฒนาระบบป้องกันและรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

3. เพิ่มเติมการทำงานในระบบอื่น ๆ เช่น ระบบห้องอาหาร ระบบแม่บ้าน เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ธนพล ฉันจรัสวิชัย. (2552). *Quick Start VB.NET 2008, เรียนรู้การใช้ภาษา Visual Basic 2008 ในการออกแบบและเขียนโปรแกรม*. กรุงเทพฯ: เสริมวิทย์ อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี.

นลินรัตน์ ศรีราจันทร์. (2549). *การพัฒนาระบบการลงทะเบียนกลางด้วยเว็บเซอรวิส: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ*. สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

การเตรียมเม็ดเชื้อเพลิงจำลองแบบก้าวหน้า สำหรับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำมวลเบา ที่ประกอบด้วยผงโลหะซีเรียมและเซอร์โคเนียมไฮไดรด์

Fabrication of Advanced Surrogate Light Water Reactor Fuel Pellets Composed of Metallic Cerium Powder and Zirconium Hydride

สุภา ศิรินาม[1] และ ผศ.ดร.ดุลยพงศ์ วงศ์แสวง[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาด้านเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ในประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตเม็ดเชื้อเพลิงจำลองแบบใหม่สำหรับใช้ในเครื่องปฏิกรณ์แบบน้ำมวลเบา โดยประกอบด้วยผงโลหะซีเรียมและเซอร์โคเนียมไฮไดรด์ โดยทำการผลิตและวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนไฮโดรเจนต่อเซอร์โคเนียม (H/Zr ratio) โดยวิธีที่ใช้ 2 วิธีคือการคำนวณจากค่าที่บันทึกได้จากเครื่อง TGA และการวัดรังสีเบตาแบบกระเจิงกลับ ผลที่ได้คือเม็ดเชื้อเพลิงที่ทำการแพร่ไฮโดรเจนให้ค่า H/Zr ratio ไปในทิศทางเดียวกัน และค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยรังสีเบตาแบบกระเจิงกลับให้ค่า H/Zr ratio สูงกว่าค่าที่บันทึกได้จากเครื่อง TGA เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยรังสีเบตาแบบกระเจิงกลับเป็นค่าเฉลี่ยที่ผิว ส่วนค่าที่ได้จากเครื่อง TGA เป็นค่าเฉลี่ยทั้งเม็ดเชื้อเพลิงจำลอง

คำสำคัญ: เม็ดเชื้อเพลิงจำลอง, อัตราส่วนไฮโดรเจนต่อเซอร์โคเนียม, การทดสอบด้วยรังสีเบตาแบบกระเจิงกลับ

Abstract

This paper presents a nuclear fuel development research in Thailand. The objective of this study was to fabricate advanced surrogate fuel pellets for light water reactors. The pellets consisted of cerium powder and zirconium hydride. The hydrogen-to-zirconium ratio (H/Zr ratio) was determined using two methods. TGA data calculation and reflective beta backscatter. Results indicated that pellets which underwent the hydrogen diffusion process exhibited the H/Zr ratio in the same direction. Moreover, the ratio from reflective beta backscatter determination was higher than that from TGA calculation. This was

[1]ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ.พญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กทม.10330
E-mail: siri.supha@gmail.com
[2]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
E-mail: Doonyapong.W@chula.ac.th

because results from reflective beta backscatter represented the surface average, while the value from TGA calculation represented the average of the whole pellet.

Keywoed: surrogate fuel pellets, hydrogen-to-zirconium ratio, reflective beta back scatter

ความนำ

เชื้อเพลิงจัดเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างพลังงานจากปฏิกิริยานิวเคลียร์โดยเชื้อเพลิงที่เป็นที่รู้จักที่ใช้ในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเชิงพาณิชย์นั้น จะอยู่ในรูปของยูเรเนียมออกไซด์ (UO_2) ส่วนเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยแบบ TRIGA จะอยู่ในรูปของยูเรเนียมเซอร์โคเนียมไฮไดรด์ (UZrH) เนื่องจากเชื้อเพลิงของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแต่ละชนิดนั้นมีองค์ประกอบที่ต่างกัน ทำให้มีข้อดีข้อเสียต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาในส่วนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู วิจัยแล้วพบว่ามีข้อดีหลายอย่างคือ โมเลกุลของไฮโดรเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของตัวลดทอนพลังงานนิวตรอน (neutron moderator) จะแทรกอยู่ในโครงสร้างผลึกของเซอร์โคเนียมที่อยู่ในเนื้อเชื้อเพลิง ส่งผลให้ปริมาณของตัวลดทอนพลังงานนิวตรอนที่จะใช้ในถังปฏิกรณ์มีน้อยลง จึงทำให้ขนาดของเครื่องปฏิกรณ์เล็กลงด้วย ซึ่งแตกต่างจากเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องปฏิกรณ์เชิงพาณิชย์ทั่วไปที่ตัวลดทอนพลังงานนิวตรอนอยู่ด้านนอกเชื้อเพลิง และที่สำคัญเชื้อเพลิงแบบนี้จะมีสัมประสิทธิ์การเกิดฟิชชันลดลงเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น คือเป็นเชื้อเพลิงแบบ negative temperature coefficient of reactivity ทำให้เชื้อเพลิงแบบนี้มีความปลอดภัย แต่เนื่องจากความไม่สะดวกหลายประการในการขออนุญาตใช้ยูเรเนียมในงานวิจัย จึงได้ใช้ซีเรียมแทนยูเรเนียม และได้มีการใช้ซีเรียมอย่างแพร่หลายในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับยูเรเนียม

ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจที่จะเตรียมเม็ดเชื้อเพลิงแบบก้าวหน้าสำหรับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำมวลเบา เพื่อใช้ศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของเม็ดเชื้อเพลิง และเพื่อการพัฒนาด้านเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเตรียมเม็ดเชื้อเพลิงจำลองแบบก้าวหน้าสำหรับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำมวลเบาที่ประกอบด้วยผงโลหะซีเรียมและเซอร์โคเนียมไฮไดรด์ โดยใช้วิธีการสังเคราะห์ TGA ที่อุณหภูมิสูงและหาอัตราส่วนไฮโดรเจนต่อเซอร์โคเนียมที่เตรียมได้

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. การขึ้นรูปเม็ดเชื้อเพลิงจำลอง

นำผงโลหะซีเรียมและเซอร์โคเนียมผสมเข้าด้วยกัน โดยมีตัวผสานคือแอลกอฮอล์แข็ง นำส่วนผสมทั้งสามคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยมีอัตราส่วนของซีเรียมต่อเซอร์โคเนียมเป็น 0.03:1 โดยโมล ซึ่งเชื้อเพลิงหนึ่งเม็ดประกอบด้วยผงโลหะเซอร์โคเนียม 5 กรัม และผงโลหะซีเรียม 0.23 กรัม และอัดที่ความดันประมาณ 3,200 -3,400 psi และนำเม็ดเชื้อเพลิงจำลองที่อัดได้ไปทำการสตุ (Sintering) เพื่อเพิ่มความหนาแน่นและทำให้ผงโลหะทั้งสองหลอมรวมเป็นเนื้อเดียวกันที่อุณหภูมิ 1,200 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงในบรรยากาศก๊าซอาร์กอน

2. การทำเชื้อเพลิงไฮไดรด์จำลอง (กระบวนการแพร่ไฮโดรเจน)

นำเม็ดเชื้อเพลิงจำลองที่ทำการสตุเรียบร้อยแล้วไปทำกระบวนการแพร่ไฮโดรเจนโดยใช้เครื่อง Thermo Gravimetric Analyzer หรือ TGA โดยมีขั้นตอนดังนี้

แขวนเม็ดเชื้อเพลิงจำลองที่ปลายอีกด้านหนึ่งของเครื่อง TGA ที่อยู่ภายในช่อง (chamber) ปิดช่องให้สนิทและดูดอากาศออกให้อยู่ในสภาวะสุญญากาศที่ความดันประมาณ 10^{-2} *torr* พร้อมกับใส่เตาเผา (furnace) ครอบ chamber โดยให้ช่องอยู่ตรงกลางของเครื่องเผา เปิดก๊าซอาร์กอนเข้าภายในช่องเพื่อขจัดก๊าซออกซิเจน

ที่ยังหลงเหลืออยู่ออกจาก chamber และเปิดให้เตาเผาเริ่มทำงาน โดยตั้งอุณหภูมิที่ 750 °C และเมื่อได้อุณหภูมิตามต้องการแล้วเปิดก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปใน chamber และปรับค่าการไหลของก๊าซอาร์กอนต่อก๊าซไฮโดรเจนเป็น 20:40 โดยก๊าซที่ปล่อยเข้าไปใน chamber ผ่านตัวกรองออกซิเจนและไอน้ำ (Oxy clear filter) เริ่มบันทึกค่าตั้งแต่เริ่มปล่อยไฮโดรเจนเข้าไปใน chamber เมื่อค่าที่บันทึกได้โดยเครื่อง TGA เริ่มคงที่ ให้ทำการลดอุณหภูมิทุก ๆ 25 °C ค่าที่บันทึกได้จะเริ่มเพิ่มขึ้นและจะมีค่าคงที่อีกครั้ง ให้ทำซ้ำจนลดอุณหภูมิลงมาถึงประมาณ 500 °C ก็ทำการปิดเครื่องเผา ปิดการส่งก๊าซเข้า chamber ปิดการบันทึกค่า และรีบนำเตาเผาออกอย่างรวดเร็ว ซึ่งทำการเปรียบเทียบ 2 เม็ด โดยมีค่าอัตราส่วนไฮโดรเจนต่อเซอร์โคเนียมที่ต่างกัน

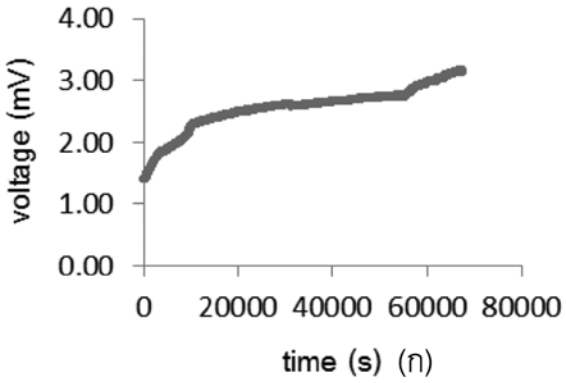
3. การวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนไฮโดรเจนต่อเซอร์โคเนียม (H/Zr ratio)

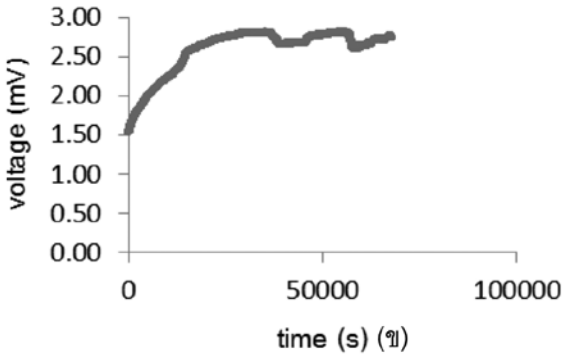
การวิเคราะห์หาค่า H/Zr ratio จะวิเคราะห์จาก 2 ส่วน คือจากการคำนวณค่าที่บันทึกได้จากเครื่อง TGA และจากค่านับวัดของรังสีเบตาแบบกระเจิงกลับที่ได้จากการทดลอง

ผลการวิจัย

1. ผลการแพร่ไฮโดรเจนที่ได้จากเครื่อง TGA

ผลการทดลองที่ได้เป็นการบันทึกค่าความต่างศักย์ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา โดยเป็นการบันทึกจากตัวรับสัญญาณที่เชื่อมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีการเก็บข้อมูลเป็นคู่อันดับ แล้วนำมาแปลผลเป็นกราฟ ซึ่งแสดงดังภาพที่ 1





ภาพที่ 1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความต่างศักย์เทียบกับเวลาของการทำการแพร่ไฮโดรเจนของเม็ดเชื้อเพลิงจำลอง CeZrH (ก) เม็ดที่ 1 (ข) เม็ดที่ 2

ลักษณะของกราฟดังแสดงในภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าอัตราการแพร่เข้าของไฮโดเจนจะค่อนข้างคงที่ในช่วงเวลาประมาณหนึ่งในสี่ของการเก็บข้อมูล แต่หลังจากนั้นอัตราจะไม่ค่อยคงที่ และมีบางช่วงที่กราฟลดต่ำลง ซึ่งหมายถึงมีการแพร่ออกของไฮโดรเจน

2. การวิเคราะห์หาค่า H/Zr ratio

การคำนวณค่า H/Zr ratio จะทำการคำนวณ 2 วิธี คือ การคำนวณจากข้อมูลที่ได้จากเครื่อง TGA และการคำนวณจากการทดสอบด้วยรังสีเบตาแบบกระเจิงกลับ

2.1 การคำนวณหาค่าอัตราส่วนไฮโดรเจนต่อเซอร์โคเนียมจากผลที่ได้จากเครื่อง TGA

ในการทำการแพร่ไฮโดรเจน เนื่องจากไฮโดรเจนจะเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างอะตอมของเซอร์โคเนียม แต่เม็ดเชื้อเพลิงจำลองไม่ได้มีเฉพาะเซอร์โคเนียมเพียงตัวเดียว ดังนั้นน้ำหนักที่ชั่งได้จึงไม่ใช่น้ำหนักที่จะใช้คิดหา H/Zr ratio ซึ่งน้ำหนักที่จะใช้ในการคำนวณต้องเป็นน้ำหนักเฉพาะเซอร์โคเนียมเท่านั้น ดังนั้นต้องนำน้ำหนักที่เป็นของซีเรียมออก ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$weight = mol_{Zr} \times A_{Zr} + 0.03 \times mol_{Zr} \times A_{Ce}$$

โดยที่ในหนึ่งเม็ดเชื้อเพลิงจำลองมีปริมาณซีเรียมต่อเซอร์โคเนียมเป็น 0.03:1 โดยโมล นั่นคือสามารถหาปริมาณน้ำหนักของเซอร์โคเนียมที่ใช้ในการคำนวณได้ดังนี้

$$W_{Zr} = \left(\frac{A_{Zr} + 0.03 \times A_{Ce}}{weight} \right) \times A_{Zr}$$

การหาอัตราส่วนไฮโดรเจนต่อเซอร์โคเนียมสามารถหาได้จาก

$$W_{Zrf} = \left(\frac{W_i}{A_{Zr}} \right) \times R \times A_H + W_i$$

$$mV_f = (W_{Zrf} - W_{Zri}) \times 1000 \times 0.1 + mV_i$$

$$R = \frac{(mV_f - mV)_i \times A_{Zr}}{W_{Zri} \times A_H \times 100}$$

ตารางที่ 1

ค่าน้ำหนักของเม็ดเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทำการแพร่ไฮโดรเจน และค่าอัตราส่วนไฮโดรเจนที่ได้จากการคำนวณ

	weight (กรัม)	mV_i (มิลลิโวลท์)	mV_f (มิลลิโวลท์)	W_{Zri} (กรัม)	R
CeZrH (เม็ดที่ 1)	4.55	1.41	3.15	4.38	0.4
CeZrH (เม็ดที่ 2)	4.51	1.53	2.75	4.29	0.3

2.2 การคำนวณหาค่าอัตราส่วนไฮโดรเจนต่อเซอร์โคเนียมจากการทดสอบด้วยรังสีเบตาแบบกระเจิงกลับ

การวิเคราะห์ค่า H/Zr ratio โดยการวัดรังสีเบตาแบบกระเจิงกลับ เป็นการใช้หลักการของการหาค่าเลขอะตอมเฉลี่ยที่เปลี่ยนไป คือเดิมเม็ดเชื้อเพลิงจำลองจะมีส่วนประกอบแค่ 2 ส่วนคือเซอร์โคเนียมและซีเรียม ซึ่งจะมีค่าเลขอะตอมเฉลี่ยค่าหนึ่ง แต่เมื่อทำการแพร่ไฮโดรเจน ทำให้มีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบเพิ่มเข้ามาทำให้เม็ดเชื้อเพลิงมีค่าเลขอะตอมที่เปลี่ยนไป โดยสามารถวิเคราะห์ได้ว่าค่าเลขอะตอมเฉลี่ยที่เปลี่ยนไปจากเดิมนั้น เป็นผลเนื่องจากมีไฮโดรเจนที่แพร่เข้าไปในเม็ดเชื้อเพลิงจำลองเป็นปริมาณเท่าใด และสามารถคำนวณหาค่า H/Zr ratio ได้ โดยค่าเลขอะตอมเฉลี่ยสามารถหาได้จาก

$$Z_{eff} = \frac{\sum i \left(\frac{WZ^2}{A} \right) i}{\sum i \left(\frac{WZ}{A} \right) i}$$

การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลองด้วยวิธีวัดรังสีเบตาแบบกระเจิงกลับ จำเป็นต้องคำนึงถึงค่า Beta backscatter saturation factor หรือค่า G คือ ค่าที่เปรียบเทียบความเข้มของรังสีเบตาที่กระเจิง (scatter) จากตัวอย่างที่มีค่าเลขอะตอมต่างกัน โดยค่า G ที่ได้จะสามารถนำมาหาเลขอะตอมเฉลี่ยได้ ซึ่งค่า G ค่าเลขอะตอมเฉลี่ย และค่านับวัดมีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$G = 1 - e^{-Zeff/40}$$

$$\frac{G_I}{count_I} = \frac{G_{II}}{count_{II}}$$

ค่า G ที่ได้จากตัวที่เป็นตัวมาตรฐาน (standard sample) จะเป็นตัวที่ใช้หาค่า G ของตัวที่ไม่ทราบค่า โดยการเปรียบเทียบเป็นอัตราส่วนระหว่างค่า G และค่านับวัดที่ได้จากการทดลองของตัวมาตรฐานกับอัตราส่วนค่า G และค่านับวัดที่ได้จากการทดลองของตัวที่ไม่ทราบค่า โดยค่านับวัดจะมีผลแปรตามค่า G และสามารถนำค่า G มาคำนวณเพื่อหาค่าเลขอะตอมเฉลี่ย (Z_{eff}) และหาปริมาณของไฮโดรเจนที่แพร่อยู่ภายในได้ ซึ่งจะสามารถคำนวณหา H/Zr ratio ได้เมื่อพิจารณาในการหาค่าเลขอะตอมเฉลี่ยดังสมการ

$$Z_{eff} = \frac{\sum i \left(\frac{WZ^2}{A} \right) i}{\sum i \left(\frac{WZ}{A} \right) i} = \frac{\sum i \left(\frac{mol \times A \times Z^2}{A} \right) i}{\sum i \left(\frac{mol \times A \times Z}{A} \right) i} = \frac{\sum i \, (mol \times Z^2) i}{\sum i \, (mol \times Z) i}$$

เมื่อพิจารณาในส่วนขององค์ประกอบแต่ละส่วน และเพื่อให้สามารถแก้สมการได้จะกำหนดตัวแปรคือ จำนวนโมลที่ใช้ของเซอร์โคเนียมเป็น mol_{Zr} จำนวนโมลที่ใช้ของซีเรียมเป็น $0.03*mol_{Zr}$ และจำนวนโมลของไฮโดรเจนที่ได้จากการทำการแพร่ไฮโดรเจนเป็น $n*mol_{Zr}$ โดยที่ค่า n คือจำนวนเท่าของ mol_{Zr} ซึ่งก็คือค่า H/Zr ratio ดังนั้นจะได้ความสัมพันธ์ดังสมการ

$$Z_{eff} = \frac{(mol_{Zr} \times Z_{Zr}^2) + (0.03 \times mol_{Zr} \times Z_{Ce}^2) + (n \times mol_{Zr} \times Z_H^2)}{(mol_{Zr} \times Z_{Zr}) + (0.03 \times mol_{Zr} \times Z_{Ce}) + (n \times mol_{Zr} \times Z_H)}$$

$$n = \frac{\left(Z_{Zr}^2+(0.03Z_{Ce}^2)\right)-\left(Z_{Zr}+(0.03Z_{Ce})\right)Z_{eff}}{Z_H Z_{eff}-Z_H^2}$$

ดังนั้นสามารถสรุปค่าต่าง ๆ ที่คำนวณได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2

ค่า G ค่าเลขอะตอมเฉลี่ย และอัตราส่วนของไฮโดรเจนต่อเซอร์โคเนียมที่คำนวณได้

	ค่านับวัดเฉลี่ย	weight (กรัม)	G	Z_{eff}	n
CeZr	34076±185	4.72	0.639	40.75	-
CeZrH (เม็ดที่ 1)	33276±182	4.26	0.624	39.13	1.8
CeZrH (เม็ดที่ 2)	33491±183	4.11	0.628	39.55	1.3

การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากค่าอัตราส่วนไฮโดรเจนต่อเซอร์โคเนียมที่คำนวณได้ทั้ง 2 วิธีคือวิเคราะห์จากข้อมูลที่บันทึกโดยเครื่อง TGA และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบด้วยรังสีเบตาแบบกระเจิงกลับ ผลที่ได้คือ เม็ดเชื้อเพลิงจำลองเม็ดที่ 1 มีค่าเป็น 0.4 ($Ce_{0.03}ZrH_{0.4}$) และ 1.8 ($Ce_{0.03}ZrH_{1.8}$) ตามลำดับ และเม็ดเชื้อเพลิงจำลองเม็ดที่ 2 มีค่าเป็น 0.3 ($Ce_{0.03}ZrH_{0.3}$) และ 1.3 ($Ce_{0.03}ZrH_{1.3}$) ตามลำดับ จากผลที่ได้จากการทดลองสามารถสรุปได้ 2 ประเด็นคือ แนวโน้มของปริมาณไฮโดรเจนที่แทรกอยู่ภายในเม็ดเชื้อเพลิงจำลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือเม็ดเชื้อเพลิงจำลองเม็ดที่ 1 มีปริมาณไฮโดรเจนมากกว่าเม็ดที่ 2 และค่าที่ได้จากทั้ง 2 วิธีมีค่าแตกต่างกันซึ่งจะอภิปรายได้คือ เนื่องจากไฮโดรเจนจะแพร่เข้าจากผิวด้านนอกเข้าสู่ด้านใน ส่งผลให้มีปริมาณไฮโดรเจนตรงบริเวณที่ใกล้ผิวนอกมากกว่าตรงบริเวณที่อยู่ตรงกลางของเม็ดเชื้อเพลิง ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นส่วนที่ไฮโดรเจนมีโอกาสที่จะแพร่เข้าได้น้อยกว่าตรงบริเวณใกล้ผิว และจากการคำนวณจากข้อมูลที่บันทึกได้จากเครื่อง TGA นั้น เป็นการบันทึกค่าทอร์คที่เปลี่ยนไป ซึ่งแปรผันตามน้ำหนักของตัวอย่างที่ห้อย โดยน้ำหนักที่วัดได้เป็นน้ำหนักรวมของตัวอย่าง ทำให้เมื่อนำมาคำนวณจะได้ค่า H/Zr ratio โดยเฉลี่ยของทั้งเม็ดเชื้อเพลิงจำลอง แต่เมื่อพิจารณาข้อมูลที่ได้จากเทคนิคการวัดรังสีเบตาแบบกระเจิงกลับซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่ให้ความแม่นยำสูง โดยหลักการทดสอบจะให้รังสีเบตาตกกระทบที่ผิวของเม็ดเชื้อเพลิงจำลอง แล้ววัดรังสีเบตากระเจิงกลับเข้าหัววัด ดังนั้นรังสีที่กระเจิงกลับมาตกกระทบหัววัดเป็นรังสีที่เข้าไปไม่เกินระยะทางครึ่งหนึ่งของระยะทางอิ่มตัวของพลังงานของรังสีเบตาที่ได้จากแหล่งกำเนิด Sr^{90}-Y^{90}คือ 1.4 มิลลิเมตร ดังนั้นโอกาสที่รังสีจะตกกระทบแล้วกระเจิงจากเม็ดเชื้อเพลิงจำลองตรงบริเวณใกล้ผิว ซึ่งมีปริมาณไฮโดรเจนมากก็จะสูงกว่าจะตกกระทบแล้วกระเจิงจากบริเวณที่อยู่ลึกเข้าไปจากผิว ดังนั้นค่าที่คำนวณได้จึงเป็นค่า H/Zr ratio ตรงบริเวณที่ลึกเข้าไปไม่เกินครึ่งหนึ่งของระยะอิ่มตัว ดังนั้นค่า H/Zr ratio ที่ได้จากการทดสอบด้วยรังสีเบตาแบบกระเจิงกลับจึงมากกว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้จากเครื่อง TGA

เอกสารอ้างอิง

Olander, D. et al. (2009). Uranium-zirconium hydried fuel properties. *Nuclear Engineering and Design 239*, 1408-1424.

Donald, R, Olander and Marowen, Ng. (2005). Hydride fuel behavior in LWRs. *Journal of Nuclear Materials 346*, 98-108.

Kakiuchi, K. et al. (2001). Thermal properties of hydride fuel 45% U-ZrH1.6. *Journal of Nuclear Materials 294*, 28-31.

Tsuchiya, B. et al. (2001). Thermophysical properties of zirconium hydride and uranium-zirconium hydride. *Journal of Nuclear Materials 289*, 329-333.

นวลฉวี รุ่งธนเกียรติ. 2545. *วิทยาศาสตร์นิวเคลียร์*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.

แนะนำหนังสือ

Book Reviews

ชีวิตใหม่

ผู้เขียน : วิกรม กรมดิษฐ์

เรียบเรียง : ประภัสสร เสวิกุล

สำนักพิมพ์ : บริษัท พริ้นท์ ซิตี้ จำกัด

282 หน้า

ราคา 100 บาท

กิตติเชษฐ์ นนทะสุด[1]

"จากพ่อค้าถั่วคั่ว สู่มหาเศรษฐี" คุณวิกรม กรมดิษฐ์ เป็นผู้บุกเบิกธุรกิจด้านการพัฒนานิคมอุตสาหกรรม 3 แห่ง ในประเทศไทย และอีก 2 แห่ง ในประเทศเวียดนาม ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง CEO บริษัท อมตะ คอร์ปอเรชัน จำกัด (มหาชน) และประธานมูลนิธิอมตะ ซึ่งสนใจเขียนหนังสือเพื่อถ่ายทอดประสบการณ์ชีวิตให้ประโยชน์แก่อนุชนรุ่นหลัง คุณวิกรม กรมดิษฐ์ ได้รับการจัดอันดับจากนิตยสารฟอร์บส์ ให้ติดอันดับ 40 มหาเศรษฐีในเมืองไทย แต่เขายังคงใช้ชีวิตอย่างเรียบง่ายในต่างจังหวัด

"ชีวิตใหม่" เป็นหนังสืออีกเล่มหนึ่งที่ คุณวิกรม กรมดิษฐ์ เขียนขึ้นจากประสบการณ์ชีวิตในการเดินทาง

[1]อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: sarawut@eau.ac.th

ท่องเที่ยวด้วยรถบ้าน (motor home) เพื่อแนะนำการท่องเที่ยวที่ต่างจากคู่มือการท่องเที่ยวทั่วไป นอกจากการบอกเล่าประสบการณ์การท่องเที่ยวที่ได้ลัดเลาะผ่านไปบนถนนหนทางในต่างประเทศแล้ว ความรู้และข้อแนะแนวเกี่ยวกับประเด็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนที่กำลังจะเกิดขึ้นในภูมิภาคนี้ในอนาคตอันใกล้ได้ถูกบรรจุอยู่ในเนื้อหาของหนังสือเล่มนี้ด้วย โดยเนื้อหาในหนังสือเล่มนี้แบ่งออกเป็น 23 บท จากประสบการณ์ใน 3 ประเทศ ได้แก่ ลาว เวียดนาม และจีน ซึ่งทั้ง 23 บทนี้สามารถแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนแรก (บทที่ 1-3) เป็นการเตรียมความพร้อมก่อนออกเดินทาง เช่น ข้าวของเครื่องใช้ในการดำรงชีพระหว่างการเดินทาง บุคคลากรผู้ร่วมเดินทาง และที่สำคัญคือ พาหนะในการเดินทาง นั่นคือ รถบ้าน ที่นำรถบรรทุกฮีโน่มาดัดแปลง ซึ่งจะต้องมีการทดสอบเพื่อให้มีความสมบูรณ์ที่สุด พร้อมที่จะเดินทางไปและกลับโดยสวัสดิภาพ จุดเริ่มต้นของการเดินทางในครั้งนี้ คุณวิกรม กล่าวว่า ***"ผมตั้งใจจะเริ่มต้นจากประเทศในลุ่มน้ำโขงก่อน เพราะเป็นประเทศเพื่อนบ้าน เราน่าจะต้องรู้จักประเทศเพื่อนบ้านของเราให้มากกว่าที่เป็นอยู่ บ่อยครั้งที่เรารู้สึกว่าเรารู้จักพวกเขาดี แต่แท้จริงแล้ว เมื่อมีบางสิ่งบางอย่างเกิดขึ้น ทำให้เราตระหนักว่าที่ว่ารู้จักกันแล้วนั้นในบางกรณีเรายังไม่รู้จักกันดีพอ"***

ส่วนที่สอง (บทที่ 4-7) กล่าวถึงการไปเยือน สปป.ลาว โดยข้ามสะพานมิตรภาพไทย-ลาว ที่ จ.หนองคาย จากการเดินทางในสปป.ลาว คุณวิกรมได้สัมผัสกับสังคม วิถีชีวิตของคนลาว และมีโอกาสได้พบปะพูดคุยแลกเปลี่ยนมุมมองกับบุคคลสำคัญในลาวหลายคน เช่น อาจารย์ดารา กันละยา เจ้าของนามปากกา "ดวงจำปา" นักเขียนรางวัลซีไรต์ลาว ประจำปี 2553 อาจารย์ดาราได้ให้มุมมองของทั้งสองชนชาติว่า ***"ยากที่จะแยกออกจากกัน ทั้งทางด้านภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ ศิลปวัฒนธรรม วิถีความเป็นอยู่ คนลาวให้ความสำคัญกับคนไทยและประเทศไทยเสมอมา แม้ว่าบางครั้งจะเกิดเรื่องความเข้าใจผิดกันอยู่บ้าง จนคนลาวรู้สึกน้อยใจหรือได้รับการปฏิบัติที่ไม่ดีจากคนไทย แต่ก็คิดว่ามีคนไทยอีกจำนวนมากที่เข้าใจและปฏิบัติดีต่อคนลาว เป็นเพื่อนที่ดีต่อกัน ถึงอย่างไรเราก็ต้องอยู่ร่วมกันตลอดไป"*** และในการเยือนประเทศลาวนี้คุณวิกรม ยังมีโอกาสได้แถลงข่าวร่วมกับท่านวิทวัส ศรีวิหค เอกอัครราชทูตประจำนครเวียงจันทร์ และท่านสุกกะเสิม โพธิสาน รัฐมนตรีประจำสำนักนายกรัฐมนตรีและประธานการท่องเที่ยวลาว โดยมีคุณสมสะหนุก มีไชย นายกสมคมนักข่าวลาวเป็นผู้ดำเนินรายการ จากการแถลงข่าวตอนหนึ่งท่านทูตวิทวัส กล่าวว่าจุดเน้นในการพัฒนาประเทศลาวอยู่ที่ ***"ความมั่นคงมาก่อนความมั่งคั่ง วัฒนธรรมนำเศรษฐกิจ"*** ซึ่งถือเป็นหัวใจของการพัฒนาประเทศลาว เพราะหากให้คนลาวเลือกระหว่างความร่ำรวยแล้วคนลาวและรัฐบาลลาวจะเลือกรักษาวัฒนธรรมประเพณีที่ดีงามไว้ก่อนความมั่งคั่ง นับเป็นจุดแข็งของลาว

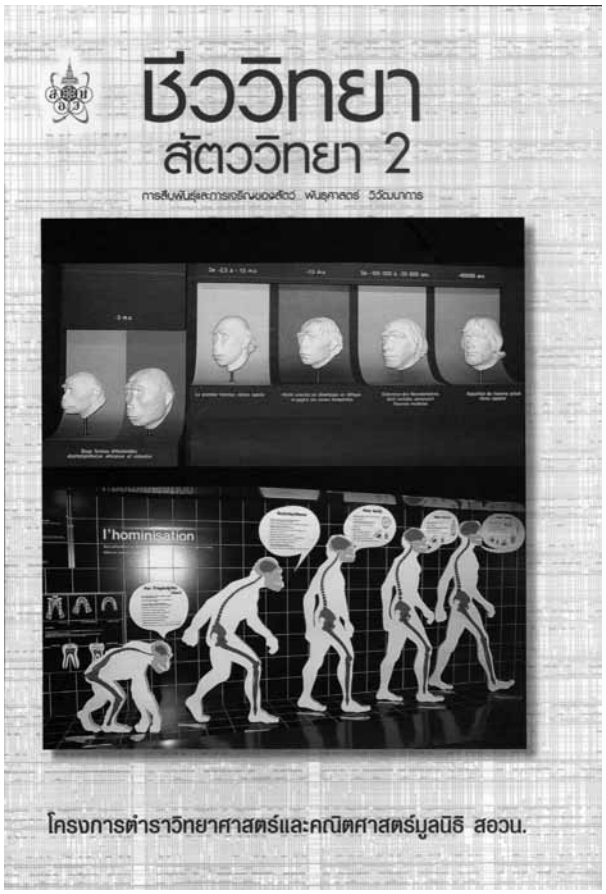
ส่วนที่สาม (บทที่ 8-11) กล่าวถึงการไปเยือนประเทศเวียดนาม คุณวิกรมกล่าวว่า พื้นที่ของประเทศเวียดนามใหญ่พอ ๆ กับลาว แต่กลับมีประชากรมากกว่าถึง 12 เท่า จึงส่งผลให้คนเวียดนามต้องปากกัดตีนถีบ จังหวัดนิงห์บิงห์ (Ninh Binh) เป็นจังหวัดหนึ่งในเวียดนามที่มียุทธศาสตร์การวางแผนด้านการท่องเที่ยวทางธรรมชาติศิลปวัฒนธรรม และความโดดเด่นทางด้านพระพุทธศาสนา เมืองนี้มีสถานที่ท่องเที่ยวที่ขึ้นชื่อ คือ ฮาลองบก (Halong on Land) จากเมืองนิงห์บิงห์ คณะเดินทางต่อไปเมืองนามดิงห์ (Nam Dinh) ด้วยระยะทางเพียง 60 กิโลเมตร เมืองนามดิงห์เป็นเมืองที่มีความสำคัญทางด้านอุตสาหกรรมการทอผ้าแต่ดั้งเดิม ปัจจุบันเปลี่ยนมาสู่เมืองอุตสาหกรรมใหม่ที่มีเขตนิคมอุตสาหกรรม ขณะนี้เวียดนามมีความเจริญก้าวหน้าและเติบโตทางด้านเศรษฐกิจอย่างมาก ***"อนาคตเวียดนามคือคู่แข่งสินค้าแทบทุกชนิดที่ไทยผลิตได้ในทุกวันนี้"***

ส่วนที่สี่ (บทที่ 12-20) กล่าวถึงการไปเยือนประเทศจีน คารวานเดินทางจากเวียดนามเข้าสู่ประเทศจีนทางด่านเมืองผิงเสียง (Pinxiang) มุ่งหน้าสู่เมืองหนานหนิงระหว่างสองข้างทางเห็นการขยายตัวของสิ่งก่อสร้างมากมายอย่างเหลือเชื่อ ก่อนจะถึงเมืองหนานหนิงคณะคารวานได้จอดพักค้างคืนตรงข้างทาง

ในหมู่บ้านจ้วง ชาวจ้วงมีประวัติศาสตร์เก่าแก่และยาวนาน มีการเล่าขนานกันถึงหลายสิ่งหลายอย่างที่คล้ายคลึงกับชนชาติไทย ต่อจากหมู่บ้านจ้วงก็เข้าสู่เมืองหนานหนิงเมืองหลวงแห่งมณฑลกวางสี ที่นี่เป็นศูนย์กลางจีนอาเซียน

ส่วนสุดท้าย (บทที่ 21-23) กล่าวถึงมุมมองของคุณวิกรมต่อประเทศลุ่มน้ำโขง จากการได้เดินทางสัมผัสกับประเทศลุ่มน้ำโขง คุณวิกรมได้ให้มุมมองในแง่ของอาเซียนว่า ***"ความเปลี่ยนแปลงในประเทศลุ่มน้ำโขงซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนจะเกิดขึ้นในทุกๆ ด้าน มากมายมหาศาล จะมีคนทั่วโลกทยอยเดินทางเข้ามาในอาเซียน เพื่อใช้ความได้เปรียบที่เรามีพื้นที่ติดต่อกันระหว่างพม่า ลาว เวียดนาม กัมพูชา ไทย และมาเลเซีย กว่า 2.4 ล้านตารางกิโลเมตร ที่นี่จะเป็นแหล่งผลิตอาหารที่ใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งของโลก"***

เนื้อหาของหนังสือ ชีวิตใหม่ เล่มนี้ ผู้เขียนได้ถ่ายทอดประสบการณ์การเดินทางแบบกองคาราวานด้วยรถบ้านผ่านประเทศเพื่อนบ้านลุ่มน้ำโขง พร้อมทั้งแสดงวิสัยทัศน์เกี่ยวกับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนซึ่งคนไทยควรได้รู้ และเตรียมพร้อมกับความเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น เรียกได้ว่านอกจากความสนุกที่จะได้รับแล้ว ท่านผู้อ่านยังได้สาระความรู้จากหนังสือ ชีวิตใหม่ เล่มนี้อีกด้วย



ชีววิทยา : สัตววิทยา 2 การสืบพันธุ์ และการเจริญของสัตว์ พันธุศาสตร์ วิวัฒนาการ

ผู้เขียน : รองศาสตราจารย์สีมา ชัยสวัสดิ์ และคณะเขียน

จัดพิมพ์โดย : มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (สอวน.)

พิมพ์ครั้งที่ 4 2551

191 หน้า

ราคา 240 บาท

ดร.อิสรีย์ฐิกา ชัยสวัสดิ์[1]

หนังสือชีววิทยา : สัตววิทยา 2 เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญของสัตว์ พันธุศาสตร์ วิวัฒนาการ เป็นตำราเล่มที่ 2 ของชุดหนังสือชีววิทยาเกี่ยวกับสัตว์ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 3 เล่ม และเป็นหนึ่งในตำราของสาขาชีววิทยาภายใต้โครงการตำราวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์มูลนิธิสอวน. จัดทำขึ้นเพื่อผลิตตำรา 5 สาขาวิชา ได้แก่ คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ที่มีเนื้อหาสมบูรณ์ครบถ้วน ครอบคลุมหลักสูตรตามมาตรฐานสากล โดยมีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ

1. เพื่อเป็นที่ระลึกในมหามงคลสมัยที่สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ องค์ประธานมูลนิธิ สอวน. ทรงเจริญพระชนมายุครบ 80 พรรษา ซึ่งพระองค์ทรงมีพระมหากรุณาธิคุณต่อโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ โดยพระองค์มีพระดำริให้จัดตั้งมูลนิธิสอวน. ขึ้น และได้รับอนุมัติจากกระทรวงมหาดไทยเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ.2542 เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนศักยภาพนักเรียนไทยในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั่วประเทศ ที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ให้มีโอกาสได้รับการพัฒนาศักยภาพด้านคณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ตามความถนัดทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ โดยจัดให้มีศูนย์อบรมทั่วประเทศ เป็นการเพิ่มเวลาฝึกอบอมเพื่อก่อให้เกิดความพร้อมที่จะเข้ารับการคัดเลือกไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศให้ได้ผลดียิ่งขึ้น และทรงสนับสนุนการดำเนินงานเพื่อพัฒนามาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ของประเทศไทยเทียบเท่าระดับสากลอย่างหาที่สุดมิได้

2. เพื่อผลิตหนังสือคณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายถึงระดับมหาวิทยาลัยชั้นปีที่ 1 ของคณะวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยให้มีคุณภาพเทียบเท่าสากล เรียบเรียงโดยคณาจารย์จากมหาวิทยาลัยของรัฐที่มีความเชี่ยวชาญและมีประสบการณ์สูง รวมทั้งมีส่วนร่วมในการฝึกอบรม

[1]อาจารย์ประจำคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
E-mail: isareethika@eau.ac.th

นักเรียนในค่ายสอวน. ค่ายสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และควบคุมนักเรียนไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ

ตำราภายใต้โครงการดังกล่าวจัดพิมพ์บนกระดาษอาร์ตอย่างดี และมีภาพสีประกอบคำบรรยายเนื้อหาภายในเน้นกระบวนการคิดด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) เพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาที่ซับซ้อนทั้งในเชิงทฤษฎีและเชิงประยุกต์

สำหรับหนังสือชีววิทยา ในภาคสัตววิทยา เล่มที่ 2 นี้ เป็นผลจากความพยายามร่วมกันของคณาจารย์ ภาควิชาชีววิทยา ในการที่จะถ่ายทอดสิ่งที่เป็นพื้นฐานของชีวิต การดำรงชีวิตของสัตว์ในสภาพแวดล้อมแบบต่าง ๆ ที่มีผลสะท้อนไปถึงวิวัฒนาการของโครงสร้างและกระบวนการทางสรีรวิทยา ซึ่งเกิดกับสัตว์ชนิดต่าง ๆ รวมถึงมนุษย์ ที่มีการปรับเปลี่ยนไปให้เหมาะกับการทำงานที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และอำนวยให้สัตว์สามารถมีชีวิตอยู่ได้นานพอที่จะสืบลูกสืบหลานให้คงอยู่ในโลกสืบไป โดยถ่ายทอดผ่านภาษาที่มีกลิ่นนมกลิ่นเนยอยู่บ้าง คณะผู้เขียนมีความเห็นตรงกันว่าการเขียนตำราทางชีววิทยาเป็นเรื่องยากลำบาก และใช้เวลามาก มิใช่ในเชิงเนื้อหา หากเป็นเรื่องการเขียนศัพท์เทคนิค ซึ่งหากแปลเป็นภาษาไทยอาจต้องเขียนกันยืดยาว หรืออาจต้องแปลไทยเป็นไทยอีกครั้งหนึ่ง หรืออาจสื่อความหมายผิดในบริบทนั้น ๆ คณาจารย์ที่เขียนจึงเห็นพ้องกันว่าวิทยาศาสตร์นั้นเป็นสากล เราไม่น่าจะกังวลกับภาษามากนัก ควรจะมุ่งที่ความถูกต้องของเนื้อหาเป็นสำคัญ

ภายในเล่มประกอบด้วยเนื้อหา 3 บท บทแรกเรื่องการสืบพันธุ์และการเจริญของสัตว์ บทที่ 2 กล่าวถึงเรื่องพันธุศาสตร์ และบทที่ 3 เรื่องวิวัฒนาการ

บทที่ 1 การสืบพันธุ์ และการเจริญของสัตว์ (The continuity of life) เนื้อหาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกกล่าวถึงการสืบพันธุ์ระดับเซลล์ กระบวนการแบ่งเซลล์ การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส (Mitosis) และแบบไมโอซิส (Meiosis) การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ระบบสืบพันธุ์ในเพศชายและเพศหญิง และฮอร์โมนที่เกี่ยวข้อง การปฏิสนธิ วัฏจักรชีวิต ส่วนที่ 2 การเจริญของสัตว์ กล่าวถึงการจำแนกชนิดของไข่โดยดูจากการกระจายของไข่แดง คลีเวจ (Cleavage) การเจริญของเอมบริโอระยะแรก กระบวนการเกิด germ layer 3 ชั้น (Gastrulation) กระบวนการสร้างอวัยวะ (Organogenesis)

บทที่ 2 พันธุศาสตร์ (genetics) กล่าวถึงพันธุศาสตร์ของเมนเดล การผสมพิจารณาพันธุกรรมเพียงลักษณะเดียว (monohybrid cross) การผสมพิจารณาสองลักษณะ (dihybrid cross) การผสมเพื่อทดสอบ (Test Cross) ลักษณะพันธุกรรมที่ไม่เป็นไปตามกฎของเมนเดล การข่มกันแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete dominant) มัลติเพิล อัลลีล (multiple alleles) โพลียีน (Polygene) ลักษณะพันธุกรรมที่เกี่ยวเนื่องกับเพศ สารพันธุกรรม ดีเอ็นเอ (DNA) และอาร์เอ็นเอ (RNA) การจำลองตัวเองของดีเอนเอ กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน พันธุวิศวกรรม

บทที่ 3 วิวัฒนาการ (evolution) กล่าวถึงความเป็นมาของการศึกษาวิวัฒนาการ ทฤษฎีวิวัฒนาการของดาร์วิน หลักฐานของวิวัฒนาการ พันธุศาสตร์ประชากร กฎของฮาร์ดีย์และไวน์เบิร์ก วิวัฒนาการระดับจุลภาค กลไกของวิวัฒนาการระดับจุลภาค การคัดเลือกตามธรรมชาติ การปรับตัว วิวัฒนาการระดับมหภาค การเกิดสปีชีส์ใหม่และการดำรงอยู่ของสปีชีส์ กำเนิดโลกและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต การเคลื่อนตัวของแผ่นทวีป การสูญพันธุ์ แบบแผนวิวัฒนาการ

ใบสมัครสมาชิก
วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

ชื่อ_____นามสกุล_____

บุคคลภายใน

☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์

บุคคลภายนอก

☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ มหาวิทยาลัย_____

ที่อยู่ในการจัดส่งวารสาร

เลขที่_____หมู่ที่_____ตรอก/ซอย_____ถนน_____
แขวง/ตำบล_____เขต/อำเภอ_____จังหวัด_____
รหัสไปรษณีย์_____โทรศัพท์_____อีเมล์_____

กลุ่มสาขาวิชาที่ต้องการ

☐ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ☐ มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

ประเภทการสมัคร

☐ 1 ปี 2 ฉบับ เป็นเงิน 600 บาท ☐ 5 ปี 10 ฉบับ เป็นเงิน 2,000 บาท
☐ 2 ปี 4 ฉบับ เป็นเงิน 1,000 บาท

การชำระค่าสมาชิก

☐ ธนาณัติ (ธนาณัติ ปณ.ธัญบุรี ในนาม มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย)
☐ เงินสด
จำนวนเงิน_____บาท

การออกใบเสร็จ

☐ ต้องการ ☐ ไม่ต้องการ ลงชื่อผู้สมัคร_____

ส่งที่ กองบรรณาธิการวารสารวิชาการ
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
200 ถนนรังสิต-นครนายก (คลอง 5) ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
(วงเล็บมุมซองด้านขวา “สมาชิกวารสาร EAU”)

สำหรับเจ้าหน้าที่

หมายเลขสมาชิก_____หมายเลขใบเสร็จ_____
ตั้งแต่ฉบับที่_____ลงชื่อผู้รับสมัคร_____