

# เทคโนโลยีที่เหมาะสม

## APPROPRIATE TECHNOLOGY

วิฑูรย์ เวชประสิทธิ์

### 1. ลักษณะของเทคโนโลยีที่เหมาะสม

เทคโนโลยีที่เหมาะสมเป็นอย่างไร ได้มีผู้ให้ความหมายและคำจำกัดความไว้มากมาย คน พอจะสรุปเป็นข้อสำคัญ ๆ ดังนี้

1.1 เทคโนโลยีที่เหมาะสมแบ่งเป็นสองลักษณะ ได้แก่ เครื่องมือ เครื่องจักร หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการใช้ในแต่ละท้องถิ่นหรือเหมาะแก่การใช้งานแต่ละประเภท ส่วนอีกลักษณะหนึ่งหมายถึงสิ่งที่เป็นามธรรม เช่น เหมาะกับสังคม วัฒนธรรม ความเชื่อถือของกลุ่มคน หรือชุมชนนั้น ๆ เป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดผลในด้านความยึดเหนี่ยวทางจิตใจของบุคคล เหมาะสมกับระบบนิเวศและไม่ทำความเสียหายแก่สภาพแวดล้อม เป็นต้น

1.2 เทคโนโลยีที่เหมาะสม เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับคนส่วนใหญ่ เช่น เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีลักษณะง่ายต่อการใช้ สามารถทำขึ้นใช้ได้เองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในท้องถิ่นนั้น ๆ ไม่ต้องลงทุนสูงหรือต้องส่งวัตถุดิบมาจากต่างประเทศหรือจากท้องถิ่นไกล ๆ และเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป

1.3 เป็นสิ่งเหมาะสมกับการใช้ในแต่ละท้องถิ่น เทคนิคบางอย่างอาจจะเหมาะกับที่หนึ่งแต่ไม่เหมาะกับที่อื่น ๆ ก็ได้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ความต้องการของคนในที่นั้น ๆ ขึ้นอยู่กับทรัพยากรที่มีอยู่ สภาพภูมิอากาศ และ วัฒนธรรมอีกด้วย ตัวอย่าง เช่น ประเทศไทยเป็นเมืองร้อน ฝนตกชุก การสร้างบ้านแบบไทยโดยยกใต้ถุนสูง หลังคาทรงไทย หน้าต่างโปร่งลมโกรกเย็นสบาย เมื่อฝนตกหลังคากระบายน้ำฝนได้ดี ทำท่วมาก็ไม่เป็นไรเพราะใต้ถุนสูง นับว่าเป็นเทคนิคที่เหมาะสมของไทยอย่างหนึ่ง แต่เรากลับไปนิยมสร้างตึกทึบ ๆ ต้องติดเครื่องปรับอากาศติดม่าน และเปิดไฟฟ้าตลอดเวลา นับเป็นความสิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น บางคนอาจจะต้องฝันกับสถานที่อีกอดีตในความรู้สึกเพราะมองไม่เห็นวิวทิวทัศน์ภายนอก เห็นแต่ม่านและห้องสี่เหลี่ยมเท่านั้น

1.4 เทคโนโลยีที่เหมาะสมมุ่งผลในอนาคกระยะยาวในการยกระดับชีวิตความเป็นอยู่และยกระดับพื้นฐานของคนทุกชั้น ไม่ว่าจะเป็นด้านอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย บริการสุขภาพอนามัยและการสุขภาพีบาลตลอดจนการศึกษาอบรมต่างๆ เพื่อยกระดับความเป็นอยู่ให้ดีขึ้นได้อย่างแท้จริง

1.5 นอกจากนั้นเทคโนโลยีที่เหมาะสมมุ่งให้ใช้ทรัพยากรชนิดที่เกิดใหม่ทดแทนได้ มากกว่าการใช้พลังงานที่ใช้แล้วหมดไปไม่เกิดขึ้นใหม่ได้อีกและเกิดมลพิษน้อยที่สุด หรือไม่มีเลย และเน้นในด้านสนองความต้องการของคนส่วนใหญ่ของประเทศ ใช้แรงงานในท้องถิ่นอย่างเต็มที่โดยการพัฒนาเครื่องใช้ที่เหมาะสม มากกว่าเครื่องจักรกลขนาดใหญ่ที่เข้ามาแทนแรงงานคนเสียหมดทำให้คนว่างงานมาก

## 2. ประเภทต่างๆ ของเทคโนโลยีที่เหมาะสม

### 2.1 เทคโนโลยีที่เหมาะสมด้านเกษตรกรรม

ลักษณะของเทคโนโลยีที่เหมาะสมทางการเกษตร

เกษตรกรรมเป็นอาชีพพื้นฐานของมนุษย์ คนส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีอาชีพเกษตรกรรม การเกษตรแผนใหม่แม้จะให้ผลผลิตสูงแต่ต้องลงทุนในหลาย ๆ ด้านเพิ่มขึ้น เช่นต้องใช้ปุ๋ยเคมี ใช้รถแทรกเตอร์ ยาฆ่าแมลง และระบบชลประทานที่ดี ซึ่งต้องลงทุนแพงๆ ทั้งสิ้น ในปี 2514 ประเทศไทยมีรถแทรกเตอร์ใช้งานเพียง 9000 คันเศษ แต่ในปี 2520 เพิ่มขึ้นถึง 22,000 คัน เพราะวัวควายลดจำนวนไปมากจนเกือบจะหมดความสำคัญ วัวควายนอกจากจะให้แรงงานแล้ว ยังใช้มูลของมันทำแก๊สหุงต้มและให้แสงสว่างได้เป็นอย่างดี กากที่เหลือก็ใช้เป็นปุ๋ยที่มีคุณภาพสูง ในปี 2520 เราซื้อปุ๋ยเคมีเกือบเก้าแสนตัน เป็นมูลค่ากว่าสองพันล้านบาท และในปี 2523 ซื้อสีพ่นล้านบาทเศษ ซึ่งเป็นเงินไม่ใช่น้อย ถ้าเกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยจากมูลสัตว์แทนก็จะประหยัดได้อีกมาก

การใช้ยาฆ่าแมลงเป็นเวลานานติดต่อกันได้ประจักษ์ผลอันตรายมาแล้ว เช่น สารพิษตกค้างในพืชผัก สารพิษทำลายระบบนิเวศและสภาวะแวดล้อม ทำอันตรายแก่สิ่งมีชีวิต ทำให้แมลงบางชนิดระบาดมากขึ้น เป็นต้น

เทคโนโลยีที่เหมาะสมด้านเกษตร จึงเน้นการใช้เครื่องมืออุปกรณ์การเกษตรที่มีขนาดเล็กกว่า ลงทุนน้อยกว่า หรือทำเองได้ เช่นการประดิษฐ์รถไถใช้แรงสัตว์แบบต่างๆ เครื่องหยอดเมล็ดข้าว เครื่องฝัดข้าว เครื่องกระเทาะเปลือกพืชไร่ เช่น ถั่วลิสง ถั่วเขียว เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก ใช้กังหันลมวิดน้ำเข้านา หลกวิดน้ำ ระหัดวิดน้ำด้วยแรงคนหรือแรงสัตว์ การปลูกป่าแบบแปลงตัดฟัน การปลูกพืชหมุนเวียน การชลประทานขนาดเล็ก กานตักน้ำ เครื่องอบเมล็ดพืชด้วยแสงแดด การทำปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยจากพืชตระกูลถั่ว ปุ๋ยคอก เป็นต้น

เทคโนโลยีที่เหมาะสมทางเกษตรไม่ใช่เฉพาะเครื่องมือเครื่องใช้เท่านั้น แต่ยังรวมทั้งวิธีการที่เหมาะสมด้วย เพราะถ้าใช้วิธีการที่ถูกต้องก็จะช่วยเพิ่มผลผลิตหรือประหยัดแรงงาน ประหยัดการลงทุนและไม่เกิดความเสียหายโดยคาดไม่ถึง เช่น การทำแปลงปลูกบนไหล่เขาหรือที่ลาดเชิงเขา ควรจะให้ลดหลั่นกันลงมาทั้งนี้เพื่อป้องกันการพังทลายของหน้าดิน แต่ชาวบ้านทั่วไปมักจะทำแปลงให้เป็นร่องลงมาจากสูงลงต่ำเมื่อฝนตกลงมาน้ำไหลชะหน้าดินพังทลายอย่างรวดเร็วเกิดผลเสียหายมาก เพราะฉะนั้นวิธีการที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญไม่น้อยไปกว่าการใช้เครื่องมือ

ตัวอย่างของวิทยาการที่เหมาะสมทางด้านเกษตรนั้นมีมากมาย เช่นการใช้ปุ๋ยกว่าสี่พันล้านบาทนั้น น่าจะลดลงมาได้ ถ้าเกษตรกรหันมาใช้วิธีการหลายๆ อย่างที่ดีกว่า ประหยัดกว่าแทน เช่นการปลูกพืชหมุนเวียนหรือพืชตระกูลถั่วนอกจากจะได้ผลผลิตมีรายได้เพิ่มแล้วยังทำให้ดินอุดมดีขึ้น เพราะได้รับธาตุอาหารจากพืชตัวนั้นๆ หรือถ้าเกษตรกรทำแก๊สมูลสัตว์นอกจากจะได้เชื้อเพลิงหุงต้มที่สะอาดไม่มีเขม่าควัน ปุ๋ยอาหารได้สะดวกแล้วยังได้ใช้ไฟฟรี ไม่ต้องเสียเงินค่าไฟฟ้าที่แพง และผลพลอยได้ก็คือใช้กากที่เหลือเป็นปุ๋ยมีธาตุอาหารเกือบครบตามที่พืชต้องการ จะทำให้ประหยัดการซื้อปุ๋ยได้มาก เพราะฉะนั้นเกษตรกรควรจะหันมาสนใจการเลี้ยงวัวควายไว้ใช้งาน เลี้ยงหมูไว้ขาย และทำแก๊สจากมูลสัตว์เหล่านี้

ปัจจุบันกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้พยายามประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้สอย เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นของประเทศไทย และบางอย่างก็ปรับปรุงจากพื้นบ้านที่มีอยู่เดิมให้สะดวกแก่การใช้ยิ่งขึ้น เช่น เครื่องฝัดข้าว เครื่องขุดมันสำปะหลัง เครื่องหยอดเมล็ดพืช เครื่องตำนา เตาผลิตแก๊สจากถ่านไม้ ฯลฯ

หน่วยงานอื่น ๆ ที่กำลังศึกษาวิจัยและประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ที่เข้าลักษณะเทคโนโลยีที่เหมาะสมได้แก่ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าและกองทัตถกรรมในกรอบความร่วมมือทวิภาคีระหว่างอุตสาหกรรม เป็นต้น สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ สำหรับใช้ในการเกษตรที่นักวิทยาศาสตร์คนไทยประดิษฐ์ขึ้น มีตัวอย่างดังนี้

### เครื่องฝัดข้าว

เครื่องฝัดข้าวมีใช้กันในชนบทหลายแห่งของประเทศไทย กรมวิชาการเกษตรได้นำมาปรับปรุงเพื่อให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยออกแบบให้เบาแรงในการหมุนด้วยแรงคนเมื่อหมุนเพียงเบาๆ จะเกิดลมเบาๆ ทำให้เมล็ดข้าวลีบหรือเศษฟางที่ไม่ต้องการปลิวตามลมออกไป ส่วนข้าวเปลือกซึ่งหนักกว่าจะไหลออกไปอีกทางหนึ่ง ทำให้ได้เมล็ดข้าวเปลือกที่มีความสมบูรณ์ไม่ลีบ เครื่องฝัดข้าวแบบนี้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า ชม. ละ 20 ถึง ไม่ต้องใช้น้ำมัน ทำให้ประหยัดรายจ่าย แต่ต้องใช้แรงกันสักหน่อยเท่านั้น อย่างไรก็ตามเครื่องฝัดข้าวแบบของกรมวิชาการเกษตรนี้ยังมีจุดอ่อนคือ ข้าวเปลือกส่วนใหญ่จะไหลลงเร็วเกินไปทำให้เมล็ดลีบและเศษฟางถูกลมเบาๆ ออกไม่หมดยังคงติดไปกับข้าวเปลือกมากกว่าแบบที่ชาวบ้านใช้กันอยู่ จึงจำเป็นต้องปรับปรุงอีกเล็กน้อย เพื่อจะได้เครื่องฝัดข้าวที่มีคุณภาพดีขึ้น และสามารถเผยแพร่ให้ชาวนาในท้องถิ่นต่างๆ ใช้กันได้ การใช้เครื่องฝัดข้าวประหยัดเวลาและแรงงานมากกว่าฝัดด้วยกระตังมาก และราคาของเครื่องนี้ก็ไม่แพงจนเกินไป วัสดุส่วนใหญ่ก็หาได้จากท้องถิ่น

### เครื่องขูดมันสำปะหลัง

ประเทศไทยปลูกมันสำปะหลังกันมาก เป็นสินค้าออกที่สำคัญรองจากข้าว แต่การเก็บเกี่ยวที่ทำกันเป็นพื้นก็คือ ชาวไร่จะตัดต้นมันให้เหลือประมาณ 2 ฟุต ใช้ออบขูดเอาหัวขึ้นมา การขูดวิธีนี้มีผลเสียมากคือการฟั่นจอมมักจะถูกหัวมันทำให้หัวมันขาดเป็นท่อนๆ ทำให้คุณภาพเสื่อมให้เบ่งน้อยลง ราคาก็พลอยต่ำไปด้วย และสิ้นเปลืองค่าแรงงานมาก คือมันสำปะหลัง 1 ไร่จะต้องใช้คนขูด จำนวน 45 คนในเวลา 1 ชั่วโมง (กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร)

กรมวิชาการเกษตรได้คิดประดิษฐ์ เครื่องขุดมันสำปะหลังขึ้นมาใช้โดยพ่วงกับรถแทรกเตอร์ เครื่องนี้จะขุดมันขึ้นมาทั้งกระจุกโดยไม่หักหรืออาจเสียเพียงเล็กน้อย มีประสิทธิภาพในการขุด 3½ ไร่ต่อชั่วโมง จึงทำให้ประหยัดรายจ่ายต่อไร่มากพอสมควร

### เครื่องหยอดเมล็ดพืช

สำหรับหยอดเมล็ดข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ฝ้าย รูปร่างลักษณะของเครื่องหยอดเมล็ดนี้ เป็นตัวยาวคล้ายเสียมประมาณ 60 นิ้ว ตอนบนมีถังใส่เมล็ดพืช มีแผ่นเลื่อนบังคับให้เมล็ดผ่านไปทางท่อกลางตามยาวของตัวเสียมลงไปในหลุม วิธีใช้ไม่ยุ่งยาก คือเอาเมล็ดใส่ลงไปในถังด้านบน แล้วปักปลายเสียมลงไปในดิน ผลักไปข้างหน้าเล็กน้อย หลุมก็จะเปิดออก กดปุ่มไกให้เมล็ดพืชไหลลงไปในทางท่อสู่หลุม แล้วใช้เท้าเหยียบปิดปากหลุม พร้อมกับดึงเสียมขึ้นมา แล้วก็ปักหลุมใหม่ต่อไป

โดยวิธีนี้จะประหยัดแรงงานและเวลาได้มากทีเดียว เกษตรกรไม่ต้องก้มๆ เงยๆ จนเจ็บปวดเมื่อยตัวไปหมด เครื่องหยอดเมล็ดสามารถทำงานได้คือ ข้าวโพด 0.5 ไร่/ชม. ข้าวฟ่าง 0.33 ไร่/ชม. ถั่วเหลือง 0.4 ไร่/ชม. ข้าวเปลือก 0.28 /ชม. ฝ้าย 0.36 ไร่/ชม. และถั่วเขียว 0.33 ไร่/ชม. (กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร 2523)

### เครื่องดำนา

เป็นเครื่องดำนาใช้เครื่องยนต์ ถอดแบบมาจากของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน แบ่งเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นเครื่องยนต์และส่วนกลไกปักดำ มีกะบะใส่ต้นกล้า เลื่อนไปกลับได้ มีช่องหมุนสำหรับขยับกลไกปักในนา สามารถปักดำได้ 12 แถวในคราวเดียวกัน ระยะระหว่างแถว 16.7 ซม. ระยะระหว่างต้นปรับได้ ระยะคือ 10-20 ซม. ใช้คนทำงาน 2 คน คือคนขับและคนจัดกล้างกะบะ ปักดำได้ประมาณ ชั่วโมงละ 4/5 ไร่ ปัจจุบันมีโรงงานผลิตขายในประเทศไทยแล้ว

### เตาผลิตแก๊สจากถ่านไม้

กองเกษตรวิศวกรรมได้ประดิษฐ์เตาผลิตแก๊สโดยใช้ถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิง หลักการโดยทั่วๆ ไปก็คือเผาถ่านให้ลุกไหม้ในเตาที่มีปูนหล่อเป็นฉนวนความร้อนจะทำให้เกิดส่วนผสมของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจน เกิดปฏิกิริยาเป็นแก๊สไปหมุนเครื่องยนต์ได้

จากการทดลองใช้ถ่าน 8 กิโลกรัม เป็นเชื้อเพลิงผลิตแก๊สใช้กับเครื่องยนต์ขนาด 5 แรงม้าสูบน้ำได้เป็นเวลา 2½ ชม. เมื่อเปรียบเทียบกับใช้น้ำมันแล้ว จะเป็นอัตราน้ำมัน 1 ลิตรต่อถ่าน 1.8 กิโลกรัมซึ่งราคาถ่านถูกกว่า

เตาผลิตแก๊สสำหรับใช้กับเครื่องยนต์นี้ เหมาะที่จะใช้ท้องถิ่นที่มีถ่านมากเช่นในภาคใต้ของเกษตรวิศวกรรมยังกำลังทดลองใช้วัสดุเหลือ เช่น เศษไม้ ชังข้าวโพด แกลบ ขกบ ฯลฯ เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตแก๊สต่อไปอีก คาดว่าจะสามารถทำให้ประหยัดน้ำมันลงได้อีกทางหนึ่ง

### เครื่องอบเมล็ดพืชพลังงานแสงอาทิตย์

ผลผลิตทางเกษตรของประเทศไทยมีมาก บางอย่างจะต้องตากให้แห้งสนิทเช่น ข้าว บางอย่างต้องตากให้ได้ความชื้นพอเหมาะเช่นข้าวโพด ถั่วลิสง มันสำปะหลัง เป็นต้น การตากแบบธรรมชาติบางครั้งก็ไม่สะดวก เช่น อาจเกิดฝนตก ลมแรงพัดพาเอาผลผลิตเหล่านั้นกระจัดกระจาย หรือถูกรบกวนจากสัตว์มากขึ้น แมลงวันมาไข่ เป็นต้น

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) ได้ประดิษฐ์เครื่องอบเมล็ดพืชใช้แสงอาทิตย์ขึ้นใช้เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวและทำให้ได้ผลดีขึ้นเช่นการอบข้าวจะแห้งสนิทภายใน 1-2 วัน และข้าวที่อบด้วยเครื่องนี้จะมีคุณภาพขจัดดีกว่าที่ตากแดดธรรมชาติโดยตรง

หลักการก็คือมีแผงรับแสงแดด แผงอากาศภายในให้ร้อนขึ้น อากาศร้อนนี้จะลอยสูงขึ้น ผ่านชั้นข้าว ทำให้ข้าวแห้งจากด้านล่างสู่ด้านบน และพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบด้านบนจะทำให้ข้าวแห้งจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง นอกจากนั้นพลังงานแสงแดดที่ตกกระทบปล่องลมจะเผาอากาศในปล่องลมให้ร้อนขึ้นอีกและลอยออกไปทางปากปล่องโดยเร็ว เป็นการเพิ่มแรงดูดอากาศร้อนให้ผ่านชั้นข้าวได้มากขึ้น ข้าวที่อบก็แห้งเร็ว นอกจากข้าวแล้วยังใช้อบข้าวโพด ถั่วลิสง ถั่ว มะพร้าว หรือปลาก็ได้

## 2.2 เทคโนโลยีที่เหมาะสมด้านพลังงานทดแทน

สาเหตุและความจำเป็นของการใช้พลังงานทดแทน

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งของมนุษย์โดยทั่วไปจะแบ่งลักษณะของพลังงานเป็น 2 ประเภทคือ “พลังงานทุน” (ENERGY CAPITAL) และ “พลังงานรายได้”

(ENERGY FLOW) (นาท ศันตวิรุพท์ 2521) พลังงานทุนอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าพลังงานที่ใช้แล้วหมดสิ้นไป (DEPLETED RESOURCE) เช่นน้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ หินน้ำมัน ไปจนถึงแร่ธาตุที่ให้พลังงานนิวเคลียร์ เช่น ยูเรเนียม เป็นต้น

เท่าที่ผ่านมาเรามุ่งนำเอาพลังงานทุนนี้มาใช้เป็นส่วนใหญ่ แต่พลังงานทุนมีปริมาณจำกัด เช่นแหล่งน้ำมันสำรองของโลกรวมทั้งหมดมี 658 พันล้านบาร์เรล ก๊าซธรรมชาติมีเท่ากับน้ำมันดิบประมาณ 1,400 ล้านบาร์เรล ถ่านหินทั้งหมด 1,300 พันล้านเมตริกตัน (สารสิ่งแวดลอม 6 (2) 2522) สำหรับของประเทศไทย แหล่งพลังงานเหล่านี้มีปริมาณไม่มากนัก เท่าที่วารสาร Gas & Oil Journal ได้ประมาณไว้ว่ามีน้ำมันสำรองประมาณ 270,000 บาร์เรล ส่วนถ่านหินของไทยนั้นโดยมากเป็นชนิดลิกไนท์ มีปริมาณ 500 ล้านเมตริกตัน (สารสิ่งแวดลอม 6 (2) 2522)

อย่างไรก็ตาม พลังงานทุนเหล่านี้ของโลกได้ถูกใช้ไปอย่างมากมาย จนมีปริมาณลดน้อยลงเป็นลำดับ สักวันหนึ่งอาจจะหมดไป เช่นก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทยคงจะใช้ได้เพียงประมาณ 30 ปีเท่านั้น แม้แต่ประเทศกลุ่มโอเปกก็คาดว่าน้ำมันของตนจะหมดบ่อภายในเวลาไม่ช้านี้ จึงได้ลดการผลิตลงและขายให้แพงขึ้น

แม้ว่ามนุษย์จะพยายามสำรวจหาแหล่งเชื้อเพลิงใหม่เพิ่มขึ้นเช่น แหล่งหินน้ำมัน หรือแร่มันแทภาพรังสี แต่สิ่งเหล่านี้ต้องลงทุนมากและต้องใช้เทคโนโลยีสูง ซึ่งเกินความสามารถของประเทศยากจนทั้งหลาย การที่มุ่งใช้แต่พลังงานทุนจึงเป็นเรื่องที่ยั่งยืนสำหรับประชากรส่วนใหญ่ของโลก หลายประเทศต้องประสบปัญหาทางเศรษฐกิจรุนแรง เพราะต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานมากเกือบ 50 % ของงบประมาณแผ่นดินทั้งหมด โดยเฉพาะประเทศที่ต้องพึ่งน้ำมันจากต่างชาติเป็นหลัก เช่นประเทศไทย เป็นต้น

วิธีที่จะช่วยให้มนุษย์ทั้งหมดดำรงชีวิตอยู่ได้ตลอดไปนั้น จึงจำเป็นต้องหันมาสนใจกับพลังงานรายได้กัน ได้แก่พลังงานที่เกิดจากแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของพลังงานทั้งหมดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น พลังงานลม พลังน้ำ พืชพรรณต่าง ๆ พลังงานจากแรงสัต์ว์ ก๊าซจากมูลสัต์ว์ หรือพลังแสงอาทิตย์เองโดยตรง พลังงานรายได้เหล่านี้จะเกิดใหม่ทดแทนขึ้นมาได้เรื่อย ๆ ไม่มีวันหมด ตราบใดที่ดวงอาทิตย์นี้ยังส่องแสงอยู่

## พลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาใช้ได้ 2 ลักษณะคือ

1. การนำมาใช้โดยตรง ต้องมีเครื่องมือในการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ได้ทันที เช่นเครื่องทำน้ำร้อนใช้ในสถานพยาบาล บ้านพักหรือสถานที่ห่างไกล เครื่องกลั่นน้ำใช้ในการอุตสาหกรรมหรืออาจกลั่นน้ำสำหรับดื่มในชนบทห่างไกลกันดารน้ำ หรือหน่วยทหารขนาดเล็ก เครื่องอบแห้งใช้อบผลผลิตทางเกษตร เช่น กล้วยตาก ปลาแห้ง เนื้อเค็ม ข้าว ฯลฯ การใช้เครื่องอบพลังแสงอาทิตย์ทำให้ผลผลิตแห้งเร็วกว่าตากแดดธรรมชาติ และยังป้องกันความเสียหายจากแมลงวัน สัตว์ต่าง ๆ รวมทั้งป้องกันฝนละออง ฝน หรือสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ปนลงไปอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีการประดิษฐ์เครื่องทำความเย็นพลังแสงอาทิตย์ เตาแสงอาทิตย์ เครื่องยนต์สเตอร์ลิงทำงานด้วยแสงอาทิตย์ (วุฑฒิ พันธมนาวิน 2521) ฯลฯ เป็นต้น

2. การนำพลังแสงอาทิตย์มาใช้โดยทางอ้อม เป็นขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานรูปอื่น แล้วจึงนำมาใช้อีกต่อหนึ่ง เช่นกังหันลม แม้ว่าจะอาศัยลมแต่ลมก็เกิดจากอิทธิพลของแสงอาทิตย์สามารถใช้กังหันลมทำประโยชน์ได้หลายอย่าง (ซึ่งจะกล่าวถึงในเรื่องพลังลมโดยเฉพาะ) นอกจากนั้นพลังแสงอาทิตย์ใช้ในการสังเคราะห์ทำให้เพิ่มชีวมวล) BIOMASS ของพืชเป็นอาหารและเชื้อเพลิงอย่างค้ำซึ่งจะออกมาในรูปของเซลลูโลสได้แก่เนื้อไม้ต่าง ๆ ในรูปของคาร์โบไฮเดรต เช่นน้ำอ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าวเหนียว ฯลฯ ออกมาในรูปของวัสดุเหลือทางเกษตร เช่นแกลบ ชังข้าวโพด ชานอ้อย ชี้เลื่อย กะลามะพร้าว มูลสัตว์ ใบไม้ ฯลฯ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้สามารถให้พลังงานแก่มนุษย์เป็นอย่างดีเช่นเราได้ใช้เซลลูโลสในรูปของใบไม้ ฟืน หรือเปลี่ยนเป็นถ่าน คาร์โบไฮเดรตในรูปแอลกอฮอล์ และใช้วัสดุเหลือทางเกษตรเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง เช่นเตาเศรษฐกิจและใช้มูลสัตว์มาผลิตก๊าซ เป็นต้น

พลังงานแสงอาทิตย์กำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง มีสถาบันต่าง ๆ กำลังทำการศึกษาค้นคว้าอย่างจริงจัง คาดว่าจะสามารถนำเครื่องมือเครื่องใช้แบบต่าง ๆ ที่ราคาไม่แพงนักไปให้ประชาชนได้ใช้กันต่อไป

## พลังงานจากลม

มนุษย์รู้จักใช้พลังลมมานานแล้ว การเดินเรือสมัยก่อนใช้เรือใบ นอกจากนั้น มนุษย์ยังรู้จักใช้พลังงานในการเกษตร เช่นวิดน้ำเข้านาหรือทำนาเกลือ เป็นต้น ปัจจุบันได้มีการพัฒนากังหันลมแบบต่าง ๆ เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูง ใช้กับเครื่องมือต่าง ๆ ได้หลายอย่าง เช่นใช้กับเครื่องสูบน้ำแบบลูกสูบ สามารถสูบน้ำขึ้นจากบ่อ หนอง คลอง และน้ำบาดาล ลึก ๆ ได้ นอกจากนั้นยังใช้กังหันลมในการเกษตร ทำสวน ทำไร่ ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยใช้กังหันลมชาร์จแบตเตอรี่ ในต่างประเทศหลายแห่งกำลังทดลอง เพื่อให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น แม้แต่ในประเทศไทยเองก็มีผู้ประดิษฐ์ได้แล้วเช่นกัน และกำลังพัฒนาให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ

กังหันลมที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทยมีชื่อเรียกต่างกัน เช่น กังหันก้าน กังหันกง กังหันใบพัด กังหันใบกา กังหันใบจัก เป็นต้น อาจมีชื่อเรียกต่างกันออกไปตามแต่ละท้องถิ่น มีทั้งแบบสองใบ สามใบ สี่ใบ บางแบบใบทำด้วยไม้ บางแบบทำด้วยผ้า บางแบบใบทำด้วยเสื่อรำแพน โดยมากมักเป็นวัสดุในท้องถิ่น ส่วนของต่างประเทศก็มีหลายแบบเช่นกัน

กังหันลมได้รับการพัฒนาไปมากจนถึงขั้นผลิตเป็นสินค้าได้แล้ว และมีผู้นิยมใช้กันมากขึ้น นับว่าเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงได้ คาดว่าในอนาคตการใช้พลังงานลมจะกว้างขวางยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเกษตรกรควรจะหันมาใช้พลังงานด้านนี้ให้มากขึ้น

## พลังงานจากน้ำ

คนไทยรู้จักใช้พลังงานน้ำให้เป็นประโยชน์มานานแล้ว เช่นการใช้หลักวิดน้ำในชนบทภาคเหนือและภาคกลางบางแห่ง สามารถวิดน้ำสำหรับการเกษตรได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันได้มีการสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ขึ้นทั่วทุกภาคเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ดังได้กล่าวแล้วแต่ต้นว่า เขื่อนเหล่านี้ไม่สามารถทำประโยชน์แก่ชนบทได้มากนัก โดยมากมักสนองความต้องการของเมืองเป็นหลัก จึงได้มีการคิดที่จะใช้กระแสน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าโดยให้กระแสน้ำหมุนเครื่องกังหันน้ำขนาดเล็ก เครื่องกังหันน้ำจะติดตั้งในเขตที่มีน้ำไหลแรงตลอดปี จากเครื่องกังหันน้ำจะมีเพลาคือไปขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถใช้ในหมู่บ้านได้ การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยวิธีนี้อาจเหมาะสมกับท้องถิ่นบางแห่งที่มีแหล่งน้ำที่ใช้การได้

## พลังงานจากไม้

พลังงานจากไม้ นับว่ามีความสำคัญต่อคนไทยเป็นอย่างมาก ในปี 2513 ประเทศไทย ใช้ไม้ 50 ล้านลูกบาศก์เมตร ในปี 2528 ประมาณว่าจะใช้ถึง 70 ล้านลูกบาศก์เมตร และปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) จะใช้ไม้ถึง 85 ล้านลูกบาศก์เมตร (อรุณ ชมชาญ 2521) แต่ ปริมาณป่าไม้ของไทยลดน้อยลงอย่างรวดเร็ว ฉะนั้นการใช้ไม้ให้ได้ประโยชน์สูงสุดจึงเป็นสิ่ง ควรทำ ซึ่งมีวิธีการหลายอย่าง เช่น

1. ควรใช้ไม้ให้เป็นประโยชน์สูงสุด เช่น ไม้เศษที่เหลือจากการทำไม้ซุง ได้แก่ ไม้คองอ ปลายไม้ เรือนยอด กิ่งก้าน และตอไม้ที่เหลือทิ้งไว้ในป่าปีละมากถึง 60% ของ ไม้ทั้งต้น นอกจากนั้นยังมีไม้ที่ตัดฟันจากการปลูกสร้างสวนป่า เศษไม้แปรรูปที่โรงเลื่อยไม้ สวนยางเก่า เป็นต้น

2. ใช้เตาเศรษฐกิจซึ่งสามารถใช้เชื้อเพลิง แกลบ หรือเศษไม้เป็นเชื้อเพลิง ได้มี การประดิษฐ์เตาเศรษฐกิจขึ้นมาหลายแบบ ซึ่งเหมาะสมสำหรับใช้ในชนบทเป็นอย่างดี มีประสิทธิภาพสูง ไม่ว่าจะเป็นพลังงานอื่น ๆ เท่าไร การใช้ไม้และฟืนก็ยังมีคามจำเป็นอยู่เสมอ ฉะนั้นนอกเหนือจากการใช้ไม้ให้ได้ประโยชน์สูงสุดแล้ว ควรจะมีเทคนิคที่เหมาะสมในด้านการ จัดการอื่น ๆ อีกด้วย

### 3. การปลูกสร้างสวนป่า

เนื่องจากมีราษฎรที่ยากจนเป็นจำนวนมากบุกรุกเผาป่าทำไร่เลื่อนลอยกันทั่ว ประเทศทำให้เนื้อที่ป่าลดน้อยลงอย่างรวดเร็ว 'การจัดการอย่างหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาขึ้น ก็คือ การปลูกสร้างป่าแบบหมู่บ้านป่าไม้โดยองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้เป็นผู้ดำเนินการ มีหน่วยงาน ปลูกป่าที่เปิดดำเนินการอยู่แล้ว 30 หน่วยปลูกป่าได้ปีละ 30,000 ไร่ (องค์การอุตสาหกรรม ป่าไม้ 2520) และมีเป้าหมายจะปลูกให้ได้ปีละสี่แสนไร่ (อรุณ ชมชาญ 2521)

การดำเนินงานนี้จะรับคนงานจากคนในท้องถิ่นให้เข้ามาทำงานโดยองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้จัดที่สำหรับเพาะปลูกให้ จัดบ้านให้อยู่รวมกันเป็นหมู่บ้าน มีโรงเรียน มีไฟฟ้า และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ เป็นอย่างดี เพราะฉะนั้นจะช่วยขจัดปัญหาการบุกรุกทำลายป่า ไปได้นอกเหนือจากการมีส่วนร่วมป่าเพิ่มขึ้น

#### 4. สนับสนุนให้เอกชนปลูกป่าเป็นอาชีพหรือปลูกในที่ดินรกร้างเปล่า

เนื่องจากความจำเป็นในการใช้พื้นที่ป่าไม้ มีมากขึ้น ประชาชนต้องซื้อในราคาแพง ราษฎรที่มีที่ดินรกร้างเปล่าจึงควรสนใจทำให้ที่ดินมีค่าขึ้นโดยการปลูกไม้โตเร็วต่างๆ เพื่อไว้ใช้สอยหรือทำเป็นเชื้อเพลิง ไม้ที่ควรปลูกจากคำแนะนำของกรมป่าไม้ ก็คือในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ควรปลูกมะม่วงหิมพานต์ กระถินบ้าน กระถินณรงค์ สะแก สะเดา มะขามป้อม และไม้กะบก เป็นต้น ภาคกลาง ควรปลูกสนทะเล สนประติพัทธ์ กระถินบ้าน กระถินณรงค์ มะม่วงหิมพานต์ เตย และสะแก ภาคเหนือควรปลูกไม้เต็ง ไม้กะบก มะขามป้อม ชีเหล็ก และภาคใต้ปลูกได้เกือบทุกชนิดดังกล่าวชื่อมาแล้ว นอกจากนั้นทุกภาคสามารถปลูกไม้กระถินยักษ์ได้ทั่วไป กระถินยักษ์เป็นไม้โตเร็ว ให้เนื้อไม้ทำฟืนและถ่านได้ดี และยังมีใบหนาแน่นเป็นอาหารสัตว์ได้ มีโรงงานรับซื้อ จึงสามารถขายเป็นรายได้อีกทางหนึ่ง

การปลูกไม้ต่างๆ เหล่านี้ นอกจากจะช่วยให้มีไม้ฟืน มีถ่าน หรือเอาไว้ใช้สอยสารพัดประโยชน์แล้ว ยังมีประโยชน์ในด้านอื่นๆ อีกมาก ทำให้พื้นที่ว่างเปล่า เช่น ขอบไร่ ปลายนา ริมห้วยหนองบึง เป็นที่ที่มีคุณค่าขึ้นมา ช่วยให้ดินชุ่มชื้น รักษาธรรมชาติให้สวยงาม รมรื่น ป้องกันการพังทลายของหน้าดินหรือที่ดินริมลำคลอง ถ้าปลูกหนาแน่นอาจบรรเทาความรุนแรงของลมพายุ ลมหนาวในฤดูหนาว ทำให้อากาศบริสุทธิ์ นอกจากนั้นยังเป็นที่อาศัยของสัตว์ต่างๆ ทำให้ระบบนิเวศของมนุษย์ดีขึ้นด้วย พืชพรรณหลายชนิดที่อาจก่อให้เกิดรายได้พิเศษ เช่น ไม้สะแก จามจุรี ไข่เลี้ยงครั่ง ขายเป็นไม้ใช้ในการก่อสร้าง ใช้ทำฟืน เผาถ่านโดยเฉพาะไม้สนประติพัทธ์ได้มีผู้ปลูกเป็นอาชีพกันหลายราย

การปลูกสนประติพัทธ์เป็นอาชีพแบ่งเป็นแปลงๆ อาจเป็นแปลงละ 6-10 ไร่ เนื่องจากสนประติพัทธ์จะตัดฟันขายได้เมื่ออายุ 7 ปี จึงควรปลูกเป็นแปลงๆ อย่างน้อย 7 แปลง เมื่อครบ 7 ปีก็ตัดแปลงที่ 1 แล้วปลูกใหม่ในที่เดิมทันที ปีที่แปดก็ตัดในแปลงที่ 2 แล้วปลูกแทนอีก ปีที่เก้าก็ตัดแปลงที่ 3 ต่อไปเรื่อยๆ โดยวิธีนี้เจ้าของก็มีไม้ขายทุกปี ไร่หนึ่งๆ ปลูกสนประติพัทธ์ได้ 300 ต้น ราคาอย่างต่ำตันละ 100 บาท ก็จะได้เงินปีละ 30,000 บาท เกษตรกรจึงน่าจะลองปลูกป่าแบบนี้กันดูบ้าง นอกจากนั้นก็น่าจะลองปลูกไม้กระถินยักษ์ซึ่งโตเร็วมากเช่นกัน แต่การใช้ประโยชน์ยังไม่เป็นที่แพร่หลายเท่าไรนัก อาจจะยังไม่เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปเหมือนไม้สนดังกล่าว

## 2.3 เทคโนโลยีที่เหมาะสมด้านอุตสาหกรรม

### ปัญหาของการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย

ประเทศที่เจริญแล้วทั้งหลาย ได้พัฒนาการอุตสาหกรรมด้วยการใช้เครื่องจักรกลที่ทันสมัยมีขนาดใหญ่โต และสลับซับซ้อน ใช้คนควบคุมการทำงานของเครื่องจักรเพียงไม่กี่คนแต่สามารถผลิตได้ปริมาณมาก จึงทำให้ประเทศอุตสาหกรรมเหล่านั้นส่งสินค้าไปขายประเทศต่าง ๆ ได้เปรียบดุลการค้าประเทศอื่น ๆ

แต่ถ้าพิจารณาให้ดีแล้วจะเห็นว่า ประเทศเหล่านั้นได้ประสบปัญหาต่างๆ ไม่น้อยเป็นต้นว่าปัญหาคนว่างงานก็ยังมีอยู่เพราะโรงงานใช้คนน้อย ปัญหาวัตถุดิบไม่เพียงพอ เพราะโรงงานใหญ่ต้องใช้ทรัพยากรมาก และปัญหามลภาวะต่างๆ ทั้งน้ำเสีย อากาศเสียรุนแรง จนกระทั่งประเทศอุตสาหกรรมใหญ่ๆ มีนโยบายที่จะยกโรงงานที่ก่อให้เกิดมลพิษ ออกไปตั้งในประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งบังเอิญไปตรงกับความต้องการของประเทศเหล่านั้นที่อยากได้โรงงานอุตสาหกรรมอยู่พอที

การที่ประเทศด้อยพัฒนาหรือประเทศกสิกรรมทั้งหลายต้องการจะให้ประเทศของตนเป็นประเทศอุตสาหกรรมเหมือนประเทศที่เจริญอื่น ๆ นั้นได้ก่อให้เกิดสังคมสองหน้า (นาทันทวิรูปักษ์ 2522) คือคนกลุ่มน้อยมีความเป็นอยู่อย่างทันสมัย หรุกร ฟูมเฟื่อย จนมองไม่เห็นความทุกข์ยากของคนส่วนใหญ่ที่อยู่ในชนบททั่วประเทศ การพัฒนาอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีด้านอื่น ๆ ในเมืองทำให้คนในที่ต่างๆ อพยพกันเข้ามาทำงาน ก่อให้เกิดปัญหาในเมือง เช่น ปัญหาสลัม ปัญหาที่อยู่อาศัย ปัญหาสุขภาพอนามัย ปัญหาการสาธารณสุขไปไกลไม่เพียงพอ ปัญหาอาชญากรรมถูกปล่อยปละละเลยจนน่าวิตก

การมุ่งส่งเสริมอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่สลับซับซ้อนก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ จึงควรพิจารณากันอย่างรอบคอบ

การพัฒนาอุตสาหกรรมสอดคล้องกับการเกษตรกรรม

เนื่องจากเราเป็นประเทศเกษตรกรรม ผลิตอาหารเกือบทุกชนิดได้เหลือสามารถส่งเป็นสินค้าออกได้และยังมีทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ อีกมากมาย เช่นป่าไม้ แร่ธาตุ สัตว์น้ำ ฯลฯ และยังได้ขุดพบแก๊สธรรมชาติและน้ำมันอีกด้วย เราไม่ควรจะขายทรัพยากรเหล่านั้นให้แก่ต่างชาติด้วยราคาถูกๆ เท่าที่ผ่านมาเราได้ขายทรัพยากรและผลผลิตของ

เราอย่างไม่คุ้มค่า เช่นขายสินแร่ต่าง ๆ ขายไม้ซุงทั้งท่อนโดยไม่มีการแปรรูป ขายปศุสัตว์เป็นๆ ให้แก่ฮ่องกง ญี่ปุ่น และสิงคโปร์ ขายถุง-พลาสติก ขายข้าวตั่วราคากันเองระหว่างพ่อค้าไทยด้วยกัน ขายข้าวโพดด้วยราคาถูกลงๆ ขายทุกอย่างแม้แต่สินแร่โมนาไซต์ ซึ่งเป็นแร่กัมมันตรังสีสำหรับใช้กับเตาปฏิกรณ์ปรมาณู ทั้งๆ ที่สินแร่เหล่านี้ควรเก็บไว้ใช้เองเมื่อเราจะมีโรงไฟฟ้าปรมาณูในอนาคต

ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับผลผลิตทางเกษตร ประเทศไทยควรจะพัฒนาอุตสาหกรรมให้ควบคู่กับการเกษตรกรรมด้วย โดยนำวัตถุดิบทางเกษตรมาแปรรูปเป็นอุตสาหกรรมเสียก่อน เช่นเอาข้าวโพดมาเลี้ยงสัตว์เสียก่อน แล้วจึงผลิตเป็นเนื้อกระป๋อง หรือส่งเป็นเนื้อแช่เย็นไปขาย ผลไม้ต่างๆ เช่น เงาะ ลำไย ลิ้นจี่ สับรด ก็ควรผลิตบรรจุกระป๋องส่งไปขายต่างประเทศ ไม้ซุงก็แปรรูปเป็นไม้ประติษฐาน หรือไม้แปรรูปเป็นสิ่งของหรือชิ้นส่วนสำเร็จรูป แม้แต่ยางพาราและวัตถุดิบอื่นๆ ก็เช่นเดียวกัน

ด้วยวิธีการเช่นนี้เราจะขายผลผลิตทางเกษตรของเราได้ราคาเพิ่มขึ้นเพราะมี VALUE ADDED หลายอย่างเพิ่มขึ้นจากกระบวนการผลิต จะทำให้ทั้งภาคเกษตรและภาคอุตสาหกรรมเจริญควบคู่กันไปอย่างดี

## 2.4 การใช้เทคโนโลยีพื้นบ้านของไทย

ทางเลือกที่ควรพิจารณาอย่างหนึ่งคือการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในระดับพื้นบ้าน การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยนั้นเป็นไปได้มาก เพราะเรามีแรงงานเหลือค่าแรงงานถูก วัตถุดิบและทรัพยากรมีมากสามารถผลิตแปรรูปทำให้มีมูลค่าเพิ่มก่อให้เกิดรายได้มากขึ้น จึงควรกระจายการอุตสาหกรรมสู่ส่วนต่างๆ ของประเทศให้กว้างขวางออกไป และส่งเสริมการอุตสาหกรรมในพื้นที่หรือระดับครอบครัวให้มากขึ้นก็จะเป็นอีกทางหนึ่งที่กระจายความเจริญทางเศรษฐกิจออกไปสู่ภูมิภาค อุตสาหกรรมในครอบครัวควรจะใช้อุปกรณ์ที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนราคาไม่แพง และสามารถใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างของอุตสาหกรรมในครอบครัวที่น่าจะเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมเช่น

เครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ แต่เดิมผู้ผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์กะเทาะเมล็ดโดยใช้มีดชนิคมธรรมดาทำให้เมล็ดแตกหักบิ่น ขายได้ราคาไม่ดี และทำได้ช้ามาก

กรมวิชาการเกษตรจึงได้คิดประดิษฐ์เครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ขึ้น 2 แบบ คือแบบเดี่ยว และแบบหมู่ (พ.น. มาลีวรรณ 2520) เครื่องแบบเดี่ยวใช้คนเพียงคนเดียว มือข้างหนึ่งหมุนเครื่องและอีกข้างหนึ่งบีบเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เข้าไป ผลผลิตได้วันละ 2-5 กิโลกรัมต่อคน ราคาปัจจุบันกิโลกรัมละไม่ต่ำกว่า 100 บาท จึงทำรายได้เพิ่มขึ้น ส่วนแบบหมู่นั้นอาจเดินเครื่องยนต์หรือไฟฟ้าก็ได้ เครื่องชุดหนึ่งใช้คน 8 คน หรือ 12 คน ตามขนาดของเครื่อง วันหนึ่งจะได้เมล็ดถึงประมาณ 40 กิโลกรัม จึงนับว่าเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัวที่ไม่เลวเลย

### เครื่องแกะเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

นอกจากเครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แล้ว ยังมีเครื่องแกะเปลือกเมล็ดซึ่งประดิษฐ์ขึ้นอย่างง่าย ๆ แต่ใช้ได้ดีมาก สามารถแกะเปลือกมะม่วงหิมพานต์ได้รวดเร็ว ยางจากเมล็ดไม่เปรอะเปื้อนมือ ซึ่งอาจเป็นอันตรายได้

เครื่องอบเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ใช้อบเมล็ดให้แห้งได้เร็วกว่าการตากแห้งและปลอดภัยจากเชื้อโรค หรือสัตว์รบกวน หรืออุปสรรคจากธรรมชาติ เช่น ฝนตก แดดไม่ดี ฝุ่นละออง ฯลฯ เป็นต้น

เครื่องจักตอกและผ่าหยาของกองอุตสาหกรรมในครอบครัว สามารถจักตอกและผ่าหยาได้สะดวกรวดเร็วกว่าใช้มีดธรรมดา

นอกจากนี้ยังมีอุตสาหกรรมในครอบครัวชนิดอื่น ๆ อีกมาก เช่น การประกอบรถจักรยาน รถสามล้อ รถม้า และล้อเลื่อนต่าง ๆ การต่อเรือโดยสาร เรือโยง เรือประมง เรือหางยาว (โดยเฉพาะเรือหางยาวเป็นที่สนใจของต่างประเทศมาก เพราะสามารถวิ่งได้เร็ว บรรทุกได้มาก กินน้ำมันเป็นประติษฐ์กรรมของคนไทย

จะเห็นได้ว่า การกระจายอุตสาหกรรมออกสู่ส่วนภูมิภาคให้เหมาะกับแหล่งวัตถุดิบ หรือการแปรรูปวัตถุดิบเป็นของสำเร็จรูป หรือการอุตสาหกรรมที่สอดคล้องกับผลผลิตทางเกษตร รวมทั้งการพัฒนาส่งเสริมอุตสาหกรรมในครอบครัว ล้วนแล้วแต่เป็นการกระจายความเจริญทางเศรษฐกิจไปยังคนส่วนใหญ่ ทำให้มีฐานะความเป็นอยู่ดีขึ้น

## 2.5 เทคโนโลยีที่เหมาะสมด้านการคมนาคมขนส่ง

สภาพการคมนาคมขนส่งปัจจุบัน พอจะแยกได้เป็น 3 ลักษณะคือการคมนาคมขนส่งในเมือง ในชนบทและการคมนาคมขนส่งระหว่างเมือง สภาพทั่วไปของปัญหามีดังนี้

### การคมนาคมขนส่งในเมือง

1. การคมนาคมในเมือง โดยเฉพาะกรุงเทพฯ มีปัญหามากเพราะจำนวนรถยนต์มีมากเกินไปเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ถนน ทำให้เกิดการติดขัด

2. ระบบการขนส่งมวลชนไม่ดี เช่นรถโดยสารประจำทางไม่พอหรือการบริหารไม่ดี ทำให้ไม่สะดวกในการโดยสาร

3. เติมเคยมีรถรางไฟฟ้า ซึ่งรับคนโดยสารได้มาก แต่ได้ยกเลิกไปหันมาส่งเสริมรถยนต์กันเป็นหลัก

4. คนมีค่านิยมในการมีรถยนต์ส่วนบุคคล ทำให้จำนวนรถยนต์มีมากเกินไป

5. กฎหมายจราจรไม่ได้รับการปฏิบัติตามเท่าที่ควร มีการฝ่าฝืนกฎจราจรกันมาก และเจ้าหน้าที่ผู้รักษากฎหมายไม่เคร่งครัด ทำให้การจราจรไม่มีระเบียบ

### การคมนาคมขนส่งในชนบท

1. ถนนไม่เพียงพอ บางท้องถิ่นไม่มีถนนหรือมีก็เป็นถนนชั่วคราวเมื่อฝนตกใช้การไม่ได้

2. ขาดแคลนยานพาหนะ

3. ค่าโดยสารแพง

### การคมนาคมขนส่งระหว่างเมือง

1. มีการส่งเสริมการขนส่งโดยรถยนต์โดยสารและรถบรรทุก

2. การขนส่งทางรถไฟและทางน้ำ ไม่ดีเท่าที่ควร

3. ค่าโดยสารแพง

4. เกิดอุบัติเหตุบ่อยๆ

### การนำเอาเทคโนโลยีที่เหมาะสมด้วยการคมนาคมขนส่งมาใช้

1. ปัญหาของเมือง

— ควบคุมปริมาณยานยนต์ให้น้อยลง ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น รถเก่าหมดอายุให้เลิกใช้ จะซื้อรถใหม่ต้องขออนุญาตตามเหตุผลและความจำเป็น เป็นต้น

- กำหนดโควตาการสร้างรถของโรงงานอุตสาหกรรมรถยนต์
- ส่งเสริมระบบการขนส่งมวลชนเช่น เพิ่มปริมาณรถโดยสารประจำทางให้เพียงพอต่อความต้องการ จัดระบบบริการให้ดีขึ้น รวมทั้งการจัดระบบขนส่งมวลชนอื่นๆ เช่น รถไฟฟ้า รถราง รถจักรยานยนต์ระหว่างชนเมือง เป็นต้น
- มีการตรวจสอบสภาพรถอย่างละเอียด และมีมาตรการห้ามรถเก่าหมดสภาพวิ่งบนถนน

- ให้ปฏิบัติตามกฎจราจรอย่างเคร่งครัด
- สร้างทางสำหรับจักรยาน ส่งเสริมให้ประชาชนให้จักรยานให้มากขึ้น

## 2. ปัญหาของชนบท

- สร้างถนนให้ทั่วถึง ทุกหมู่บ้าน เป็นถนนที่ใช้ได้ตลอดปี
- ส่งเสริมการใช้นานพาหนะในท้องถิ่น เช่น รถม้า ซึ่งกำลังน้อยลง
- จัดให้มีรถโดยสารจากหมู่บ้านเข้าสู่ตัวอำเภอ จังหวัดเป็นประจำวัน
- ส่งเสริมการใช้จักรยาน รถสามล้อ ในการไปมาระยะใกล้

## 3. ปัญหาของการคมนาคมขนส่งระหว่างเมือง

- ส่งเสริมการใช้รถไฟ รถจักรยานยนต์ระหว่างเมือง
- ปรับปรุงการขนส่งทางน้ำ เช่น การขนส่งสินค้าโดยเรือโยง เป็นต้น
- ส่งเสริมการคมนาคมทางทะเล เช่น การติดต่อทางภาคใต้
- ควรจัดให้มีรถไฟความเร็วสูงแบบของประเทศญี่ปุ่นวิ่งระหว่างเมืองใหญ่

เช่น จากเชียงใหม่ - กรุงเทพฯ - หาดใหญ่ - สุโขทัย และระหว่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือ - กรุงเทพฯ เป็นต้น จะทำให้การติดต่อเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก

## ด้านการใช้พลังงานในการคมนาคมขนส่ง

- ส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทน เช่น แอลกอฮอล์
- ให้ใช้น้ำมันอย่างประหยัดตามความจำเป็น
- แก๊สที่เราได้จากอ่าวไทย และน้ำมันซึ่งควรนำมาใช้เฉพาะในประเทศเท่านั้น

ไม่ควรจะขายให้ต่างชาติ และจำเป็นต้องใช้อย่างประหยัดด้วย

## ตัวอย่างเทคโนโลยีพื้นบ้านที่ใช้ในการขนส่ง

### 1. เรือโยง

เรือโยงมีใช้กันมากในบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยา ตัวเรือทำด้วยไม้ หรือเหล็ก มีระวางบรรทุกของได้มาก ลำหนึ่ง ๆ สามารถบรรทุกข้าวสาร ข้าวโพด มันสำปะหลัง หรือสินค้าอื่น ๆ ได้หลายสิบกตันโดยมากจะขนส่งผลผลิตทางเกษตรในบริเวณจังหวัด ภาคกลางลงไปยังกรุงเทพและท่าเรือคลองเตย ชาชนก็ขนส่งสินค้าต่าง ๆ จากท่าเรือคลองเตยหรือจากกรุงเทพไปส่งยังจังหวัดต่าง ๆ เรือโยงแต่ละลำจะโยงต่อกันด้วยเชือกลากจูงด้วยเรือยนต์ ขบวนเรือโยงขบวนหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยเรือตั้งแต่ 2 ลำขึ้นไป อาจถึง 5-6-7-8 ลำก็ได้ แล้วแต่กำลังของเรือยนต์ที่ลากจูง ส่วนดีของขบวนเรือโยงก็คือขนส่งสินค้าแต่ละเที่ยวได้ปริมาณมาก เรือยนต์ที่ใช้ลากจูงเพียงลำเดียว ใช้น้ำมันประหยัดกว่าการขนส่งด้วยรถบรรทุก สถิติอุบัติเหตุกันน้อยที่สุด จึงเป็นเทคโนโลยีที่ควรส่งเสริมให้ใช้กันกว้างขวางยิ่งขึ้น ไม่เฉพาะในแม่น้ำเจ้าพระยาเท่านั้น แต่ควรจะนำไปใช้ในแหล่งอื่น ๆ ด้วย เช่นการขนส่งอ้อยในบริเวณแม่น้ำแม่กลอง การขนส่งสินค้าบริเวณจังหวัดชายฝั่งบางแห่งก็อาจทำได้เช่นกัน

### 2. รถม้า

รถม้าเป็นยานพาหนะที่มีมาตั้งแต่โบราณ อย่างไรก็ตามในยุคปัจจุบันก็นับว่ามีประโยชน์อยู่เป็นอันมาก แต่น่าเสียดายที่มีรถม้าใช้กันอยู่เพียงแห่งเดียวคือที่จังหวัดลำปาง และมีอยู่ประมาณ 100 คันเศษเท่านั้น (จากการสัมภาษณ์นายกสมาคมรถม้าลำปางเมื่อเดือนตุลาคม 2522) รถม้าบรรทุกคนโดยสารได้ 6 ที่นั่ง และบรรทุกของอื่น ๆ ได้อีกพอสมควร จึงเหมาะที่จะใช้รับส่งคนทั้งในเมืองและนอกเมืองที่ไม่ไกลจนเกินไป การใช้รถม้าไม่จำเป็นต้องพึ่งน้ำมันเชื้อเพลิงเลยเพียงแต่เลี้ยงม้าด้วยหญ้า ข้าวเปลือก รำ หรือผลไม้เช่นกล้วยบ้างวันหนึ่ง ๆ เสียเงินเลี้ยงม้าเพียงไม่มาก แต่ทำรายได้ให้เจ้าของมากพอควรทีเดียวโดยเฉพาะในจังหวัดลำปางถือเป็นเอกลักษณ์อย่างหนึ่งเป็นที่ชื่นชมของนักท่องเที่ยวมาก จะเห็นได้ว่าผลดีของรถม้ายังมีอยู่เป็นอย่างสูง ถ้าจังหวัดอื่น ๆ จะริเริ่มให้มีขึ้นบ้างก็จะมีผลดีไม่น้อย

### 3. รถจักรยาน

จักรยานสองล้อหรือสามล้อ เหมาะที่จะใช้ในระยะใกล้ ไม่ว่าจะเป็นในเมืองในชนบท หรือการนันทนาการ จักรยานสองล้อหรือสามล้อนอกจากจะไม่เปลืองน้ำมันแล้วยัง

เป็นการบริหารร่างกายที่ดีอย่างหนึ่งการใช้จักรยานในชนบทสามารถใช้ได้ทุกแห่งแม้แต่บนคันนา ก็ใช้เป็นทางจักรยานได้ สำหรับในเมืองใหญ่เช่นกรุงเทพฯ มีรถยนต์มาก การใช้จักรยานจึงมีอุปสรรค แต่ถ้าจัดให้มีทางเฉพาะสำหรับจักรยานแล้ว เชื่อว่าจะมีผู้นิยมมากขึ้น

ในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ประชาชนใช้จักรยานกันอย่างกว้างขวาง จำนวนรถยนต์มีน้อย จึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาอากาศเป็นพิษ ไม่มีปัญหาการจราจรติดขัด และยังประหยัดน้ำมันได้อีกมากทีเดียว ตรงข้ามกับประเทศไทยไม่มีการควบคุมปริมาณยานยนต์ ใครจะมีครอบครองที่คันก็ได้ ผลก็คือประเทศไทยเกือบล้มละลาย เพราะทำเงินไม่พอต้องขาดดุลการค้ากับน้ำมัน ๆ ล้านบาททุกปี

จักรยานสามล้อ เป็นอีกส่วนหนึ่งที่ยังช่วยให้คนยากจนมีงานทำพอจะดำรงชีวิตอยู่ได้ เป็นสิ่งที่ไม่ควรจมองข้ามไปเสีย หลายคนมักจะคิดว่าเป็นเรื่องล้าสมัย เชื่องช้า แต่ถ้ามพิจารณาให้ดีแล้วจักรยานสามล้อยังเป็นที่นิยมของประชาชนอยู่มากทีเดียว โดยเฉพาะการสัญจรไปมาในตัวเมืองระยะใกล้

นอกจากนั้นการใช้จักรยานกันมาก ๆ จะช่วยให้คนมีงานอื่น ๆ ทำอีกหลายอย่าง เช่นการซ่อมรถ การซ่อมรถ ฯลฯ เป็นต้น จึงนับว่าเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมได้อีกอย่างหนึ่ง

## 2. เทคโนโลยีที่เหมาะสมทางการแพทย์และสาธารณสุข

การผลิตแพทย์แต่ละคนต้องลงทุนและใช้เวลาหลายปี จึงไม่ค่อยพอกับความต้องการ แพทย์มักจะไปศึกษาต่อหรือไปทำงานในต่างประเทศกันมาก แพทย์ที่ไปเรียนต่อต่างประเทศกลับมาแล้วมักจะนำวิชาการแบบตะวันตกมาใช้ไม่ค่อยได้ผล เพราะความแตกต่างกันทางด้านสังคม เศรษฐกิจ ขนบธรรมเนียมประเพณี เครื่องมืออุปกรณ์ทางการแพทย์ไม่พร้อม ปัญหาความยากจน ฯลฯ ได้มีผู้วิจัยพบว่านักวิชาการที่ไปศึกษาจนจบปริญญาเอกในต่างประเทศแล้วกลับมาทำงานในประเทศไทยไม่คุ้มกับการลงทุน เพราะไม่สามารถช่วยพัฒนาให้ประชาชนอยู่ดีกินดีไปกว่าเดิมได้ (เทพนม เมืองแมน 2522)

ประชาชนในประเทศไทยส่วนใหญ่ยังยากจน การรักษาพยาบาลจะเรียกเก็บเงินแพง ๆ ไม่ค่อยได้ แพทย์ส่วนหนึ่งจึงมักไปทำงานในต่างประเทศเพราะมีรายได้ดีกว่าหลายเท่า ทำให้ยิ่งขาดแคลนแพทย์ลงอีก ผลก็คือประชาชนต้องได้รับความลำบากในการรักษาพยาบาลอยู่มาก

การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมทางการแพทย์และสาธารณสุขจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งหมายความรวมถึงเครื่องมือเครื่องใช้ที่เหมาะสม วิธีการที่เหมาะสม รวมตลอดจนความเหมาะสมในด้านการใช้วัสดุ ขนบธรรมเนียมของท้องถิ่น ฯลฯ เป็นต้น การจัดบริการด้านการแพทย์และสาธารณสุข จึงควรอยู่ในหัวข้อต่อไปนี้

1. การจัดบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุขอย่างเพียงพอ ไม่เฉพาะแพทย์เท่านั้น แต่ควรมีพยาบาล และบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุขอื่น ๆ อย่างทั่วถึง
2. การจัดระบบการให้บริการทางทันตสุขภาพอนามัยแก่ชุมชน
3. การจัดบริการสุขภาพต้องทำควบคู่กับการพัฒนาท้องถิ่นทุกด้าน การที่ประชาชนจะมีสุขภาพดีปราศจากโรค จะต้องมียोगค์ประกอบอื่น ๆ คือ
  - มีอาชีพ มีรายได้มั่นคง
  - มีอาหารสมบูรณ์ครบส่วน
  - ที่อยู่อาศัยถูกสุขลักษณะ
  - เครื่องนุ่งห่มสะอาด
  - มีแหล่งพลังงานเพียงพอ
  - มีเครื่องมือเครื่องใช้ทางการเกษตรตามควรแก่สภาพ
  - มียารักษาโรคเพียงพอ
  - มีการกำจัดของเสียตามหลักสุขาภิบาล
  - มีความปลอดภัย
4. ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรพื้นบ้าน
5. จัดหาเงินทุนสำหรับบริการทางสุขภาพอนามัยแก่ชุมชน
6. พัฒนาบุคลากรทางด้านสาธารณสุข
7. ประเมินความต้องการทางการแพทย์และอนามัยของแต่ละชุมชน
8. จัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานทางทันตให้บริการสุขภาพอนามัย จากหัวข้อดังกล่าวทั้งหมดนี้ พอจะสรุปตามแนวทางที่องค์การอนามัยโลกได้เสนอแนะเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับประเทศด้อยพัฒนาได้คือ

1. เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการให้บริการทางสุขภาพ
2. การศึกษาและฝึกอบรม
3. การจัดสิ่งแวดลอมที่เหมาะสมต่อสุขภาพอนามัย
4. การบริหารทางด้านการให้บริการสุขภาพอนามัย

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังดำเนินการด้านเทคโนโลยีที่เหมาะสมทางการแพทย์ไปบ้างแล้ว เช่น โครงการแพทย์อาสาในสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี ออกไปรักษาพยาบาลผู้ป่วยในท้องถิ่นทุรกันดาร ทำให้ประชาชนพบกับชีวิตที่ดีขึ้น

นอกจากนั้นยังมีการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมทางการแพทย์ในด้านอื่น ๆ เช่นการส่งเสริมการใช้ยาสมุนไพร และแพทย์สมัยโบราณ การคิดวิธีการทำหมันโดยเครื่องมือ "รามาศิขิ" การผลิตน้ำปลาไฮโอคีน ก็เป็นสิ่งที่เหมาะสมอีกตัวอย่างหนึ่ง

### 3. ประวัติความเป็นมาของเทคโนโลยีที่เหมาะสม

การค้นคว้าและการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม - นับวันจะมีความสำคัญยิ่งขึ้น กล่าวได้ว่า มหาตมะ คานธี เป็นผู้ริเริ่มแนวความคิดในการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาพัฒนาหมู่บ้านล้าหลังและยากจนของประเทศอินเดีย ต่อมา ดร.อี.เอฟ. ชูมาเชอร์ (E.F. SCHUMACHER) ชาวอังกฤษได้เห็นความสำคัญของการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมไปใช้ เขานิยมชมชอบผลงานของมหาตมะ คานธี เป็นอันมาก ได้เขียนหนังสือชื่อ SMALL IS BEAUTIFUL กล่าวถึงหลักและรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เหมาะสม เป็นหนังสือที่ถูกนำไปใช้อ้างอิงกันอย่างกว้างขวางทั่วโลก นอกจากนั้นยังมีบุคคลสำคัญ ๆ ที่สนใจงานด้านนี้อีกมากมายหลายคน เช่น ดร. พี.ดี.ดันน์ (P.D. DUNN) ได้เขียนหนังสือเรื่อง Appropriate Technology - Technology with a Human Face อีริก เอกโฮมเขียนเรื่อง The Losing Ground และ A.K.N. REDDY แห่งอินเดีย ก็เป็นบุคคลที่สนใจเรื่องนี้มากที่สุดคนหนึ่งในปัจจุบัน

สำหรับหน่วยงานและองค์การที่เกี่ยวข้องกับงานด้านนี้ ในประเทศต่าง ๆ มีหลายแห่ง เช่น Ministry of Overseas Development (กระทรวงพัฒนาโพ้นทะเลแห่งประเทศไทย) องค์การ USAID แห่งสหรัฐอเมริกา MASSACHUSETTE INSTITUTE

OF TECHNOLOGY สหรัฐอเมริกา, UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM (โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ) องค์การ VITA แห่งสหรัฐอเมริกา องค์การ BRUCE ในกานา องค์การ TOOL ในเนเธอร์แลนด์ เป็นต้น องค์การและหน่วยงานต่าง ๆ เหล่านี้ ให้ความสนใจในการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ให้กว้างขวางยิ่งขึ้นโดยมีวิธีดำเนินงานต่าง ๆ กัน

ในประเทศไทยก็ได้เริ่มมีแนวความคิดนี้ขึ้นแล้ว โดยคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลได้ริเริ่มให้มีการสัมมนาเรื่อง “เทคโนโลยีที่เหมาะสม” เมื่อเดือนธันวาคม 2522 เพื่อเป็นแนวทางในการกระตุ้นส่งเสริมให้มีการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในประเทศไทยให้กว้างขวางต่อไป นอกจากนั้นยังมีหน่วยงานต่าง ๆ ที่ได้ดำเนินการเกี่ยวกับเรื่องนี้อยู่บ้างแล้ว เช่นสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ค้นคว้าวิจัยหนักในด้านพลังงานแสงอาทิตย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเน้นด้านพลังงานแสงอาทิตย์เช่นกัน กรมวิชาการเกษตร ประดิษฐ์คิดค้นในด้านการเครื่องมือเครื่องใช้ในการเกษตร กองทัตถกรรมในครอบครัว กระทรวงอุตสาหกรรม มุ่งส่งเสริมอุตสาหกรรมในครัวเรือน กรมชลประทาน ดำเนินการเกี่ยวกับชลประทานขนาดเล็กสำหรับชนบท กระทรวงสาธารณสุข เน้นในด้านการรักษาพยาบาลและสาธารณสุข นอกจากนี้ก็มีสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เป็นต้น.

# หลักวิทยาศาสตร์การฟกช้ำ

เจริญ รองเดช

วารสารสุขภาพประจำเดือนธันวาคม 2526 ได้กล่าวถึงรายงานสุขภาพว่าเวชศาสตร์ป้องกันในประเทศฝรั่งเศสได้รายงานผลการวิจัยระยะ 10 ปี เพื่อวิจัยโรคหัวใจและหลอดเลือดแก่บุคคลระดับผู้จัดการ จำนวน 2,000 คน เป็นชายร้อยละ 92 หญิงร้อยละ 8 อายุเฉลี่ย 46 ปี แบ่งออกตามอายุระดับต่าง ๆ ดังนี้

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| อายุระหว่าง 30-39 ปี | ร้อยละ 25 |
| 40-49 ปี             | ร้อยละ 45 |
| 50-59 ปี             | ร้อยละ 22 |
| 60 ปีขึ้นไป          | ร้อยละ 8  |

ผลการวิจัยที่น่าสนใจมากที่สุดคือ บรรดาผู้มาตรวจซึ่งถูกภายนอกว่าเป็นคนปกติจำนวน 11 พบที่เป็นคนปกติจริงเพียงร้อยละ 21 เท่านั้น นอกนั้นมีอาการผิดปกติดังนี้

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| โรคระบบทางเดินอาหาร | ร้อยละ 12 |
| ภาวะจิตไม่ปกติ      | ร้อยละ 8  |
| เบาหวาน             | ร้อยละ 6  |
| ต่อมลูกหมากโต       | ร้อยละ 5  |
| แรงดันเลือดสูง      | ร้อยละ 4  |
| โรคทางเดินลมหายใจ   | ร้อยละ 4  |
| นิ่วปัสสาวะ         | ร้อยละ 3  |

นอกจากนี้โรคอ้วนเกินปกติ เป็นโรคที่มีมากที่สุดร้อยละ 37 และยังพบว่ามิใช่ไขมันเลือดสูงกว่าร้อยละ 30

สรุปผลจากรายงานนี้จะเห็นว่า ภาวะเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจที่สำคัญที่สุดคือการทำงานแบบนั่งอยู่กับโต๊ะทั้งวัน การวิจัยนี้ได้เสนอแนะวิธีป้องกันโดยให้เคลื่อนไหว อิริยาบถและออกกำลังกายบ้าง จากการวิจัยเป็นเวลานานถึง 10 ปีนี้ น่าจะเป็นเหตุผลอย่างดี

ให้เชื่อได้ว่าคนที่ขาดการออกกำลังกายเป็นคนขาดสมรรถภาพทางกายและมีภาวะเสี่ยงภัยต่อโรคต่าง ๆ สูงจนน่าตกใจและน่าจะเป็นแรงผลักดันให้ผู้ที่ไม่ค่อยได้ออกกำลังกายเริ่มลงมือที่จะออกกำลังกายหรือไม่แต่ก็ยังมีคนจำนวนมากที่รู้สึกเฉย ๆ เพราะคนที่ไม่มีโรคย่อมยังไม่เห็นคุณค่าของสุขภาพน้อยกว่าคนเป็นโรค

สาเหตุที่ทำให้คนขาดการออกกำลังกายหรือออกกำลังกายไม่ได้มีหลายอย่าง ส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่ทุกคนรู้ เข้าใจแต่เกิดจากการปล่อยปละละเลยบ้าง มีภาวะจำยอมบ้าง อาจสรุปได้ดังนี้

1. นิัยไม่ชอบการออกกำลังกาย (ไม่ชอบเหนื่อย)
2. ไม่มีเวลา
3. ไม่มีสถานที่และเครื่องอำนวยความสะดวก
4. ไม่รู้จักวิธีออกกำลังกายที่เหมาะสมกับตน
5. ไม่รู้คุณค่าของการออกกำลังกายอย่างแท้จริง

ปัญหาเหล่านี้ความจริงเป็นปัญหาที่ถ้ามองอย่างผิวเผินจะแก้ไม่ยากนัก แต่แท้จริงเป็นปัญหาที่สำคัญทีเดียว เพราะการแก้ทัศนคติให้หันมาออกกำลังกายไม่ใช่ของง่าย ๆ แต่เกิดมาจากปัญหาเหล่านี้ผูกพันกันเป็นลูกโซ่คือทำที่ของคนที่ไม่ชอบการออกกำลังกายเป็นทุนอยู่แล้วย่อมทำให้ไม่ยอมออกกำลังกาย แม้จะมีเวลาก็เหมือนไม่มี การหาที่ออกกำลังกายและหาอุปกรณ์ก็จะยิ่งห่างไกลความคิดคำนึงมากขึ้น สาเหตุ 3 ประการแรกอาจมีผลมาจาก 2 ประการหลังคือไม่มีความรู้ในหลักการออกกำลังกายว่าตนมีเวลาเท่านี้ร่างกายอย่างนี้ควรออกกำลังกายขนาดไหน กำลังน้อยก็ออกกำลังกายน้อยไปก่อน กำลังมากก็หนัก ๆ ไล่ไม่เหมือนกัน หากเป็นอย่างนี้จะไม่เบื่อหน่ายและเลิกไปเสียก่อนที่จะทราบผลของการออกกำลังกายว่าเป็นผลดีอย่างไรทำให้ร่างกายพัฒนาขึ้นอย่างไรและเกิดสมรรถภาพทางกายอย่างไร ลองดูผลการทดลองของนายแพทย์ริชาร์ดสัน ที่ทดลองกับผู้ทำงานแบบนั่งโต๊ะทั้งวัน 9 คน อายุระหว่าง 39-59 ปี เริ่มโดยการให้เดิน ๆ วิ่ง ๆ ในระยะใกล้ เป็นเวลา 30 สัปดาห์ แล้วจึงค่อยเพิ่มระยะทางขึ้นเรื่อย ๆ สัปดาห์ละ 10 นาทีก่อนแล้วค่อยเพิ่มเวลาเป็น 30-35 นาที ระยะทางจาก 1.5 ไมล์เป็น 7.5 ไมล์ ต่อสัปดาห์ ให้ปฏิบัติเป็นเวลานาน 2 ปี ดังนั้นใน 2 ปี ทั้ง 9 คน จะออกกำลังกายได้ทุกวัน ๆ วิ่ง ๆ เป็นระยะทาง 738 ไมล์

ผลการตรวจภายหลัง 2 ปี และ 12 เดือน เป็นดังนี้<sup>๕๒</sup>

1. การเปลี่ยนแปลงทางทรวดทรง (Posture) ดีขึ้นเห็นได้ชัด

2. คนอ้วน น้ำหนักลดลง 6%

ไขมันลดลง 20%

3. ทุกคนมีความแข็งแรงดีกว่าเดิมมาก

4. คนผอมล่ำสันขึ้น จนปรากฏให้เห็นภายนอก

ผลปรากฏจากการทดลองนี้ทำให้ทราบชัดเจนว่า หากการออกกำลังกายสม่ำเสมอเป็นเวลานานก็จะเกิดผลต่อรูปร่างกายมากขึ้นตามเอกัตภาพ

### การออกกำลังกายเพิ่มประสิทธิภาพของร่างกาย

ถ้าจะเปรียบเทียบการออกกำลังกายเป็นการจ่ายก็จะเป็นการจ่ายที่ยังมีรายรับวกกลับมาหาผู้จ่ายมากกว่าปริมาณที่จ่ายไป นั่นคือการออกกำลังกายจะทำให้เพิ่มกำลังกาย เพิ่มขึ้นอย่างไรตัวเลขเหล่านี้คงจะทำให้เห็นได้

ก. การเปลี่ยนแปลงร่างกายขณะออกกำลังกาย

1. การเปลี่ยนแปลงในระบบการหายใจและการไหลเวียนเลือด

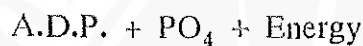
| สิ่งที่เปลี่ยนแปลง                   | สภาพปกติของร่างกาย                           | ระหว่างออกกำลังกาย                                |
|--------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| อัตราการหายใจ                        | 17-18 ครั้ง/นาที                             | เกิน 40 ครั้ง/นาที                                |
| ปริมาณอากาศเข้าปอดต่อครั้ง           | 500 ลบ.ซม.<br>(8-9 ลิตร/นาที)                | เกิน 800-1600 ลบ.ซม.<br>(50-100 ลิตร/นาที)        |
| ร่างกายได้ $O_2$ ไปใช้               | 250 ลบ.ซม.                                   | 1,250-3750 ลบ.ซม./นาที<br>(มากกว่าปกติ 5-15 เท่า) |
| ชีพจรเต้น                            | 72 ครั้ง/นาที                                | 160-180 ครั้ง/นาที                                |
| การสูบฉีดเลือด                       | 4-5 ลิตร/นาที                                | 30-40 ลิตร/นาที                                   |
| ปริมาณเลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อต่อนาที | 2 ลบ.ซม./100 กรัม<br>(100 กรัมของกล้ามเนื้อ) | 30 ลบ.ซม./100 กรัม                                |

## 2. การเปลี่ยนแปลงในกล้ามเนื้อ

ในขณะที่ออกกำลังกายร่างกายได้กำลังจากสารต่างๆ ภายใน Cell ที่ร่างกายเก็บไว้จากสารอาหารดังนี้

### 2.1 A.T.P. (adenosine triphosphate)

↓ สลายตัว



### 2.2 C.P. (creatine phosphate)

↓ สลายตัว

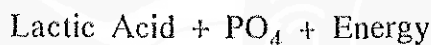


### 2.3 Glycogen

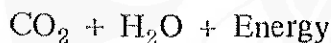
↓ สลายตัว



↓



↓



จากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเหล่านี้พอจะอธิบายได้ว่าสารต่างๆ ที่ร่างกายได้จากอาหารซึ่งรับประทานเป็นประจำนั้นจะให้พลังงานแก่ร่างกายเมื่อออกกำลังกายดังนี้

1. A.T.P. และ C.P. ให้พลังงานเพื่อการทำงานและออกกำลังกายทั่วๆ ไป
2. Glycogen ให้พลังงานที่ต้องทำนานๆ ได้แก่พลังงานในการเคลื่อนไหวในการดำรงชีวิตตามปกติ เช่น การเดิน นั่ง ฯลฯ และหากสาร A.T.P., C.P. ไม่พอ Glycogen ก็จำเป็นต้องใช้แทนกันได้เสมอ โดยปกติ Lactic Acid จากการสลายตัวของ Glycogen จะมี 10-20 Mg ต่อ 100 gm ของกล้ามเนื้อ แต่พอออกกำลังกายจะมี Lactic Acid ในเลือดเพิ่มสูงขึ้นด้วย 300-400 Mg. ต่อ 100 gm ของกล้ามเนื้อ แต่หากมีสูงมากก็อาจเป็นอันตรายถึงตายได้ เช่น ถ้ามี Lactic Acid ในเลือดถึง 600 Mg ต่อ 100 gm อาจทำให้คนตายทันที Lactic

Acid ในเลือดจะไหลเวียนไปยังตับ เมื่อไปถึงตับจะเปลี่ยนเป็น glycogen ใหม่ ในทำนองเดียวกับสาร A.T.P. และ C.P. ก็จะสังเคราะห์กลับมาใหม่ได้เสมอ โดยขบวนการนี้การออกกำลังกายจึงไม่ทำให้หมดกำลังแต่จะทำให้เพิ่มกำลัง โดยร่างกายจะกระตุ้นให้การรับประทานอาหารมากขึ้น และร่างกายจะแข็งแรงขึ้น น้ำตาลในเลือดและไขมันที่ขึ้นผนังเส้นเลือด กล้ามเนื้อจะถูกสลายตัวไปเพราะความร้อนจึงทำให้คนเสี่ยงภัยต่อโรคหลอดเลือดหัวใจน้อย และโรคเบาหวานน้อยด้วย

#### ข. การเปลี่ยนแปลงของร่างกายหลังการออกกำลังกาย

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในร่างกายที่กล่าวมาแล้ว ย่อมเป็นผลให้การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ด้านความมีประสิทธิภาพของอวัยวะต่างๆ และการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนภายนอก (Physical appearance) ก็จะเกิดขึ้นดังนี้

1. สุขภาพในระบบการไหลเวียนดีขึ้น ผนังหัวใจจะหนาขึ้นเพิ่มแรงสูบฉีด (squeeze) ให้มากขึ้น มีความจุของหัวใจเพิ่มขึ้น การสูบฉีดแต่ละครั้งก็ได้ปริมาณเลือดไปไหลเวียนมากขึ้น ซึ่งจะเปรียบเทียบกับคนไม่ออกกำลังกายหรือขาดการฝึกดังนี้

#### ไทย (ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา)

|                   |                |            |
|-------------------|----------------|------------|
| ผู้ไม่ออกกำลังกาย | ความจุของหัวใจ | 525 ลบ.ซม. |
| วิ่งระยะสั้น      | „              | 558 ลบ.ซม. |
| วิ่งระยะไกล       | „              | 710 ลบ.ซม. |
| จักรยานทางไกล     | „              | 782 ลบ.ซม. |
| เล่นฟุตบอล        | „              | 682 ลบ.ซม. |

#### ยุโรป

|                        |   |                 |
|------------------------|---|-----------------|
| ผู้ไม่ออกกำลังกาย      | „ | 700-800 ลบ.ซม.  |
| ผู้ที่ออกกำลังกายประจำ | „ | 900-1200 ลบ.ซม. |

#### ชีพจร (pulse)

|               |                  |                  |
|---------------|------------------|------------------|
| คนปกติ        | อัตราชีพจรประมาณ | 72 ครั้ง/นาที    |
| คนออกกำลังกาย |                  | 60-68 ครั้ง/นาที |

เมื่อปรากฏทั้งนี้ย่อมเป็นผลดีต่อหัวใจที่ทำงานสลับกันน้อยครั้ง แต่ได้เลือดไปเลี้ยงร่างกายครั้งละมากๆ จึงเป็นการเปลืองกำลังน้อยกว่า ประหยัดพลังงาน จึงเหนื่อยน้อยกว่า เพราะผลรวมของกำลังงานที่ใช้ในวันหนึ่งๆ ของร่างกายจะน้อยลง พลังงานทั้งหมดของร่างกายเกิดจาก

1. Basal Metabolism คือพลังงานจากการทำงานของอวัยวะภายในทั้งหมด
2. พลังงานจากการทำกิจกรรม (Activities)
3. พลังงานจากการใช้เพื่อกระตุ้นการย่อยอาหาร (specific dynamic action of food)

เมื่ออวัยวะมีสุขภาพที่การทำงานก็เปลืองกำลังงานน้อยนั่นคือร่างกายทำงานน้อยแต่ได้งานมาก ถือว่าร่างกายมีประสิทธิภาพหรือสมรรถภาพของร่างกายดี

นอกจากนี้จะเห็นได้จากการตรวจเลือดจะพบว่าปริมาณเม็ดเลือดแดงและ Haemoglobin จะสูงขึ้น ความเป็นกรดต่ำ (pH) ในเลือดมีค่ากลางๆ จึงผลเป็นดีต่อร่างกาย ทำให้มีความแข็งแรงและเหนื่อยช้า

2. สุขภาพของปอด การออกกำลังจะทำให้ปอดมีความจุเพิ่มขึ้นคือ

คนปกติไม่ออกกำลังปอดมีความจุ 2,000-3,000 ลบ.ซม.

คนออกกำลังกาย ปอดมีความจุ 4,000-6,000 ลบ.ซม.

ความจุปอดที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นผลให้  $O_2$  ที่จะนำไปฟอกโลหิตและทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายมีมากขึ้น ทำให้ร่างกายทำงานได้นานๆ โดยไม่เหนื่อยง่าย

3. สุขภาพของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อมีใยกล้ามเนื้อมากขึ้นทำให้โตขึ้น Glycogen ที่เก็บสะสมมีมากขึ้น จึงมีกำลังสำรองไว้มาก Glycogen เมื่อสลายจะให้ lactic acid 4 ใน 5 ของ Lactic Acid จะสลายเป็นของเสีย 1 ใน 5 จะถูกสังเคราะห์เป็น Glycogen ใหม่ พลังงานจึงเกิดสำรองได้มากเสมอ

4. ระบบโครงกระดูก

4.1 กระดูกจะหนา กว้างโต ยาว ทำให้โครงกระดูกกว้าง สามารถผลิตเม็ดเลือดได้มาก

4.2 เพิ่มความสูง โดยกระดูกอ่อนที่เชื่อมต่อของปลายกระดูกจะยืดเวลาการติดกันออกไปอีกการที่กระดูกอ่อนระหว่างปลายกระดูก ติดกันช้าจะทำให้การหยุดเติบโตในทางส่วนสูงจะดำเนินต่อไป คนจะสูงขึ้น

5. สุขภาพในระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine gland) จะดีขึ้นโดยเลือกไฮโปไธลิ่งมากขึ้น เช่น ไตจะขับถ่ายของเสียได้ดีขึ้นทุกต่อมในไต โดยเฉพาะต่อมที่ผลิต อินซูลิน ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการเผาผลาญน้ำตาลจะทำงานดีขึ้นจะเพิ่มความปลอดภัยจากโรคเบาหวานขึ้น

### คนเราต้องการอะไรจากออกกกำลังกาย

ต่อกำถามนี้ถ้าจะตอบอย่างกว้างๆ ก็พอจะตอบได้ว่า “คนเราต้องการให้ร่างกายแข็งแรงต่อสู้กับโรคร้ายไข้เจ็บได้” นั่นเป็นความเข้าใจของคนทั่วไป ซึ่งดูเหมือนว่าการออกกกำลังกายจะไม่ยากเย็นอะไรออกกกำลังกายเมื่อใดก็จะมีสุขภาพดีเหมือนนั้น ความหวังเหล่านั้นเป็นความเข้าใจว่า เพราะความจริงก่อนที่ร่างกายจะแข็งแรงและมีสุขภาพดีนั้น ร่างกายจะต้องเปลี่ยนแปลงในระบบต่างๆ ทั้งที่ได้กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้และควรได้รับผลต่างๆ ทางกายดังต่อไปนี้

1. ต้องการให้กล้ามเนื้อมีพลังมากที่สุด (best muscular power)
2. มีความทนทาน (endurance)
3. มีความอ่อนตัว คล่องตัว (flexibility)
4. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscular strength)
5. ความว่องไว (agility)
6. ความเร็ว (speed)
7. การทรงตัวที่ดี (balance)

ทั้ง 7 ประการนี้เป็นความต้องการเบื้องต้นในการออกกกำลังกายอันเป็นต้นเหตุให้เกิดสมรรถภาพทางกาย ซึ่งจะเป็นที่มาของประสิทธิภาพรวมของร่างกาย และทำให้เกิดความสามารถในสิ่งเหล่านั้นต่อไปคือ

1. มีความแม่นยำ (accuracy)
2. การประสานงานของอวัยวะ (Co-ordination of organ)

3. มีความพร้อมและตื่นตัวอยู่เสมอ (Stretdeness and alertness)
4. มีจังหวะ (rythm and timing)
5. เกิดปฏิกิริยาตอบสนองดี (reaction time)

เหล่านี้ น่าจะเป็นเหตุผลของการออกกำลังกายเพื่อปรับปรุงสมรรถภาพของร่างกาย ส่วนแต่ละบุคคลจะต้องการให้เกิดในอัตราสูงต่ำแค่ไหนย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะการออกกำลังกายของบุคคลนั้น ๆ

## หลักทั่วไปในการออกกำลังกาย

หลักในการออกกำลังกายของแต่ละบุคคลย่อมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ ซึ่งย่อมต้องจัดให้เหมาะสมกับเพศ วัย สถานะภาพของร่างกาย เพราะสุขภาพของคนย่อมเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอจะทำตามหรือทำให้เหมือนคนอื่นหาได้ไม่ แต่ถึงจะออกกำลังกายอย่างไรก็ตามความจริงที่ปรากฏคือความมีสมรรถภาพของร่างกายจะปรากฏให้เห็นหลังการกระทำเสมอ จึงขอเสนอแนะหลักทั่ว ๆ ไปเพื่อการปฏิบัติให้ถึงซึ่งวัตถุประสงค์ของการออกกำลังกายดังนี้

1. เลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับตน เหมาะกับเวลาที่ตนพึงมีเพื่อออกกำลังกาย
2. ประมาณกำลังกายตนว่าดี ไม่ดีแค่ไหนแล้วค่อย ๆ ออกกำลัง โดยเริ่มจากเบาเรื่อยไปเมื่อร่างกายเริ่มแข็งแรงจึงค่อยเพิ่มอัตราการออกกำลังกายขึ้นเรื่อย ๆ
3. ต้องทำสม่ำเสมอ หากมีเวลาทุกวันวันละ 10 นาที 15 นาที 30 นาที ได้ยิ่งดี หากทำไม่ได้อย่างน้อยควรทำสัปดาห์ละ 2 ครั้ง เวลาควรเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่จำไว้ว่าไม่ดีเท่าทำทุกวันวันละน้อย
4. ควรหาความสำราญใจไปพร้อมกัน การออกกำลังกายหากกิจกรรมไม่สนุก ควรหาเพลงประกอบ เช่น กายบริหารประกอบเพลงเป็นจังหวะ
5. ออกกำลังกายกลางแจ้งได้จะดีมาก เพราะความแข็งแรงต้องการแสงแดดมาเปลี่ยนสารไขมันใต้ผิวหนัง (Sterole) เป็นวิตามินดี

ทั้งหมดนี้ย่อมเป็นเหตุผลอย่างดีที่จะชักนำให้ท่านหันมาออกกำลังกายเพราะการออกกำลังกายเท่านั้นที่เป็นยาอายุวัฒนะที่แท้จริง สามารถยืดเวลาการแก่ออกไปได้ จะทำให้ไม่แก่เกินวัย และมีสุขภาพยืนยาวออกไปอีก 10 ปี หากออกกำลังกายเสียแต่บัดนี้

### เชิงอรรถ

1. น.พ. สมอง อุณากร “ผลงาน 10 ปี ของเวชศาสตร์ป้องกัน” สุขภาพ 2 (3) : 63-67, ธันวาคม 2516.
2. น.พ. สมอง อุณากร การออกกำลังกาย สุขภาพ 2 (3) : 21-34, ธันวาคม 2516.
3. น.พ. พลศักดิ์ มณีรัตน์ “การออกกำลังกาย” เอกสารประกอบคำบรรยาย วิทยาลัย  
วิชาการศึกษา พลศึกษา 2516 (อัครสำเนา)

