คณิตศาสตร์กับเศรษฐกิจพอเพียง

วารสารคณิตศาสตร์ฉบับพิเศษ เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา ๘๐ พรรษา

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

คณิตศาสตร์กับเศรษฐกิจพอเพียง

วารสารคณิตศาสตร์ฉบับพิเศษ
เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา ๘๐ พรรษา
พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ฯ

จัดทำโดย

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

สนับสนุนการจัดทำ E-Book โดย โครงการ Open School

ChangeFusion สสส. TRFM เครือข่ายจิตอาสา VolunteerSpirit Network

คณิตศาสตร์กับเศรษฐกิจพอเพียง

วารสารคณิตศาสตร์ฉบับพิเศษ
เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา ๘๐ พรรษา
พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ฯ

จัดทำโดย **สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์**

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2550

จำนวน 4,000 เล่ม

(สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ)

พิมพ์ที่ โรงพิมพ์พิทักษ์การพิมพ์

527/77 ปากซอย 39 ถนนจรัญสนิทวงศ์

บางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700

โทร. 0–2411–2765, 2–2864–5874 โทรสาร 0–2864–6071

นายสุรกิจ กิจจะปุณณะ ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา พ.ศ. 2550

อาศีรวาท

นับเป็นบุญของปวงข้าพระพุทธเจ้า
ร่วมเฉลิมฉลองร่ำย่ำเภรี
ประโคมขานประชันรับขับสำนำ
ประสบสรรค์ประสานเสียงเพียงจะเตือน
ล้วนเฉลิมร่วมฉลองวโรกาส
ครบแปดสิบพระพรรษาสถาพร
นับหมื่นแสนสวมสีเหลืองเรืองอร่าม
แสงเทียนดุจพระมหาบารมี

นับเป็นบุญของปวงข้าพระพุทธเจ้า
พระดับร้อนผ่อนเย็ญมิเว้นวาร
พระราชทานเกษตรทฤษฎีใหม่
ได้เก็บเกี่ยวหว่านดำในน้ำดิน
พอเพียงคือเพียงพอพ่อหลวงตรัส
ภูมิคุ้มกันมั่นคงดำรงรอ
ด้วยเหตุด้วยผลดลดวงจิต
ใต้ร่มพระบรมโพธิสมภาร

นับเป็นบุญของปวงข้าพระพุทธเจ้า
พระคุ้มเกล้าคุ้มเกศคุ้มเภทภัย
เพียงพระบาทพระย่างเหยียบเปรียบประดุจ
ได้พลิกฟื้นชื่นฉ่ำล้ำกมล
นบนิ้วประนมเนาเหนือเกล้าเกศ
ขอกุศลสมสร้างไว้ในเพรงกาล
ให้ทวยเทพทุกสถานพิมานมาศ
สิ่งศักดิ์สิทธิ์ทุกศาสนาในสากล
อภิบาลฝ่าละอองธุลีพระบาท
ยั่งยืนยงทรงเจริญพระชนมา
เป็นขวัญทรวงปวงมหาประชาราษฎร์
สรรพโรคาพาธนิราศไกล
ถวายชีวิตสถิตแทบยุคลบาท
น้อมจงรักภักดีสิ้นทุกดินแดน

ได้เกิดเกล้าใต้เบื้องบทศรี
ม้องกลองปี่มโหระทึกสะท้านสะเทือน
ระนาดส้ำเสนาะไหวใดจะเหมือน
บุหลันเลื่อนลอยสว่างกลางอัมพร
บรมนาถบพิตรอดิศร
ทวยนิกรสุดเกษมสุขเปรมปรีดิ์
ชูเทียนวามงามจรัสรัศมี
ส่องหทัยประชาชีให้ชื่นบาน

พระผ่านเผ้าทรงเมตตามหาศาล
เพื่อเราท่านได้ก่อเกิดพออยู่กิน
นาไร่ผสมสวนล้วนทรัพย์สิน
มิรู้สิ้นหากรู้หลักรู้จักพอ
เป็นหลักปรัชญาเศรษฐกิจก่อ
หากขวนขวายพายถ่อพอประมาณ
จักประสิทธิ์ประสาทสุขประสบสานต์
ทุกถิ่นฐานทั่วถ้วนล้วนผองไทย

ได้เกิดเกล้าในร่มฉัตรรัชสมัย
มิกรายใกล้ไพร่ฟ้าประชาชน
พิรุณรุดพืไร่ำพรำหยาดฝน
ที่อดอยากยากจนพ้นภัยพาล
มโนเนตรแน่วนิมิตอธิษฐาน
จงบันดาลบรรดาบุญอดุลดล
พระสยามเทวาธิราชประสาทผล
อภิพลแห่งพระไตรรัตนา
กสานต์สาธย์เกษมโสมนัสา
ธำรงอยู่คู่หล้าฟ้าถิ่นไทย
เป็นขวัญชาติขวัญฉัตรนิรัติศัย
ทรงป่วยไข้ปวงข้าฯ รอขอรับแทน
ทุกชาติทุกกัลปกัปนับหมื่นแสน
ในแว่นแคว้นสยามเขตประเทศไทย

ด้วยเกล้าด้วยกระหม่อมขอเดชะ
ข้าพระพุทธเจ้า สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
ประพันธ์โดย รองศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร เจริญภักดี

ความหมายตราสัญลักษณ์
งานเฉลิมพระเกียรติเนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา ๘๐ พรรษา
๕ ธันวาคม ๒๕๕๐

พระราชลัญจกรประจำพระองค์ รัชกาลที่ ๙ เป็นภาพพระที่นั่งอัฐทิศอุทุมพรราชอาสน์ ประกอบด้วยวงจักร กลางวงจักรมีอักขระเป็นอุณาโลม รอบวงจักรมีรัศมีเปล่งออกโดยรอบ เหนือวงจักรเป็นพระเศวตฉัตร ๗ ชั้น ตั้งอยู่บนพระที่นั่งอัฐทิศอุทุมพรราชอาสน์ อันหมายถึง พระองค์ทรงเป็นพระมหากษัตริย์ มีพระบรมเดชานุภาพเป็นใหญ่ในแผ่นดิน โดยในการพระราชพิธีบรมราชาภิเษก พระองค์ได้ประทับเหนือพระที่นั่งอัฐทิศอุทุมพรราชอาสน์ตามโบราณราชประเพณี และสมาชิกรัฐสภาได้ถวายน้ำอภิเษกจากทิศทั้งแปดเป็นครั้งแรกแทนราชบัณฑิต ส่วนพระแท่นลานั้นโรยด้วยดอกพิกุลเงินพิกุลทอง ๙ ดอก พระราชลัญจกรล้อมรอบด้วยเพชร ๘๐ เม็ด หมายถึง พระชนมพรรษา ๘๐ พรรษา ด้านบนพระราชลัญจกรเป็นพระมหาพิชัยมงกุฎ อันเป็นเครื่องประกอบพระบรมราชอิสริยยศของพระมหากษัตริย์ และเป็นเครื่องหมายแห่งความเป็นสมเด็จพระบรมราชาธิราช ภายในพระมหาพิชัยมงกุฎเป็นเลข ๙ หมายถึงรัชกาลที่ ๙ พระมหาพิชัยมงกุฎนั้นอยู่ด้านหน้าพระนพปฎลมหาเศวตฉัตรซึ่งอยู่กึ่งกลาง และขนาบข้างด้วยพระเศวตฉัตร ๗ ชั้น อันเป็นเครื่องแสดงพระราชอิสริยยศอันยิ่งใหญ่ของพระมหากษัตริย์ ด้านล่างพระราชลัญจกรเป็นเลข ๘๐ หมายถึงพระองค์มีพระชนมพรรษา ๘๐ พรรษา ถัดจากเลขไทยลงมาเป็นแพรแถบบอกชื่องานพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา ๘๐ พรรษา ๕ ธันวาคม ๒๕๕๐ แพรแถบนอกจากบอกชื่องานพระราชพิธีแล้ว ยังรองรับประคองพระเศวตฉัตรด้วย

ตราสัญลักษณ์งานเฉลิมพระเกียรติ
เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา
๘๐ พรรษา ๕ ธันวาคม ๒๕๕๐

คำนำ

ในมหามงคลสมัยที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนมพรรษาครบ 80 พรรษา ในวันที่ 5 ธันวาคม พุทธศักราช 2550 อันเป็นอภิลักขิตสมัยมหามงคลกาลที่ปวงชนชาวไทยทุกหมู่เหล่าต่างมีความปลื้มปีติ ชื่นชมโสมนัส ด้วยความรู้สึกที่เปี่ยมด้วยความจงรักภักดีและด้วยความสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณล้นเกล้าล้นกระหม่อมหาที่สุดมิได้ ชาวไทยทั้งมวลต่างตั้งเจตนารมณ์จะเสริมสร้าง "ความดี" เพื่อน้อมเกล้าฯ ถวายเป็นพระราชกุศล และพากันจัดกิจกรรมอันเป็นประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ มากมาย สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์เห็นควรจัดพิมพ์วารสารฉบับพิเศษ เพื่อร่วมในการเฉลิมฉลองศุภวาระอันเป็นมหามงคลนี้ โดยจะนำขึ้นทูลเกล้าฯ ถวายจำนวน 2,000 เล่ม และแจกจ่ายเป็นวิทยาทานให้แก่ผู้ที่สนใจใฝ่รู้จำนวน 2,000 เล่ม เพื่อถวายเป็นพระราชกุศล

ในปัจจุบันนี้ มีการกล่าวขวัญถึง **"เศรษฐกิจพอเพียง"** กันมากขึ้นทุกที ถึงแม้ว่าในระยะต้น ๆ ผู้ที่เข้าใจในเรื่องนี้อย่างถ่องแท้มีจำนวนไม่มากนัก แต่พสกนิกรชาวไทยทั้งมวลที่ได้รับฟังพระราชดำรัส ต่างมีความเชื่อมั่นว่า แนวปฏิบัติตามหลัก "เศรษฐกิจพอเพียง" ที่ทรงมีพระเมตตาพระราชทานแก่ปวงชนชาวไทยนั้น เป็นหนทางอันประเสริฐ อันจะนำไปสู่ **ความอยู่เย็นเป็นสุข** โดยทั่วกัน และต่างสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณเป็นล้นพ้น ในขณะเดียวกันก็พยายามทำความเข้าใจในความหมายของปรัชญาใหม่นี้ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น พร้อมทั้งหาทางดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับปรัชญาอันล้ำค่านี้ มีหนังสือและบทความที่ให้ความรู้เกี่ยวกับ "เศรษฐกิจพอเพียง" พิมพ์เผยแพร่ออกสู่สังคมเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม ยังมีผู้ที่ต้องการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการและวิธีการในการปฏิบัติให้ถูกต้อง สอดคล้องกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงอีกจำนวนไม่น้อย

คณะกรรมการบริหารสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ เห็นพ้องต้องกันว่า **คณิตศาสตร์** เป็นวิทยาการที่ใช้**เหตุผล**เป็นหลัก ส่วน**ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง** มี**ความมีเหตุผล** เป็นองค์ประกอบสำคัญ ฉะนั้น **คณิตศาสตร์จึงน่าจะมีบทบาทในการสนับสนุนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงได้** นอกจากนั้นวิทยาการทางคณิตศาสตร์ยังสามารถนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ทำให้คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในวิชาการหลายแขนง ด้วยเหตุผลดังกล่าวสมาคมฯ จึงดำเนินการแสวงหานักวิชาการที่สนใจเกี่ยวกับ "เศรษฐกิจพอเพียง"

เพื่อเขียนบทความมาลงพิมพ์เผยแพร่ความรู้ในวารสาร ฉบับพิเศษ เรื่อง **"คณิตศาสตร์กับเศรษฐกิจพอเพียง"** โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้อ่านเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่อง เศรษฐกิจพอเพียง ได้ดียิ่งขึ้น พร้อมทั้งให้เห็นแนวทางในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินการให้สอดคล้องกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงด้วย

ในการนี้สมาคมฯ ขอขอบพระคุณ***ท่านองคมนตรี ศาสตราจารย์ นายแพทย์ เกษม วัฒนชัย*** เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดทำวารสารคณิตศาสตร์ฉบับนี้ และประการสำคัญท่านได้กรุณาอนุญาตให้นำบทความเกี่ยวกับ "เศรษฐกิจพอเพียง" ซึ่งท่านได้เคยปาฐกถาพิเศษ เรื่อง **บทบาทนักศึกษากับการรังสรรค์สังคมตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง** เมื่อวันที่ 5 กันยายน 2550 ณ ห้องประชุมสายสุรีย์ จุติกุล คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มาเผยแพร่ในวารสารฉบับนี้ บทความดังกล่าวเป็นบทความที่จะช่วยให้ผู้อ่านมีความกระจ่างในความหมายของ "เศรษฐกิจพอเพียง" ได้เป็นอย่างดี แล้วยังมีเรื่อง **หลักการทรงงานในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว** ซึ่งเป็นเรื่องที่มีค่าเป็นอย่างยิ่งด้วย

นอกจากนั้นสมาคมฯ ขอขอบพระคุณนักวิชาการทุกท่านที่กรุณาเขียนบทความที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง อันได้แก่

ดร.ไสว บุญมา ผู้เขียนเรื่อง **เศรษฐกิจพอเพียงกับเศรษฐกิจกระแสหลัก**

ศาสตราจารย์ ดร.ตีรณ พงศ์มฆพัฒน์ ผู้เขียนเรื่อง **การใช้คณิตศาสตร์ในเศรษฐกิจพอเพียง**

ศาสตราจารย์ ดร.ชิดชนก เหลือสินทรัพย์, รองศาสตราจารย์สุชาดา ศิริพันธุ์ และ ***คุณเมธี บำรุงราษฎร์หิรัญ*** ผู้เขียนเรื่อง **แนวทางหนึ่งของการประยุกต์คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง**

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์ ผู้เขียนเรื่อง **กำหนดการเชิงคณิตศาสตร์กับการมีภูมิคุ้มกันที่ดีตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง**

รองศาสตราจารย์ ดร.สุปราณี แจ้งบำรุง ผู้เขียนเรื่อง **กินอย่างพอเพียงและเพียงพอ** ในภาคผนวก

สมาคมฯ ขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่านที่มีส่วนร่วมในการจัดทำวารสารฉบับพิเศษนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลออ ชนวิริยะ** และ **รองศาสตราจารย์ศรีเสงี่ยม จักรใจ** ที่กรุณาช่วยเป็นผู้พิสูจน์อักษร หวังว่าวารสารฉบับนี้จะให้เนื้อหาสาระที่มีคุณค่าแก่ผู้อ่านตามสมควร

รจิต วัฒนสินธุ์

นายกสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

สารบัญ

		หน้า
ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	*เกษม วัฒนชัย*	1
เศรษฐกิจพอเพียงกับเศรษฐกิจกระแสหลัก	*ไสว บุญมา*	20
การใช้คณิตศาสตร์ในเศรษฐกิจพอเพียง	*ตีรณ พงศ์มฆพัฒน์*	31
แนวทางหนึ่งของการประยุกต์คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	*ชิดชนก เหลือสินทรัพย์, สุชาดา ศิริพันธุ์ รจิต วัฒนสินธุ์ และเมธี บำรุงราษฎร์หิรัญ*	43
กำหนดการเชิงคณิตศาสตร์กับการมีภูมิคุ้มกันที่ดีตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	*เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์*	56
ภาคผนวก		
กินอย่างพอเพียงและเพียงพอ	*สุปราณี แจ้งบำรุง*	71

ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

✍ *เกษม วัฒนชัย*[*]

(บทความนี้คัดมาจาก "*การปาฐกถาพิเศษ เรื่อง* ***บทบาทนักศึกษากับการรังสรรค์สังคมตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง***" โดย **ศาสตราจารย์เกียรติคุณ นายแพทย์เกษม วัฒนชัย** เมื่อวันที่ 5 กันยายน 2550 ณ ห้องประชุมสายสุรีย์ จุติกุล คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

เศรษฐกิจพอเพียง เป็นปรัชญาชี้ถึงแนวการดำรงอยู่และปฏิบัติตนของประชาชนในทุกระดับ ตั้งแต่ระดับครอบครัว ระดับชุมชน จนถึงระดับรัฐ ทั้งในการพัฒนาและบริหารประเทศให้ดำเนินไปในทางสายกลาง โดยเฉพาะการพัฒนาเศรษฐกิจเพื่อให้ก้าวทันต่อโลกยุคโลกาภิวัตน์

เป้าประสงค์

- เป็นแนวทางการปฏิบัติตน
- ประชาชนทุกระดับ
- "ทางสายกลาง"
- ก้าวทันโลกยุคโลกาภิวัตน์

หลักความพอเพียง

ปรัชญาของเศรษฐกิจพอพียง

ความพอเพียง หมายถึง ความพอประมาณ ความมีเหตุผล รวมถึงความจำเป็นที่จะต้องมีระบบภูมิคุ้มกันในตัวที่ดีพอสมควร ต่อการมีผลกระทบใด ๆ อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทั้งภายนอกและภายใน

พอประมาณ

- พอดีพอเหมาะต่อความจำเป็น
- ไม่มากเกิน
- พอประมาณตามอัตภาพ
- ไม่น้อยเกิน

---

[*] ศาสตราจารย์เกียรติคุณ, นายแพทย์, องคมนตรี

ความมีเหตุผล

- ตามหลักวิชา
- ตามหลักกฎหมาย
- ตามหลักศีลธรรม
- ตามกฎเกณฑ์สังคม (รวมประเพณี–วัฒนธรรม)
- ตามความจำเป็นในการดำเนินชีวิต

ระบบภูมิคุ้มกันตัว

- เหตุปัจจัย → การเปลี่ยนแปลง → เกิดผลกระทบ
  - (1) ด้านวัตถุ
  - (2) ด้านสังคม
  - (3) ด้านสิ่งแวดล้อม
  - (4) ด้านวัฒนธรรม

ระบบภูมิคุ้มกันด้านวัตถุ

ภูมิคุ้มกันเข้มแข็ง

- มีเงินออม
- มีการประกันความเสี่ยงในอนาคต
- มีการลงทุนเพื่อพัฒนา
- มีการวางแผนระยะยาว

ภูมิคุ้มกันบกพร่อง

- มีหนี้ไม่ก่อรายได้
- ขาดการประกันความเสี่ยงในอนาคต
- ขาดการลงทุนเพื่อพัฒนา
- ขาดการวางแผนระยะยาว

ภูมิคุ้มกันในตัว (reserve ; safety net)

1. การออม (saving)
2. ลดหนี้/ลบหนี้ (reduce or wipe out debt)
3. กองทุนป้องกันวิกฤต (stabilization fund)
4. การลงทุนที่เสี่ยงน้อย (low–risk investment)
5. การลงทุนพัฒนาสถาบัน/ประเทศ (invest in development)

ระบบภูมิคุ้มกันด้านสังคม

ภูมิคุ้มกันเข้มแข็ง

- รู้–รัก–สามัคคี
- ร่วมมือร่วมใจกัน
- มีคุณธรรม–ใฝ่ศาสนาธรรม
- "สังคมสีขาว"
- "อยู่เย็นเป็นสุข"
- ทุนทางสังคมสูง

ภูมิคุ้มกันบกพร่อง

- ระแวง–ทะเลาะเบาะแว้ง
- ต่างคนต่างอยู่
- ทุศีล–ห่างไกลศาสนธรรม
- เหยื่อแห่งอบายมุขทั้งปวง
- "อยู่ร้อนนอนทุกข์"
- ทุนทางสังคมต่ำ

วิธีสร้างภูมิคุ้มกันทางศีลธรรมแก่ลูกหลาน

ภูมิคุ้มกันทางศีลธรรม → คุ้มกันต่อสิ่งชั่วร้ายทางศีลธรรม อันได้แก่ โลภะ โทสะ และโมหะ

1. ฐานเครือญาติที่มั่นคง
2. คำสอนของครอบครัว/คุณธรรมประจำตระกูล
3. พาลูกเข้าวัด/ศึกษาและปฏิบัติธรรม
4. สอนลูกให้ออมและทำบุญ
5. ฝึก "ใจ" ให้เข้มแข็งยิ่ง ๆ ขึ้น
   - ข่มตนเอง
   - ปฏิเสธความชั่ว/ยึดมั่นความดี

ระบบภูมิคุ้มกันด้านสิ่งแวดล้อม

ภูมิคุ้มกันเข้มแข็ง

- มีความรู้ – สำนึก และหวงแหนในสิ่งแวดล้อม
- มีนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมจากฝ่ายบริหาร
- สร้าง "สุขนิสัย"
- สะอาด – เป็นระเบียบ
- อยู่กับธรรมชาติ

ภูมิคุ้มกันบกพร่อง

- ขาดความรู้ – ขาดสำนึก
- ขาดนโยบาย – ผู้บริหารไม่สนใจ
- เต็มไปด้วย "ทุกขนิสัย"
- สกปรก – ขาดระเบียบ
- ทำลายธรรมชาติ

ระบบภูมิคุ้มกันด้านวัฒนธรรม

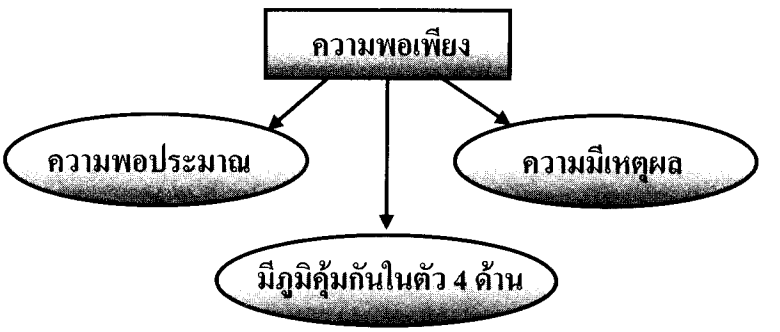
ภูมิคุ้มกันเข้มแข็ง

- มั่นคงในวัฒนธรรมไทย และเชิดชูวัฒนธรรมท้องถิ่น
- เข้าใจและเป็นมิตรต่อวัฒนธรรมต่างถิ่นต่างชาติ

ภูมิคุ้มกันบกพร่อง

- ย่อหย่อน – ไม่ใส่ใจ รู้สึกเป็นปมด้อยในวัฒนธรรมไทย – วัฒนธรรมท้องถิ่น
- เหยียดหยาม – มุ่งร้ายต่อต่างวัฒนธรรม

สามองค์ประกอบ



สามองค์ประกอบ

มิติ	ตัวชี้วัด	เป้าหมาย	แผน–ปฏิบัติ–ประเมิน
1. ด้านวัตถุ			
2. ด้านสังคม			
3. ด้านสิ่งแวดล้อม			
4. ด้านวัฒนธรรม			

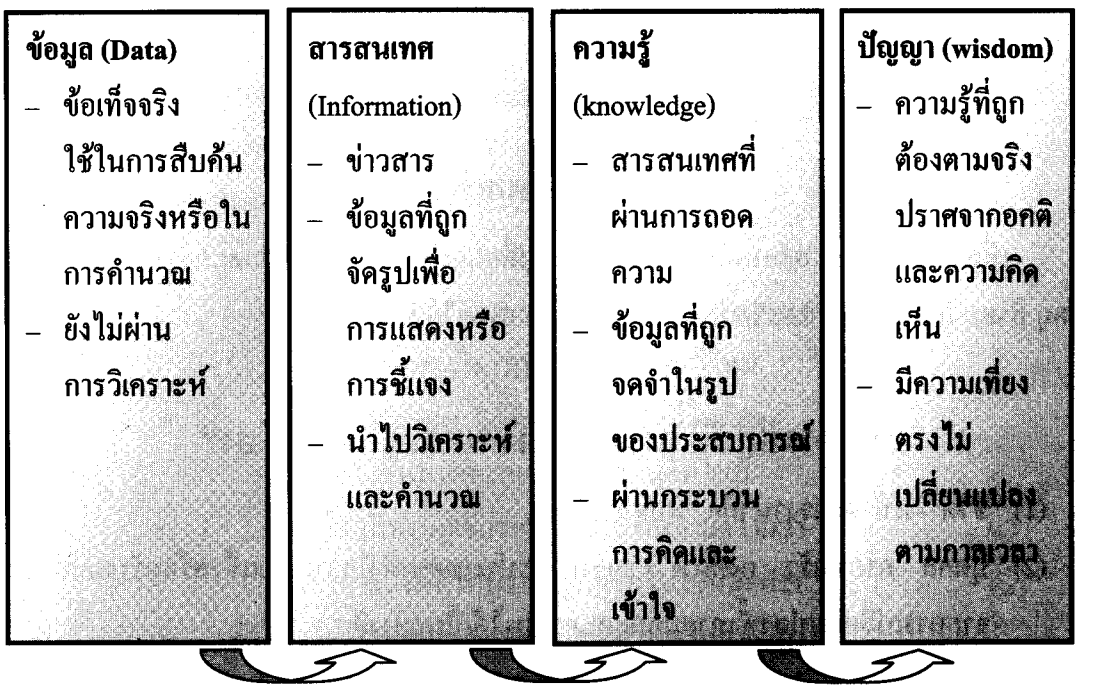
เศรษฐกิจพอเพียง

1. **เงื่อนไขหลักวิชา** ทั้งนี้ จะต้องอาศัยความรอบรู้ ความรอบคอบ และความระมัดระวังอย่างยิ่งในการนำวิชาการต่าง ๆ มาใช้ในการวางแผนและการดำเนินการทุกขั้นตอน และ
2. **เงื่อนไขคุณธรรม** ขณะเดียวกันจะต้องเสริมสร้างพื้นฐานจิตใจของคนในชาติ โดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ของรัฐ นักทฤษฎี และนักธุรกิจในทุกระดับ ให้มีสำนึกในคุณธรรมความซื่อสัตย์สุจริต และ
3. **เงื่อนไขการดำเนินชีวิต** ให้มีความรอบรู้ที่เหมาะสม ดำเนินชีวิตด้วยความอดทน ความเพียร มีสติ ปัญญา และความรอบคอบ

เงื่อนไขหลักวิชา – ความรู้

- นำหลักวิชาและความรู้เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้
- ทั้งในขั้นวางแผนและขั้นปฏิบัติงาน
- ด้วยความรอบรู้ ความรอบคอบ และระมัดระวังอย่างยิ่ง

การจัดการความรู้ในเศรษฐกิจพอเพียง

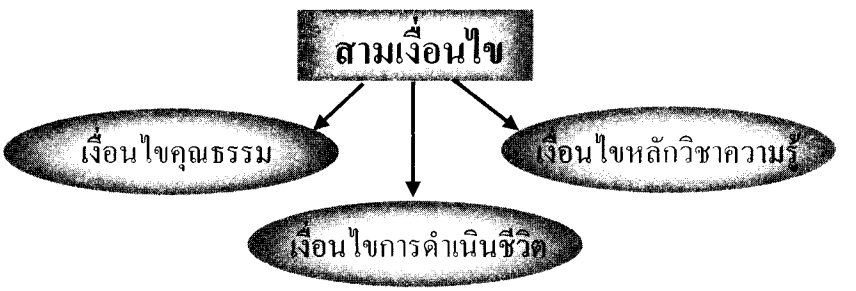


เงื่อนไขคุณธรรม

- เสริมสร้างพื้นฐานจิตใจ แก่ทุกคนในชาติ
- ให้มีคุณธรรม
- "ซื่อสัตย์สุจริต"

เงื่อนไขการดำเนินชีวิต

- อดทน มีความเพียร
- มีสติ
- ใช้ปัญญา
- มีความรอบคอบ



เศรษฐกิจพอเพียง

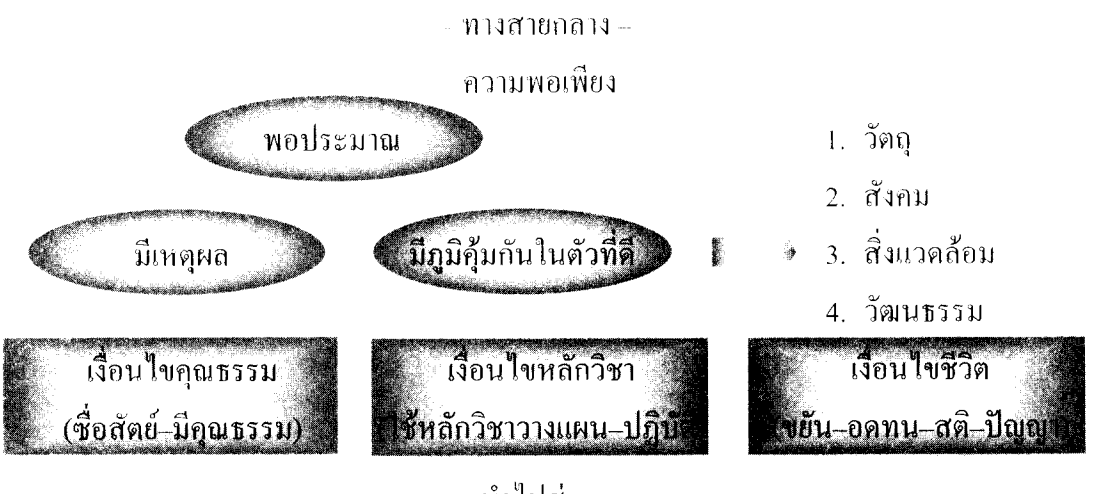
เพื่อให้สมดุลและพร้อมต่อการรองรับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและกว้างขวางทั้งด้านวัตถุ สังคม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมจากโลกภายนอกได้เป็นอย่างดี

ผลการปฏิบัติ ตามแนวทาง "เศรษฐกิจพอเพียง"

(1) ชีวิต – หน้าที่การงาน เกิด "สมดุล"

(2) บุคคล – ครอบครัว – องค์การ – ชุมชน และประเทศชาติ มีความเข้มแข็งพร้อมรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทั้งภายนอกและภายในได้เป็นอย่างดี

ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง



ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

เป็นกลไกนำไปสู่....

1. ระบบเศรษฐกิจและระบบสังคมฐานความรู้
2. ระบบเศรษฐกิจและระบบสังคมคุณธรรม
3. ระบบเศรษฐกิจและระบบสังคมแห่งความสุข
4. ระบบเศรษฐกิจและระบบสังคมที่ยั่งยืน

"เศรษฐกิจพอเพียง แปลว่า Sufficiency Economy"
....คำว่า Sufficiency Economy นี้ ไม่มีในตำราเศรษฐกิจ
จะมีได้อย่างไร เพราะว่าเป็นทฤษฎีใหม่
.... Sufficiency Economy นั้น ไม่มีในตำรา
เพราะหมายความว่าเรามีความคิดใหม่
และโดยที่ท่านผู้เชี่ยวชาญสนใจ ก็หมายความว่า
เราสามารถที่จะไปปรับปรุง หรือไปใช้หลักการ
เพื่อที่จะให้เศรษฐกิจของประเทศและของโลกพัฒนาดีขึ้น
(พระราชดำรัสเนื่องในโอกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษา : 23 ธันวาคม 2542)

พอมีพอกิน

"สมัยก่อนนี้พอมีพอกิน สมัยนี้ชักจะไม่พอมีพอกิน จึงต้องมีนโยบายที่จะทำเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อที่จะให้ทุกคนมีความพอเพียง ได้ให้พอเพียง นี้ก็**หมายความว่า มีกินมีอยู่ ไม่ฟุ่มเฟือย ไม่หรูหราก็ได้ แต่ว่าพอ**"

(พระราชดำรัสเนื่องในโอกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษา : 4 ธันวาคม 2541)

ในหลวงทรงเน้นย้ำถึงความหมายของเศรษฐกิจพอเพียง (Sufficiency Economy) ซึ่งเป็นคำใหม่ของพระองค์ท่านอีกครั้งในปี พ.ศ. 2543

"**หมายความว่า ประหยัด แต่ไม่ใช่ขี้เหนียว ทำอะไรด้วยความอะลุ่มอล่วยกัน ทำอะไรด้วยเหตุ และผล จะเป็นเศรษฐกิจพอเพียง แล้วทุกคนจะมีความสุข**"

(พระราชดำรัสเนื่องในโอกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษา : 4 ธันวาคม 2543)

ฟุ่มเฟือย → ประหยัด → ตระหนี่ ขี้เหนียว

สุดโต่งมาก ← ปานกลาง ← สุดโต่งน้อย

การประหยัด

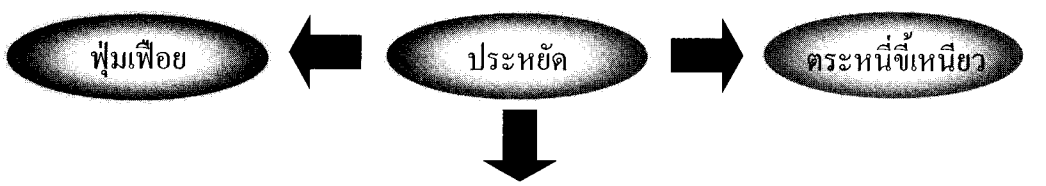
"การประหยัด เป็นสิ่งที่พึงประสงค์อย่างยิ่งในทุกแห่ง
และในทุกกาลทุกเมื่อขอให้คำนึงถึงผลได้ที่เกิดขึ้นจากการประหยัดนี้ให้มาก"

(พระบรมราโชวาทในพิธีพระราชทานปริญญาบัตร
ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า : 30 ตุลาคม 2521)

อีกทั้งยังมีพระราชดำรัสถึงแนวทาง "อยู่อย่างประหยัด" ด้วย

"การใช้จ่ายโดยประหยัดนั้น จะเป็นหลักประกันความสมบูรณ์พูนสุขของผู้ประหยัดเอง และครอบครัว ช่วยป้องกันความขาดแคลนในวันข้างหน้า การประหยัดดังกล่าวนี้ จะมีผลดีไม่เฉพาะแก่ผู้ประหยัดเท่านั้น ยังจะเป็นประโยชน์แก่ประเทศชาติด้วย"

(พระราชดำรัสเนื่องในโอกาสวันขึ้นปีใหม่ : 31 ธันวาคม 2502)



- เป็นประโยชน์ต่อผู้ประหยัด
- เป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติ

"การกู้เงินที่นำมาใช้ในสิ่งที่ไม่ทำรายได้นั้น ไม่ดี อันนี้เป็นข้อสำคัญ เพราะว่าถ้ากู้เงินแล้วทำให้มีรายได้ ก็เท่ากับจะใช้หนี้ได้ ไม่ต้องติดหนี้ ไม่ต้องเดือดร้อน ไม่ต้องเสียเกียรติ"

(พระราชดำรัสเนื่องในโอกาสวันเฉลิมพรรษา : 4 ธันวาคม 2540)

ก. กู้เงิน → ลงทุน → มีรายได้ → ใช้หนี้

ข. กู้เงิน → ซื้อของไม่จำเป็น → หนี้เพิ่ม

คนเป็นหนี้ขาดความมั่นใจ

ในด้านพูดจาและความคิดก็ต้องพอเพียงด้วย เพื่อมิให้เกิดการทะเลาะกัน ความพอเพียงในความหมายนี้ ก็คือ ความพอประมาณ และความมีเหตุผลนั่นเอง

"ความพอเพียงในความคิดก็คือ แสดงความคิดของตัว ความเห็นของตัว และปล่อยให้อีกคนพูดบ้าง และมาพิจารณาว่า ที่เขาพูดกับที่เราพูด อันไหนพอเพียง อันไหนเข้าเรื่อง ถ้าไม่เข้าเรื่องก็แก้ไข เพราะว่าถ้าพูดกันโดยที่ไม่รู้เรื่อง ก็จะกลายเป็นทะเลาะกัน..."

(พระราชดำรัส : 4 ธันวาคม 2541)

ทรงเน้นย้ำว่าพอเพียง คือ **ไม่โลภมาก ไม่เบียดเบียน**

"...คนเราถ้าพอใจในความต้องการ ก็มีความโลภน้อย เมื่อมีความโลภน้อย ก็เบียดเบียนคนอื่นน้อย ถ้าทุกประเทศมีความคิด – อันนี้ไม่ใช่เศรษฐกิจ – มีความคิดว่าทำอะไรต้องพอเพียง หมายความว่า พอประมาณ ไม่สุดโต่ง ไม่โลภอย่างมาก คนเราก็อยู่เป็นสุข พอเพียงนี้อาจจะมีมาก อาจจะมีของหรูหราก็ได้ แต่ว่าต้องไม่ไปเบียดเบียนคนอื่น ต้องให้พอประมาณตามอัตภาพ พูดจาก็พอเพียง ทำอะไรก็พอเพียง ปฏิบัติตนก็พอเพียง"

พอประมาณ + มีเหตุผล

(1) พอเพียงในความคิด

(2) พอเพียงในการพูดจา

(3) พอเพียงในการกระทำ

พระราชดำรัสเนื่องในวโรกาสคล้ายวันเฉลิมพระชนมพรรษา

4 ธันวาคม 2548 ณ ศาลาดุสิตดาลัย สวนจิตรลดา

"...พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงเน้นย้ำว่า คำที่สำคัญที่สุด คือ คำว่า "พอ" ต้องสร้างความพอ ที่สมเหตุสมผลให้กับตัวเองให้ได้ แล้วก็จะพบกับความสุข..."

ความสุข

1. สุขที่ต้องอาศัย "วัตถุ = อามิส" มาบำรุงบำเรอความต้องการของตา หู จมูก ลิ้น กาย ใจ (สามิสสุข)

"เกิดความอยากที่ไม่มีขอบเขต"

2. สุขจากความดื่มด่ำในจิตใจที่สะอาด/สว่าง/สงบ ไม่ต้องอาศัยอามิส (นิรามิสสุข)

"สุขที่พอเพียง"

ผลกระทบจากกระแสโลกาภิวัตน์

"วิถีทางดำเนินของบ้านเมืองและของประชาชนโดยทั่วไป มีความเปลี่ยนแปลงมาตลอด เนื่องมาจากความวิปริตผันแปรของวิถีแห่งเศรษฐกิจ สังคม การเมือง และอื่น ๆ ของโลก ยากยิ่งที่เราจะหลีกเลี่ยงให้พ้นได้ จึงต้องระมัดระวัง ประคับประคองตัวเรามากขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องการเป็นอยู่โดยประหยัด เพื่อที่จะอยู่ให้รอดและก้าวหน้าต่อไปได้โดยสวัสดี"

(พระราชดำรัสเนื่องในโอกาสวันขึ้นปีใหม่ : 31 ธันวาคม 2521)

ธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลง

(1) ทุกสิ่งทุกอย่างมีการเปลี่ยนแปลง

(2) การเปลี่ยนแปลงเกิดจากเหตุ – ปัจจัย

- เหตุปัจจัยภายนอก / เหตุปัจจัยภายใน
- เหตุปัจจัยที่ควบคุมได้ / ที่ควบคุมไม่ได้

(3) การเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเป็นวงจร

- มีทั้งขาขึ้นและขาลง
- ขาขึ้น – ต้องไม่ประมาท
- ขาลง – ต้องรีบยับยั้ง

(4) ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงมีทั้งด้านวัตถุ – สังคม – สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม ผลกระทบอาจเกิดเร็ว – รุนแรง และกว้างขวางได้

After the cold war (1990--->)

- Peter Drucker : the "Age of Discontinuity" (it will not be the same as before)
- Joseph Schumpeter : the world will feel the forces of creative destruction
- Rowan Gibson : the journey ahead is going to be like an off–road experience bumpy, uncertain and full of surprises.

("Asean Heart Journal" Jan–Jun 2005, p.57)

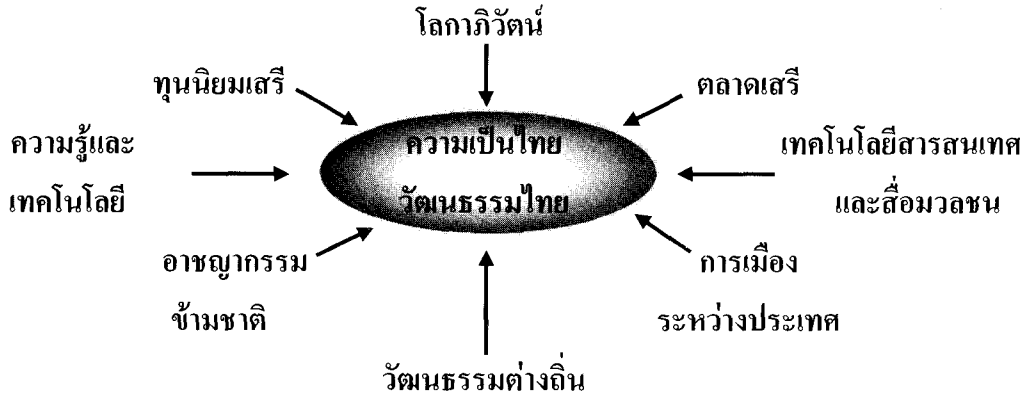
Megatrends – Megachanges since 1990

1. New world political order
2. New world security order
3. International trade and finance
4. Communication – transportation and telecommunication
5. Knowledge and technology
6. Cultural and language dominance
7. Terrorism
8. New viral diseases

สังคมไทยแต่เดิม

- **เสาหลัก (pillars)**
  - (1) สถาบันพระมหากษัตริย์
  - (2) สถาบันพระศาสนา
  - (3) สถาบันประชาชน (ครอบครัว – ชุมชน)
- **"ความดีงามในพื้นฐานจิตใจของคนไทย"**

หลัง ค.ศ. 1990



สังคมวิกฤติ

- สังคมสุดขั้ว - แยกขั้ว
- วัตถุนิยม – บริโภคนิยม – ประชานิยม
- ฉ้อราษฎร์บังหลวง
- เล่นการพนัน – อบายมุขเต็มเมือง
- มัวเมาไสยศาสตร์ – เกาะกระพี้ศาสนา

คุณธรรม คือ สิ่งกำกับจิตใจ และเกิดผลเป็นพฤติกรรม

- **คนมีคุณธรรม** คือ คนที่มีสิ่งกำกับจิตใจในเรื่องความดี ความจริง และความงาม
- **คนไร้คุณธรรม** คือ คนที่มีสิ่งกำกับจิตใจในเรื่องความชั่ว ความเท็จ และความอัปลักษณ์

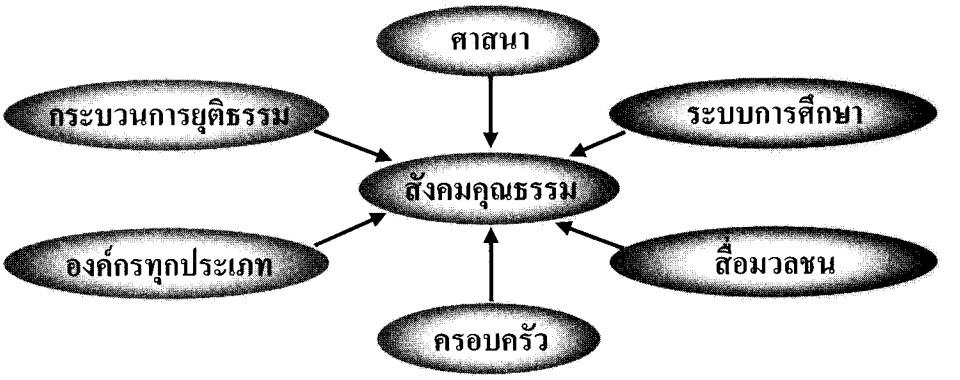
สังคมมีเครื่องชี้ในคุณธรรม ดังนี้

1. ศาสนาธรรม – ศีลธรรม
2. จริยธรรม

   จริยธรรมทั่วไป

   จริยธรรมเฉพาะกลุ่ม – เฉพาะวิชาชีพ
3. นิติธรรม : กฎเกณฑ์ทางกฎหมาย

4. หลักธรรมาภิบาล – บรรษัทภิบาล
5. เกณฑ์ทางสังคม (ขนบธรรมเนียม ประเพณี มารยาท)
6. คุณธรรมประจำตระกูล – คำสอนประจำครอบครัว



คุณธรรมกับความรู้

1. มีความรู้ แต่ไร้คุณธรรม
2. มีความรู้ คู่คุณธรรม
3. มีคุณธรรมนำความรู้

กระแสพระราชดำรัสในการเสด็จออกมหาสมาคม ในงานพระราชพิธีฉลองศิริราชสมบัติครบ 60 ปี ณ พระที่นั่งอนันตสมาคม วันศุกร์ที่ 9 มิถุนายน พ.ศ. 2549

"...คุณธรรมซึ่งเป็นที่ตั้งของความรัก ความสามัคคี ที่ทำให้คนไทยสามารถร่วมมือร่วมใจรักษา และพัฒนาชาติบ้านเมืองให้เจริญรุ่งเรืองสืบต่อกันมาได้ตลอดรอดฝั่ง"

ประการแรก คือ การที่ทุกคนคิด พูด ทำด้วยความเมตตา มุ่งดีมุ่งเจริญต่อกัน

(เจริญเมตตาธรรม)

ประการที่สอง คือ การที่แต่ละคนต่างช่วยเหลือเกื้อกูลกัน ประสานงาน ประสานประโยชน์กันให้งานที่ทำสำเร็จผลทั้งแก่ตน แก่ผู้อื่น และแก่ประเทศชาติ

(เจริญสามัคคีธรรม)

ประการที่สาม คือ การที่ทุกคนประพฤติปฏิบัติตนอยู่ในความสุจริต ในกฎกติกา และในระเบียบแบบแผนโดยเท่าเทียมเสมอกัน

(เจริญสุจริตธรรม)

ประการที่สี่ คือ การที่ต่างคนต่างพยายามทำความคิดเห็นของตนให้ถูกต้องเที่ยงตรง และมั่นคงอยู่ในเหตุในผล

(เจริญในความเที่ยงธรรม)

คุณธรรมพระราชทาน 4 ประการ 9 มิถุนายน 2549

1. **เมตตาธรรม**
2. **สามัคคีธรรม**
3. **สุจริตธรรม**
4. **เที่ยงธรรม**

พระบรมราโชวาทในพิธีพระราชทานธงประจำรุ่น
ลูกเสือชาวบ้าน จังหวัดเชียงใหม่
24 กุมภาพันธ์ 2522

"...ในจิตใจของคนไทยทุกคน มีเชื้อของความดี ที่ได้นำพวกเราทั้งหลายมาอยู่ในฐานะที่มั่นคง ที่ก้าวหน้า ที่เจริญ จนทุกวันนี้ ถ้าเราไม่มีความดีอยู่ในตัว ก็เข้าใจว่า ประเทศไทยคงไม่ได้มีอายุยืนนานเช่นนี้..."

การให้

"ข้าพเจ้าจึงปรารถนาอย่างยิ่ง ที่จะเห็นชาวไทยมีความสุขถ้วนหน้ากัน ด้วยการให้ คือให้ความรัก ความเมตตากัน ให้น้ำใจไมตรีกัน ให้อภัยไม่ถือโทษโกรธเคืองกัน ให้การสงเคราะห์อนุเคราะห์กัน โดยมุ่งดี มุ่งเจริญต่อกัน ด้วยความบริสุทธิ์ และจริงใจ"

(พระราชดำรัสเนื่องในโอกาสวันขึ้นปีใหม่ : 31 ธันวาคม 2545)

พระบรมราโชวาทในพิธีพระราชทานปริญญาบัตร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันที่ 25 กรกฎาคม 2506

ทรงชี้ให้รู้จักทำดีเพื่อความดี ทำด้วยความบริสุทธิ์ใจ ทรงอุปมาเหมือนกับการปิดทองหลังพระ ดังความตอนหนึ่งว่า **"คนโดยมากไม่ชอบปิดทองหลังพระนัก เพราะนึกว่าไม่มีใครเห็น แต่ถ้าทุกคนพากันปิดทองแต่ข้างหน้า ไม่มีใครปิดทองหลังพระเลย พระจะเป็นพระที่สมบูรณ์ไปไม่ได้"**

หลักการทรงงานในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว

("60 ปี ครองราชย์ ประโยชน์สุข ประชาราษฎร์"
สำนักงานคณะกรรมการพิเศษ เพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ 2549)

1. ศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบ

การที่จะพระราชทานโครงการใดโครงการหนึ่ง จะทรงศึกษาข้อมูลรายละเอียดอย่างเป็นระบบ ทั้งจากข้อมูลเบื้องต้น จากเอกสาร แผนที่ สอบถามจากเจ้าหน้าที่ นักวิชาการ และราษฎรในพื้นที่ ให้ได้รายละเอียดที่ถูกต้อง เพื่อที่จะพระราชทานความช่วยเหลือได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วตามความต้องการของประชาชน

2. ระเบิดจากข้างใน

หมายความว่า ต้องสร้างความเข้มแข็งให้คนในชุมชนที่เราเข้าไปพัฒนาให้มีสภาพพร้อมที่จะรับการพัฒนาเสียก่อน มิใช่การนำเอาความเจริญหรือบุคคลจากสังคมภายนอกเข้าไปหาชุมชนหมู่บ้านที่ยังไม่ทันได้มีโอกาสเตรียมตัวหรือตั้งตัว

3. แก้ปัญหาที่จุดเล็ก

ทรงมองปัญหาในภาพรวม (macro) ก่อนเสมอ แต่การแก้ปัญหาจะเริ่มจากจุดเล็ก ๆ (micro) คือการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าที่คนมักจะมองข้าม

"...ถ้าปวดหัวคิดอะไรไม่ออก...ต้องแก้ไขการปวดหัวนี้ก่อน... เพื่อให้อยู่ในสภาพที่คิดได้..."

4. ทำตามลำดับขั้น

ทรงเริ่มต้นจากสิ่งที่จำเป็นที่สุดของประชาชนก่อน ได้แก่สาธารณสุข ต่อไปจึงเป็นเรื่องสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน และสิ่งจำเป็นสำหรับประกอบอาชีพ

การพัฒนาประเทศต้องสร้างพื้นฐานคือ ความพอมี พอกิน พอใช้ ของประชาชนส่วนใหญ่ก่อน จึงค่อยสร้างค่อยเสริมความเจริญและเศรษฐกิจขั้นสูงโดยลำดับต่อไป

5. ภูมิสังคม

การพัฒนาใด ๆ ต้องคำนึงถึง

(1) ภูมิประเทศของบริเวณนั้น (ดิน, น้ำ, ป่า, เขา ฯลฯ)

(2) สังคมวิทยา (นิสัยใจคอของผู้คน ตลอดจนวัฒนธรรมประเพณีของท้องถิ่น)

6. องค์รวม

ทรงมีวิธีคิดอย่างองค์รวม (holistic) หรือมองอย่างครบวงจร

ทรงมองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไขอย่างเชื่อมโยง

7. ไม่ติดตำรา

การพัฒนาตามแนวพระราชดำริ มีลักษณะการพัฒนาที่อนุโลม และรอมชอมกับสภาพธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และสภาพของสังคมจิตวิทยาแห่งชุมชน

"ไม่ติดตำรา" ไม่ผูกมัดกับวิชาการและเทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสมกับสภาพชีวิตความเป็นอยู่ที่แท้จริงของคนไทย

8. ประหยัด เรียบง่าย ได้ประโยชน์สูงสุด

ทรงใช้หลักในการแก้ปัญหาด้วยความเรียบง่ายและประหยัด ราษฎรสามารถทำได้เอง หาได้ในท้องถิ่น และประยุกต์ใช้สิ่งที่มีอยู่ในภูมิภาคนั้น ๆ มาแก้ปัญหา โดยไม่ต้องลงทุนสูง หรือใช้เทคโนโลยีที่ไม่ยุ่งยากนัก

"ให้ปลูกป่า โดยไม่ต้องปลูกป่า โดยปล่อยให้ขึ้นเองตามธรรมชาติ จะได้ประหยัดงบประมาณ"

9. ทำให้ง่าย – simplicity

ทรงคิดค้น ดัดแปลง ปรับปรุง และแก้ไขงานการพัฒนาประเทศตามแนวพระราชดำริโดยง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน

ทรงโปรดที่จะทำสิ่งยากให้กลายเป็นง่าย ทำสิ่งที่สลับซับซ้อนให้เข้าใจง่าย

"ทำให้ง่าย"

10. การมีส่วนร่วม

ทรงเป็นนักประชาธิปไตย เปิดโอกาสให้สาธารณชน ประชาชน หรือเจ้าหน้าที่ทุกระดับได้มาร่วมกันแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับเรื่องที่ต้องคำนึงถึงความคิดเห็นของประชาชน หรือความต้องการของสาธารณชน

"...ต้องหัดทำใจให้กว้างขวางหนักแน่น รู้จักรับฟังความคิดเห็น แม้กระทั่งความวิพากษ์วิจารณ์จากผู้อื่นอย่างฉลาด เพราะการรู้จักรับฟังอย่างฉลาดนั้น แท้จริง คือ การระดมสติปัญญา และประสบการณ์อันหลากหลาย มาอำนวยการปฏิบัติบริหารงานให้ประสบความสำเร็จที่สมบูรณ์นั่นเอง..."

11. ประโยชน์ส่วนรวม

"...ใครต่อใครก็มาบอกว่า ขอให้คิดถึงประโยชน์ส่วนรวม อาจมานึกในใจว่า ให้ ๆ อยู่เรื่อยแล้ว ส่วนตัวจะได้อะไร

ขอให้คิดว่า คนที่ให้เพื่อส่วนรวมนั้น มิได้ให้แต่ส่วนรวมอย่างเดียว เป็นการให้เพื่อตนเองสามารถที่มีส่วนรวมที่จะอาศัยได้..." (มข. 2514)

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงระลึกถึงประโยชน์ของส่วนรวมเป็นสำคัญเสมอ

12. บริการจุดเดียว

ทรงให้ "ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริ" เป็นต้นแบบในการบริหารรวมที่จุดเดียว เพื่อประโยชน์ต่อประชาชนที่จะมาใช้บริการ จะประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย โดยมีหน่วยงานราชการต่าง ๆ มาร่วมดำเนินการและให้บริการประชาชน ณ ที่แห่งเดียว

"...เป็นสองด้าน ก็หมายถึงว่า ที่สำคัญปลายทางคือ ประชาชนจะได้รับประโยชน์ และต้นทางของเจ้าหน้าที่จะให้ประโยชน์"

13. ใช้ธรรมชาติช่วยธรรมชาติ

การเข้าใจถึงธรรมชาติและต้องการให้ประชาชนใกล้ชิดธรรมชาติ ทรงมองอย่างละเอียดถึงปัญหาของธรรมชาติ หากเราต้องการแก้ไขธรรมชาติ จะต้องใช้ธรรมชาติเข้าช่วยเหลือ เช่น การแก้ไขปัญหาป่าเสื่อมโทรม โดยพระราชทานพระราชดำริการปลูกป่าโดยไม่ต้องปลูก (ต้นไม้) ปล่อยให้ธรรมชาติช่วยในการฟื้นฟูธรรมชาติ

14. ใช้อธรรมปราบอธรรม

ทรงนำความจริงในเรื่องความเป็นไปแห่งธรรมชาติ และกฎเกณฑ์ของธรรมชาติ มาเป็นหลักการ และแนวปฏิบัติที่สำคัญในการแก้ปัญหาและปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสภาวะที่ไม่ปกติเข้าสู่ระบบที่เป็นปกติ เช่น การนำน้ำดีขับไล่น้ำเสีย การให้ผักตบชวาบำบัดน้ำเสียโดยดูดซึมสิ่งสกปรกปนเปื้อนในน้ำ

15. ปลูกป่าในใจคน

"...เจ้าหน้าที่ป่าไม้ควรจะปลูกต้นไม้ลงในใจคนเสียก่อน แล้วคนเหล่านั้นก็จะพากันปลูกต้นไม้ลงบนแผ่นดินและรักษาต้นไม้ด้วยตนเอง..."

การที่จะฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติให้กลับคืนมาจะต้องปลูกจิตสำนึกให้คนรักป่าเสียก่อน

16. ขาดทุนคือกำไร

"...ขาดทุนคือกำไร Our loss is our gain... การเสียคือการได้ ประเทศก็จะก้าวหน้า และการที่คนจะอยู่ดีมีสุขนั้น เป็นการนับที่เป็นมูลค่าเงินไม่ได้..."

หลักการคือ "การให้" และ การเสียสละ เป็นการกระทำอันมีผลเป็นกำไร คือ ความอยู่ดีมีสุขของราษฎร

"...ถ้าเราทำอะไรที่เราเสีย แต่ในที่สุดที่เราเสียนั้นเป็นการได้ทางอ้อม ตรงกับงานรัฐบาลโดยตรง เงินของรัฐบาลหรืออีกนัยหนึ่งคือเงินของประชาชน ถ้าอยากให้ประชาชนอยู่ดีกินดีก็ต้องลงทุน..."

17. การพึ่งตนเอง

การพัฒนาตามแนวพระราชดำริเพื่อแก้ไขปัญหาในเบื้องต้นด้วยการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเพื่อให้เขาแข็งแรงพอที่จะดำรงชีวิตได้ต่อไป

แล้วขั้นต่อไปก็คือ การพัฒนาให้เขาสามารถอยู่ในสังคมได้ตามสภาพแวดล้อม และสามารถ "พึ่งตนเองได้" ในที่สุด

18. พออยู่พอกิน

สำหรับประชาชนที่ตกอยู่ในวงจรแห่งความทุกข์เข็ญนั้น ได้พระราชทานความช่วยเหลือให้เขาสามารถอยู่ในขั้น "พออยู่พอกิน" เสียก่อน แล้วจึงค่อยขยับขยายให้มีขีดสมรรถนะที่ก้าวหน้าต่อไป

"...ถ้าโครงการดี ในไม่ช้าประชาชนจะได้กำไร จะได้ผล ราษฎรจะอยู่ดีกินดีขึ้น จะได้ประโยชน์ต่อไป..."

19. เศรษฐกิจพอเพียง

เป็นแนวทางการดำเนินชีวิต เพื่อสร้างความเข้มแข็งหรือภูมิคุ้มกันทุกด้าน ซึ่งจะสามารถทำให้อยู่ได้อย่างสมดุลในโลกแห่งการเปลี่ยนแปลง

ปรัชญานี้ได้มีการประยุกต์ใช้ทั้งระดับบุคคล องค์การ ชุมชน และทุกภาคส่วนมาแล้วอย่างได้ผล

20. ความซื่อสัตย์ สุจริต จริงใจต่อกัน

"...ผู้ที่มีความสุจริตและบริสุทธิ์ใจ แม้จะมีความรู้น้อยก็ย่อมทำประโยชน์ให้แก่ส่วนรวมได้มากกว่าผู้ที่มีความรู้มากแต่ไม่มีความสุจริต ไม่มีความบริสุทธิ์ใจ..."

(18 มี.ค. 2533)

21. ทำงานอย่างมีความสุข

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงพระเกษมสำราญ และทรงมีความสุขทุกครา ที่จะช่วยเหลือประชาชน

"...ทำงานกับฉัน ฉันไม่มีอะไรจะให้นอกจากการมีความสุขร่วมกัน ในการทำประโยชน์ให้กับผู้อื่น..."

22. ความเพียร : พระมหาชนก

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงริเริ่มทำโครงการต่าง ๆ ในระยะแรกที่ไม่มีความพร้อมมากนัก และทรงใช้พระราชทรัพย์ส่วนพระองค์ทั้งสิ้น แต่พระองค์ก็มิได้ท้อพระราชหฤทัย มุ่งมั่นพัฒนาบ้านเมืองให้บังเกิดความร่มเย็นเป็นสุข

23. รู้–รัก–สามัคคี

รู้ : การที่เราจะลงมือทำสิ่งใดนั้น จะต้องรู้เสียก่อน รู้ถึงปัจจัยทั้งหมด รู้ถึงปัญหา และรู้ถึงวิธีแก้ปัญหา

รัก : เมื่อเรารู้ครบกระบวนความแล้ว จะต้องเห็นคุณค่า เกิดศรัทธา เกิดความรักที่จะเข้าไปลงมือปฏิบัติแก้ปัญหานั้น ๆ

สามัคคี : เมื่อถึงขั้นลงมือปฏิบัติต้องคำนึงเสมอว่า เราทำคนเดียวไม่ได้ ต้องร่วมมือร่วมใจกัน สามัคคีกันเป็นหมู่คณะ จึงจะเกิดพลังในการแก้ปัญหาให้ลุล่วงด้วยดี

เศรษฐกิจพอเพียงกับเศรษฐกิจกระแสหลัก

✍ ไสว บุญมา*

บทนำ

ก่อนอื่นขอทำความเข้าใจร่วมกันว่า เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นฐานของเทคโนโลยีและการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในยุคปัจจุบัน ความสำคัญของวิชานี้ย่อมเป็นที่ประจักษ์อยู่แล้ว ส่วนบทบาทของคณิตศาสตร์ในการปฏิบัติเศรษฐกิจพอเพียงโดยเฉพาะอาจแยกได้เป็น 2 ระดับคือ ในระดับพื้นฐานของกระบวนการคิดและในระดับการใช้ในการคำนวณ สำหรับในระดับพื้นฐานของกระบวนการคิด บทบาทของคณิตศาสตร์มีความสำคัญเป็นพิเศษเพราะคณิตศาสตร์มี "ความมีเหตุผล" เป็นมิติเบื้องต้น ส่วนเศรษฐกิจพอเพียงมี "ความมีเหตุผล" เป็นหนึ่งในปัจจัยหลัก ฉะนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการปฏิบัติเศรษฐกิจพอเพียงไม่อาจเกิดขึ้นได้ในบุคคลและสังคมที่ไม่มีฐานของกระบวนการคิดเป็นเชิงคณิตศาสตร์

สำหรับในระดับของการคำนวณ บทบาทของคณิตศาสตร์อาจจำแนกได้จากระดับง่าย ๆ ในชีวิตประจำวันไปจนถึงการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สลับซับซ้อนสูง เช่น ในการดำเนินชีวิตประจำวัน เราใช้คณิตศาสตร์เพื่อการซื้อขาย คำนวณธาตุอาหารของส่วนประกอบต่าง ๆ เพื่อให้ได้จำนวนครบถ้วนตามความต้องการของร่างกาย และคำนวณอัตราและปริมาณการเผาผลาญพลังงานในการออกกำลังกายเพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณพลังงานที่ได้จากการรับประทานอาหาร ส่วนในด้านการคำนวณที่สลับซับซ้อนสูง ตัวอย่างที่มองเห็นง่าย ๆ อาจได้แก่การใช้ Operation Research ค้นหาว่า จะทำอย่างไรเราจึงจะใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อบรรลุเป้าหมายของการให้ชุมชนได้รับปัจจัยเบื้องต้นอย่างเพียงพอ การค้นหาเช่นนี้มีค่าเท่ากับการค้นหาสิ่งที่ "ดีที่สุด" ซึ่งเป็นความหมายของคำว่า "เศรษฐ" ในภาษาบาลีและสันสกฤต

"**เศรษฐกิจ**" เกิดขึ้นเพราะทรัพยากรมีจำกัด เศรษฐกิจจึงเป็นกระบวนการกระทำที่นำไปสู่การใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเศรษฐศาสตร์เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการกระทำนั้น มนุษย์เราต่างกับสัตว์อื่นหลายด้าน ความแตกต่างสำคัญอันเป็นที่มาของระบบเศรษฐกิจ

---

* ดร., อดีตพนักงานธนาคารพัฒนาเอเชียและธนาคารโลก นักเขียนประจำคอลัมน์ "บ้านเขา-เมืองเรา" ในหนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจ และคอลัมน์ "ผ่ามันสมองนักปราชญ์" ในหนังสือพิมพ์ประชาชาติธุรกิจ

เนวตลาดเสรีคือ เมื่อเรามีอะไรเหลือกินเหลือใช้เรามีแรงจูงใจที่จะนำสิ่งเหล่านั้นมาแลกเปลี่ยนกัน ปรากฏการณ์นี้ไม่มีในสัตว์อื่น นอกจากนั้นเราต้องการที่จะทำกิจกรรมได้อย่างเสรี รวมทั้งการนำสิ่งที่เรามีมาแลกเปลี่ยนกันด้วย กระบวนการแลกเปลี่ยนกันมี "ตลาด" เป็นสื่อกลาง ฉะนั้นระบบเศรษฐกิจแนวตลาดเสรีจึงมีฐานอันเป็นธรรมชาติของมนุษย์ ฐานนั้นจึงมั่นคงยังผลให้ระบบเศรษฐกิจแนวตลาดเสรีมีโอกาสยั่งยืนสูงกว่าระบบอื่น เช่น ระบบคอมมิวนิสต์ซึ่งจำกัดสิทธิเสรีภาพอันเป็นการขัดธรรมชาติของมนุษย์

วิวัฒนาการของสังคมมนุษย์และแนวคิดทางเศรษฐกิจ

ย้อนไปในอดีตบรรพบุรุษของมนุษย์ดำเนินชีวิตด้วยการเก็บของป่า ล่าสัตว์ และอยู่กับธรรมชาติโดยปราศจากการดัดแปลงมันอย่างจริงจังจนกระทั่งราว 1 หมื่นปีที่ผ่านมา เมื่อมีการค้นพบวิธีเพาะปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ในย่านตะวันออกกลาง ในเมืองจีนและในส่วนอื่นของโลกตามลำดับ ความสามารถในการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์นำไปสู่การปฏิวัติ หรือการเปลี่ยนแปลงใหญ่หลวงแบบก้าวกระโดด ในวิถีชีวิตของมนุษย์ นั่นคือ เกิดการตั้งชุมชนถาวรแทนการเร่ร่อนไปตามฤดูกาลเพื่อเก็บของป่าและล่าสัตว์ การผลิตอาหารได้มากจนเรียกว่าเป็นการปฏิวัติเกษตรกรรมนำไปสู่การเพิ่มของประชากรอย่างรวดเร็ว และเอื้อให้สมาชิกบางส่วนของชุมชนมีเวลาทำกิจกรรมหลากหลายซึ่งนำไปสู่การคิดค้นจนเกิดความก้าวหน้าในศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งการประดิษฐ์ภาษาเขียน

ความเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดดอันเกิดจากการปฏิวัติเกษตรกรรมนั้น บางทีมีผู้เรียกว่า "คลื่นลูกที่ 1"

คลื่นลูกนั้นเป็นพลังผลักดันให้เกิดวิวัฒนาการต่อมา นั่นคือ ความก้าวหน้าในศาสตร์และเทคโนโลยีต่าง ๆ ซึ่งนำไปสู่การสร้างอารยธรรมขึ้นในหลายส่วนของโลก อารยธรรมเหล่านั้นใช้ระบบเศรษฐกิจแนวตลาดเสรีเป็นหลัก อย่างไรก็ดีมีบางแง่ที่ไม่มีความเป็นเสรีอย่างแท้จริง เช่น การจับมนุษย์เป็นทาส อารยธรรมเหล่านั้นมีทั้งการติดต่อค้าขายและการรุกรานกัน บางอารยธรรมล่มสลายแล้วมีอารยธรรมใหม่ขึ้นมาแทนที่ หลังจากเวลาผ่านไปหลายพันปีจึงมีการปฏิวัติ หรือการเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่แบบก้าวกระโดดในวิถีชีวิตของมนุษย์อีกครั้ง การเปลี่ยนแปลงครั้งนี้มีชื่อว่าการปฏิวัติอุตสาหกรรม ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมได้แก่ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเริ่มเมื่อ 250–300 ปีที่ผ่านมา ความก้าวหน้าเหล่านั้นนำไปสู่การประดิษฐ์เครื่องจักรกลเพื่อใช้แทนแรงคน แรงสัตว์และพลังทางธรรมชาติอื่น ๆ ที่ใช้กันในสมัยก่อน

การเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดดครั้งนี้บางทีมีผู้เรียกว่า "คลื่นลูกที่ 2"

ช่วงต้นของการปฏิวัติอุตสาหกรรมไม่ได้ทำให้แนวคิดในการดำเนินเศรษฐกิจเปลี่ยนไปมาก นัก สังคมต่าง ๆ ยังอิงหลักของตลาดเสรี และในช่วงนี้เองที่ปราชญ์พยายามศึกษาการทำงานของ ตลาดเสรีและกฎเกณฑ์ที่จะทำให้มันมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ในจำนวนนี้มีปราชญ์ชาวสกอตชื่อ อะดัม สมิท รวมอยู่ด้วย อะดัม สมิท รวบรวมการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของเศรษฐกิจแนวตลาดเสรี อย่างเป็นระบบและพิมพ์ออกมาในหนังสือชื่อ The Wealth of Nations เมื่อปี พ.ศ. 2319 หนังสือ เล่มนี้จึงเป็นต้นตำรับของระบบตลาดเสรีที่เราเข้าใจกันอยู่ในปัจจุบัน

เครื่องจักรกลต่าง ๆ ก่อให้เกิดโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ซึ่งผลิตสินค้าใหม่ ๆ ออกมาได้ จำนวนมหาศาล โรงงานเหล่านั้นมักเกิดขึ้นในย่านชุมชนเมืองและต้องการคนงานสูงจึงเป็น แรงจูงใจให้ชาวชนบทอพยพเข้าเมืองกันขนานใหญ่ ชุมชนเมืองขยายออกไปอย่างรวดเร็วพร้อม ๆ กับมีความแออัดเพิ่มขึ้น การผลิตสินค้าใหม่ ๆ ออกขายได้จำนวนมหาศาลยังผลให้เจ้าของโรงงาน มั่งคั่งขึ้นอย่างเป็นกอบเป็นกำ ทว่ามันไม่ได้ทำให้ผู้ใช้แรงงานมั่งคั่งขึ้นด้วย ฉะนั้นการปฏิวัติ อุตสาหกรรมจึงนำไปสู่การแยกคนเป็นสองชนชั้นอย่างแจ้งชัด นั่นคือ ชนชั้นนายทุนซึ่งเป็นคน กลุ่มเล็ก ๆ ที่ร่ำรวยจากการเป็นเจ้าของกิจการใหญ่ ๆ โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรม และชนชั้น กรรมกรซึ่งมีจำนวนมากและยากจนเพราะมักถูกนายทุนเอาเปรียบ

สภาพเช่นนั้นวิวัฒน์ไปหลายทศวรรษก่อนที่จะมีปราชญ์สองคนเสนอทางแก้ไขคือ คาร์ล มาร์ก และ ฟรีดริก เองเกลส์ ซึ่งพิมพ์แนวคิดระบบคอมมิวนิสต์ออกมาในปี พ.ศ. 2391 ชื่อ The Communist Manifesto ระบบคอมมิวนิสต์ต้องการกำจัดความเหลื่อมล้ำของคนสองชนชั้นอันเกิด จากระบบตลาดเสรีซึ่งประชาชนมีสิทธิ์ถือครองสินทรัพย์และผลิตสิ่งต่าง ๆ ตามความต้องการของ ผู้บริโภค โดยการให้รัฐยึดครองสินทรัพย์ทั้งหมดและเป็นผู้ออกคำสั่งให้ประชาชนผลิตสิ่งต่าง ๆ ตามที่รัฐเห็นว่ามีประโยชน์ต่อประชาชน ระบบคอมมิวนิสต์จึงต่างกับแนวคิดตลาดเสรีชนิดที่อยู่ คนละขั้ว ระบบคอมมิวนิสต์ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกในรัสเซียหลังการปฏิวัติเมื่อปี พ.ศ. 2460 และ ขยายออกไปในหลายประเทศ โดยเฉพาะเมื่อรัสเซียแผ่อาณาเขตออกไปเป็นสหภาพโซเวียตหลัง สงครามโลกครั้งที่ 2 สิ้นสุดในปี พ.ศ. 2488 สหภาพโซเวียตล่มสลายเมื่อปี พ.ศ. 2531 ทำให้การ ใช้ระบบคอมมิวนิสต์อย่างกว้างขวางเป็นครั้งแรกล่มสลายไปด้วย เพราะระบบนี้มีฐานอยู่บนการ บังคับซึ่งผิดธรรมชาติของมนุษย์ดังที่กล่าวถึงแล้ว ในปัจจุบันนี้โลกจึงมีระบบตลาดเสรีเป็นแนวคิด เศรษฐกิจกระแสหลัก

ก่อนที่สหภาพโซเวียตจะล่มสลายไม่นานโลกเผชิญกับการปฏิวัติอีกครั้ง การปฏิวัติครั้งล่าสุดนี้มีเทคโนโลยีดิจิตอลและคอมพิวเตอร์เป็นหัวจักรขับเคลื่อน เทคโนโลยีดิจิตอลเข้ามาแทนที่แรงสมองของคนเฉกเช่นเครื่องจักรกลเข้ามาแทนที่แรงงาน มันเอื้อให้การคิดคำนวณและการส่งข่าวสารข้อมูลทำได้อย่างฉับพลัน และผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดดในสังคมมนุษย์อีกครั้ง การเปลี่ยนแปลครั้งนี้บางทีมีผู้เรียกว่าการปฏิวัติสารสนเทศ และบางทีก็มีผู้เรียกว่า "คลื่นลูกที่ 3"

ความบกพร่องของเศรษฐกิจกระแสหลักและทางแก้ไข

ในปัจจุบันนี้ทุกประเทศทั่วโลกยกเว้นเกาหลีเหนือและคิวบายึดระบบตลาดเสรีเป็นแนวบริหารจัดการเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตามการใช้ระบบนี้มีความแตกต่างกันออกไปในรายละเอียดโดยเฉพาะด้านการมีรัฐเข้าไปร่วมเป็นเจ้าของและบริหารกิจการ บางประเทศมีรัฐวิสาหกิจหลากหลาย ในขณะที่บางประเทศแทบไม่มีเลย อะดัม สมิท ซึ่งศึกษาและเขียนตำราเกี่ยวกับการทำงานของตลาดเสรีขึ้นอย่างเป็นระบบเป็นคนแรกเสนอให้รัฐจำกัดบทบาทของตนให้อยู่เฉพาะในสิ่งที่จำเป็นจริง ๆ เท่านั้น นั่นคือ ทำเฉพาะในสิ่งที่เอกชนไม่ควรทำ เช่น การบริหารและการป้องกันประเทศ และการดำเนินงานด้านการควบคุมกระบวนการยุติธรรม อย่างไรก็ตามประเทศที่จำกัดบทบาทของรัฐตามคำเสนอแนะของ อะดัม สมิท มีเพียงส่วนน้อย

ทั้งที่มีฐานมั่นคงและอยู่คู่กับสังคมมนุษย์มาช้านาน ระบบตลาดเสรีมีข้อบกพร่อง จริงอยู่ข้อบกพร่องนั้นน้อยกว่าของระบบอื่น เช่น ระบบคอมมิวนิสต์ แต่มันก็สร้างปัญหาซึ่งถ้าไม่แก้ไขอาจทำให้สังคมมนุษย์ล่มสลายได้ ในปัจจุบันปัญหาสำคัญยิ่งเป็นผลมาจากการแสวงหากำไรแบบไร้จริยธรรมและการบริโภคแบบสุดโต่ง เท่าที่ผ่านมาการแสวงหากำไรและการบริโภคเป็นหัวจักรสำคัญของการขับเคลื่อนความก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ ความจริงข้อนี้เป็นที่ยอมรับของปราชญ์รวมทั้งอะดัม สมิท เองด้วย อย่างไรก็ตามในสมัยของ อะดัม สมิท โลกมีประชากรเพียง 800 ล้านคนและโดยเฉลี่ยแต่ละคนบริโภคน้อยกว่าประชากรในปัจจุบันซึ่งมีถึง 6.4 พันล้านคนแล้ว ยิ่งกว่านั้นประชากรโลกยังเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง อีกทั้งแต่ละคนยังต้องการบริโภคเพิ่มขึ้นด้วย ไม่ว่าจะเป็นในประเทศที่ก้าวหน้าและบริโภคเกินความจำเป็นอยู่แล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา หรือในประเทศที่ยังไม่ก้าวหน้าสูงนักแต่พัฒนาอย่างรวดเร็ว เช่น จีนและอินเดีย สองประเทศนี้มีประชากรรวมกันกว่า 2 พันล้านคน หรือราว 1 ใน 3 ของประชากรโลก

ดังที่เกริ่นไว้ในตอนต้นว่าทรัพยากรมีจำกัด ประเด็นจึงอยู่ที่ว่าถ้าประชากรโลกต้องการบริโภคแบบเกินความจำเป็นสูงมากตามแนวของชาวอเมริกัน เราจะเอาทรัพยากรที่ไหนมาสนอง

ความต้องการอย่างเพียงพอ ในปัจจุบันนี้มีชาวโลกเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่บริโภคในระดับเดียวกับชาวอเมริกัน แต่โลกก็เริ่มขาดทรัพยากรจนถึงกับทำสงครามแย่งชิงกันแล้ว สงครามในตะวันออกกลางระหว่างอิสราเอลกับชาวอาหรับหลายครั้งมีการแย่งน้ำเป็นปัจจัยอยู่เบื้องหลังด้วย การแย่งน้ำอาจนำไปสู่สงครามนิวเคลียร์ระหว่างอินเดียกับปากีสถาน สาเหตุสำคัญที่รัฐบาลอเมริกันส่งทหารเข้าไปในอิรักคือการครอบครองแหล่งน้ำมันในย่านตะวันออกกลาง

นอกจากนั้นเทคโนโลยีใหม่เอื้อให้การแสวงหากำไรและสร้างความร่ำรวยเกิดขึ้นได้อย่างฉับพลัน ผู้ที่มีความสามารถและเข้าถึงข่าวสารข้อมูลได้เร็วซึ่งรวมทั้งผู้ขาดจริยธรรมจะสร้างกำไรและความร่ำรวยได้ทันตาเห็นทำให้โลกมีอภิมหาเศรษฐีเพิ่มขึ้นทุกวัน แต่ในขณะเดียวกันความยากจนข้นแค้นแสนสาหัสยังแพร่กระจายอยู่ทั่วไปทั้งโลก ความรู้สึกไม่เป็นธรรมอันเกิดจากความเหลื่อมล้ำอย่างร้ายแรงระหว่างประเทศและระหว่างกลุ่มชนภายในสังคมเดียวกัน กำลังสร้างความตึงเครียดทั้งระหว่างประเทศและภายในประเทศ ความตึงเครียดนี้จะผลักดันให้เกิดการรบราฆ่าฟันกันเพิ่มขึ้นยังผลให้โลกหมดโอกาสที่จะประสบสันติสุข

ความบกพร่องของระบบตลาดเสรีเป็นที่รู้กันมานานในหมู่ของปราชญ์รวมทั้ง อะดัม สมิท เองด้วย เนื่องจากเขาเป็นอาจารย์ทั้งทางด้านจริยศาสตร์และเศรษฐศาสตร์ เขาจึงเน้นการแก้ไขโดยการใช้จริยธรรมเป็นหลัก ดังที่อ้างถึงแล้ว ในสมัยของ อะดัม สมิท ประชากรโลกมีเพียง 800 ล้านคน และโดยเฉลี่ยแต่ละคนบริโภคน้อยกว่าในยุคปัจจุบัน ฉะนั้นการที่ปราชญ์ไม่ค่อยแสดงความวิตกถึงความจำกัดของทรัพยากรจึงเป็นสิ่งที่พอเข้าใจได้ แต่ในยุคนี้โลกมีประชากรกว่า 6.4 พันล้านคนและเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แม้ทุกคนจะพยายามแสวงหากำไรภายในกรอบของจริยธรรม แต่ถ้าทุกคนบริโภคเกินความจำเป็นมาก ๆ โลกย่อมไม่มีทรัพยากรเพียงพอ ความจริงข้อนี้เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางในหมู่ของปราชญ์ และกระตุ้นให้เกิดการแสวงหาทางแก้ไขความบกพร่องของระบบตลาดเสรี แนวคิดเรื่องเศรษฐกิจพอเพียงเป็นผลของความพยายามนี้และเป็นแนวคิดที่จะแก้ปัญหาได้ตรงจุดที่สุด

กรอบและส่วนประกอบของแนวคิดเรื่องเศรษฐกิจพอเพียง

เศรษฐกิจพอเพียงมีส่วนประกอบสำหรับพิจารณา 5 ส่วนด้วยกัน คือ **การมีความรู้ การมีคุณธรรม/จริยธรรม การมีความพอประมาณ การมีเหตุผลและการมีภูมิคุ้มกัน** ส่วนประกอบเหล่านี้ไม่มีส่วนไหนที่ฉีกออกไปจากระบบตลาดเสรีดังที่บางวงการเข้าใจ

"**ความรู้**" เป็นส่วนประกอบที่มีขอบเขตกว้างมาก จึงจะกล่าวถึงเพียง 3 ด้านเท่านั้น ด้านแรกเป็นความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการดำเนินชีวิต เช่น รู้ว่าร่างกายต้องการอะไรในแต่ละวัน อาหารชนิดไหนมีประโยชน์ สิ่งไหนให้โทษต่อร่างกาย สิ่งแวดล้อมชนิดไหนควรหลีกเลี่ยง ปริมาณของการออกกำลังกายและการพักผ่อน เป็นต้น

ด้านที่สองเกี่ยวกับความรู้ทางด้านเทคนิคซึ่งมีความจำเป็นในการประกอบอาชีพ ความรู้ด้านนี้ส่วนใหญ่ได้จากการเรียนในสถาบันการศึกษาเสริมด้วยการฝึกฝนนอกสถาบันและการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ในยุคปัจจุบันองค์ความรู้ด้านเทคนิคเปลี่ยนแปลงเร็วมาก ฉะนั้นการเรียนรู้ตลอดชีวิตเป็นหลักที่จะต้องถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด อันที่จริงความรู้ด้านนี้และหลักการเรียนรู้ตลอดชีวิตเป็นที่ยอมรับว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญของระบบตลาดเสรีมานานแล้ว อะดัม สมิท จึงเขียนไว้อย่างละเอียดในหนังสือของเขาเรื่อง The Wealth of Nations นอกจากนั้นเขาเองเป็นต้นแบบที่ดีของผู้ที่ศึกษาหาความรู้ตลอดชีวิตถึงขนาดก่อนตายเขาแสดงความเสียใจว่าเขายังศึกษาบางวิชาไม่สำเร็จ

ด้านที่สามเกี่ยวกับข่าวสารข้อมูลซึ่งมีความสำคัญต่อการทำงานของตลาดเสรี นั่นคือ ทั้งผู้ซื้อและผู้ขายในตลาดจะต้องมีข่าวสารข้อมูลทัดเทียมกัน มิฉะนั้นจะเกิดการเอาเปรียบและการผูกขาดซึ่งจะทำให้ตลาดขาดประสิทธิภาพ ข่าวสารข้อมูลส่วนใหญ่ได้มาจากการติดตามวิวัฒนาการด้านต่าง ๆ ทั่วโลกโดยเฉพาะจากการอ่าน ในยุคของ อะดัม สมิท การอ่านและการเข้าร่วมสมาคมเพื่อพบปะกับสมาชิกในสังคมเป็นวิธีติดตามข่าวสารข้อมูลหลักซึ่งเขาถือปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ในยุคนี้ระบบอินเตอร์เนตมีข่าวสารที่ทันกับเหตุการณ์แทบทุกอย่าง ฉะนั้นการเข้าถึงอินเตอร์เนตมีความสำคัญยิ่งสำหรับชาวโลก

"**คุณธรรม/จริยธรรม**" เป็นฐานของการอยู่ร่วมกันในสังคม เรื่องนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งยวด อะดัม สมิท เองย้ำเน้นเรื่องนี้เป็นพิเศษถึงกับเขียนหนังสือออกมาเล่มหนึ่งชื่อ The Theory of Moral Sentiments เพื่อเป็นตำราวิชาจริยศาสตร์ และแสดงความวิตกออกมาอย่างแจ้งชัดว่าการแสวงหากำไร เพื่อให้ได้มาซึ่งความมั่งคั่งและการบูชาคนรวยจะนำไปสู่ความเสื่อมของคุณธรรม/จริยธรรม นอกจากมีความรู้ชั้นปราชญ์แล้ว อะดัม สมิท เป็นผู้ดำเนินชีวิตอยู่ในกรอบของคุณธรรม/จริยธรรมอย่างเคร่งครัด ครอบครัวขุนนางชั้นสูงของอังกฤษครอบครัวหนึ่งจึงจ้างให้เขาเป็นครูแบบกินอยู่ประจำเพื่อสอนเด็กในครอบครัว

ส่วนประกอบอีกสามด้านเกี่ยวพันกันสูงมาก "**ความพอประมาณ**" เป็นส่วนประกอบที่พอเข้าใจได้แต่ยากที่จะตีความหมายให้ชัดเจนแบบเฉพาะเจาะจง จึงจะกล่าวถึงต่อไปในตอนที่เกี่ยวกับ

ตัวอย่างของแนวปฏิบัติ ส่วน "**ความมีเหตุผล**" มีความหมายแจ้งชัดภายในตัวของมันเองอยู่แล้ว โดยธรรมชาติมนุษย์เรามีทั้งอารมณ์และเหตุผล การดำเนินชีวิตประจำวันต้องวางอยู่บนฐานของเหตุผล คนเราจึงจะอยู่ได้อย่างสงบสุข "**ภูมิคุ้มกัน**" มีความสำคัญยิ่งขึ้นในยุคนี้เพราะเป็นยุคที่มีความเปลี่ยนแปลงเร็วและมีความเสี่ยงสูง ในยุคที่คนส่วนใหญ่ทำอะไรหลาย ๆ อย่างเป็นและดำเนินชีวิตบนฐานของการร่วมมือกันในครอบครัวขนาดใหญ่และในชุมชน ความเสี่ยงมีค่อนข้างต่ำ แต่ยุคปัจจุบันยึดการแบ่งงานกันทำเป็นหลัก คนส่วนใหญ่จึงทำได้เพียงอย่างเดียว ในขณะเดียวกันสภาพสังคมได้เปลี่ยนไปจากการมีครอบครัวขนาดใหญ่ที่มีคนหลายรุ่นอยู่ร่วมกันและช่วยเหลือกันไปเป็นครอบครัวขนาดเล็กที่มีคนเพียงรุ่นเดียวหรือสองรุ่นเท่านั้น และจากชุมชนขนาดเล็กที่มีการช่วยเหลือเกื้อกูลกันไปเป็นชุมชนขนาดใหญ่ที่มีลักษณะของการต่างคนต่างอยู่ ความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นสร้างความจำเป็นที่จะต้องมีการบริหารจัดการความเสี่ยงอย่างเหมาะสม

ส่วนประกอบ 3 ด้านนี้มีอยู่ในหลักของระบบตลาดเสรีแต่ไม่ได้รับการเน้นย้ำเพราะสภาพสังคมในสมัยก่อนต่างกับในสมัยนี้ เช่น มีประชากรน้อย มีครอบครัวขนาดใหญ่และชุมชนขนาดเล็กที่มีการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน นอกจากนั้น อะดัม สมิธ มีชีวิตอยู่ในยุคที่มีชื่อว่า The Age of Reason ฉะนั้นการมีเหตุผลเป็นสิ่งที่ปราชญ์อาจเห็นว่าไม่จำเป็นที่จะต้องเน้นย้ำเป็นพิเศษ อย่างไรก็ตาม อะดัม สมิท เองปฏิบัติตัวภายในกรอบของส่วนประกอบเหล่านี้ทั้งที่เขาเองไม่ได้แยกแยะมันออกมาโดยเฉพาะ เช่น เขาดำเนินชีวิตอย่างเรียบง่ายทั้งที่มีรายได้สูง เขาอุปการะแม่เมื่อยามแก่เฒ่าพร้อมกับส่งเสียหลาน ๆ ให้มีการศึกษา เขาต้องการคืนเงินบำนาญทั้งหมดที่เขาได้รับจากครอบครัวขุนนางที่กล่าวถึงข้างต้นเมื่อเขาได้รับแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งที่มีรายได้สูง เมื่อครอบครัวขุนนางไม่ยอมรับบำนาญคืน เขาก็ใช้รายได้นั้นซื้อตำรับตำราเพื่อศึกษาวิชาต่าง ๆ เพิ่มขึ้น อาจกล่าวได้ว่าอะดัม สมิท ดำเนินชีวิตตามหลักเศรษฐกิจพอเพียงเพราะเขาเป็นปราชญ์ที่ตระหนักดีถึงความบกพร่องของระบบตลาดเสรีที่เขาศึกษาอย่างแตกฉาน

แนวปฏิบัติเศรษฐกิจพอเพียง

แนวคิดเรื่องเศรษฐกิจพอเพียงสามารถนำไปปฏิบัติได้ทั้งในระดับบุคคลและในระดับประเทศเพื่อให้เกิดผลในการแก้ไขความบกพร่องของระบบตลาดเสรี เราจะต้องนำแนวคิดนี้ไปปฏิบัติทั้งในระดับบุคคลและในระดับประเทศ หรือในอีกนัยหนึ่ง**การพัฒนาประเทศจะประสบความสำเร็จอย่างยั่งยืนได้ก็ต่อเมื่อประชาชนส่วนใหญ่ยึดแนวคิดนี้เป็นหลักปฏิบัติ** ประชาชนอาจตัดสินใจดำเนินชีวิตตามแนวคิดเรื่องเศรษฐกิจพอเพียงด้วยตัวเอง เพราะความเข้าใจในความถูกต้องของมัน

ในขณะเดียวกันรัฐบาลก็ควรมีนโยบายสำหรับสร้างแรงจูงใจให้ประชาชนดำเนินชีวิตตามแนวคิดนี้พร้อมกันไปด้วย แนวคิดนี้มีทั้งความกว้างและความลุ่มลึก จึงทำให้ไม่สามารถที่จะนำมาขยายได้ทุกแง่ทุกมุม นอกจากตัวอย่างดังที่จะกล่าวถึงต่อไปเท่านั้น

เนื้อหาของตอนที่ผ่านมาเน้นการปฏิบัติในระดับบุคคลเป็นส่วนใหญ่และหลายครั้งนำ อะดัม สมิท ผู้เป็นเสมือนบิดาของเศรษฐกิจระบบตลาดเสรีมาเป็นตัวอย่าง เนื่องจากความ "พอประมาณ" เป็นส่วนประกอบสำคัญซึ่งยากแก่การให้นิยาม จึงขอยกตัวอย่างของความพอประมาณซึ่งวางอยู่บนฐานของความรู้ที่แท้จริงมาเสนอดังนี้

จะดำเนินชีวิตอย่างไรจึงจะเรียกว่ากระทำตามความพอประมาณ อาจยึดการพิจารณาความ "เพียงพอ" และ "พอเพียง" พร้อม ๆ กัน **ความ "เพียงพอ" เป็นเรื่องของร่างกาย ส่วนความ "พอเพียง" เป็นเรื่องของจิตใจ** ซึ่งหมายความว่าทุกคนควรหมั่นแสวงหาให้ได้มาซึ่งสิ่งที่ร่างกายต้องการด้วยวิธีที่สังคมยอมรับ เมื่อได้มาครบถ้วนหรือ "เพียงพอ" แล้วก็มีความรู้สึกพอใจและไม่กระเสือกกระสนที่จะแสวงหามาเพิ่มด้วยความโลภ ไม่ว่าจะเป็นเพื่อบริโภคอย่างเมามันหรือเพื่อแข่งขันและอวดอ้างความมั่งมีกับผู้อื่น

ในระดับพื้นฐานความต้องการของร่างกายถูกกำหนดขึ้นโดยธรรมชาติว่า จะต้องมีอย่างน้อยปัจจัยสี่อันได้แก่อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัยและยารักษาโรค สิ่งเหล่านี้ทุกคนจะต้องมีอย่างครบถ้วนตามที่ธรรมชาติกำหนดมาจึงจะเรียกได้ว่ามีความ "เพียงพอ" อาทิ เรื่องอาหาร จริงอยู่เราอาจไม่รู้อย่างละเอียดยิบว่าร่างกายต้องการอะไรในแต่ละวันและอาหารจานไหนให้อะไรแก่เราบ้าง แต่การศึกษาบอกเราว่าถ้าเรารับประทานอาหารหลากหลายและให้ครบทุกหมวดหมู่ โอกาสที่ร่างกายของเราจะได้รับทุกอย่างครบถ้วนมีอยู่สูง นั่นหมายความว่าถ้าเราเลือกได้ เราควรศึกษาให้เกิดความเข้าใจพร้อมกับมีวินัยสูงพอที่จะเลือกรับประทานอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ในปริมาณพอควร ไม่มากเกินไปจนก่อให้เกิดความอ้วน และไม่เลือกรับประทานอาหารเพราะความอร่อยหรือความทันสมัยโดยไม่คิดถึงคุณค่าของมัน

เกี่ยวกับประเด็นนี้มีเรื่องจริงที่ขอยกมาเป็นอุทาหรณ์คือ หนุ่มชาวบ้านในย่านอยุธยา ซึ่งอุดมสมบูรณ์ไปด้วยปลาและพืชผักพื้นเมือง บ่นว่าอาหารที่ทำด้วยส่วนประกอบเหล่านั้นไม่ทันสมัย เขาจึงมักขับมอเตอร์ไซค์เข้าไปในตลาด เพื่อให้เจ้าของร้านต้มอาหารที่ทันสมัยให้เขารับประทานอาหารนั้นได้แก่บะหมี่มาม่า อีกเรื่องหนึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างหลานกับป้า ด้วยความรักป้า

จึงมักพาหลานไปรับประทานอาหารนอกบ้าน หลานจะเลือกรับประทานไก่ทอดเคเอฟซีทั้งที่ไก่ย่าง ส้มตำและข้าวเหนียวก็มีขายในย่านเดียวกัน

จริงอยู่เราอาจไม่รู้ข้อมูลที่แยกแยะคุณค่าของอาหารเหล่านั้นอย่างละเอียด แต่ข้อมูลที่เราพอรู้อยู่บ้างบ่งว่าบะหมี่มาม่ามีคุณค่าน้อยกว่าอาหารพื้นเมืองของชาวอยุธยา ไม่ว่าจะเป็นน้ำพริกผักต้มหรือแกงส้มผักกระเฉดที่รับประทานกับข้าวสวย ส่วนไก่และมันฝรั่งทอดจิ้มซอสมะเขือเทศมีคุณค่าต่ำกว่าไก่ย่าง ส้มตำและข้าวเหนียว การได้รับประทานอาหารจำพวกบะหมี่มาม่าและไก่ทอดเคเอฟซีเป็นประจำอาจทำให้เกิดความรู้สึกทันสมัยและพอใจ แต่นั่นไม่ได้หมายความว่าผู้รับประทานจะดำเนินชีวิตตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง เพราะเขาอาจไม่ได้รับคุณค่าทางอาหารอย่างครบถ้วนตามความต้องการของร่างกาย

หลักการพิจารณาไม่แตกต่างออกไปสำหรับปัจจัยพื้นฐานอีกสามอย่างและปัจจัยอื่นที่จำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในยุคปัจจุบัน เช่น เครื่องมือสื่อสารและการขนส่ง เราต้องแสวงหามาให้เพียงพอแก่ความจำเป็น เมื่อได้มาแล้วก็มีความพอใจ ไม่กระเสือกกระสนแสวงหามาเพื่อสะสมหรือเพื่อแข่งขันกับผู้อื่น เช่น การมีบ้านใหญ่โต มีเครื่องแต่งกายหลายร้อยอย่างพร้อมทั้งเครื่องประดับหรูหราสารพัด โทรศัพท์มือถือรุ่นล่าสุดและรถยนต์ราคาแพงและแรงม้าสูงเกินความจำเป็น

เรื่องที่เล่ามานี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการศึกษาซึ่งหมายความว่า รัฐบาลควรมีนโยบายในด้านให้การศึกษาแก่ประชนถึงเรื่องสุขภาพและคุณค่าของอาหารชนิดต่าง ๆ อย่างเข้มข้นและต่อเนื่อง นอกจากนั้นรัฐบาลควรมีนโยบายสำหรับจูงใจให้เกิดการบริโภคอาหารที่มีคุณค่าสูงมากขึ้นพร้อม ๆ กับให้เกิดการบริโภคอาหารที่มีคุณค่าต่ำน้อยลง เนื่องจากเมืองไทยอาศัยกลไกของตลาดเสรีเป็นหลักในการบริหารเศรษฐกิจและประชาชนมีสิทธิ์ที่จะเลือกซื้ออาหารรับประทานได้โดยอิสระ รัฐบาลคงจะใช้นโยบายห้ามขายอาหารที่มีคุณค่าต่ำไม่ได้ แต่รัฐบาลอาจใช้มาตรการอื่น เช่น มาตรการทางภาษีในแนวเดียวกันกับที่เก็บจากบุหรี่และสุรา อาหารมากมายให้คุณค่าต่ำและซ้ำร้ายอาจแฝงอันตรายไว้ด้วย เช่น ของขบเคี้ยวที่มุ่งขายให้แก่เด็ก รัฐบาลควรเก็บภาษีอาหารจำพวกนี้ในแนวเดียวกับบุหรี่และสุราเพื่อให้ราคาของมันสูงจนผู้จะซื้อต้องฉุกคิดว่ามันคุ้มค่าของเงินหรือไม่ พร้อมกันนั้นก็ควรมีการเก็บภาษีแบบก้าวหน้าตามราคาของบ้าน เครื่องแต่งกาย เครื่องประดับ โทรศัพท์มือถือ รถยนต์และสินค้าฟุ่มเฟือยอื่น ๆ ซึ่งผู้มีรายได้ดีอาจมีไว้ใช้ แต่ต้องเสียภาษีในอัตราที่สูงขึ้น

สรุป

มีคำถามเสมอว่าการดำเนินชีวิตตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงเป็นไปได้มากน้อยเพียงไร คำถามแนวนี้มีคำตอบซึ่งไม่จำกัดอยู่แค่ในแง่ของปรัชญาอย่างเดียว หากเป็นการดำเนินชีวิตจริง ๆ ของชุมชนขนาดใหญ่ในสหรัฐอเมริกาและแคนาดาที่ทำต่อเนื่องกันมาเป็นเวลากว่า 300 ปีแล้ว ชุมชนนี้มีชื่อว่า "อามิช" ซึ่งกระจัดกระจายอยู่หลายแห่งในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา แห่งที่ใหญ่ที่สุดอยู่ในรัฐเพนซิลวาเนีย ห่างจากเมืองฟิลาเดลเฟียไม่มากนัก รายละเอียดของการดำเนินชีวิตของชาวอามิชมีมากจึงยากแก่การนำมาเล่าทั้งหมด อย่างไรก็ตามความจริงข้อนี้คงให้ความกระจ่างได้เป็นอย่างดี นั่นคือ พวกเขามีชีวิตอยู่ได้อย่างดีและมีความสงบสุขมากกว่าสังคมอเมริกันโดยทั่วไป ทั้งที่ไม่มีเครื่องใช้ไฟฟ้า โทรศัพท์ในบ้าน รถยนต์และเครื่องจักรกลร่วมสมัยทุกชนิด พวกเขายังใช้ม้าลากไถเช่นเดียวกับคนไทยเคยใช้ควายไถนาในยุคที่ผ่านมาแล้ว[1]

กลไกของตลาดเสรีมีอยู่คู่กับสังคมมนุษย์มาตั้งแต่โบราณกาล เพราะกลไกนี้วางอยู่บนฐานของธรรมชาติของมนุษย์และจะมีต่อไปตราบใดที่มนุษย์ยังอยู่ ส่วนมนุษย์จะอยู่ต่อไปได้อย่างยั่งยืนหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง รวมทั้งการบริหารจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ในโลกอย่างจำกัดด้วย ในอดีตเศรษฐกิจแนวตลาดเสรีเป็นแนวคิดสำหรับบริหารจัดการทรัพยากรที่เหมาะสมที่สุดเพราะมีฐานอันเป็นธรรมชาติของมนุษย์อยู่แล้ว ดังที่เป็นมาตลอดประวัติศาสตร์ แนวคิดต่าง ๆ วิวัฒน์ไปตามสภาพแวดล้อม ในปัจจุบันนี้โลกมีประชากรราว 8 เท่าของวันที่ อะดัม สมิท คิดเรื่องตลาดเสรีออกมาอย่างเป็นระบบ ในขณะที่ทรัพยากรของโลกถูกใช้จนร่อยหรอลงไปมากแล้ว ฉะนั้นแนวคิดของเศรษฐกิจแนวตลาดเสรีย่อมต้องวิวัฒน์ไปให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมใหม่ด้วย แนวคิดเรื่อง **เศรษฐกิจพอเพียง** เป็นผลของการวิวัฒน์นั้น การดำเนินชีวิตตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงจึงเหมาะกับสังคมปัจจุบันอย่างยิ่ง

บรรณานุกรม

พระธรรมปิฎก (ประยุทธ์ ปยุตโต). **การพัฒนาที่ยั่งยืน.** พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพมหานคร : มูลนิธิโกมลคีมทอง, 2543.

พระธรรมปิฎก (ประยุทธ์ ปยุตโต). **เศรษฐศาสตร์แนวพุทธ.** พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร : มูลนิธิโกมลคีมทอง, 2542.

---

[1] มีรายละเอียดใน ไสว บุญมา. **อเมริกาที่ยังใช้ม้าเทียมไถ.** กรุงเทพฯ : บริษัท พี. เอ. ลิฟวิ่ง จำกัด, มิถุนายน 2545

พุทธทาสภิกขุ. **พุทธทาสธรรม 11 : เศรษฐศาสตร์พุทธศาสนา.** กรุงเทพมหานคร : สุขภาพใจ, 2549.

วิชิตวงศ์ ณ ป้อมเพชร. **พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวกับปัญหาเศรษฐกิจของประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร : แสงดาว, 2546.

ไสว บุญมา. **โต้คลื่นลูกที่ 4 : เมื่อ 'ความพอเพียง' คือคำตอบ.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร : เนชั่นมัลติมีเดีย กรุ๊ป, 2549.

ไสว บุญมา. **อเมริกาที่ยังใช้ม้าเทียมไถ.** กรุงเทพมหานคร : พี. เอ. ลิฟวิ่ง, 2545.

อภิชัย พันธเสน. **พุทธเศรษฐศาสตร์ : วิวัฒนาการ ทฤษฎี และการประยุกต์กับเศรษฐศาสตร์สาขาต่าง ๆ.** กรุงเทพมหานคร : อมรินทร์, 2544.

Buchan, James. **The Authentic Adam Smith : His Life and Ideas.** New York : W. W. Norton, 2006.

Diamond, Jared. **Guns, Germs, and Steel : The Fate of Human Societies.** New York : W. W. Norton, 1999.

Enriquez, Juan. **As the Future Catches You : How Genomics & Other Forces Are Changing Life, Work, Heath & Wealth.** New York : Crown, 2001.

Meadows, Donella, Jorgen Randers and Dennis Meadows. **Limits to Growth : The 30–Year Update.** White River Junction, Vermont : Chelsea Green, 2004.

Meyer, Christopher and Stan Davis. **It's Alive : The Coming Convergence of Information, Biology, and Business.** New York : Crown, 2003.

Pearce, Joseph. **Small is Still Beautiful.** London : HarperCollins, 2001.

Schumacher, E. F. **Small Is Beautiful : A Study of Economics as If People Mattered.** London : Vintage, 1993.

Smith, Adam. **The Wealth of Nations.** Edited by Edwin Cannan. New York : Bantam, 2003.

การใช้คณิตศาสตร์ในเศรษฐกิจพอเพียง

✍ *ตีรณ พงศ์มงพัฒน์*[*]

ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเป็นแนวคิดที่เน้นความพอประมาณไม่มุ่งไปในด้านใดด้านหนึ่งมากหรือน้อยจนเกินไป พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงแนะนำเกษตรกรรายย่อยบริหารทรัพยากรของตนให้มีผลผลิตที่หลากหลายและพอเพียงกับการดำรงชีพ โดยในระดับปฏิบัติ พระองค์ทรงแนะนำสูตรตาม **"ทฤษฎีใหม่"** ให้จัดสรรการใช้ที่ดินเป็นส่วนๆและมีแหล่งน้ำที่เพียงพอตลอดปี สูตรดังกล่าวนี้พระองค์ทรงคำนวณค่าเฉลี่ยจากเนื้อที่ดินถือครองประมาณ 15 ไร่ ว่าต้องการแหล่งน้ำขนาด 10,000 ลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็นจำนวนที่ดินประมาณ 3 ไร่ซึ่งขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของน้ำ

การบริหารทรัพยากรที่ดินและน้ำของเกษตรกรรายย่อยได้รับประโยชน์จากแนวทางที่ปฏิบัติตามได้ง่าย ซึ่งช่วยให้ "ทฤษฎีใหม่" ได้รับการปฏิบัติตามอย่างแพร่หลาย

สูตรตามทฤษฎีใหม่นี้สามารถปรับมากน้อยตามความเหมาะสมของพื้นที่และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังพระราชดำรัสในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ณ ศาลาดุสิดาลัย เมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2538 ความว่า

".....การทำทฤษฎีใหม่นี้มิใช่ของง่าย ๆ แล้วแต่ที่ แล้วแต่โอกาส และแล้วแต่งบประมาณ เพราะว่าเดี๋ยวนี้ประชาชนทราบถึงทฤษฎีใหม่นี้กว้างขวางและแต่ละคนก็อยากได้ ให้ทางราชการขุดสระแล้วช่วย แต่มันไม่ใช่สิ่งง่ายนัก บางแห่งขุดแล้วไม่มีน้ำ แม้จะมีฝนน้ำก็อยู่ไม่ได้ เพราะว่ามันรั่ว หรือบางทีก็เป็นที่ที่รับน้ำไม่ได้ ทฤษฎีใหม่นี้จึงต้องมีพื้นที่ที่เหมาะสมด้วย... ฉะนั้น การที่ปฏิบัติตามทฤษฎีใหม่ หรืออีกนัยหนึ่ง ปฏิบัติเพื่อหาน้ำให้แก่ราษฎรเป็นสิ่งที่ไม่ใช่ง่าย ต้องช่วยกันทำ...."

เมื่อพิจารณาจากแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงและพระราชดำริตามทฤษฎีใหม่ การประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ อาจกระทำได้ด้วยการสร้างแบบจำลองที่ผนวกลักษณะสำคัญบางประการของเศรษฐกิจพอเพียงรวมทั้งเป้าหมายการพัฒนาที่เกี่ยวข้อง ในบทความนี้จะเป็นการแนะนำตัวอย่างการสร้างแบบจำลองที่อาศัยการประยุกต์คณิตศาสตร์เข้ากับบทบาทของเศรษฐกิจพอเพียง

---

[*] ศาสตราจารย์, ดร., คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1) เศรษฐกิจพอเพียงกับความสุข (Sufficiency Economy and Happiness)

การประเมินความสำเร็จทางเศรษฐกิจมักวัดด้วยการเติบโตของมูลค่าทางเศรษฐกิจ อันเป็นสิ่งที่วัดหาค่าได้ มาตรฐานการประเมินนี้มาจากข้อสมมติที่เห็นว่ามนุษย์จะมีความพึงพอใจที่สูงขึ้นถ้ามีรายได้เพิ่มมากขึ้นสำหรับตอบสนองความต้องการของตน ข้อสมมตินี้มีความเหมาะสมในการวิเคราะห์ปัญหาเศรษฐกิจหลายประการ รวมทั้งการพิจารณาความพึงพอใจในทางวัตถุส่วนที่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเงินได้ ดังนั้น การพิจารณาตัวเลขรายได้หรือการเติบโตทางเศรษฐกิจที่วัดจากผลผลิตรวมประชาชาติ (GNP) จึงเป็นที่นิยมมาก

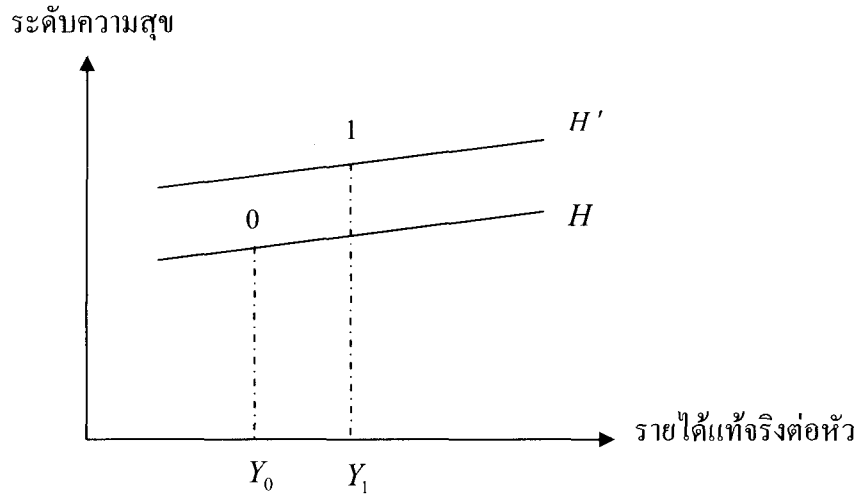
อย่างไรก็ตาม เศรษฐกิจพอเพียงเป็นหลักการแห่งความพอประมาณ ไม่มากเกินไป ไม่น้อยเกินไป จึงเน้นเป้าหมายของการพัฒนาความสุข (Happiness) ของชีวิตหรือคนในสังคม มิได้เป็นความพยายามแสวงหามูลค่าทางเศรษฐกิจที่มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ความโลภเป็นกิเลสและเป็นต้นตอของความทุกข์ นั่นคือเป้าหมายการเติบโตทางเศรษฐกิจที่สูงอาจให้ความสุขมากหรือน้อยก็ได้

แนวคิดนี้เป็นปรัชญาตะวันออกที่มีรากฐานทางพุทธซึ่งช่วยให้เห็นความสำคัญของการพัฒนาที่เน้นความเหมาะสม (Proper development) E.F. Schumacher ซึ่งเป็นนักเศรษฐศาสตร์ชาวตะวันตกที่ริเริ่มประยุกต์แนวคิดทางพุทธเข้ากับปัญหาการพัฒนาเศรษฐกิจ และทำให้โลกรู้จักคำว่า "Buddhist Economics" ได้เคยชี้ให้เห็นความสำคัญของตัวมนุษย์มากกว่าผลผลิตจากแรงงานของมนุษย์และหลักคิดของชาวพุทธที่แตกต่างกว่าข้อสมมติทางเศรษฐศาสตร์ กล่าวคือ **การแสวงหารายได้ที่มากมายมิใช่เป้าหมายของการพัฒนาที่จะนำมาซึ่งความสุข** (Schumacher, 1973)

เศรษฐศาสตร์ชาวพุทธมีทัศนะต่อความสุขในระดับต่างๆกันอย่างลึกซึ้ง (กามสุข ฌานสุข และ ญานสุข หรือแบ่งเป็นโลกิยสุขและโลกุตรสุข) การพัฒนาความสุขถึงขั้นโลกุตรสุขหรือวิมุตติสุข (Spiritual happiness) เป็นบรมสุข การวิจัยในช่วงปัจจุบันนี้เริ่มให้ความสำคัญของความสุขทางจิตใจ (รวมถึงโสมนัสเวทนาและโทมนัสเวทนา) เช่นความพึงพอใจมากขึ้นแม้ว่าจะยังอยู่ในระดับของกามสุขก็ตาม ผลการวิจัยนับว่าสอดคล้องกับทัศนะทางพุทธ เช่น พบว่าการเติบโตทางเศรษฐกิจในหลายประเทศมิได้ดำเนินควบคู่ไปกับระดับของความสุขหรือการอยู่ดีมีสุข (Well–being) อย่างที่เคยเข้าใจกัน อารมณ์ความรู้สึกพอใจ(เสียใจ)ในชีวิตประจำวัน (Life satisfaction) มีระดับแย่ลงทั้งที่รายได้ของประเทศเพิ่มสูงขึ้น เช่นในสหรัฐอเมริกาและจีน หรือไม่ดีขึ้นในกรณีของญี่ปุ่นและประเทศส่วนใหญ่ในยุโรป (ดู Easterlin, 1974, Layard, 2005 และ Kahneman and

Krueger, 2006) ความเข้าใจถึงเศรษฐกิจพอเพียงจึงไม่อาจจำกัดการวิเคราะห์ที่การเร่งรัดการเติบโตทางเศรษฐกิจ อันเป็นการขยายตัวของระบบตลาดที่อาจมีความทุกข์มากมายของผู้คนจำนวนมากปะปนอยู่

ความสุขเป็นเงื่อนไขสภาวะทั้งหลายทั้งปวงอันเป็นที่น่าพึงปรารถนาในการดำรงชีวิตของมนุษย์ มีหลายคุณภาพและหลายองค์ประกอบ ถ้ากล่าวเป็นภาพรวม ๆ ความสุขย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัยมากมายหลายประการ มิใช่รายได้อย่างเดียว รายได้นั้นอาจนำมาซึ่งความสะดวกสบายอันเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความสุข แต่การนำมาซึ่งรายได้ก็จำเป็นต้องเสียสละความสุขส่วนหนึ่งที่ต้องเสียไปกับการแข่งขัน ชิงดีชิงเด่น การทำงานที่ต้องตรากตรำหรือเต็มไปด้วยความเครียด เราจึงไม่น่าแปลกใจที่งานวิจัยที่สำคัญในต่างประเทศ พบว่าระดับของความสุขมีความสัมพันธ์กับรายได้ในระดับที่ต่ำมาก (Easterlin, 2001 และ Kahneman and Krueger, 2006) ดังแสดงได้ด้วยเส้น H ตามรูปที่ 1 ซึ่งจำลองความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์แบบเส้นตรงระหว่างระดับความสุขและรายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากร



รูปที่ 1 เศรษฐกิจพอเพียง ความสุข และรายได้

ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม การปฏิบัติอย่างรอบคอบตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเป็นปัจจัยที่ช่วยเพิ่มระดับความสุขสำหรับสังคมที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งจะทำให้เส้น H เลื่อนขึ้นเป็นเส้น H' เป็นต้น สำหรับบทบาทของเศรษฐกิจพอเพียงที่มีต่อระดับรายได้จะมีความ

ไม่ชัดเจน ขึ้นอยู่กับว่าการลดแรงกดดันที่จะต้องมุ่งหารายได้และผลผลิตสูงสุดนั้นจะนำไปสู่การเพิ่มคุณภาพและความยั่งยืนของภาคการผลิตมากน้อยเพียงใด

จากรูปที่ 1 สมมติให้ระดับรายได้เดิมอยู่ที่ Y_0 ทำให้ได้จุดเริ่มต้นที่จุด 0 ถ้าในระยะยาวบทบาทของเศรษฐกิจพอเพียงส่งผลดีต่อคุณภาพของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ สถานะของความสัมพันธ์จะค่อยๆเคลื่อนไปที่จุด 1 โดยสังคมมีสถานภาพที่สูงขึ้นทางด้านความสุขและระดับรายได้

การประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจพอเพียงที่มีต่อความสุขและรายได้ซึ่งอาจกระทำได้โดยอาศัยแบบจำลองอย่างง่ายดังนี้

$$H = \alpha_0 + \alpha_1 Y + \alpha_2 S + \alpha_3 X \quad \text{.....(1)}$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 SE + \beta_2 Z \quad \text{.....(2)}$$

การประเมินผลกระทบของเศรษฐกิจพอเพียง อาจกระทำได้โดยอาศัยแบบจำลองข้างต้นและวิธีการทางเศรษฐมิติสำหรับการประมาณการค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ซึ่งอาจจะต้องเป็นแบบ Two–Stage Least Square หรือ Three–Stage Least Square เนื่องจากเป็นระบบสมการหลายชั้น (Simultaneous Equations)

โดย H เป็นระดับความสุข

Y เป็นระดับรายได้แท้จริงเฉลี่ยต่อหัว

S และ SE เป็นเซตของปัจจัยหรือค่าดัชนีที่แสดงลักษณะของเศรษฐกิจพอเพียง

X เป็นตัวแปรอื่น ๆ ที่อธิบายระดับความสุข

Z เป็นตัวแปรอธิบายระดับรายได้เฉลี่ยต่อหัว

2) การจัดทำดัชนีที่เกี่ยวข้อง (Index Building)

การวิเคราะห์ให้เห็นผลกระทบหรือบทบาทของเศรษฐกิจพอเพียงต้องมีการจัดทำค่าดัชนีที่เกี่ยวข้อง เช่น ตัวแปร H และ/หรือ ตัวแปร S

เศรษฐกิจพอเพียงนั้นให้น้ำหนักกับความสมดุลมากกว่าการให้ได้ค่าที่มากที่สุดของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง จึงเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพมากกว่าในเชิงปริมาณ เช่น การผลิตสินค้าการเกษตรเพียงชนิดเดียวหรือไม่กี่ชนิดบนพื้นที่ขนาดค่อนข้างใหญ่อาจทำให้เกษตรกรต้องพึ่งพาตลาดขนาดใหญ่มากเกินไป เมื่อเทียบกับการผลิตสินค้าอย่างหลากหลายบนพื้นที่การเกษตรที่มีการจัดสรรสำหรับการผลิตอย่างหลากหลายตามไปด้วย

ในระดับภาพรวม ดัชนีความสุขมวลรวม (Gross National Happiness) และดัชนีคุณภาพชีวิตต่าง ๆ (Quality of Life Indices) จะมีความสำคัญมากกว่าดัชนีมูลค่าผลผลิตมวลรวม เพราะสะท้อนความสมดุลของการดำรงชีวิตได้ดีกว่าการเจริญเติบโตทางวัตถุหรือมูลค่าตลาดของผลผลิตรวม

การวิเคราะห์เศรษฐกิจพอเพียงจำเป็นต้องพิจารณาระดับมาตรฐานการดำรงชีวิตของมนุษย์ในขอบเขตที่ครอบคลุมทั้งด้านวัตถุและด้านจิตใจ จึงเป็นเรื่องที่ไม่ง่ายนักเมื่อเราคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่ว่าการวัดการเปลี่ยนแปลงทางจิตใจและการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่มีลักษณะเชิงอัตวิสัย (Subjective) ยังอยู่ในระยะเริ่มต้นของการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์หรือในทางภววิสัย (Objective)

ในขณะที่การพัฒนาดัชนีความสุข (Gross National Happiness Index หรือ GNHI) ให้มีองค์ประกอบที่ครบถ้วนมิใช่เรื่องง่าย ความพยายามที่จะจัดทำดัชนีความสุขก็ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง รัฐบาลหลายประเทศประกาศเจตจำนงระดับชาติที่จะจัดทำดัชนีความสุขเพิ่มเติมจากการเปิดทำบัญชีรายได้ประชาชาติ เช่น ประเทศภูฏาน ในอดีตนั้น การวิจัยให้ความสำคัญกับมาตรฐานการครองชีพโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านเศรษฐกิจ ศาสตราจารย์ Morris David Morris แห่งภาควิชาสังคมวิทยา มหาวิทยาลัยบราวน์ ได้ริเริ่มจัดทำดัชนีคุณภาพชีวิตเชิงกายภาพ (Physical Quality of Life Index หรือ PQLI) โดยครอบคลุมคุณภาพชีวิตตามวัตถุที่สะท้อนความเป็นอยู่ทั้งที่อยู่ในรูปรายได้และไม่อยู่ในรูปรายได้ ได้แก่ รายได้ การอ่านออกเขียนได้และภาวะขาดแคลนอาหาร ซึ่งนับว่าเป็นแนวทางต้นแบบของดัชนีการพัฒนามนุษย์ (Human Development Index หรือ HDI) ของสหประชาชาติ (ซึ่งจัดทำในปี 1990 โดยศาสตราจารย์ Amartya Sen และคณะ) การจัดทำดัชนีความสุขที่ต่อยอดจากแนวทางของ Morris นี้น่าจะเป็นประโยชน์ในอนาคต (กรณีตัวอย่างของไทยสำหรับดัชนี PQLI ในอดีต ดู ตีรณ พงศ์มฆพัฒน์ 2533)

ปัญหาสำคัญของการจัดทำดัชนีความสุข คือ การเปรียบเทียบระหว่างบุคคล แม้ว่าการพัฒนาในแนวทางของ Morris จะเปรียบเทียบค่าดัชนีระหว่างเวลาที่แตกต่างกันได้และต้องมีการยอมรับองค์ประกอบของดัชนีที่อาจเห็นพ้องกันได้ยาก แต่ในปัจจุบันนี้ การวิจัยมีความก้าวหน้าไปอีกระดับหนึ่ง โดยศาสตราจารย์รางวัลโนเบล Daniel Kahneman ศาสตราจารย์ Alan Krueger และคณะ ได้พัฒนาวิธีการวัดความสุขในเชิงจิตวิทยาที่น่าเชื่อถือและสามารถเปรียบเทียบระหว่างบุคคลได้ (Ordinal) ซึ่งวิธีการนี้จะอาศัยการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนอย่างมีเทคนิค (Kahneman et al, 2004)

สำหรับตัวแปรที่แสดงความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง (S) การวิเคราะห์ในระดับภาพรวม จำเป็นต้องอาศัยการสร้างดัชนีเพื่อให้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้รับการคำนึงถึงอย่างกว้างขวางเพียงพอ อย่างไร

ก็ตามการจัดทำดัชนีเพื่อให้ครอบคลุมหลายลักษณะยังขาดข้อมูลพื้นฐานและต้องมีความเป็นรูปธรรม ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการสำรวจเพิ่มขึ้นอีกทั้งยังต้องอาศัยความพยายามอีกมาก

ดร.แกมทอง อินทรัตน์ ซึ่งเป็นนักเศรษฐศาสตร์ที่สนใจปัญหาการพัฒนาความสุขและเศรษฐกิจพอเพียงแนะนำให้จัดทำดัชนีโดยวัดที่กระบวนการหรือในระดับการปฏิบัติการ (process) เช่น อัตราการออมของระดับจังหวัดกับรายครัวเรือนที่มีรายได้มากกว่ารายจ่าย ระดับเงินกองทุนของสหกรณ์ ความครอบคลุมด้านประชากรของสหกรณ์หรือคล้ายสหกรณ์ สัดส่วนของพื้นที่หรือครัวเรือนที่ประยุกต์ใช้ทฤษฎีใหม่ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว สัดส่วนของพื้นที่หรือจำนวนเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์หรือเกษตรธรรมชาติ อัตราการใช้สารเคมีในการเกษตร และสัดส่วนของครัวเรือนที่เข้าถึงแหล่งน้ำประเภทต่าง ๆ เป็นต้น ดร.แกมทอง อินทรัตน์ (2550) เห็นว่าการวัดเศรษฐกิจพอเพียงในระดับผลลัพธ์ (forward outcome) เช่น ความสมดุล ความมีเหตุผลและความมีภูมิคุ้มกัน โดยตรงนั้นเป็นสิ่งที่ยากแต่สามารถประเมินได้จากกระบวนการปกติซึ่งจะสะท้อนผลลัพธ์อยู่แล้ว การจัดทำดัชนีเศรษฐกิจพอเพียงในภาคปฏิบัติน่าจะมุ่งเน้นในระดับย่อย เช่น ระดับสาขาและระดับพื้นที่ต่าง ๆ เนื่องจากจะทำให้เห็นผลกระทบของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และทำให้มีการประเมินผลการดำเนินการได้ชัดเจนมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ในภาคการเกษตรอันเป็นภาคที่มีความยากจนมากที่สุด เราอาจประเมินการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกษตรกรรายย่อยและเกษตรกรขนาดกลางประสบจากการพิจารณาผลผลิตที่เกษตรกรเพาะปลูกหรือเพาะเลี้ยงได้โดยคำนึงว่าในระดับจุลภาคนั้น ผลผลิตทางการเกษตรชนิดใดชนิดหนึ่งที่มีปริมาณสูงสุด อาจทำให้โครงสร้างการผลิตทางการเกษตรในระดับไร่นาขาดความสมดุลเพราะต้องพึ่งผลผลิตชนิดใดชนิดหนึ่งมากจนเกินไป การสร้างดัชนีผลผลิตในระดับไร่นาที่กำหนดโครงสร้างองค์ประกอบที่ได้สัดส่วนสมดุลระหว่างผลผลิตต่าง ๆ จะเป็นแนวทางที่สะท้อนความพอเพียงได้มากกว่าดัชนีปริมาณการผลิตที่กระทำกันอยู่ในขณะนี้

ถ้าเราทราบสัดส่วนที่เหมาะสม เราอาจกำหนดดัชนีการเพิ่มขึ้นของมูลค่าผลผลิตตามหลักเศรษฐกิจพอเพียงได้เป็น

$$g^* = \sum_{i}^{N} \theta_i g_i \qquad i = 1, \ldots\ldots, N \qquad \ldots\ldots\ldots(3)$$

โดย g^* เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง g_i เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตชนิด i และ θ_i เป็นสัดส่วนของผลผลิตที่เหมาะสมหรือให้ความสมดุล $\sum_{i}^{N} \theta_i = 1$

ปัญหาคือถ้าหาก θ_i เป็นค่าพารามิเตอร์ที่เราไม่ทราบในขณะที่เกษตรกรแต่ละรายก็ผลิตชนิดสินค้าไม่เหมือนกัน การคำนวณตามสมการ (3) จึงอาจมีปัญหาในทางปฏิบัติและไม่ให้ประโยชน์มากนัก

อย่างไรก็ตามสำหรับการบริหารพื้นที่ของเกษตรกร พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงให้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมดังปรากฏในพระราชดำริตามทฤษฎีใหม่ เราอาจใช้สมการ (3) แสดงมูลค่าผลผลิตตามทฤษฎีใหม่ได้โดยกำหนดให้ q_i เป็นมูลค่าผลผลิตต่อไร่ตามทฤษฎีใหม่สำหรับการผลิตชนิดที่ i (การเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ หรือผลผลิตจากแหล่งน้ำ) θ_i เป็นสัดส่วนของการใช้พื้นที่ตามทฤษฎีใหม่ เราจะได้มูลค่าผลผลิตรวมต่อไร่ q^*

$$q^* = \sum_{i}^{N} \theta_i q_i \qquad i = 1, \ldots\ldots, N \qquad \ldots\ldots\ldots(4)$$

และเราสามารถคำนวณหามูลค่าผลผลิตรวมได้เท่ากับ $Q^* = R \cdot q^*$ โดย R เป็นจำนวนพื้นที่ทางการเกษตร (ไร่)

อีกแนวทางหนึ่งที่น่าจะเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตามหลักเศรษฐกิจพอเพียงและในกรณีที่ไม่ทราบค่า θ_i ได้แก่การประเมินตัวแปรมูลค่าผลผลิตให้อยู่ในรูปฟังชันที่ช่วยบอกคุณสมบัติบางประการของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ดังเช่นตัวอย่างดัชนีอย่างง่ายในรูปของฟังก์ชันข้างล่าง ที่ให้ความสำคัญของความหลากหลายของผลผลิตและเกษตรกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน (ซึ่งรวมถึงครอบครัวเกษตรกรเอง) ด้วย

$$Q^* = \left[\sum^{N} Q_{1i}^{1/2} + \sum^{M} Q_{2j}^{1/2} \right]^2 \qquad i = 1, \ldots\ldots, N \; ; \; j = 1, \ldots\ldots, M \qquad \ldots\ldots\ldots(5)$$

โดย Q^* เป็นมูลค่าผลผลิตรวมตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง Q_{1i} เป็นมูลค่าผลผลิตที่เกษตรกรเพาะปลูกชนิดที่ i ส่วน Q_{2j} เป็นมูลค่าผลผลิตประเภทอื่นเช่นการเลี้ยงสัตว์ชนิดที่ j สมการข้างต้นสมมติให้เกษตรกรประกอบอาชีพ 2 สาขา เมื่อคำนวณหาค่า Q^* ได้แล้วเราก็จะสามารถคำนวณหาค่าผลผลิตต่อไร่ตามหลักเศรษฐกิจพอเพียงได้เป็น Q^*/R โดย R เป็นจำนวนพื้นที่ทางการเกษตร (ไร่)

อย่างไรก็ตามในกรณีที่ในภาคปฏิบัติเราไม่สามารถหามูลค่าผลผลิตจำแนกตามชนิดของพืชผลหรือชนิดของสัตว์ที่เกษตรกรประกอบการได้ เราสามารถปรับปรุงสมการ (5) เป็นสมการ (6) ดังนี้

$$Q^* = \left[N Q_1^{1/2} + M Q_2^{1/2} \right]^2 \qquad \ldots\ldots\ldots(6)$$

โดย Q_1 เป็นมูลค่าผลผลิตจากการเพาะปลูกที่มีพื้นที่เพาะปลูกจำนวน N ชนิด และ Q_2 เป็นมูลค่าผลผลิตจากการเลี้ยงสัตว์ หรือเกษตรกรรมอื่น ๆ ที่มีจำนวน M ชนิด ในกรณีนี้ก็เช่นเดียวกัน

เราสามารถคำนวณหา Q^*/R ซึ่งช่วยประเมินผลิตภาพการผลิต (Productivity) หรือผลผลิตรวมต่อไร่ของเกษตรกรได้

ถึงแม้ Q^* จะเป็นดัชนีมูลค่าผลผลิตที่ปรับด้วยความหลากหลายทางการผลิต ซึ่งให้ความสมดุลมากกว่าการผลิตทางการเกษตรที่พึ่งพาพืชเพียงชนิดเดียวหรือน้อยชนิด ดัชนีที่ได้นี้อาจจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่สะท้อนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงด้วย ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อระดับความสุข โดยเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน คือ การใช้สารเคมีทางการเกษตรที่เป็นสารพิษ รวมทั้งการใช้ฮอร์โมนในการเพาะเลี้ยงสัตว์ ถ้าเราสามารถคำนวณต้นทุนภายนอก (externalities) ของการผลิตทางการเกษตร อันเป็นต้นทุนที่มีต่อสังคม ดัชนี Q^* จะต้องปรับด้วยค่าต้นทุนภายนอกเป็น

$$Q^* = \left[\sum^{N} \left(\frac{Q_{1i}}{1 + t_{1i}} \right)^{1/2} + \sum^{M} \left(\frac{Q_{2j}}{1 + t_{2j}} \right)^{1/2} \right]^2$$

โดย t_{1i} เป็นต้นทุนภายนอกที่เกิดจากการผลิตต่อหน่วยของการผลิตพืชผลชนิด i และ t_{2j} เป็นต้นทุนภายนอกที่เกิดจากการผลิตต่อหน่วยของผลผลิตปศุสัตว์ชนิด j

ในการวิจัยเชิงปฏิบัติ เราอาจไม่สามารถสำรวจหาค่าต้นทุนภายนอก จำแนกตามชนิดของพืชผล และชนิดของปศุสัตว์ได้ เราก็อาจสมมติให้ t_{1i} มีอัตราเท่ากันทุกชนิด สำหรับการผลิตพืชผล (หรือเช่นเดียวกันในกรณี t_{2j} สำหรับปศุสัตว์) ส่วนการผลิตที่เป็นเกษตรอินทรีย์ หรือเกษตรกรรมธรรมชาติ ค่า $t_{1i} = t_{2j} = 0$ สำหรับทุกค่าของ i และ j

3) การสร้างแบบจำลองสำหรับการวางแผน (Planning Models)

แบบจำลองสำหรับการวางแผนเป็นแบบจำลองที่เป็นประโยชน์มากต่อการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรสำคัญ ๆ ภายใต้เงื่อนไขเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอิสระ (ซึ่งรวมถึงตัวแปรนโยบาย) ในกรณีของภาคการเกษตรหรือพื้นที่ใด ๆ (เช่นจังหวัด) แบบจำลองนี้จะช่วยให้การบริหารจัดการทรัพยากรเป็นไปอย่างที่ผู้ผลิตต้องการ บทบาทของเศรษฐกิจพอเพียงในการผลิตของเกษตรกรมีความสำคัญมากในส่วนของการบริหารทรัพยากรน้ำ (ตีรณ พงศ์มฆพัฒน์ 2549)

แม้ว่าการปฏิบัติตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงจะมีคุณประโยชน์ทั้งในและนอกภาคการเกษตร ทั้งคนยากจนและผู้มีอันจะกิน และทั้งเศรษฐกิจดั้งเดิมและเศรษฐกิจสมัยใหม่ ในที่นี้ เราจะกล่าวเฉพาะส่วนของภาคการเกษตร (สำหรับการวิเคราะห์หลักเศรษฐกิจพอเพียงในสาขานอกภาคการ

กษตรที่เป็นกิจการสมัยใหม่ ดู มัชฌิมา กุญชร ณ อยุธยา, 2550) เราจะสร้างแบบจำลองตัวอย่างที่ประกอบด้วยการทำงานของระบบตลาดและบทบาทของทฤษฎีใหม่ในเรื่องทรัพยากรน้ำ แบบจำลองประเภทนี้อาจจำเป็นต้องมี (ก) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการบริหารน้ำของเกษตรกรและการบริหารน้ำของภาครัฐ (ข) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิต และดัชนีผลผลิตที่เป็นไปตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร (เช่น Q^*) และการวิเคราะห์ผลกระทบของตัวแปรอิสระ ต้องอาศัยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และใช้วิธีการทางเศรษฐมิติในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองก่อนนำไปใช้ แบบจำลองต่อไปนี้เป็นตัวอย่างให้เห็นแนวทางการสร้างแบบจำลองสำหรับการวางแผนที่ภาครัฐอาจช่วยพัฒนาจัดทำขึ้นมา

ในแบบจำลองตัวอย่างนี้ เราจะยังคงสมมติให้มีสาขาการผลิต 2 สาขา คือ พืชผล (ซึ่งมี i ชนิด) และปศุสัตว์ (ซึ่งมี j ชนิด) การเพิ่มจำนวนสาขา เช่น ผลิตภัณฑ์แปรรูปทางการเกษตรสามารถกระทำได้ ซึ่งจะทำให้แบบจำลองมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีจำนวนตัวแปรเพิ่มขึ้นโดยไม่ทำให้แนวทางการสร้างแบบจำลองต้องเปลี่ยนแปลงไป

ดัชนีมูลค่าผลผลิตเศรษฐกิจพอเพียง

$$Q^* = \left[\sum^{N} \left(\frac{Q_{1i}}{1 + t_{1i}} \right)^{1/2} + \sum^{M} \left(\frac{Q_{2j}}{1 + t_{2j}} \right)^{1/2} \right]^2 \qquad \text{.....(7)}$$

ฟังก์ชันการผลิตหรืออุปทาน

สำหรับสาขาพืชผล

$$\ln \frac{Q_{11}}{P_{11}} = a_{11} \ln P_{11} + b_{11} AREA_1 + c_{11} WATER_P + d_{11} WATER_G + e_{11} DS \qquad \text{.....(8)}$$

$$\vdots$$

$$\ln \frac{Q_{1i}}{P_{1i}} = a_{1i} \ln P_{1i} + b_{1i} AREA_1 + c_{1i} WATER_P + d_{1i} WATER_G + e_{1i} DS \qquad \text{.....(9)}$$

โดย Q_{1i} และ P_{1i} เป็นมูลค่าผลผลิตและราคาของพืชผลชนิดที่ i, $i = 1, \ldots, N$, $AREA_1$ เป็นพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกพืชผล $WATER_P$ เป็นพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำของเกษตรกร $WATER_G$ เป็นปริมาณน้ำชลประทานที่จัดสรรจากรัฐ DS เป็นตัวแปรแสดงความเป็นเศรษฐกิจพอเพียงที่สำคัญบางประการ เช่น จำนวนครัวเรือนที่ดำเนินการภายใต้โครงการเศรษฐกิจพอเพียงหรือเครือข่ายเป็นต้น ค่าสัมประสิทธิ์ทั้งหลายเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ต้องอาศัยวิธีการทางเศรษฐมิติในการประมาณการ

สำหรับสาขาปศุสัตว์

$$\ln\frac{Q_{21}}{P_{21}} = a_{21}\ln P_{21} + b_{21}AREA_2 + c_{21}WATER_P + d_{21}DS \quad \text{.....(10)}$$

$$\vdots$$

$$ln\frac{Q_{2j}}{P_{2j}} = a_{2j}\,ln\,P_{2j} + b_{2j}AREA_2 + c_{2j}WATER_P + d_{2j}DS \quad \text{.....(11)}$$

โดย Q_{2j} และ P_{2j} เป็นมูลค่าผลผลิตและราคาของปศุสัตว์ชนิดที่ j, $j = 1, ..., M$, $AREA_2$ เป็นพื้นที่ที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์

อุปสงค์ที่มีต่อผลผลิต

สำหรับสาขาพืชผล

$$\ln\frac{Q_{11}}{P_{11}} = \alpha_{11}\ln P_{11} + \beta_{11}INCOME + \gamma_{11}\ln P_{n1} \quad \text{.....(12)}$$

$$\vdots$$

$$\ln\frac{Q_{1i}}{P_{1i}} = \alpha_{1i}\ln P_{1i} + \beta_{1i}INCOME + \gamma_{1i}\ln P_{ni} \quad \text{.....(13)}$$

โดย $INCOME$ เป็นตัวแปรรายได้ ซึ่งแสดงกำลังซื้อของประชาชน และ P_{ni} เป็นราคาสินค้าพืชผลที่ผู้บริโภคสามารถใช้ทดแทนพืชผลที่ i ได้

สำหรับสาขาปศุสัตว์

$$\ln\frac{Q_{21}}{P_{21}} = \alpha_{21}\ln P_{21} + \beta_{21}INCOME + \gamma_{21}\ln P_{m1} \quad \text{.....(14)}$$

$$\vdots$$

$$\ln\frac{Q_{2j}}{P_{2j}} = \alpha_{2j}\ln P_{2j} + \beta_{2j}INCOME + \gamma_{2j}\ln P_{mj} \quad \text{.....(15)}$$

โดย P_{mj} เป็นราคาสินค้าปศุสัตว์ที่ผู้บริโภคสามารถใช้ทดแทนสินค้าปศุสัตว์ชนิดที่ j

สมการความสัมพันธ์ของแหล่งน้ำ

$$WATER_G = \theta_0 + \theta_1 WATER_P + \theta_2 AREA_1(-1) + \theta_3 AREA_2(-1) + \theta_4 DS \quad \text{.....(16)}$$

ตัวแปรที่มีเครื่องหมาย (-1) หมายถึง ตัวแปรดังกล่าวในช่วงระยะเวลาที่แล้ว (lagged variables)

ตัวอย่างแบบจำลองข้างต้นเป็นแบบจำลองสมการหลายชั้น ที่ใช้ดัชนีข้อมูลอนุกรมเวลา (time–series) วิธีการเศรษฐมิติที่เหมาะสมจะมีคุณสมบัติหรือลักษณะเดียวกันกับแบบจำลองระดับ

ความสุข (สมการ 1 และ 2) สำหรับการสร้างแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลภาคตัดขวาง (cross–section) จะต้องมีการปรับปรุงตัวแปรบ้างเล็กน้อยและอาจต้องใช้วิธีการทางเศรษฐมิติที่แตกต่างออกไป

ความลงท้าย

เศรษฐกิจพอเพียงเป็นเศรษฐกิจที่ประชาชนหรือเกษตรกรควรพึ่งตนเองได้ และรัฐควรให้การสนับสนุนในระดับที่เหมาะสม ไม่มากจนกระทั่งทำให้เกษตรกรหันมาพึ่งภาครัฐหรือทรัพยากรสาธารณะที่รัฐเป็นผู้จัดหาให้ ในขณะเดียวกันเศรษฐกิจพอเพียงก็เป็นกระบวนการนำไปสู่การพัฒนาระดับความสุขของสังคมที่ประชาชนที่ยากจนมีความทุกข์น้อยลง สามารถบริหารความเสี่ยงได้ดีขึ้น และมีศักยภาพในการปรับตัวเข้ากับสังคมแห่งการแข่งขันด้วยหลักแห่งความพอประมาณ ดังนั้น การประยุกต์ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเข้ากับการดำเนินชีวิตและการบริหารจัดการจึงเป็นคุณประโยชน์อย่างยิ่ง และการใช้คณิตศาสตร์ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้การบริหารจัดการทรัพยากรรวมทั้งการประเมินการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในทัศนะที่เป็นองค์รวมเป็นไปอย่างกว้างขวางและมีแบบแผนยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

แกมทอง อินทรัตน์ (2550). "ตัวชี้วัดเศรษฐกิจพอเพียงระดับจังหวัด : มิติทางเศรษฐกิจ" โครงการวิเคราะห์เนื้อหาเศรษฐกิจพอเพียงในนโยบายแห่งรัฐ สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ตีรณ พงศ์มฆพัฒน์ (2533). "แนวโน้มเศรษฐกิจและกลยุทธการพัฒนาในทศวรรษหน้า" ตีรณ พงศ์มฆพัฒน์ (บ.ก.) ทิศทางการปฏิรูปนโยบายเศรษฐกิจไทยในทศวรรษ 1990 กรุงเทพ : ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตีรณ พงศ์มฆพัฒน์ (2549). "เศรษฐศาสตร์เพื่อพสกนิกร" มติชนรายวัน (12 กรกฎาคม)

มัชฌิมา กุญชร ณ อยุธยา (2550). "กระบวนการปฏิรูปกิจการให้เพิ่มมูลค่าอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนโดยการปฏิบัติตามหลักไตรกัปปิยะหรือ Triple Bottom Line และหลักเศรษฐกิจพอเพียง" วารสารบริหารธุรกิจนิด้า 2 (พฤษภาคม)

Easterlin, Richard A. (1974). "Does Economic Growth Improve the Human Lot ? Some Empirical Evidence," in Paul A. David and Melvin W. Reder, eds., Nations and Households in Economic Growth : Essays in Honor of Moses Abramovitz, New York : Academic Press, pp. 98-125.

Easterlin, Richard A. (1995). "Will Raising the Income of All Increase the Happiness of All ?," Journal of Economic Behavior and Organization 27 (1) : 35-47.

Easterlin, Richard A. (2001). "Income and Happiness : Towards a Unified Theory," Economic Journal 111 : 465-484.

Dixit, Avinash K., and Jeseph E. Stiglitz (1977). "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversith." Awerican Economic Review 67 : 297-308.

Kahneman, Daniel, Alan B. Krueger, David A. Schkade, Norbert Schwarz and Arthur A. Stone (2004). "A Survey Method for Characterizing Daily Life Experience : The Day Reconstruction Method," Science 306(5702) : 1776-1780.

Kahneman, Daniel and Alan B. Krueger (2006). "Developments in the Measurement of Subjective Well-Being," Journal of Economic Perspectives 20 (1) Winter, pp. 3-24.

Layard, Richard (2005). Happiness : Lessons from a New Science, London : Penguin.

Morris, Morris D. (1979). Measuring the Condition of the World's Poor : The Physical Quality of Life Index. New York : Pergamon Press.

Schumacher, Ernst Friedrich (1973). Small is Beautiful : A Study of Economics As If People Mattered, New Delhi : The Radical Humanist.

แนวทางหนึ่งของการประยุกต์คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ เพื่อสนับสนุนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

✍ *ชิดชนก เหลือสินทรัพย์*[1], *สุชาดา ศิริพันธุ์*[2]
รจิต วัฒนสินธุ์[3], *เมธี บำรุงราษฎร์หิรัญ*[4]

1. เข้าหาหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ดังที่เป็นที่ทราบกันอย่างกว้างขวางแล้วว่า ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงนั้นประกอบด้วยคุณลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ

ความพอประมาณ

ความมีเหตุผล

และการมีภูมิคุ้มกันในตัวเอง

โดยที่คุณลักษณะเหล่านี้ต้องอยู่บนเงื่อนไขที่จำเป็น 2 ประการ คือ

เงื่อนไขความรู้

และเงื่อนไขคุณธรรม

การที่จะประยุกต์ปรัชญานี้กับวิถีการดำเนินชีวิตในกลุ่มอาชีพต่าง ๆ ย่อมต้องมีวิธีการที่แตกต่างกันออกไป คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์นับเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้เพื่อให้ได้รับความรู้ที่จะเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจ และวางแผนดำเนินการให้เป็นไปตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงได้เป็นอย่างดี

บทความนี้จะแสดงให้เห็นถึงแนวทางหนึ่งของการประยุกต์วิชาการด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาการคอมพิวเตอร์เพื่อให้เกิดความรู้สำหรับใช้ในการวางแผนดำเนินการเพื่อให้สามารถปฏิบัติตามแนวคิดที่สอดคล้องกับคุณลักษณะ 3 ประการ และเงื่อนไข 2 ประการที่กล่าวข้างต้นโดยการนำเสนอส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่กำลังดำเนินการอยู่ที่ ศูนย์วิจัย AVIC (Advanced Virtual and

---

1 ศาสตราจารย์, ดร., ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หัวหน้าศูนย์วิจัย AVIC

2 รองศาสตราจารย์, ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, นักวิจัยประจำศูนย์วิจัย AVIC

3 นายกสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

4 นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ผู้ทำวิจัย ณ ศูนย์วิจัย AVIC

Intelligent Computing) ของภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งมุ่งในการแสวงหาแนวทางเพื่อเสริมความรู้ทางด้านเกษตรกรรมที่จะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรในการวางแผนการดำเนินงานอันจะมีผลต่อสังคมส่วนรวมในระยะยาว ทั้งนี้จะเน้นการให้ความรู้ในเรื่องการปลูกถั่วเหลืองเพื่อให้เห็นตัวอย่างของการดำเนินการอย่างเป็นรูปธรรม โดยคาดหวังว่า จะขยายผลไปสู่การวางแผนในการปลูกพืชพันธุ์อื่น ๆ ที่อยู่ในความสนใจต่อไป

เนื้อหาในตอนต่อไปประกอบด้วย 4 หัวข้อ โดยหัวข้อที่ 2 จะกล่าวถึงภาพรวมและจุดมุ่งหมายของงานวิจัยที่กล่าวข้างต้นโดยสังเขป หัวข้อที่ 3 จะอธิบายถึงรายละเอียดของการจำลองการปลูกต้นถั่วเหลืองโดยใช้คณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ หัวข้อที่ 4 จะแสดงผลในรูปของภาพกราฟิก และในหัวข้อที่ 5 จะกล่าวถึงผลสรุปพร้อมข้อคิดเห็น

2. ภาพรวมและจุดมุ่งหมาย

เกษตรกรรมเป็นพื้นฐานของหนึ่งในปัจจัยสี่ของการดำเนินชีวิต และเป็นอาชีพหลักของคนไทยส่วนใหญ่ การที่จะได้ผลผลิตตามความมุ่งหมายต้องขึ้นอยู่กับตัวแปรต่าง ๆ หลายตัวแปร เกษตรกรรมนั้นมี**ความเสี่ยง**ค่อนข้างมาก ยิ่งในสภาวะที่เรียกกันว่า **"โลกร้อน"** ซึ่งก่อให้เกิดความแปรปรวนในธรรมชาติอย่างไม่อาจคาดการณ์ได้ล่วงหน้า วาตะภัยและอุทกภัยมีโอกาสเกิดขึ้นบ่อยครั้ง ความแปรปรวนทางธรรมชาติเหล่านี้ย่อมมีผลกระทบต่อ ทั้งปริมาณและคุณภาพของผลผลิตที่เกษตรกรจะได้รับอันอาจนำไปสู่ความสูญเสียรายได้อย่างน่าเป็นห่วง จึงเป็นความจำเป็นที่เกษตรกรจะต้องมี**ความรู้อย่างเพียงพอที่จะใช้ประกอบการตัดสินใจเพื่อให้วางแผนการเพาะปลูกได้อย่างถูกต้องตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง** ซึ่งรวมถึงการตัดสินใจเลือกช่วงเวลาและพื้นที่ที่จะทำการเพาะปลูกอย่างเหมาะสมด้วย มิฉะนั้นแล้วเกษตรกรอาจจะไม่สามารถประสบความสำเร็จเนื่องจากไม่มีความรู้ที่จะเป็นพื้นฐานในการหาเหตุผลมาสนับสนุนการวางแผนการดำเนินการเพาะปลูกที่มีความพอประมาณและมีภูมิคุ้มกันที่ดีได้

วิธีหนึ่งของการลดความเสี่ยงที่กล่าวข้างต้น คือ การแสวงหาวิธีการที่จะได้ความรู้อย่างเหมาะสม เพื่อให้สามารถนำมาใช้คาดการณ์ล่วงหน้าถึงปริมาณและคุณภาพของผลผลิตภายใต้สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งนี้ต้องเป็นวิธีที่ใช้การลงทุนต่ำ และใช้เวลาน้อยเพื่อให้สามารถตัดสินใจได้ในเวลาอันสั้น

วิธีการที่คณะผู้ดำเนินการวิจัยที่ AVIC เลือกใช้ คือ การค้นคว้าหาฟังก์ชันคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมาจำลองการเติบโตของพืช แบบจำลองของต้นพืชประกอบด้วยตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อ

การเจริญเติบโต เช่น ปริมาณแสง ปริมาณน้ำ ปริมาณสารอาหาร และ ลักษณะของดิน เป็นต้น แบบจำลองนี้จะแทนต้นพืชหนึ่งต้น โดยการแปลงแบบจำลองดังกล่าวเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถจำลองการปลูกพืช 1 ต้น และสามารถจำลองการปลูกแปลงของพืชหลายต้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการผสมผสานความรู้ทางคณิตศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประกอบกับการศึกษาพฤติกรรมในการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในแปลงทดลอง นำไปสู่การสร้างโปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งเกษตรกรสามารถนำไปใช้เพื่อคาดการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของต้นพืชภายใต้สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่สนใจได้ โดยจะใช้เวลาไม่เกิน 1 วัน ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถคาดการณ์เกี่ยวกับผลผลิต และทำให้สามารถพิจารณาถึงความคุ้มทุนและความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นเมื่อตัวแปรของสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไป อันจะเป็นช่องทางไปสู่การลดความเสี่ยงได้เป็นอย่างดี

3. ระบบการจำลองต้นพืช

ระบบการจำลองต้นพืชที่จะกล่าวถึงนี้เป็นระบบที่ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนโครงสร้างของต้นพืช และส่วนของฟังก์ชันการเจริญเติบโต ดังมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การจำลองโครงสร้างของต้นพืช

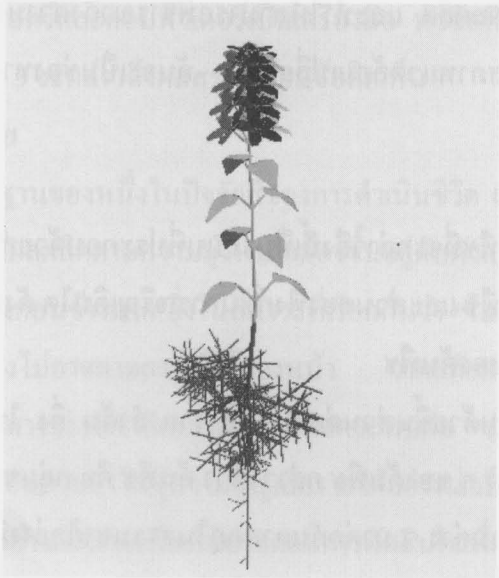
พืชแต่ละต้นประกอบด้วยชิ้นส่วนต่อไปนี้คือ ราก ลำต้น กิ่ง ใบ ดอก และ ผล ชิ้นส่วนเหล่านี้ปรากฏในบริเวณต่าง ๆ ของต้นพืช กล่าวได้ว่า ต้นพืช คือ กลุ่มของชิ้นส่วน และกล่าวได้ว่าต้นพืชเกิดจากการนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาต่อกันตามกฎในธรรมชาติอย่างมีลำดับ ภายใต้เงื่อนไขของสิ่งแวดล้อมและพันธุกรรม

ในทางคณิตศาสตร์ แนวคิดของ Formal Language ซึ่งใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับไวยากรณ์ของภาษานั้น ประโยคที่ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ ย่อมประกอบด้วยกลุ่มของคำศัพท์ที่นำมาเรียงกันตามลำดับ เพื่อให้เกิดความหมายขึ้น มีการตรวจสอบได้ว่าประโยคที่ให้มาถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ที่กำหนดให้หรือไม่ และมีการสังเคราะห์ประโยคที่ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ที่กำหนดด้วย

ในปี พ.ศ. 2511 ศาสตราจารย์อริสทิด ลินเดนเมเยอร์ (Aristid Lindenmayer) นักชีววิทยาชาวฮังการี [2468–2532] ผู้วางรากฐาน ทฤษฎีเชิงสัจพจน์ของพัฒนาการทางชีววิทยา ซึ่งมีชื่อว่าระบบแอล (L–System) เป็นผู้ริเริ่มความคิดที่ว่า ต้นพืชเทียบได้กับประโยค โดยที่ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นของพืชเทียบได้กับคำศัพท์แต่ละคำนั่นเอง ท่านจึงนำแนวคิดของ Formal Language มาจำลองโครงสร้างของต้นพืชขึ้น นับเป็นต้นแบบของการจำลองโครงสร้างของพืชซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายต่อมา

จากการวิจัยที่ศูนย์วิจัย AVIC มีการสร้างฟังก์ชันการเจริญเติบโตของพืช (ดูตอน 3.2) เมื่อนำมาประกอบกับระบบแอล ทำให้สามารถแสดงให้เห็นการเจริญเติบโตของพืชตามเวลาต่าง ๆ ได้ แนวคิดนี้จึงเป็นการนำคณิตศาสตร์มาจัดการเกี่ยวกับการเกิดของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของพืชโดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ และทำให้มีการกล่าวถึง**ไวยากรณ์**ของโครงสร้างของพืชจำลองขึ้น ไวยากรณ์นี้ประกอบด้วยกฎเกณฑ์ของโครงสร้างเฉพาะของพืช แต่ละชนิด (ใช้แทนด้วย Axiom) พร้อมด้วยกฎของการเจริญเติบโตของพืชนั่นเอง

ตัวอย่างของไวยากรณ์ของต้นไม้ที่แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1

ไวยากรณ์ของต้นไม้ส่วนที่อยู่เหนือดินคือ

กฎข้อที่ 1 : Axiom = IIII[-iL][+iL]I[/iL][\iL]BA

กฎข้อที่ 2 : A = I[-iF][+iF][/iF][\iF]AK

กฎข้อที่ 3 : B = I[-iL][+iL]I[/iL][\iL]I

กฎข้อที่ 4 : K = iF

ไวยากรณ์ของส่วนรากคือ

กฎข้อที่ 1 : Axiom = III[-A]Ii[-i]A[+i]BiIIiii

กฎข้อที่ 2 : A = I[/A][\A]B

กฎข้อที่ 3 : B = I[-B]I[+B]A

ความหมายของตัวอักขระและสัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นดังนี้

Axiom คือโครงสร้างของต้นไม้

A คือตัวแปรซึ่งสามารถแทนด้วยสายอักขระที่ปรากฏทางขวามือของเครื่องหมาย = ในกฎข้อที่2

B คือตัวแปรซึ่งสามารถแทนด้วยสายอักขระที่ปรากฏทางขวามือของเครื่องหมาย = ในกฎข้อที่ 3

K คือตัวแปรซึ่งสามารถแทนด้วยสายอักขระที่ปรากฏทางขวามือของเครื่องหมาย = ในกฎข้อที่ 4

F คือดอกไม้

p คือขั้วดอกหรือขั้วใบ

L คือใบไม้

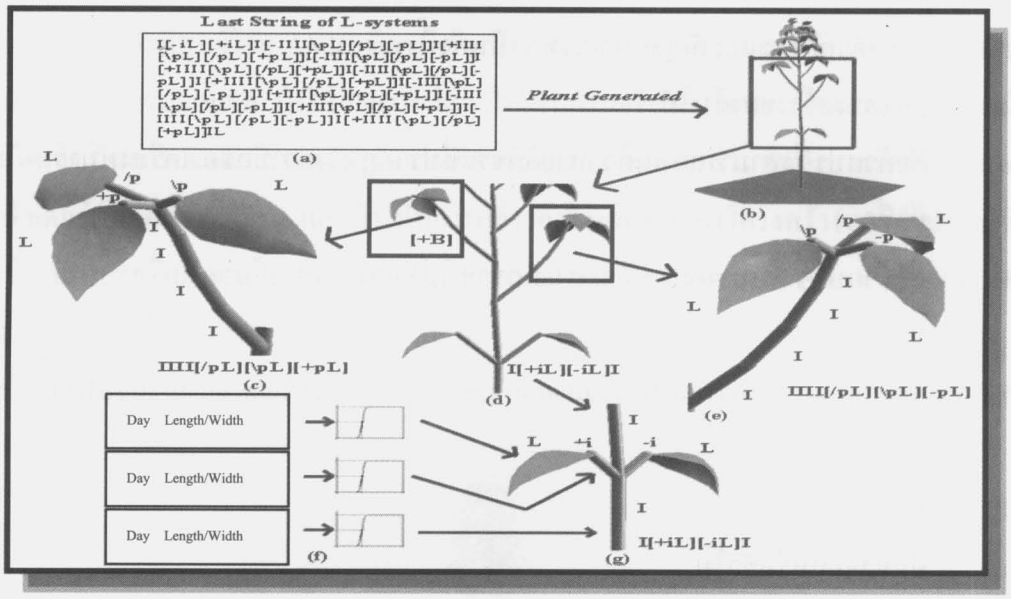
i คือก้านใบ หรือ ก้านดอก สำหรับส่วนที่อยู่เหนือดิน
และเป็น รากย่อย สำหรับส่วนที่อยู่ใต้ดิน

I คือลำต้น หรือ กิ่ง สำหรับส่วนที่อยู่เหนือดิน
และเป็น รากปฐมภูมิ สำหรับส่วนที่อยู่ใต้ดิน

[ ] คือวงเล็บเหลี่ยมที่ใช้ล้อมสายอักขระซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมให้สร้างชิ้นส่วนทั้งหมดภายใน [ ] เสร็จแล้วจะสร้างชิ้นส่วนข้างขวามือของ [ ] ต่อไป โดยให้ย้อนกลับไปเริ่มต้นที่จุดก่อนสร้างชิ้นส่วนใน [ ] จะเห็นได้ว่า [ ] หมายถึงการแตกกิ่งหรือใบหรือดอกใหม่นั่นเอง

\- , + , / , \ เป็นเครื่องหมายที่เมื่อนำหน้าชิ้นส่วนใดเป็นการสั่งให้โปรแกรมทำการสร้างชิ้นส่วนนั้นในทิศทางต่าง ๆ ตามต้องการ

ในรูปที่ 2 ส่วน (b) แสดงต้นไม้ที่ได้จากการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากไวยากรณ์ที่กำหนดซึ่งทำให้ได้สายอักขระตามที่อยู่ในกรอบ (a)



รูปที่ 2

รูปในส่วน (d) เป็นภาพขยายของส่วนที่อยู่ในกรอบสีฟ้าในส่วน (b) และรูปในส่วน (c) (e) และ (g) เป็นภาพขยายของส่วนต่าง ๆ ของ (d) ส่วน (f) แสดงฟังก์ชันการเติบโตของส่วนต่าง ๆ ของ (g)

3.2 ฟังก์ชันการเจริญเติบโตของต้นถั่วเหลือง

เพื่อให้สามารถแสดงการเติบโตและความสัมพันธ์ของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ จึงจำเป็นจะต้องมีฟังก์ชันที่อธิบายอัตราการเติบโตภายใต้สภาวะต่าง ๆ ฟังก์ชันนี้จะต้องมีความถูกต้องตรงกับการเติบโตจริงของพืช พืชต่างชนิดกันจะมีฟังก์ชันการเติบโตต่างกัน ในที่นี้ได้ใช้ต้นถั่วเหลืองเป็นต้นแบบของการศึกษา

โดยการปลูกถั่วเหลืองในกระถางภายใต้สิ่งแวดล้อมที่กำหนด แล้วบันทึกการเปลี่ยนแปลงของความยาวและความกว้างของชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่อยู่เหนือพื้นดิน โดยการวัดจะกระทำอย่างสม่ำเสมอตามช่วงเวลาที่เหมาะสม หลังจากนั้น ขนาดของชิ้นส่วนและเวลาจะถูกนำมาพิจารณาเพื่อหาฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับการเจริญเติบโตของต้นพืช ในการนี้คณะผู้วิจัยค้นพบว่า **ฟังก์ชันลอจิสติก** (logistic function) เป็นฟังก์ชันที่เหมาะแก่การนำมาใช้แสดงการเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากกราฟของฟังก์ชันลอจิสติกมีลักษณะในทำนองเดียวกับการเติบโตจริงของพืชซึ่งจะโตช้ามากในช่วงแรก โตเร็วมากในช่วงถัดมา และหยุดการเติบโตในช่วงท้าย ฟังก์ชันลอจิสติก G ที่นำมาใช้นี้ นิยามโดย

$$G(t) = L + (U - L) / [1 + \exp(m(T - t))]$$

เมื่อ t แทนเวลา

L แทนค่าความสูงที่เริ่มต้นวัด

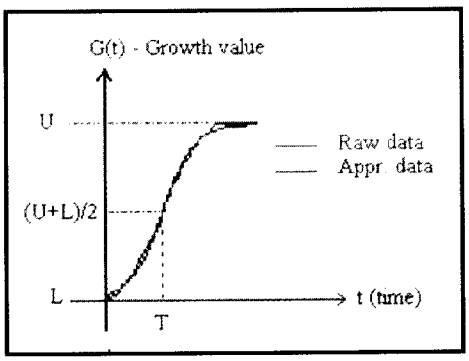
U แทนค่าความสูงสุดท้าย

G(t) แทนค่าความสูง ณ เวลา t

T แทนเวลา ซึ่ง $G(T) = (U + L)/2$

m เป็น parameter ที่ใช้ปรับให้ฟังก์ชัน G สอดคล้องกับค่าจริงที่วัดได้ โดย $0 < m < 1$

และเรียกฟังก์ชัน G ว่าฟังก์ชันการเติบโตของพืช (Growth Function)

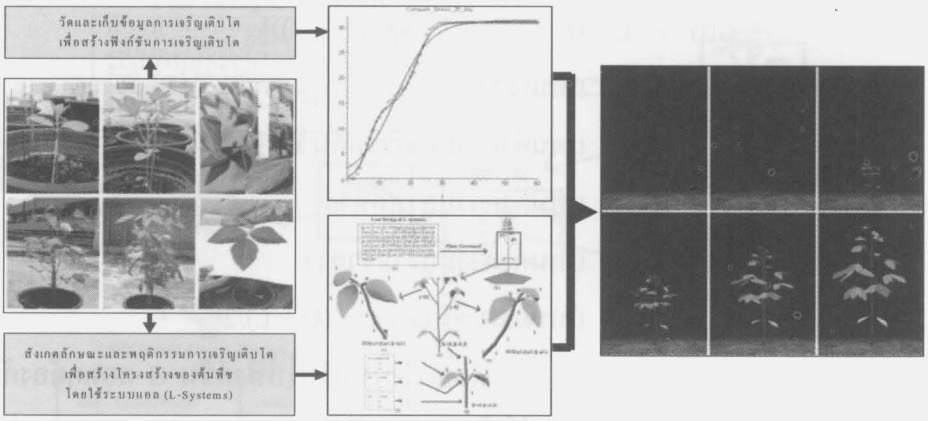


รูปที่ 3 แสดงกราฟการเติบโตของต้นถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับกราฟของฟังก์ชันลอจิสติก
กราฟสีแดง (Raw data) เป็นกราฟจากข้อมูลที่ได้จากการปลูกจริง
กราฟสีน้ำเงิน (Appr. Data) เป็นกราฟที่ได้จากฟังก์ชันลอจิสติก

ฟังก์ชันการเจริญเติบโตของพืชนี้จะมีรูปแบบที่เปลี่ยนไปหากต้นพืชได้รับอิทธิพลจากสิ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เช่น ปริมาณน้ำ ปุ๋ย และสภาพดิน เป็นต้น แต่ลักษณะของกราฟจะยังคงมีรูปแบบเป็นตัวเอส (S) อยู่เสมอ ในบางกรณีลักษณะของการเจริญเจิบโตอาจมีรูปแบบเป็นฟังก์ชันลอจิสติกเป็นช่วง ๆ (multi logistic)

3.3 ภาพรวมของระบบการจำลองต้นถั่วเหลือง

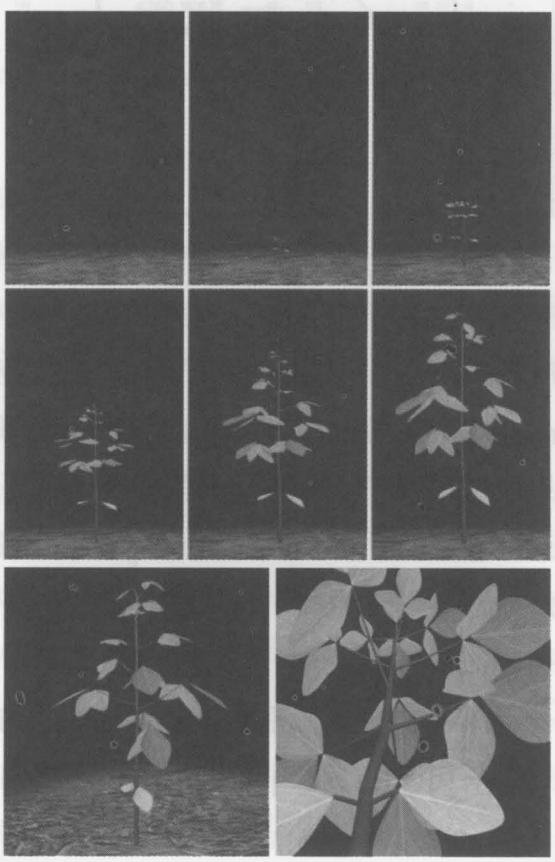
ระบบจะเริ่มจากการทดลองโดยการปลูกถั่วเหลืองในกระถาง แล้วเก็บบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะ ขนาด และพฤติกรรมต่าง ๆ เป็นระยะ ๆ ตามเวลาที่กำหนด จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาแยกแยะเพื่อการดำเนินการตามข้อ (3.1) และ (3.2) เสร็จแล้วนำผลที่ได้มาใช้ในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงการเจริญเติบโตของต้นถั่วเหลืองในรูปของภาพเคลื่อนไหวสามมิติ



รูปที่ 4 ภาพรวมของระบบการจำลองต้นพืชภายใต้สภาวะที่กำหนด

4. ผลของการจำลองต้นถั่วเหลืองในรูปของภาพกราฟิก

จากวิธีการที่กล่าวมาแล้วในข้อ 3 ทำให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์จำลองการเจริญเติบโตของต้นถั่วเหลืองด้วยภาพกราฟิก และทำให้เห็นภาพการเติบโตตามเวลาต่าง ๆ ที่ต้องการได้



รูปที่ 5 แสดงบางรูปของภาพเคลื่อนไหวซึ่งเป็นภาพจำลองของต้นถั่วเหลืองที่มีอายุต่าง ๆ

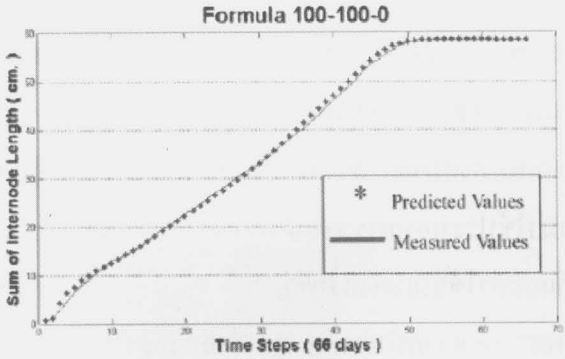


Figure 1. Comparison of real measurements and neural network predictions in 100-100-0 Formula

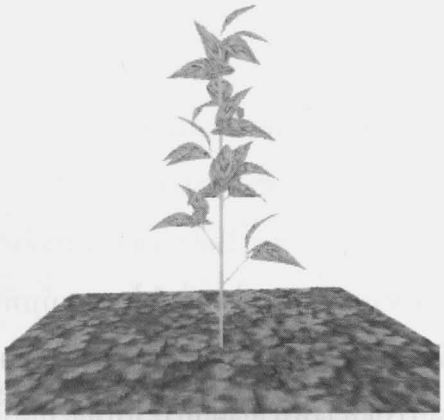


Figure 2. Visualization of soybean growth in 100-100-0 at 66 days

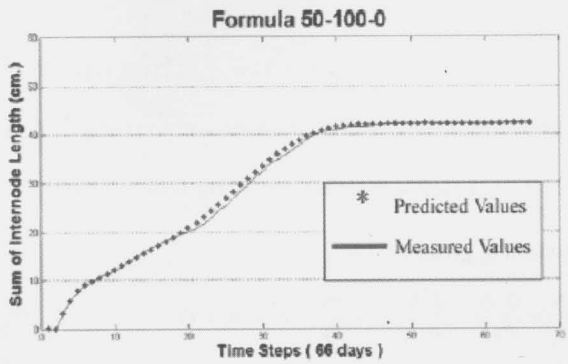


Figure 3. Comparison of real measurements and neural network predictions in 50-100-0 Formula

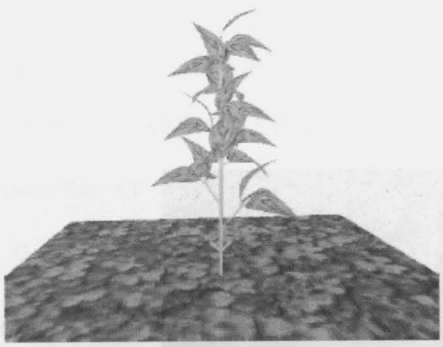


Figure 4. Visualization of soybean growth in 50-100-0 at 66 days

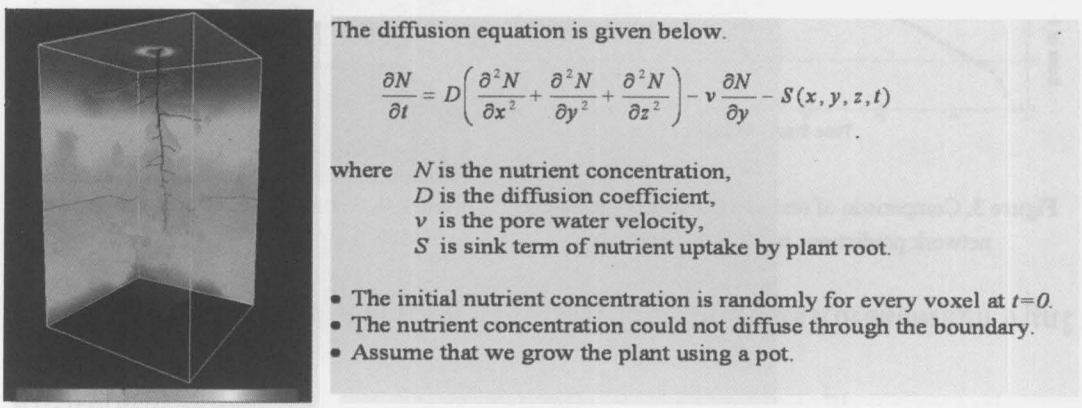
รูปที่ 6 แสดงผลของการจำลองต้นถั่วเหลืองภายใต้ปริมาณสาร N, P และ K ในอัตราส่วนที่ต่างกัน

ส่วนบนของรูปที่ 6 (Figure 1) แสดงกราฟของการเติบโตของต้นถั่วเหลืองภายใต้ปริมาณของ N–P–K ในอัตราส่วน 100–100–0 และรูปต้นถั่วเหลืองจำลอง (Figure 2) มีอายุ 66 วัน ส่วนล่างของรูปที่ 6 (Figure 3) แสดงกราฟของการเติบโตของต้นถั่วเหลืองภายใต้ปริมาณของ N–P–K ในอัตราส่วน 50–100–0 และรูปต้นถั่วเหลืองจำลอง (Figure 4) มีอายุ 66 วัน จากผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นความแตกต่างของการเจริญเติบโตเมื่อปริมาณของ N ต่างกัน ทำให้ทราบได้ว่าปริมาณของ N มีผลต่อการเจริญเติบโตมากในช่วงแรก เกษตรกรจึงควรพิจารณาให้ธาตุอาหารที่มีไนโตรเจน (N) สูงในช่วงการเจริญเติบโตของลำต้นและใบ

5. สรุป

การจำลองต้นถั่วเหลืองเป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งของการนำคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์มาใช้ประโยชน์ในการวางแผนซึ่งจะช่วยสนับสนุนให้สามารถวางแผนได้สอดคล้องกับแนวคิดของ **ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง**อันประกอบด้วยความพอประมาณ ความมีเหตุผล และการมีภูมิคุ้มกันได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้โดยการนำผลการจำลองมาใช้ประกอบการวางแผนและตัดสินใจเกี่ยวกับการลงทุนพร้อมทั้งการเลือกพืชให้เหมาะกับพื้นที่และค่าใช้จ่ายของครอบครัว เพื่อให้สอดคล้องกับหลัก "ความพอประมาณ" และ "ความมีเหตุผล" นอกจากนั้นจากผลการจำลองจะทำให้สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในกรณีที่ไม่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมในธรรมชาติได้อันจะเป็นประโยชน์ต่อการเตรียมความพร้อมในการต่อสู้กับผลกระทบ นับเป็นการช่วยสร้างภูมิคุ้มกันที่ดีต่อความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นได้ด้วย

ในโครงการที่ดำเนินการอยู่ที่ศูนย์วิจัย AVIC นั้น นอกจากการพัฒนาโปรแกรมสำหรับจำลองต้นถั่วเหลืองแล้วยังได้ประยุกต์คณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหาทางเกษตรกรรมอื่น ๆ อีก เช่น การจำลองอัตราการแพร่ของสารอาหารในดิน ซึ่งผลการทดลองแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7

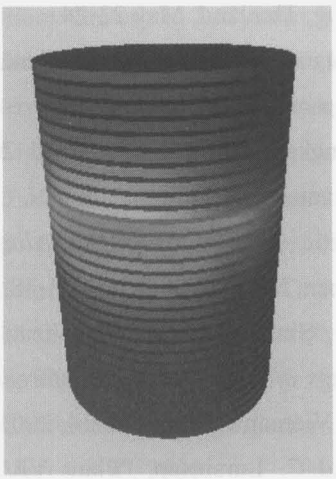
แถบสีในรูปที่ 7 แสดงความเข้มข้นของสารอาหาร
สีแดงแสดงความเข้มข้นในระดับสูง
และสีฟ้าแสดงความเข้มข้นในระดับต่ำ

ปริมาณของสารอาหารนี้มีผลต่อการแพร่กระจายของราก ซึ่งมีผลอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช

นอกจากนั้น ยังได้จำลองการดูดซับเกลือในดินซึ่งเป็นปัญหาในบริเวณที่มีการทำนากุ้ง ทำให้สามารถทราบได้ถึงระดับความเค็มของดินที่อาจเกิดขึ้นและทราบได้ถึงระยะเวลาที่ดินในบริเวณ

นากุ้งจะมีความเค็มจนไม่สามารถปลูกพืชหรือทำนาได้ สำหรับปัญหานี้ได้ทำการจำลองชั้นของดินและใช้สมการการเคลื่อนที่ของอนุภาคผ่านตัวกลางมาจำลองสถานการณ์

รูปที่ 8 แสดงรูปแบบของสมการที่ใช้ และผลของการจำลองเหตุการณ์ โดยสีแดงแสดงความเข้มข้นสูงสุดของเกลือในดิน และสีน้ำเงินแสดงความเข้มข้นต่ำสุด



รูปที่ 8

$$\rho_b \frac{\partial Ca}{\partial t} + \theta \frac{\partial Cl}{\partial t} = D_e \frac{\partial^2 Cl}{\partial z^2} - J_w \frac{\partial Cl}{\partial z}$$

ρ_b = bulk density

θ = volume water content

D_e = diffusion–dispertion coefficient

J_w = water flux

Ca = adsorbed solute concentration

Cl = dissolved solute concentration

z = distance

t = time

เป็นที่คาดหวังว่า เมื่อโครงการสำเร็จ โปรแกรมสำเร็จรูปทางการเกษตรเหล่านี้จะช่วยให้เกษตรกรแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ง่ายกว่าเดิมและช่วยให้ผู้บริหารประเทศสามารถวางแผนโดยมีหลักวิชารองรับ ซึ่งจะเป็นผลให้เกิดการพัฒนาประเทศทางการเกษตรด้วยต้นทุนที่ต่ำลงและได้กำไรสูงขึ้น ผู้สนใจสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมจากงานวิจัยในเอกสารอ้างอิงท้ายบทความนี้ (หัวข้อที่ 7)

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีแห่งสำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติที่ให้การสนับสนุนโครงงานวิจัยนี้ในระยะที่ 1

7. เอกสารอ้างอิง

1. S.Chuai-Aree, S., Siripant, S. and Lursinsap, C., "Animating Plant Growth in L-System By Parametric Functional Symbols", *Proceedings of International Conference on Intelligent Technologies 2000,* December 13-15, Assumption University Bangkok, Thailand, 2000, pp. 135-143.
2. Y. Rodkaew, S. Siripant, C. Lursinsap, and P. Chongstitvatana, "Generate Leaf Shapes Using L-System and Genetic Algorithms", *International Conference on Intelligent Technologies,* Thailand, 2000, pp. 154-158.

3. S. Chuai-Aree, W. Jäger, H.G. Bock, and S. Siripant, "Smooth Animation for Plant Growth Using Time Embedded Component and Growth Function", *East-West Journal of Mathematics,* Special Volume, 2002, pp. 285-295.
4. S. Chuai-Aree, W. Jager, H.G. Bock, and S. Siripant, "Smooth Animation for Plant Growth Using Time Embedded Component and Growth Function", *Proceedings of International Conference on Computational Mathematics and Modeling*, Thailand, May 22-24.
5. Y. Rodkaew, S. Siripant, C. Lursinsap and P. Chongstitvatana, "An Algorithm for Generating Vein Images for Realistic Modeling of a Leaf", *Proceedings of the International Conference on Computational Mathematics and Modeling (CMM'02)*, Bangkok, Thailand, May 22-24, 2002.
6. Y. Rodkaew, S. Siripant, C. Lursinsap, and P. Chongstitvatana, T. Fujimoto, and N. Chiba. "Modeling Leaf Shapes Using L-systems and Genetic Algorithms", *Proceedings of NICOGRAPH International 2002 (NICO'02)*, Tokyo Japan, May 30, 2002, pp. 73-78.
7. S. Chuai-aree, W. Jager, H.G. Bock, and S. Siripant, "Simulation and Visualization of Plant Growth Using Lindenmayer Systems", *Proceedings of International Conference on High Performance Scientific Computing (HPSC*, Hanoi, Vietnam), March 10-14, 2003.
8. S. Chuai-Aree, W. Jager, H.G. Bock, S. Siripant, and C. Lursinsap, "Plant VR : An Algorithm for Generating Plant Shoot and Root Growth Using Applied Lindenmayer Syatems", *Proceedings of 2003 International Sumposium on Plant Growth Modelimg, Simrlation, Visualization, and Their Applications,* Tsinghua University Press-Springer Verlag, Beijing, China, October 13-16, 2003, pp. 55-68.
9. Y. Rodkaew, P. Chongstitvatana, S. Siripant and C, Lursinsap. "Particle Systems for Plant Modeling", *International Symposium on Plant Growth Modeling simulation, visalization and their Applications (PMA'04),* Beijing, P.R. China, October 13-16, 2003.
10. A. Jitpattanakul, S. Siripant and C. Lursinsap, "Modeling of Soybean Growth Based on Water Stress Effect", *Proceedings of the 4th International Workshop on Functional-Structural Plant Models,* Campus ENSAM/INRA2, place Viala, Montpellier, France, June 07-11, 2004, pp. 134-137.
11. A. Suratanee, S. Siripant, and C. Lursinsap, "Modeling the Soybean Growth im Different Amount of Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Using Neural Network", Proceedings of the 4th International Workshop on Functional-Structural Plant Models, Montpellier, France, 2004, pp. 130-133.
12. S. Chuai-aree, W. Jager, H.G. Bock, and S. Siripant, "Plant VR : Software for Simulation and Visualization of a Model for Plant Growth", *Proceedings of 4th International Workshop on Functional-Structural Plant Models,* Montpeiller, France, June 7-11, 2004, pp. 418.

13. S. Chuai-Aree, W. Jager, H.G. Bock, and S. Siripant, "Modeling, Simulation and Visualization of Plant Root Growth and Diffusion Processes in Soil Volume", *Proceedings of 4th International Workshop on Functional-Structural Plant Models,* Montpellier, France, June 7-11, 2004, pp. 289-293.
14. Y. Rodkaew, S. Chuai-Aree, C. Lursinsap, S. Siripant, and P. Chongstitvatana, "Animating Plant Growth in L-System by Parametric Functional Symbols", *International Journal of Intelligent Systems,* Vol. 19 (1-2), 2004, pp. 9-23.
15. Y. Rodkaew, P. Chongstitvatana, S. Siripant and C. Lursinsap, "Modeling Plant Leaves in Marble-Patterned Colours with Particle Transportation", *4th International Workshop on Functional-Structural Plant Models (FSPM'04),* Monipellier, France, June 7-11, 2004.
16. S. Chuai-Aree, W. Jager, H.G. Bock, and S. Siripant, "Reconstruction of Branching Structures Using Region Growing Method", Proceedings of the International Conference in Mathematics and Applications (ICMA-MU 2005), December 15-17, 2005, pp. 223-238.
17. S. Siripant, S. Chuai-Aree, "Simulation and Visualization of Leaf Growth", International Conference on High Performance Scientific Computing (HPSC 2006), Hanoi, Vietnam, March 6-10, 2006.
18. H.G. Bock, S. Chuai-Aree, W. Jager, S. Siripant, "Inverse Problem of Lindenmayer Systems on Branching Structures", International Conference on High Performance Scientific Computing (HPSC 2006), Hanoi, Vietnam, March 6-10, 2006.
19. M. Bamrungrajhirun, C. Lursinsap, S. Siripant, "A Dynamic 3D Structural Model of Rice Based on Morphogenesis Development", International Conference on High Performance Scientifics Computing (HPSC 2006), Hanoi, Vietnam, March 6-10, 2006.
20. S. Surasak, S. Siripant, C. Lursinsap, "Approximation of the Nitrogen Deficiency in Soybean and Simulation of Soybean Leaf Color Using Neural Networks", International Conference on High Performance Scientific Computing (HPSC 2006), Hanoi, Vietnam, March 6-10, 2006.

กำหนดการเชิงคณิตศาสตร์กับการมีภูมิคุ้มกันที่ดีตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

✍ *เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์*[*]

1. บทนำ

ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงข้อหนึ่ง ได้แก่ "การมีภูมิคุ้มกันที่ดีพอสมควร" [5] การมีภูมิคุ้มกันที่ดีอาจพิจารณาว่าเป็นการมีการจัดการกับความไม่แน่นอน หรือ ความเสี่ยงที่ดี หลักการจัดการกับความเสี่ยงนี้อาจเป็นจุดหนึ่งที่เป็นจุดแตกต่างระหว่างกำหนดการเชิงเส้นในยุคแรก และ กำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ในยุคถัดมา

กำหนดการเชิงเส้นเชิงกำหนด เป็นกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์พื้นฐานที่มีประโยชน์ยิ่ง ในทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ [2] และวิศวกรรม [4] กำหนดการเชิงเส้นถูกนำมาใช้อธิบายระบบเศรษฐกิจในลักษณะเครื่องจักรกลการผลิต ซึ่งผลเฉลยจากกำหนดการเชิงเส้นจะเป็นจุดมุม หรือจุดสุดขีดซึ่งอาจตีความได้ว่า นโยบายทางเศรษฐกิจที่ดีได้แก่ การมอบหมายให้หน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในกิจกรรมหนึ่ง ๆ รับผิดชอบในการผลิตสินค้า หรือ บริการ นั้น ๆ ไปทั้งหมด หรือ อีกนัยหนึ่ง ใครเก่งอะไรให้ทำอย่างนั้น ข้อบกพร่องประการหนึ่งของทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ในลักษณะนี้คือมิได้คำนึงถึงความไม่แน่นอนที่อาจเข้ามากระทบกับระบบเศรษฐกิจโดยรวม ยกตัวอย่างเช่น ไม่ได้มีการคำนึงถึงโอกาสที่หน่วยการผลิตที่ถูกมอบหมายให้ทำหน้าที่หนึ่ง ๆ จะเกิดความขัดข้องทำให้ไม่สามารถทำหน้าที่ที่ถูกมอบหมายได้ และ อาจเกิดผลกระทบอย่างรุนแรงกับระบบเศรษฐกิจโดยรวม

กำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ในยุคถัดมา ยกตัวอย่างเช่น กำหนดการของมาโควิส [3] หรือ กำหนดการสโตคาสติก ได้มีการยกเรื่องความไม่แน่นอนเข้ามามีบทบาทในการสร้างตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ กล่าวโดยย่อกำหนดการของมาโควิสจะทำการหาคำตอบ หรือ นโยบายที่ให้ความเสี่ยงน้อยที่สุด ณ ระดับที่ให้ผลประโยชน์ที่คงที่หนึ่ง ๆ ส่วนกำหนดการสโตคาสติกเป็นการวางนโยบายที่อาจปรับตัวเมื่อสถานการณ์เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งอาจพิจารณาว่าผลลัพท์ที่ได้จากกำหนดการดังกล่าวทั้งสองได้รวมเอาหลักการจัดการความเสี่ยงเข้ามาเป็นองค์ประกอบสำคัญในการแก้ปัญหา

---

[*] ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ดร., ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับบทความนี้จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างกำหนดการเชิงเส้นในยุคแรกซึ่งเป็นกำหนดการเชิงเส้นเชิงกำหนด กับ กำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ในยุคถัดมา และ ความเกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจพอเพียง โดยจะขอแสดงตัวอย่างซึ่งได้รับอิทธิพลจากงานของ [1] ภายใต้การสมมติสถานการณ์ทางการเกษตรขึ้นมาหนึ่งสถานการณ์ และ ทำการสร้างกำหนดการเชิงเส้นเชิงกำหนดเพื่อหานโยบายการใช้ที่ดินทำกินที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จากนั้นจะแสดงการสร้างกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์จากแนวคิดของมาโควิส และกำหนดการสโตคาสติก เพื่อหานโยบายการใช้ที่ดินที่มีประสิทธิภาพซึ่งมีการนำเอาปัจจัยเกี่ยวกับเรื่องความเสี่ยงเข้ามาร่วมพิจารณาด้วย และท้ายสุดจะได้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ทั้งสาม กับ การตีความเกษตรทฤษฎีใหม่ผ่านทางกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์

2. สถานการณ์สมมติ

พิจารณากิจกรรมสมมติทางการเกษตร ณ สถานที่สมมติแห่งหนึ่ง ซึ่งมีพื้นที่การเกษตร 20 ไร่ เกษตรกรเจ้าของพื้นที่ต้องการวางแผนการผลิตสินค้าทางการเกษตร ซึ่งได้แก่ ข้าว และ มัน ในขณะนี้เป็นต้นฤดูเพาะปลูก เกษตรกรต้องแบ่งพื้นที่ทั้งหมดเป็นสามส่วนได้แก่ พื้นที่สำหรับปลูกข้าว พื้นที่สำหรับปลูกมัน และ พื้นที่ขุดสระน้ำเพื่อเก็บกักน้ำ การแบ่งพื้นที่ต้องแบ่งตั้งแต่ตอนต้นฤดู พร้อมทั้งลงพืชพันธุ์ พื้นที่ที่แบ่งไว้ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ เมื่อถึงปลายฤดูจะทำการเก็บเกี่ยวพืชผล เพื่อนำไปบริโภค หรือ ขายสู่ท้องตลาด สมมติว่าปีหนึ่งเกษตรกรทำการเพาะปลูกเพียงครั้งเดียว

สิ่งสำคัญที่เกษตรกรต้องตัดสินใจคือการแบ่งพื้นที่ โดยการตัดสินใจจะคำนึงถึงผลผลิตที่คาดการณ์ว่าจะได้เมื่อถึงฤดูเก็บเกี่ยว จากประสบการณ์ เกษตรกรทราบว่าโดยเฉลี่ยผลผลิตที่ได้จากการปลูกข้าวอยู่ที่ 700 กิโลกรัมต่อพื้นที่หนึ่งไร่ ผลผลิตที่ได้จากการปลูกมันอยู่ที่ 400 กิโลกรัมต่อพื้นที่หนึ่งไร่ สำหรับพื้นที่สระน้ำสามารถเลี้ยงปลาทับทิมเป็นผลพลอยได้ ซึ่งผลิตผลอยู่ที่ 100 กิโลกรัมต่อพื้นที่สระน้ำหนึ่งไร่ แต่ไม่สามารถเลี้ยงได้เกิน 400 กิโลกรัม ไม่ว่าจะใช้พื้นที่เท่าไรก็ตาม เกษตรกรต้องการข้าว และ มันเพื่อบริโภคตลอดทั้งปี โดยต้องการผลผลิตรวมจากทั้งสองผลิตภัณฑ์ไม่ต่ำกว่า 5,000 กิโลกรัมต่อปี ต้นทุนส่วนใหญ่เป็นค่าแรง ต้นทุนการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวข้าวอยู่ที่ 6 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนต้นทุนการเพาะปลูกและขุดมันอยู่ที่ 8 บาทต่อกิโลกรัม สำหรับปลาทับทิมไม่มีต้นทุน ในช่วงฤดูเก็บเกี่ยว ขายข้าวได้กิโลกรัมละ 9 บาท ขายมันได้กิโลกรัมละ 10 บาท และขายปลาทับทิมได้กิโลกรัมละ 30 บาท

ข้อมูลที่ระบุข้างต้นเป็นข้อมูลคาดหมาย เป็นข้อมูลที่แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากหลายสถานการณ์ในความเป็นจริงสถานการณ์ หรือ สภาพอากาศอาจมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันในแต่ละปี สมมติว่าสภาพอากาศมีผลกระทบต่อกิจกรรมการเกษตรมากที่สุดโดยสามารถจำแนกสภาพอากาศในปีหนึ่ง ๆ ได้เป็นสามลักษณะ ได้แก่ แล้ง ปกติ และ น้ำมาก โดยสภาพแล้งจะทำให้การเพาะปลูกทั้งข้าวและมันได้ผลผลิตต่ำ สภาพปกติทำให้ได้ผลผลิตเป็นไปตามความคาดหมายดังแสดงในตารางที่ 1 และ สภาพน้ำมากทำให้มันได้ผลผลิตต่ำแต่ข้าวได้ผลผลิตดี จากสถิติทราบว่าความน่าจะเป็นที่แต่ละปีสภาพอากาศจะปกติด้วยความน่าจะเป็น 0.5 แล้งด้วยความน่าจะเป็น 0.25 และ น้ำมากด้วยความน่าจะเป็น 0.25 สภาพอากาศนอกจากจะมีผลให้ผลผลิตเปลี่ยนแปลงไปแล้ว ยังจะมีผลให้ราคาเปลี่ยนแปลงด้วยเนื่องจากอุปสงค์ที่เปลี่ยนแปลงไป ข้อมูลของผลผลิตและ ราคาที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพอากาศแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : ตารางแสดงผลผลิตและราคาตามสภาพอากาศ

สภาพอากาศ	ความน่าจะเป็น	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)		ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)	
		ข้าว	มัน	ข้าว	มัน
แล้ง	0.25	500*	300*	10	12
ปกติ	0.5	700	400	9	10
น้ำมาก	0.25	900	300	8	12

จากตารางที่ 1 สังเกตกรณีสภาพอากาศแล้ง ผลผลิตของข้าวและมันจะขึ้นอยู่กับน้ำจากสระที่ขุด ดังนั้นหากพื้นที่สระน้อยกว่าพื้นที่เพาะปลูก ผลผลิตจะขึ้นอยู่กับพื้นที่สระ หากพื้นที่เพาะปลูกน้อยกว่าพื้นที่สระ ผลผลิตจะขึ้นอยู่กับพื้นที่เพาะปลูก ในรูปสมการคณิตศาสตร์ ในกรณีสภาพอากาศแล้งผลผลิตข้าวจะเป็นดังสมการ

$$\text{ผลผลิตข้าว} = 500 \times \min(\text{พื้นที่สระ}, \text{พื้นที่เพาะปลูกข้าว}) \quad (1)$$

และผลผลิตมันจะเป็นดังสมการ

$$\text{ผลผลิตมัน} = 300 \times \min(\text{พื้นที่สระ}, \text{พื้นที่เพาะปลูกมัน}) \quad (2)$$

ในกรณีสภาพอากาศปกติหรือน้ำมาก ผลผลิตจะแปรผันตรงกับพื้นที่เพาะปลูกแต่เพียงอย่างเดียว

3. การวิเคราะห์ปัญหา

ตัวแบบตัดสินใจในรูปกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ในรูปดังต่อไปนี้

ตัวแบบตัดสินใจ :

max ฟังก์ชันจุดประสงค์

s.t. ข้อจำกัด

ในส่วนแรกของตัวแบบระบุว่าผู้ตัดสินใจต้องการบรรลุวัตถุประสงค์ที่ดีที่สุด ซึ่งอาจต้องการให้ฟังก์ชันจุดประสงค์ที่มีค่ามากที่สุด (maximum) อาทิเช่น กำไร ผลผลิต หรือ มีค่าน้อยที่สุด (minimum) อาทิเช่น ต้นทุน หรือ เวลา ในส่วนที่สองของตัวแบบระบุว่าการตัดสินใจทั้งหมดต้องอยู่ภายใต้ข้อจำกัด ซึ่งอาจเกิดจากข้อจำกัดทางกายภาพ หรือเกิดจากนโยบายของผู้ตัดสินใจเอง

จำลองตนเองเป็นเกษตรกรผู้ซึ่งตัดสินใจจัดสรรที่ดิน หากเราไม่คำนึงถึงความไม่แน่นอนในสภาพอากาศ และประมาณว่าสถานการณ์ในปีปัจจุบันน่าจะมีสภาพอากาศปกติ การจัดสรรที่ดินสามารถเขียนให้อยู่ในรูปกำหนดการเชิงเส้นเชิงกำหนดดังกำหนดการที่ 1

กำหนดการ 1

ตัวแปรตัดสินใจ

x_1 = *พื้นที่ปลูกข้าว (ไร่)*

x_2 = *พื้นที่ปลูกมัน (ไร่)*

x_3 = *พื้นที่สระ (ไร่)*

y_1 = *ผลผลิตข้าว (กิโลกรัม)*

y_2 = *ผลผลิตมัน (กิโลกรัม)*

y_3 = *ผลผลิตปลา (กิโลกรัม)*

กำหนดการเชิงเส้นเพื่อการตัดสินใจ :

$$\text{Max} \quad \text{กำไรทั้งหมด} = 3y_1 + 2y_2 + 30y_3$$

$$\begin{aligned} s.t. \quad 700x_1 - y_1 &= 0 \\ 400x_2 - y_2 &= 0 \\ 100x_3 - y_3 &\geq 0 \\ y_3 &\leq 400 \\ y_1 + y_2 &\geq 5000 \\ x_1 + x_2 + x_3 &= 20 \\ x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3 &\geq 0 \end{aligned}$$

สังเกตว่าข้อจำกัดข้อที่ 3 และ 4 เป็นเทคนิคในทฤษฎีกำหนดการเชิงเส้นซึ่งใช้แทนข้อจำกัด

$$y_3 = \min(100x_3, 400)$$

คำตอบที่ดีที่สุดของกำหนดการที่ 1 ได้แก่

$$x_1 = 16 \text{ ไร่}, \quad x_2 = 0 \text{ ไร่}, \quad x_3 = 4 \text{ ไร่}$$

$$y_1 = 11200 \text{ กิโลกรัม}, \quad y_2 = 0 \text{ กิโลกรัม}, \quad y_3 = 400 \text{ กิโลกรัม}$$

คำตอบที่ดีที่สุดของกำหนดการดังกล่าวสามารถสรุปได้ความว่า ในจำนวนพื้นที่ทำกินทั้งหมด 20 ไร่ ให้จัดสรรเพื่อปลูกข้าว 16 ไร่ เพื่อขุดสระอีก 4 ไร่ โดยไม่ต้องเหลือไว้ปลูกมัน การตัดสินใจจัดสรรที่ดินดังกล่าวเป็นคำตอบที่ดีที่สุด เนื่องจากการกำหนดการที่สร้างขึ้นมีจุดประสงค์เพื่อแสวงหากำไรที่มากที่สุด จากข้อมูลที่กำหนดให้ในหัวข้อที่แล้ว จะพบว่าการเลี้ยงปลาจะสามารถทำกำไรต่อพื้นที่ได้มากที่สุด ดังนั้นการขุดสระเลี้ยงปลาจึงเป็นการใช้พื้นที่ที่สามารถสร้างกำไรได้มากที่สุด แต่สถานการณ์สมมติมีข้อจำกัดว่า ปลาถูกเลี้ยงตามธรรมชาติและไม่สามารถให้ผลผลิตเกิน 400 กิโลกรัมไม่ว่าจะมีพื้นที่สระเท่าไรก็ตาม ดังนั้นการขุดสระจึงถูกจำกัดเพียง 4 ไร่ เพราะขนาดส่วนเกินไม่สามารถทำให้ได้ปริมาณปลาที่เพิ่มขึ้น สำหรับพื้นที่ที่เหลือทั้งหมดเมื่อพิจารณาจากกำไรจะพบว่าการปลูกข้าวจะทำกำไรต่อพื้นที่ได้มากกว่าการปลูกมัน ดังนั้นพื้นที่ส่วนที่เหลือจากการขุดสระจึงนำไปใช้เพื่อการปลูกข้าวเพียงอย่างเดียว สำหรับการบริโภคของเกษตรกรเป็นเรื่องรอง เพราะหากสถานการณ์ปกติไม่ว่าจะนำพื้นที่ไปใช้งานอย่างไรก็จะได้ผลผลิตเกินพอต่อการบริโภคภายในครัวเรือน

สังเกตว่า การสร้างกำหนดการเชิงเส้นดังกล่าวจะเน้นที่การแสวงหากำไรแต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้นจะพบว่าเงื่อนไขสำคัญในการตัดสินใจคือประเมินความคุ้มค่าของทรัพยากร และทางเลือกที่ดีที่สุดจะเป็นทางเลือกที่ใช้ทรัพยากรได้คุ้มค่าที่สุด โดยคุ้มค่าคิดจากกำไรที่เป็นตัวเงินแต่เพียงอย่างเดียว สังเกตว่าการขุดสระในกำหนดการที่ 1 จะทำไปเพื่อประโยชน์ในการเลี้ยงปลาไว้ขาย โดยไม่ได้คำนึงว่าแหล่งน้ำสามารถมีไว้เพื่อเตรียมรับสถานการณ์ที่จะเกิดฝนแล้ง

ในอันดับต่อไป เรานำปัจจัยที่มีความไม่แน่นอนเข้ามาร่วมพิจารณา ในขั้นต้นสมมติว่าความไม่แน่นอนของสภาพอากาศมีผลกระทบต่อราคาแต่เพียงอย่างเดียว โดยผลผลิตต่อไร่ของข้าว และมัน สามารถถูกควบคุมให้อยู่ในระดับปกติ นั่นคือ การปลูกข้าวให้ผลผลิต 700 กิโลกรัมต่อไร่ และ มัน 400 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างแน่นอน สมมติเพิ่มเติมว่าเราจัดสรรพื้นที่ 4 ไร่ เพื่อขุด

สระ ดังนั้นปัญหาการตัดสินใจที่จะกล่าวถึงต่อไปจะเป็นการจัดสรรที่ดินเพื่อกิจกรรมสองประเภทเท่านั้น ได้แก่ การปลูกข้าว และการปลูกมัน โดยมีพื้นที่ทั้งหมดที่ต้องทำการจัดสรรเท่ากับ 16 ไร่

หากความไม่แน่นอนปรากฏในรูปของราคาที่ไม่แน่นอน เราอาจเปลี่ยนฟังก์ชันจุดประสงค์จากการทำกำไรให้ได้มากที่สุด เป็นการลดความเสี่ยงให้ต่ำที่สุด นั่นหมายถึงเราต้องการจัดสรรที่ดินเพื่อให้ความแปรปรวนของกำไรต่ำที่สุด หรืออีกนัยหนึ่งคือ เราต้องการให้รายได้ที่จะเกิดขึ้นที่ปลายฤดูเก็บเกี่ยวมีความแน่นอนสูงที่สุด สังเกตว่าในที่นี้กำไรต่อกิโลกรัมของข้าว และมัน เป็นตัวแปรสุ่ม ใช้สัญลักษณ์ V_1 และ V_2 ตามลำดับ ดังนั้นกำไรทั้งหมดซึ่งใช้สัญลักษณ์ V จะเป็นตัวแปรสุ่มด้วย โดย V จะสัมพันธ์กับผลผลิตข้าว และ มัน ใช้สัญลักษณ์ y_1 และ y_2 ตามลำดับ ดังนี้

$$V = y_1V_1 + y_2V_2$$

ความแปรปรวนของ V จะเท่ากับ

$$\mathrm{Var}[V] = \mathrm{Var}[y_1V_1 + y_2V_2] = y_1^2\,\mathrm{Var}[V_1] + y_2^2\,\mathrm{Var}[V_2] \qquad (3)$$

โดย $\mathrm{Var}[X]$ แทนความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X จากข้อมูลในตารางที่ 1 ความน่าจะเป็นร่วมของ V_1 และ V_2 ใช้สัญลักษณ์ $p(v_1, v_2)$ ได้แก่

$$p(v_1, v_2) = \begin{cases} 0.25; & v_1 = 4,\ v_2 = 4 \\ 0.5; & v_1 = 3,\ v_2 = 2 \\ 0.25; & v_1 = 2,\ v_2 = 4 \end{cases}$$

ดังนั้น

$$\mathrm{Var}[V_1] = 0.5, \quad \mathrm{Var}[V_2] = 1$$

แทนค่าความแปรปรวนทั้งสองเข้าไปในสมการ (3) จะได้ว่า

$$\mathrm{Var}[V] = 0.5y_1^2 + y_2^2$$

ซึ่ง $\mathrm{Var}[V]$ คือค่าที่ใช้วัดความเสี่ยงของกำไรจากผลผลิตทางการเกษตร กำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ที่มีฟังก์ชันจุดประสงค์เป็นการลดความเสี่ยงให้อยู่ในระดับต่ำที่สุดจะมีลักษณะดังกำหนดการที่ 2

กำหนดการ 2

ตัวแปรตัดสินใจ

x_1 = *พื้นที่ปลูกข้าว (ไร่)*

x_2 = *พื้นที่ปลูกมัน (ไร่)*

y_1 = *ผลผลิตข้าว (กิโลกรัม)*

y_2 = *ผลผลิตมัน (กิโลกรัม)*

กำหนดการมาโควิสเพื่อการตัดสินใจ

$$\begin{aligned} \max \quad & \textit{ความเสี่ยง} = \mathrm{Var}[V] = 0.5y_1^2 + y_2^2 \\ s.t. \quad & 700x_1 - y_1 = 0 \\ & 400x_2 - y_2 = 0 \\ & y_1 + y_2 \geq 5000 \\ & x_1 + x_2 = 16 \\ & x_1, x_2, y_1, y_2 \geq 0 \end{aligned}$$

คำตอบที่ดีที่สุดของกำหนดการที่ 2 ได้แก่

$$x_1 = 6.32 \text{ ไร่}, \quad x_2 = 9.68 \text{ ไร่}$$

$$y_1 = 4424.69 \text{ กิโลกรัม}, \quad y_2 = 3871.61 \text{ กิโลกรัม}$$

เปรียบเทียบคำตอบที่ดีที่สุดของกำหนดการ 1 เมื่อปราศจากความไม่แน่นอน กับ คำตอบที่ดีที่สุดของกำหนดการ 2 เมื่อนำความแปรปรวนซึ่งสะท้อนถึงความไม่แน่นอนมาเป็นจุดประสงค์ จะพบว่าคำตอบของกำหนดการที่ 1 แนะนำให้เกษตรกรเน้นการผลิตไปที่หนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ให้กำไรต่อพื้นที่สูงที่สุด ซึ่งในสถานการณ์ปกติผลิตภัณฑ์ดังกล่าวคือข้าว ในทางตรงกันข้ามเมื่อนำความไม่แน่นอนมาเป็นจุดประสงค์จะพบว่าคำตอบของกำหนดการ 2 แนะนำให้เกษตรกรกระจายพื้นที่เพาะปลูกไปยังผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิด เพราะหากพิจารณาสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้น จะพบว่าเมื่อสภาพอากาศปกติข้าวให้กำไรสูงในขณะที่มันให้กำไรต่ำ แต่เมื่อสภาพน้ำมากข้าวให้กำไรต่ำแต่มันให้กำไรสูง ดังนั้นการขึ้นลงของราคาข้าว และ ราคามันจะพยุงกำไรโดยรวมซึ่งกันและกัน ดังนั้นทั้งข้าวและมันจะทำให้ได้กำไรที่ค่อนข้างคงที่ อย่างไรก็ตาม กำไรโดยรวมจากยุทธศาสตร์นี้อาจจะไม่ได้มีค่ามากที่สุด แต่จะมีความเสี่ยงต่ำที่สุด การสร้างตัวแบบปัญหาในลักษณะนี้เป็นตัวแบบที่คล้ายคลึงกับตัวแบบของมาโควิสที่เป็นที่มาของปรัชญาการกระจายความเสี่ยงเชิงคณิตศาสตร์ในการลงทุน

ในกำหนดการ 2 เราไม่ได้นำความไม่แน่นอนของผลผลิตมาร่วมพิจารณา ในอันดับต่อไปเราจะนำความไม่แน่นอนของผลิตผลมาร่วมพิจารณาในรูปของกำหนดการสโตคาสติก

กำหนดให้สถานการณ์ที่ไม่แน่นอนที่อาจเกิดได้มีทั้งหมด n สถานการณ์ สำหรับตัวอย่างในบทความนี้ $n = 3$ กำหนดการสโตคาสติกเป็นตัวแบบตัดสินใจที่อยู่ในรูป

ตัวแบบตัดสินใจ :

max ฟังก์ชันจุดประสงค์*คาดหมาย*

s.t. ข้อกำหนดในสถานการณ์ i

ทุก ๆ $i = 1, 2, ..., n$

เนื่องจากมีปัจจัยที่มีความไม่แน่นอนเข้ามากระทบ ฟังก์ชันจุดประสงค์ที่เราต้องการบรรลุจึงอาจไม่แน่นอน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคำนวณวัตถุประสงค์คาดหมายตามนัยทางสถิติ และเนื่องจากข้อจำกัด ในแต่ละสถานการณ์ที่ไม่แน่นอนอาจแตกต่างกัน เราจึงต้องไม่ละเมิดข้อจำกัดในทุก ๆ สถานการณ์จากข้อมูลในสถานการณ์สมมติ เราสร้างกำหนดการสโตคาสติกดังกำหนดการ 3 ดังต่อไปนี้

กำหนดการ 3

ตัวแปรตัดสินใจ :

x_1 = *พื้นที่ปลูกข้าว (ไร่)*

x_2 = *พื้นที่ปลูกมัน (ไร่)*

x_3 = *พื้นที่สระ (ไร่)*

y_{ij} = *ผลผลิตชนิด i ในสถานการณ์ j (กิโลกรัม)*

โดย $i = 1, 2$ หมายถึง ข้าว มัน ตามลำดับ

และ $j = 1, 2, 3$ หมายถึง สภาพอากาศแล้ง ปกติ และ น้ำมาก ตามลำดับ

y_3 = *ผลผลิตปลา (กิโลกรัม)*

กำหนดการสโตคาสติกเพื่อการตัดสินใจ :

$$\max \quad \textit{กำไรคาดหมายทั้งหมด} = 0.25 \times (4y_{11} + 4y_{21}) + 0.5 \times (3y_{12} + 2y_{22}) + 0.25 \times (2y_{13} + 4y_{23}) + 30y_3$$

s.t. *สภาพอากาศแล้ง :*

$$500x_1 - y_{11} \geq 0$$

$$500x_3 - y_{11} \geq 0$$

$$300x_2 - y_{21} \geq 0$$

$$300x_3 - y_{21} \geq 0$$

$$y_{11} + y_{21} \geq 5000$$

สภาพอากาศปกติ :

$$700x_1 - y_{12} = 0$$

$$400x_2 - y_{22} = 0$$

$$y_{12} + y_{22} \geq 5000$$

สภาพน้ำมาก :

$$900x_1 - y_{13} = 0$$

$$300x_2 - y_{23} = 0$$

$$y_{13} + y_{23} \geq 5000$$

ในทุกกรณี :

$$100x_3 - y_3 \geq 0$$

$$y_3 \leq 400$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 20$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

$$y_{ij} \geq 0 \quad \text{ทุก } i, j$$

$$y_3 \geq 0$$

คำตอบที่ดีที่สุดของกำหนดการ 3 ได้แก่

$x_1 = 7.5$ ไร่, $x_2 = 6.25$ ไร่, $x_3 = 6.25$ ไร่

$y_{11} = 3125$ กิโลกรัม, $y_{12} = 5250$ กิโลกรัม, $y_{13} = 6750$ กิโลกรัม

$y_{21} = 1875$ กิโลกรัม, $y_{22} = 2500$ กิโลกรัม, $y_{23} = 1875$ กิโลกรัม

$y_3 = 400$ กิโลกรัม

คำตอบที่ดีที่สุดของกำหนดการดังกล่าวแนะนำให้เกษตรกรแบ่งพื้นที่ทำกินเป็นสามส่วน โดยแบ่งพื้นที่ 7.5 ไร่สำหรับปลูกข้าว พื้นที่ 6.25 ไร่สำหรับปลูกมัน และ 6.25 ไร่เพื่อขุดสระ ซึ่งการแบ่งพื้นที่ดังกล่าวในแต่ละสถานการณ์จะให้ผลผลิตแตกต่างกันไป อาทิ 7.5 ไร่ของพื้นที่ปลูกข้าวจะให้ผลผลิตเท่ากับ 3125 กิโลกรัมในสภาพอากาศแล้ง แต่จะให้ผลผลิต 5250 กิโลกรัมในสภาพอากาศปกติ

สังเกตความแตกต่างระหว่างกำหนดการ 1 กับกำหนดการ 3 ความแตกต่างประการแรก พื้นที่ขุดสระจากคำตอบของกำหนดการ 1 เท่ากับ 4 ไร่ซึ่งน้อยกว่าพื้นที่ขุดสระที่ได้จากกำหนดการ 3

ความแตกต่างประการที่สอง คำตอบของกำหนดการ 1 ไม่ระบุว่าเกษตรกรต้องแบ่งพื้นที่สำหรับปลูกมัน อีกนัยหนึ่งคำตอบเน้นให้เกษตรกรปลูกข้าวแต่เพียงอย่างเดียว ในทางตรงกันข้ามคำตอบของกำหนดการ 3 แนะนำให้เกษตรกรแบ่งพื้นที่เพื่อปลูกข้าว และ มันคู่ขนานกันไป

เนื่องจากข้อจำกัดถูกสร้างจากสถานการณ์ตัวแทนซึ่งเป็นสถานการณ์ปกติ และ มิได้คำนึงถึงสถานการณ์ที่จะเกิดสภาพอากาศแล้ง การขุดสระจากกำหนดการ 1 จึงเป็นไปเพื่อเลี้ยงปลาแต่เพียงอย่างเดียว เนื่องจากการขายปลาทำให้ได้กำไรสูง แต่เนื่องจากจำนวนปลาถูกจำกัดเพียง 400 กิโลกรัม ดังนั้นพื้นที่ขุดสระจึงถูกจำกัดเพียง 4 ไร่เพราะเมื่อเพิ่มพื้นที่ขุดสระกว้างขึ้นก็ไม่สามารถทำให้จำนวนปลามีเพิ่มขึ้นได้ ในทางกลับกันการขุดสระจากกำหนดการ 3 มิได้คำนึงถึงการเลี้ยงปลาเป็นหลัก แต่พิจารณาถึงความอยู่รอดของเกษตรกรในสภาพอากาศแล้งเป็นที่ตั้ง ดังนั้นสระที่ขุดจึงใหญ่กว่า เพราะจากเงื่อนไขของการเพาะปลูกในฤดูแล้งต้องการน้ำจากสระมาช่วยในการเพาะปลูก และ เกษตรกรต้องการข้าวและมันรวมแล้วไม่ต่ำกว่า 5000 กิโลกรัม หากปราศจากน้ำจากสระในฤดูแล้งจะไม่สามารถทำผลผลิตได้พอกับการบริโภคภายในครัวเรือน

ส่วนการปลูกข้าว และ มันแบบคู่ขนานในกำหนดการ 3 เป็นผลมาจากเงื่อนไขในการผลิตในฤดูแล้งโดยปริมาณข้าว และ มันขึ้นอยู่กับพื้นที่สระ ดังปรากฏในสมการ (1) และ (2) อย่างไรก็ตาม หากคำนึงถึงเงื่อนไขผลผลิตในฤดูแล้งแต่เพียงอย่างเดียวจะพบว่าการแบ่งพื้นที่ทั้งสามส่วนเท่า ๆ กัน จะให้ผลผลิตที่มากกว่าที่ได้ในคำตอบของกำหนดการ 3 แต่คำตอบที่ดีที่สุดของกำหนดการ 3 แนะนำให้ปลูกข้าวมากกว่ามัน เพราะได้คำนึงถึงสถานการณ์อื่นนอกเหนือจากสถานการณ์ที่จะเกิดสภาพอากาศแล้ง ซึ่งปรากฏว่าในสถานการณ์ปกติซึ่งมีโอกาสเกิดขึ้นสูงกว่า ข้าวจะขายได้กำไรสูงกว่ามัน ดังนั้นคำตอบจึงมีลักษณะที่ประนีประนอมระหว่างผลของทั้งสองสถานการณ์

โดยสรุปข้อแตกต่างระหว่างกำหนดการ 1 และ กำหนดการ 3 เนื่องมาจากกำหนดการ 1 มิได้คำนึงถึงความไม่แน่นอนของสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้น และใช้สถานการณ์ตัวแทนแต่เพียงอย่างเดียว ในขณะที่กำหนดการ 3 คำนึงถึงสถานการณ์ไม่แน่นอนต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น

4. บทสรุป

สถานการณ์ทางการเกษตรได้ถูกสมมติขึ้นเพื่อแสดงสาระของการนำกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ในสามรูปแบบมาแก้ปัญหาการตัดสินใจจัดสรรที่ดินทำกิน สถานการณ์สมมตินี้ตื้นเขินกว่าสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง แต่ความตื้นเขินนี้เองที่ทำให้โครงสร้างของปัญหาชัดเจนขึ้น และยังผลให้เรามองเห็นความแตกต่างระหว่างกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ทั้งสามแบบ

กำหนดการเชิงเส้นเชิงกำหนดดังแสดงในกำหนดการ 1 ไม่นำความไม่แน่นอนมาพิจารณา ยกมาแต่สถานการณ์ตัวแทนซึ่งอาจเป็นสถานการณ์ปกติ หรือ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ย คำตอบของกำหนดการเช่นนี้ในทางทฤษฎีเป็นจุดสุดขีด ซึ่งระบุว่าให้หน่วยเศรษฐกิจที่ได้อรรถประโยชน์ต่อหน่วยสูงสุดรับผิดชอบกิจกรรมเสียทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น การขุดสระได้ประโยชน์จากการเลี้ยงปลามากที่สุด ดังนั้นให้จัดสรรที่ดินเพียงพอเฉพาะเพื่อการเลี้ยงปลา หรือ ข้าวได้กำไรมากกว่ามัน ดังนั้นให้ใช้ที่ดินผลิตข้าวแต่เพียงอย่างเดียว โดยมิได้คำนึงถึงสถานการณ์ที่อาจผิดแผกไปจากภาวะปกติ

กำหนดการมาโควิสดังแสดงในกำหนดการ 2 นำความไม่แน่นอนมาพิจารณาโดยสรุปผลของความไม่แน่นอนให้อยู่ในรูปปริมาณเดียว ได้แก่ความแปรปรวน ความแปรปรวนนี้ใช้วัดความเสี่ยง ซึ่งให้ผลเฉลยที่มีความเสี่ยงในระดับต่ำที่สุด โดยทั่วไปผลเฉลยบอกให้ทราบว่าควรกระจายกิจกรรม เพื่อกระจายความเสี่ยง ในตัวอย่างทางการเกษตรจะเห็นว่า ถึงแม้ว่าการผลิตข้าวจะให้กำไรสูงกว่าการผลิตมัน แต่เพื่อกระจายความเสี่ยง จึงควรผลิตข้าว และมัน คู่ขนานกันไป

กำหนดการสโตคาสติกดังแสดงในกำหนดการ 3 นำความไม่แน่นอนมาร่วมพิจารณาด้วยเช่นเดียวกัน ความแตกต่างหลักของกำหนดการมาโควิส และ กำหนดการสโตคาติส คือ กำหนดการสโตคาติสมีนัยเป็นพลวัตร กล่าวคือ พิจารณาสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้น และ สร้างตัวแปรตัดสินใจที่จะนำมาซึ่งการปรับตัวในสถานะที่แตกต่างกัน ซึ่งกำหนดการมาโควิสปราศจากตัวแปรในลักษณะนี้ ในสถานการณ์ที่เป็นตัวอย่าง พื้นที่สระน้ำเป็นตัวแปรซึ่งสามารถนำมาใช้ปรับตัวของเกษตรกรเมื่อสถานการณ์แตกต่างกันไป อาทิ ในสภาพอากาศปกติสระน้ำจะมีประโยชน์ในการเลี้ยงปลา แต่ในสภาพอากาศแล้งสระน้ำจะมีประโยชน์ในการเก็บกักน้ำสำหรับการเพาะปลูกข้าว และ มัน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่ากำหนดการมาโควิสเป็นการจัดการกับความไม่แน่นอนแบบสถิตย์ ในขณะที่กำหนดการสโตคาติสเป็นการจัดการกับความไม่แน่นอนแบบมีพลวัตร

เกษตรทฤษฎีใหม่แนะนำให้เกษตรกรแบ่งพื้นที่ทำกินเป็นสี่ส่วน ได้แก่ พื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่เพาะปลูกข้าว พื้นที่ไร่สวน และพื้นที่ขุดสระ หากพิจารณาตามหลักของกำหนดการเชิงเส้นเชิงกำหนด พื้นที่ทำกินไม่ควรแบ่งเป็นส่วน ๆ แต่ควรอุทิศให้กับกิจกรรมเพียงกิจกรรมเดียวที่ทำประโยชน์ หรือ ทำกำไรต่อหน่วยให้กับครัวเรือนได้สูงที่สุด อย่างไรก็ตามหากคำนึงถึงสถานการณ์ที่ไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้น การแบ่งพื้นที่ทำกินเป็นส่วน ๆ ตามเกษตรทฤษฎีใหม่จะสมเหตุสมผล

ตามหลักของกำหนดการสโตคาติส โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่าเกษตรทฤษฎีใหม่ได้ดำเนินตามนโยบายที่จะต้องให้มีภูมิคุ้มกันที่ดีพอสมควรของเกษตรกร ดังปรากฏเป็นข้อหนึ่งของเศรษฐกิจพอเพียง

หนังสืออ้างอิง

[1] Birge, J. and F. Louveaux 1997 *Introduction to Stochastic Programming* Springer, New York.

[2] Gale, D. 1989 *The Theory of Linear Economics Models* University Of Chicago Press, Chicago.

[3] Markowith, Harry M. 1952 Portfolio Selection Journal of Finance 7, 77–91.

[4] Murty, K.G. 1983 *Linear Programming* Wiley, New York.

[5] ยอดพฤติการณ์, พิพัฒน์ 2007 *เศรษฐกิจพอเพียงหมายถึงอะไร* สถาบันไทยพัฒน์ กรุงเทพฯ

ATLANTIDA

กินอย่างพอเพียงและเพียงพอ

สุปราณี แจ้งบำรุง[*]

"กินอย่างพอเพียง" ดูจะเหมาะสมกับภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบัน ซึ่งทั้งราคาน้ำมันเชื้อเพลิงและราคาอาหารต่าง ๆ ขยับขึ้นอย่างรวดเร็ว การกินอย่างพอเพียงนั้นต้อง "กินอย่างเพียงพอ" ด้วย โดยหมายถึง ฉลาดที่จะเลือกกินให้ได้สารอาหารที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย สารอาหารต่าง ๆ นั้นให้พลังงานต่อร่างกาย บางชนิดต้องการจำนวนน้อยแต่จำเป็นเพื่อขับเคลื่อนขบวนการเมตาบอลิสมต่าง ๆ ดังนั้นเราจึงควรจะต้องทราบว่าร่างกายต้องการพลังงาน และสารอาหารต่าง ๆ เป็นจำนวนเท่าใด ทั้งนี้ขึ้นกับวัยและเพศ รวมทั้งการเคลื่อนไหวของร่างกาย หรือ การใช้พลังงานของแต่ละคน คนที่ใช้แรงงานหนักย่อมต้องการพลังงานมากกว่าคนที่ทำงานเบา ๆ หรือทำงานนั่งโต๊ะเสียเป็นส่วนใหญ่

ความเกี่ยวเนื่องของอาหารและรูปร่างนั้นตรงกับคำพังเพยที่ว่า "กินอย่างไรก็จะได้อย่างนั้น" หรือ "You are what you eat." การที่มีภาวะโภชนาการดีส่งผลต่อรูปร่างที่พอเหมาะ ไม่อ้วนไปไม่ผอมไป และที่ขาดเสียมิได้ คือ การออกกำลังกายที่เหมาะสมกับวัย การมีภาวะโภชนาการดี ออกกำลังกายพอเหมาะ จะทำให้มีสุขภาพดี ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเรื้อรังและโรคแห่งความเสื่อมต่าง ๆ

เด็กซึ่งกำลังเจริญเติบโตย่อมต้องการอาหารที่มีคุณภาพดีและพอเพียง การเจริญเติบโตดูได้จากส่วนสูงต่ออายุ น้ำหนักต่อส่วนสูง รวมทั้งน้ำหนักต่ออายุ เปรียบเทียบกับมาตรฐานของประเทศไทย ซึ่งกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขได้แสดงไว้ในรูปกราฟแสดงเกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังสามารถเปรียบเทียบกับมาตรฐานนานาชาติ ซึ่งเป็นที่ยอมรับขององค์การอนามัยโลก คือ NCHS Standard (US–National Center for Health Statistics) ปี พ.ศ. 2520 ซึ่งได้รับการปรับปรุงใหม่ในปี พ.ศ. 2543 ในชื่อว่า CDC Growth Charts for the United States สำหรับส่วนสูงต่ออายุจะบอกภาวะโภชนาการที่ผ่านมา ถ้าโภชนาการของเด็กไม่ดีจะทำให้เด็กเตี้ยกว่าที่ควร ทั้งนี้ไม่นับรวมถึงผลทางพันธุกรรม น้ำหนักต่อส่วนสูงจะเป็นผลจากภาวะโภชนาการปัจจุบันบอกความอ้วนผอม

---

[*] รศ., ดร., ที่ปรึกษาคณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล, อดีตนายกสมาคมโภชนาการแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ส่วนผู้ใหญ่และผู้สูงอายุดูได้จากน้ำหนักและส่วนสูง โดยคำนวณเป็นค่าดัชนีมวลกาย {Body Mass Index (BMI)} ซึ่งมีค่าเท่ากับ น้ำหนักเป็นกิโลกรัม หารด้วย ส่วนสูงเป็นเมตรยกกำลังสอง องค์การอนามัยโลก (พ.ศ. 2543) ให้ค่านี้ไว้ที่ 25 ทั้งผู้หญิงและผู้ชาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

	ดัชนีมวลกาย (BMI)
ผอม	< 18.5
ปกติ	18.5 – 24.9
อ้วน	25.0 – 29.9
โรคอ้วน ระดับ 1	30.0 – 34.9
โรคอ้วนระดับ 2	35.0 – 39.9
โรคอ้วนระดับ 3	≥ 40

ถ้าดัชนีมวลกาย (BMI) เท่ากับหรือมากกว่า 25 ก็จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเรื้อรังและโรคที่เกิดจากความเสี่ยงต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด รวมทั้งโรคมะเร็งบางชนิด เช่น มะเร็งเต้านม

ต่อมาในปี พ.ศ. 2545 นักวิจัยชาวญี่ปุ่น (Kanazawa และคณะ) ได้ตั้งข้อสังเกตว่า สำหรับชาวเอเชีย ถ้าดัชนีมวลกายมากกว่า 23 ก็จะมีความเสี่ยงต่อโรคเรื้อรัง และโรคที่เกิดจากความเสื่อมต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งข้อมูลนี้ได้รับการสนับสนุนจากนักวิจัยไทยด้วย ดังนั้นในประเทศไทยจึงมีหลายกลุ่มที่ใช้ค่าดัชนีมวลกาย 23 เป็นตัวเลขแบ่งระดับสำหรับคนปกติและคนอ้วน โดยมีรายละเอียดดังนี้

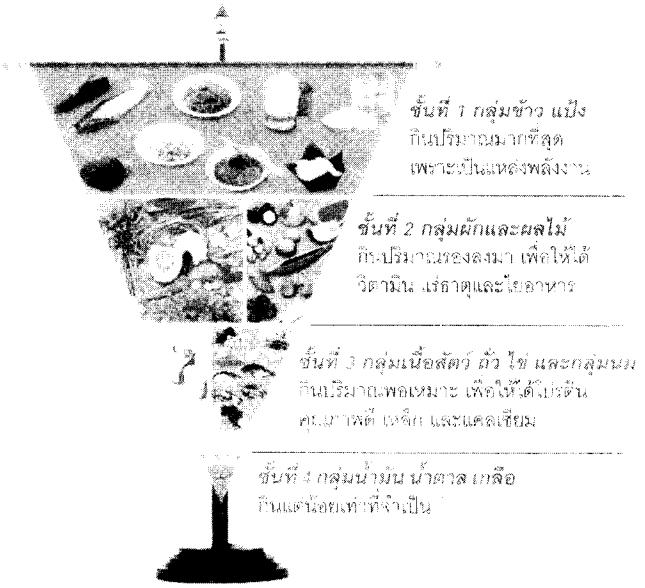
	ดัชนีมวลกาย (BMI)
น้ำหนักน้อย	< 18.5
เหมาะสม	18.5 – 22.9
น้ำหนักเกิน	≥ 23.0
ภาวะเสี่ยงต่อโรคอ้วน	23.0 – 24.9
โรคอ้วนระดับ 1	25.0 – 29.9
โรคอ้วนระดับ 2	≥ 30.0

สำหรับผู้ใหญ่ที่ความสูงไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงแล้ว ก็สามารถจะคำนวณได้ว่าควรจะมีน้ำหนักตัวเท่าใด จึงจะมีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เท่ากับ 23 ถ้าท่านอ้วนกว่านี้ ท่านก็ต้องวางแผนแล้วว่าจะต้องกินอาหารอย่างไร และออกกำลังกายอย่างไร เพื่อลดน้ำหนักลงมาให้ได้ค่า BMI เท่ากับ 23 เช่น สมมุติว่าท่านสูง 1.58 เมตร ท่านก็ควรมีน้ำหนักไม่เกิน 57.4 กิโลกรัม เป็นต้น

นอกจากน้ำหนักตัวแล้ว ยังสามารถดูได้จากเส้นรอบเอว โดยผู้หญิงไม่ควรเกิน 80 เซนติเมตร และผู้ชายไม่ควรเกิน 90 เซนติเมตร ถ้ามากกว่านี้ถือว่าอ้วนลงพุงแล้ว

เมื่อทราบน้ำหนักตัวสามารถนำมาคำนวณหาจำนวนพลังงานที่ต้องการในแต่ละวันได้ ความต้องการพลังงานแสดงถึงความเพียงพอของพลังงานที่ได้รับกับพลังงานที่ใช้ไป ทั้งนี้ขึ้นกับกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวร่างกาย และระยะเวลาเคลื่อนไหวร่างกายด้วย ตัวอย่างเช่น ผู้หญิงซึ่งมีน้ำหนักตัว 52 กิโลกรัม ทำงานเบาที่มีการออกกำลังกายพอสมควร ต้องการพลังงานวันละประมาณ 1,750 กิโลแคลอรี สำหรับผู้ชายน้ำหนักตัว 57 กิโลกรัม ต้องการพลังงานประมาณ 2,100 กิโลแคลอรี ถ้าเป็นผู้สูงอายุความต้องการพลังงานลดลงเล็กน้อย ส่วนหญิงตั้งครรภ์มีความต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นวันละ 300 กิโลแคลอรี และหญิงให้นมบุตรมีความต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นวันละ 500 กิโลแคลอรี (รายละเอียดของการคิดความต้องการของพลังงานตามอายุและเพศ ดูได้จากหนังสือ "ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546" จัดทำโดยคณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข) พลังงานที่ร่างกายได้รับมาจากการคำนวณตามปริมาณและชนิดของอาหารซึ่งเรากินเข้าไป ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป

อาหารที่กินมีหลากหลาย มีราคาต่าง ๆ กัน ในแง่โภชนาการต้องคำนึงถึงคุณค่าของอาหารนั้น ๆ ว่ามีสารอาหารอะไรบ้าง อาหารราคาแพงไม่จำเป็นว่าจะมีสารอาหารครบ ทำนองเดียวกันอาหารราคาถูกมีสารอาหารครบก็มีมาก ดังนั้นในแง่กินอย่างพอเพียงและเพียงพอ เราต้องรู้จักเลือกชนิดของอาหาร และกินให้ครบ 5 หมู่ มีสัดส่วนที่ดูได้ง่าย ๆ ตามธงโภชนาการ ซึ่งกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้จัดเตรียมขึ้น ดังนี้



ธงโภชนาการ

สัดส่วนของอาหารแต่ละกลุ่ม แสดงโดยใช้ขนาดของพื้นที่ พื้นที่มากกินมาก พื้นที่น้อยกินน้อย นอกจากนี้ในแต่ละกลุ่มยังมีความหลากหลายของชนิดอาหาร เพื่อให้กินอาหารหลากหลายชนิด การจัดกลุ่มอาหารในธงโภชนาการมีข้อแตกต่างจากอาหารหลัก 5 หมู่ คือ แยกกลุ่มนมออกจากกลุ่มเนื้อสัตว์ ทั้งนี้เพื่อให้เห็นความสำคัญของอาหารที่เป็นแหล่งของแคลเซียม และจัดรวมกลุ่มไขมันรวมไว้กับน้ำตาลและเกลือ ซึ่งเป็นกลุ่มที่แนะนำให้กินน้อย

ทั้งนี้เพื่อให้ได้สารอาหารคาร์โบไฮเดรทร้อยละ 45–65 ของพลังงานที่ได้รับต่อวัน โปรตีนร้อยละ 10–15 และไขมันร้อยละ 20–35 ของพลังงานที่ได้รับต่อวัน สารอาหารเหล่านี้เป็นสารอาหารที่เราได้รับเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน หรืออาจจะเรียกได้ว่าสารอาหารมหภาค (macronutrients) และเป็นส่วนใหญ่ของพลังงานที่ร่างกายเราได้รับ สารอาหารคาร์โบไฮเดรท 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี สารอาหารโปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี สารอาหารไขมัน 1 กรัมให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี

ส่วนสารอาหารที่ร่างกายต้องการจำนวนน้อยแต่จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร คือ วิตามินต่าง ๆ และ แร่ธาตุต่าง ๆ เราจึงเรียกว่า สารอาหารจุลภาค (micronutrients) เนื่องจากเป็นสารอาหารที่มีปริมาณน้อย จึงมิได้นำไปคำนวณรวมเป็นพลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวันด้วย

เพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติ ได้มีการใช้หน่วยตวงวัดเป็นภาชนะที่ใช้ในครัวเรือน เช่น ทัพพี ช้อนกินข้าว ช้อนชา และแก้ว ส่วนผลไม้ใช้หน่วยเป็นส่วน เช่น 1 ส่วน = เงาะ 4 ผล = ฝรั่ง ½ ผล กลาง = มะม่วงดิบ ½ ผล = กล้วยน้ำว้า 1 ผล = ส้มเขียวหวาน 1 ผลใหญ่ = มะละกอ หรือ สับปะรด หรือ แตงโม 6–8 ชิ้นพอคำ = ลองกอง หรือ ลำไย หรือ องุ่น 6–8 ผล ตัวอย่างที่ธงโภชนาการบอกชนิดของอาหารที่คนไทยควรกินในหนึ่งวัน สำหรับพลังงาน 3 ระดับ คือ 1,600 2,000 และ 2,400 กิโลแคลอรี ดังนี้

กลุ่มอาหาร	หน่วย	พลังงาน (กิโลแคลอรี)		
		1,600	2,000	2,400
กลุ่มข้าวแป้ง	ทัพพี	8	10	12
ผัก	ทัพพี	4 (6)	5	6
ผลไม้	ส่วน	3 (4)	4	5
เนื้อสัตว์	ช้อนกินข้าว	6	9	12
นม	แก้ว	2 (1)	1	1
น้ำมัน น้ำตาล และเกลือ		กินแต่น้อยเท่าที่จำเป็น		

หมายเหตุ เลขใน ( ) คือ ปริมาณที่แนะนำสำหรับผู้ใหญ่

พลังงาน 1,600 กิโลแคลอรี สำหรับเด็กอายุ 6–13 ปี
ผู้หญิงวัยทำงานอายุ 25–60 ปี
ผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป
2,000 กิโลแคลอรี สำหรับวัยรุ่นหญิง ชาย อายุ 14–25 ปี
ชายวัยทำงานอายุ 25–60 ปี
2,400 กิโลแคลอรี สำหรับหญิง ชายที่ใช้พลังงานมากๆ เช่น
เกษตรกร ผู้ใช้แรงงาน นักกีฬา

ตารางต่อไปนี้ (ตารางที่ 1) แสดงจำนวนพลังงานและตัวอย่างอาหารในกลุ่มต่าง ๆ ต่อหนึ่งหน่วยบริโภคตามธงโภชนาการ

ตารางที่ 1 พลังงานและตัวอย่างอาหารในกลุ่มต่าง ๆ ต่อหนึ่งหน่วยบริโภคตามธงโภชนาการ

กลุ่มอาหาร	หน่วยบริโภค	พลังงานต่อหน่วยบริโภค	ตัวอย่างอาหาร
ข้าว – แป้ง	1 ทัพพี	80	ข้าวกล้อง 1 ทัพพี ขนมปังโฮลวีท 1 แผ่น ก๋วยเตี๋ยว หรือ บะหมี่ ½ ถ้วย
ผัก	1 ทัพพี	12	ผักบุ้ง ผักตำลึง ผักกาดขาว แครอท
ผลไม้	1 ส่วน	60	ส้ม 1 ผล กล้วยน้ำว้า 1 ผล เงาะ 4 ผล มะละกอหรือสับปะรด หรือแตงโม 6 -8 คำ
เนื้อสัตว์ไข่และถั่ว			
เนื้อสัตว์ไขมันมาก	1 ช้อนกินข้าว	50	เนื้อหมู หรือ เนื้อวัวติดมัน หมูสามชั้น ไส้กรอก หมูยอ สัตว์ปีกติดหนัง
เนื้อสัตว์ไขมันปานกลาง	1 ช้อนกินข้าว	37	เนื้อหมู เนื้อวัว (ซี่โครง และเนื้อไม่มีมัน)
เนื้อสัตว์ไขมันต่ำ	1 ช้อนกินข้าว	27	เนื้อไก่ (น่อง) ไม่ติดหนัง เนื้อหมู หรือ เนื้อวัว (สัน ไม่มีมัน) และถั่วเหลือง
เนื้อสัตว์ไขมันต่ำมาก	1 ช้อนกินข้าว	17	ปลา กุ้ง ปู ไก่ (อก) ไม่ติดหนัง
ไข่	½ ฟอง	37	ไข่ไก่ ไข่เป็ด
นม			
นมจืด (นมสด)	1 แก้ว (200 มิลลิลิตร)	130	
นมพร่องไขมัน	1 แก้ว (200 มิลลิลิตร)	100	
นมปราศจากไขมัน	1 แก้ว (200 มิลลิลิตร)	75	
น้ำมัน	1 ช้อนชา	45	น้ำมันรำข้าว น้ำมันถั่วเหลือง
น้ำตาล	1 ช้อนชา	20	

นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์อาหารจานเดียวและอาหารอื่น ๆ รวมทั้งเครื่องดื่มไว้ด้วย แต่เนื่องจากว่าอาหารไทยมีความหลากหลายของเครื่องปรุงแต่ละชนิด ค่าที่แสดงในตารางที่ 2 ต่อไปนี้จึงเป็นค่ากลางๆ ของปริมาณของอาหารแต่ละชนิด

ตารางที่ 2 ปริมาณพลังงานที่ได้รับจากอาหารแต่ละชนิด

อาหาร	ปริมาณ	พลังงาน(กิโลแคลอรี)
ข้าวผัดหมูใส่ไข่	1 จาน	550
ข้าวราดแกงเขียวหวานไก่	1 จาน	480
ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่น้ำ	1 ชาม	350
ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่แห้ง	1 ชาม	530
ก๋วยเตี๋ยวผัดไทยใส่ไข่	1 จาน	570
ก๋วยเตี๋ยวผัดซีอิ้วใส่ไข่	1 จาน	680
พิซซ่า	1 ชิ้น	280
แฮมเบอร์เกอร์ (McDonald)	1 ชิ้น	280
ชีสเบอร์เกอร์ McDonald)	1 ชิ้น	330
French fried, ใหญ่	ขนาดใหญ่	520
French fried, กลาง	ขนาดกลาง	350
ไก่ทอด (KFC) อก	1 ชิ้น (180 กรัม)	460
โดนัท	1 ชิ้น	280
เค้ก	1 ชิ้น	320
คุ้กกี้	4 ชิ้น	180
ไอศกรีม	1 ลูก	270
ของหวานที่ใส่กะทิ	1 ถ้วย	200
นมสด (นมจืด)	1 แก้ว	150
นมช็อคโกแล็ต	1 แก้ว	210
โค้ก	1 กระป๋อง (360มิลลิลิตร)	160
น้ำส้มคั้น (สด)	1 แก้ว	120

เมื่อปฏิบัติตามธงโภชนาการ นอกจากจะได้รับพลังงานจากอาหารในจำนวนที่พอเหมาะแล้ว ยังมีความคาดหวังว่าจะได้สารอาหารต่าง ๆ พอเหมาะด้วย เราจะทราบปริมาณสารอาหารต่าง ๆ ได้อย่างไร เราก็ต้องแปลงปริมาณที่เป็นหน่วยบริโภคในครัวเรือนให้เป็นกรัมก่อน แล้วรวมปริมาณแต่ละมื้ออาหาร รวมทั้งอาหารระหว่างมื้อ หรือ อาหารว่างตลอดทั้งวัน เช่น กินข้าววันละ 200 กรัม นำค่านี้ไปเปิดดูปริมาณสารอาหารต่าง ๆ ในข้าวจำนวนนี้ในหนังสือ "ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย" มีหลายเล่ม สำหรับเล่มล่าสุดตีพิมพ์ พ.ศ. 2548 และ 2544 ซึ่งมีรายละเอียดของสารอาหารต่าง ๆ ต่อชนิดอาหาร 100 กรัม ได้แก่ สารอาหารโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรท ใยอาหาร น้ำ รวมทั้งพลังงาน สำหรับแร่ธาตุ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก ไอโอดีน วิตามิน เช่น เรตินอล (วิตามินเอ) เบต้าแคโรทีน วิตามินอี ไธอะมีน (วิตามินบี 1) ไรโบฟลาวิน (วิตามินบี 2) ไนอะซิน วิตามินซี ก็จะได้ปริมาณสารอาหารแต่ละชนิดในข้าว 200 กรัม สำหรับอาหารชนิดอื่น ๆ ก็ปฏิบัติเช่นเดียวกัน แล้วรวมสารอาหารแต่ละอย่างในอาหารทุกชนิดที่กินใน 1 วัน ก็จะได้ปริมาณสารอาหารดังกล่าวข้างต้นที่เราบริโภคใน 1 วัน หรือ จะคิดแต่ละมื้ออาหารก็ได้ จะเห็นว่าเป็นงานที่ต้องใช้เวลาและความพยายามมาก ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเจริญก้าวหน้ามาก ท่านสามารถดาว์นโหลดโปรแกรม http://www.nutrisurvey.de มาใช้คำนวณ โดยท่านจะต้องมี database ของปริมาณสารอาหารไทยในแต่ละชนิดจากหนังสือตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทยดังกล่าวข้างต้น หรือ จากแหล่งข้อมูลอื่น ท่านจะสามารถคำนวณปริมาณสารอาหารต่าง ๆ ที่ท่านบริโภคในหนึ่งวันได้ในเวลาไม่ถึงหนึ่งนาที อนึ่งสำหรับผู้ที่สนใจจริง ๆ ในเรื่องการประเมินภาวะโภชนาการทั้งหมดสามารถเข้ารับการอบรมระยะสั้นได้ที่ ภาควิชาโภชนศาสตร์เขตร้อนและวิทยาศาสตร์อาหาร คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล (โทร. 0 2354 9101–19 ต่อ 1582–1584)

หลังจากท่านทราบข้อมูลสารอาหารต่าง ๆ รวมทั้งพลังงานที่ท่านได้รับเข้าไปในหนึ่งวันแล้ว ท่านควรจะมีข้อมูลหลาย ๆ วัน รวมทั้งวันทำงานและวันหยุด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ต่อไปท่านจะทราบได้อย่างไรว่าสารอาหารที่ท่านได้รับพอเหมาะหรือไม่ ทั้งนี้ก็ต้องเปรียบเทียบข้อมูลของท่านกับมาตรฐานที่มีอยู่ โดยแต่ละประเทศจะมีข้อมูลนี้ สำหรับประเทศไทยได้มีการปรับปรุงเป็นระยะ ๆ ล่าสุดได้มีการรวบรวมผู้ทรงคุณวุฒิด้านอาหารและโภชนาการ ในรูปแบบคณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย และมีคณะทำงานอีก 10 ชุด โดยมีกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข เป็นเจ้าของโครงการ การดำเนินงานแล้ว

เสร็จและพิมพ์เผยแพร่เป็นหนังสือเรื่อง "ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ.2546" และพิมพ์เฉพาะตารางอีกหนึ่งเล่มชื่อ "ตารางปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546" ในหนังสือดังกล่าวท่านจะได้ทราบถึงเหตุผลว่าทำไมจึงต้องมีการกำหนดปริมาณสารอาหารที่ร่างกายควรได้รับในแต่ละวัน และในแต่ละสารอาหารจะประกอบด้วยสาระสำคัญ ข้อมูลทั่วไป บทบาทหน้าที่ ภาวะผิดปกติ/ภาวะเป็นโรค ปริมาณที่แนะนำให้บริโภค แหล่งอาหารของสารอาหารนั้น ๆ รวมทั้งบางสารอาหารมีข้อมูลปริมาณสูงสุดที่รับได้ในแต่ละวันด้วย นอกจากนี้ยังมีเรื่องเกี่ยวกับ น้ำหนักส่วนสูง น้ำนมแม่ และพลังงานที่ร่างกายได้รับจากอาหาร ฯลฯ

ในที่นี้ขอยกตัวอย่างข้อมูลโดยสังเขปเกี่ยวกับ สารอาหารหลัก ได้แก่ สารอาหารโปรตีน คาร์โบไฮเดรท ไขมัน ใยอาหาร และวิตามินบางชนิด เช่น วิตามินบี โฟเลท วิตามินซี วิตามินอี แคโรทีนอยด์ วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินเค เป็นต้นรวมทั้งแร่ธาตุ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส ฟลูออไรด์ ธาตุเหล็ก เซเลเนียม สังกะสี ทองแดง ไอโอดีน ฯลฯ

โปรตีน

โปรตีนเป็นสารอาหารที่เป็นองค์ประกอบหลักของเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกาย มีความสำคัญต่อร่างกายโดยอยู่ในรูปของเอนไซม์ ฮอร์โมน ฯลฯ และเป็นส่วนประกอบของโครงสร้าง เช่น ผนังเซลล์ กล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ผิวหนังและกระดูก โปรตีนในอาหารและในร่างกายมีความซับซ้อนและมีความแปรเปลี่ยนมากกว่าแหล่งพลังงานจากไขมันและคาร์โบไฮเดรท นอกจากนี้ยังมีความเกี่ยวข้องกับวิตามินและแร่ธาตุที่ร่างกายต้องการปริมาณน้อย โปรตีนมีกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบเชื่อมต่อกันด้วยแขนเปบไทด์ ร่างกายมีความต้องการสารอาหารโปรตีนวันละ 1 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม หรือประมาณร้อยละ 10–15 ของพลังงานที่ได้รับจากสารอาหารในแต่ละวัน สารอาหารโปรตีนมีมากในเนื้อสัตว์ต่าง ๆ เนื้อหมู เนื้อวัว ไก่ ปลา กุ้ง ปู หอย ปลาหมึก ไข่ น้ำนม และถั่วเมล็ดแห้ง เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วเขียว ถั่วแดง เนื้อปลาเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพดี ย่อยง่าย สำหรับปลาทะเลยังมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง เช่น EPA (eicosapentaenoic acid) ช่วยลดระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์ในเลือด ลดการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด ป้องกันการตีบของเส้นเลือด โดยเฉพาะที่สมองและหัวใจ และกรดไขมัน DHA (docosahexaenoic acid) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของจอตา และช่วยพัฒนาการทางสมอง ไข่เป็นโปรตีนที่ดีอีกชนิดหนึ่ง และราคาไม่

แพง ในไข่แดงมีวิตามินสูง และมีฟอสโฟไลพิดชนิด เลซิทิน ซึ่งมี โคลีน เป็นส่วนประกอบ โคลีนนี้จะเปลี่ยนเป็น อะเซทีลโคลีน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น neurotransmitter ช่วยบำรุงสมอง สำหรับคนที่มีระดับไขมัน คอเลสเตอรอล ในเลือดปกติ รับประทานไข่วันละ 1 ฟองได้ แต่สำหรับคนที่ไขมันในเลือดสูง ควรลดลงอาจจะเป็นสัปดาห์ละ 3-4 ฟอง ในร่างกายสามารถสังเคราะห์คอเลสเตอรอลได้เองและได้รับจากสารอาหาร วันหนึ่งให้กินได้เพียง 300 มิลลิกรัม ในไข่แดง 1 ฟองมีคอเลสเตอรอลไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ถ้าเราหลีกเลี่ยงไขมันสัตว์อื่นๆ และอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง เช่น กุ้ง ปลาหมึก ในวันหนึ่ง ๆ เราก็จะได้รับคอเลสเตอรอลไม่เกิน 300 มิลลิกรัม

คาร์โบไฮเดรท

ข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักของคนไทย อยู่ในสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรท รวมทั้งแป้ง เส้นก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน ขนมปัง มัน เผือก ความต้องการคาร์โบไฮเดรทต่อวัน คือ ร้อยละ 45 – 65 ของพลังงานที่ได้รับทั้งหมด อาหารดังกล่าวข้างต้นเป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดเชิงซ้อน คือ เป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลเชิงเดี่ยวต่อเชื่อมสายกันเป็นสายยาวและเป็นกิ่ง ใยอาหารส่วนใหญ่ก็เป็นคาร์โบไฮเดรท น้ำตาลเชิงเดี่ยวที่พบมากในธรรมชาติ เช่น ผลไม้ คือ ฟรุคโตส ส่วนกลูโคสที่รู้จักกันทั่วไปเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวที่พบได้น้อยในธรรมชาติแต่มีการผลิตทางอุตสาหกรรม น้ำตาลเชิงเดี่ยวสองตัวจับกัน หรือ ไดแซคคาไรด์ ที่พบมาก คือ ซูโคส หรือน้ำตาลทราย ซึ่งเป็นกลูโคสจับกับฟรุคโตส อีกชนิดหนึ่ง คือ แลคโตส ซึ่งพบในนมและผลิตภัณฑ์นม

คาร์โบไฮเดรทเป็นแหล่งของพลังงานหลัก (1 กรัมของคาร์โบไฮเดรทให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี) ช่วยสร้างไกลโคเจนเพื่อเป็นแหล่งพลังงานสำรองของตับและกล้ามเนื้อ ช่วยสงวนโปรตีน เพื่อให้โปรตีนได้ทำหน้าที่สำคัญต่าง ๆ ของร่างกาย เพราะถ้าร่างกายขาดคาร์โบไฮเดรท ร่างกายจะย่อยสลายโปรตีนเพื่อสร้างเป็นพลังงานทดแทน ดังนั้นผู้ที่ลดความอ้วนจึงต้องระวังในข้อนี้ด้วย ช่วยลดการสร้างสารคีโตนซึ่งเป็นกระบวนการย่อยสลายไขมันไม่สมบูรณ์ มีการคั่งของสารคีโตนซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกายได้ ที่สำคัญ คือ กลูโคส ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรทที่ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นและเป็นอาหารหลักชนิดเดียวของสมอง ถ้าสมองขาดน้ำตาลชนิดนี้จะทำให้เนื้อสมองตาย และไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้

นอกจากธัญพืช โดยเฉพาะ ข้าวเจ้าและข้าวเหนียว เป็นอาหารหลักของประชากรไทยแล้ว เป้ง ผัก ผลไม้ ถั่วเมล็ดแห้ง ฯลฯ มีปริมาณและชนิดของคาร์โบไฮเดรทต่างกันไป แล้วแต่พืชชนิดนั้น ๆ ผลไม้ที่มีรสหวานจัดมากมีปริมาณน้ำตาลตามธรรมชาติอยู่สูง ผู้ที่มีความเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน โรคอ้วน ต้องระมัดระวังเรื่องปริมาณการบริโภคผลไม้ที่มีรสหวาน และควรบริโภคน้ำตาลที่เติมลงในอาหารแต่น้อยในแต่ละวัน เช่น ขนมหวานต่าง ๆ ปัจจุบันแนวโน้มของการมีน้ำหนักเกินและโรคอ้วนสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในเด็กวัยรุ่นและผู้ใหญ่ รวมทั้งพฤติกรรมที่เอื้อต่อการอ้วน เช่น การเคลื่อนไหวร่างกายน้อย การดูโทรทัศน์มากกว่า 3 ชั่วโมงต่อวัน การทานขนมขบเคี้ยวระหว่างดูโทรทัศน์ เหล่านี้เป็นพฤติกรรมร่วมในการมีน้ำหนักเกิน นอกเหนือจากการบริโภคอาหารมากเกินไป โดยเฉพาะอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรท ขนมหวาน รวมทั้งไขมัน เพราะโภชนาการเกินเป็นบ่อเกิดของโรค ที่สำคัญคือ โรคอ้วน ภาวะไขมันในเลือดสูง โรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด และมะเร็งบางชนิด

ไขมัน

ไขมันในอาหารและในร่างกายมีมากมายหลายชนิด ได้แก่ ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟไลพิด คอเลสเตอรอล ไลโปโปรตีน กรดไขมัน วิตามินชนิดที่ละลายในไขมัน ไอโคสะนอยด์ และแต่ละชนิดยังแยกได้อีกมากมาย ไขมันมีความสำคัญ ทำหน้าที่หลายอย่างในร่างกายแล้วแต่ชนิดของไขมัน ไขมันกลุ่มใหญ่ที่สุดที่พบในอาหาร คือ ไตรกลีเซอไรด์ องค์ประกอบหลักของไตรกลีเซอไรด์ คือ กรดไขมัน ซึ่งแบ่งออกได้เป็นสองชนิด ได้แก่ กรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวยังแบ่งออกเป็น กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง และกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง

กรดไขมันจำเป็นซึ่งร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้ต้องได้รับจากอาหาร ได้แก่ กรดไลโนเลอิก(กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งกลุ่มโอเมก้า 6) และกรดอัลฟาไลโนเลนิก (กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง กลุ่มโอเมก้า 3) รวมทั้งกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งกลุ่มโอเมก้า 6 และโอเมก้า 3 อีกหลายตัว ทำหน้าที่สำคัญในการเป็นโครงสร้างของผนังเซลล์ และเป็นโมเลกุลทำงาน

กรดไขมันบางชนิดจากอาหารเมื่อผ่านเข้าสู่ร่างกาย จะเป็นสารตั้งต้นสร้างสารสำคัญหลายชนิดในร่างกาย เช่น โพรสตาแกลนดิน คอเลสเตอรอล สเตอรอยด์ฮอร์โมน เป็นต้น ไขมันเป็น

สารอาหารที่ให้พลังงานสูง ดังนั้นจึงเป็นแหล่งสะสมพลังงานของร่างกายซึ่งอยู่ในรูปไตรกลีเซอไรด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อเยื่อไขมันบริเวณหน้าท้อง ไขมันมีความจุพลังงานสูงกว่าคาร์โบไฮเดรท และโปรตีนถึง 2 เท่า ไขมัน 1 กรัมให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี เมื่อร่างกายต้องการพลังงาน ไขมันส่วนหนึ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งไขมันกลุ่มไตรกลีเซอไรด์จะถูกไฮโดรไลส์ให้กรดไขมันอิสระ กรดไขมันอิสระนี้จะเข้าสู่ขบวนการเบต้าออกซิเดชันเพื่อเข้าสู่ขบวนการสร้างพลังงานให้แก่ร่างกายต่อไป

ไขมันกลุ่มฟอสโฟไลพิดเป็นส่วนประกอบหลักของผนังเซลล์ นอกจากนี้ยังมีคอเลสเตอรอล ไกลโคโปรตีนและโปรตีนอื่น ๆ ไขมันบางชนิดทำหน้าที่ช่วยส่งผ่านกระแสประสาท เช่น สฟิงโกซีน เซอราไมด์ ฯลฯ

ไขมันที่สะสมอยู่รอบอวัยวะทำหน้าที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ เป็นฉนวนป้องกันอวัยวะนั้น ๆ ไขมันช่วยเก็บรักษาความร้อน และสร้างความอบอุ่นให้แก่ร่างกายจึงทำหน้าที่เหมือนเป็นฉนวนห่อหุ้มร่างกาย เชื่อกันว่าคนอ้วนมีไขมันมากจะทนความหนาวได้ดีกว่าคนผอมซึ่งมีไขมันน้อย นอกจากนี้ไขมันบริเวณข้อต่อต่าง ๆ ทำหน้าที่คล้ายสารหล่อลื่นช่วยป้องกันการเสียดสี ตลอดจนลดแรงกระแทกที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างข้อต่อ การบริโภคไขมันทำให้อิ่มนาน เนื่องจากไขมันใช้เวลาในการย่อยและดูดซึมมากกว่าอาหารกลุ่มอื่นจึงทำให้รู้สึกอิ่มนาน

บทบาทพิเศษของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง

กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งทั้งกลุ่มโอเมก้า 6 ได้แก่ arachidonic acid และกลุ่มโอเมก้า 3 ได้แก่ docosahexaenoic acid (DHA) ช่วยในการพัฒนาทารกในครรภ์ โดยเป็นองค์ประกอบสำคัญของฟอสโฟไลพิดในสมอง และเป็นองค์ประกอบสำคัญของฟอสโฟไลพิดของเซลล์รับแสงในเรตินาของดวงตา

การบริโภคกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งกลุ่มโอเมก้า 6 เช่น กรดไลโนเลอิก ในปริมาณที่พอเหมาะจะช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด การศึกษาการบริโภคกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งกลุ่มโอเมก้า 3 เช่น eicosapentaenoic acid (EPA) และดีเอชเอ ซึ่งมีมากในปลาทะเล พบว่าจะลดอัตราการตายจากโรคหัวใจและหลอดเลือด เนื่องจากอีพีเอ มีผลในการลดการจับตัวของเกร็ดเลือด นอกจากนี้กรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่มโอเมก้า 3 ยังลดการสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ และอะโปโปรตีนบี (apoprotein B) ในตับ การบริโภคกรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่มโอเมก้า 6 และกลุ่มโอเมก้า 3 ควรมีอัตราส่วนที่เหมาะสม ปัจจุบันมีงานวิจัยที่ให้ข้อแนะนำว่าควรมีอัตราส่วน 4 : 1 และถ้ามีอัตราส่วนใกล้ 1 : 1 ได้ยิ่งดี นอกจากนี้มีรายงานว่า การบริโภคกรดไขมัน

ไม่อิ่มตัว กลุ่มโอเมก้า 3 เช่น อีพีเอและดีเอชเอ ในปริมาณสูงเป็นเวลานานอาจเป็นผลเสียต่อภาวะภูมิต้านทาน และอาจทำให้เลือดหยุดยากเมื่อมีบาดแผลรวมทั้งทำให้หลอดเลือดในสมองแตกง่าย

มีรายงานการวิจัยหลายเรื่องพบว่าการบริโภคปลาทะเลเป็นประจำช่วยลดความดันโลหิตสูง แต่ไม่มีผลต่อผู้ที่มีความดันโลหิตปกติ

ในอาหารที่มีพลังงานตามกำหนดควรมีการกระจายตัวของคาร์โบไฮเดรท และไขมันตามสัดส่วนข้อกำหนดสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทยโดยมีสัดส่วนร้อยละ 45–65 และ 20–35 ตามลำดับ ถ้าร่างกายได้รับคาร์โบไฮเดรทและไขมันในสัดส่วนที่ไม่สมดุล จะเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด การศึกษาทางระบาดวิทยาพบว่า การบริโภคคาร์โบไฮเดรทในปริมาณสูงและไขมันในปริมาณต่ำกว่าปริมาณที่แนะนำส่งผลให้ระดับคอเลสเตอรอลของไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (high density lipoprotein หรือ HDL) ในพลาสมาลดต่ำลง ระดับไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมาเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงนี้มีผลในการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด ในทางตรงกันข้ามการบริโภคไขมันในปริมาณสูงและคาร์โบไฮเดรทในปริมาณต่ำกว่าปริมาณที่แนะนำ ก่อให้เกิดปัญหาน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น ซึ่งนำไปสู่การเกิดโรคอ้วน และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดต่อไปได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้การเพิ่มการบริโภคไขมันมักทำให้ได้รับกรดไขมันอิ่มตัวเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้ระดับคอเลสเตอรอลของไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (low density lipoprotein หรือ LDL) สูงขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือดอีกปัจจัยหนึ่ง

กรดไลโนเลอิกเป็นกรดไขมันจำเป็นกลุ่มโอเมก้า 6 และเป็นสารตั้งต้นสำหรับการสร้างไอโคสะนอยด์บางกลุ่ม ปริมาณที่แนะนำให้บริโภค คือ ร้อยละ 5 ของพลังงานที่ได้รับต่อวัน แต่ไม่ควรเกินร้อยละ 10 ทั้งนี้เนื่องจากมีรายงานว่า กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงชนิดนี้ถูกออกซิไดซ์ได้ง่าย การได้รับกรดไลโนเลอิกในปริมาณและในสัดส่วนที่สูงเกินไป อาจเหนี่ยวนำให้เกิดโรคบางชนิด เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด รวมทั้งโรคมะเร็งบางชนิด

กรดอัลฟาไลโนเลนิก เป็นกรดไขมันจำเป็นกลุ่มโอเมก้า 3 ปริมาณที่แนะนำให้บริโภค คือ ร้อยละ 0.6 – 1.2 ของพลังงานที่ร่างกายได้รับต่อวัน

แหล่งอาหารที่สำคัญของไขมัน ได้แก่ ไขมันซึ่งอาจอยู่ในรูปไขมันสัตว์และไขมันที่แทรกอยู่ในเนื้อสัตว์ และไขมันจากพืชรวมทั้งน้ำมันพืช นอกจากนี้ยังพบไขมันได้ในน้ำนม ผลิตภัณฑ์น้ำนม ไข่

ไขมันจากอาหารชนิดหนึ่งจะประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัว แล้วแต่ว่าจะมีกรดไขมันชนิดใดมากน้อยกว่ากัน กรดไขมันในอาหารแบ่งได้เป็น 3 ชนิด

1. กรดไขมันอิ่มตัว พบมากในไขมันสัตว์ หรือผลิตภัณฑ์สัตว์ น้ำมันมะพร้าว กะทิ น้ำมันปาล์มเคอเนล ถ้าร่างกาย ได้รับกรดไขมันชนิดนี้มากเกินไป มีผลในการเพิ่มคอเลสเตอรอล และแอลดีแอล ซึ่งเร่งการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

2. กรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียว ถือเป็นไขมันดี มีมากในถั่วเมล็ดแห้ง น้ำมันมะกอก น้ำมันรำข้าว น้ำมันปาล์มโอเลอิน ถั่วลิสง กรดไขมันชนิดนี้มีผลในการลดระดับคอเลสเตอรอล โดยไม่ลดระดับเอชดีแอล ซึ่งป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

3. กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง พบในน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันจากเมล็ดฝ้าย เป็นต้น มีผลในการลดระดับคอเลสเตอรอล ในขณะเดียวกันก็ลดระดับเอชดีแอลด้วย (เอชดีแอล มีหน้าที่นำคอเลสเตอรอลในหลอดเลือดไปทำลายที่ตับ) นอกจากนี้ยังพบมากในปลาทะเล ประโยชน์ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งได้กล่าวแล้วในตอนต้น

นอกจากนี้ยังมีกรดไขมันทรานซ์ ซึ่งเป็นกรดไขมันที่ผ่านกระบวนการไฮโดรจิเนชันในกระบวนการผลิตอาหาร

ไขมันทรานซ์พบมากในเนยเทียม เนยขาว มาร์เจอรีน น้ำมันที่ใช้ทอดมันฝรั่ง และขนมอบที่ทำมาจากมาร์เจอรีน ไขมันชนิดนี้ในธรรมชาติพบในผลิตภัณฑ์นม ข้อมูลจากการวิจัยพบว่าไขมันชนิดนี้ทำให้เพิ่มคอเลสเตอรอล และลดเอชดีแอล การบริโภคกรดไขมันทรานซ์มาก จึงเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด

ใยอาหาร

ใยอาหาร พบได้ใน ผัก ผลไม้ ธัญพืช ถั่วเมล็ดแห้ง เมล็ดพืช ฯลฯ ใยอาหารมีทั้งชนิดไม่ละลายน้ำและละลายน้ำ ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน ไคติน และไคโตแซน ใยอาหารที่ละลายน้ำ เช่น เบต้ากลูแคน เพคติน มิวซิเลจ อิมูลิน แป้งที่ทนต่อการย่อย แม้ว่าใยอาหารจะไม่ถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหาร แต่ใยอาหารจะช่วยทำให้อาหารไม่อยู่ในลำไส้นาน ท้องไม่ผูก ลดความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ เนื่องจากช่วยลดความเข้มข้นของสารก่อมะเร็ง และเร่งเวลาในการขับถ่าย เป็นการลดโอกาสที่เนื้อเยื่อของลำไส้จะสัมผัสกับสารก่อ

มะเร็งที่อาจมีอยู่ในอาหาร นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า ใยอาหารช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคอื่น ๆ เช่น โรคลำไส้โป่ง โรคท้องผูก โรคริดสีดวงทวาร โรคเบาหวาน โรคอ้วน โรคหัวใจและหลอดเลือด ผู้ใหญ่ควรบริโภคใยอาหารวันละ 25 กรัม การบริโภคใยอาหารมากเกินไปอาจขัดขวางการดูดซึมของวิตามินและแร่ธาตุบางชนิด

วิตามิน

วิตามินเป็นสารอาหารที่ร่างกายต้องการจำนวนน้อย แต่จำเป็นกับขบวนการเมตาบอลิสมต่าง ๆ ของร่างกาย ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินได้ ต้องได้รับจากอาหาร มีเพียงวิตามินบางชนิดที่ร่างกายสังเคราะห์ได้บ้าง แต่ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย วิตามินพบมากในผักและผลไม้ มีเพียงวิตามินบี 12 ที่พบในเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะพบมากในเนื้อสัตว์ที่มีการหมัก เช่น น้ำปลาแท้ ปัจจุบันมีการแนะนำให้บริโภคผักและผลไม้ตามสีของผักและผลไม้ โดยแบ่งออกเป็น 5 สี คือ สีม่วงน้ำเงิน สีเขียว สีขาว สีเหลืองและส้ม และสีแดง โดยให้บริโภคผักและผลไม้ให้ครบทั้ง 5 สีทุกวัน คำแนะนำในการบริโภคผักและผลไม้ คือ 400–500 กรัมต่อวัน ถ้าทำได้อย่างนี้จะได้รับวิตามิน แร่ธาตุ รวมทั้งสารต้านอนุมูลอิสระอย่างเพียงพอ นอกจากนี้ควรลดการบริโภคไขมันอิ่มตัว และคอเลสเตอรอล จะช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคเรื้อรัง และโรคแห่งความเสื่อมต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคมะเร็งบางชนิด โรคหัวใจและหลอดเลือด ถ้าร่างกายขาดวิตามินจะแสดงให้เห็นก่อนโดยการวิเคราะห์ทางชีวเคมีในเลือด ปัสสาวะ ฯลฯ ทำให้สามารถให้การรักษาได้ก่อนมีอาการแสดงทางคลีนิกถ้าการขาดวิตามินนั้นรุนแรงขึ้น แหล่งอาหารของวิตามินต่าง ๆ ความต้องการของร่างกายต่อวัน และอาการทางคลินิกที่เกิดจากการขาดวิตามินต่าง ๆ จะกล่าวโดยสังเขปดังนี้

วิตามินบีและโฟเลท

วิตามินบี เป็นกลุ่มวิตามินที่ละลายในน้ำ ได้แก่ วิตามินบี 1 (ไธอะมิน) วิตามินบี 2 (ไรโบฟลาวิน) ไนอาซิน วิตามินบี 6 (ไพริดอกซิน) วิตามินบี 12 (โคบาลามิน) กรดแพนโทเธนิก ไบโอติน รวมทั้งโฟเลท มีความสำคัญต่อร่างกายโดยการเป็นโคเอนไซม์ในเอนไซม์จำนวนมาก ซึ่งทำหน้าที่ในปฏิกิริยาต่าง ๆ ให้ขบวนการเมตาบอลิสมของคาร์โบไฮเดรท โปรตีน และไขมัน เป็นไปได้

วิตามินบี 1

วิตามินบี 1 มีมากในเนื้อหมู ข้าวซ้อมมือ ข้าวกล้อง ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ถั่วดำ และงา ผู้ใหญ่ชายและหญิงควรได้รับวิตามินบี 1 วันละ 1.2 และ 1.1 มิลลิกรัม ตามลำดับ อาการทางคลินิกของการขาดวิตามินบี 1 คือ เป็นโรคเหน็บชา

วิตามินบี 2

วิตามินบี 2 พบในอาหารทั่วไปทั้งในสัตว์และพืช อาหารที่มีไรโบฟลาวินสูง ได้แก่ เครื่องในสัตว์ เนื้อสัตว์ ไข่ น้ำนม ฯลฯ ความต้องการวิตามินบี 2 ในผู้ใหญ่ชายและหญิงวันละ 1.3 และ 1.1 มิลลิกรัม ตามลำดับ อาการแสดงของการขาดไรโบฟลาวิน คือ ปากนกกระจอก (มุมปากมีรอยแผลแตกเป็นร่องมีสะเก็ดคลุม) และอาการอักเสบของลิ้น

ไนอาซิน

ไนอาซิน พบมากในเนื้อสัตว์ต่าง ๆ เครื่องในสัตว์ ถั่วเมล็ดแห้ง รำข้าว และยีสต์ และพบปริมาณไนอาซินปานกลางถึงน้อยใน มันฝรั่ง ธัญพืช น้ำนม ไข่ ผักและผลไม้ ผู้ใหญ่ชายและหญิงควรได้รับไนอาซินวันละ 16 และ 14 มิลลิกรัม ตามลำดับ การขาดวิตามินไนอาซินจะทำให้เป็นโรคเพลลากรา ประชากรในประเทศที่บริโภคข้าวโพด หรือ ข้าวฟ่าง เป็นอาหารหลักจะมีความเสี่ยงต่อโรคนี้สูง

วิตามินบี 6

วิตามินบี 6 มีอยู่ในอาหารทั่วไปทั้งพืชและสัตว์ โดยเฉพาะเนื้อสัตว์ กล้วย ถั่วเมล็ดแห้ง ไข่แดง ความต้องการวิตามินบี 6 ในผู้ใหญ่ชายและหญิงวันละ 1.3 มิลลิกรัม ผู้สูงอายุชายและหญิงควรได้รับวิตามินบี 6 วันละ 1.7 และ 1.5 มิลลิกรัม ตามลำดับ อาการแสดงของการขาดวิตามินบี 6 คือ โลหิตจางชนิด pernicious anaemia นอกจากนี้จะทำให้มีอาการซึมเศร้า สับสน มีอาการตอบสนองของระบบประสาทช้าลง บางรายอาจมีอาการชักร่วมด้วย

โฟเลท

โฟเลท มีมากในผักและผลไม้ ได้แก่ ดอกกะหล่ำ ดอกและใบกุ้ยช่าย ตำลึง คื่นช่าย ผักกาดหอม ผลไม้พวกส้ม ฯลฯ ถั่วเมล็ดแห้งต่าง ๆ ได้แก่ ถั่วลิสง ถั่วแดงหลวง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว

ในสัตว์มีมากในตับ รวมทั้งยีสต์ ผู้ใหญ่ชายและหญิงควรได้รับโฟเลทวันละ 400 มิลลิกรัม ซึ่งเพิ่มขึ้นกว่าคำแนะนำเดิมมาก เนื่องจากปัจจุบันทราบว่าการขาดโฟเลททำให้เกิดโลหิตจางชนิดที่เรียกว่า megaloblastic anaemia โดยเฉพาะในหญิงตั้งครรภ์ต้องการโฟเลทเพิ่มขึ้นอีกวันละ 200 มิลลิกรัม ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิดภาวะหลอดประสาททารกในครรภ์เปิด (neural tube defects หรือ NTDs) และอาการปากแหว่งเพดานโหว่ (cleft palate) ในทารกแรกเกิด ในแง่ความสัมพันธ์ของโฟเลทกับการเกิดโรคมะเร็งนั้น เมื่อมีโฟเลทในเลือดต่ำจะเพิ่มจุดอ่อนให้แก่ DNA และเพิ่มความเสี่ยงในการเข้าโจมตี DNA โดยสารก่อมะเร็งและไวรัสต่าง ๆ

วิตามินบี 12

วิตามินบี 12 พบในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ และโปรตีนที่ผ่านกระบวนการถนอมอาหาร แต่ไม่พบในพืช ดังนั้นคนที่บริโภคมังสวิรัติแบบเคร่งครัดจึงต้องมีการเสริมวิตามินชนิดนี้ วิตามินบี 12 พบมากในอาหารประเภทเครื่องในสัตว์ เนื้อสัตว์ต่าง ๆ หอยนางรม น้ำนมสด ไข่ สาหร่าย ถั่ว ซีอิ้ว และน้ำปลาแท้ ความต้องการวิตามินบี 12 ในผู้ใหญ่ชายและหญิง คือ 2.4 ไมโครกรัมต่อวัน ถ้าร่างกายขาดวิตามินบี 12 จะทำให้มีการใช้โฟเลทมากขึ้น ดั้งนั้นการขาดวิตามินบี 12 จะทำให้เกิดการขาดโฟเลทแบบทุติยภูมิ การขาดวิตามินบี 12 เป็นสาเหตุของการเกิดโลหิตจาง

กรดแพนโทเธนิก

กรดแพนโทเธนิก มีอยู่ในอาหารทั่วไปทั้งในสัตว์และพืช พบมากใน ตับ เครื่องในสัตว์ ไข่แดง ถั่วเมล็ดแห้ง เม็ดมะม่วงหิมพานต์ แหล่งที่มีกรดแพนโทเธนิกปานกลาง ได้แก่ เนื้อสัตว์ น้ำนม ธัญพืช และเห็ด แหล่งที่มีกรดแพนโทเธนิกน้อย ได้แก่ ผักและผลไม้ ความต้องการกรดแพนโทเธนิกในผู้ใหญ่ชายและหญิง คือ 5 มิลลิกรัมต่อวัน ด้วยเหตุที่กรดแพนโทเธนิกมีอยู่ในอาหารทั่วไปจึงมักไม่พบอาการขาดวิตามินชนิดนี้ในคน ยกเว้นในภาวะที่มีการขาดอาหารอย่างรุนแรง เช่น ในภาวะสงคราม โดยมีอาการชา (numbness) และรู้สึกเหมือนไฟลวกที่เท้า (burning feet syndrome)

ไบโอติน

ไบโอติน พบมากใน ตับ ไข่แดง เครื่องในสัตว์ ถั่วเมล็ดแห้ง พบปานกลางใน น้ำนม ธัญพืช ผักและผลไม้ ปริมาณไบโอตินที่แนะนำให้บริโภคต่อวันในผู้ใหญ่ชายและหญิง คือ 30

ไมโครกรัม ปกติจะไม่พบโรคที่เกิดจากการขาดไบโอติน ยกเว้นการได้รับสาร หรือ ยาบางอย่างที่ไปทำลายไบโอติน หรือ ไปขัดขวางการดูดซึมของไบโอติน เช่น การกินไข่ขาวดิบเป็นระยะเวลานาน ๆ สารอะวีดิน (avidin) ที่อยู่ในไข่ขาวจะจับกับไบโอตินในไข่แดง หรือ อาหารอื่น เกิดเป็นสารที่ไม่สามารถดูดซึมได้ การขาดไบโอตินอย่างรุนแรงผิวหนังจะเป็นสีเทา มีลักษณะเป็นเกล็ด ลิ้นเลี่ยน เหนื่อยอ่อน ง่วงนอน เจ็บกล้ามเนื้อ คลื่นไส้ ถ้าให้ไบโอตินรักษาอาการจะหายไป

สารแอนติออกซิแดนท์

ปัจจุบันสารแอนติออกซิแดนท์ได้รับความสนใจมาก เนื่องจากมีงานวิจัยทางระบาดวิทยาที่แสดงว่าสารแอนติออกซิแดนท์ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเรื้อรังและโรคที่เกิดจากความเสื่อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็ง สารแอนติออกซิแดนท์ที่พบในอาหารได้แก่ วิตามินซี วิตามินอี เบต้าแคโรทีน เซเลเนียม และกลุ่มฟลาวานอยด์ที่มีอยู่ในพืช ได้มีความพยายามที่จะค้นหาสารแอนติออกซิแดนท์ใหม่ ๆ ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง และมีรายงานการวิจัยใหม่ ๆ ออกมาตลอดเวลา ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิตามินและแร่ธาตุบางชนิดโดยสังเขป

วิตามินซี

วิตามินซี (กรดแอสคอบิก) พบในพืชมากกว่าในสัตว์ วิตามินซีที่พบในผลไม้ เช่น ฝรั่ง มะขามป้อม มะปราง ขนุน ส้ม ที่พบในผัก เช่น คะน้า ใบปอ ผักหวาน และผักใบเขียวต่าง ๆ ในผู้ใหญ่ชายและหญิงควรได้รับวิตามินซีวันละ 90 และ 75 มิลลิกรัมตามลำดับ ซึ่งนับว่ามากกกว่าปริมาณที่เคยแนะนำไว้เดิม (60 มิลลิกรัม) อาการที่แสดงการขาดวิตามินซี จะเริ่มด้วยอาการอ่อนเพลีย ปวดกล้ามเนื้อ ปวดข้อ และกระวนกระวาย ถ้ารุนแรงจะเกิดโรคลักปิดลักเปิด มีเลือดออกตามผิวหนังและเหงือก ทำให้เกิดโรคโลหิตจางได้

วิตามินอี

แหล่งอาหารที่ให้วิตามินอี (อัลฟาโทโคเฟอรอล) ที่ดีที่สุด คือ น้ำมันพืช เช่น น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันดอกทานตะวัน โดยน้ำมันจากจมูกข้าวสาลีจะให้วิตามินอีสูงสุด นอกจากนั้น เมล็ดดอกทานตะวัน จมูกข้าวสาลี และนัทต่าง ๆ ก็มีวิตามินอีสูงเช่นกัน ผู้ใหญ่ชายและหญิงต้องการวิตามินอีวันละ 15 มิลลิกรัม ปริมาณที่แนะนำให้บริโภคนี้

เพิ่มขึ้นจากเดิม ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไป การสัมผัสกับมลภาวะที่เพิ่มขึ้น และความสำคัญในแง่ที่ว่าการบริโภคอาหารที่มีวิตามินอีสูง อาจลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเรื้อรังหรือโรคที่เกิดจากความเสื่อมบางโรคได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคหัวใจและหลอดเลือด การขาดวิตามินอีมักไม่พบในผู้ที่มีสุขภาพดีและมีภาวะการดูดซึมอาหารปกติ ยกเว้นในผู้ที่มีความผิดปกติในการดูดซึมไขมัน เช่น ทารกคลอดก่อนกำหนดที่มีน้ำหนักตัวน้อยกว่าปกติ การดูดซึมไขมันจะลดลง จึงไม่สามารถใช้วิตามินอีได้ ทำให้เกิดภาวะโลหิตจางเนื่องจากเม็ดเลือดแดงแตกง่าย ผู้ที่บริโภคอาหารที่มีปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงจะมีความต้องการวิตามินอีมากขึ้น

เบต้าแคโรทีน

เบต้าแคโรทีนอยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ พบมากในผักที่มีสีเขียวเข้ม ผักและผลไม้ที่มีสีเหลืองส้ม เช่น ผักตำลึง ผักกวางตุ้ง ผักบุ้ง ฟักทอง มะเขือเทศ มะม่วงสุก มะละกอสุก เป็นต้น ปริมาณที่แนะนำให้บริโภคยังมีข้อมูลไม่มากพอ แต่ประมาณว่าผู้ใหญ่ชายบริโภคแคโรทีนอยด์ วันละ 7.4 มิลลิกรัม โดยเป็นเบต้าแคโรทีน 2.9 มิลลิกรัม และแคโรทีนอยด์ชนิดอื่น คือ ลูทีน 2.2 มิลลิกรัม และไลโคพีน 2.3 มิลลิกรัม ผู้หญิงบริโภคแคโรทีนอยด์ วันละ 6.5 มิลลิกรัม โดยเป็นเบต้าแคโรทีน 2.5 มิลลิกรัม ลูทีน 1.9 มิลลิกรัม และไลโคพีน 2.1 มิลลิกรัม ปัจจุบันยังไม่พบอาการขาดเบต้าแคโรทีนทางคลินิก

เซเลเนียม

เซเลเนียมเป็นส่วนประกอบของแอนติออกซิแดนท์เอนไซม์ที่มีชื่อว่า glutathione peroxidase เซเลเนียม พบมากในอาหารประเภท ธัญพืช อาหารทะเล เนื้อสัตว์ ไข่ น้ำนม ผักและผลไม้ ปริมาณที่แนะนำให้บริโภคในผู้ใหญ่ชายและหญิง คือ 55 ไมโครกรัมต่อวัน การขาดเซเลเนียมในคนมีชื่อว่า Keshan disease

วิตามินเอ

วิตามินเอมีความสำคัญต่อการมองเห็น การเจริญเติบโตของเซลล์ ระบบภูมิคุ้มกัน การสร้างเม็ดเลือด การเจริญพันธุ์ อาหารที่มีวิตามินเอสูง ได้แก่ ตับสัตว์ต่าง ๆ ไข่แดง น้ำนม ผักที่มีใบสีเขียวเข้ม และผลไม้ที่มีสีเหลืองส้ม ปริมาณที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับผู้ใหญ่ชายและหญิง คือ 700 และ 600 ไมโครกรัมตามลำดับ อาการทางคลินิกของการขาดวิตามินเอ เริ่มจากอาการตา

มองไม่เห็นในเวลากลางคืน มีความผิดปกติของ cornea มีฟองขุ่นขาวของตาขาวที่เรียกว่า Betot's spot ความผิดปกติของ cornea จนรุนแรงขึ้นจนเกิดเป็นแผลเป็น จนในที่สุดเกิดอาการตาบอดได้ ถ้าไม่ได้รับการรักษาทันท่วงที

สารอาหารที่เกี่ยวข้องกับกระดูกและฟัน

สารอาหารที่เกี่ยวข้องกับกระดูกและฟัน ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส ฟลูออไรด์ วิตามินดี วิตามินเค และแมกนีเซียม

แคลเซียม

แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่มีปริมาณมากที่สุดในร่างกาย ปริมาณร้อยละ 99 ของแคลเซียมทั้งหมดในร่างกายอยู่ที่กระดูกและฟัน กระดูกประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นแร่ธาตุต่าง ๆ ที่สำคัญคือ แคลเซียมและฟอสฟอรัส ซึ่งส่วนใหญ่รวมกันอยู่ในรูปผลึกที่เรียกว่า ไฮดรอกซีอปาไทด์ (hydroxyapatide) ทำให้กระดูกมีความแข็งแกร่ง นอกจากนี้ ยังมีแร่ธาติอื่น ๆ เช่น แมกนีเซียม โซเดียม คลอไรด์ ฟลูออไรด์ และสังกะสี อีกส่วนหนึ่งของกระดูก คือ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วย โปรตีนชนิดคอลลาเจน (collagen) ที่เหลือเป็นโปรตีนชนิดอื่น ๆ

ปริมาณของมวลกระดูกมีการเปลี่ยนแปลงตามอายุ ในช่วงตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยหนุ่มสาว อัตราการสร้างกระดูกมากกว่าการสลายกระดูก หลังจากนั้นอัตราการสลายและการสร้างกระดูกจะใกล้เคียงกัน ทำให้ปริมาณมวลกระดูกค่อนข้างคงที่ จนเข้าสู่วัยผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ ปริมาณมวลกระดูกจะเริ่มลดลง เนื่องจากมีอัตราการสลายกระดูกมากกว่าการสร้างกระดูก

ปริมาณแคลเซียมในร่างกายที่อยู่นอกกระดูกซึ่งมีปริมาณเพียงร้อยละ 1 ของปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในร่างกาย ส่วนนี้จะอยู่ในเลือดและเนื้อเยื่ออื่น ๆ ถึงแม้จะมีปริมาณน้อยแต่มีความสำคัญอย่างมากต่อการทำงานของระบบประสาท กล้ามเนื้อ หัวใจและหลอดเลือด ช่วยในการแข็งตัวของเลือด ควบคุมการเข้าออกของสารต่าง ๆ ผ่านผนังเซลล์ และควบคุมการหลั่งฮอร์โมนบางชนิด

น้ำนมและผลิตภัณฑ์นม เป็นแหล่งอาหารที่ดีของแคลเซียม ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ นอกจากนี้แคลเซียมยังมีมากในปลาและสัตว์เล็กอื่น ๆ ที่สามารถกินได้ทั้งกระดูก เช่น ปลาซาดีน กระป๋อง ปลาซิว ปลาเกล็ดขาว ปลาไส้ตัน รวมทั้งสัตว์เล็ก ๆ อื่น ๆ ที่กินได้ทั้งตัว เช่น กุ้งฝอย กุ้งแห้ง (พร้อมเปลือก) เป็นต้น ถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ เช่น เต้าหู้ (ยกเว้นเต้าหู้หลอดไข่) เต้าฮวย เป็นแหล่งแคลเซียมที่ดี ผักใบเขียวหลายชนิดมีแคลเซียมสูง เช่น ผักคะน้า ใบยอ ใบตั้งโอ๋ ใบกระเพรา ฯลฯ

ปริมาณแคลเซียมที่ควรได้รับต่อวันในผู้ใหญ่ชายและหญิง คือ 800 มิลลิกรัม ผู้ที่อายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป ควรบริโภคแคลเซียม 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน

ในผู้สูงอายุมักจะมีความเสี่ยงต่อโรคกระดูกพรุน โดยเฉพาะผู้สูงอายุหญิงจะมีการสูญเสียมวลกระดูกมากกว่าผู้สูงอายุชาย การบริโภคอาหารที่มีปริมาณแคลเซียมมากเพียงพออย่างต่อเนื่องเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยเพิ่มปริมาณมวลกระดูกและลดความเสี่ยงต่อโรคกระดูกพรุน

ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัส มีอยู่ในอาหารที่มาจากพืชและสัตว์ทุกชนิด แหล่งอาหารที่สำคัญของฟอสฟอรัส คือ น้ำนมและผลิตภัณฑ์ เนื้อสัตว์ต่าง ๆ ทั้งสัตว์บก สัตว์น้ำ และสัตว์ปีก ไข่แดง รำข้าว ถั่วเหลือง และผลิตภัณฑ์ ปริมาณอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันในผู้ใหญ่ชายและหญิง คือ 700 มิลลิกรัม โดยเฉพาะผู้ที่บริโภคอาหารครบทุกหมู่ ไม่มีปัญหาการขาดฟอสฟอรัส ยกเว้นผู้ที่อยู่ในภาวะการขาดอาหารอย่างรุนแรง การได้รับยาลดกรดที่มีอลูมิเนียมซึ่งจะจับกับฟอสฟอรัสในลำไส้ ทำให้ลดการดูดซึมของฟอสฟอรัสจากอาหาร อาการและอาการแสดงของการขาดฟอสฟอรัส คือ เบื่ออาหาร ซีด ปวดกระดูก เป็นไข้ เป็นโรคกระดูกอ่อน (rickets) ในเด็ก หรือโรคกระดูกน่วม (osteomalacia) ในผู้ใหญ่ และความผิดปกติของระบบประสาท ได้แก่ กล้ามเนื้ออ่อนแรง (ataxia paresthesia) สับสน และอาจเสียชีวิตได้

ฟลูออไรด์

ฟลูออไรด์มีบทบาทสำคัญต่อการสร้างแร่ธาตุของกระดูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการป้องกันการเกิดกระดูกพรุน และป้องกันการเกิดโรคฟันผุ โดยทั่วไปแหล่งของฟลูออไรด์ที่ร่างกายได้รับ คือ น้ำดื่ม ซึ่งร่างกายควรได้รับ 0.5 มิลลิกรัมต่อวัน นอกจากนี้ร่างกายยังได้รับฟลูออไรด์จากอาหาร เครื่องดื่ม และฟลูออไรด์เสริมต่าง ๆ ที่ทันตแพทย์แนะนำให้ใช้ในการป้องกันฟันผุ เช่น น้ำดื่มฟลูออไรด์ ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ น้ำยาบ้วนปากผสมฟลูออไรด์ และยาเม็ดฟลูออไรด์ เป็นต้น ผู้ใหญ่ชายและหญิงต้องการฟลูออไรด์วันละ 4 และ 3 มิลลิกรัม ตามลำดับ ภาวะผิดปกติของการได้รับฟลูออไรด์มากเกินไปมี 2 แบบ คือ อาการเฉียบพลัน ซึ่งเกิดจากได้รับฟลูออไรด์มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อครั้ง เช่น เด็กกินยาสีฟันทั้งหลอดขนาด 100 กรัม หรือ กินยาเม็ดฟลูออไรด์ประมาณ 5 เม็ดต่อครั้ง ดังนั้นจึงควรระวังจัดเก็บขวดยาเม็ดฟลูออไรด์และยาสีฟันให้พ้นมือเด็ก เพื่อป้องกันการหยิบยากินเอง อาการที่พบ คือ คลื่นไส้อาเจียน อีกแบบหนึ่ง คือ อาการสะสม เช่น ฟันตกกระ

ทั้งนี้เพราะอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีฟลูออไรด์ในน้ำดื่มมากเกินไป สำหรับประเทศที่มีอากาศอบอุ่น องค์การอนามัยโลกแนะนำว่า ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำดื่มไม่ควรเกิน 0.7 ส่วนในล้านส่วน เนื่องจากเด็กในประเทศที่มีอากาศอบอุ่นจะดื่มน้ำมากกว่าเด็กที่อยู่ในประเทศที่มีอากาศหนาว

วิตามินดี

วิตามินดีมีความสำคัญต่อการควบคุมเมตาบอลิสมของแคลเซียมและกระดูก การมีวิตามินดีเพียงพอในร่างกายจะช่วยให้การดูดซึมแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่ทางเดินอาหารและการทำงานของเซลล์กระดูกเป็นปกติ ซึ่งจะเป็นผลให้ระดับแคลเซียมและฟอสฟอรัสในเลือด ปริมาณมวลกระดูก รวมทั้งโครงสร้างและความแข็งแรงของกระดูกอยู่ในเกณฑ์ปกติ วิตามินดีส่วนใหญ่ในร่างกายได้มาจากการสังเคราะห์ขึ้นเองที่ผิวหนังโดยอาศัยแสงแดดเป็นตัวกระตุ้น และส่วนน้อยได้มาจากการบริโภควิตามินดีในอาหาร ปริมาณวิตามินดีที่บริโภคพอเพียงในแต่ละวัน โดยไม่ต้องคำนึงถึงปริมาณแสงแดดที่ได้รับ ในผู้ใหญ่ชายและหญิง คือ 5 ไมโครกรัม หรือ 200 หน่วยสากล ผู้ที่อายุมากกว่า 50 ปี ต้องการวิตามินดีวันละ 10 ไมโครกรัม หรือ 400 หน่วยสากล และอายุมากกว่า 70 ปี ต้องการวิตามินดีในอาหารวันละ 15 มิลลิกรัม หรือ 600 หน่วยสากล

ลักษณะทางคลินิกของการขาดวิตามินดีจะขึ้นกับความรุนแรงของภาวะการขาดวิตามินดีที่เกิดขึ้น ได้แก่ ภาวะแคลเซียมต่ำในเลือด ภาวะฟอสฟอรัสต่ำในเลือด ระดับฮอร์โมนพาราธัยรอยด์สูงในเลือด กล้ามเนื้ออ่อนแรง ปวดกระดูก ในเด็กจะมีการเจริญเติบโตช้า ฟันขึ้นช้าและไม่สมบูรณ์ ปริมาณมวลกระดูกสูงสุด (peak bone mass) ไม่สูงเท่าที่ควร และกระดูกแขนขาโค้งงอ เนื่องจากการจับแคลเซียมที่กระดูกไม่สมบูรณ์ ทำให้กระดูกอ่อนไม่แข็งแรง และมีการโค้งงอจากการรับน้ำหนักตัว รวมทั้งมีการหักง่าย สำหรับในผู้ใหญ่และผู้สูงอายุมักพบว่ามีปริมาณมวลกระดูกต่ำและมีโรคกระดูกพรุน ซึ่งทำให้ความแข็งแรงของกระดูกลดลงและเกิดการหักง่าย ส่วนภาวะกระดูกโค้งงอมักไม่พบ ยกเว้นผู้ที่มีภาวะขาดวิตามินดีอย่างรุนแรงมากและเป็นเวลานาน

วิตามินเค

วิตามินเค ทำหน้าที่เป็นโคเอนไซม์ในการสังเคราะห์โปรตีนหลายชนิดที่ใช้ในกระบวนการแข็งตัวของเลือด และเมตาบอลิสมของกระดูก แหล่งอาหารที่มีวิตามินเคสูง คือ ผักใบเขียว รองลงมาคือ น้ำมันพืช สำหรับปริมาณวิตามินเคที่ควรได้รับประจำวันของผู้ใหญ่ชายและหญิง คือ

120 และ 90 ไมโครกรัมตามลำดับ ภาวะการขาดวิตามินเคทำให้การแข็งตัวของเลือดช้ากว่าปกติ ซึ่งมักพบในเด็กแรกเกิด สำหรับผู้ใหญ่มักไม่พบการขาดวิตามินเค

แมกนีเซียม

แมกนีเซียมมีความสำคัญต่อร่างกาย คือ เป็นโคแฟคเตอร์ของเอนไซม์จำนวนมาก มีบทบาทในการควบคุมอุณหภูมิ การยืดหดของกล้ามเนื้อ การสังเคราะห์โปรตีน ถ้าปริมาณแมกนีเซียมในเลือดต่ำ จะมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรังหลายชนิด เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคความดันโลหิตสูง และโรคกระดูกพรุน แมกนีเซียมมีอยู่ในอาหารเกือบทุกชนิด อาหารที่มีปริมาณแมกนีเซียมสูง ได้แก่ ผักใบเขียว ผลไม้ ธัญพืช ถั่วเมล็ดแห้ง น้ำนม อาหารจำพวกเนื้อสัตว์มีปริมาณแมกนีเซียมปานกลาง อาหารที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมีปริมาณแมกนีเซียมต่ำ นอกจากนี้อาหารที่มีไฟเตทและฟอสฟอรัสมาก จะรบกวนการดูดซึมของแมกนีเซียม ในผู้ใหญ่ชายและหญิงต้องการแมกนีเซียมวันละ 300 และ 260 มิลลิกรัม ตามลำดับ คนปกติมักไม่พบการขาดแมกนีเซียม อาการแสดงของการขาดแมกนีเซียมจะเป็นอาการทางระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ได้แก่ ความผิดปกติในการรับรู้ เป็นตะคริวบ่อย กล้ามเนื้ออ่อนแรง วิงเวียนศรีษะ มือเท้าสั่น และชัก

แร่ธาตุที่ร่างกายต้องการปริมาณน้อย

ธาตุเหล็ก

ธาตุเหล็กเป็นแร่ธาตุที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อย แต่สำคัญเนื่องจากเป็นส่วนประกอบของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง การขาดธาตุเหล็กจะทำให้เป็นโรคโลหิตจาง ซึ่งในปัจจุบันยังคงเป็นปัญหาทางโภชนาการและสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศที่กำลังพัฒนา ธาตุเหล็กที่อยู่ในองค์ประกอบของฮีม (heme iron) มีอยู่ในเนื้อสัตว์ เช่น เลือด ตับ เนื้อสัตว์ต่าง ๆ โดยเฉพาะเนื้อแดง ส่วนธาตุเหล็กที่ไม่ใช่ฮีม (non–heme iron) อยู่ในพืช ธาตุเหล็กที่อยู่ในรูปของฮีมนั้นร่างกายสามารถดูดซึมได้โดยตรง ส่วนการดูดซึมธาตุเหล็กในรูปอื่นนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยส่งเสริม เช่น วิตามินซีและกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งพบได้ในผักและผลไม้ หรือ สารที่ขัดขวางการดูดซึม เช่น ไฟเตทและแทนนิน ความต้องการธาตุเหล็กและปริมาณธาตุเหล็กที่ควรได้รับประจำวันสำหรับผู้ใหญ่ชายและหญิง คือ 1.04 และ 2.47 มิลลิกรัม ตามลำดับ

ทองแดง

ทองแดงเป็นแร่ธาตุที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อย แต่มีความสำคัญโดยเป็นส่วนประกอบของเอ็นไซม์หลายชนิด รวมทั้ง copper/zinc superoxide dismutase (cu/zn SOD) ซึ่งเป็นแอนติออกซิแดนท์เอนไซม์ ที่สำคัญในการขจัดอนุมูลอิสระ (อนุมูลอิสระ เป็นสาเหตุของโรคเรื้อรังและโรคแห่งความเสื่อม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคมะเร็งบางชนิด) อาหารที่มีทองแดงมาก ได้แก่ เนื้อสัตว์ชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะ ตับ รองลงมาได้แก่ อาหารทะเล ถั่วเมล็ดแห้ง เห็ด ธัญพืช ผู้ใหญ่ชายและหญิงควรได้รับทองแดงวันละ 900 ไมโครกรัม โดยทั่วไปมักไม่ค่อยพบโรคที่เกิดจากการขาดทองแดง แต่ก็มีรายงานที่แสดงการขาดทองแดง เช่น ผู้ป่วยที่ได้รับอาหารทั้งหมดทางหลอดเลือดดำ โดยไม่ได้รับการเสริมทองแดงเป็นเวลานาน ทารกคลอดก่อนกำหนดที่เลี้ยงด้วยนมผงที่มีทองแดงไม่เพียงพอ ทารกที่เป็นโรคขาดสารอาหารเนื่องจากการเป็นโรคอุจจาระร่วงเรื้อรัง ผู้ป่วยที่ถูกไฟไหม้น้ำร้อนลวกอย่างรุนแรง ผู้ป่วยไตวายที่ต้องฟอกเลือดเป็นประจำ ผู้ที่ใช้ยาลดกรดในปริมาณสูง อาการแสดงของภาวะการขาดทองแดง ได้แก่ โลหิตจางชนิด microcyfic hypochromic anemia เม็ดเลือดขาวชนิด neutrophils ลดลง ผมที่มีลักษณะแข็งและขดเป็นเกลียว สีผมและสีผิวจาง พบความผิดปกติในการสร้างเนื้อเยื่อยืดหยุ่นตามผิวหนังและผนังหลอดเลือด มีการสลายตัวของกระดูกและพบความเสื่อมของระบบประสาท

ไอโอดีน

ไอโอดีน เป็นแร่ธาตุที่ร่างกายต้องการปริมาณน้อยอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งร่างกายต้องใช้เพื่อการสร้างฮอร์โมนของต่อมธัยรอยด์ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมอวัยวะต่างๆของร่างกายให้ทำงานปกติ ไอโอดีนซึมเข้ากระแสเลือดและไปกระตุ้นระบบสมองและประสาทให้เจริญเติบโตและมีพัฒนาการ มีผลต่อสติปัญญาและการเรียนรู้ ช่วงที่ร่างกายต้องการสารไอโอดีนมากเป็นช่วงที่ร่างกายกำลังเปลี่ยนแปลง เช่น ระยะตั้งครรภ์ ระยะให้นมบุตร และระยะที่กำลังเจริญเติบโต อาหารที่มีสารไอโอดีนตามธรรมชาติ ได้แก่ พืชและสัตว์ทะเล สาหร่ายทะเลมีปริมาณไอโอดีนสูง แม้ไอโอดีนจะมีอยู่มากในอาหารทะเล แต่อาหารทะเลมักมีราคาแพง และปัจจุบันอาหารทะเลมีปริมาณลดลง จึงกระจายไปสู่ผู้บริโภคได้ไม่ทั่วถึง เพื่อเป็นการป้องกันการขาดสารไอโอดีนจึงมีมาตรการเสริมไอโอดีนลงในเกลือ เนื่องจากเกลือราคาถูก และเป็นอาหารประจำในครัวเรือน มีต้นทุนในการผลิตต่ำสามารถเก็บได้นานและกระจายหรือขนส่งไปจำหน่ายได้ง่าย ปริมาณสารไอโอดีนที่ควรได้รับประจำวันของผู้ใหญ่ชายและหญิง คือ 150 ไมโครกรัม ภาวะการขาดสารไอโอดีนทำให้เกิดโรคคอพอก ถ้า

เกิดกับทารกในครรภ์อาจทำให้แท้งหรือตายระหว่างคลอด ถ้าเกิดรอดและเติบโตจะมีอาการผิดปกติทางสมอง มีการพัฒนาด้านประสาทบกพร่อง และการพัฒนาทางด้านร่างกายด้อย เนื่องจากการขาดธัยรอยด์ฮอร์โมน เรียกว่า โรคเอ๋อ ตัวเตี้ย แคระ แกรน ถ้าการขาดสารไอโอดีนเกิดกับทารกแรกคลอด จะมีอาการของต่อมธัยรอยด์โตเป็นคอพอก และมีอาการต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ถ้าเกิดกับเด็กก่อนวัยเรียน เด็กวัยเรียน และวัยรุ่น จะเป็นคอพอก การเจริญเติบโตและการเรียนรู้ช้า ภาวะการขาดสารไอโอดีนในผู้ใหญ่ จะเป็นคอพอก มีความบกพร่องทางอารมณ์และจิตใจ เป็นคนเซื่องซึม เฉื่อยชา สมรรถภาพในการทำงานลดลง

สังกะสี

สังกะสีเป็นแร่ธาตุที่ร่างกายต้องการปริมาณน้อย แต่มีความสำคัญต่อการทำงานของเอนไซม์โปรตีน และการแสดงออกของหน่วยพันธุกรรมในทุกระบบของสิ่งมีชีวิต แหล่งอาหารที่ดีของสังกะสี คือ เนื้อสัตว์ และเครื่องในสัตว์ อาหารทะเล น้ำนมและผลิตภัณฑ์นม สำหรับถั่วเมล็ดแห้ง งา ธัญพืช แม้จะมีปริมาณสังกะสีระดับปานกลางถึงสูง แต่พบสารไฟเตทในปริมาณสูงด้วย สารไฟเตทจะจับกับธาตุสังกะสีในอาหารและยับยั้งการดูดซึมของสังกะสี นอกจากนั้น หากบริโภคแคลเซียมกับอาหารที่มีไฟเตทสูง จะพบการจับตัวของสารประกอบ แคลเซียม – สังกะสี – ไฟเตท ที่ไม่ละลายน้ำและร่างกายดูดซึมไม่ได้ ในทางตรงกับข้าม หากบริโภคอาหารโปรตีนจากสัตว์ ไข่ และน้ำนมร่วมกับแหล่งอาหารของธาตุสังกะสีจากพืช จะช่วยส่งเสริมการดูดซึมของธาตุสังกะสีได้ ปริมาณสังกะสีที่ควรได้รับประจำวันในผู้ใหญ่ชายและหญิง คือ 13 และ 7 มิลลิกรัม ตามลำดับ ภาวะการขาดธาตุสังกะสีก่อให้เกิดความผิดปกติของการเจริญเติบโต ระบบภูมิคุ้มกัน การทำงานของอวัยวะสืบพันธุ์ และระบบประสาทที่ควบคุมพฤติกรรมต่าง ๆ

นอกจากนี้ยังมีแร่ธาตุที่ร่างกายต้องการปริมาณน้อยอื่น ๆ เช่น โครเมียม มังกานีส โมลิบดีนัม ฯลฯ

น้ำและอิเล็กโทรไลต์

น้ำ

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการเมตาบอลิสมต่าง ๆ ในร่างกายล้วนอาศัยน้ำเป็นตัวกลาง เซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายของมนุษย์นอกจากอยู่

ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นน้ำแล้ว ยังมีเกลือแร่ที่จัดเป็นอิเล็กโทรไลต์ที่สำคัญละลายอยู่ในส่วนที่เป็นน้ำทั่วร่างกาย การเปลี่ยนแปลงของน้ำจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านความเข้มข้นของเกลือแร่ และการเปลี่ยนแปลงของเกลือแร่จะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านการกระจายของน้ำ ซึ่งจะส่งผลต่อการทำงานของเซลล์ต่าง ๆ ภายในร่างกาย ดังนั้นน้ำและอิเล็กโทรไลต์ จึงมีความสัมพันธ์กันจนไม่สามารถแยกจากกันได้ ความต้องการของน้ำขึ้นอยู่กับความต้องการพลังงานของแต่ละกลุ่มอายุ ในผู้ใหญ่ชายและหญิงมีความต้องการน้ำวันละ 2,100–3,150 และ 1,750–2,625 มิลลิลิตร ตามลำดับ

โซเดียม

โซเดียมจัดเป็นเกลือแร่ที่แตกตัวเป็นอิเล็กโทรไลต์ที่สำคัญของของเหลวภายในเซลล์ เป็นไอออนที่มีประจุบวก มีอิทธิพลต่อการกระจายของน้ำในร่างกาย หน้าที่ที่สำคัญของโซเดียม คือ รักษาระดับความเข้มข้นของออสโมลาริตีในของเหลวภายนอกเซลล์ ในขณะที่เกลือโปตัสเซียมรักษาระดับออสโมลาริตีของของเหลวภายในเซลล์ ออสโมลาริตีของของเหลวภายนอกและภายในเซลล์จะเท่ากันด้วยการปรับความสมดุล โดยการให้น้ำผ่านเข้าหรือออกจากเซลล์ ปริมาณน้ำภายนอกเซลล์ต้องมีเพียงพอ โดยเฉพาะส่วนของของเหลวภายในหลอดเลือดเพื่อให้เลือดไหลเวียน นำอาหารและออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ในอวัยวะต่าง ๆ ได้

ปริมาณโซเดียมจะแตกต่างกันตามชนิดของอาหาร อาหารที่มีโซเดียมเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ กลุ่มเนื้อสัตว์และอาหารสดซึ่งเป็นแหล่งของโซเดียมที่มีมากที่สุดตามธรรมชาติ กลุ่มธัญพืชและผลิตภัณฑ์ กลุ่มอาหารพร้อมรับประทาน ได้แก่ อาหารกึ่งสำเร็จรูปพร้อมเครื่องปรุงซึ่งมีโซเดียมสูง นอกจากนั้นยังมีอาหารปรุงสำเร็จ เช่น แกงจืด แกงเผ็ด ขนมหวาน และของหวานชนิดต่าง ๆ รวมทั้งอาหารสำเร็จรูป เช่น อาหารกระป๋องต่าง ๆ

ปริมาณของโซเดียมที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับผู้ใหญ่ชาย คือ 475–1,400 มิลลิกรัม และผู้ใหญ่หญิง คือ 400–1,200 มิลลิกรัม

ความต้องการสูงสุดของโซเดียมที่รับได้และไม่ทำให้เกิดอันตรายกำหนดไว้ตามเกณฑ์ของประเทศสหรัฐอเมริกา คือ 2,400 มิลลิกรัมต่อคนต่อวัน (คิดเป็นเกลือแกง หรือ เกลือโซเดียมคลอไรด์ประมาณ 6 กรัมต่อวัน) จากรูปแบบการบริโภคอาหารของประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าบริโภคเกลือโซเดียมคลอไรด์เฉลี่ยวันละ 10 กรัม โดยคำนวณจากอาหารชนิดต่าง ๆ ที่ได้รับ

ในหนึ่งวัน (3 มื้อหลัก) ซึ่งนับว่าสูงกว่าเกณฑ์ที่สหรัฐอเมริกากำหนดไว้มาก จึงสมควรแนะนำให้ลดปริมาณการบริโภคเกลือลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กและวัยรุ่น เพื่อป้องกันการเกิดโรคที่เกิดจากการบริโภคอาหารที่มีเกลือมากเกินไป และ/หรือ การได้รับน้ำไม่เพียงพอ ซึ่งได้แก่

1) ไตเสื่อมเนื่องจากมีการกรองเพิ่มขึ้น อาการเสื่อมของไตจะยังคงอยู่ตลอดไป

2) การเกิดโรคความดันโลหิตสูง ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าถ้าบริโภคเกลือลดลงจะมีผลให้ความดันโลหิตลดลงได้ สำหรับผู้ป่วยเบาหวานการลดความดันโลหิตมีความสำคัญมากต่อการควบคุมระดับน้ำตาล

3) โรคหัวใจ การบริโภคเกลือปริมาณมากมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคหัวใจ โดยเกิดความผิดปกติที่กล้ามเนื้อหัวใจ และอัตราการเต้นของหัวใจ

4) ทำให้เกิดการสูญเสียแคลเซียม การบริโภคเกลือปริมาณมากเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้แคลเซียมในกระดูกถูกนำออกมาใช้ นอกจากนั้นยังมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียแคลเซียมทางปัสสาวะ รวมทั้งสารไฮดรอกซีโพรลีน ซึ่งแสดงว่ามีการสลายของเนื้อเยื่อที่กระดูก ถ้ายังคงบริโภคเกลือปริมาณมากเป็นเวลานาน ๆ จะเกิดการสูญเสียแบบสะสมเป็นผลให้กระดูกบางเพิ่มขึ้นและแตกร้าวง่าย และเกิดกระดูกพรุนเมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุ

โปตัสเซียม

โปตัสเซียมจัดเป็นเกลือแร่ที่แตกตัวเป็นอิเล็กโทรไลต์ที่สำคัญของของเหลวภายในเซลล์ เป็นไอออนประจุบวก มีอิทธิพลต่อการกระจายของน้ำในร่างกาย หน้าที่สำคัญของโปตัสเซียม คือ รักษาระดับความเข้มข้นของออสโมลาริตีในของเหลวภายในเซลล์ (ขณะที่โซเดียมรักษาระดับความเข้มข้นของออสโมลาริตีภายนอกเซลล์) การรักษาออสโมลาริตีของของเหลวภายในและภายนอกเซลล์ให้เท่ากันด้วยการปรับความสมดุลของน้ำ และความเป็นกรด – ด่างภายในร่างกาย โดยให้น้ำผ่านเข้าหรือออกจากเซลล์ โปตัสเซียมผ่านเข้าเซลล์โดยอาศัยเอนไซม์ Na–K ATPase โปตัสเซียมช่วยในการหดตัวของกล้ามเนื้อ การนำความรู้สึกทางประสาท และช่วยในการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์หลายชนิดที่เกี่ยวกับกระบวนการเมตาบอลิสม เกลือโปตัสเซียมที่บริโภคจะดูดซึมเข้าร่างกายได้ บางส่วนของโปตัสเซียมที่ขับออกมากับอุจจาระขึ้นกับระดับของฮอร์โมนอัลโดสเตอโรน

โปตัสเซียมพบอยู่ในอาหารหลายประเภท โปตัสเซียมพบมากในเนื้อสัตว์ ผลไม้ เช่น กล้วย มะละกอสุก ลำไย ขนุน ทุเรียน ผักชนิดต่างๆ เช่น กระถิน (ฝักแก่และยอดอ่อน) ผักบุ้งไทย ชะอม ปวยเล้ง กระเจี๊ยบ (ดอก) ขี้เหล็ก (ใบ) ชะพลู (ใบ) ถั่วเมล็ดแห้งต่างๆ ข้าวกล้อง เมล็ดฟักทอง ปริมาณโปตัสเซียมที่ร่างกายได้รับ ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร คนปกติกินผักและผลไม้จำนวนมาก จะได้รับโปตัสเซียมมาก เมื่อได้รับมากส่วนเกินจะถูกขับออกทางไต สำหรับผู้ที่ไตพิการจะขับโปตัสเซียมได้น้อย จึงต้องหลีกเลี่ยงการกินผักและผลไม้ที่มีโปตัสเซียมสูง

ผู้ใหญ่ชายและหญิงควรได้รับโปตัสเซียมวันละ 2,450–4,100 และ 2,050–3,400 มิลลิกรัม ตามลำดับ

ความเป็นพิษของโปตัสเซียมเกิดขึ้นจากการที่มีโปตัสเซียมในเลือดสูงกว่า 5.5 มิลลิอีควิวาเลนท์ต่อลิตร ทำให้การทำหน้าที่ของอวัยวะผิดปกติ สาเหตุเนื่องจากการเคลื่อนย้ายของโปตัสเซียมออกจากเซลล์ เช่น ภาวะเลือดเป็นกรด ถูกความร้อนลวก เม็ดเลือดแดงแตกในหลอดเลือด การที่ไตไม่สามารถขับถ่ายโปตัสเซียมออกทางปัสสาวะได้ซึ่งเกิดจาก ความผิดปกติของไต ไตวาย ภาวะขาดฮอร์โมนอัลโดสเตอโรน หรือท่อไตไม่สามารถตอบสนองต่อฮอร์โมนอัลโดสเตอโรน เป็นต้น โดยที่โปตัสเซียมเข้าเซลล์ไม่ได้ และ/หรือขับถ่ายออกทางไตไม่ทัน ถ้าซีรัมโปตัสเซียมเพิ่มขึ้น 2 มิลลิอีควิวาเลนท์ต่อลิตร จะทำให้เกิดอาการรุนแรงที่หัวใจได้ ภาวะที่โปตัสเซียมสูงมีผลให้การเต้นของหัวใจผิดปกติ ไม่แสดงอาการให้เห็นแต่สามารถวัดได้ด้วยคลื่นไฟฟ้า ในภาวะนี้อาจทำให้หัวใจหยุดเต้นได้ มีผลต่อระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อหัวในอ่อนแรง และเป็นอัมพาต

คลอไรด์

คลอไรด์เป็นธาตุที่มีประจุลบ มีมากที่สุดและกระจายอยู่ในส่วนของของเหลวภายนอกเซลล์ มีความสำคัญในการช่วยรักษาปริมาณน้ำและสารอิเล็กโทรไลต์ทั้งหมดในร่างกาย ให้อยู่ในภาวะสมดุล คลอไรด์เป็นส่วนประกอบที่จำเป็นของน้ำย่อยในกระเพาะอาหารและน้ำไขสันหลัง พบคลอไรด์ปริมาณน้อยในเซลล์ทุกชนิดของร่างกาย การดูดซึมของคลอไรด์เกิดขึ้นที่บริเวณปลายของท่อไตส่วนต้นพร้อมกับโซเดียม การดูดซึมต้องใช้พลังงาน ค่าของคลอไรด์ในของเหลวในเลือดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าของโซเดียม ปริมาณของคลอไรด์ในของเหลวในเลือดสูงได้เนื่องจากการทำงานของไตผิดปกติ หรือผู้ป่วยกินยาที่มีคลอไรด์สูงทำให้เกิดภาวะเลือดเป็นกรด

คลอไรด์ที่ได้รับจากการบริโภคส่วนใหญ่อยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ดังนั้นแหล่งอาหารของคลอไรด์จึงเป็นแหล่งเดียวกับโซเดียม

ผู้ใหญ่ผู้ชายต้องการคลอไรด์ 725 – 1,475 มิลลิกรัมต่อวัน ผู้ใหญ่ผู้หญิงต้องการคลอไรด์ 600 – 1,225 มิลลิกรัมต่อวัน

ภาวะคลอไรด์ในเลือดสูง มักเกิดร่วมกับภาวะเลือดเป็นกรด สาเหตุเกิดจากการขาดน้ำอย่างรุนแรง หรือการบริโภคคลอไรด์ในรูปเกลือแกงมากเกินไป นอกจากนี้พบว่า ภาวะที่มีคลอไรด์สูงมีความสัมพันธ์ต่อการเพิ่มขึ้นของความดันโลหิต

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าเราสามารถเลือกชนิดของอาหารที่บริโภค เพื่อให้ได้สารอาหารหลักและสารอาหารที่ร่างกายต้องการจำนวนน้อยแต่จำเป็นต่อร่างกาย การบริโภคอาหารไม่ใช่เพียงเพื่อให้ได้พลังงานในปริมาณที่เพียงพอเท่านั้นแต่ต้องคำนึงถึงสารอาหารต่าง ๆ ด้วย ในแหล่งอาหารที่กล่าวถึงเป็นชนิดของอาหารที่เราพบทั่วไป ราคาไม่แพง อีกอย่างหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ความปลอดภัยของอาหาร โดยปราศจากเชื้อโรค สารเคมี สารก่อมะเร็ง การตกค้างของสารเคมีที่ใช้ปราบศัตรูพืช ฯลฯ นอกจากนี้สิ่งที่จำเป็นมาก ๆ คือ การออกกำลังกายที่เหมาะสมตามวัย ซึ่งจะทำให้ร่างกายแข็งแรง เพิ่มภูมิคุ้มกัน และยังช่วยในการควบคุมน้ำหนักอีกด้วย ดังนั้นการ “กินอย่างพอเพียงและเพียงพอ” นี้ ยังต้องรวมพฤติกรรมต่าง ๆ ดังสรุปได้ดังนี้

1) บริโภคอาหารให้ครบทั้ง 5 หมู่ แต่ละหมู่ให้หลากหลาย ไม่ซ้ำซากจำเจ (เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งบางชนิด ในกรณีที่เราไม่ทราบว่าอาหารที่เรากินซ้ำ ๆ นั้นมีสารก่อมะเร็งหรือไม่) ลดอาหารที่มีไขมันสูง อาหารหวานจัด เค็มจัด บริโภคผักและผลไม้หลาย ๆ สีทุกวัน ถ้าทุกมื้อได้ยิ่งดี สำหรับผักบริโภคได้ถึงวันละ 400–500 กรัม

2) กินอาหารที่สะอาด ปราศจากเชื้อโรค สารปนเปื้อน เช่น สารตกค้างจากสารเคมีปราบศัตรูพืช สารเคมีอื่น ๆ สารก่อมะเร็ง ฯลฯ

3) ออกกำลังกายที่เหมาะสมตามวัย อย่างน้อยอาทิตย์ละ 5 วัน วันละไม่ต่ำกว่า 30 นาที

4) หมั่นดูแลน้ำหนักตัว โดยคำนวณว่า ถ้าดัชนีมวลกาย = 23 เราควรมีน้ำหนักตัวเท่าใด (ดัชนีมวลกาย = น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) /ส่วนสูง(เมตร^2) และตั้งเป้าหมายว่าเราควรมีน้ำหนักตัวไม่เกินค่าที่คำนวณได้ นอกจากนี้ควรมีรอบเอวไม่เกิน 90 เซ็นติเมตรสำหรับผู้ชาย และไม่เกิน 80 เซ็นติเมตรสำหรับผู้หญิง

5) ไม่สูบบุหรี่

6) งด หรือ ลดเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอร์

7) นอนหลับพักผ่อนให้พอเพียง

8) พยายามอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ปราศจากมลพิษ

9) ทำจิตใจให้เบิกบานแจ่มใส ไม่เครียด

ถ้าท่านรู้จักกินอย่างพอเพียงและเพียงพอ รวมทั้งปฏิบัติตนได้ดังกล่าวข้างต้น ท่านก็จะเป็นผู้ที่มีภาวะโภชนาการดี สุขภาพดี และลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเรื้อรัง และโรคแห่งความเสื่อมต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคมะเร็งบางชนิด รวมทั้งโรคอ้วน หรือ น้ำหนักเกิน

บรรณานุกรม

Kanazawa M, Yoshiike N, Osaka T, Numba Y, Zimmet P, Inoue S. Criteria and classification of obesity in Japan and Asia–Oceania. Asia Pacific J Clin Nutr 2002 ; 11 (Suppl) : S732–S737.

World Health Organization. Obesity : Preventing and managing the global epidemic. WHO Technical report series no. 894. World Health Organization, Geneva, 2000 ; 256.

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ธงโภชนาการ.

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ทหารผ่านศึก 2544, 2548.

คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (รสพ) 2546.

คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ตารางปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (รสพ) 2546.

คณะกรรมการบริหารสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

ศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ณ นคร	*กรรมการที่ปรึกษา*
ศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ รัตนกุล	*กรรมการที่ปรึกษา*
ศาสตราจารย์ยุพิน พิพิธกุล	*กรรมการที่ปรึกษา*
นายประสาน นิลมานัตต์	*กรรมการที่ปรึกษา*
ผู้ช่วยศาสตราจารย์รจิต วัฒนสินธุ์	*นายกสมาคม*
ดร.ฉวีวรรณ กีรติกร	*อุปนายก*
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร วีระถาวร	*อุปนายก*
รองศาสตราจารย์ ดร.วิชาญ ลิ่วกีรติยุตกุล	*เลขาธิการ*
รองศาสตราจารย์ ดร.อมร วาสนาวิจิตร์	*รองเลขาธิการ*
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพพัตดา ปวนะฤทธิ์	*เหรัญญิก*
รองศาสตราจารย์วีรศักดิ์ รัตนสมบูรณ์	*บรรณาธิการ*
รองศาสตราจารย์ภรณี เจริญภักตร์	*ปฏิคม*
รองศาสตราจารย์อารมณ์ แสงเพชรส่อง	*นายทะเบียน*
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปนิดา ศิริกุลวิเชฐ	*ประชาสัมพันธ์*
รองศาสตราจารย์สุรวิทย์ ตันแต่งผล	*กรรมการ*
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลออ ชนวิริยะ	*กรรมการ*
รองศาสตราจารย์ ดร.อุทุมพร พลาวงศ์	*กรรมการ*
รองศาสตราจารย์ ดร.สมวงษ์ แปลงประสพโชค	*กรรมการ*
รองศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ทิพย์คง	*กรรมการ*
อาจารย์นวลน้อย เจริญผล	*กรรมการ*
ดร.ปานทอง กุลนาถศิริ	*กรรมการ*
รองศาสตราจารย์ศรีเสงี่ยม จักรใจ	*กรรมการ*
รองศาสตราจารย์ ดร.พัฒนี อุดมกะวานิช	*กรรมการ*
รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ รัตนประเสริฐ	*กรรมการ*
รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เนาว์เย็นผล	*กรรมการ*
รองศาสตราจารย์ ดร.นพพร แหยมแสง	*กรรมการ*
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรชัย สมบัติบริบูรณ์	*กรรมการ*
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศจี เพียรสกุล	*กรรมการ*
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล นาคมหาชลาสินธุ์	*กรรมการ*
ดร.วิราวรรณ ชินวิริยสิทธิ์	*กรรมการ*
ดร.รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์	*กรรมการ*

เศรษฐกิจพอเพียง เป็นปรัชญาชี้ถึงแนวการดำรงอยู่และปฏิบัติตนของประชาชนในทุกระดับ ตั้งแต่ระดับครอบครัว ระดับชุมชน จนถึงระดับรัฐ ทั้งในการพัฒนาและบริหารประเทศให้ดำเนินไปในทางสายกลาง โดยเฉพาะการพัฒนาเศรษฐกิจเพื่อให้ก้าวทันต่อโลกยุคโลกาภิวัตน์ ความพอเพียง หมายถึง ความพอประมาณ ความมีเหตุผล รวมถึงความจำเป็นที่จะต้องมีระบบภูมิคุ้มกันในตัวที่ดีพอสมควรต่อการมีผลกระทบใด ๆ อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทั้งภายนอกและภายใน ทั้งนี้ จะต้องอาศัยความรอบรู้ ความรอบคอบ และความระมัดระวังอย่างยิ่งในการนำวิชาการต่าง ๆ มาใช้ในการวางแผนและการดำเนินการทุกขั้นตอน และขณะเดียวกันจะต้องเสริมสร้างพื้นฐานจิตใจของคนในชาติ โดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ของรัฐ นักทฤษฎี และนักธุรกิจในทุกระดับ ให้มีสำนึกในคุณธรรม ความซื่อสัตย์สุจริต และให้มีความรอบรู้ที่เหมาะสม ดำเนินชีวิตด้วยความอดทน ความเพียร มีสติปัญญา และความรอบคอบ เพื่อให้สมดุล และพร้อมต่อการรองรับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และกว้างขวางทั้งด้านวัตถุ สังคม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมจากโลกภายนอกได้เป็นอย่างดี

(บทความนี้คัดมาจาก "การปาฐกถาพิเศษ เรื่อง ***บทบาทนักศึกษากับการรังสรรค์สังคมตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง*** *" โดย* ศาสตราจารย์เกียรติคุณ นายแพทย์เกษม วัฒนชัย องคมนตรี *เมื่อวันที่ ๕ กันยายน ๒๕๕๐ ณ ห้องประชุมสายสุรีย์ จุติกุล คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)*