

ตารางที่ 2. แสดงเลขดัชนีจำนวนประชากรของโลก และเลขดัชนีปริมาณอาหารประเภท
โปรตีนของโลก ระหว่างปี 1970 ถึง 1980

(1970=100)

ปี	จำนวนประชากร ^{1/}	ปริมาณเนื้อสัตว์ ^{2/}	ปริมาณนม ^{2/}	ปริมาณไข่ ^{2/}
1970	100	100	100	100
1975	110	117	109	112
1977	113	125	114	117
1978	116	129	116	122
1979	117	133	117	127
1980	120	136	119	130

1/ ข้อมูลจากตารางที่ 1

2/ ค่ามาจากข้อมูลใน FAO PRODUCTION YEARBOOK 1975 และ 1980
ตารางที่ 11 และตารางที่ 8 ตามลำดับ

2. การเพิ่มอาหารในอนาคต

เรื่องอาหารของประชากร เรามักพิจารณากัน 2 ประเด็นคือ ปริมาณอาหาร
กับคุณภาพของอาหาร เรื่องปริมาณอาหาร เรามักจะกล่าวถึงว่า อาหารในปีนี้มีผลิตได้มาก
น้อยเท่าใด พอเลี้ยงประชากรหรือไม่ อาหารที่เก็บไว้ในสต็อกจะใช้ได้นานกี่เดือน กี่ปี
สำหรับเรื่องคุณภาพของอาหาร เรามักจะพิจารณาจากปริมาณโปรตีน ถ้าประชากรมีโปรตีน
รับประทานมาก แสดงว่า ประชากรได้รับอาหารที่มีคุณค่า หรือมีคุณภาพสูง ฉะนั้นการเพิ่ม
ผลผลิตอาหารในอนาคต จึงมุ่งที่การเพิ่มปริมาณอาหารและปริมาณโปรตีนเป็นหลัก สำหรับ
สารอาหารชนิดอื่น ๆ มักจะเป็นส่วนประกอบอยู่ในอาหารประจำวัน อาหารที่ประชากร
บริโภคอยู่ทุกวันนี้ ได้มาจากผลผลิตทางการเกษตรเกือบทั้งหมด ประชากรอาจบริโภคผักสด
ผลไม้ หรือเนื้อสัตว์ ได้โดยนำไปประกอบอาหาร หรืออาจบริโภคอาหารสำเร็จรูป และ
ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากผลผลิตการเกษตร เช่น น้ำมัน น้ำตาล และเนย ฯลฯ ดังนั้นแนวทาง
การเพิ่มอาหารในอนาคต จึงขึ้นอยู่กับการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่มากมายในธรรมชาติ ประกอบ
กับเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันและจะมีในอนาคต อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดผลผลิตขึ้น

2.1 การเพิ่มปริมาณอาหาร

การเพิ่มปริมาณอาหารในอนาคตอาจทำได้อย่างน้อย 3 ทางคือ เพิ่มพื้นที่ การเกษตรให้มากขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดความเสียหายระหว่างการผลิตและหลัง การผลิต ในปัจจุบัน มีข้อมูล que แสดงให้เห็นว่า เรามีศักยภาพในการเพิ่มปริมาณอาหารได้ มากน้อยเพียงใด ดังนี้

2.1.1 การเพิ่มพื้นที่การเกษตร

พื้นที่การเกษตรของโลกสามารถเพิ่มขึ้นได้จาก การนำพื้นที่ที่เพาะปลูกได้มา ใช้ในการเกษตร เปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้มาใช้ประโยชน์ ปฎิรูปพื้นที่ทะเลทรายมาใช้ในการ เกษตร และปรับปรุงที่ว่างในเมืองมาปลูกพืชที่ให้คุณค่าทางอาหาร

ก. การนำพื้นที่ที่ใช้เพาะปลูกได้มาใช้ในการเกษตร ปัจจุบัน โลกเรามีพื้นที่ที่ ใช้ในการเกษตรอยู่ประมาณร้อยละ 10 ของพื้นที่บนโลก (ไม่รวมพื้นที่น้ำ) เรายังมีพื้นที่ใน ส่วนต่าง ๆ ของโลกที่สามารถนำมาใช้ในการเกษตรได้อีกมาก ซึ่งจำแนกได้ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงพื้นที่ที่เพาะปลูกได้และพื้นที่ที่ใช้เพาะปลูกของโลก^{1/}

ทวีปหรือประเทศ	(1,000,000,000 เอเคอร์) ^{2/}		
	พื้นที่ที่เพาะปลูกได้	พื้นที่ที่ใช้เพาะปลูก	พื้นที่ที่เหลือ
ยุโรป (ยกเว้นรัสเซีย)	0.43	0.38	0.05
เอเชีย (ยกเว้นรัสเซีย)	1.55	1.28	0.27
สหภาพโซเวียตรัสเซีย	0.88	0.56	0.32
ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์	0.38	0.04	0.34
อเมริกาเหนือและอเมริกากลาง	1.15	0.59	0.56
อเมริกาใต้	1.68	0.19	1.49
แอฟริกา	1.81	0.39	1.42
รวมทั้งสิ้น	7.88	3.43	4.45

^{1/} ชวริทยา, 2524 หน้า 884

^{2/} 1 เอเคอร์ = 2.5 ไร่

จากข้อมูลในตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า โลกเรามีพื้นที่ที่ใช้เพาะปลูกได้ (ไม่รวมพื้นที่ป่าไม้และทะเลทราย) อยู่ประมาณ 7.88 พันล้านเอเคอร์ (19.7 พันล้านไร่) ซึ่งในปัจจุบันเราใช้ไปเพียงประมาณ 3.43 พันล้านเอเคอร์ (8.58 พันล้านไร่) เท่านั้น ยังเหลือพื้นที่ที่สามารถเพาะปลูกได้อีกถึง 4.45 พันล้านเอเคอร์ (11.13 พันล้านไร่)

ทวีปที่สามารถเพิ่มพื้นที่การเกษตรได้มากที่สุด ได้แก่ ทวีปอเมริกาใต้ ซึ่งมีพื้นที่ที่ยังไม่ได้ใช้งานอีกถึง 1.49 พันล้านเอเคอร์หรือประมาณ 3.73 พันล้านไร่และรองลงมา ได้แก่ ทวีปแอฟริกาและทวีปอเมริกาเหนือตามลำดับ ถ้าเรารวมพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกได้ แต่ยังคงอยู่ในสามทวีปดังกล่าว จะเป็นพื้นที่ถึง 3.47 พันล้านเอเคอร์ (8.68 พันล้านไร่) ซึ่งมากกว่าพื้นที่ที่ใช้เพาะปลูกทั้งหมดบนพื้นโลก สำหรับทวีปเอเชียที่เป็นเขตเกษตรกรรมอยู่แล้วก็ยังสามารถเพิ่มพื้นที่ขึ้นไปได้อีกประมาณ 270 ล้านเอเคอร์ (680 ล้านไร่) เป็นที่น่าสังเกตว่า บางทวีปยังใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกน้อยกว่าหนึ่งในสี่ของพื้นที่ที่ใช้ทำการเพาะปลูกได้ เช่น ทวีปแอฟริกาใช้ไปเพียงร้อยละ 21.5 อเมริกาใต้และโอเชียเนีย (ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์) เพิ่งจะใช้ไปเพียงร้อยละ 11.3 และ 10.5 ตามลำดับเท่านั้น ทวีปยุโรปถึงแม้ว่าเป็นเขตอุตสาหกรรมของโลกก็ยังมีพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกได้เหลืออยู่อีกถึง 50 ล้านเอเคอร์ หรือประมาณ 125 ล้านไร่

จากข้อมูลดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า โลกเรายังมีพื้นที่ที่จะใช้ในการผลิตอาหารได้ แต่ยังไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกมากมายในทุกส่วนของโลก

ข. การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เพื่อใช้ในการเกษตร ประเทศเกษตรกรรมมีความจำเป็นจะต้องรักษาพื้นที่ป่าไม้ไว้ ในเกณฑ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ทั้งประเทศ เพื่อทำเป็นแหล่งผลิตและเก็บกักน้ำไว้ใช้ในการเกษตร และใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เพื่อจะใช้นอกกิจการใดก็ตามจะต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ และใช้ในกรณีจำเป็นจริง ๆ เท่านั้น

ป่าไม้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน อาจจำแนกออกเป็น 2 ประเภทคือ ป่าไม้สมบูรณ์ เป็นป่าที่ยังมีไม้ใหญ่อยู่เป็นจำนวนมาก และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจมาก เป็นแหล่งผลิตและเก็บกักน้ำได้ดีมาก อีกประเภทหนึ่ง เป็นป่าเสื่อมโทรม เป็นป่าที่มีไม้เล็ก ๆ ขึ้นเป็นส่วนใหญ่ คือคุณค่าทางเศรษฐกิจ เกิดจากมีการโค่นไม้ใหญ่ ๆ ใหล่าประโยชน์และปล่อยทิ้งไว้ ป่าไม้ที่สมบูรณ์ของโลกเรามีอยู่ประมาณ 10.87 พันล้านเอเคอร์ 27.18 พันล้านไร่) ซึ่งกระจายอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของโลก ดังนี้

ตารางที่ 4. แสดงพื้นที่ป่าไม้ของโลก^{1/}

ทวีปหรือประเทศ	พื้นที่ป่าไม้ (พันล้านเอเคอร์)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ของทวีปหรือประเทศ.
ยุโรป (ยกเว้นรัสเซีย)	0.35	30 %
เอเชีย (ยกเว้นรัสเซีย)	1.28	19 %
สหภาพโซเวียตรัสเซีย	2.79	51 %
อเมริกาเหนือและอเมริกากลาง	1.81	39 %
อเมริกาใต้	2.36	54 %
แอฟริกา	1.68	25 %
โอเชียเนีย	0.24	11 %
รวมทั้งสิ้น	10.87	31.97 %

^{1/} ริไลเจต, 2520 หน้า 195

จากพื้นที่ป่าไม้ของโลกแสดงให้เห็นว่า เราสามารถเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในทวีปอเมริกาใต้ และในประเทศสหภาพโซเวียตรัสเซีย มาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรได้อีกมาก เพราะพื้นที่ป่าไม้ทั้งสองแห่งเกินร้อยละ 50 ของพื้นที่ทวีปหรือประเทศ และยังเป็นที่ป่าไม้ขนาดใหญ่อีกด้วย (รวมสองแห่งจะมีพื้นที่ป่าไม้ประมาณครึ่งหนึ่งของพื้นที่ป่าไม้ทั้งโลก) ในแถบเอเชีย ประเทศส่วนมากมีรายได้จากเกษตรกรรม และมีป่าไม้เหลือเพียงร้อยละ 19 ของพื้นที่ทั้งหมด ทั้งนี้ก็เพราะว่า ประเทศใหญ่ ๆ ในเอเชียมีการทำลายป่ากันอย่างไม่ถูกต้อง เช่น ประเทศอินเดีย สาธารณรัฐประชาชนจีนและไทย ประเทศเหล่านี้มีป่าไม้เหลือเพียงร้อยละ 20 หรือน้อยกว่า แต่มีอีกหลายประเทศในทวีปเอเชีย ยังมีป่าไม้อยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ ตัวอย่างเช่น ประเทศอินโดนีเซีย บรูไนของมาเลเซีย เกาหลีเหนือ เกาหลีใต้ ลาว ติมอร์ พิลลีน และญี่ปุ่น ประเทศเหล่านี้มีป่าไม้อยู่ระหว่างร้อยละ 50 ถึงร้อยละ 70 ของพื้นที่ทั้งประเทศ (Kurian, 1979)

จะเห็นได้ว่า ถ้ามีความจำเป็นจริง ๆ เรายังสามารถเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ มาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรได้อีกมาก โดยที่ยังคงรักษาความอุดมสมบูรณ์ในบริเวณนั้นไว้ ถ้าประเทศต่าง ๆ ที่มีพื้นที่ป่าไม้เกินร้อยละ 50 ลดพื้นที่ป่าไม้ลงมาให้เหลือ

ร้อยละ 50 ก็จะมีพื้นที่ป่าที่อุดมสมบูรณ์ไปปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ ได้ประมาณ 1.00 พันล้าน เอเคอร์ (2.50 พันล้านไร่) ทั้งยังไม่รวมถึงป่าเสื่อมโทรม สำหรับพื้นที่ป่าไม้เสื่อมโทรม มีอยู่เกือบทุกประเทศ คิดเป็นพื้นที่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ป่าไม้ ถ้านำพื้นที่ป่าไม้เสื่อมโทรมมาใช้ในการเกษตร ก็จะได้พื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างสูง เพราะเคยเป็นพื้นที่ป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์มาก่อน เมื่อรวมพื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์บางส่วน เข้ากับพื้นที่ป่าไม้เสื่อมโทรมแล้ว โลกเราก็จะมีพื้นที่ที่ใช้เพื่อการเกษตรเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 2 พันล้านเอเคอร์ (5.0 พันล้านไร่) โดยใช้เงินลงทุนและเทคโนโลยีทางการเกษตรที่มีอยู่ตามปกติ

ค. การปฏิรูปทะเลทรายเป็นพื้นที่เกษตรกรรม เอ็ดวิน มุลเลอร์ ได้กล่าวไว้ในหนังสือ Reader's Digest ฉบับเดือนสิงหาคม ปี ค.ศ. 1957 ว่า "หนึ่งในสี่ของพื้นดินบนโลกนี้เป็นทะเลทราย ถ้าขุดทรายออกและทำให้น้ำทะเลลดความเค็มลงได้ ทะเลทรายก็จะกลายเป็นพื้นที่ที่เขียวชอุ่มไป" ทะเลทรายของโลกมีประมาณ 8 พันล้านเอเคอร์ (20.00 พันล้านไร่) แต่ก่อนเคยเป็นพื้นที่ที่รกร้างว่างเปล่า มีแต่ความร้อนระอุในเวลากลางวัน และหนาวเย็นในเวลากลางคืน เป็นพื้นที่ที่พืชและสัตว์เจริญเติบโตได้ยาก ในช่วง 30-40 ปีที่แล้ว ได้มีการค้นพบทรัพยากรอันล้ำค่าของโลกในทะเลทราย นั่นคือ น้ำมันและทองคำ ทำให้ประเทศที่มีทะเลทรายมีเศรษฐกิจดีขึ้นมาก ในปัจจุบัน ได้มีการค้นคว้าวิจัยและดำเนินงาน เพื่อปฏิรูปทะเลทรายให้เป็นพื้นที่การเกษตรอย่างกว้างในหลายประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศต่าง ๆ ในแถบตะวันออกกลาง เช่น ประเทศคูเวต อารามเบีย จอร์แดน และคูเวต ฯลฯ

การปลูกพืชในทะเลทรายนั้นมีปัญหาที่สำคัญบางประการ เช่น ปัญหาเรื่องน้ำและดิน บางประเทศได้ให้ความสนใจศึกษาวิจัย และปฏิบัติงานอย่างจริงจังเพื่อจะทำให้ทะเลทรายเป็นที่ที่สามารถปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ได้ มีการสร้างระบบชลประทานที่ทันสมัยจัดหาแหล่งน้ำ เพื่อใช้เป็นปัจจัยพื้นฐานของการเกษตร ปรับปรุงคุณภาพน้ำ เพื่อให้เหมาะสำหรับการปลูกพืช มีการสร้างเครื่องวัดและบันทึกระดับน้ำในคลองชลประทานมีการศึกษาความต้องการน้ำของพืชที่จะปลูกอย่างละเอียด เพื่อการประหยัดน้ำที่จะให้กับพืช สำหรับเรื่องดิน ได้มีการศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมี ปรับสภาพพื้นที่ให้มีความลาดชันพอเหมาะกับระบบการชลประทานที่สร้างขึ้น เพิ่มแร่ธาตุให้กับพืชที่ปลูกอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นมีการใช้ยาปราบศัตรูพืชและเครื่องจักรในการปลูกพืช ในบางแห่งมีการศึกษาริวิจัยการปลูกพืชในสภาพที่ควบคุม เช่น การปลูกพืชในโรงเรือนปรับอุณหภูมิตลอดทั้งเวลากลางวันและกลางคืน สร้างโรงเรือนพลาสติกควบคุมสภาพแวดล้อมโดยใช้พลังงานจากแสงแดด และการปลูกพืชโดยไม่ต้องใช้ดิน เป็นต้น

จากการค้นคว้าวิจัย และนำเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน มาใช้ในการเกษตรอย่างจริงจัง ทำให้ประเทศในตะวันออกกลาง ที่เคยมีอาหารน้อยมาก และอาหารเกือบทั้งหมดได้มาจากการนำเข้าจากต่างประเทศ กลายเป็นประเทศที่มีความหวังว่า จะใช้ทะเลทรายเป็นแหล่งผลิตอาหารเลี้ยงตัวเองได้ตลอดทั้งปี ในปี 1979 ประเทศสอุดิอาราเบียได้ปฏิรูปพื้นที่ทะเลทรายให้เป็นพื้นที่เพาะปลูกพืชได้มากกว่า 50,000 เฮคเตอร์ (125,000 ไร่) สามารถผลิตพืชผักได้ในอัตราสูงสุดประมาณ 4 ตัน/ไร่ และในปี 1980 พื้นที่เพาะปลูกได้เพิ่มขึ้นอีกประมาณ 1 เท่าตัว ได้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 7 ตัน/ไร่จากฟาร์มที่มีขนาดใหญ่กว่า 1,000 เฮคเตอร์ (2,500 ไร่) สำหรับฟาร์มที่มีขนาดเล็ก ๆ จะได้ผลผลิตสูงถึง 15 ตัน/ไร่ นักวิชาการเกษตรคาดว่าผลผลิตเฉลี่ยจะสูงขึ้นเป็น 12.5 ตัน/ไร่ ในปีต่อ ๆ มา จากการขยายงานด้านนี้ทำให้ประชากรสอุดิอาราเบียมีผักหลายชนิด เช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาดหอม มะเขือเทศ หัวหอม แดงกวา ฟักทอง และแคนตาลูป ใช้ประโยชน์ในปริมาณที่พอเพียงในระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิต (ประมาณ 3 เดือน) ความพยายามที่จะผลิตอาหารในทะเลทรายขึ้นบริโภคยังคงดำเนินต่อไป ได้มีการทดลองปลูกพืชในโรงเรือนปรับสภาพแวดล้อม โดยใช้สารละลายในการปลูกพืชแทนการใช้ดินทรายปรากฏว่า มะเขือเทศที่ปลูกในสารละลายให้ผลดีกว่าปลูกในดินทรายธรรมดาถึง 10 เท่า ผลการทดลองของโครงการนี้ จะทำให้ประเทศสอุดิอาราเบียสามารถปลูกพืชได้ตลอดทั้งปี และทำให้ความหวังที่จะผลิตอาหารเลี้ยงตัวเองใกล้ความจริงขึ้นทุกขณะ สำหรับการเพิ่มขนาดของพื้นที่การผลิตอาหารในทะเลทรายให้พอเพียงกับความต้อการนั้น ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่จะขยายงาน

ดร.ยูซุฟ เอ็ม รุขตี คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยจอร์แดนได้รายงานไว้ว่า ประเทศจอร์แดนสามารถใช้บริเวณหุบเขาในทะเลทรายปลูกพืชผักชนิดต่าง ๆ ได้หลายชนิด เช่น มะเขือเทศ แดงกวา พริก มะเขือม่วง ถั่วและแคนตาลูป พืชผักเหล่านี้เจริญเติบโตได้ดีในโรงเรือนพลาสติกระหว่างฤดูหนาว และให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกในพื้นที่ธรรมดาถึง 5 เท่า เช่น มะเขือเทศให้ผลผลิตถึงประมาณ 14 ตัน/ไร่ และแดงกวาได้ถึง 7 ตัน/ไร่ ในปี 1978 ได้มีการลงทุนสร้างโรงเรือนพลาสติกในพื้นที่ขนาด 1,000 เฮคเตอร์ (2,500 ไร่) ในปีต่อมา มีการสร้างโรงเรือนพลาสติกเพิ่มขึ้นอีก 1 เท่ารวมเป็นพื้นที่ถึง 2,000 เฮคเตอร์ (5,000 ไร่) ผู้ลงทุนมีหลักประกันได้ว่าจะขายผลผลิตที่ได้หมด และได้รับทุนคืนภายใน 2 ปี หลังจากเริ่มการปลูกพืช (Khouzi, 1979)

ทางด้านการศึกษาเลี้ยงสัตว์ในทะเลทราย ได้มีการให้การสนับสนุนในการดำเนินงานทางด้านนี้อย่างมากมาย เช่น ให้เงินยืมไปลงทุน ลดราคาเครื่องจักรต่าง ๆ ที่ใช้

ในการทำงาน ให้บริการทางด้านวิชาการการเลี้ยงสัตว์ สัตว์ที่ได้รับการส่งเสริมมีหลายชนิด เช่น โคเนื้อ โคนม แพะ แกะ ไก่ไข่ และไก่เนื้อ สำหรับการดำเนินงานมีการสร้าง โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ประเภทต่าง ๆ ปรับอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมให้เหมาะกับการเติบโตของสัตว์ตลอดเวลา บางแห่งมีระบบโรงเรือนเลี้ยงสัตว์แบบอัตโนมัติ การปรับสภาพแวดล้อม การให้อาหารสัตว์ การนำผลผลิตออกจากสัตว์และโรงเรือน ตลอดจนการกำจัดมูลสัตว์ในโรงเรือน ทุกอย่างเป็นไปด้วยระบบอัตโนมัติทั้งสิ้น ระบบการเลี้ยงสัตว์ดังกล่าวสามารถลดแรงงาน (ซึ่งหาได้ยากและมีราคาแพงมาก) ได้ร้อยละ 80 โครงการที่ประเทศ สหุคิอาราเบียเร่งรัดมากคือ โครงการผลิตไก่เนื้อและไก่ไข่ ในปี 1980 ได้มีการสร้าง ฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่ 12 แห่ง และไก่เนื้อ 62 แห่ง ในแถบภาคตะวันออกของประเทศ ทำให้ผลิตไก่เนื้อได้ถึง 186,000 ตัว และไข่ไก่ได้ 8,500,000 ฟอง ในปี 1982 จะมีผลิต ไข่ไก่เพิ่มขึ้นอีกประมาณ 10 เท่า คือสามารถผลิตไข่ไก่ได้ถึง 88,500,000 ฟอง จากงาน การส่งเสริมการเลี้ยงไก่เนื้อและไก่ไข่นี้ ประเทศสหุคิอาราเบียมีความหวังว่าจะสามารถผลิต ไข่ไก่เลี้ยงตัวเองได้ในเวลาอีก 3 ปี และสำหรับไก่เนื้อจะต้องใช้เวลาประมาณ 5 ถึง 7 ปี (Pendleton, 1980)

นอกจากประเทศในแถบตะวันออกกลางจะให้ความสนใจในการปฏิรูปทะเลทราย ให้เป็นพื้นที่การเกษตรแล้ว สถาบันระหว่างประเทศหลายสถาบันก็ยังคงมีความกระตือรือร้นที่จะ ให้ความร่วมมือ ทั้งด้านเทคโนโลยีและด้านเงินทุน เพื่อวัตถุประสงค์ที่จะปฏิรูปทะเลทรายให้ เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ อีกด้วย (Harvey, 1980)

จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า มนุษย์มีความสามารถที่จะใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและมีอยู่ในปัจจุบัน ปฏิรูปทะเลทรายมาใช้ในการเกษตร เพื่อการผลิตอาหารให้กับประชาชนในท้องถิ่นได้เป็นอย่างดี สำหรับปริมาณของผลผลิตจะเพิ่มมากขึ้นเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับ ความต้องการของประชากรและเวลาที่จะดำเนินงาน

ง.. การใช้ที่ว่างอื่น ๆ เพื่อผลิตอาหาร บริเวณใดที่มีดิน น้ำ และแสงแดด เป็นบริเวณที่สามารถปลูกพืชได้ ปัจจุบันเราจะเห็นว่า มีการปลูกต้นไม้และหญ้าไว้ประดับบ้าน ถ้ามมีที่ว่างมากสักหน่อยก็จะทำเป็นสนามหญ้า ผู้ที่ไม่มีที่ดินอยู่เลย ก็จะพยายามปลูกต้นไม้ไว้ตาม ระเบียง บ้างก็แขวงไว้ที่ชายคาบ้าน ตามที่ทำงานก็จะตกแต่งบริเวณด้วยต้นไม้และสนามหญ้า อย่างงดงาม บริเวณที่ว่างเหล่านั้นยากที่จะคำนวณออกมาเป็นตัวเลขได้ แต่เราทราบว่ามีอยู่ทุกแห่งที่มีผู้อยู่อาศัย หากเราตกแต่งบริเวณดังกล่าวด้วยพืชที่ใช้เป็นอาหารได้ เราก็คงจะได้ทั้งความงดงามและผลผลิตอาหารในเวลาเดียวกัน

ตารางที่ 5 แสดงประสิทธิภาพการผลิตข้าวสาลีของบางประเทศ^{1/}

ประเทศ	ผลผลิตข้าวสาลี		
	ปี 1969-71 (กก./เอเคอร์)		ปี 1980 (กก./เอเคอร์) ผลต่าง(%)
ฝรั่งเศส	1,468	2,092	42.50
บุลกาเรีย	1,148	1,664	44.95
อียิปต์	1,110	1,307	17.74
จีน	602	783	30.06
ตุรกี	530	752	41.88
สหภาพโซเวียตรัสเซีย	576	643	11.63
ปารากวัย	324	354	9.25
ทั้งโลก (เฉลี่ย)	632	757	19.78

^{1/} FAO PRODUCTION YEARBOOK 1980 TABLE 10

2.1.2 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร เป็นวิธีการเพิ่มปริมาณอาหารให้กับประชากรของโลกอีกวิธีหนึ่ง และเป็นวิธีที่สามารถเพิ่มปริมาณอาหารได้อย่างไม่มีขีดจำกัด นักวิชาการเกษตรในอดีตและในปัจจุบันค้นคว้าวิจัยหาสิ่งใหม่วิธีใหม่ที่ใช้ในการผลิตเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอยู่เสมอ จากรายงานขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ ทำให้เราทราบว่า ประสิทธิภาพการผลิตข้าวสาลี (ตารางที่ 5) และข้าว (ตารางที่ 6) ของโลก ในปี 1980 สูงกว่าในระหว่างปี 1969-71 ประมาณร้อยละ 19.78 และร้อยละ 15.33 ตามลำดับ ในระหว่างปี 1969-71 ผลผลิตข้าวสาลีของโลกเป็น 632 กิโลกรัม/เอเคอร์ ในปี 1980 ผลผลิตข้าวสาลีเพิ่มเป็น 757 กิโลกรัมต่อเอเคอร์ สำหรับผลผลิตข้าวของโลกในระหว่างปี 1969-71 และในปี 1980 ได้ประมาณ 965 และ 1,113 กิโลกรัม/เอเคอร์ ตามลำดับ หากเราพิจารณาประสิทธิภาพการผลิต

ตารางที่ 6 แสดงประสิทธิภาพการผลิตข้าวของบางประเทศ^{1/}

ประเทศ	ผลผลิตข้าว		
	ปี 1969-71(กก./เอเคอร์)	ปี 1980(กก./เอเคอร์)	ผลต่าง (%)
เกาหลี	2,023	2,539	25.5%
จีน	1,451	1,685	16.1%
อินโดนีเซีย	950	1,290	35.8%
มาเลเซีย	970	1,089	12.2%
ฟิลิปปิน	670	872	30.2%
อินเดีย	675	829	22.8%
บังกลาเทศ	680	823	21.0%
บราซิล	579	635	9.7%
ลาว	530	587	10.8%
ทั้งโลก (เฉลี่ย)	965	1,113	15.33%

^{1/} FAO PRODUCTION YEARBOOK 1980 TABLE II.

ข้าวสาลีและข้าวของบางประเทศ เราจะพบว่าประเทศต่าง ๆ มีการผลิตพืชดังกล่าวด้วยประสิทธิภาพที่แตกต่างกันมาก ตัวอย่างเช่น ในปี 1980 ประเทศฝรั่งเศสผลิตข้าวสาลีได้ 2,092 กิโลกรัม/เอเคอร์ ซึ่งเพิ่มจากปี 1969-71 ประมาณร้อยละ 42.50 ในขณะที่ประเทศปารากวัยผลิตข้าวสาลีได้ 354 กิโลกรัม/เอเคอร์ ในปี 1980 ซึ่งเพิ่มจากปี 1969-71 ประมาณร้อยละ 9.25 แสดงให้เห็นว่าประเทศปารากวัยมีโอกาสที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวสาลีได้อีก ประมาณ ร้อยละ 590 หรือประมาณเกือบ 6 เท่า จึงจะเท่ากับประสิทธิภาพการผลิตของประเทศฝรั่งเศส ในทำนองเดียวกันประเทศเกาหลีสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ร้อยละ 25.5 ในช่วงระยะเวลาประมาณ 10 ปี และประเทศอินเดีย ซึ่งผลิตข้าวได้ปริมาณมากเป็นอันดับที่ 2 ของโลก มีโอกาสที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวได้อีกร้อยละ 205 จึงจะเท่ากับการผลิตของประเทศเกาหลี

จากข้อมูลดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า ทั้งประเทศที่มีประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรสูงและต่ำ มีความสามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตให้สูงขึ้นจากเดิมได้ ประเทศที่มีประสิทธิภาพการผลิตต่ำ สามารถที่จะเพิ่มผลผลิตได้มากกว่าที่เคยเป็น ตัวอย่าง เช่น ประมาณ 2 เท่าถึง 6 เท่า หรือมากกว่า จากประสิทธิภาพการผลิตเดิมสำหรับ แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรในอนาคตทำได้หลายวิธี เช่น การใช้เทคโนโลยีแผนใหม่เข้าช่วยในการผลิต การเพิ่มพื้นที่การชลประทาน เพื่อจัดหาและควบคุม น้ำที่จะใช้ในการเกษตร ตลอดจนกำหนดวิธีการผลิตที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

ก. การใช้เทคโนโลยีการเกษตรแผนใหม่ ประเทศพัฒนาแล้วมักจะใช้เทคโนโลยีการเกษตรแผนใหม่ช่วยในการผลิต เริ่มตั้งแต่มีการปรับปรุงที่ดินที่ใช้ทำการเกษตรอย่างจริงจัง มีการเตรียมพื้นที่การเกษตรโดยใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ดี เพื่อให้พอเพียงกับการเพาะปลูก มีระบบการรักษามะล็ดพันธุ์ ศึกษาวิธีการเพาะกล้าและปลูกพืชเพื่อให้ได้ผลดีที่สุด มีการอนุรักษ์น้ำและดิน ศึกษาความต้องการน้ำของพืช ให้การดูแลรักษาพืชที่ปลูกโดยการใส่ปุ๋ย ใช้สารป้องกันปราบศัตรูพืชอย่างได้ผล ใช้เครื่องจักรกลในการเก็บเกี่ยว ตลอดจนใช้วิทยาการแผนใหม่ในการเก็บรักษาผลผลิต จนกระทั่งถึงเวลาที่จะนำมาบริโภคและอุปโภค จากการใช้เทคโนโลยีแผนใหม่เข้าช่วยการผลิตทุกขั้น ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรของประเทศพัฒนาแล้ว สูงกว่าประเทศที่กำลังพัฒนาเสมอ ตัวอย่างเช่น องค์การอาหารและการเกษตร แห่งสหประชาชาติ ได้รายงานข้อมูลการผลิตธัญพืช ถั่ว และผักชนิดต่าง ๆ ของประเทศพัฒนาและประเทศกำลังพัฒนา ในปี 1969-71 และปี 1980 ไว้ (ตารางที่ 7) ในระหว่างปี 1969-71 ประเทศพัฒนาแล้ว สามารถผลิตธัญพืช ถั่ว และผักชนิดต่าง ๆ ได้มีประสิทธิภาพสูงกว่าประเทศกำลังพัฒนา ประมาณร้อยละ 45.90 ถึงร้อยละ 153.25 และในปี 1980 ประสิทธิภาพการผลิตพืชอาหารดังกล่าวจะแตกต่างกันในอัตราร้อยละ 28.11 ถึงร้อยละ 161.16

แม้ว่าประเทศกำลังพัฒนาจะมีประสิทธิภาพการผลิตพืชอาหารด้อยกว่าประเทศพัฒนาแล้วก็ตาม ประเทศกำลังพัฒนาได้พัฒนารูปแบบการผลิต โดยใช้เทคโนโลยีการเกษตรแผนใหม่เข้าช่วยเท่าที่ทำได้ ตัวอย่างเช่น มีการปรับปรุงพันธุ์พืช ให้ปุ๋ยแก่พืชมากขึ้น พัฒนาการปลูกพืช การเก็บเกี่ยวผลผลิตให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ฯลฯ ผลจากการใช้เทคโนโลยีในลักษณะดังกล่าว ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรของประเทศพัฒนาสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศเหล่านี้ อาทิ ในช่วงระหว่างปี 1969-71 ถึงปี 1980 ประเทศกำลังพัฒนาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตถั่วเหลือง ข้าว และข้าวโพดได้ถึงร้อยละ 53.31, 15.48 และ 14.09 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 แสดงประสิทธิภาพการผลิตพืชอาหารบางชนิดของประเทศพัฒนาแล้ว และประเทศกำลังพัฒนาในระหว่างปี 1969-71 (เฉลี่ย) และในปี 1980^{1/}

ชนิดของพืชอาหาร	ผลผลิตในระหว่างปี 1969-71		ความแตกต่างของ	ผลผลิตในปี 1980		ความแตกต่างของผลผลิต
	(กิโลกรัม/เฮคเตอร์)		ผลผลิตในระหว่าง	(กิโลกรัม/เฮคเตอร์)		ในปี 1980 (%)
	กลุ่มประเทศ	กลุ่มประเทศ	ปี 1969-71 (%)	กลุ่มประเทศ	กลุ่มประเทศ	
	พัฒนาแล้ว	กำลังพัฒนา		พัฒนาแล้ว	กำลังพัฒนา	
ข้าวสาลี	727	498	45.90	843	635	32.76
ข้าว	2,106	924	127.92	1,998	1,067	87.28
ข้าวบาเลย์	878	444	97.75	896	458	95.63
ข้าวโพด	1,636	646	153.25	1,930	739	161.16
ข้าวไร	649	414	56.76	667	503	32.60
ถั่วเหลือง	714	362	97.24	711	555	28.11
ถั่วลิสง	696	356	95.51	668	373	79.09
ฝักกาด	9,152	4,759	92.31	10,188	6,995	45.65
มะเขือเทศ	9,565	5,085	88.10	11,116	6,321	75.86
มะเขือ	10,026	4,063	146.76	10,953	4,704	132.84
หัวหอม	6,391	3,648	75.19	6,980	4,026	73.37

ตารางที่ 8 แสดงผลผลิตการปลูกข้าวตลอดปี และการปลูกข้าวนาปรังในประเทศไทย ระหว่างปีเพาะปลูก 2518/19 ถึง 2522/23^{1/}

ปีเพาะปลูก	ผลผลิตข้าวตลอดปี ^{2/} (กิโลกรัม/ไร่)	ผลผลิตข้าวนาปรัง (กิโลกรัม/ไร่)	ความแตกต่างของผลผลิต (%)
2518/19	265	512	93.2
2519/20	269	509	89.2
2520/21	231	532	130.3
2521/22	261	532	103.8
2522/23	258	528	104.6
เฉลี่ย	256.8	522.8	103.5

^{1/} สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2522/23 ตารางที่ 17 และตารางที่ 18

^{2/} ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวนาปีและข้าวนาปรัง

สำหรับพืชอาหารชนิดอื่น ๆ บางชนิดสามารถเพิ่มได้ในอัตราสูงสุดถึงร้อยละ 46.98

ข. การปรับปรุงระบบชลประทาน นำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่สูญสลาย มีการหมุนเวียนกลับมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด และน้ำเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งต่อการเกษตรทุกชนิด พืชและสัตว์ต้องการน้ำตั้งแต่ระยะแรก จนกระทั่งระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโต สภาพการผลิตทางการเกษตรในปัจจุบันต้องอาศัยน้ำจากแหล่งธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ น้ำฝนน้ำจากแม่น้ำ ลำคลอง บึง ห้วย และน้ำจากการละลายของหิมะ น้ำธรรมชาติเป็นน้ำที่ไม่สามารถควบคุมปริมาณให้เหมาะกับการเกษตรได้ หากปีใดมีน้ำพอเหมาะกับการผลิตทางการเกษตรก็จะได้ผลดี ถ้าปีใดน้ำท่วมหรือน้ำน้อยเกินไป การผลิตในปีนั้นจะได้รับผลไม่ดี ฉะนั้นถ้าใช้ระบบการชลประทานเข้าช่วยในการควบคุมปริมาณน้ำที่จะใช้ในพื้นที่การเกษตร ผลผลิตที่ได้จะอยู่ในเกณฑ์สูง ตัวอย่างเช่น การผลิตข้าวในประเทศไทย พื้นที่นาอยู่ในเขตชลประทานไม่เกิน ร้อยละ 20 การผลิตข้าวนาปีจึงต้องอาศัยน้ำฝนถึงร้อยละ 80 ของพื้นที่ทำนาทั้งหมด ในฤดูแล้งจะมีการผลิตข้าวนาปรัง พื้นที่ที่ใช้ผลิตข้าวนาปรังทั้งหมดอยู่ในเขตชลประทาน ศูนย์สถิติการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้รายงานว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวตลอด

ตารางที่ 9 แสดงพื้นที่ชลประทานของโลกระหว่างปี 1969-71 และปี 1979

ทวีปหรือประเทศ	พื้นที่ชลประทาน ^{1/} (ล้านเอเคอร์)		คิดเป็นร้อยละ ^{2/} ของพื้นที่การเกษตร (ปี 1979)	การเปลี่ยนแปลงของ พื้นที่ชลประทานระหว่าง ปี 1969-71 ถึงปี 1979
	1969-71	1979		
ยุโรป (ยกเว้นรัสเซีย)	26.5	34.9	9.99	31.70%
เอเชีย (ยกเว้นรัสเซีย)	279.4	332.0	29.16	18.83%
สหภาพโซเวียตรัสเซีย	27.3	41.9	7.33	54.08%
อเมริกาเหนือและ				
อเมริกากลาง	51.8	59.0	9.09	13.83%
อเมริกาใต้	14.0	17.9	5.81	27.31%
โอเชียเนีย	3.9	4.1	3.64	5.13%
แอฟริกา	17.4	20.2	4.49	16.41%
รวมทั้งสิ้น	420.3	510.0	14.25	21.36%
ประเทศพัฒนาแล้ว	109.3	134.5	8.12	23.09%
ประเทศกำลังพัฒนา	311.0	375.5	19.53	20.74%

1/ FAO PRODUCTION YEARBOOK 1980 TABLE 2

2/ จำนวนจาก FAO PRODUCTION YEARBOOK TABLE 1 & 2

ปี (ข้าวนาปีและข้าวนาปรัง) ตั้งแต่ปีเพาะปลูก 2518/19 ถึง 2522/23 ได้ข้าว 256.8 กิโลกรัม/ไร่ โดยมีอัตราการผลิตรสูงสุด 269 กิโลกรัม/ไร่ และอัตราการผลิตรต่ำสุดเฉลี่ย 231 กิโลกรัม/ไร่ และในระยะเวลาการปลูกเดียวกัน ผลผลิตจากข้าวนาปรังเฉลี่ยได้ถึง 522.8 กิโลกรัม/ไร่ โดยมีอัตราการผลิตรสูงสุด 532 กิโลกรัม/ไร่ และอัตราการผลิตรต่ำสุด 509 กิโลกรัม/ไร่ การผลิตรข้าวนาปรังในแต่ละปีมีประสิทธิภาพสูงกว่าการผลิตรข้าวตลอดทุกปี ตั้งแต่ปีเพาะปลูก 2518/19 ถึง 2522/23 ผลผลิตรข้าวต่อไร่ของนาปรังสูงกว่าของนาปีและนาปรังประมาณร้อยละ 93.2 ถึง 130.3 (ดูตารางที่ 8)

จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การผลิตข้าวในสภาพธรรมชาติ โดยใช้ น้ำฝน ให้ผลผลิตต่ำกว่าการผลิตข้าวในพื้นที่ที่อยู่ในระบบชลประทาน จากตัวอย่างดังกล่าว ทำให้เราเห็นถึงความสำคัญของระบบชลประทานกับการเกษตร เพราะระบบชลประทานให้ ประโยชน์สองอย่างควบคู่กันไป คือเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้น และทำให้สามารถใช้ พื้นที่ที่อยู่ปลูกพืชได้มากกว่า 1 ครั้ง ในรอบหนึ่งปี

จากข้อมูลในตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าในปี 1979 พื้นที่การเกษตรของโลกที่อยู่ในระบบชลประทานมีเพียง 510 ล้านเอเคอร์หรือเพียงร้อยละ 14.25 ของพื้นที่ การเกษตรของโลกเท่านั้น พื้นที่การเกษตรในทวีปเอเชีย อยู่ในเขตชลประทานในอัตรา สูงสุดประมาณร้อยละ 29.16 รองลงมาได้แก่ พื้นที่การเกษตรในทวีปยุโรป และอเมริกาเหนือและอเมริกากลาง ประมาณร้อยละ 9.99 และร้อยละ 9.09 ตามลำดับ พื้นที่ การเกษตรที่มีระบบชลประทานน้อยที่สุดอยู่ในเขตโอเชียเนีย ประมาณร้อยละ 3.64 ฉะนั้น การขยายระบบชลประทานในพื้นที่การเกษตร ยังสามารถทำได้ประมาณ 6 เท่าของพื้นที่ การเกษตรที่อยู่ในระบบชลประทานในปัจจุบัน การขยายพื้นที่การชลประทานสามารถทำได้ ในทุกเขตที่มีการเกษตร ในเรื่องนี้ องค์การอาหารและการเกษตร แห่งสหประชาชาติ ได้รายงานการเพิ่มพื้นที่ชลประทานระหว่างปี 1969-70 และปี 1979 โดยแยกไว้เป็น เขต ๆ ดังในตารางที่ 9 ในช่วงระยะเวลาประมาณ 10 ปี พื้นที่การเกษตรในเขตการ ชลประทานเพิ่มขึ้นจากเดิมถึงร้อยละ 21.36 โดยมีอัตราเพิ่มสูงสุดประมาณร้อยละ 54.08 ในประเทศสหภาพโซเวียตรัสเซีย และอัตราเพิ่มต่ำสุดในเขตโอเชียเนียประมาณร้อยละ 5.13 เป็นที่น่าสังเกตว่า การขยายตัวของระบบการชลประทานในประเทศพัฒนาแล้ว มี อัตราร้อยละ 23.09 ซึ่งใกล้เคียงกับอัตราการขยายตัวในประเทศกำลังพัฒนา คือ ประมาณร้อยละ 20.74 แสดงให้เห็นว่า ประเทศกำลังพัฒนามีความสามารถเพิ่มระบบ การชลประทานได้ในอัตราที่สูงพอ ๆ กับประเทศพัฒนาแล้ว การขยายตัวของพื้นที่ชลประ- ทานในอัตราสูงเช่นนี้ ทำให้พื้นที่การเกษตรของโลก มีแนวโน้มที่จะมีระบบชลประทาน เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในอนาคต มีผลทำให้การผลิตทางการเกษตรมีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่าง มากมาย

ค. การกำหนดวิธีการผลิต ในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงปลูกพืชเพียง ครั้งเดียว ทั้ง ๆ ที่พืชที่ปลูกมีอายุการเก็บเกี่ยวไม่เกิน 6 เดือน ฉะนั้นหากเกษตรกร วางแผนใช้พื้นที่ให้คุ้มซ้ำ ปลูกพืช 2-4 ครั้งในรอบปีแล้ว เราก็จะได้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ เพิ่มขึ้นอย่างน้อยร้อยละ 75-300 ระบบการปลูกพืชแบบนี้เรียกว่า multiple cropping หลายประเทศเริ่มให้ความสนใจบ้างแล้ว เช่น ประเทศอินเดีย ไต้หวันและฟิลิปปิน ฯลฯ สำหรับประเทศไทยเริ่มทำกันในพื้นที่การเกษตรในเขตชลประทาน ชัน ในภาคเหนือมี

การปลูกข้าวและถั่ว ข้าว-ยาสูบ ข้าว-ผัก-ข้าว ข้าว-กระเทียม ในภาคกลางมีการปลูก ข้าว-ข้าว ข้าว-ผัก ข้าว-ถั่ว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปลูก ข้าว-ข้าว ข้าว-แดง-มันเทศ หากมีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้มากขึ้น การปลูกแบบ multiple cropping จะเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถให้ผลดี ในอนาคต เราอาจจะใช้พื้นที่เพียง 100-200 ตารางวา ในการผลิตอาหารให้ประชากรหนึ่งคนบริโภคตลอดปี แทนการใช้พื้นที่ 1-2 ไร่ เช่นในปัจจุบัน

2.1.3 การลดความเสียหายระหว่างการผลิตและหลังการผลิตทางการเกษตร

การเพิ่มปริมาณผลผลิต นอกจากจะดำเนินการได้โดยการเพิ่มพื้นที่การเกษตร การปรับปรุงเขตกรรม การใช้พันธุ์พืชที่ให้ผลผลิตสูง การควบคุมการให้น้ำแก่พืช และการให้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสมแล้ว การลดความเสียหายระหว่างการผลิต ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตได้มาก ความเสียหายที่เกิดกับผลผลิตทางการเกษตรในระหว่างการผลิต เนื่องจากสาเหตุหลายอย่าง ส่วนใหญ่จะเกิดจากสิ่งมีชีวิตเข้าทำลาย หรือ แก่งแย่งอาหารพืชที่ปลูก ซึ่งได้แก่ วัชพืช โรคพืช แมลง และสัตว์ศัตรูพืช ได้มีการคำนวณว่า วัชพืชทำความเสียหายแก่พืชผลมากที่สุด คือประมาณร้อยละ 33.8 ของความเสียหายทางการเกษตรทั้งหมด รองลงมาได้แก่ โรคพืช (ร้อยละ 26.3) แมลง (ร้อยละ 9.6) และอื่น ๆ รวมทั้งหนู ความเสียหายเนื่องจากสิ่งมีชีวิตเข้าทำลายพืชผล เกิดขึ้นในทุกประเทศที่มีการเกษตร ประชากรของโลกต้องสูญเสียผลผลิตไปโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 20 ของผลผลิตทั้งหมด ต่อปี ตัวอย่างเช่น ประเทศสหรัฐอเมริกาเพียงประเทศเดียว ต้องสูญเสียผลผลิตเนื่องจากแมลงเข้าทำลายคิดเป็นมูลค่าประมาณ 4 พันล้านดอลลาร์ หรือประมาณ 92 พันล้านบาท สำหรับในประเทศไทย มีรายงานจากกรมส่งเสริมการเกษตรว่า ในระหว่างปี 2516-2518 แมลงศัตรูข้าวได้ทำลายข้าวในนาเสียหายไปประมาณ 2.9-3.3 ล้านไร่ต่อปี โรคข้าวทำความเสียหายให้กับต้นข้าวประมาณ 2.5-3.9 ล้านไร่ต่อปี และหนูได้กัดกินต้นข้าวในนาเสียหายไปถึง 4.8-5.9 ล้านไร่ต่อปี เราต้องเสียข้าวไปคิดเป็นมูลค่าถึง 3.26-3.97 พันล้านบาทต่อปี ในประเทศอินเดีย การผลิตธัญพืชได้รับความเสียหายเนื่องจากหนูเข้าทำลาย ทำให้ผลผลิตในแต่ละปีลดลงประมาณร้อยละ 25 และได้มีรายงานว่าผลผลิตธัญพืชของโลกถูกหนูทำลายเสียหายไปปีละประมาณร้อยละ 3.55 ของผลผลิตทั้งโลก จากข้อมูลในตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า การปลูกพืชเศรษฐกิจในบางครั้งไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เลย เนื่องจากวัชพืชศัตรูพืชระบาด เช่น การปลูกข้าวโพดในขณะที่มีโรคราน้ำค้างระบาด การปลูกถั่วเหลืองที่มีวัชพืชขึ้นมาก ๆ การปลูกข้าวและอ้อยในบริเวณที่มีหนูชุกชุม เป็นต้น (ดูตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 แสดงความเสียหายของพืชเศรษฐกิจที่ถูกศัตรูพืชบางชนิดเข้าทำลาย

ชนิดศัตรูพืช	ชนิดพืชเศรษฐกิจ	ประเทศ	ความเสียหาย	อ้างตาม
แมลง	ไม้ระนุ	สหรัฐอเมริกา	5 พันล้านเหรียญต่อปี	โสธร, 2515
แมลง	ข้าว	ไทย	2.9-3.3 ล้านไร่ต่อปี	ณรงค์, 2520
โรคข้าว	ข้าว	ไทย	2.5-3.9 ล้านไร่ต่อปี	ณรงค์, 2520
หนู	ข้าว	ไทย	4.8-5.9 ล้านไร่ต่อปี	ณรงค์, 2520
หนู	ธัญพืช	อินเดีย	ร้อยละ 25	สวาท, 2515
หนู	ธัญพืช	โลก	ร้อยละ 3.55	สวาท, 2515
โรคราน้ำค้าง	ข้าวโพด	ไม้ระนุ	ร้อยละ 50-100	วิชัย, 2515
วัชพืช	ถั่วเหลือง	ไม้ระนุ	ได้ถึงร้อยละ 100	ประเชิญ และคณะ, 2519
โรคราสนิม	ถั่วเหลือง	ทั่วไป	ร้อยละ 10-40	ประเทือง, 2516
หนู	ข้าว	ฟิลิปปิน, ไทย อินโดนีเซีย	ร้อยละ 5-100	สวาท, 2515
หนู	อ้อย	ฟิลิปปิน, อเมริกา, อินโดนีเซีย	ร้อยละ 4-100	สวาท, 2515

นอกจากประชากรของโลกจะต้องสูญเสียพืชผลไประหว่างการผลิตแล้ว พืชผลที่เก็บเกี่ยวได้ยังเสียหายไประหว่างการเก็บรักษา การขนส่ง และกรรมวิธีการแปรรูปพืชผลในทางอุตสาหกรรม ความสูญเสียทางด้านนี้เกิดกับผลผลิตสดและผลผลิตที่เก็บไว้ได้นาน ๆ เช่น ผักสดและผลไม้สดจะเสียหายไประหว่างการขนส่งในสภาพปกติ ในแต่ละวันเป็นปริมาณสูงมาก ความเสียหายดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากการสูญเสียน้ำ ทำให้ผักเกี่ยวไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค บางครั้งผักสดผลไม้สดก็ได้รับความชอกช้ำ และเป็นแผลเป็นเหตุให้เชื้อโรคเข้าไปเจริญเติบโตและทำให้เน่าเสียไป สำหรับพืชผลที่เก็บไว้ในที่เก็บก็จะถูกแมลง หนู และโรคพืชเข้าทำลายเสียหายเช่นเดียวกัน เช่น หนูชอบเข้าไปกินข้าวเปลือก ข้าวสารที่เก็บไว้ในยุ้งฉาง ในประเทศอินเดีย ผู้อำนวยการสถาบันการวิจัยเทคโนโลยีอาหาร เมืองโมเชอร์ ประมาณความเสียหายของเมล็ดพันธุ์พืชที่เก็บในยุ้งฉางเนื่องจากหนูเข้าทำลายมีประมาณร้อยละ 25-30 ต่อปี ที่ประเทศอังกฤษได้มีการทดลองเลี้ยงหนูไว้ในข้าวสาลี เพื่อตรวจสอบความเสียหายพบว่า หนูหนึ่งตัวสามารถทำความเสียหายให้แก่ข้าวสาลีประมาณเฉลี่ยประมาณร้อยละ 18.23 ในเวลาเพียง 12-28 สัปดาห์ แมลงชนิดต่าง ๆ เช่น ตัวงวง มอดแป้ง ผีเสื้อข้าวเปลือก และผีเสื้อข้าวสาร สามารถทำความเสียหายให้แก่ข้าวเปลือก ข้าวสารในยุ้งฉางได้เช่นกัน เมล็ดพันธุ์พืชที่เก็บไว้ในที่เก็บเป็นเวลานาน มักจะมีเชื้อโรคเข้าไปเจริญเติบโต ทำความเสียหายได้มาก จากการตรวจสอบเชื้อโรคในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่เก็บในยุ้งฉางของเกษตรกร และที่เก็บของสถานีขยายพันธุ์พืชจำนวน 32 แห่ง พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดจาก 28 แห่งมีเชื้อรา และเชื้อราที่ตรวจพบเป็น *Aspergillus* spp. ร้อยละ 50-60 *Eusarium* spp. ร้อยละ 35-40 และ *Penicillium* spp. ร้อยละ 35-40 เชื้อราแต่ละชนิดทำความเสียหายได้ต่างกัน สำหรับเชื้อ *Fusarium* spp. มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีความงอกลดลงได้ถึงร้อยละ 20 และจากการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงเตาจากเกษตรกรภาคเหนือของประเทศไทย และจากร้านค้าในกรุงเทพพบว่า มีเชื้อราทั้งสามชนิดดังกล่าวข้างต้นตั้งแต่ร้อยละ 5-40 ของตัวอย่างที่นำมาสำรวจ

จะเห็นได้ว่า ระหว่างการผลิตทางการเกษตรและหลังการผลิต "รูร่ว" ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลงตลอดเวลาการผลิต เราอาจจะต้องสูญเสียพืชผลที่ได้ไปถึงร้อยละ 20 ของผลผลิตทั้งหมด พืชผลจำนวนนี้เราไม่มีโอกาสได้เห็นมันเลย ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้แล้ว ก็ยังเสียหายไปก่อนที่จะนำมาใช้เป็นอาหาร อีกมาก

ในปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัย เพื่อหาวิธี "อุดรูร่ว" ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตและหลังการผลิต มีการออกสำรวจศัตรูของพืชเศรษฐกิจ ศึกษาชีววิทยาของศัตรูพืชแต่ละชนิดอย่างละเอียด ศึกษาหาวิธีการป้องกันและกำจัดศัตรูที่ถูกต้องและได้ผล ผสมพันธุ์

พืชเพื่อให้พันธุ์ที่ต้านทานต่อศัตรูพืชและให้ผลผลิตสูง ศึกษาหาศัตรูธรรมชาติของศัตรูพืช เพื่อช่วยในการกำจัดศัตรูพืชให้น้อยลงปรับปรุงการเกษตรกรรม มีการใช้สารเคมี ใช้เครื่องมือ ใช้ความร้อน ใช้ความเย็นในการควบคุมศัตรูพืช ตลอดจนมีการศึกษาริธีการเก็บรักษา การขนส่งผลผลิตอย่างถูกต้อง เพื่อลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับผลผลิต จากการศึกษาริธีอย่างกว้างขวางทำให้ เกษตรกรมีพันธุ์พืชที่ต้านทานต่อศัตรูพืชที่สำคัญ ๆ หลายชนิด มีสารเคมีที่จะใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในการปลูกพืชเศรษฐกิจแต่ละชนิด มีริธีเกษตรกรรมที่ถูกต้องและเหมาะสมแต่ละพื้นที่ มีเครื่องมือต่าง ๆ ช่วยในการป้องกันและกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช มีระบบการขนส่งอันทันสมัยและรวดเร็ว มีริธีการเก็บรักษาผลผลิตไว้ได้นาน ๆ มีการมริธีการแปรรูปเพื่อนำผลผลิตไปใช้ประโยชน์ และเก็บถนอมผลผลิตไว้ในรูปอาหารสำเร็จรูป ฯลฯ กรรมวิธีและสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เป็น "เครื่องหมาย" ที่ทำให้เราเชื่อว่า ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตและหลังการผลิตทางการเกษตรจะลดลงเรื่อย ๆ นั้นหมายความว่า เป็นการเพิ่มปริมาณผลผลิต เพิ่มอาหารได้อย่างมหาศาล

2.2 การเพิ่มปริมาณโปรตีน

สารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของคนมีหลายประเภท ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย ไขมันจะให้พลังงานได้มากเป็น 2 เท่าของคาร์โบไฮเดรต สำหรับโปรตีนนอกจากจะให้พลังงานแก่ร่างกายแล้ว ยังเป็นสารอาหารที่สำคัญยิ่งต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย เพราะโปรตีนทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของเซลล์กล้ามเนื้อและอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย ทำให้ร่างกายดำรงชีพได้ตามปกติ ส่วนวิตามิน เกลือแร่ และน้ำ ทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบและควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ ทำให้สุขภาพของร่างกายสมบูรณ์เป็นปกติ

นักโภชนาศาสตร์ได้คำนวณไว้ว่า คนทั่วไป ต้องการพลังงานประมาณวันละ 2,800 แคลอรี โปรตีนวันละ 70 กรัม แร่ธาตุและวิตามินอีกจำนวนหนึ่ง ในการดำรงชีพอย่างปกติสุข พลังงานที่คนต้องการอาจได้มาจาก แป้ง น้ำตาล ไขมันพืช เนย หรือน้ำมันสัตว์ ที่ใช้ประกอบอาหารประจำวัน คนเราจะได้รับพลังงาน 2,800 แคลอรี ถ้าบริโภคข้าวประมาณ 750 กรัม หรือมันฝรั่งประมาณ 3,350 กรัม หรือน้ำตาลประมาณ 770 กรัม หรือนมประมาณ 330 กรัม หรือถั่วอกประมาณ 4,150 กรัม หรือถั่วแขกประมาณ 800 กรัม หรือผักคะน้าประมาณ 6,250 กรัม เป็นต้น

จากผลผลิตของธัญพืช พืชหัว น้ำตาล ผัก ผลไม้ และพืชอาหารชนิดอื่น ๆ ที่โลกเราผลิตได้ในแต่ละปี สามารถให้พลังงานได้เฉลี่ยประมาณร้อยละ 80 ของความต้องการของประชากรโลก พลังงานส่วนที่ยังขาดจะได้มาจากไขมันสัตว์ น้ำมันสัตว์และเนื้อ ดังนั้นพลังงานที่ประชากรโลกได้รับ ส่วนใหญ่มาจากพืชและผลิตภัณฑ์ของพืช เมื่อรวมกับพลังงานที่ได้มาจากสัตว์และผลิตภัณฑ์ของสัตว์แล้ว ก็จะเพียงพอกับความต้องการของพลโลก

สำหรับโปรตีนที่คนหนึ่งคนต้องการวันละ 70 กรัม นั้น ครึ่งหนึ่งจะต้องได้มาจากสัตว์หรือผลิตภัณฑ์ของสัตว์ แสดงให้เห็นว่า คนหนึ่งคนต้องการโปรตีนจากสัตว์เฉลี่ยประมาณ 35 กรัม/วัน หรือประมาณ 12.78 กิโลกรัม/ปี เท่านั้น นอกจากนี้อาจใช้โปรตีนจากแหล่งอื่น ๆ แทนได้

ประชากรในแต่ละประเทศมีโอกาสบริโภคเนื้อสัตว์ในปริมาณแตกต่างกัน เช่น ประชากรของประเทศนิวซีแลนด์อาจบริโภคเนื้อสัตว์ได้ประมาณคนละ 368.78 กิโลกรัม/ปี หรือประมาณ 1,010 กรัม/วัน ประชากรในประเทศเดนมาร์กและอูรุกวัย สามารถบริโภคเนื้อสัตว์ได้ประมาณคนละ 189.15 กิโลกรัม/ปี และ 170.00 กิโลกรัม/ปี ตามลำดับ ในขณะที่ประชากรในประเทศเนปาล ศรีลังกา และอินเดีย บริโภคเนื้อสัตว์กันคนละ 3.34 กิโลกรัม/ปี 1.82 กิโลกรัม/ปี และ 1.03 กิโลกรัม/ปี ตามลำดับ (Kurian, 1979) องค์การอาหารและการเกษตร แห่งสหประชาชาติได้รายงานไว้ว่า ในปี 1980 โลกเราผลิตเนื้อสัตว์ได้ประมาณ 142.17 ล้านตัน นม 470.39 ล้านตัน และไข่ประมาณ 27.46 ล้านตัน โดยเฉลี่ยประชากรโลกหนึ่งคนจะบริโภคเนื้อสัตว์ประมาณ 32.21 กิโลกรัม/ปี หรือประมาณ 88 กรัม/วัน นม 106.5 กิโลกรัม/ปี หรือประมาณวันละ 1 แก้ว และไข่อีก 6.22 กิโลกรัม/ปี หรือ 17 กรัม/วัน เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ของสัตว์ในปริมาณดังกล่าวก็น่าจะเพียงพอสำหรับความต้องการโปรตีนจากสัตว์ของประชากรธรรมดา ๆ ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงปริมาณโปรตีนจากปลา

ในขณะที่ประชากรโลกมีจำนวนมากขึ้น การผลิตอาหารประเภทเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ก็สูงขึ้นเป็นเงาตามตัว จากเลขดัชนีปริมาณอาหารประเภทโปรตีนของโลก (ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่า ปริมาณอาหารประเภทโปรตีนของโลก เพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่าจำนวนประชากรโลกเล็กน้อย แม้กระนั้นนักวิชาการก็ได้ค้นคว้าวิจัย หาแหล่งอาหารโปรตีนเพิ่มขึ้น เพื่อไว้เป็นทุนสำรอง การเพิ่มโปรตีนในอนาคตอาจพิจารณาได้จากแหล่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1 แหล่งโปรตีนจากพืช

โปรตีนเป็นสารที่มีโครงสร้างซับซ้อน เมื่อถูกย่อยจะได้กรดอะมิโนหลายชนิด จากการศึกษาค้นคว้าทางด้านโภชนาการของคน ทำให้เราทราบว่าร่างกายมีความต้องการกรดอะมิโนประมาณ 20 ชนิด แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือประเภทที่ร่างกายต้องการและสร้างขึ้นได้จากกรดอะมิโนและสารอินทรีย์อื่น ๆ ได้แก่ อาร์จินีน ฮิสเทอีน ไกลซีน ฮิสติดีน ไฮดรอกซีไลซีน ไฮดรอกซีโพรลีน โพรลีน เซรีน ไทโรซีน กรดแอสพาร์ติก และกรดกลูตามิก กรดอะมิโนประเภทนี้เรียกว่า non-essential amino acid อีกประเภทหนึ่งเป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายต้องการ แต่ไม่สามารถสร้างขึ้นใช้เองได้ ได้แก่ ไอโซลิวซีน ลิวซีน ไลซีน เมไทโอนีน เพลินอะลานีน เทโรโอนีน เทริปโตเฟน และวาเลอีน สำหรับในเด็กทารกอาจจะรวมถึงฮิสติดีนและอาร์จินีนด้วย เพราะเด็กทารกยังไม่สามารถกรดอะมิโนทั้งสองชนิดได้ในปริมาณที่พอเพียงกับความต้องการ กรดอะมิโนประเภทที่สองนี้เรียกว่า essential amino acid เป็นกรดอะมิโนที่สำคัญทางด้านโภชนาการ เพราะร่างกายต้องบริโภคในปริมาณที่พอเหมาะกับความต้องการ สำหรับประเภทแรก หากร่างกายบริโภคน้อยกว่าปริมาณความต้องการ ร่างกายก็สามารถสร้างขึ้นเพิ่มเติมได้ กรดอะมิโนประเภทแรกจึงมีความสำคัญน้อยกว่ากรดอะมิโนประเภทที่ร่างกายสร้างขึ้นเองไม่ได้

พืชที่ใช้เป็นอาหารสำหรับประชากรโลก มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่แตกต่างกัน เมล็ดธัญพืชมีโปรตีนประมาณร้อยละ 7-12 ของน้ำหนัก ผักมีโปรตีนประมาณร้อยละ 0.3-4.7 ถ้าเป็นพวกถั่ว เช่น ถั่วแขกจะมีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 15.0 พืชหัวมีโปรตีนประมาณร้อยละ 1.2-2.0 เช่น มันสำปะหลังจะมีโปรตีนโดยน้ำหนักประมาณร้อยละ 0.7-1.2 สำหรับผลไม้โดยทั่วไปจะมีโปรตีนน้อยมาก เนื่องจากเมล็ดพืชตระกูลถั่วมีโปรตีนประมาณร้อยละ 20-40 ของน้ำหนัก จึงนิยมใช้เป็นแหล่งโปรตีน รองลงมาสัตว์หากเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วชนิดต่าง ๆ กับเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ จะพบว่า ถั่วชนิดต่าง ๆ จะมีโปรตีนสูงกว่าสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ จากข้อมูลในตารางที่ 11 จะเห็นว่า ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วดำ และถั่วเขียวมีโปรตีนอยู่ถึงร้อยละ 39.4, 24.4, 24.0, และ 25.2 ตามลำดับ ในขณะที่เนื้อวัว เนื้อควาย และเนื้อไก่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบร้อยละ 20.2, 20.3 และ 21.6 ตามลำดับ สำหรับไข่ไก่และไข่เป็ดมีโปรตีนร้อยละ 12.8 และ 13.7 ตามลำดับ และน้ำมันวัวและควายมีโปรตีนอยู่เพียงร้อยละ 3.2-4.7 เท่านั้น ถั่วเหลืองมีโปรตีนสูงกว่าถั่วชนิดอื่น ๆ ประมาณร้อยละ 56.3

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณโปรตีนและส่วนประกอบอื่น ๆ ของเมล็ดถั่ว เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์

แหล่งโปรตีน	โปรตีน %	ไขมัน %	คาร์โบไฮเดรต %	น้ำ %	อื่น ๆ %	อ้างตาม
ถั่วพู*	33.6	17.7	34.8	5.15	8.75	วิวัฒน์, 2525
ถั่วเหลือง	39.4	16.3	22.2	9.3	12. b	mm, 2521
ถั่วลิสง	24.4	45.7	19.5	6.1	4.3	อมรา, 2521
ถั่วดำ	24.0	1.2	55.3	11.4	8.1	อมรา, 2521
ถั่วเขียว	25.2	0.7	57.0	9.2	7.9	อมรา, 2521
เนื้อวัว	20.2	12.3		66.6	0.9	เจริญ, 2524
เนื้อควาย	20.3	3.5		75.5	0.6	เจริญ, 2524
เนื้อไก่	21.6	2.5		74.8	1.1	สุวรรณ, 2522
ไข่ไก่	12.8	11.8	1.0	73.6	0.8	สุวรรณ, 2522
ไข่เป็ด	13.7	14.4	0.2	67.7	2.0	สุวรรณ, 2522
น้ำนมวัว	3.2	3.5	4.6	87.8		เจริญ, 2524
น้ำนมควาย	4.7	8.3	4.3	82.8	-	เจริญ, 2524

* ค่าเฉลี่ยระหว่างสูงสุดกับต่ำสุด, ของกากเมล็ดถั่วพูแก่ที่สกัดเอาน้ำมันออกแล้ว

และสูงกว่าเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ประมาณร้อยละ 82.4 ถึงร้อยละ 1,131.2 สำหรับถั่วชนิดอื่น ๆ จะมีโปรตีนสูงกว่าเนื้อสัตว์ชนิดต่าง ๆ ประมาณร้อยละ 4-5 สูงกว่าไข่ไก่ ไข่เป็ด น้ำนมวัว และน้ำนมควายประมาณร้อยละ 83.9-687.5

ในการพิจารณาแหล่งโปรตีน นอกจากจะหาแหล่งที่ให้โปรตีนในปริมาณสูงแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงคุณภาพของโปรตีนอีกด้วย โดยพิจารณาจากชนิดและอัตราส่วนกรดอะมิโนที่มีในแหล่งโปรตีนชนิดนั้น ๆ เราได้ทราบมาแล้วว่า กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายมีประมาณ 20 ชนิด ประเภทที่ร่างกายสร้างขึ้นเองไม่ได้ หรือสร้างได้ในปริมาณเล็กน้อยมีอยู่ประมาณ 10 ชนิด แหล่งโปรตีนที่ดีจะต้องมีกรดอะมิโนทั้ง 10 ชนิด อยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย จากผลการวิเคราะห์กรดอะมิโนในโปรตีนจากเนื้อสัตว์ เนื้อไก่ นมและไข่ พบว่ามีกรดอะมิโนในชนิดที่ร่างกายคนไม่สามารถสร้างขึ้นได้ อยู่ครบทุกตัว และมีอัตราส่วนที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย ดังนั้นเนื้อสัตว์

และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ จึงเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพสูงสำหรับคนเรา หากพิจารณาโปรตีนจากเมล็ดถั่วชนิดต่าง ๆ จะพบว่า มีกรดอะมิโนที่สำคัญครบทุกชนิดเช่นเดียวกับโปรตีนจากสัตว์ และอัตราส่วนของกรดอะมิโนที่มีอยู่ในโปรตีนของถั่วต่าง ๆ ก็ใกล้เคียงกับโปรตีนจากสัตว์ ยกเว้นเมทไอโอนีน ซึ่งมีในถั่วในอัตราต่ำ (ดูตารางที่ 12) เราจึงกล่าวได้ว่า เมล็ดถั่วให้โปรตีนที่มีคุณภาพทัดเทียมกับเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ และถ้าหากเรานำโปรตีนจากถั่วชนิดต่าง ๆ มาดัดแปลงเป็นโปรตีนสำเร็จรูป โดยเติมกรดอะมิโนที่มีปริมาณน้อยลงไป ก็จะได้โปรตีนสำเร็จรูปที่มีคุณภาพสูงตามความต้องการของร่างกาย

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการผลิตโปรตีนจากถั่วกับโปรตีนจากสัตว์ จะพบว่า การผลิตโปรตีนจากถั่วให้ผลผลิตสูงกว่า ใช้เวลาน้อยกว่า และใช้พลังงานน้อยกว่าการผลิตโปรตีนจากสัตว์หลายเท่า ทั่วโลกสามารถผลิตถั่วเหลืองได้ในอัตราประมาณ 240 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วเหลืองมีโปรตีนประมาณร้อยละ 39.4 พื้นที่ 1 ไร่ จะผลิตโปรตีนจากถั่วเหลืองได้ถึง 94.56 กิโลกรัม ถ้าเป็นถั่วซูกะจะได้โปรตีนประมาณ 100 กิโลกรัม/ไร่ ถั่วเขียวจะได้โปรตีนประมาณ 37.5 กิโลกรัม/ไร่ หรือถ้าเป็นถั่วลิสงจะได้โปรตีนประมาณ 25 กิโลกรัม/ไร่ การผลิตโปรตีนในอัตราดังกล่าวใช้เวลาเพียง 3-4 เดือนเท่านั้น ถ้านำพื้นที่ 1 ไร่มาปลูกหญ้า แล้วนำไปเลี้ยงสัตว์ ก็จะได้โปรตีนจากเนื้อสัตว์เพียง 22 กิโลกรัม/ปี หรือน้ำนมเพียง 54 กิโลกรัม/ปีเท่านั้น ฉะนั้นถ้าปลูกถั่วกันปีละ 2 ครั้ง ในพื้นที่ 1 ไร่ จะสามารถผลิตโปรตีนจากถั่วได้อย่างต่ำประมาณร้อยละ 100 ถึงร้อยละ 900 ของปริมาณโปรตีนจากสัตว์ ดังนั้นในบางประเทศ เช่น ประเทศจีนและอินเดีย จึงนิยมปลูกถั่วกันมากกว่าเลี้ยงสัตว์ ทางด้านการใช้พลังงานในการผลิต ดร. อาวุธ ณ ลำปาง ได้กล่าวว่า การผลิตโปรตีนจากสัตว์มีราคาแพงมาก เพราะพลังงานที่ได้จากเนื้อสัตว์หนึ่งแคลอรีนั้นจะต้องมาจากพลังงานจากพืชถึง 7 แคลอรี

จากข้อมูลข้างต้น ทำให้เห็นว่า พืชทุกชนิดสามารถให้โปรตีนได้ พืชตระกูลถั่วเป็นพืชที่มีโปรตีนสูงกว่าสัตว์ โปรตีนจากพืชตระกูลถั่วหลายชนิดมีกรดอะมิโนที่สำคัญ ๆ ในอัตราส่วนที่ทัดเทียมกับโปรตีนจากสัตว์ และการผลิตโปรตีนจากถั่วใช้พลังงานน้อยกว่าการผลิตโปรตีนจากสัตว์ ดังนั้นในปัจจุบัน พืชตระกูลถั่วจึงนับว่าเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญรองจากเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เฉพาะในด้านคุณภาพ หากมีการศึกษาในด้านต่าง ๆ เพื่อเพิ่มกรดอะมิโนบางชนิดในถั่วให้มีอัตราสูงขึ้น พืชตระกูลถั่วก็จะเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารยิ่งสำหรับประชากรโลกในอนาคต

ตารางที่ 12 แสดงอัตราส่วน (%) ของกรดอะมิโนที่สำคัญที่พบในแหล่งโปรตีนชนิดต่าง ๆ

amino acid	ถั่ว ¹	ถั่วลิสง ²	ถั่วเหลือง ²	ถั่วดำ ²	ถั่วเขียว ²	เนื้อ ³	ไก่ ³	นม ³	ไข่ ³
Arginine	71.97.	25.70	15.76	13.91	12.5	13.20	15.16	7.14	11.23
Histidine	29.00	5.86	5.20	5.03	4.93	6.80	4.52	4.48	3.65
Isoleucine	48.11	9.92	11.94	12.48	12.32	10.72	9.28	14.16	14.04
Leucine	50.66	14.61	16.79	18.49	20.07	16.08	14.93	19.83	16.14
Lysine	82.21	8.52	13.76	13.55	15.24	17.73	16.97	12.93	12.63
Methionine	20.77	2.11	2.91	3.05	2.46	5.57	4.07	5.86	7.19
Phenylalanine	52.43	12.19	10.19	11.13	10.67	8.04	9.05	9.82	11.23
Threonine	49.29	6.48	8.57	7.18	7.03	9.28	9.05	7.76	8.60
Tryptophan	20.57	2.66	3.03	2.15	1.62	2.06	1.81	2.76	2.63
Valine	50.02	11.95	11.48	13.02	13.14	10.51	15.16	14.84	12.81
รวม	100	100	100	100	100	100	100	100	100

1/ สุนันทา และคณะ, 2525

2/ อมรา, 2521 หน้า 211

3/ สุวรรณ, 2519 หน้า 255

2.2.2 แหล่งโปรตีนจากป่าน้ำ

ป่าน้ำที่อุดมสมบูรณ์ของโลกมีอยู่ประมาณ 10-11 พันล้านเอเคอร์ ซึ่งกระจายอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของโลก ในป่าน้ำเหล่านั้นมีพืชขนานาชนิดขึ้นอยู่ตามธรรมชาติ บางชนิดสามารถใช้เป็นอาหารได้ จากการศึกษาพืชในป่าน้ำหรือที่อยู่ใกล้บริเวณป่าน้ำในประเทศไทย พบว่ามีพืชถึงอย่างน้อย 195 ชนิดที่สามารถใช้เป็นอาหารได้ ซึ่งแยกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้คือ ไม้ยืนต้น 80 ชนิด ไม้ล้มลุกและพืชขนาดเล็ก 34 ชนิด ไม้เถา 32 ชนิด พืชที่อาศัยอยู่ในน้ำ 6 ชนิด ไม้ไผ่ 11 ชนิด และเห็ดป่าน้ำ 32 ชนิด พืชเหล่านี้มีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และวิตามินที่สำคัญเป็นองค์ประกอบ แต่จะประเมินเป็นมูลค่าหรือปริมาณนั้นยังทำได้ยาก เนื่องจากพืชป่าน้ำที่ใช้เป็นอาหารได้ยังมีอีกหลายชนิด บางชนิดก็อาจยังไม่รู้จัก หากประชากรโลกมีความต้องการใช้ป่าน้ำเป็นแหล่งอาหาร และแหล่งโปรตีนแล้ว จะต้องศึกษารายละเอียดกันต่อไป

ธัญพืชที่ประชากรเกือบครึ่งโลกรับประทานอยู่ทุกวันนี้ มีโปรตีนเพียงร้อยละ 7-10 เท่านั้น ความจริงเรายังมีแหล่งโปรตีนจากพืชที่มีโปรตีนสูงกว่านี้อีกมาก นั่นคือใบไม้ จากการวิเคราะห์ใบไม้ พบว่ามีโปรตีนอยู่ราวร้อยละ 20-30 ของน้ำหนักแห้ง ปัจจุบันได้มีการทดลองแยกโปรตีนจากใบพืชเพื่อให้ได้โปรตีนเข้มข้น โปรตีนที่แยกได้มีส่วนประกอบของกรดอะมิโนในอัตราส่วนที่สมดุลย์ดี สามารถนำไปผสมกับแป้งทำขนมและอาหารต่าง ๆ ได้ดี ถ้าแยกออกมาโดยผ่านขั้นตอนง่าย และยังมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์อยู่ ก็สามารถนำไปผสมอาหารเลี้ยงสัตว์ได้ โปรตีนที่สกัดจากใบพืชจะไม่มีเยื่อใย (fiber) เจือปน ทำให้มีการย่อยได้ดีขึ้น ใบพืชเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งใบพืชจากพืชป่าน้ำปริมาณมาก มายมหาศาล ใบพืชบางชนิดสามารถเจริญเติบโตกลับสู่สภาพเดิมภายในเวลาประมาณ 4 สัปดาห์ หลังจากการตัดใบไปใช้ ในหนึ่งปีอาจตัดใบพืชไปใช้ประโยชน์ได้ถึงประมาณ 10 ครั้ง ในอนาคตใบพืชจึงเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่ง ที่สำรองไว้สำหรับประชากรโลกที่กำลังวิตกกังวลว่าอาหารจะขาดแคลน

2.2.3 แหล่งโปรตีนจากทะเล

ทะเลอันกว้างใหญ่ไพศาลครอบคลุมพื้นที่ถึงร้อยละ 70 ของพื้นโลกมีทรัพยากรต่าง ๆ มากมาย รวมถึงพืชน้ำและสัตว์ทะเลที่มีคุณค่าต่อประชากรโลก เราทราบว่ามีบริเวณที่ต่อจากพื้นดินชายทะเล (เรียกว่าบริเวณไหล่ทวีป หรือ continental shelf) เป็น

บริเวณที่สายน้ำลำธารพัดพาอาหาร ตะกอน เศษหิน ดิน ทราย จากพื้นดินไหลลงมาวมกัน และเป็นบริเวณที่มีระดับน้ำตื้น แสงแดดส่องไปถึงกันทะเล พืชน้ำชนิดต่าง ๆ สามารถใช้พลังงานจากแสงแดดในการสังเคราะห์แสงได้ ทำให้บริเวณดังกล่าวมีออกซิเจนถ่ายเทขึ้นสู่พื้นน้ำมาก บริเวณไหลற்பึงมีพืชน้ำเจริญเติบโตอยู่มากมายหลายชนิด บางชนิดใช้เป็นแหล่งโปรตีนได้ดี เช่น พวกสาหร่ายชนิดต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้บริเวณดังกล่าวยังเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำมากมายหลายชนิด เช่น พวกปลา ปู กุ้ง หอย ฯลฯ ชาวประมงจึงนิยมทำการประมงกันตั้งแต่ชายฝั่งจนกระทั่งถึงบริเวณดังกล่าว เพราะมีสัตว์น้ำชุมชุม และการจับสัตว์น้ำส่วนมากมักจะทำกันในทะเลทางซีกโลกเหนือ ในสภาพการประมงปัจจุบัน ประชากรโลกได้สัตว์น้ำมาเป็นอาหารประมาณปีละ 60-70 ล้านตัน จากการคาดคะเน ปริมาณปลา ประชากรควรจับปลาได้ประมาณปีละ 200-400 ล้านตัน และถ้าหากมีการศึกษาค้นคว้าลงไปถึงซีกโลกใต้ อาจจะมีสัตว์น้ำที่ใช้เป็นอาหารได้ปริมาณมากกว่านี้ เพราะบริเวณดังกล่าวยังมีการทำการประมงกันน้อยมาก

สัตว์น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่คืนตัวได้ (renewal resources) สามารถเจริญเติบโต สืบพันธุ์ เพิ่มจำนวนได้ครั้งละมาก ๆ และสัตว์น้ำที่จับขึ้นมาได้ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เจริญเติบโตในทะเลตามธรรมชาติ ในปัจจุบันได้มีการศึกษาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ มีสัตว์น้ำหลายชนิดที่สามารถผสมเทียมได้เป็นผลสำเร็จ เช่น ปลาทู-ลิ่ง ปลาจวด ปลาทูแยก ปลาสิğun ปลาหลังเขียว ปลาสาก ปลาเหลืองโทรง ปลาปากคม ปลาจักรฟาน และมีสัตว์น้ำอีกหลายชนิดที่สามารถเพาะฟักและเพาะเลี้ยงได้เป็นผลสำเร็จ เช่น หมึกกระดอง ปูน้ำ ปูทะเล ปูลาย หมึกหอม หอยนางรม หอยเชลล์ สัตว์น้ำเหล่านี้เป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่งแก่ประชากรโลก และเชื่อว่าการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยเลียนแบบธรรมชาติจะให้ผลค่าพื้นที่ในแต่ละปี สูงกว่าที่ปล่อยให้สัตว์น้ำเติบโตเอง

2.2.4 แหล่งอาหารประเภทอื่น ๆ

ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 เยอรมันและญี่ปุ่นขาดแคลนอาหารอย่างหนัก เนื่องจากมีการรบพุ่งกัน จนไม่มีคน ไม่มีพื้นที่ และไม่มีเวลาที่จะผลิตอาหารเลี้ยงประชากรของประเทศ จึงได้มีการค้นคิดหาวิธีการผลิตอาหารในหลอดทดลองขึ้น แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากอยู่ในสภาวะสงครามและมีเวลาน้อย หลังสงครามนักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ความคิดนี้ทำงานต่อไปจนประสบความสำเร็จในหลาย ๆ เรื่อง เช่น การเลี้ยงสาหร่าย Chlorella และการเลี้ยงยีสต์ พบว่าในพื้นที่ 1 ไร่ สามารถผลิตสาหร่ายได้ถึง 8,8 ตัน/ปี

สาหร่ายดังกล่าวเป็นปริมาณน้ำหนักแห้ง และมีโปรตีนถึงร้อยละ 50 และจากการทดลองเลี้ยงยีสต์ในเวลา 1 ปีในพื้นที่ 1 ไร่จะได้ยีสต์มากกว่า 1 ตัน ในยีสต์ปริมาณดังกล่าวจะมีโปรตีนอยู่ถึง 400 กิโลกรัม จะเห็นได้ว่า การเลี้ยงสาหร่ายจะให้โปรตีนต่อหน่วยพื้นที่ (ในเวลาที่เหมาะสม) สูงกว่าการเลี้ยงสัตว์ถึง 200 เท่า และการเลี้ยงยีสต์จะให้ผลผลิตสูงกว่าการเลี้ยงสัตว์ประมาณ 18 เท่า

3. ปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการกระจายอาหาร

มีปัจจัยหลายประการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการกระจายอาหารจากแหล่งผลิตไปสู่ผู้บริโภค ผู้เขียนขอยกมาพิจารณาเพียง 4 ประเด็นดังต่อไปนี้ คือ สิ่งจูงใจในการผลิตอาหาร พลังงานที่ใช้ในการผลิตอาหาร ระบบเศรษฐกิจของโลก และนิสัยของผู้บริโภค

3.1 สิ่งจูงใจในการผลิตอาหาร

ตามหลักจิตวิทยา มนุษย์จะทำการที่ง่ายก่อนสิ่งที่ยาก และจะทำสิ่งที่ให้ผลตอบแทนสูงก่อนสิ่งที่ให้ผลตอบแทนต่ำกว่า ในการผลิตอาหารก็เช่นเดียวกัน ประชากรโลกมักจะเลือกผลิตอาหารในพื้นที่ที่เหมาะสมในการผลิต ก่อนในพื้นที่ที่จะต้องลงทุนลงแรง แต่ไม่ได้หมายความว่า พื้นที่ที่ยังมีดินนำไปใช้ในการผลิต ไม่สามารถนำมาใช้ในการผลิตได้ในด้านวิธีการผลิตก็เช่นเดียวกัน เกษตรกรมักจะเลือกวิธีการที่ง่าย ก่อนวิธีการผลิตที่ยาก เช่น เกษตรกรมักจะเริ่มตั้งแต่การปลูกพืชเพียงครั้งเดียวใน 1 ปี ก่อนที่จะดำเนินการปลูกพืช 2 ครั้ง 3 ครั้ง หรือ 4 ครั้งใน 1 ปี หรือมักจะปลูกพืชโดยวิธีดั้งเดิมก่อนการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้าช่วย ถึงแม้ว่าจะได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นหลายเท่าก็ตาม นั่นไม่ได้หมายความว่า เกษตรกรไม่มีความสามารถ ไม่มีความรู้ที่จะนำมาใช้ในการผลิต เกษตรกรจะนำความรู้ความสามารถมาใช้ก็ต่อเมื่อมีความจำเป็นเท่านั้น ในทำนองเดียวกัน การผลิตอาหารของโลกในปัจจุบัน หลาย ๆ ประเทศก็ยังทำกันโดยเฉพาะพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ ใช้เงินทุนเพียงเล็กน้อย ใช้วิธีการผลิตแบบง่าย ๆ ประชากรของโลกก็มีอาหารพอกินอยู่แล้ว สิ่งจูงใจในการเพิ่มผลผลิตอาหารไม่ได้ขึ้นอยู่กับการณ์พื้นที่ในการผลิตมาก ๆ มีเงินทุนมาก ๆ หรือมีเทคโนโลยีที่ทันสมัย สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นปัจจัยที่จะช่วยให้การผลิตดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น แต่สิ่งจูงใจในการเพิ่มผลผลิตอาหารนั้น อยู่ที่ราคาของผลผลิต เกษตรกรมักคำนึงถึงราคาของผลผลิต เป็นหลักในการผลิต หากผลผลิตใดมีราคาดีก็มักจะมีการเพิ่มปริมาณการผลิตมากขึ้นเป็นเงาตามตัว ตัวอย่างเช่น การผลิตอ้อยในประเทศไทย