บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นชุดโครงการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยชุดโครงการย่อย 7 โครงการ โดยคณะวิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำองค์ความรู้เดิมมาประกอบการวางแผนการงานวิจัยและอธิบายผลที่เกิดขึ้น ซึ่งรายละเอียดของเนื้อหา มีดังนี้

การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) คือ การเข้าไปจัดการกับที่ดินเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์หรือเพื่อตอบสองความต้องการที่วางไว้ ซึ่งการใช้ประโยชน์นั้นอาจเป็นเพียงอย่างหนึ่งอย่างใดหรือหลาย ๆ อย่าง โดยอาจแบ่งออกเป็นระบบการใช้ประโยชน์ เช่น ระบบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากป่าไม้ธรรมชาติ ระบบการทำการเกษตร ระบบการปลูกป่า ระบบวนเกษตร หรืออาจเป็นการใช้ประโยชน์เพื่อสร้างระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ และการสร้างบ้านเรือนที่อยู่อาศัย เป็นต้น (มัตติกา และวิรวัฒน์และพรชัย, 2547)

การใช้ประโยชน์ที่ดินหรือการใช้ที่ดิน (Land utilization) หมายถึง การนำที่ดินมาใช้บำบัดความต้องการของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เช่น เกษตรกรรม อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม และที่อยู่อาศัย (ดรรชนี, 2531)

การจำแนกการใช้ประโยน์ที่ดินนั้นสามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภทตามลักษณะและวัตถุประสงค์ที่วางเอาไว้ ซึ่งการแบ่งประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินจะทำให้นักจัดการที่ดินทราบถึงลักษณะของกิจกรรมและสิ่งที่เกิดขึ้นบนที่ดินนั้น ๆ โดยมัตติกา และวิรวัฒน์ และพรชัย (2547) แบ่งลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การใช้ที่ดินในชนบท (Rural Land Use) และการใช้ที่ดินในเมืองที่เป็นแหล่งอุตสาหกรรม (Urban Industrial Land Use) ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรส่วนใหญ่อยู่ในเขตชนบท โดยสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 4 ประเภท ได้แก่

1. Forest Products คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นป่าไม้ที่ให้ผลิตภัณฑ์ไม้ หรือผลผลิตที่ไม่ใช่ไม้เป็นหลัก (Non Timber Forest Products)
2. Tree Products คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นไม้ยืนต้น สวนผลไม้ หรือปลูกผสมกับป่าเชิงวนเกษตร (Agro forest) ที่ให้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ไม้ตามที่ต้องการ
3. Annual Crops คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปลูกพืชเกษตรล้มลุกหมุนเวียนทุกปี หรือเว้น
4. Animal Products คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใช้ทำการผลิตสัตว์ ทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์

ไพบูลย์ (2543) กล่าวว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการผลิตพืชเกษตรที่มีประสิทธิภาพที่สุดจำเป็นต้องพิจารณา 4 ปัจจัย ได้แก่

1. เลือกผลิตพืชเกษตรที่มีความเหมาะสม

การพิจารณาเลือกปลูกพืชเกษตรควรเลือกปลูกพืชหรือสินค้าเกษตรที่ประเทศเราต้องเสียเงินตราต่างประเทศเพื่อนำเข้ามาใช้ในประเทศ และ/หรือเพื่อการแปรรูปแล้วส่งออกกลับไปยังต่างประเทศ นอกจากนี้ประเทศไทยควรผลิตพืชไร่สำคัญซึ่งเรามีศักยภาพที่จะผลิตได้เพื่อใช้ในประเทศและเพื่อการส่งออก ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง งา และฝ้าย

2. เลือกผลิตพืชเกษตรในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการของตลาด

การควบคุมปริมาณการผลิตพืชเกษตรจำเป็นต้องพิจารณาถึงปริมาณความต้องการของตลาด หรือ Demand ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสมดุลภายในระบบของตลาด ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลสถิติการเกษตรเพื่อนำมาวิเคราะห์ และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการของตลาดสินค้าเกษตร และการปฏิบัติตามแนวทางเกษตรทฤษฎีใหม่สามารถช่วยควบคุมปริมาณผลผลิตพืชสวนเศรษฐกิจได้ โดยพืชสวนที่เหลือจากการบริโภคในครัวเรือนสามารถส่งขายให้กับคนในเมืองได้

3. เลือกผลิตพืชเกษตรในพื้นที่ที่ให้ผลตอบแทนสูงที่สุด

ลักษณะของพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกพืชเกษตรที่สุด คือ พื้นที่ที่ปลูกแล้วเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด มีความเสี่ยงน้อยที่สุด และมีโอกาสทำงานและมีรายได้ทั้งปีมากที่สุด ซึ่งไพบูลย์ (2543) กล่าวว่า พื้นที่ที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาผลิตพืชล้มลุกเศรษฐกิจตามหลักธุรกิจมากที่สุด คือ พื้นที่บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง ด้วยเหตุผลดังนี้

3.1 เป็นพื้นที่รวมทรัพยากรน้ำ เนื่องจากเป็นที่ราบลุ่มมีแม่น้ำหลายสายไหลผ่าน

3.2 มีระบบชลประทานดีที่สุดของประเทศ เนื่องจากเป็นอู่ข้าวอู่น้ำของชาติ

3.3 สภาพภูมิประเทศเหมาะสมต่อการผลิตข้าวอยู่แล้ว

3.4 สามารถนำเอาทฤษฎีใหม่ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวมาใช้ได้เต็มพื้นที่และทั้งปีเนื่องจากมีตุ่มยักษ์ 2 ตุ่ม คือ เขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์

3.5 มีคันนาอยู่แล้ว เพราะฉะนั้นป้องกันการชะล้างพังทลายของดินได้ 100 %

3.6 น้ำชลประทานมีคุณภาพดี เนื่องจากมีโปแตสเซียมสูง พอผลิตข้าวได้ 80 ถัง

3.7 ดินมีฟอสเฟตเป็นแหล่งของฟอสเฟตอินทรีย์หลัก ดังนั้นการเป็นประโยชน์ได้ของฟอสเฟตจึงสูงเมื่อมีน้ำขัง

3.8 เนื่องจากดินมีฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมสูง เพราะฉะนั้นจึงเกิดขบวนการตรึงไนโตรเจนโดยจุลินทรีย์ดินตามธรรมชาติได้

3.9 ดินมี Clay สูงเพราะฉะนั้นจึงทำให้มีระดับความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารต่าง ๆ สูงตามไปด้วย

3.10 ดินส่วนใหญ่เป็นดินอินเซบติโซลส์จึงยังคงมีศักยภาพของธาตุอาหารพืชสูงมาก

3.11 การเกิดการสูญเสียธาตุอาหารพืชไปโดยการชะล้างภายในเป็นไปได้ชั่วคราวในฤดูแล้งแต่จะซึมกลับขึ้นมาเมื่อถึงฤดูฝน เพราะฉะนั้นดินจึงแก่ยาก

3.12 แม้จะเป็นดินเหนียวขาดช่องว่างขนาดใหญ่สำหรับพืชเศรษฐกิจในที่ดอนแต่ก็แก้ได้ไม่ยากโดยใช้แกลบถ้านำเอาทฤษฎีใหม่ ฯ และระบบสหกรณ์มาใช้ครบถ้วน

3.13 อยู่ใกล้ตลาดในประเทศที่ใหญ่ที่สุด คือ กรุงเทพมหานคร

3.14 ได้เปรียบทางภูมิศาสตร์ เนื่องจากอยู่ตรงกลางของประเทศ เพราะฉะนั้นสะดวกต่อการกระจายผลผลิตออกไปยังภาคต่าง ๆ ภายในประเทศและประเทศต่าง ๆ ในแถบเอเชีย

3.15 ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติทั้งปวงไม่ว่าแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด รวมไปถึงพายุไต้ฝุ่น ฯลฯ

3.16 มีพื้นที่กว้างใหญ่พอที่จะดูดซับการเกษตรของชาติ (พืชล้มลุก) ไว้ได้เกือบทั้งหมด ทำให้เหลือที่ดินในภูมิภาคอื่น ๆ พอเพียงต่อการสร้างเมือง เขตอุตสาหกรรมและต่อการอนุรักษ์ให้เป็นป่าทั้งป่าเศรษฐกิจ และป่าอนุรักษ์

3.17 สามารถใช้เส้นทางน้ำลำเลียงสินค้าไปภาคอื่น ๆ ได้อย่างประหยัด

3.18 เมื่อนำเอาทฤษฎีใหม่มาใช้ครบถ้วนจะเป็นทรัพยากรดินที่ฟื้นฟูได้ที่มนุษย์เป็นผู้ทำที่ดีที่สุด เนื่องจากสามารถนำเอามูลสัตว์มาใช้เป็นปุ๋ยง่ายที่สุด ส่งผลให้เป็นการเกษตรที่ยั่งยืนที่เข้าใกล้ทฤษฎีใหม่มากที่สุด

4. ผลิตโดยใช้ระบบเกษตรยั่งยืน

การสร้างระบบเกษตรยั่งยืนเป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎีใหม่ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในเรื่องการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแบ่งที่ดินออกเป็น 4 ส่วน คือ 30 : 30 : 30 : 10 แล้วนำเอาวิธีการทำการเกษตรแบบผสมผสานมาประยุกต์ใช้ ซึ่งในแต่ละส่วนนั้นมีรูปแบบการใช้ประโยชน์ดังนี้

4.1 ส่วนที่ 1 (30 % แรก) เป็นพื้นที่สำหรับขุดบ่อเพื่อเป็นแหล่งน้ำ และใช้ในการเลี้ยงปลา ไก่ และ/หรือสุกรบนบ่อปลา

4.2 ส่วนที่ 2 (30 % ที่สอง) เป็นพื้นที่สำหรับปลูกข้าวทั้งนาปีและนาปรัง และปลูกพืชไร่หลังนา

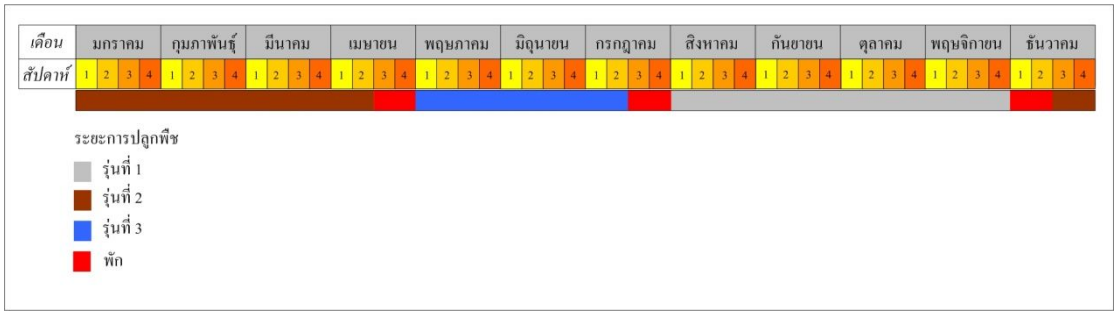
4.3 ส่วนที่ 3 (30 % ที่สาม) เป็นพื้นที่สำหรับปลูกข้าวในฤดูฝน และปลูกพืชไร่อาหารสัตว์ชนิดอาหารข้นหลังนา เช่น ข้าวโพด และถั่วเหลือง

4.4 ส่วนที่ 4 (10 %) เป็นพื้นที่สำหรับปลูกบ้าน โรงเก็บของและมีคอกโค แล้วควรแบ่งพื้นที่บางส่วนสำหรับปลูกผัก ไม้ผล และพืชสมุนไพรเพื่อบริโภคในครัวเรือน

สำหรับในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางควรทำการเกษตรโดยแบ่งการปลูกพืชออกเป็น 3 รุ่น (ภาพที่ 2.1) ซึ่งแบ่งพื้นที่ถือครองที่ดินครอบครัวละ 20 ไร่ และมีแผนการผลิตหลัก ดังนี้

1. ส่วนที่ 1 (30 % แรก) 6 ไร่/ครอบครัว เป็นแหล่งน้ำ แล้วเลี้ยงปลา ไก่ และหมู
2. ส่วนที่ 2 (30 % ที่สอง) 6 ไร่/ครอบครัว รุ่นที่ 1 ทำนาปี รุ่นที่ 2 ทำนาปรัง รุ่นที่ 3 ปลูกถั่วเหลืองและข้าวโพดสดเป็นอาหารสัตว์ และทำหญ้าหมักเลี้ยงโคนม (เนื้อ)
3. ส่วนที่ 3 (30 % ที่สาม) 6 ไร่/ครอบครัว รุ่นที่ 1 ทำนาปี รุ่นที่ 2 พืชไร่ต่าง ๆ รุ่นที่ 3 ปฏิบัติเช่นเดียวกับพื้นที่ 30 % ที่สอง

4. ส่วนที่ 4 (10 %) 2 ไร่/ครอบครัว พื้นที่อยู่อาศัย ปลูกผักต่าง ๆ ไม้ผล ไม้โตเร็ว พืชสมุนไพร โรงเลี้ยงโคนม (เนื้อ)



ภาพที่ 2.1 ระยะการปลูกพืชเกษตรในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง

การชะล้างพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลาย (Erosion) เป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่มีแรง ซึ่งอาจเกิดจากน้ำ ลม หรือแรงโน้มถ่วงของโลก มากระทำให้วัตถุธาตุหรือสารแตกออกจากกัน แล้วเคลื่อนย้ายอนุภาคของดินหรือสารหรือวัตถุธาตุดังกล่าวไปตกตะกอนทับถมอีกที่หนึ่ง ส่วนการชะล้างพังทลายของดิน (Soil erosion) หมายถึง พฤติกรรมของการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน (นิพนธ์, 2545)

Baver (1965) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการชะล้างพังทลายของดินโดยน้ำทั้งหมด 5 ปัจจัย คือ อิทธิพลของลมฟ้าอากาศ สภาพภูมิประเทศ ดิน พืชพรรณ และการกระทำของมนุษย์

ฝน คือ ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่เกี่ยวกับอิทธิพลของลมฟ้าอากาศ ทั้งนี้เนื่องจากแรกตกกระทบของเม็ดฝนมีพลังงานที่ทำให้ดินแตกออกจากกัน และยังเป็นตัวการต่อเนื่องที่ทำให้เกิดการไหลบ่าหน้าดิน และการเคลื่อนย้ายของอนุภาคด้วย ในส่วนของสภาพภูมิประเทศ ได้แก่ ความลาดเท (Slope) ความยาวของความลาดเท (Slope length) และรูปร่างของความลาดเท (Slope shape)

สำหรับปัจจัยเกี่ยวกับดิน พบว่า ดินแต่ละชนิดจะถูกชะล้างพังทลายได้ยากง่ายแตกต่างกัน ถึงว่าว่าปัจจัยด้านลมฟ้าอากาศ สภาพภูมิประเทศ และพืชพรรณที่ปกคลุมดินเท่ากัน โดยปัจจัยที่เกี่ยวกับคุณสมบัติของดินที่ส่งผลต่อความยากง่ายของการชะล้างพังทลายของดินที่สำคัญ คือ ความคงทนต่อการถูกกัดชะและการเคลื่อนย้าย อัตราการซึมน้ำของดิน และความลึกของดินชั้นบน

ลักษณะของสิ่งปกคลุมดิน หรือรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินนับเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน ทั้งนี้เนื่องจาก พืชที่ปกคลุมดินช่วยลดพลังงานของเม็ดฝนที่ตกกระทบลงสู่พื้นดิน ทำให้อัตราการไหลบ่าของน้ำลดลง นอกจากนี้รากพืชยังเป็นตัวช่วยยึดอนุภาคดิน

ด้วย และยังเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของดินดีน้ำสามารถซึมผ่านได้ง่าย

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยที่เกิดจากตัวเร่งต่าง ๆ เช่น การทำการเกษตรบนพื้นที่สูง การใช้ประโยชน์ที่ดินไม่ตรงตามศักยภาพของที่ดิน และการตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น ทำให้เกิดผลเสียหาย ดังนี้

1. ทำให้มีการสูญเสียหน้าดิน มีผลต่อเนื่องไปถึงการลดลงของความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความจุในการเก็บความชื้น ความเหมาะสมต่อการทำการเกษตร และอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำ และต้องลงทุนในการบำรุงรักษาดินสูงมากขึ้น
2. ทำให้น้ำในลำธารและสมบัติของดินเสื่อมลง ตะกอนทรายที่ลงไปทับถมที่ราบต่ำเป็นผล ทำให้ดินเสียโครงสร้างทางกายภาพ ความเหมาะสมต่อการปลูกพืชเกษตรลดน้อยลง น้ำในลำธารมีสมบัติทางเคมี ชีวภาพ และกายภาพเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
3. ทำให้มีการสูญเสียน้ำในลักษณะน้ำไหลบ่าหน้าดินออกจากพื้นที่มากขึ้น เนื่องจากการอัดตัวแน่นของผิวหน้าดินและอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินน้อยลง โอกาสที่ดินจะเก็บน้ำไว้ให้พืชใช้ได้นานจะลดน้อยลงด้วย
4. เกิดภาวะมลพิษในแม่น้ำลำธาร สารเคมีที่เป็นพิษ เช่น โลหะหนัก ยาฆ่าแมลง ตลอดจนปุ๋ยและธาตุอาหารจะลงสู่ลำน้ำได้มากขึ้นจนทำให้เกิดมลพิษในน้ำ ทั้งนี้เพราะสารเหล่านั้นติดมากับตะกอนได้มากกว่าละลายมากับน้ำ
5. ทำให้ลำน้ำอ่างเก็บน้ำตื้นเขิน เมื่อหน้าดินมีอัตราการชะล้างพังทลายมากขึ้น การตกทับถมของตะกอนในลำน้ำจะมากขึ้น ขณะเดียวกันกับปริมาณตะกอนในลำน้ำจะถูกเคลื่อนย้ายลงไปทับถมตามอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนต่าง ๆ มากขึ้นซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า ปริมาณปลาจะลดลง เพราะน้ำเสีย ปัญหาทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของสาธารณชนก็จะตามมาเป็นผลต่อเนื่อง

มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

กรมพัฒนาที่ดิน (2544) ได้กล่าวถึงการอนุรักษ์ดินและน้ำ หรือ Soil and Water Conservation ว่าหมายถึง การใช้ทรัพยากรและน้ำอย่างเหมาะสม ด้วยวิธีที่ชาญฉลาด คุ้มค่า เกิดประโยชน์สูงสุด และมีความยั่งยืน การนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมาใช้เพื่อการป้องกันและรักษาดินไม่ให้ถูกชะล้างพังทลายทั้งบนพื้นที่ที่มีความลาดเทต่ำจนถึงพื้นที่ที่มีความชันสูง ซึ่งปัจจุบันมารตการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ใช้กันอยู่สามารถแบ่งออกตามลักษณะของมาตรการได้เป็น 2 ประเภท คือ มาตรการวิธีกล (Mechanical Measures) และมาตรการวิธีพืช (Vegetative Measures) การเลือกใช้มาตรการใดควรพิจารณาลักษณะดิน ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน ตลอดจนการใช้ประโยชน์บนพื้นที่ดิน โดยเลือกวิธีการผสมผสานมาตรการให้เหมาะสมเพื่อให้การทำการเกษตรเกิดความยั่งยืน

1. มาตรการวิธีกล (Mechanical Measures)

มาตรการวิธีกลที่ใช้ในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินโดยน้ำนั้นมีหลายวิธี ดังนี้

1.1 การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับ (Contour Cultivation)

การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับเป็นการไถ่พรวน หว่าน ปลูก และเก็บเกี่ยวพืชไปตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มการซาบซึมน้ำของดิน และรักษาความชุ่มชื้นในดิน และควบคุมการไหลบ่าของน้ำและการชะล้างพังทลายของดิน

1.2 การยกร่องปิดหัวท้าย (Tied Ridging)

การยกร่องปิดหัวท้ายเป็นการปรับพื้นที่โดยการยกร่องปลูกพืชเป็นสองทิศทาง คือ กลุ่มหนึ่งยกร่องไปตามความลาดเทอีกกลุ่มหนึ่งยกร่องในแนวตั้งฉากกับความลาดเทให้เกิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเล็ก ๆ เต็มพื้นที่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกักเก็บน้ำ ลดปริมาณน้ำไหลบ่า และลดการชะล้างพังทลายของดิน

1.3 การยกร่องตามแนวระดับ (Ridging)

การยกร่องตามแนวระดับ เป็นการยกร่องปลูกพืช โดยใช้ร่องน้ำเป็นตัวแบ่งสันดิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการชะล้างพังทลายของดิน และเพิ่มการกักเก็บน้ำไว้สำหรับการปลูกพืช

1.4 การทำร่องน้ำไปตามแนวระดับ (Contour Furrowing)

การทำร่องน้ำไปตามแนวระดับเป็นการทำร่องน้ำเดี่ยว ๆ ที่ขุดขึ้นขวางความลาดเทของพื้นที่ โดยมีการลดระดับร่องน้ำหรือไม่ลดระดับก็ได้ ความลึกของร่องน้ำอยู่ระหว่าง 25 – 40 ซม. ขึ้นกับความลึกของดิน ส่วนระยะห่างของร่องน้ำขึ้นกับความลาดเทของพื้นที่และปริมาณน้ำไหลบ่า ซึ่งวิธีนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการระบายน้ำส่วนที่สูงเกินลงสู่ทางน้ำ และป้องกันการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน

1.5 การยกแปลงและขุดร่องไปตามแนวระดับ (Brood – Ridging หรือ Bedding)

การยกแปลงและขุดร่องไปตามแนวระดับเป็นการยกแปลงฐานกว้าง และขุดร่องแบ่งแยกพื้นที่ระหว่างแปลงปลูกพืชไปตามแนวระดับ เพื่อปลูกพืชผักที่ค่อนข้างลุ่ม มีน้ำแช่ขัง และดินมีการซาบซึมน้ำช้า

1.6 การสร้างคันดิน (Terracing)

การสร้างคันดินเป็นการสร้างคันดินและร่องน้ำขวางความลาดเทของพื้นที่ โดยพื้นที่ถูกแบ่งออกเป็นช่วง ๆ เพื่อเก็บกักน้ำไหลบ่าในแต่ละช่วงหรือเบนน้ำไหลบ่าออกจากพื้นที่

1.7 การทำขั้นบันไดดิน (Bench Terraces)

ขั้นบันไดดินเป็นการปรับพื้นที่เป็นชั้น ๆ ต่อเนื่องกันคล้ายขั้นบันได เพื่อลดความยาวและระดับของความลาดเท ช่วยลดการไหลบ่าของน้ำ และควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน

1.8 การทำกำแพงหิน (Stone Wall)

กำแพงหินเป็นการใช้ก้อนหินเรียงขึ้นมาเป็นกำแพงโดยมีระยะห่างที่เหมาะสมในพื้นที่ที่เกิดการชะล้างพังทลายของดินมาก เพื่อลดการสูญเสียดินและน้ำ ดักตะกอนที่ถูกชะล้างจากพื้นที่ตอนบน และสามารถปรับตัวเป็นขั้นบันไดดินธรรมชาติได้ และช่วยลดระดับความลาดชันทำให้การปลูกพืช การไถพรวนและการใช้เครื่องจักรกลสะดวก

1.9 การทำคูรับน้ำขอบเขา (Hillside Ditches)

คูรับน้ำขอบเขาเป็นคูรับน้ำที่สร้างบริเวณขอบเขาตามแนวระดับหรือลดระดับเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ระยะห่างของคูขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความยาวของความลาดเทของพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงออกเป็นช่วง ๆ เพื่อเก็บกักน้ำหรือระบายน้ำออกไปในทิศทางที่ต้องการ ทำให้น้ำไหลบ่าแต่ละช่วงมีปริมาณน้อย ลดการกัดเซาะและการชะล้างพังทลายของดิน นอกจากนี้ยังใช้เป็นทางลำเลียงได้

2. มาตรการวิธีพืช (Vegetative Measures)

มาตรการวิธีพืชที่ใช้ในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินโดยน้ำนั้นมีหลายวิธี ดังนี้

2.1 การปลูกพืชคลุมดิน (Cover Cropping)

การปลูกพืชคลุมดินเป็นการปลูกหญ้าหรือพืชตะกูลถั่วคลุมดินซึ่งเมื่อปลูกและจะปกคลุมผิวหน้าดินช่วยควบคุมการชะล้างพังทลายของดินและปรับปรุงบำรุงดิน ทั้งนี้เพื่อป้องกันเม็ดฝนมิให้กระทบผิวดินโดยตรง และลดการชะล้างผิวหน้าดิน และเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุในดินและปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ควบคุมวัชพืช และปรับปรุงสภาพแวดล้อมบริเวณปลูกพืชให้เหมาะสม

2.2 การคลุมดิน (Mulching)

การคลุมดินเป็นการใช้วัสดุต่าง ๆ คลุมดินเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น เศษซากพืช ฟางข้าว หรือวัสดุอื่น ๆ เพื่อลดปริมาณน้ำไหลบ่าและลดการสูญเสียดิน ควบคุมวัชพืช ควบคุมอุณหภูมิดิน เพิ่มอินทรียวัตถุ และลดการระเหยจากผิวดินทำให้ดินสามารถเก็บความชื้นไว้ในดิน

2.3 การปลูกพืชปุ๋ยสด (Green manure Cropping)

การปลูกพืชปุ๋ยสดเป็นการปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อไถกลบคลุกเคล้ากับดิน ทำให้คุณสมบัติของดินทางกายภาพ เคมี และชีวภาพดีขึ้น

2.4 การปลูกพืชสลับเป็นแถว (Strip Cropping)

การปลูกพืชสลับเป็นแถวการปลูกพืชที่มีระยะปลูกชิดและห่างเป็นแถบสลับขวางความลาดเทของพื้นที่ตามแนวระดับหรือไม่เป็นไปตามแนวระดับก็ได้ ทั้งนี้เพื่อลดปริมาณการเคลื่อนย้ายหน้าดิน และลดอัตราการไหลบ่าของน้ำฝนผ่านพื้นที่เพาะปลูกตามแนวความลาดเท และยังช่วยปรับปรุงบำรุงดิน ลดความเสียหายของพืชที่ปลูก และลดการระบาดของโรคและแมลง

2.5 การปลูกพืชหมุนเวียน (Crop Rotation)

การปลูกพืชหมุนเวียนเป็นการปลูกพืชสองชนิดหรือมากกว่าหมุนเวียนกันลงบนพื้นที่เดียวกัน โดยจัดชนิดของพืชและเวลาปลูกให้เหมาะสม ซึ่งสามารถช่วยให้เกิดการหมุนเวียนการใช้ธาตุอาหารพืช ดินมีความอุดมสมบูรณ์ขึ้น

2.6 การปลูกพืชแซม (Intercropping)

การปลูกพืชแซมเป็นการปลูกพืชตั้งแต่ 2 ชนิด ขึ้นไปบนพื้นที่ในเวลาเดียวกัน โดยทำการปลูกพืชที่ลองแซมลงในระหว่างแถวของพืชแรกหรือพืชหลัก เพื่อลดความเสี่ยงต่อความเสียหายของพืชที่จะเกิดขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น ทำให้โรค แมลงและวัชพืชน้อยลง

2.7 การปลูกพืชเหลื่อมฤดู (Relay Cropping)

การปลูกพืชเหลื่อมฤดูเป็นการปลูกพืชต่อเนื่องคาบเกี่ยวกัน โดยการปลูกพืชที่สองระหว่างแถวของพืชแรกในขณะที่พืชแรกให้ผลผลิตแต่ยังไม่แก่เต็มที่

แนวคิดเกี่ยวกับการเกษตร

1. ความหมายของการเกษตร

การเกษตร แปลมาจากคำว่า Agriculture (Agri/Ager (กรีก)) หมายถึง ทุ่งหรือดิน Culture หมายถึง การปลูกหรือปฏิบัติ) ซึ่งหมายถึง การปฏิบัติเกี่ยวกับที่ดินเพื่อให้เกิดการผลิตหรือการใช้พื้นที่เพื่อให้เกิดผลผลิตขึ้นมานั่นเอง

หากเมื่อนำไปใช้ในทางวิชาการก็ได้ขยายความออกไปอีกว่า การเกษตร คือ การปฏิบัติกับที่ดินเพื่อให้เกิดผลผลิต ทั้งการปลูกพืช เลี้ยงสัตว์ การทำประมง และการเกษตรผสมผสานโดยอาศัยความรู้ ความชำนาญ ประสบการณ์ ทรัพยากรธรรมชาติ และเงินทุน เพื่อให้พืชและสัตว์เจริญเติบโตให้ผลผลิตต่าง ๆ

การเกษตร คือ กิจกรรมชนิดหนึ่งของมนุษย์โดยมีจุดประสงค์ 2 ประการ คือ (1) เพื่อการผลิต และ (2) เพื่อควบคุมวิธีการใช้พืชและสัตว์ไปในทางที่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นการผลิตทางการเกษตรแบ่งการผลิตเป็น 2 ประเภท คือพืชและสัตว์

2. ความสำคัญของการเกษตร

การเกษตรมีความสำคัญต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 6 ด้าน ได้แก่

2.1 การเกษตรเป็นแหล่งที่มาของปัจจัย 4 คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ซึ่งเป็นปัจจัยของการดำรงชีวิตของประชากรของโลก

2.2 การเกษตรมีอิทธิพลต่อเศรษฐกิจของประเทศ อย่างเช่น ประเทศในแถบเอเชียหลายประเทศมีรายได้หลักมาจากการส่งสินค้าการเกษตรออกจำหน่ายยังต่างประเทศ ซึ่งรวมทั้งประเทศไทยด้วยพืชที่ส่งเป็นสินค้าออกมากที่สุดคือพืชไร่ (ข้าว ข้าวโพด มันปะหลัง ยาสูบ อ้อย สับปะรด เป็นต้น) รองลงมา พืชสวน เช่น ไม้ผลต่าง ๆ (มะม่วง มังคุด ทุเรียน กล้วยหอมทอง เป็นต้น) นอกจากนี้จะเป็นพวกไม้ดอกไม้ประดับ เช่น กล้วยไม้ หน้าวัว และปาล์มประดับ เป็นต้น มิใช่เฉพาะเพียงผลผลิตด้านพืช ในส่วนของผลผลิตที่ได้จากสัตว์ เช่น ไข่ เนื้อไก่แช่แข็ง เนื้อสุกร ปลา อาหารกระป๋อง น้ำนม เป็นต้น

2.3 เป็นแหล่งท่องเที่ยว

2.4 สร้างอาชีพ การเกษตรช่วยให้ประชากรของแต่ละประเทศ มีงานทำ โดยเฉพาะประเทศไทยเมื่อ 20 ปีที่แล้ว ประชากรประมาณร้อยละ 80 มีอาชีพอยู่ในภาคการเกษตร แต่ในปัจจุบันอาชีพการเกษตรลดน้อยลงมาก ทั้งนี้เพราะว่ามีอาชีพทางด้านอุตสาหกรรมเกิดขึ้นมามากมายนั่นเอง

2.5 รักษาสมดุลทางธรรมชาติ

2.6 เสริมสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างประเทศ เช่น การค้าขาย การเจรจาในระดับประเทศ เป็นต้น

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสารเคมีทางการเกษตร

1. คำจำกัดความ

สารเคมีทางการเกษตร ในที่นี้ยึดถือตามประกาศคณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ที่ได้ให้นิยามคำว่า “วัตถุอันตรายทางการเกษตร” หมายถึง สารที่มีจุดมุ่งหมายใช้เพื่อป้องกัน ทำลาย ดึงดูด ขับไล่ หรือควบคุมศัตรูพืชและสัตว์ หรือพืชและสัตว์ที่ไม่พึงประสงค์ ไม่ว่าจะเป็นการใช้ระหว่างการเพาะปลูก การเก็บรักษา การขนส่ง การจำหน่าย หรือระหว่างกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรและอาหาร หรือเป็นสารที่อาจใช้กับสัตว์เพื่อควบคุมปรสิตภายนอก และให้หมายความรวมถึง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารทำให้ใบร่วง สารทำให้ผลร่วง สารยับยั้ง การแตกยอดอ่อน และสารที่ใช้กับพืชผลก่อนหรือหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง แต่ไม่รวมถึงปุ๋ย สารอาหารของพืชและสัตว์ วัตถุเจือปนอาหาร และยาสำหรับสัตว์ (วารุณี, 2546)

ความหมายของคำนิยามดังกล่าวข้างต้น สอดคล้องกับนิยามของคำว่า Pesticide ของคณะกรรมาธิการมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ (Codex Alimentarius Commission : CAC) และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nation : FAO) ที่ระบุว่า Pesticide หมายถึง สารหรือส่วนผสมของสารที่ใช้เพื่อการป้องกันหรือทำลายหรือควบคุมศัตรูพืช รวมถึงพาหะของโรคในมนุษย์หรือสัตว์ ชนิดของพื้นหรือสัตว์ที่ไม่ต้องการ และก่อให้เกิดความเสียหายกับผลผลิต กระบวนการผลิต การจัดเก็บ การขนส่ง หรือการตลาดของอาหาร สินค้าการเกษตร ไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้ หรืออาหารสัตว์ หรือหมายถึง สารที่ใช้กับสัตว์เพื่อที่จะควบคุมแมลง แมง หรือศัตรูที่อยู่บนหรืออยู่ในร่างกาย นอกจากนี้ยังหมายถึง สารที่ใช้ควบคุมการเจริญเติบโต สารทำให้ใบร่วง สารดูดความชื้น หรือสารที่ใช้ในผลไม้เพื่อป้องกันการร่วงก่อนกำหนด และหมายถึงสารที่ใช้กับผลผลิตก่อนหรือหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อป้องกันผลผลิตจากการเสื่อมสภาพระหว่างการจัดเก็บและการขนส่ง โดยในที่นี้ไม่รวมถึงปุ๋ยหรือสารแอนติไบโอติก หรือสารเคมีอื่น ๆ ที่ใช้ในสัตว์ เพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ เช่น การเร่งการเจริญเติบโตหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเจริญพันธุ์ (สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข, ออนไลน์)

2. ประเภทของสารเคมีทางการเกษตร

สารเคมีในการเกษตรที่นำมาใช้มีหลายประเภท และแบ่งได้เป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามเกณฑ์ที่ใช้ ดังนี้ (วารุณี, 2546)

2.1 การแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

แบ่งได้เป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1 สารเคมีกำจัดแมลง

2.1.2 สารกำจัดวัชพืช

2.1.3 สารกำจัดแมลงชีวอินทรีย์
2.1.4 สารกำจัดเชื้อรา
2.1.5 สารกำจัดหนู
2.1.6 สารกำจัดหอยและหอยทาก
2.1.7 สารรมควันพิษ
2.1.8 สารเคมีควบคุมการเจริญเติบโตของพืช
2.1.9 สารกำจัดไส้เดือนฝอย
2.1.10 สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช

2.2 การแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี

สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่

2.2.1 สารอินทรีย์ธรรมชาติ ซึ่งเป็นสารประกอบของคาร์บอนที่สามารถสกัดได้จากพืช เช่น ไพรีทริน (Pyrethrin) โรตินอยด์ (Rotenone and Rotenoids) นิโคติน (Nicotine) เป็นต้น

2.2.2 สารอินทรีย์สังเคราะห์ ซึ่งสารเคมีในกลุ่มนี้ได้รับความนิยมอย่างมากในภาคการเกษตร เนื่องจากสามารถควบคุมและกำจัดแมลงศัตรูพืชได้ดี ได้แก่

1) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) มีธาตุไฮโดรเจน คาร์บอน และคลอรีนรวมอยู่ในสูตร สารกำจัดแมลงกลุ่มนี้มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่ำ เมื่อถูกดูดซึมผ่านผิวหนังแต่มีศักยภาพในการก่อความเป็นพิษเรื้อรังในระยะยาว ทั้งนี้เนื่องจากสลายตัวได้ยาก และสะสมในสิ่งแวดล้อมสูง เนื่องจากสลายตัวได้ยากในสิ่งแวดล้อม เช่น ดีดีที และอนุพันธ์ของดีดีที ในประเทศที่พัฒนาแล้วได้ห้ามมีการใช้อย่างเด็ดขาด ในประเทศไทยยังคงมีการใช้เพื่อควบคุมโรคมาลาเรีย

2) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญ เป็นสารเคมีที่มีการพัฒนาและสังเคราะห์สารประกอบขึ้นกว่า 100,000 ชนิด เช่น พาราไทออน เมวินฟอส เป็นต้น ความเป็นพิษของสารกำจัดแมลงในกลุ่มนี้จะแตกต่างกัน แม้ว่าจะมีกลไกการออกฤทธิ์เหมือนกัน

3) สารเคมีกลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate) มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ ซึ่งใช้ประโยชน์ในการกำจัดแมลงได้ดี มีลักษณะแตกต่างจากกลุ่มอื่น คือ ละลายน้ำได้ดี สามารถซึมเข้าทางราก และเคลื่อนย้ายไปทั่วลำต้นของพืชได้ และเป็นพิษสูงต่อสัตว์เลือดอุ่น

4) สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (Synthetic pyrethroid) เป็นสารเคมีที่สังเคราะห์เลียนแบบไพรีทริน และพัฒนาให้สามารถทนต่อการสลายตัวด้วยแสงแดด สารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์ มีกลไกออกฤทธิ์เช่นเดียวกับสารพวกออร์กาโนคลอรีน แต่ฤทธิ์น้อยกว่า มักใช้เพื่อกำจัดแมลงในบ้านเรือน เพราะออกฤทธิ์ให้เกิดอัมพาตในแมลงอย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่มีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมค่อนข้างต่ำ

2.2.3 สารอนินทรีย์ (Inorganic insecticide) เป็นสารเคมีที่นิยมใช้ในช่วงแรก ๆ มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน แต่ไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบัน สารหนู (Arsenical) เป็นสารที่เป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นมาก สลายตัวช้า และโซเดียม ฟลูออไรด์ (Sodium Fluoride) นิยมใช้กำจัดแมลงสาบหนู

2.3 การแบ่งตามลักษณะของระดับความเป็นพิษ

ในส่วนขององค์การอนามัยโลกนั้น ได้จัดแบ่งระดับความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน ซึ่งค่าที่ได้เป็นผลมาจากการทดลองในหนู โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1 กลุ่ม 1 เอ เป็นสารเคมีที่กินเพียงน้อยกว่า 1 ช้อนชา ก็เสียชีวิต (Extremely Hazardous) เช่น EPN, Parathion methyl เป็นต้น

2.3.2 กลุ่ม 1 บี เป็นสารเคมีที่กินเพียง 1 ช้อนชา (ประมาณ 3 หยด) ก็เสียชีวิต (Highly Hazardous) เช่น Methomyl, Carbofuran, Dicrotophos, Methamidofos เป็นต้น

2.3.3 กลุ่ม 2 เป็นสารเคมีที่กินปริมาณ 1 ช้อนชา ถึง 2 ช้อนโต๊ะ จะเสียชีวิต (Moderately Hazardous) เช่น Endosulfan เป็นต้น

2.3.4 กลุ่ม 3 เป็นสารเคมีที่กินปริมาณ 2 ช้อนโต๊ะ ถึง 1 แก้ว จะเสียชีวิต (Slightly Hazardous) เช่น Alachlor เป็นต้น

2.3.5 กลุ่ม 4 เป็นสารเคมีที่กินปริมาณ 2 แก้ว ถึง 1 ขวด จะเสียชีวิต เช่น Mancozen เป็นต้น

2.3.6 กลุ่ม 5 เป็นสารเคมีอื่น ๆ ได้แก่ สารเคมีที่องค์การอนามัยโลกยังไม่ได้จัดกลุ่มเป็นสารเคมีที่ล้าสมัย

3. การรับสัมผัสสารเคมี

สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง (นัฐวุฒิ, 2557) คือ ทางปาก ทางหายใจ และทางผิวหนัง และเกิดผลไม่พึงประสงค์ต่อสุขภาพ 2 แบบ คือ

3.1 พิษเฉียบพลัน

คือ การได้รับพิษในปริมาณที่สูงมากในระยะเวลาอันสั้น แล้วส่งผลให้เกิดอาการเฉียบพลันขึ้น อาการแสดง ได้แก่ อาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดเกร็ง หายใจขัด แน่นหน้าอก น้ำลายไหลผิดปกติ หนังตากระตุก ระคายเคือง ผื่นแดง กล้ามเนื้ออ่อนแรง เหนื่อยง่าย หัวใจเต้นช้า เวียนศีรษะ มือสั่น กล้ามเนื้อกระตุก เดินโซเซ ชัก หมดสติ และหากได้รับในปริมาณมาก อาจทำให้เสียชีวิต ลักษณะของอาการแสดงจะแตกต่างกันไปตามชนิดของสารเคมี

3.2 พิษเรื้อรังหรือการเกิดพิษในระยะยาว

คือ ความเป็นพิษจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่เข้าสู่ร่างกายคนหรือสัตว์ ภายหลังจากรับสารเคมีเข้าไปในระยะหนึ่งหรือช่วงเวลาหนึ่ง แต่ระดับความเป็นพิษในเลือดไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดพิษแบบเฉียบพลัน หรือการที่พิษของสารเคมีอยู่ในร่างกายโดยไม่ถูกเปลี่ยนหรือถูกขับออกจากร่างกาย แต่ถูกเก็บสะสมในชั้นไขมันและอวัยวะอื่น ๆ ในร่างกาย เช่น ตับ ไต สมอง จนกระทั่งร่างกายไม่สามารถทำงานได้ปกติ (ปาลีรัฐ, 2548) พิษของสารเคมีจึงทำให้เกิดการเจ็บป่วย บางครั้งสารเคมีเหล่านี้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง การแบ่งตัว และการเจริญเติบโตของเซลล์ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งในอวัยวะต่าง ๆ หรือถ่ายทอดทางพันธุกรรมไปยังทารกในครรภ์ จึงทำให้เด็กเกิดความผิดปกติหรือพิการได้ (ศิราณี, 2549)

4. ปัจจัยที่ทำให้สารเคมีมีผลต่อสุขภาพ

ปัจจัยเสี่ยงของสุขภาพของมนุษย์ (ศิราณี, 2549) ที่สำคัญ คือ

4.1 คุณสมบัติของสารเคมีและสูตรโครงสร้างของสารเคมี เนื่องจากสารเคมีแต่ละชนิดมีสูตรโครงสร้างที่แตกต่างกัน ทำให้มีการดูดซึม หรือการละลายในอวัยวะต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดการสะสมในร่างกาย

4.2 วิธีการผสมสารเคมีที่มีความเข้มข้น หรือในปริมาณสูง ทำให้มีความเป็นพิษสูง

4.3 ความถี่ของการฉีดพ่นสารเคมี คือจำนวนครั้งที่ทำการฉีดพ่น เมื่อฉีดพ่นบ่อยโอกาสที่จะสัมผัสสารเคมีก็เป็นไปตามจำนวนครั้งที่ฉีดพ่น ทำให้ผู้ฉีดพ่นได้รับสารเคมีในปริมาณที่มากและสะสมในร่างกาย

4.4 บริเวณที่รับสัมผัสสารเคมีของร่างกายผู้ฉีดพ่น บริเวณผิวหนังเป็นพื้นที่ที่มากที่สุดของร่างกาย หากผู้ฉีดพ่นสารเคมีไม่มีการป้องกันหรือเสื้อผ้าที่เปียกสารเคมี ทำให้มีความเสี่ยงสูงในการได้รับสัมผัสสารเคมี

4.5 พฤติกรรมการเก็บสารเคมีและทำลายภาชนะบรรจุไม่ถูกต้อง ทำให้อันตรายต่อผู้อยู่อาศัย โดยเฉพาะเด็ก ๆ และสัตว์เลี้ยง

5. อาการเกิดพิษของกลุ่มสารเคมีกลุ่มต่าง ๆ

สรุปการเกิดพิษของสารเคมีกลุ่มต่าง ๆ (กรมควบคุมโรค, 2555) ดังนี้

5.1 สารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate)

สารกลุ่มนี้ส่งผลต่อการทำงานของระบบประสาท เนื่องจากสารเคมีตัวนี้เมื่อเข้าไปสู่ร่างกายจะเกาะติดอยู่กับเอนไซม์ในร่างกายที่ชื่อ E-Acetylcholinesterase (AChE) ทำหน้าที่ปิดสะพานการเชื่อมต่อระหว่างระบบประสาทกับอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย เมื่อเอนไซม์ AChE ไม่สามารถปิดสะพานเชื่อมจากระบบประสาทกับอวัยวะในร่างกายได้ ก็ทำให้เกิดการทำงานมากกว่าปกติของอวัยวะเหล่านั้น ซึ่งเกิดขึ้นในช่วง 30 นาทีหลังรับสารเคมี และอาจมีผลต่อเนื่องถึง 24 ชั่วโมง ซึ่งมีอาการแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ลักษณะการเกิดพิษของสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

ผลต่อร่างกาย	อาการแสดง
ระบบประสาทส่วนกลาง :	เหนื่อยง่าย เดินโซเซ มือสั่น เวียนศีรษะ ชัก ช๊อก ปวดศีรษะ หมดสติ
ระบบกล้ามเนื้อ :	กล้ามเนื้ออ่อนล้า ตะคริว หนังตากระตุก
การทำงานมากเกินไปของต่อมต่าง ๆ :	
- ต่อมน้ำลาย	น้ำลายออกมาก
- ต่อมเหงื่อ	เหงื่อออกมาก
- ต่อมน้ำตา	น้ำตาไหลมาก

ที่มา : พีริพัฒน์, 2550

ตารางที่ 2.1 ลักษณะการเกิดพิษของสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (ต่อ)

ผลต่อร่างกาย	อาการแสดง
ตา :	ตาพร่า
ระบบทางเดินอาหาร :	ท้องร่วง คลื่นไส้ อาเจียน ปวด เกร็งที่กระเพาะอาหาร
ระบบทางเดินหายใจ :	แน่นหน้าอก น้ำมูกไหล ไอ หายใจขัด

ที่มา : พีริพัฒน์, 2550

5.2 สารเคมีกลุ่มคาร์บาเมท (Carbamate)

สารกลุ่มนี้มีผลกระทบทำนองเดียวกับออร์กาโนฟอสเฟต คือ หยุดการทำงานของเอนไซม์ E-Acetylcholinesterase (AChE) ทำให้ร่างกายถูกกระตุ้นให้ทำงานมากเกินไป แต่อาการเกิดขึ้นเร็วกว่า (ตั้งแต่ 15 นาที หลังรับสารเคมี) และต่อเนื่องอยู่ประมาณ 3 ชั่วโมง อาการโดยทั่วไปก็เหมือนกับกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต แต่อาจพบอาการต่อไปนี้ ได้แก่ เกร็ง ชัก ช็อก หมดสติ

5.3 สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethriods)

ไพรีทรอยด์สร้างความระคายเคืองต่อตา ผิวหนัง และทางเดินหายใจ อาการมีผลอยู่ระหว่าง 1 – 2 ชั่วโมง ซึ่งจะปรากฏอาการต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ลักษณะการเกิดพิษของสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์

ผลต่อร่างกาย	อาการแสดง
ผิวหนัง :	ผื่นคัน ชา
ระบบทางเดินหายใจ :	เจ็บคอ หายใจถี่ แสบจมูก คอแห้ง
ระบบประสาทส่วนกลาง :	หมดสติ/ช็อก เกร็ง ชัก หนังตากระตุก เดินโซเซ
ระบบทางเดินอาหาร :	อาเจียน ท้องร่วง

ที่มา : พีริพัฒน์, 2550

5.4 สารเคมีกลุ่มไธโอคาร์บาเมท (Thiocarbamates)

สารกลุ่มนี้ส่งผลลักษณะเดียวกันกับไพรีทรอยด์ กล่าวคือ สร้างความระคายเคืองต่อผิวหนัง ตา และระบบทางเดินหายใจ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ลักษณะการเกิดพิษของสารเคมีกลุ่มไธโอคาร์บาเมท

ผลต่อร่างกาย	อาการแสดง
ระบบทางเดินหายใจ :	แสบจมูก คอแห้ง เจ็บคอ ไอ
ตา :	ระคายเคืองตา ตาแดง
ผิวหนัง :	ผื่นคัน ผื่นแดง

ที่มา : พีริพัฒน์, 2550

6. หลักการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างถูกต้อง

ในปัจจุบันมีการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างผิดวิธีกันมาก ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น แมลงดื้อต่อสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น ทั้งนี้การใช้สารเคมีที่ถูกต้อง ต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้

6.1 ใช้สารเคมีให้ถูกกับชนิดของแมลง เพราะแมลงแต่ละชนิดจะเหมาะสมกับสารเคมีที่แตกต่างกันออกไป หากฉีดพ่นสารเคมีไม่เหมาะสมกับแมลง นอกจากจะเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายแล้ว ยังไม่สามารถกำจัดศัตรูพืชได้ผลอีกด้วย

6.2 ใช้ให้ถูกขนาดและถูกวิธี โดยต้องอ่านฉลากที่ติดมากับสารเคมีชนิดนั้น เนื่องจากสารเคมีบางชนิด ถ้านำมาผสมกันจะเสริมฤทธิ์กันให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่บางชนิดนำมาผสมกันไม่ได้ จะทำให้เกิดการทำลายฤทธิ์กันเอง ซึ่งไม่มีประสิทธิภาพในการกำจัดศัตรูพืช

6.3 เวลาที่เหมาะสมในการฉีดพ่นสารเคมี ควรทำการฉีดพ่นสารเคมีในตอนเช้าและเย็น เพราะตอนเช้ามีน้ำค้างเกาะอยู่บนใบพืชทั่วไป หากพ่นในขณะที่อากาศร้อน เช่น เวลาเที่ยงวัน มีข้อเสียคือ สารเคมีที่สามารถดูดซึมผ่านผิวหนังได้ จะเพิ่มปริมาณการดูดซึมของผิวหนังมากยิ่งขึ้น ทำให้สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้

7. การป้องกันอันตรายจากสารเคมีทางการเกษตร

มาตรการในการป้องกันอันตรายจากการใช้สารเคมี เพื่อกำจัดศัตรูพืช (พรศิริ, 2550) สรุปได้ดังนี้

7.1 การควบคุมวัตถุมีพิษ ซึ่งประกอบด้วย การพิจารณาอนุญาตนำเข้า การส่งออก และการผลิต

7.2 การให้ความรู้เกี่ยวกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชแก่ผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และผู้บริโภคผลิตผล ได้แก่ คุณสมบัติของสารเคมี พิษวิทยา วิธีการควบคุม และป้องกันเพื่อให้การสัมผัสอยู่ต่ำกว่ามาตรฐานความปลอดภัย การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ การป้องกันส่วนบุคคล วิธีจับต้องและการใช้อย่างปลอดภัย วิธีการทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์เครื่องใช้ วิธีการเก็บสารเคมี การขนส่ง การทำลายภาชนะที่บรรจุ การป้องกันในกรณีเกิดอุบัติเหตุฉุกเฉิน

7.3 การเฝ้าระวังทางด้านสุขภาพอนามัย

7.4 การเฝ้าระวังทางสภาพแวดล้อม

7.5 จัดทำระบบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

8. การปฏิบัติในการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่ถูกต้องและปลอดภัย

การใช้สารเคมีทางการเกษตร เพื่อกำจัดศัตรูพืชที่ถูกต้องและปลอดภัย ตามขั้นตอนการทำงานต้องปฏิบัติ ดังนี้

8.1 ก่อนการฉีดพ่นสารเคมี

8.1.1 เลือกใช้สารเคมีที่เหมาะสมกับศัตรูพืช และไม่ใช้เกินอัตราที่กำหนด ไม่ผสมสารเคมีตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปในการพ่นครั้งเดียว ยกเว้นกรณีที่แนะนำให้ใช้ได้

8.1.2 อ่านฉลากให้เข้าใจถึงวิธีใช้โดยละเอียดก่อนการใช้สารเคมี

8.1.3 ไม่ควรใช้อุปกรณ์เครื่องพ่นที่ชำรุด หรือมีการรั่วไหลของสารเคมี ซึ่งอาจทำให้เปียกเปื้อนเสื้อผู้ใช้ได้

8.1.4 ควรตรวจสอบเครื่องพ่นก่อนนำไปใช้ทุกครั้ง

8.1.5 สวมถุงมือ หน้ากากให้มิดชิด และใช้ไม้พายสำหรับคนหรือผสมสารเคมี

8.2 ขณะทำการฉีดพ่นสารเคมี

8.2.1 ขณะทำการฉีดพ่นสารเคมี ต้องสวมเสื้อผ้า หมวก แว่นตา ถุงมือ และหน้ากากให้มิดชิด เพื่อป้องกันไม่ให้ถูกผิวหนัง เข้าตา หรือหายใจเข้าไป และอุปกรณ์ป้องกันเหล่านี้ เมื่อใช้แล้วจะต้องทำความสะอาดทุกครั้ง

8.2.2 ระวังไม่ให้ละอองสารเคมีปลิวเข้าหาตัว และถูกคน สัตว์เลี้ยง อาหาร และน้ำดื่มของผู้ที่อยู่ข้างเคียง โดยสังเกตทิศทางก่อนลงมือพ่นสารเคมี

8.2.3 ในขณะที่ทำการพ่นสารเคมี ต้องหันหัวฉีดไปทางใต้ลมทางเดียว และหยุดพ่นในขณะที่ลมเปลี่ยนทิศทาง

8.2.4 ห้ามสูบบุหรี่หรือรับประทานอาหารในขณะที่ปฏิบัติงานกับสารเคมี

8.2.5 ในขณะที่ปฏิบัติงาน หากร่างกายเปียกเปื้อนสารเคมี ต้องรีบล้างน้ำ และฟอกสบู่ให้สะอาดทันที

8.3 หลังการฉีดพ่นสารเคมี

8.3.1 อาบน้ำ ฟอกสบู่ ภายหลังพ่นสารเคมีทุกครั้ง เพื่อชำระล้างสารเคมี

8.3.2 ทำความสะอาดเครื่องพ่นเมื่อเสร็จงานแล้ว ระวังอย่าให้น้ำที่ใช้ล้างไหลลงบ่อน้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อปลา สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ตลอดจนสัตว์เลี้ยง

8.3.3 เสื้อผ้าแยกต่างหากจากการทำความสะอาดเสื้อผ้าโดยทั่วไป

8.3.4 ไม่เข้าไปในบริเวณพื้นที่พ่นสารเคมีแล้วภายใน 1 – 3 วัน โดยไม่จำเป็น

8.3.5 เมื่อได้รับพิษจากสารเคมี ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำเบื้องต้นบนฉลากก่อน แล้วรีบนำผู้ป่วยส่งแพทย์ที่ใกล้ที่สุด พร้อมด้วยภาชนะบรรจุสารเคมีที่ใช้ เพื่อให้แพทย์พิจารณาแนวทางการรักษา

9. การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์การป้องกันสารเคมีทางการเกษตร

การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ป้องกันสารเคมีทางการเกษตร เพื่อกำจัดศัตรูพืชต่าง ๆ นับว่าสำคัญมากในการป้องกันพิษ และลดปริมาณการสัมผัสสารเคมี ดังนั้น ขณะใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ผู้ใช้ควรใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ได้แก่ ถุงมือ หมวกปีกกว้าง แว่นตา หน้ากากกรอง

อากาศ ไม้พายสำหรับคน/ผสมสารเคมี เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว รองเท้าบู๊ทยาง นอกจากนี้ เมื่อพ่นสารเคมีเสร็จแล้วควรรีบอาบน้ำฟอกสบู่ ทำความสะอาดร่างกายทันที และควรศึกษาวิธีใช้เครื่องมือจากคู่มือก่อนใช้ในการพ่นสารเคมี

10. การป้องกันสารเคมีทางการเกษตรเข้าสู่ร่างกาย

การป้องกันสารเคมีทางการเกษตร เพื่อกำจัดศัตรูพืชเข้าสู่ร่างกาย สามารถกระทำได้หลายวิธีขึ้นกับทางการได้รับสัมผัสสารเคมี ดังนี้

10.1 ทางการหายใจ ต้องปฏิบัติดังนี้

10.1.1 เปิดภาชนะบรรจุสารเคมีด้วยความระมัดระวัง อย่าใช้ปากเปิดภาชนะ

10.1.2 เทสารพิษที่เข้มข้นออกจากภาชนะด้วยความระมัดระวัง

10.1.3 ผสมสารเคมีภายนอกอาคารหรือสถานที่อากาศถ่ายเท

10.1.4 อยู่เหนือลมขณะพ่นสารเคมี

10.2 ทางผิวหนัง ต้องปฏิบัติดังนี้

10.2.1 ระวังอย่าให้สารเคมีสัมผัสผิวหนัง

10.2.2 ถ้าสารเคมีสัมผัสผิวหนัง ให้ล้างทันที

10.3 ทางปาก ต้องปฏิบัติดังนี้

10.3.1 อย่าให้เด็กและผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในสถานที่เก็บและปฏิบัติงานเกี่ยวกับสารเคมี

10.3.2 อย่าเก็บสารเคมีรวมกับอาหารและเครื่องดื่ม

10.3.3 อย่ากิน ดื่ม หรือสูบบุหรี่ ขณะปฏิบัติงานกับสารเคมี

10.3.4 ระวังอย่าให้สารเคมีเข้าไปปนเปื้อนในอาหารและเครื่องดื่ม

10.3.5 อย่าใช้ภาชนะบรรจุสารเคมีที่หมดแล้ว บรรจุอาหารและเครื่องดื่ม

10.3.6 เก็บภาชนะบรรจุสารเคมีในที่เหมาะสม

10.3.7 อย่าถ่ายสารเคมีใส่ในภาชนะอื่นที่ไม่มีฉลาก เนื่องจากมีความเป็นพิษ

11. การขนย้ายและการเก็บรักษา

การขนย้ายและการเก็บรักษาที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ต้องปฏิบัติดังนี้ (กองกีฏวิทยาและสัตววิทยา, 2553)

11.1 แยกการขนส่งสารเคมีจากสิ่งของอย่างอื่น โดยเฉพาะคน สัตว์ และอาหาร

11.2 ให้ทุบทำลายภาชนะบรรจุสารเคมีที่มีความดันภายใน จะทำให้เกิดการระเบิดได้

11.3 ห้ามเผาพลาสติกหรือภาชนะบรรจุสารเคมีที่มีความดันภายใน จะทำให้เกิดการระเบิดได้

11.4 สารเคมีที่เหลือใช้และจะไม่ใช้ต่อไป จะต้องนำไปใส่หลุมลึก ๆ ที่มีปูนขาวรองก้นหลุม และอยู่ห่างไกลจากแหล่งน้ำ ห้ามนำไปเทลงในแหล่งน้ำทุกแหล่งเป็นอันขาด

ยาปฏิชีวนะ

ยาปฏิชีวนะ (Antibiotics) จัดเป็นยาที่มีการใช้บ่อยที่สุดชนิดหนึ่งทางการแพทย์ จากข้อมูลสถานการณ์ยาปฏิชีวนะระหว่างปี พ.ศ. 2548-2552 ในโรงพยาบาลระดับทุติยภูมิถึงตติยภูมิ จาก 5 ภูมิภาค รวม 16 แห่ง ในเครือข่ายเฝ้าระวังเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพแห่งชาติ เมื่อพิจารณาการแบ่งกลุ่มยาตาม ATC code (Anatomical therapeutic chemical classification) และวัดปริมาณการใช้ยาในหน่วย defined daily doses/ 1000 patient-days (DDDs/1000 PDs) และมูลค่าในหน่วยบาท พบว่า กลุ่มยาสำหรับโรคติดเชื้อจัดอยู่ใน 3 อันดับแรก ของกลุ่มยาที่มีมูลค่าการสั่งใช้สูงสุด โดยโรงพยาบาลส่วนใหญ่มีแนวโน้มของปริมาณการสั่งใช้เพิ่มสูงขึ้นทุกปี เป็น 1.1-2.0 เท่า ในระยะเวลา 5 ปี ซึ่งในภาพรวมของประเทศ กลุ่มยาปฏิชีวนะที่มีมูลค่าการสั่งใช้รวมสูงเป็นอันดับต้น ได้แก่ carbapenems, cephalosporin, penicillin และ penicillins and enzyme inhibitors (แผนงานสร้างกลไกเฝ้าระวังและพัฒนาระบบยา, 2554)

ส่วนใหญ่การใช้ยาปฏิชีวนะนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดเชื้อก่อโรคทั้งในคน และสัตว์ โดยรูปแบบการใช้ขึ้นอยู่กับการออกฤทธิ์ที่จำเพาะของยาแต่ละชนิด โดยเฉพาะในสัตว์นั้นได้มีการใช้เพื่อเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตอีกทางหนึ่ง (Hirsch et al., 1999) จากการใช้ยาที่แพร่หลาย และการใช้ยาที่ไม่เหมาะสมก่อให้เกิดปัญหาแบคทีเรียดื้อต่อยาปฏิชีวนะขึ้น โดยปัจจุบันปัญหาดังกล่าวไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะแต่ในวงการแพทย์เท่านั้น หากกลับพบแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมต่างๆ (Zhang and Zhang, 2011) ยาปฏิชีวนะมีหลายประเภท เมื่อแบ่งตามประเภทสารตั้งต้นในการผลิต จะมีทั้งที่ผลิตจากจุลินทรีย์, การสังเคราะห์ และสารกึ่งสังเคราะห์ นอกจากนี้เมื่อแบ่งตามประเภทของกลไกการออกฤทธิ์ของยา สามารถแบ่งได้ 5 ประเภท ดังนี้ (ศิริพร, 2548; ภัทรชัย, 2549)

1. ออกฤทธิ์ที่ระดับผนังเซลล์ (Cell wall synthesis inhibitors)

เป็นยาที่มีกลไกยับยั้งการสร้างผนังเซลล์ ส่วนใหญ่เป็นพวกที่ยับยั้งการสังเคราะห์ peptidoglycan ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของผนังเซลล์ ทำให้ผนังเซลล์ไม่แข็งแรง แบคทีเรียแบ่งตัวไม่ได้ ยาในกลุ่มนี้ได้แก่ ยากลุ่ม beta-lactams, glycopeptides, bacitracin และ cycloserine โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 Beta-lactams: ยากลุ่มนี้มีโครงสร้างที่สำคัญ คือ ส่วนวงแหวน beta-lactam ยาออกฤทธิ์โดยการเข้าจับและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ carboxypeptidase และ transpeptidase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องการสร้างสาย peptidoglycan รวมเรียกเอนไซม์กลุ่มนี้ว่า penicillin-binding protein (PBP) โดยยาในกลุ่มนี้ประกอบด้วย penicillins, cephalosporins, cephamycins, monobactams และ carbapenems

1.1.1 Penicillins: โครงสร้างหลักของยากลุ่มนี้ คือ กรด 6-aminopenicillanic ซึ่งประกอบด้วยวงแหวน beta-lactam เชื่อมต่อกับวงแหวน thaizolidine โดยแบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ 1) กลุ่มที่สกัดจากธรรมชาติ เช่น Penicillin G และ Penicillin V ส่วนใหญ่ออกฤทธิ์ได้ดีต่อเชื้อแกรมบวก และ 2) กลุ่มยากึ่งสังเคราะห์ ซึ่งแบ่งออกเป็นหลายกลุ่มย่อย มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์

แตกต่างกันไป แต่ครอบคลุมในกลุ่มเชื้อแกรมบวกมากยิ่งขึ้น ยาที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ Penicilinase-resistant penicillins, Isoxazolyl penicillins และ Extended-spectrum penicillins

1.1.2 Cephalosporins: โครงสร้างหลักของยากลุ่มนี้ คือ กรด 7-amino cephalosporanic ซึ่งประกอบด้วยวงแหวน beta-lactam เชื่อมต่อกับวงแหวน dihydrothiazine ยากลุ่มนี้ออกฤทธิ์ต่อเชื้อได้หลากหลาย ยกเว้นกับ enterococci ซึ่งดื้อต่อยากลุ่มนี้โดยธรรมชาติ และนอกจากนี้ยังแบ่งยาออกได้เป็น 4 generations

1.2 Cycloserines: มีโครงสร้างคล้าย D-alanine จึงมีผลในการยับยั้งกระบวนการสร้าง D-alanine-D-alanine ซึ่งเป็นโครงสร้างสำคัญสำหรับการสร้าง peptidoglycan ของผนังเซลล์ และเป็นยาที่มีผลข้างเคียงสูง จึงไม่นิยมใช้ ส่วนใหญ่ใช้เป็นยาสำรอง

1.3 Glycopeptides: ยาออกฤทธิ์โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ transglycosylase ซึ่งมีความสำคัญต่อการสร้าง peptidoglycan โดยการจับตัวกับส่วน D-alanine-D-alanine ที่ปลายสาย pentapeptide ซึ่งเป็นส่วนประกอบในโครงสร้างโมเลกุลต้นกำเนิดของ peptidoglycan ยาในกลุ่มนี้ได้แก่ vancomycin และ teicoplanin

1.4 Bacitracin: เป็นยาที่สกัดได้จากเชื้อ Bacillus subtilis โดยจัดเป็นสารประกอบ polypeptide มีความเป็นพิษต่อคนและสัตว์ เนื่องจากดูดซึมไม่ดีที่ระบบทางเดินอาหาร จึงมักใช้เป็นยาทาภาย นอก ใช้รักษาโรคติดเชื้อจากแบคทีเรียแกรมบวกเป็นหลัก กลไกการออกฤทธิ์เกิดจากการยับยั้งการปล่อยหน่วย muropeptide ซึ่งเป็นสารต้นกำเนิดของการสร้าง peptidoglycan ออกจากไขมันที่ทำหน้าที่เป็นพาหะนำสารจากชั้นเยื่อหุ้มเซลล์มาที่ชั้นผนังเซลล์ ทำให้สารพาหะไม่สามารถแยกตัวออกเพื่อไปนำหน่วย muropeptide ใหม่ ต่อไปได้อีก

2. ออกฤทธิ์ที่ระดับเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane function inhibitors)

เยื้อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรียประกอบด้วยชั้น โปรตีน-ไลปิด-โปรตีน นอกจากนี้ด้านนอกของเยื้อหุ้มเซลล์ยังมี polysaccharide ยึดกับโปรตีนด้วย ยาปฏิชีวนะในกลุ่มนี้จะเข้าไปแทรกระหว่างโปรตีนกับไลปิด ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ฉีกขาด สารใน cytoplasm ไหลออกมาทำให้เซลล์ตาย เนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์แบคทีเรียมีโครงสร้างคล้ายเยื่อหุ้มเซลล์ของยูคาริโอต ทำให้ยามีผลข้างเคียงสูงหากเข้าสู่ร่างกาย ยาปฏิชีวนะในกลุ่มนี้ได้แก่ polymycins, gramicidins และ tyrocidin

2.1 Polymyxins: สร้างจากเชื้อ Bacillus polymyxa ออกฤทธิ์ต่อแบคทีเรียแกรมลบ มีผลข้างเคียงต่อสิ่งมีชีวิตสูง เช่น ระบบประสาท และไต จึงนิยมใช้รักษาเฉพาะโรคติดเชื้อที่รุนแรง หรือใช้เป็นยาทาภายนอก

2.2 Gramicidins และ Tyrocidin: สร้างจากเชื้อ Bacillus spp. ใช้ทำลายแบคทีเรียแกรมบวกมากกว่าโดยทำให้องค์ประกอบภายในเซลล์รั่วไหลออกมา แต่ยามีความเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อ การใช้ยากลุ่มนี้จึงอยู่ในวงจำกัด (นงลักษณ์ และปรีชา, 2550)

3. ออกฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิค (Nucleic acid synthesis inhibitors)

ยาในกลุ่มนี้จะออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างกรดนิวคลีอิค หรือเข้าจับกับกรดนิวคลีอิคโดยตรงเพื่อขัดขวางการเพิ่มปริมาณในการแบ่งเซลล์ ยาใน

กลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีผลกระทบกับเซลล์ของยูคาริโอตจึงไม่สามารถนำมาใช้ในคนได้ โดยตัวที่ออกฤทธิ์แต่เฉพาะในเซลล์ของโปรคาริโอตและสามารถนำมาใช้ได้ ได้แก่ Quinolones, Rifamycins และ Metronidazoles

3.1 Quinolones หรือ Fluroquinolones: เป็นสารสังเคราะห์ซึ่งออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ DNA gyrase และ topoisomerase II ทำให้ไม่เกิดการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิค ส่งผลให้แบคทีเรียตาย ยาแบ่งออกได้หลายกลุ่มตามการออกฤทธิ์ ตัวอย่างเช่น 1) Narrow spectrum ออกฤทธิ์ต่อแบคทีเรียแกรมลบ เช่น Nalidixic acid และ Cinoxacin, 2) Broad spectrum ยากลุ่มนี้เกิดจากการเพิ่มอะตอมฟลูออรีนเข้าไปที่โครงสร้างของ Nalidixic acid จึงเรียกยากลุ่มนี้ว่า Fluoroquinolones ออกฤทธิ์ต่อเชื้อทั้งแกรมบวกและลบ เช่น Norfloxacin, Ofloxacin, Enoxacin, Ciprofloxacin, Lomefloxacin และ Fleroxacin เป็นต้น

3.2 Rifamycins: ยากลุ่มนี้ออกฤทธิ์โดยการจับกับ beta-subunit ของเอนไซม์ RNA polymerase และยับยั้งหน้าที่เอนไซม์ในการสร้าง RNA ยาออกฤทธิ์ต่อเชื้อแกรมบวก รวมทั้งเชื้อแกรมลบบางกลุ่ม โดยยาที่สำคัญในกลุ่มนี้คือ Rifampin

3.3 Metronidazole: ยาในกลุ่มนี้จะไปทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ nitroreductase ของเซลล์แบคทีเรีย ทำให้ยาเป็นพิษต่อเซลล์และเกิดการทำลาย DNA เป็นยาที่มีบทบาทสำคัญในการในการรักษาโรคติดเชื้อจากแบคทีเรียกลุ่ม anaerobe

4. ออกฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน (Protein synthesis inhibitor)

โดยยากลุ่มนี้จะออกฤทธิ์ยังยั้งการสังเคราะห์โปรตีนของเซลล์ที่ไรโบโซม และตัวยาไม่มีผลกระทบต่อกระบวนการดังกล่าวในคน ตัวอย่างยาในกลุ่มนี้ ได้แก่ Aminoglycosides, Tetracyclines, Macrolides, Chloramphenicol, Lincosamide, Streptogramins และ Oxazalidinones

4.1 Aminoglycosides: ออกฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนโดยการจับตัวอย่างถาวรกับไรโบโซมหน่วยย่อย 30S ทำให้ไรโบโซมทำงานผิดปกติ เซลล์ไม่สังเคราะห์โปรตีน จึงตายในที่สุด ยามีบทบาทต่อเชื้อแกรมลบ รวมถึงเชื้อแกรมบวกบางชนิด ตัวอย่างยาในกลุ่มนี้ เช่น Kanamycin, Gentamicin, Tobramycin, Streptomycin, Netilmicin และ Amikacin เป็นต้น

4.2 Tetracyclines: ยาออกฤทธิ์โดยการจับตัวแบบชั่วคราวกับไรโบโซมหน่วยย่อย 30S มีผลยับยั้งการเข้ารวมตัวกับ tRNA จึงขัดขวางการสังเคราะห์โปรตีน โดยยาในกลุ่มนี้มีฤทธิ์กว้างต่อทั้งเชื้อแกรมบวกและแกรมลบ โดยยาที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ Tetracycline, Doxycycline, Chlortetracycline, Oxytetracycline, Minocycline เป็นต้น

4.3 Macrolides: ยาออกฤทธิ์โดยการจับตัวแบบชั่วคราวกับไรโบโซมหน่วยย่อย 50S บริเวณ 23S rRNA มีผลยับยั้งกระบวนการ elongation ในการสร้างสายโปรตีน ยามีฤทธิ์ต่อเชื้อแกรมบวก โดยยาที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ Erythromycin, Clarithromycin, Azithromycin

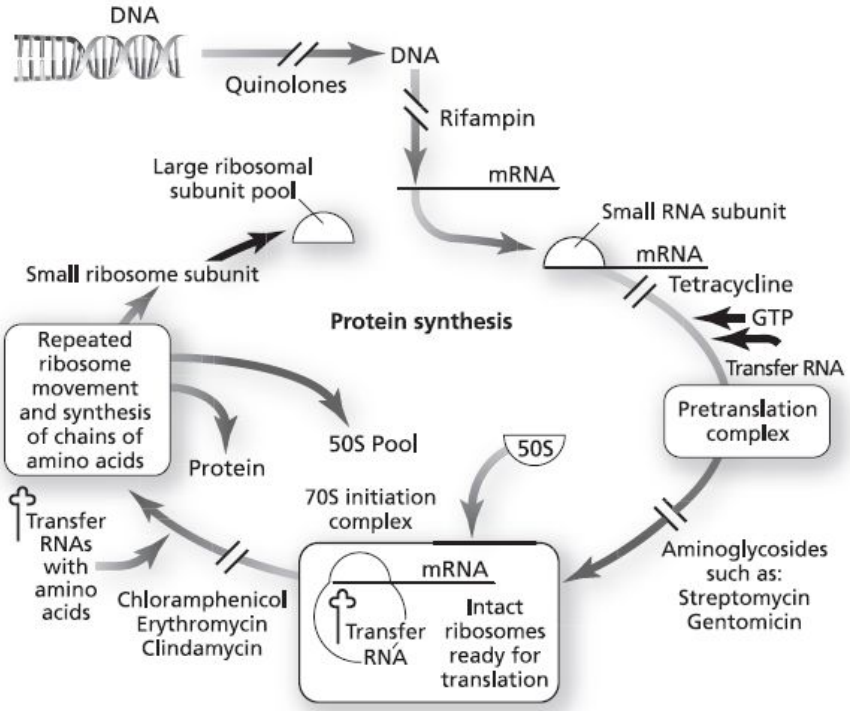
4.4 Chloramphenicol: ยาจะจับตัวแบบชั่วคราวกับเอนไซม์ peptidyltranferase ซึ่งเป็นส่วนประกอบของไรโบโซมหน่วยย่อย 50S โดยเอนไซม์ดังกล่าวมีบทบาทต่อการสร้างสายโปรตีน จัดเป็นยาที่มีผลต่อเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ

5. ออกฤทธิ์รบกวนเมตาบอลิซึม (Antimetabolites)

เป็นยาปฏิชีวนะที่ออกฤทธิ์แบบนี้ส่วนใหญ่ มีลักษณะโครงสร้างคล้ายสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาบอลิซึม จึงแย่งจับเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องได้ และการยับยั้งของยาลักษณะนี้พบว่าสามารถฟื้นกลับสู่สภาพเดิมเมื่อปริมาณยาลดลง หรือยาหมดฤทธิ์ หรือมีสารตั้งต้นที่เอนไซม์ไปแย่งกันจับมากกว่าปกติ โดยรายละเอียดของยาในกลุ่มนี้ ได้แก่

5.1 Sulfonamide: เป็นยาที่ยับยั้งการเมตาบอลิซึมกรดโฟเลท โดยยามีโครงสร้างคล้ายสารตั้งต้นของการสร้างกรด (para-aminobenzolic acid, PABA) จึงสามารถจับกับเอนไซม์ dihydrofolic acid synthetase ซึ่งมีบทบาทในการสร้างกรดดังกล่าวทำให้แบคทีเรียขาดกรดโฟเลทในการสังเคราะห์ DNA

5.2 Trimethoprim: เป็นยาที่มีกลไกการทำงานคล้าย Sulfonamide แต่ต่างกันที่ Trimethoprim ออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ dihydrofolate reductase ซึ่งมีบทบาทในการสร้างกรดโฟเลทเช่นกัน ซึ่งเมื่อมีการใช้ร่วมกับ Sulfonamide จะออกฤทธิ์เสริมกันมากขึ้น



ภาพที่ 2.2 แสดงการออกฤทธิ์ของยาปฏิชีวนะประเภทต่างๆ ต่อเซลล์แบคทีเรีย (Guilfoile, 2007)

แบคทีเรียดื้อยา (Antibiotic resistance bacteria)

ขณะที่มีการใช้ยาปฏิชีวนะกันอย่างกว้างขวาง อัตราการดื้อยาของแบคทีเรียต่างๆ ต่อยาเหล่านี้มีแนวโน้มสูงขึ้นด้วย โดยการดื้อยาของแบคทีเรียเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม (Mutation) ของแบคทีเรีย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้อาจเกิดขึ้นที่ส่วนของโครโมโซม โดยโครโมโซมมี

ขนาดใหญ่ประกอบด้วยยีนที่จะแสดงออกเป็นลักษณะต่างๆ ของเชื้อมากมายรวมทั้งการดื้อยาซึ่งการดื้อยาปฏิชีวนะอาจเกิดจากพลาสมิดซึ่งเป็นสารพันธุกรรมที่อยู่นอกโครโมโซม(extrachromosome) โดยพลาสมิดมีขนาดเล็กกว่าโครโมโซมมาก โดยยีนที่ควบคุมการดื้อยาที่อยู่บนพลาสมิดของแบคทีเรียชนิดหนึ่งสามารถถ่ายทอดไปยังแบคทีเรียชนิดอื่นๆ ได้ง่าย ทำให้เกิดการแพร่กระจายการดื้อยาจากเชื้อหนึ่งไปสู่อีกเชื้อหนึ่งได้รวดเร็ว (พิณทิพย์, 2544) โดยยีนดื้อยาที่ได้รับขนถ่ายมานี้จะอยู่ในรูปต่างๆ ที่สำคัญ คือ naked DNA, phage หรือ plasmids ซึ่งมีผลทำให้เกิดปัญหาการเพิ่มขึ้นของเชื้อดื้อยาและเมื่อเชื้อดื้อยาก่อโรคและเมื่อเกิดการดื้อของเชื้อต่อยาชนิดหนึ่งอาจจะมีการดื้อต่อยาหลายๆ กลุ่มไปด้วย ทำให้มียาให้เลือกใช้น้อยลง (ศิริพร, 2548; นพรัตน์, 2554)

1. การเกิดการดื้อยาของแบคทีเรียเกิดขึ้นได้ 2 แนวทาง คือ

1.1 เกิดจากการเลือกสรรตามธรรมชาติ (Natural selection) แบคทีเรียแต่ละชนิดจะมียีนดื้อยาอยู่ในตัวอยู่แล้วตามธรรมชาติ แต่เป็นจำนวนน้อย เมื่อแบคทีเรียชนิดดังกล่าวมีการสัมผัสกับยาปฏิชีวนะมากและนานขึ้น ยาจะทำลายเชื้อที่ไม่ดื้อยาจนหมด และไม่สามารถทำลายส่วนที่ดื้อต่อยาได้ ดังนั้นจะมีการเจริญเพิ่มจำนวนและแสดงออกเป็นแบคทีเรียดื้อยาอย่างสมบูรณ์

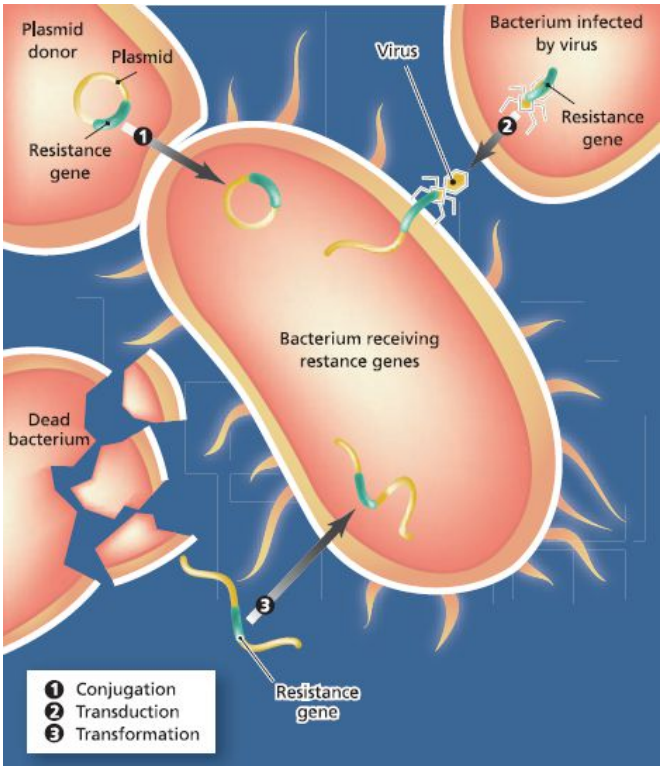
1.2 เกิดจากการเหนี่ยวนำให้เกิดโดยการใช้ยาปฏิชีวนะ แต่ละชนิดจะมีความไวต่อยาปฏิชีวนะ แต่เมื่อใดมีโอกาสสัมผัสกับยาปฏิชีวนะ โดยเฉพาะในขนาดและระยะเวลาในการให้ที่ไม่เหมาะสมที่จะทำลายเชื้อได้หมด เชื้อก็จะพัฒนาการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมให้สามารถทนทานต่อการทำลายของยาได้ เชื้อดื้อยาเหล่านี้อาจเกิดจากการได้รับยีนดื้อยาจากเชื้ออื่นด้วยกระบวนการต่างๆ (Horizontal gene transfer, HGT) ผ่านสารพันธุกรรมชนิดเคลื่อนที่ได้ (Mobile genetic elements) เช่น plasmids, transposons และ integrons นอกจากนี้กระบวนการรับยีนดื้อยาจากแบคทีเรียอื่นยังประกอบไปด้วยกลไกต่างๆ ดังนี้ transformation (DNA uptake), conjugation (direct contact transfer of mobile plasmids), และ transduction (uptake of naked DNA) (Jury et al., 2010; Taylor et al., 2011)

2. กลไกการดื้อยาปฏิชีวนะมี 4 วิธี คือ

2.1 การเปลี่ยนแปลงเป้าหมายในการออกฤทธิ์ของยา (Target site alteration)

การดื้อยาโดยวิธีนี้ในระยะเริ่มแรกพบว่าเชื้อมีการสร้างเป้าหมายใหม่ทำให้ยาไม่สามารถจับกับเป้าหมายเดิมได้ การดื้อยาวิธีนี้มีแยกออกเป็น การสร้างเป้าหมายใหม่ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงเส้นทางเมตะบอลิก การสร้างเป้าหมายให้มากเกิน รวมทั้งการสร้างเส้นทางเมตะบอลิกที่มากเกิน และการป้องกันไม่ให้ยาเข้าสู้เป้าหมาย (target protection) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเป้าหมายในการออกฤทธิ์ของยาเป็นวิธีการดื้อยาที่สำคัญยาปฏิชีวนะกลุ่มต่อไปนี้ คือ การดื้อยากลุ่ม Beta-lactam โดยเฉพาะ Penicillin และ Methicillin โดยเชื้อ *S. pneumoniae* และ *S. aureus* ตามลำดับ การดื้อยา Quinolone โดยเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก และแกรมลบ การดื้อยา Tetracycline โดยเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ การดื้อยา Trimethoprim และ Sulfonamide โดยเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ การดื้อยา Vancomycin โดยเชื้อแบคทีเรีย

แกรมบวก การดื้อยา Streptomycin และ Spectinomycin โดยแบคทีเรียแกรมบวก แกรมลบ และ Mycobacterium



ภาพที่ 2.3 แสดงกลไกการรับยีนดื้อยาปฏิชีวนะมาจากแบคทีเรียชนิดอื่น (Guilfoile, 2007)

2.2 การสร้างเอนไซม์มาทำลายยา (Enzymatic deactivation)

แบคทีเรียหลายชนิดสามารถทำลายยาต้านจุลชีพ โดยทำให้ยาเปลี่ยนแปลงสภาพไป ทำให้ไม่สามารถออกฤทธิ์ได้ เช่น *S. aureus* ที่ดื้อต่อยา Penicillin จะทำลายยาให้เปลี่ยนเป็น penicilloic acid ในกรณีของ Cephalosporins ก็เกิดขึ้นทำนองเดียวกัน ซึ่งเป็นผลมาจากเอนไซม์เบต้าแลคเทมเมส (Beta-lactamase) สร้างโดยแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบหลายชนิด ทำให้เชื้อดื้อยาในระดับที่สูงได้ เอนไซม์ lactamase แบ่งเป็นหลายประเภทตามชนิดของยา เป็นเอนไซม์ที่สร้างโดยยีนบนโครโมโซม หรือพลาสมิด หรือทรานส์โปซอนก็ได้ และอาจเป็นเอนไซม์ที่สร้างตลอดเวลา หรือสร้างเฉพาะเมื่อมีสารตั้งต้น (substrate) ก็ได้ การดื้อยากลุ่ม Aminoglycosides โดยเอนไซม์ aminoglycosides - modifying จะย่อยสลายยากลุ่ม Aminoglycosides ที่กลุ่ม amino และกลุ่ม hydroxy เช่น acetyltransferase (AAC) ทำหน้าที่ย่อยสลายยาด้วยกระบวนการ acetylation ที่กลุ่มอะมิโน เอนไซม์ที่สำคัญ คือ AAC(6) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่พบบ่อยที่สุดจากเชื้อแบคทีเรียทรงแท่งแกรมลบโดย AAC(6) ทำลายกลุ่ม amino ที่วงแหวนที่ 2 ของยาในตำแหน่งที่ 6 ตำแหน่งนี้พบในAminoglycosides ทุกตัว จึงย่อยสลาย Aminoglycosides ทุกตัว ซึ่งเอนไซม์ทั้ง 3 ถูกกลุ่มพบในแบคทีเรียทรงแท่งแกรมลบ นอกจากนั้น ยังพบ bifunctional enzyme ซึ่ง

ประกอบด้วยเอนไซม์ AAC(6) และ APH(2) เอนไซม์นี้ผลิตจากเชื้อแบคทีเรียทรงกลมแกรมบวก คือ S. aureus, S. epidermidis, Enterococcus faecalis และ E. faecium และเป็นตัวการที่สำคัญที่ทำให้เชื้อแบคทีเรียทรงกลมแกรมบวกดื้อต่อยากลุ่มนี้ (พิณทิพย์, 2544)

2.3 การลดการนำยาเข้าเซลล์ของแบคทีเรีย (Decreased Uptake)

ยาปฏิชีวนะจะออกฤทธิ์ได้ตัวยาจะต้องผ่านเข้าเซลล์ (entry) ของจุลินทรีย์เสียก่อน การเข้าสู่เซลล์ของยาอาจใช้พลังงานหรือไม่ใช้พลังงานก็ได้ ช่องทางที่ยาปฏิชีวนะจะเข้าเซลล์ของแบคทีเรียที่สำคัญ ได้แก่ ที่ outer membrane protein ซึ่งเรียกว่า porin ในเชื้อแบคทีเรียแกรมลบจะมี porin ที่สำคัญอย่างน้อย 5 ชนิด คือ OmpC, OmpF, LamD, PhoE และ โปรตีน K แต่ OmpF จะมีความสำคัญมากที่สุด ช่องทาง porin เป็นทางเข้าที่สำคัญของยาปฏิชีวนะส่วนใหญ่ โดยเฉพาะกลุ่ม Beta-lactam และ Quinolone นอกจากนั้นยาปฏิชีวนะอาจเข้าที่โปรตีนพิเศษบางตัว เช่น Imipenem สามารถเข้าสู่แบคทีเรียทางโปรตีน D2 ยาปฏิชีวนะกลุ่ม Aminoglycosides ไม่เข้าทาง porin แต่จะเข้าเซลล์ของจุลชีพที่ทางเชื่อมระหว่าง LPS ด้วยวิธี self-promoted uptake การลดการนำเข้าของยาอาจเกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ตัวอย่างเช่น เชื้อแบคทีเรียไม่ต้องการออกซิเจนจะดื้อต่ออะมิโนกลัยโคไซด์เนื่องจากไม่มี ระบบขนส่งอิเลคตรอนชนิด cytochrome-mediate electron transport การดื้อยาโดยธรรมชาติเกิดจากลดการการนำยาเข้าเซลล์เป็นวิธีที่สำคัญด้วย และเกิดภายหลัง พบได้บ่อยในเชื้อบางชนิดเช่น *P. aeruginosa* และ *E. cloacae* ซึ่งมักนำยาเข้าเซลล์น้อยอยู่แล้วโดยธรรมชาติ เมื่อมีพัฒนาการดื้อยาได้ไว้ขึ้น ยาปฏิชีวนะบางตัวมักไม่สามารถออกฤทธิ์ได้จากการดื้อยาโดยวิธีนี้และเกิดชั่วคราว พบได้จากการดื้อยาแบบ functional ของเชื้อต่ออะมิโนกลัยโคไซด์เมื่อมีการสัมผัสกับยาครั้งแรก การดื้อยาแบบนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีแบบถาวร และไม่มีการควบคุมทางพันธุกรรมที่ผิดไปจากเดิม ส่วนการลดการนำเข้าเซลล์ของแบคทีเรียเกิดได้ 2 วิธี

2.3.1 การลดการซึมผ่าน (Decreased permeability) การดื้อยาโดยการลดการนำยาเข้าเซลล์ของจุลินทรีย์ อาจเกิดโดยวิธีการลดการซึมผ่าน หรือการขับยาจากจุลินทรีย์ เช่น เชื้อ P. aeruginosa ดื้อต่อยากลุ่ม Beta-lactam โดยการซึมผ่าน เชื้อแบคทีเรียส่วนใหญ่ดื้อต่อ tetracycline โดยวิธี active efflux ส่วนการดื้อยากลุ่ม Quinolone มักเกิดจาก 2 วิธีร่วมกัน โดยทั่วไป การดื้อยาโดยการลดการนำยาเข้าเซลล์ทำให้เกิดการดื้อยาโดยวิธี decreased permeability ร่วมกับ active efflux จะทำให้เกิดการดื้อยาระดับสูง (high-level resistance) ยาปฏิชีวนะที่ไม่สามารถออกฤทธิ์ได้โดยจุลินทรีย์ลดการซึมผ่านของยาเข้าเซลล์ ได้แก่ Beta-lactam, Chloramphenicol, Quinolone, Tetracycline และ Trimethoprim การดื้อยาแบบนี้ไม่ใช่กลไกหลักของยาเหล่านี้ยกเว้นที่เกิดกับเชื้อบางตัว เท่านั้น เช่น P. aeruginosa ดื้อต่อ Beta-lactam และ Aminoglycosides ส่วนใหญ่การดื้อยาแบบนี้จะเป็นกลไกรอง เชื้อที่ดื้อต่อยา ปฏิชีวนะด้วยวิธีนี้ที่สำคัญ คือ P. aeruginosa ดังกล่าวแล้ว N. gonorrhoeae ที่ดื้อต่อ Beta-lactam, Enterobacter sp. ที่ดื้อยา Beta-lactamase, อีโคไลที่ดื้อยา Chloroamphenicol, Tetracycline และ Quinolone

2.3.2 การขับยาออกจากเชื้อ (Active efflux) กลไกนี้เป็นกลไกการดื้อยาที่สำคัญของยา 3 กลุ่ม ต่อไปนี้ คือ

1) การดื้อยากลุ่ม Tetracycline ในปัจจุบัน ยากลุ่ม Tetracycline เป็นยาที่มีประโยชน์สำหรับจุลชีพที่ไม่ใช่แบคทีเรียเป็นสำคัญ แบคทีเรียหลายชนิดดื้อยากลุ่มนี้โดยวิธี active efflux เป็นสำคัญ การดื้อยาแบบ active efflux ในยากลุ่ม tetracycline ถูกควบคุมโดยีนหลายกลุ่ม เรียกว่ายีน tet จะเห็นได้ว่าเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อยาโดยวิธี efflux เป็นส่วนใหญ่ ส่วนเชื้อ Mycoplasma และ Ureaplasma ดื้อต่อยาโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงเป้าหมาย การดื้อยากลุ่ม Tetracycline มีการควบคุมทางพันธุกรรมโดยพลาสมิด

2) การดื้อยากลุ่ม Quinolone โดยปกติหลังจากจุลชีพมี uptake ของ quinolone แล้วมักมี efflux เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ แต่การมี efflux ที่เพิ่มมากขึ้นเป็นกลไกอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการดื้อยานี้ จากการศึกษาพบว่าเชื้อ S. aureus มี efflux ที่เพิ่มมากขึ้นและมีความสัมพันธ์กับการดื้อยา การดื้อยาโดยวิธีนี้เป็นการดื้อยาในระดับต่ำก็จริง แต่ระดับ MIC ที่เพิ่มขึ้นก็เพียงพอที่จะทำให้มีเชื้อดื้อยาจากการกลายพันธุ์เกิดขึ้นใน ระหว่างการรักษาได้ เชื้อ S. aureus ที่ดื้อยาโดยวิธีนี้จะเกิดกับยาที่ละลายน้ำได้ดี เช่น Norfloxacin, Enoxacin, Ofloxacin และ Ciprofloxacin มากกว่าดื้อยาที่ละลายน้ำไม่ดี การดื้อยากลุ่มแรกจะมี MIC เพิ่มขึ้น 32 เท่า แต่ยากลุ่มหลังจะมี MIC เพิ่มขึ้นเพียง 2 เท่า ส่วนการศึกษาในแบคทีเรียแกรมลบนั้นพบว่ามี efflux ในระดับปรกติ และยังไม่พบว่า efflux ระดับปรกติในเชื้อแบคทีเรียแกรมลบเป็นสาเหตุของการดื้อยา การควบคุมทางพันธุกรรมเกิดโดยทางโครโมโซมแต่อาจกลายเป็นพลาสมิดได้ในอนาคต เพราะยีนที่กำกับการดื้อยาอยู่บนจุดที่ไวมากของโครโมโซม

3) การดื้อยากลุ่ม Macrolide กลไกการขับยาออกจากเซลล์โดยอาศัยพลังงานคือ proton-motive force (PMF) หรือ ATP แบคทีเรียที่จะขับยาออกจากเซลล์ได้จะมีโปรตีนที่สำคัญที่ cytoplasmic membrance เรียกว่า integral inner membrance protein

2.4 การเปลี่ยนแปลงขบวนการเมตะบอลิซึม

การเปลี่ยนแปลงขบวนการเมตะบอลิซึมของตัวแบคทีเรียโดยใช้ขบวนการอื่นที่ไม่ใช้ขบวนการเดิมที่ยาเคยออกฤทธิ์ขัดขวางได้ตัวอย่างเช่นการดื้อต่อยา Sulfamethoxazole และ Trimethoprim เป็นต้น

ในวันสุขภาพโลก ปี พ.ศ. 2554 องค์การอนามัยโลกได้นำประเด็นปัญหาแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาปฏิชีวนะ (Antibiotic resistance bacteria) มารณรงค์ สื่อให้เห็นว่า ณ สถานการณ์ปัจจุบัน เรื่องดังกล่าวถือเป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุขที่มีความสำคัญในระดับนานาชาติ และเป็นวาระเร่งด่วนที่นานาประเทศควรมีมาตรการในการป้องกันและควบคุมก่อนที่สถานการณ์จะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น โดยปัญหาการดื้อยาปฏิชีวนะนั้นได้ส่งผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อสุขภาพของมนุษยชาติ รวมถึงความสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจจากการที่มีค่าใช้จ่ายในการรักษาโรคที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากแบคทีเรียดื้อยาจัดได้ว่าเป็นโรคติดเชื้ออุบัติใหม่ (Emerging infectious diseases) มีระดับความรุนแรงของการก่อโรคที่เพิ่มขึ้น ในบางกรณีอาจมีระดับความรุนแรงมากจนถึงขั้นเป็นอันตรายต่อชีวิต จาก

อุบัติการณ์ดังกล่าวจำเป็นต้องมีการใช้ยาปฏิชีวนะ (Antibiotic) ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมในการรักษา ซึ่งอาจจะเป็นยาที่มีมูลค่าสูงขึ้น หรือในอนาคตหากปัญหาดังกล่าวทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น โรคติดเชื้อบางชนิดก็อาจจะไม่สามารถหายาปฏิชีวนะมารักษาได้ โดยทั่วไปแล้วยาปฏิชีวนะนั้น จัดเป็นกลุ่มยาที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในแง่ของการรักษาโรคติดเชื้อ โดยเฉพาะจากแบคทีเรียในมนุษย์และสัตว์ รวมถึงใช้เป็นวัตถุเติมในอาหารสัตว์เพื่อเร่งการเจริญเติบโต สำหรับการใช้ยาปฏิชีวนะในสัตว์นั้นครอบคลุมทั้งอุตสาหกรรมปศุสัตว์ ประมง หรือแม้แต่กระทั่งการรักษาโรคติดเชื้อในสัตว์เลี้ยงตามบ้านเรือน

สถานการณ์ปัญหาแบคทีเรียดื้อยาในประเทศไทยนั้น ถ้าพิจารณาจากการใช้ยาปฏิชีวนะในมนุษย์ เรื่องนี้จัดเป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุขที่สำคัญในระดับชาติ โดยพบว่ามีปริมาณการใช้ยาปฏิชีวนะที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ประกอบกับมีการใช้อย่างไม่สมเหตุสมผลทั้งในโรงพยาบาลและชุมชน รวมถึงการที่สามารถหาซื้อได้ง่ายโดย บางครั้งไม่จำเป็นต้องมีใบสั่งยา (แผนงานสร้างกลไกเฝ้าระวังและพัฒนาระบบยา, 2554) ปัจจัยต่างๆเหล่านี้ล้วนแล้วแต่ส่งเสริมให้แบคทีเรียทั้งสายพันธุ์ที่ก่อโรค และสายพันธุ์ประจำถิ่น มีการพัฒนาและปรับตัวให้เหมาะสมเพื่อความอยู่รอดภายใต้สภาวะที่มีการปรากฏของยาปฏิชีวนะ หรืออาจเรียกได้ว่าเกิดการคัดเลือกสายพันธุ์แบคทีเรียที่ดื้อยาขึ้น นอกเหนือจากนี้ ด้านการใช้ยาปฏิชีวนะในสัตว์เชิงพาณิชย์ พบปัญหาการเลือกใช้ชนิดยา, ปริมาณยา, และระยะเวลาการใช้อย่างไม่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นปัจจัยส่งเสริมการเกิดแบคทีเรียดื้อยา และบางกรณีอาจพบการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสัตว์ด้วย สำหรับการใช้ยาปฏิชีวนะในสัตว์เลี้ยง สาเหตุของการก่อเกิดแบคทีเรียดื้อยา อาจมาจากการที่เจ้าของซื้อยามารักษาเอง หรือเมื่อนำไปรักษาอาจมีการให้ยาหรือนำมารักษาไม่ต่อเนื่อง (สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข, 2555)

การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยง

1. การชี้บ่งอันตราย (Hazard Identification)

การชี้บ่งอันตราย หมายถึง กระบวนการในการรับรู้ถึงอันตรายที่มีอยู่ และการกำหนดลักษณะของอันตราย โดยใช้วิธีการชี้บ่งอันตรายทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ในแต่ละกิจกรรมของงาน พิจารณาว่าใครจะได้รับอันตรายและจะได้รับอันตรายอย่างไร

การชี้บ่งอันตราย ควรพิจารณาจากคำถาม 3 ข้อ ดังนี้

1) มีแหล่งกำเนิดของอันตรายหรือไม่

2) ใคร หรืออะไร ที่ได้รับอันตราย

3) อันตรายจะเกิดขึ้นอย่างไร

หากอันตรายที่ไม่ปรากฏผลเด่นชัด หรือมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดอันตรายน้อยมาก ไม่จำเป็นต้องเขียนขั้นตอนปฏิบัติเป็นเอกสาร หรือจำต้องดำเนินการอะไรต่อไป

การชี้บ่งอันตราย เพื่อนำไปสู่การประเมินความเสี่ยง อาจเลือกใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งหรือหลายวิธีที่เหมาะสม ตามลักษณะการประกอบกิจการ หรือลักษณะความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการประกอบกิจการ ดังนี้

1.1 Checklist

เป็นวิธีการที่ใช้ในการชี้บ่งอันตราย โดยการนำแบบตรวจไปใช้ในการตรวจสอบการดำเนินงานของหน่วยงาน เพื่อค้นหาอันตรายที่แอบแฝงอยู่ในขั้นตอนหรือกระบวนการทำงาน ซึ่งแบบตรวจ (Checklist) จะถูกออกแบบและจัดทำมาล่วงหน้า ประกอบด้วยข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานด้านต่าง ๆ เพื่อประเมินว่าได้มีการปฏิบัติตามมาตรฐานการออกแบบ มาตรฐานการปฏิบัติงาน หรือกฎหมายหรือไม่ แล้วนำผลจากการประเมินมาทำการชี้บ่งอันตราย

1.2 Job Safety Analysis (JSA)

การวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัยหรือ Job Safety Analysis (JSA) เป็นเทคนิควิธีการที่จะให้ผู้ปฏิบัติงานทำ งานอย่างปลอดภัยที่สุด โดยการวิเคราะห์ถึงอันตรายที่แฝงอยู่ในขั้นตอนการทำงาน และพัฒนาวิธีการป้องกัน แก้ปัญหาอันตรายนั้น

1.3 Fault Tree Analysis (FTA)

เป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุของอันตรายที่เกี่ยวข้องกับงาน วิธีการ และกระบวนการผลิต แสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวโยงที่นำไปสู่เหตุการณ์ที่ไม่ต้องการให้เกิด และนำข้อมูลมาวิเคราะห์และกำหนดมาตรการควบคุมป้องกันเป็นการชี้บ่งอันตรายที่เน้นถึงอุบัติเหตุที่เคยเกิดขึ้นหรือคาดว่าจะเกิดขึ้นคิดย้อนกลับโดยใช้หลักการและเหตุผล เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของอุบัติเหตุ และแจกแจงขั้นตอนการเกิดเหตุการณ์ว่ามาจากเหตุการณ์ย่อยอะไรบ้าง และเหตุการณ์ย่อยเหล่านั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร จะสิ้นสุดการวิเคราะห์เมื่อพบว่าสาเหตุของเหตุการณ์ย่อยเกิดจากการบกพร่องของเครื่องจักรอุปกรณ์ หรือความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงาน

1.4 Event Tree Analysis (ETA)

เป็นเทคนิคการชี้บ่งอันตราย เพื่อวิเคราะห์ประเมินหาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อเนื่องเมื่อเกิดเหตุการณ์แรกขึ้น (Initiating event) ซึ่งเป็นการคิด เพื่อคาดการณ์ล่วงหน้า โดยอาจใช้ความเป็นไปได้ประกอบในการวิเคราะห์หาผลสืบเนื่องที่จะเกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรอุปกรณ์เสียหาย หรือคนทำงานผิดพลาด เพื่อให้ทราบสาเหตุว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร และมีโอกาสที่จะเกิดมากน้อยเพียงใด รวมทั้งเป็นการตรวจสอบว่าระบบความปลอดภัยที่มีไว้เพื่อรองรับเหตุการณ์ที่คาดไว้ที่มีอยู่มีปัญหาหรือไม่อย่างไร

ข้อจำกัดของวิธีนี้ก็คือ เหตุการณ์ที่กำหนดเป็นสิ่งที่เจาะจงจะให้เกิดเพื่อให้เกิดเหตุการณ์อื่น ๆ ตามมา แต่ไม่ได้พิจารณาทุกสาเหตุ เช่น กำหนดว่าท่อก๊าซถูกขุดเจาะ ทำให้เกิดก๊าซรั่ว และอาจติดไฟหรือไม่ติดไฟ ซึ่งผลที่เกิดขึ้นต่อจากนั้นจะต่างกัน แต่ไม่ได้พิจารณาถึงกรณีท่อรั่วจากการเสื่อมสภาพเลยคือ หากจะพิจารณาเรื่องนี้ก็ต้องทำการวิเคราะห์อีกชุดหนึ่ง

1.5 Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

เป็นเทคนิคการชี้บ่งอันตราย โดยวิเคราะห์ในรูปแบบความล้มเหลวและผลที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการตรวจสอบชิ้นส่วนเครื่องจักรและอุปกรณ์ ในแต่ละส่วนของระบบแล้วนำมาวิเคราะห์หาผลที่จะเกิดขึ้น เมื่อเกิดความล้มเหลวของเครื่องจักรและอุปกรณ์ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) มีอุปกรณ์ประกอบย่อย ๆ หลายประเภทหลายชนิด เราก็ต้องมาแยกแยะว่าถ้าอุปกรณ์แต่ละตัวล้มเหลว (เสียหรือหยุดทำงาน) มันจะมีผลอย่างไรตามมา เป็นต้น

1.6 Hazard and Operability Studied (HAZOP)

เป็นเทคนิคการศึกษา วิเคราะห์ และทบทวนเพื่อชี้บ่งอันตรายและค้นหาปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการในหน่วยงาน โดยการวิเคราะห์หาอันตรายและปัญหาของระบบต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่เทคนิคนี้จะใช้กับระบบควบคุมพลังงานหรือสสารต่าง ๆ ที่เรานำมาใช้ในการทำงาน เช่น ก๊าซ ไอน้ำ น้ำมัน สารเคมี (สิ่งที่อยู่ในระบบปิด เช่น ในท่อ ถัง) ซึ่งอันตรายนั้นอาจเกิดจากความไม่สมบูรณ์ในการออกแบบ การติดตั้ง การตรวจสอบและบำรุงรักษา ด้วยการตั้งคำถามที่สมมุติสถานการณ์ของการผลิตในสภาวะต่าง ๆ โดยจะมี HAZOP Guide Word ได้แก่ ไม่ (None) น้อยกว่า (Less) มากกว่า (More) มาให้พิจารณาความบกพร่องหรือผิดปกติในการทำงานว่าจะมีปัญหาหรือผลกระทบอะไรบ้าง กรณีค่าควบคุม (Control parameter) เพิ่มขึ้นหรือลดลง หรือไม่เป็นไปตามที่กำหนด เช่น จะมีผลอย่างไรถ้าอัตราไหลเพิ่มขึ้น หรือแรงดันลดลง เป็นต้น

1.7 What-if Analysis

เป็นวิธีการที่ใช้ในการชี้บ่งอันตราย ที่เน้นกระบวนการในการศึกษา วิเคราะห์ และทบทวน เพื่อชี้บ่งอันตรายในการดำเนินการต่าง ๆ โดยใช้คำถามว่า “จะเกิดอะไรขึ้น....ถ้า....” (What if) และค้นหาคำตอบในคำถามเหล่านั้นเพื่อชี้บ่งอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในการดำเนินงาน เช่น คำถามที่ว่า “จะเกิดอะไรขึ้น ถ้าปั๊มน้ำ หมายเลข 001 เสียหรือหยุดทำงาน” เป็นต้น

1.8 Suggestion Stop & Think หยุดคิด ก่อนทำ *(เมื่อไม่มีมาตรการกำหนดไว้ให้)*

กิจกรรมข้อเสนอแนะ เป็นกิจกรรมที่บริษัทกำหนดเป็นนโยบายในการให้พนักงานทุกคนในองค์กรมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นที่มีประโยชน์ สามารถนำไปปฏิบัติเพื่อให้การทำงานในองค์การนั้นมีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้น

2. การประเมินความเสี่ยง (Risk assessment)

การประเมินความเสี่ยงมีการนำมาใช้อย่างกว้างขวาง ในการทำนายโอกาสของเหตุการณ์ที่ไม่น่าเกิดขึ้น เช่น การระเบิดในโรงงานอุตสาหกรรม การบาดเจ็บในสถานที่ทำงานเนื่องจากส่วนประกอบของเครื่องจักรที่ทำงานบกพร่อง การขนส่งกักเก็บสารเคมี หายนะทางธรรมชาติ การบาดเจ็บหรือการตายจากกิจกรรมที่อันตราย รวมทั้งโรคภัยไข้เจ็บ ในปี พ.ศ. 2518 หน่วยงานการขนส่งของสหรัฐอเมริกาได้ทำการประเมินความเสี่ยงจากอันตรายจากการจราจร ซึ่งสัมพันธ์กับเส้นทาง การออกแบบยานพาหนะ และพฤติกรรมของผู้ขับขี่ นอกจากนี้ยังมีการประเมินความเสี่ยง

เกี่ยวกับความปลอดภัยของอาหารและด้านการเกษตร โดยการพิจารณาเกี่ยวกับโรคหรือแมลงในปีที่ทำการประเมิน ปี พ.ศ. 2533 วิธีการประเมินความเสี่ยงถูกนำมาใช้ในการสร้างค่ามาตรฐานสำหรับสารเคมีที่ตกค้างในอาหาร สารที่นำมาใช้ปรุงยา การปนเปื้อนในดินและอากาศ การประเมินความเสี่ยงมีความสำคัญและมีชื่อเสียงในประเทศอเมริกาและแคนาดา เพราะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลพิษวิทยา และระบาดวิทยา ที่ผ่านมามากกว่า 40 ปี จากนั้นปี พ.ศ. 2530 และ 2533 หน่วยงานการป้องกันทางสิ่งแวดล้อม (Environment Protection Agency: EPA) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้ทำการเปรียบเทียบประเมินอันตรายของสิ่งแวดล้อม ทั้งความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เป็นการลำดับการจัดการก่อนหลังของหน่วยงาน และแสดงความเสี่ยงทางด้านสิ่งแวดล้อมที่สาธารณชนตระหนักที่สุด ซึ่งบางครั้งอาจไม่ได้ถูกจัดลำดับว่าเป็นความเสี่ยงที่สุด โดยหน่วยงานการจัดการและนักวิทยาศาสตร์ (ปาริชาติ, 2554)

2.1 ความหมายของความเสี่ยง

ประเสริฐ อัครประถมพงศ์ และคณะ (2547: 4) กล่าวไว้ว่า ความเสี่ยง หมายถึง โอกาสหรือเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ ที่จะส่งผลกระทบทำให้วัตถุประสงค์หรือเป้าหมายเบี่ยงเบนไป

Whyte and Burton (1979: 3) กล่าวไว้ว่าความเสี่ยง หมายถึง โอกาสความน่าจะเป็นความรุนแรงของผลเสียหายที่เกิดขึ้นตามมาของเหตุการณ์ที่อันตรายต่อมนุษย์หรือสิ่งแวดล้อม

Lewis (1990: 50) กล่าวถึงการประเมินความเสี่ยงว่าหมายถึง การประเมินความน่าจะเป็นและผลที่ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นตามมา ซึ่งการประเมินความน่าจะเป็นของโอกาสในการเกิดมี 2 วิธี คือ การประเมินโอกาสในการเกิดจากการเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ที่เคยเกิด และการประเมินจากการนับ

Greenberg and Cramer (1991: x) กล่าวไว้ว่า ความเสี่ยง หมายถึง การรวมกันของความน่าจะเป็นของโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด และความรุนแรงของผลที่เกิดขึ้นตามมาจากเหตุการณ์ดังกล่าว โดยที่ Risk = Probability x Consequences

Taylor (1993: 21) กล่าวไว้ว่า ความเสี่ยง คือการวัด 2 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการสูญเสีย และผลที่เกิดขึ้นตามมาของเหตุการณ์ความรุนแรงซึ่งอาจจะดีหรือไม่ดี

Mahidol University and Inter-University Network for Training and Research on Environmental Management (THAITREM) (1999: 6) กล่าวไว้ว่าความเสี่ยง คือ ฟังก์ชันที่ซับซ้อนของอันตราย ซึ่งสัมพันธ์กับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ ความรุนแรงของเหตุการณ์และความเปราะบางของสิ่งแวดล้อม

2.2 ขั้นตอนและวิธีการประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงมีหลายวิธีการตามคำแนะนำของหน่วยงานและนักวิชาการดังนี้

กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2543: 15) กำหนดระเบียบว่าด้วยหลักเกณฑ์การบ่งชี้อันตราย การประเมินความเสี่ยงและการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543 หมวด 3

กล่าวถึง การประเมินความเสี่ยงว่าเป็นการจัดระดับความเสี่ยง ว่าเป็นความเสี่ยงเล็กน้อย หรือความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ความเสี่ยงสูงหรือความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ เพื่อจะได้เป็นข้อมูลในการดำเนินงานควบคุมความเสี่ยง การประเมินความเสี่ยงให้ใช้หลักเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

2.2.1 พิจารณาความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่าก่อให้เกิดผลกระทบต่อบุคคล ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมจัดระดับความรุนแรงเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่าง ๆ 4 ระดับ ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ระดับ	ความรุนแรง	ความเสียหาย		
		มนุษย์	ทรัพย์สิน	สิ่งแวดล้อม
1	เล็กน้อย	มีการบาดเจ็บเล็กน้อยในระดับปฐมพยาบาล	ทรัพย์สินเสียหายน้อยมาก หรือไม่เสียหายเลย	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเล็กน้อย สามารถควบคุมหรือแก้ไขได้ทันที
2	ปานกลาง	มีการบาดเจ็บที่ต้องได้รับการรักษาทางการแพทย์	ทรัพย์สินเสียหายปานกลาง และสามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมปานกลาง สามารถแก้ไขได้ในระยะเวลาสั้น
3	สูง	มีการบาดเจ็บหรือเจ็บปวดที่รุนแรง	ทรัพย์สินเสียหายมากและต้องหยุดการผลิตในบางส่วน	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรุนแรง ต้องใช้เวลาในการแก้ไข
4	สูงมาก	ทุพพลภาพหรือเสียชีวิต	ทรัพย์สินเสียหายมากและต้องหยุดการผลิตทั้งหมด	มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรุนแรงมาก ต้องใช้ทรัพยากรและเวลานานในการแก้ไข

ที่มา : ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2543: 16)

2.2.2 พิจารณาโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมจัดระดับโอกาสเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 2.5 คือ

ตารางที่ 2.5 ระดับของโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ 4 ระดับ ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ระดับ	รายละเอียด
1	มีโอกาสในการเกิดยาก เช่น ไม่เคยเกิดเลยในช่วงเวลาตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป
2	มีโอกาสในการเกิดน้อย เช่น ความถี่ในการเกิด 1 ครั้ง ในช่วง 5 – 10 ปี
3	มีโอกาสเกิดปานกลาง เช่น ความถี่ในการเกิด 1 ครั้ง ในช่วง 1 – 5 ปี
4	มีโอกาสในการเกิดสูง เช่น ความถี่ในการเกิดมากกว่า 1 ครั้งใน 1 ปี

ที่มา : ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2543: 14)

สมศักดิ์ ชะนา (2544 : 23-56) กล่าวถึงการประเมินความเสี่ยงของอุบัติเหตุจากสารเคมีอันตรายว่าประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ

1. การจำแนกอันตราย (Hazard Identification) เป็นการพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่อาจก่อให้เกิดอันตราย หรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตราย และจัดลำดับความเสี่ยงของอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น โดยพิจารณาจากองค์ประกอบของอันตราย ปริมาณของสารเคมี

2. การวิเคราะห์อันตราย (Hazard Analysis) เป็นการประเมินผลกระทบในเชิงปริมาณ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ การวิเคราะห์โอกาส (Probability Analysis) หรือการวิเคราะห์ความถี่ (Frequency Analysis) ของการเกิดอุบัติภัยอันตรายจากสารเคมี และการวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นตามมา (Consequence Analysis)

3. การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis) เป็นการหาระดับความเสียหายของอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น และหาโอกาสในการเกิดของอุบัติภัยนั้นๆ โดยเป็นการคาดคะเนความเสี่ยงเชิงปริมาณบนพื้นฐานของการประเมินด้านวิศวกรรมและเทคนิคด้านคณิตศาสตร์ ที่รวมเอาผลการคาดคะเนผลเสียหายที่เกิดขึ้นตามมา (Consequence) กับความถี่ (Frequencies) ของการเกิดอุบัติภัย ซึ่งแสดงได้ดังสมการดังต่อไปนี้ Risk = Probability x Consequences การวิเคราะห์ความเสี่ยงมีหลายแนวทาง บางแนวทางเป็นการนำค่าความน่าจะเป็นของการเกิดอุบัติภัยคูณกับค่าผลเสียหายที่เกิดขึ้นตามมาโดยตรง บางแนวทางเป็นการนำค่าความน่าจะเป็นของการเกิดอุบัติภัยที่ปรับให้อยู่ในรูปของช่วงค่าผลเสียหายที่เกิดขึ้นตามมาที่ปรับให้อยู่ในรูปของระดับความรุนแรง แล้วนำมา plot ลงในกราฟ Risk Matrix ที่กำหนดขึ้นมา โดยเฉพาะของแต่ละแนวทางการประเมิน

สมศักดิ์ ชะนา (2544 : 9-11) ได้กล่าวถึงแนวทางและขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงของ United Environment Programme/Industry and Environment/Programme Activity Centre (UNEP IE/PAC) ในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตที่ไม่สลับซับซ้อน ท่าเรือ แหล่งเก็บสารเคมี และชุมชนที่อยู่อาศัย ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักดังนี้

1. การจำแนกพื้นที่อันตราย (Hazard Identification) เป็นการจำแนกพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของพื้นที่อันตรายในปัจจุบัน

2. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการคาดการณ์ผลเสียหายที่เกิดขึ้นตามมาทั้งในและนอกพื้นที่อันตรายและเสี่ยงภัย ซึ่งจำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ

3. การจัดหมวดหมู่ (Classification) เป็นการจัดหมวดหมู่ผลเสียหายที่เกิดขึ้นตามมา โดยพิจารณาถึงผลที่จะเกิดต่อชีวิตและสุขภาพ สิ่งแวดล้อม และทรัพย์สิน

4. การจัดอันดับ (Ranking) เป็นการจัดอันดับโอกาสการเกิดอุบัติภัยและการจัดอันดับความเสี่ยง โอกาสของการเกิดอุบัติเหตุแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด การจัดอันดับความเสี่ยงเป็นการพิจารณาจากโอกาสของการเกิดอุบัติภัยกับระดับความรุนแรงของผลเสียหายที่ตามมาหลังการเกิดอุบัติภัย แบ่งออกได้เป็น 2 อันดับ คือ ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ และความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้

สำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 4 (2550 : 9-11) ได้กล่าวถึงการประเมินและวิเคราะห์ความเสี่ยงว่าเป็นขั้นตอนที่พิจารณาผลกระทบและโอกาสที่จะเกิดปัจจัยเสี่ยงแล้วจึงทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงว่ามีกิจกรรมควบคุมใดบ้างที่จะแก้ไข/ลด/ป้องกันความเสี่ยง ทั้งด้านระดับผลกระทบ และด้านโอกาสที่จะเกิดขึ้น โดยใช้เกณฑ์การประเมินความเสี่ยง ซึ่งพิจารณาโอกาสในการเกิดและผลกระทบ เป็น 4 ระดับ คือ สูง ปานกลาง น้อย และน้อยมาก ซึ่งการวิเคราะห์ความเสี่ยงสามารถกระทำได้โดยใช้ตาราง Matrix ในการจัดลำดับความเสี่ยงของกิจกรรมของส่วน/ฝ่าย ตามภารกิจต่าง ๆ โดยการวิเคราะห์ระดับโอกาสในการเกิดและระดับอันตรายที่มีต่อองค์กร

2.3 ระดับความเสี่ยง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2543 : 16) ได้กำหนดระเบียบปฏิบัติการชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543 สำหรับการประเมินความเสี่ยงของโรงงานอุตสาหกรรม โดยพิจารณาระดับความเสี่ยงจากผลลัพธ์ของระดับโอกาสคูณกับระดับความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อบุคคล ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม หากระดับความเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อบุคคล ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม มีค่าแตกต่างกันให้เลือกระดับความเสี่ยงที่มีค่าสูงกว่าเป็นผลของการประเมินความเสี่ยงในเรื่องนั้น ๆ ระดับความเสี่ยงจัดเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ระดับความเสี่ยงของอันตราย ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ระดับความเสี่ยง	ผลลัพธ์*	รายละเอียด
1	1 - 2	ความเสี่ยงน้อย
2	3 - 6	ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ต้องมีการทบทวนมาตรการควบคุม
3	8 - 9	ความเสี่ยงสูง ต้องมีการดำเนินการเพื่อลดความเสี่ยง
4	12 - 16	ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ ต้องหยุดดำเนินการและปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยงลดทันที

หมายเหตุ: * ผลลัพธ์ คือ การจัดช่วงระดับความรุนแรงของเหตุการณ์คูณกับระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์
ที่มา : ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2543 : 16)

สำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 4 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2550 : 11) กำหนดเกณฑ์ระดับความเสี่ยงไว้ 4 ระดับ ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ระดับความเสี่ยงของอันตราย ของสำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 4

ระดับความเสี่ยง	ผลลัพธ์	รายละเอียด
ต่ำ	1 - 43	โอกาสเกิดความเสี่ยงต่ำ และเกิดแล้วมีผลกระทบไม่มาก
ปานกลาง	44 - 63	มีโอกาสเกิดความเสี่ยงปานกลาง และเมื่อเกิดแล้วจะต้องใช้เวลาในการแก้ไขมากพอสมควร
สูง	64 - 80	มีโอกาสเกิดความเสี่ยงสูง และเมื่อเกิดจะมีผลกระทบในระยะยาว ใช้เวลาแก้ไขนาน เป็นปัญหาอุปสรรคที่อาจทำให้ไม่สามารถดำเนินการให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนด
สูงมาก	81 - 100	มีโอกาสเกิดความเสี่ยงสูงมาก และเมื่อเกิดแล้วจะมีผลกระทบเสียหายมาก ใช้เวลาในการแก้ไขยาวนาน เป็นปัญหาอุปสรรคที่ทำให้การดำเนินการไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนด

ที่มา : สำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 4 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2550 : 11)

ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า การจัดระดับความเสี่ยงของอันตรายของกรมโรงงานอุตสาหกรรม จัดเป็น 4 ระดับ โดยพิจารณาจากระดับของโอกาสคูณกับระดับความรุนแรง ส่วนของสำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 4 พิจารณาโดยการแบ่งช่วงร้อยละ ซึ่งทั้ง 2 วิธีมีการแสดงผลลัพธ์ในเชิงปริมาณเป็นตัวเลขที่ชัดเจน

2.4 การจัดการความเสี่ยง

2.4.1 ความหมายของการจัดการความเสี่ยง

Green berg and Crame (1991) สรุปไว้ว่า การจัดการความเสี่ยงเป็นเครื่องมือในการจัดการเกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางเคมี มีความจำเป็นและเป็นประโยชน์ในการจำแนกอันตรายที่อาจเกิดขึ้นรวมทั้งความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากการเกิดอันตราย

2.4.2 เป้าหมายของการจัดการความเสี่ยง

สำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 4 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2550 : 11) กล่าวถึงการจัดการความเสี่ยงว่ามีเป้าหมายสำคัญอยู่ 3 ข้อด้วยกันคือ

1) ลดโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงนั้น ๆ

2) ลดความรุนแรงของผลกระทบจากความเสี่ยง

3) เปลี่ยนลักษณะของผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการหรือยอมรับได้

ข้อจำกัดของกระบวนการจัดการความเสี่ยงนั้น คือไม่สามารถใช้ขจัดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นขององค์กรได้ทั้งหมด หากแต่เป็นกระบวนการที่ช่วยเพิ่มโอกาสที่จะทำให้องค์กรสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

2.4.3 วิธีการจัดการความเสี่ยง

Lewis (1990 : 69) กล่าวไว้ว่า การจัดการความเสี่ยงอยู่บนพื้นฐานของ 2 วิธี วิธีแรกคือการป้องกันความเสี่ยงก่อนที่จะเกิด หมายถึง การลดความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ไม่ต้องการลง และวิธีที่สองคือการทำให้ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นแล้วลดลง เป็นการทำให้ผลที่ตามมาที่ไม่น่าพึงพอใจที่เกิดขึ้นแล้วลดลง หรือถ้าเป็นความเสี่ยงที่เกี่ยวกับโรควิธีแรก คือการป้องกันโรค และวิธีที่ 2 คือการบำบัดรักษาโรคให้ลดลง

2.4.4 แผนการจัดการความเสี่ยง

Myer, et al. (1991 : 28 – 31) ได้เสนอการจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยง ว่า ประกอบไปด้วย 8 องค์ประกอบหลัก คือ

1) การจำแนกอันตราย (Hazard Identification) เป็นวิธีการที่กำหนดขึ้นมาโดยได้รับการยอมรับ สำหรับการทบทวนการควบคุมวัสดุ การใช้อุปกรณ์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ผลของการทบทวนนี้จะเป็นเอกสารสำหรับใช้อ้างอิงในอนาคต และใช้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการหรือการปฏิบัติงาน วิธีการจำแนกอันตรายมีจำนวนมาก เช่น Checklist, What-IF Analysis, Hazard and Operability Study (HAZOP), Fault Tree Analysis (FTA) เป็นต้น

2) การวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นตามมา (Consequence Analysis) เป็นการพิจารณาถึงชนิดของอันตราย สถานที่ตั้ง ความหนาแน่นของประชากร และสภาพอากาศ โดยต้องมีการคำนวณผลที่เกิดขึ้นตามมาของเหตุการณ์ในด้านสุขภาพและเศรษฐศาสตร์ การวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นตามมาเป็นส่วนที่มีความสำคัญมากส่วนหนึ่งของการจัดการความเสี่ยง เพราะความเสี่ยงเป็นผลของความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์และผลที่เกิดขึ้นตามมาของเหตุการณ์นั้น การจัดการความเสี่ยงในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกอันตรายจำเป็นต้องเข้าใจทั้งความน่าจะเป็นของสิ่งที่เกิดขึ้นตามมาและผลเสียหายที่เกิดขึ้น

3) การควบคุม (Control) จะต้องคำนึงเสมอว่าอุบัติเหตุมีโอกาสเกิดขึ้นตลอดเวลา และไม่มีวิธีการใด ๆ ที่จะป้องกันได้ตลอดเวลา วิธีการที่ดีที่สุดคือ การลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นให้เหลือน้อยที่สุดและหลีกเลี่ยงความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

4) การดำเนินการ (Procedure) จะต้องมีการตรวจสอบรายละเอียดในทุกขั้นตอนดำเนินงานอย่างสม่ำเสมอ เช่น ขั้นตอนการดำเนินการ ควรมีการตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆ

5) การฝึกอบรม (Training) การอบรมแผนการจัดการความเสี่ยงเป็นการยกระดับความตระหนักของพนักงาน และเพื่อส่งเสริมให้พนักงานมีความต่อเนื่องในการดำเนินการตามแผน ต้องมีการกำหนดทิศทางฝึกอบรมพนักงานใหม่ที่จะเข้ามาในโรงงาน ควรจัดหาผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมที่แน่ใจว่าเข้าใจเทคนิคการปฏิบัติงานขั้นพื้นฐานและกระบวนการควบคุม

6) การวางแผนฉุกเฉิน (Emergency Planning) ควรดำเนินการดังนี้ พัฒนาแผนปฏิบัติการฉุกเฉินในการใช้ประโยชน์ ดำเนินการและทบทวนแผนปฏิบัติการฉุกเฉินสำหรับการปฏิบัติงานของแผน ฝึกอบรมหน่วยปฏิบัติการฉุกเฉินทั้งในเชิงทฤษฎี เชิงปฏิบัติการ ทำแบบฝึกหัดและปฏิบัติงานจริง และจัดตั้งและดำเนินการศูนย์สั่งการฉุกเฉิน

7) การสืบสวนอุบัติภัย (Accident Investigation) เป็นการดำเนินการเพื่อใช้ในการตัดสินใจถึงสาเหตุและผลกระทบ การจัดเตรียมเอกสารสำหรับการอบรมพนักงานในการ

ป้องกันที่อาจจะเกิดขึ้นอีก และเป็นการบันทึกการตรวจวัดสำหรับการปรับปรุงแก้ไข โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถรวบรวมจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น การสัมภาษณ์ การตรวจสอบ การศึกษาจากข้อมูลในอดีต

8) การตรวจสอบ (Audits) การตรวจสอบเป็นปัจจัยสำคัญ เพื่อให้การจัดการความเสี่ยงมีประสิทธิภาพเพียงพอ ซึ่งจะเป็นสัญญาณว่าแผนการจัดการความเสี่ยงจะยังคงดำเนินต่อไปได้หรือไม่

แนวคิดเกษตรอินทรีย์ (อ้างถึงในศุภกิจ วันโมรี, 2552. หน้า 16-18)

1. เหตุผลที่มาของรูปแบบเกษตรอินทรีย์

เกษตรอินทรีย์ คือ การทำเกษตรกรรมที่เลียนแบบธรรมชาติ เป็นระบบการเกษตรที่ไม่ใช้สารเคมีใดๆ หัวใจของการทำการเกษตรอินทรีย์อยู่ที่ดิน กระบวนการปรับปรุงดินที่เสื่อมโทรมกลับคืนมา เป็นระบบการเกษตรที่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีในการปรับปรุงดิน ระบบนี้เน้นความอุดมสมบูรณ์ของดินและของชีวภาพ คือดินที่มีจุลินทรีย์ และสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในดินที่เป็นประโยชน์ การเกษตรอินทรีย์ไม่ใช่เกษตรธรรมชาติ ตามแบบของประเทศญี่ปุ่น เกษตรอินทรีย์ประกอบด้วยหัวใจหลักคือ “4 ไม่” ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี ไม่ใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ไม่ใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช ไม่ใช้ฮอร์โมนกระตุ้นความเจริญเติบโตของพืชเกษตรกรที่มีความตั้งใจแน่วแน่ที่จะเปลี่ยนจากการทำเกษตรกรรม อันมืดมนนำสมาสู่เกษตรกรรมที่รุ่งเรือง ก้าวหน้า และมีสุขภาพอนามัย หรือคุณภาพชีวิตที่ดี เพราะความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ ทำให้การเปลี่ยนแปลงจากการเกษตรแบบเดิม เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดด เมื่อปฏิบัติไปได้สักระยะหนึ่ง เมื่อดินได้ถูกปรับสภาพแล้ว ผลผลิตของเกษตรอินทรีย์จะผิดไปจากเดิมโดยสิ้นเชิง คือ รสชาติอร่อย เก็บไว้ได้นาน น้ำหนักดี สีสวย ไร้สารพิษปราศจากอันตรายต่อผู้ผลิต และผู้บริโภค เมื่อดินถูกปรับสภาพจะทำให้ผลผลิตตลอดปี ปัญหาโรคแมลงจะลดน้อยลง เพราะดินที่มีการสะสมจุลินทรีย์ จะช่วยสร้างภูมิคุ้มกัน

2. รูปแบบเกษตรอินทรีย์ในประเทศไทย

แนวคิดเกษตรอินทรีย์ในประเทศไทยได้รับการพัฒนามาจากประสบการณ์ในทางปฏิบัติของผู้ที่เป็นทั้งนักวิชาการการเกษตรและเกษตรกร ปัจจุบันการเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์ในประเทศไทยมีกรรมวิธีที่หลากหลายในการจัดระบบการผลิต เช่น ทำการเพาะปลูกพืชหลายชนิดผสมผสานกันให้เกิดความหลากหลาย ใช้ชีววิธีในการกำจัดศัตรูพืช หรือทำการปลูกพืชชนิดเดียวแต่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี และไม่ใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช ผลผลิตเกษตรปลอดสารพิษได้รับความสนใจจากผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ และมีแนวโน้มการผลิตที่เพิ่มขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการโดยขึ้นอยู่กับขนาด ความสด รสชาติ มาตรฐานและคุณภาพ ดังนั้น จึงมีการกำหนดมาตรฐานสากลของสมาพันธ์ขบวนการเกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federal of Organic Agriculture Movement: IFOAM) ซึ่งต่อมาประเทศไทยได้เปลี่ยนเป็น สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ หรือ มกท. (Organization Agriculture Certification Thailand: ACT)

3. นิยามและความหมาย

เกษตรอินทรีย์ นั้นได้มีผู้ให้คำจำกัดความเอาไว้หลากหลาย โดยคำจำกัดความอาจแตกต่างไปบ้างตามมุมมอง และตามวัตถุประสงค์ของการจัดการ โดยการวิจัยครั้งนี้ได้รวบรวมนิยามของคำว่าเกษตรอินทรีย์ดังนี้

เกษตรอินทรีย์ คือ ระบบการผลิตที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมรักษาสมดุลของธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพโดยมีระบบการจัดการนิเวศวิทยาที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติและหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและฮอร์โมนต่างๆ ตลอดจนไม่ใช้พืชหรือสัตว์ที่เกิดจาการตัดต่อทางพันธุกรรมที่อาจเกิดมลพิษในสภาพแวดล้อมเน้นการใช้อินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และ ปุ๋ยชีวภาพในการปรับปรุงบำรุงให้มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้ต้นพืชมีความแข็งแรงสามารถต้านทานโรคและแมลงด้วยตนเองรวมถึงการนำเอาภูมิปัญญาชาวบ้านมาใช้ประโยชน์ด้วย ผลผลิตที่ได้จะปลอดภัยจากสารพิษตกค้างทำให้ปลอดภัยทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคและไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมอีกด้วย (สุพจน์, 2550)

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (2550) ได้ให้ความหมายของคำว่า “เกษตรอินทรีย์” เป็นระบบการผลิตที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม รักษาสมดุลของธรรมชาติ และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตโดยมีระบบจัดการที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติและหลีกเหลี่ยงการใช้สารเคมี ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารกำจัดศัตรูพืช เน้นการใช้วัตถุอินทรีย์ ซากพืช ซากสัตว์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ของเหลือใช้สลายได้และปุ๋ยชีวภาพ ในการปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้ต้นพืชมีความแข็งแรงสามารถต้านทานโรคและแมลงได้เอง ผลผลิตที่ได้จะปลอดภัยจากอันตรายของสารพิษตกค้าง ทำให้ปลอดภัยทั้งผู้ผลิต ผู้บริโภค และไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมอีกด้วย

สหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (2550) ให้คำนิยามของเกษตรอินทรีย์ว่าเป็น “ระบบการเกษตรที่ผลิตอาหารและเส้นใยด้วยความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ โดยเน้นหลักการปรับปรุงบำรุงดิน การเคารพต่อศักยภาพทางธรรมชาติของพืช สัตว์ และนิเวศการเกษตร เกษตรอินทรีย์จึงลดการใช้ปัจจัยการผลิตภายนอก และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ เช่นปุ๋ยสารกำจัดศัตรูพืช และเวชภัณฑ์สำหรับสัตว์ และในขณะเดียวกันก็พยายามประยุกต์ใช้ธรรมชาติในการเพิ่มผลผลิตและพัฒนาความต้านทานโรคของพืชและสัตว์เลี้ยง” หลักการเกษตรอินทรีย์จึงเป็นหลักการสากลที่สอดคล้องกับเงื่อนไขทางเศรษฐกิจ สังคม ภูมิอากาศและวัฒนธรรมของท้องถิ่น เนื่องจากก่อให้เกิดผลผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษ และช่วยฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดิน มีหลักการของการอยู่ร่วมกันและพึ่งพิงธรรมชาติทั้งบนดินและใต้ดิน ใช้ปัจจัยการผลิตอย่างเห็นคุณค่า และมีการอนุรักษ์ให้อยู่อย่างยั่งยืน นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญกับการพัฒนาแบบเป็นองค์รวมและความสมดุลที่เกิดจากความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศทั้งระบบ

เกษตรอินทรีย์เป็นการทำการเกษตรที่ไม่ใช้สารเคมีที่มนุษย์ทำขึ้น แต่ใช้วัสดุธรรมชาติแทน เพื่อลดพิษภัยที่เกิดขึ้นจากสารเคมีทั้งในดิน น้ำ อากาศ และผลผลิตซึ่งเกษตรอินทรีย์เป็นระบบการผลิตที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมรักษาสมดุลธรรมชาติและหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ที่อาจก่อให้เกิดมลพิษในสภาพแวดล้อมรวมถึงการนำภูมิปัญญาชาวบ้านมาใช้ประโยชน์ (ศูนย์ศึกษาพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2550)

เกษตรอินทรีย์คือ การทำการเกษตรด้วยหลักธรรมชาติ บนพื้นที่การเกษตรที่ไม่มีสารพิษตกค้างและหลีกเลี่ยงจากการปนเปื้อนของสารเคมี เพื่อส่งเสริมความอุดมสมบูรณ์ของดินความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมให้กลับคืนสู่สมดุลธรรมชาติโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ หรือสิ่งที่ได้มาจากการตัดต่อพันธุกรรม ใช้ปัจจัยการผลิตที่มีแผนการจัดการอย่างเป็นระบบในการผลิตภายใต้มาตฐานการผลิตเกษตรอินทรีย์ให้ได้ผลผลิตสูงอุดมด้วยคุณค่าทางอาหารและปลอดสารพิษโดยมีต้นทุนการผลิตต่ำเพื่อคุณภาพชีวิต (สมคิด ดีจริง และ วรางคณา สงวนพงษ์, 2552)

สถาบันการเรียนรู้ เกษตรอินทรีย์วิทยาลัยชุมชน (www.organic-agriculture.org) ให้ความหมายว่า เกษตรอินทรีย์ คือระบบการเกษตรที่ใช้หลักการความสมดุลทางนิเวศวิทยาของธรรมชาติมาประยุกต์ใช้เพื่อจัดการผลิตการเกษตร โดยผสมผสานกิจกรรมความหลากหลายทางชีวภาพของ พืช ปศุสัตว์ ประมง ป่าไม้ ฯลฯ ให้เกิดการเกื้อกูลและหมุนเวียนใช้ทรัพยากรในระบบนิเวศของไร่น่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด

คณะกรรมการว่าด้วยอาหารของ FAO/WHO(Codex Alimentarius Commission, 1999) (อ้างถึงในสถาบันการเรียนรู้ เกษตรอินทรีย์วิทยาลัยชุมชน.www.organic-agriculture.org.) ได้ให้คำจำกัดของการเกษตรอินทรีย์ว่า เกษตรอินทรีย์เป็นระบบการทำฟาร์มที่ให้ความสำคัญของการเพิ่มประสิทธิภาพโดยการจัดระบบนิเวศมากกว่าการใช้ปัจจัยการผลิตจากภายนอกฟาร์ม เป็นระบบที่ให้ความสำคัญในศักยภาพและผลกระทบของการเกษตรที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และสังคม โดยงดเว้นการใช้ปัจจัยการผลิตที่สารเคมีสังเคราะห์ เช่น ปุ๋ยเคมี สารกำจัดศัตรูพืช สารกันบูด สารปรุงแต่ง ยารักษาโรคปศุสัตว์ พันธุ์พืชและสัตว์ที่มีการดัดแปลงทางพันธุกรรม และสารกัมตภาพ

เกษตรอินทรีย์ (Organic farming) เป็นระบบการผลิตทางการเกษตรที่หลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ทั้งปุ๋ยเคมีสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และฮอร์โมนต่างๆ ที่กระตุ้นการเจริญเติบโต ตลอดจนไม่ใช้พืชหรือสัตว์ที่เกิดจากการตัดต่อทางพันธุกรรมเน้นการใช้อินทรียวัตถุในการปรับปรุงบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ การปลูกพืชหมุนเวียน รวมทั้งการใช้การควบคุมศัตรูพืชโดยวิธีชีวภาพและเน้นการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Wookey, 1987)

ชนวน รัตนวราหะ (2550, หน้า 1) อธิบายความหมายของเกษตรอินทรีย์ไว้ว่าคือ ระบบการเกษตร (farming system) ที่ใช้หลักการความสมดุลทางนิเวศวิทยาของธรรมชาติมาประยุกต์ใช้เพื่อจัดการผลิตการเกษตร โดยผสมผสานกิจกรรมความหลากหลายทางชีวภาพ พืช ปศุสัตว์ ประมง ป่าไม้ ฯลฯ ให้เกิดการเกื้อกูลและหมุนเวียนใช้ทรัพยากรในระบบนิเวศของไร่นาให้เกิดประโยชน์สูงสุด หลีกเลี่ยงการใช้ปัจจัยการผลิตที่ต้องนำเข้าจากภายนอกฟาร์มปฏิเสธการใช้ปัจจัยที่เป็นสารเคมีสังเคราะห์เช่น ปุ๋ยเคมี สารกำจัดศัตรูพืช ฮอร์โมน สารปฏิชีวะ ฯลฯ รวมทั้งไม่ใช้พันธุ์ที่ผ่านการปรับเปลี่ยนทางพันธุกรรม (genetically modified organisms) ทั้งนี้เพื่อให้ผลผลิตที่เป็น อาหาร ยารักษาโรค และเครื่องนุ่งห่ม ฯลฯ ที่สะอาดและปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค อนุรักษ์และปรับปรุงสภาพแวดล้อมการเกษตรไปพร้อม ๆ กับการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน การเกษตรอินทรีย์ (organic agriculture) ในบางโอกาสเรียกว่า การทำฟาร์มโดยชีวภาพ (biological farming) หรือการทำฟาร์มด้วยหลักการทางนิเวศวิทยา (ecological farming) โดยมีเป้าหมายเพื่อที่สร้างสรรค์

ให้เกิดความยั่งยืนทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ฉะนั้นการเกษตรอินทรีย์จึงจัดอยู่ภายใต้การเกษตรยั่งยืน (sustainable agriculture) ระบบหนึ่ง

4. หลักการสำคัญในการทำเกษตรอินทรีย์

4.1 ไม่ใช้สารเคมีใดๆ ทั้งสิ้น เช่น ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ และสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ตลอดจนต้องไม่ทำให้เกิดมลพิษในดิน น้ำ และมลภาวะในอากาศทุกรูปแบบที่เป็นผลจากการปฏิบัติการด้านการเกษตร หรือมีผลกระทบกระเทือนน้อยที่สุด

4.2 การไถพรวนในระยะเริ่มแรก และลดการไถพรวนเมื่อปลูกพืชไปนานๆ เพื่อรักษาสภาพโครงสร้างของดินให้ดี ตลอดจนต้องพัฒนาการปรับปรุงดินด้วย อินทรียวัตถุและนำไปปฏิบัติเพื่อเป็นการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มประสิทธิภาพกิจกรรมชีวภาพของดิน

4.3 การเปลี่ยนโครงสร้างของดินตามธรรมชาติ คือ มีการคลุมดินด้วยใบไม้แห้งหญ้าแห้ง ฟางแห้ง ฯลฯ ที่หาได้ในท้องถิ่นเพื่อรักษาความชื้นของดิน

4.4 การใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด เพื่อการปรับปรุงบำรุงดินมีการเติมจุลินทรีย์ท้องถิ่นที่มีประโยชน์ต่อการเกษตร และวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรจากพื้นที่ไร่นา และวัสดุเหลือใช้จากการทำฟาร์มเพื่อที่จะคืนอินทรีย์วัตถุให้กลายเป็นปุ๋ยอินทรีย์ในดิน และได้แร่ธาตุบางส่วนกลับคืนสู่พื้นที่การเกษตรอย่างครบวงจร

หลักการของเกษตรอินทรีย์

หลักการเกษตรอินทรีย์ที่ยอมรับกันทั่วไปคือ หลักการที่กำหนดโดยสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movements – IFOAM) ซึ่งเกิดจากการระดมความคิดเห็นนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ ด้านเกษตรอินทรีย์โดยตรงจากทั่วโลก ที่ประชุมใหญ่สหพันธ์ฯ ได้ลงมติรับรองหลักการเกษตรอินทรีย์ที่ประกอบด้วย 4 มิติ คือ สุขภาพ, นิเวศวิทยา, ความเป็นธรรม และการดูแลเอาใจใส่ (health, ecology, fairness and care) มีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, เข้าถึงจาก http://www.environnet.in.th)

(ก) มิติด้านสุขภาพ

“เกษตรอินทรีย์ควรจะต้องดำรงไว้และสร้างเสริมสุขภาพของดิน พืช สัตว์ มนุษย์ และโลกอย่างเป็นองค์รวม ไม่สามารถแบ่งแยกได้”

ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ทำให้พืชพรรณต่างๆ ที่ผลิตจากผืนดินดังกล่าวมีสุขภาวะที่ดี และจะส่งผลสุขภาวะของสัตว์เลี้ยงและมนุษย์ที่อาศัยพืชพรรณเหล่านั้นเป็น อาหาร การมีสุขภาวะที่ดีไม่ใช่เพียงแค่ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ หากแต่รวมถึงการดำรงไว้แห่งความเป็นอยู่ที่ดีทางกายภาพ จิตใจ สังคม และสภาพแวดล้อมโดยรวม ซึ่งแสดงให้เห็นได้จากการมีภูมิต้านทานต่อโรค ความสามารถในการฟื้นตัวของร่างกายจากการเจ็บป่วย เป็นต้น เกษตรอินทรีย์มุ่งผลิตอาหารที่มีคุณภาพสูง มีคุณค่าทางโภชนาการ เพื่อสนับสนุนให้มนุษย์ได้มีสุขภาวะที่ดีขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงเลือกที่จะปฏิเสธการใช้ปุ๋ยเคมี

สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เวชภัณฑ์สัตว์ และสารปรุงแต่งอาหาร ที่อาจส่งผลให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของดิน พืช สัตว์ มนุษย์ โดยรวมดังกล่าว

(ข) มิติด้านนิเวศวิทยา

“เกษตรอินทรีย์ควรจะต้องตั้ง อยู่บนรากฐานของระบบนิเวศและวัฏจักรที่มีชีวิต โดยการทำงานร่วมกับมัน เลียนแบบวิถีทางธรรมชาติ และช่วยดำรงไว้ซึ่งระบบนิเวศและวัฏจักรที่มีชีวิตดังกล่าว”

มิติด้านนิเวศวิทยามองเกษตรอินทรีย์ในฐานะองค์ประกอบหนึ่งของระบบนิเวศ ที่มีชีวิต ดังนั้น การผลิตจึงต้องอยู่บนพื้นฐานของวิถีแห่งระบบนิเวศ และการหมุนเวียน การเพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ หรือหาของป่า จะต้องสอดคล้องกับวัฏจักรธรรมชาติและความสมดุลของระบบนิเวศ ซึ่งแต่ละท้องถิ่นอาจจะมีลักษณะของระบบนิเวศที่เป็นเฉพาะพื้นที่ ดังนั้น การจัดการเกษตรอินทรีย์จึงต้องสอดคล้องกับสภาวะของท้องถิ่น ภูมินิเวศ วัฒนธรรม และเหมาะสมกับขนาดการผลิต ปัจจัยการผลิตทั้งที่เป็นวัสดุ สิ่งของ และพลังงานควรใช้ในปริมาณที่ลดลงโดยใช้หลักการหมุนเวียน การใช้ซ้ำ และการใช้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดการใช้ทรัพยากรและอนุรักษ์คุณภาพสิ่งแวด ล้อมให้มีความยั่งยืน ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิต การแปรรูป การค้า และการบริโภคผลผลิตเกษตรอินทรีย์ควรช่วยกันในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ทั้งในแง่ของภูมิทัศน์ สภาพอากาศ ถิ่นที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ ความหลากหลายทางชีวภาพ คุณภาพอากาศและน้ำ

(ค) มิติด้านความเป็นธรรม

“เกษตรอินทรีย์ควรดำเนินอยู่บนความสัมพันธ์ที่มีความเป็นธรรมระหว่างสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไปและโอกาสในการดำเนินชีวิต”

ความเป็นธรรมหมายรวมถึงความเท่าเทียมกัน ความเคารพกัน ความยุติธรรม และการมีส่วนในการพิทักษ์โลกที่ทุกสิ่งอาศัยอยู่ร่วมกัน ทั้งระหว่างมนุษย์ด้วยกันเอง และกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ และกับธรรมชาติ ทั้งนี้ ผู้ที่ดำเนินการด้านเกษตรอินทรีย์จะต้องตระหนักถึงความสัมพันธ์ที่เป็นธรรม ต่อกันกับชนทุกกลุ่มและทุกระดับที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการเกษตรอินทรีย์ ทั้งเกษตรกร คนงาน ผู้แปรรูป ผู้จัดจำหน่าย ผู้ค้า และผู้บริโภค กล่าวคือเกษตรอินทรีย์จะมอบโอกาสในการมีคุณภาพชีวิตที่ดีให้กับทุกคน ผลิตอาหารที่มีคุณภาพอย่างเพียงพอ และช่วยลดปัญหาความยากจน สำหรับความเป็นธรรมต่อสัตว์ เกษตรอินทรีย์ต้องจัดสภาพการเลี้ยงให้สอดคล้องกับลักษณะตามธรรมชาติของปศุ สัตว์ และดูแลเอาใจใส่ความเป็นอยู่อย่างเหมาะสม ความเป็นธรรมต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนั้น การใช้ทรัพยากรในการผลิตและการบริโภคควรมีความเป็นธรรมทั้งทางสังคมและทาง นิเวศวิทยา คำนึงถึงผลกระทบต่อชนรุ่นหลัง ภายใต้มิตินี้ ความเป็นธรรมถูกนำมาใช้กับระบบการผลิต การจัดส่งและการค้าเกษตรอินทรีย์ ซึ่งจะต้องเปิดเผยและยุติธรรม มีการนำต้นทุนทางสังคมและสิ่งแวดล้อมมาพิจารณาเป็นต้นทุนการผลิตด้วย

(ง) มิติด้านการดูแลเอาใจใส่

“การบริหารจัดการเกษตร อินทรีย์ควรจะต้องดำเนินการอย่างระมัดระวังและรับผิดชอบเพื่อปกป้องสุขภาพและความเป็นอยู่ของผู้คนทั้งในปัจจุบันและอนาคต รวมทั้งสภาพแวดล้อมโดยรวมด้วย”

เกษตรกรสามารถดำเนินการเพื่อให้เกิดเพิ่มประสิทธิภาพและเพิ่มผลผลิตจาก การทำเกษตรอินทรีย์ แต่การดำเนินการดังกล่าวต้องไม่ตั้งอยู่บนความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดผลกระทบ ต่อสุขภาพและสภาพความเป็นอยู่ การนำเทคโนโลยีและกรรมวิธีการผลิตใหม่ๆ เข้ามาใช้กับเกษตรอินทรีย์จะต้องมีการประเมินความเสี่ยงอย่างจริงจังและรอบ ด้านต่อผลกระทบที่อาจมีต่อระบบนิเวศ เราจึงต้องดำเนินการต่างๆ ด้วยความระมัดระวังเอาใจใส่และรับผิดชอบ ภายใต้มิติการดูแลเอาใจใส่นี้ อาจอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งยืนยันเพื่อให้มั่นใจว่าการทำเกษตร อินทรีย์นั้นสร้างเสริมสุขภาพ ปลอดภัย และเหมาะสมกับระบบนิเวศ แต่เราไม่สามารถอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่เพียงอย่างเดียวในการประเมิน ผลกระทบได้ หากแต่จะต้องอาศัยประสบการณ์จากการปฏิบัติและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สะสมถ่าย ทอดกันมาร่วมเป็นสิ่งยืนยัน และควรหลีกเลี่ยงความเสี่ยงจากการใช้เทคโนโลยีใหม่ที่ผลลัพธ์ไม่มีความ ชัดเจน เช่น เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม การตัดสินใจใดๆ จะต้องพิจารณาถึงความจำเป็นและคุณค่าของผู้ที่อาจได้รับผลกระทบ อาศัยกระบวนการที่มีความโปร่งใสและการมีส่วนร่วมของผู้ได้รับผลกระทบต่างๆ

หลักการทำเกษตรอินทรีย์

กรมวิชาการเกษตร (2543. หน้า 11-28) ได้กำหนดมาตรฐานและขั้นตอนการทำเกษตรอินทรีย์ดังนี้

1. การเลือกพื้นที่ผลิตพืชอินทรีย์

1.1 ประวัติการทำเกษตรของพื้นที่ ก่อนเลือกพื้นที่ผลิตพืชอินทรีย์ จะต้องทราบประวัติการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ให้มากที่สุดโดยเฉพาะ ด้านการเกษตร เช่น เคยปลูกพืชอะไร การใช้ปุ๋ยสารเคมี และความสำเร็จของการใช้พื้นที่ เป็นต้น เพื่อใช้ในการตัดสินใจวางแผนการผลิต

1.2 ที่ตั้งของพื้นที่ ควรเลือกพื้นที่ห่างจากถนนหลวง โรงงาน เพื่อป้องกันมลพิษ และไม่ควรอยู่ติดแปลงปลูกพืชที่มีการใช้สารเคมี

1.3 ความเหมาะสมของพื้นที่ต่อพืชที่จะปลูก ผู้ที่จะผลิตพืชอินทรีย์ จะต้องทราบแล้วว่าจะปลูกพืชล้มลุกหรือพืชยืนต้น การปลูกพืชล้มลุก ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับความลึกของหน้าดิน แต่ไม้ยืนต้นต้องการหน้าดินที่ลึกและต้องมีแหล่งน้ำเพียงพอ

1.4 แหล่งน้ำ น้ำที่ใช้กับพืชจะต้องเป็นน้ำสะอาด ไม่สารพิษเจือปน จะเป็นน้ำใต้ดิน สระแม่น้ำ ลำคลอง หรือน้ำชลประทานก็ได้ ควรทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำก่อน

1.5 ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ พื้นที่ที่ดินอุดมสมบูรณ์โดยธรรมชาติ เช่น พื้นที่เปิดใหม่ความสำเร็จในการผลิตพืชอินทรีย์จะสูง ดังนั้นจึงควรเลือกพื้นที่ที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ สำหรับพื้นที่ที่ดินขาดความสมบูรณ์ ควรจะปลูกพืชบำรุงดินประกอบกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์

2. การวางแผนจัดการ

2.1 การวางแผนการป้องกันสารปนเปื้อน ที่ปะปนมาทางดิน น้ำและอากาศ โดยวางแผนอย่างครบถ้วนทุกขั้นตอน และมีการบันทึกวิธีปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

2.2 การป้องกันสารปนเปื้อนระดับฟาร์ม อาจทำการปลูกพืชเป็นแนวกันชนระหว่างแปลงให้ปลอดภัยจากสารพิษที่มาจากแหล่งของเสีย หรือระบบการกำจัดของเสีย ระบบระบายน้ำ ระบบการเก็บรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ และการขนส่งเข้าออกฟาร์ม

2.3 การวางแผนการจัดการ แปลงปลูกพืชและระบบการปลูกพืช อาจทำโดยใช้พันธุ์พืชต้านทางศัตรูพืช การเลือกฤดูปลูกและระบบปลูกพืชที่เหมาะสม รวมทั้งการเลือกใช้วัสดุ เครื่องมือที่สอดคล้องกับหลักการเกษตรอินทรีย์ ในการปฏิบัติทุกขั้นตอนตั้งแต่การเตรียมแปลงจนถึงการเก็บเกี่ยว

3. การเลือกพันธุ์

3.1 ควรคำนึงถึงความเหมาะสมกับสภาพดิน สภาพภูมิอากาศ ความต้านทานต่อศัตรูพืช และการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

3.2 ห้ามใช้พันธุ์พืชที่ได้จากการตัดต่อสารพันธุกรรม หรือผ่านการอาบรังสี

3.3 เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ควรมาจากระบบการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์

4. การจัดการและการปรับปรุงบำรุงดิน

4.1 เลือกพื้นที่ปลูก ควรเลือกพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง เช่น พื้นที่ที่เปิดใหม่ หากจำเป็นต้องใช้พื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ต้องมีการจัดการธาตุอาหารพืชและปรับปรุงบำรุงดินมากกว่าพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง

4.2 ดินที่เป็นกรดจัด ให้ใส่หินปูนบดปรับความเป็นกรดของดินก่อน ถ้าต้องการเพิ่มธาตุแมกนิเซียมด้วย ให้ใส่ปูนโดโลไมท์

4.3 ควรปลูกพืชตระกูลถั่ว เช่น โสม ถั่วพุ่ม ถั่วมะแฮะ ฯลฯ และไถกลบ เพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงดิน โดยเลือกชนิดของพืชตามความเหมาะสมของพื้นที่ เช่น โสนใช้ได้ดีในสภาพนา ถั่วพุ่มใช้ได้ดีในสภาพไร่ เป็นต้น

4.4 ปลูกพืชหมุนเวียน ใช้พืชตระกูลถั่วร่วมเป็นพืชหมุนเวียน

4.5 ใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก เศษซากพืช เพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารพืชและปรับปรุงโครงสร้างของดิน

4.6 กรณีที่ดินขาดโพแทสเซียม ให้ใส่ปุ๋ยค้างคาว เกลือ โพแทสเซียมธรรมชาติ และขี้เถ้าถ่าน

4.7 กรณีที่ดินขาดฟอสฟอรัส ให้ใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตเพียงพอกับความต้องการของพืช อาจจะใช้ธาตุอาหารเสริมที่มีการพิสูจน์เป็นหลักฐานทางเอกสารไว้แล้วได้

5. แผนการจัดการศัตรูพืช แบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

5.1 ก่อนปลูกพืช

5.1.1 ในกรณีที่ปลูกพืชด้วยเมล็ดพันธุ์ ควรใช้เมล็ดพันธุ์ที่ปราศจากศัตรูพืช เช่น โรค แมลงและวัชพืช โดยกรรมวิธีดังนี้

1) แช่เมล็ดในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส นานถึง 10-30 นาที (ขึ้นอยู่กับชนิดของเมล็ดพันธุ์) เพื่อกำจัดเชื้อราและแบคทีเรียบางชนิดที่ติดมากับเมล็ด

2) คลุมเมล็ดด้วยเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ เช่น เชื้อราไตรโคเดอร์ม่า,เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* (Bs) ขึ้นอยู่กับเมล็ดพืชและเชื้อสาเหตุของโรค

3) ใช้พันธุ์ต้านทานโรค แมลงและหรือวัชพืช

5.1.2 การเตรียมแปลงเพาะกล้า

1) อบดินด้วยไอน้ำ

2) คลุกดินด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ เพื่อควบคุมเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคในระยะต้นกล้า

5.1.3 การเตรียมแปลงปลูก

1) ไถพรวนและตากดิน 1-2 สัปดาห์ ให้เมล็ดวัชพืชงอกแล้วไถกลบซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

2) ใช้พลาสติกใส่ที่ไม่ย่อยสลายคลุมแปลงปลูก เพื่อกำจัดศัตรูพืชในดินโดยใช้แสงแดด

3) ใช้ปูนโตโลไมท์หรือปูนขาวที่ได้จากธรรมชาติ เพื่อปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ของดินไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อโรค

4) ใช้น้ำขังท่วมแปลงเพื่อควบคุมโรคและแมลงที่อาศัยอยู่ในดิน

5) ตากดินให้แห้งเพื่อกำจัดแมลงในดิน

6) ใส่เชื้อราปฏิปักษ์ เช่น ไดรโคเดอร์ม่า ลงในดินสำหรับพื้นที่ที่มีการระบาดของเชื้อราบางชนิด

5.2 ระยะที่พืชกำลังเจริญเติบโต

5.2.1 การควบคุมโรค เมื่อมีการระบาดของโรคให้ปฏิบัติดังนี้

1) โรยเชื้อราปฏิปักษ์รอบโคนต้น

2) เก็บชิ้นส่วนของพืชที่เป็นโรคออกจากแปลงปลูกและนำไปเผาทำลาย

3) ใช้เชื้อแบคทีเรีย พ่นหรือทำแผลที่ต้นพืช สารที่อนุญาตให้ใช้ควบคุมโรค ได้แก่ กำมะถัน บอร์โดมิกเจอร์ พืชสมุนไพรและสารสกัดจากสมุนไพร คอปเปอร์ซัลเฟต คอปเปอร์ไฮดรอกไซต์ คอปเปอร์ออกซิคลอดไรต์

5.2.2 การควบคุมแมลง

1) สำรวจแมลงและศัตรูพืชอื่นๆ ในแปลงปลูก

2) หากพบแมลงศัตรูพืชให้ปฏิบัติดังนี้

กรณีแมลงศัตรูพืชมีจำนวนน้อย ให้ใช้วิธีการควบคุมทางชีวภาพ ได้แก่ ใช้พืชหรือสารสกัดจากพืชสมุนไพร เช่น ดาวเรือง ว่านน้ำ พริก สายเสือ ฯลฯ สารโรจีโนนจากหางไหลแดง สารสกัดจากสะเดา สารไพเรทรินจากธรรมชาติ ใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ เช่น เชื้อไวรัส เชื้อแบคทีเรีย ไส้เดือนอขฝอย ศัตรูธรรมชาติ เชื้อรา เช่น เชื้อราเมดาไลเซี่ยม ใช้ตัวห้ำ ตัวเบียน ใช้น้ำสบู่ ใช้สารทำหมันแมลง ใช้กับดักกาวเหนียว

กรณีแมลงศัตรูพืชระบาด ให้ใช้กับดักกาวเหนียว กับดักแสงไฟเพื่อลดปริมาณแมลง

5.2.3 การควบคุมวัชพืช ควรกำจัดวัชพืชในระยะก่อนออกดอกหรือติดเมล็ด เพื่อลดปริมาณเมล็ดวัชพืชที่สะสมในฤดูต่อไป โดยใช้วิธีทางกายภาพ เช่น การถอน การขุด การตัด ฯลฯ ใช้น้ำร้อน ไอน้ำร้อน ปลูกพืชตระกูลถั่วคลุมดิน คลุมดินด้วยพลาสติกทึบแสงที่ไม่ย่อยสลาย ใช้สารสกัดจากพืช ใช้ชีววิธี เช่น แมลง สัตว์ หรือจุลินทรีย์

5.3 ประเภทสมุนไพรป้องกันและกำจัดศัตรูพืชตามสารออกฤทธิ์

5.3.1 สมุนไพรขม ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ป้องกันแมลง สามารถกำจัดแมลง เช่น ฟ้าทลายโจร สะเดา บอระเพ็ด ลูกใต้ใบ เพชรสังฆาต ฯลฯ

5.3.2 สมุนไพรรสเบื่อเมา ฆ่าหนอน เพลี้ย และแมลงต่างๆ เช่น หางไหล หนอนตายยาก น้อยหน่า พญาไร้ใบ สลักไดเหล้า ฯลฯ

5.3.3 สมุนไพรรสฝาด แก้เชื้อรา โรคพืช เช่น เปลือกแค ใบฝรั่ง เปลือกมังคุด ทับทิม ฯลฯ

5.3.4 สมุนไพรหอมระเหย ไล่แมลง เปลี่ยนกลิ่นต้นไม้ เช่น ตะไคร้หอม สาบเสือ กระทกรก โหระพา ผักชี ผักแพรว ใบมะกรูด ฯลฯ

5.3.5 สมุนไพรรสเปรี้ยว ไล่แมลง แสบร้อน เช่น มะขาม มะกรูด มะนาว ส้ม ฯลฯ

5.3.6 สมุนไพรรสเผ็ด ฆ่าแมลง ไล่แมลง หนอน ฆ่าเชื้อรา เช่น พริก กระเทียม หอม ชะพลู ตะไคร้แกง น้ำส้มสายชู ฯลฯ

6. การจัดการเก็บรักษาและขนส่ง

ผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์จะต้องได้รับการจัดเก็บรักษา ให้คงสภาพคุณภาพที่ดี ในระหว่างเวลาการเตรียมการและการขนส่ง ตามข้อปฏิบัติดังนี้

6.1.1 ผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ ต้องได้รับการคัดแยกจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่เกษตรอินทรีย์ ตลอดขบวนการการจัดการเพื่อการขนส่งตั้งแต่การขนย้ายภายในแหล่งผลิตจนถึงการขนส่งเพื่อจำหน่าย โดยติดเครื่องหมายแสดงชัดเจน

6.1.2 ผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ ต้องได้รับการป้องกันการสัมผัสและปนเปื้อนจากวัสดุ และสารสังเคราะห์ใดๆ ตามมาตรฐานนี้ ตลอดระยะเวลาของขบวนการเก็บรักษาและขนส่ง

6.1.3 พื้นที่ของการเก็บรักษาและขนส่ง จะต้องได้รับการทำความสะอาดตามระบบและใช้วัสดุหรือสารที่อนุญาตให้ใช้ตามมาตรฐานนี้

7. แผนการเก็บเกี่ยวพืชป่าและการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพและสิ่งแวดล้อม

การเก็บรวบรวมหรือเก็บเกี่ยวพืชป่า เพื่อขอหนังสือรับรองการเป็นผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์อินทรีย์ จะกระได้อย่างต่อเมื่อแผนปฏิบัติการดังกล่าวได้รับอนุมัติโดยคณะกรรมการบริหารการวิจัยพัฒนาเกษตรอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร หรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย แผนปฏิบัติการมีองค์ประกอบดังนี้

7.1.1 แผนที่และประวัติการใช้พื้นที่ (ต้องไม่มีการใช้สารต้องห้ามอย่างน้อย 3 ปีย้อนหลัง)

7.1.2 ชนิดพืชที่จะทำการรวบรวมหรือเก็บเกี่ยว

7.1.3 ขอบเขตพื้นที่ที่จะดำเนินการ

วิธีการเก็บรวบรวม หรือเก็บเกี่ยว (ที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมและไม่กระทบกระเทือนต่อความหลากหลายทางชีวภาพ)

8. กระบวนการออกใบรับรอง

เป็นการรับรองคุณภาพผลิตผล ผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์เพื่อแสดงว่าสินค้านั้นๆ ได้ผ่านการตรวจสอบ และรับรองตามมาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์แล้ว

9. ผู้ผลิต

9.1 ผู้ผลิต/ผู้ประกอบการยื่นคำร้องขอหนังสือรับรองเกษตรอินทรีย์ โดยมีรายละเอียดในใบคำร้อง ดังนี้

9.1.1 ชื่อและที่อยู่ของผู้ผลิต ผู้ประกอบการ

9.1.2 สถานที่ตั้งของพื้นที่ประกอบการ

9.1.3 รายละเอียดของผลิตผล ผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต

9.1.4 ลงชื่อผู้ยื่นคำร้อง

9.2 หน่วยงานตรวจสอบ จะส่งเจ้าหน้าที่ไปตรวจสอบการผลิต บันทึกข้อมูลการผลิตและหรือสุ่มตัวอย่าง เพื่อการวิเคราะห์ตามมาตรฐานที่ตั้งไว้

9.3 หน่วยงานรับผิดชอบจะออกใบรับรอง และหรือใบรับรองผลวิเคราะห์อื่นๆ ว่าผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์นั้นๆ ผลิตตามวิธีการของการเกษตรอินทรีย์

10. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

10.1 สารที่ใช้ในการดำเนินการหลังการเก็บเกี่ยวต้องเป็นสารจากธรรมชาติ ยกเว้นสารเคมีสังเคราะห์ ที่อนุญาตให้ใช้ได้ตามมาตรฐานนี้

10.2 มีแผนการจัดการหรือการบันทึกข้อมูลโรงงานเก็บ(warehouse) ระบุปฏิบัติการการควบคุมให้ถูกสุขลักษณะ ดังนี้

10.2.1 ลักษณะของโรงงานเก็บสะอาด มีอากาศถ่ายเทสะดวก

10.2.2 การป้องกัน นก หนู แมลง ปนเปื้อน

10.2.3 มีการจัดระเบียบภายในเหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน

10.2.4 มีการจัดระเบียบและชี้บ่งผลิตผลบนพื้น

10.2.5 มีอุปกรณ์ที่จำเป็น เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตผลแต่ละชนิด

10.2.6 เลือกใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

11. การแปรรูป

การแปรรูปผลิตผลอินทรีย์ เป็นการจัดการตามหลักการและวิธีการปฏิบัติที่ดี ในการผลิตให้เป็นไปตามข้อกำหนด และมาตรฐานของขบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ดังนี้

11.1 วัตถุดิบ

11.1.1 ผลผลิตต้องมาจากขบวนการและการศึกษาข้อมูล ข้อกำหนดมาตรฐานสารที่ยอมรับให้ใช้/ห้ามใช้ สิ่งปนเปื้อนในวัตถุดิบให้เป็นไปตามมาตรฐานที่หน่วยงานผู้รับผิดชอบหรือมาตรฐานที่กำหนด

11.1.2 มีการวางแผนการจัดการและการศึกษาข้อมูล ข้อกำหนดมาตรฐานสารที่ยอมให้ใช้ ห้ามใช้ สิ่งปนเปื้อนในวัตถุดิบให้เป็นไปตามมาตรฐานที่หน่วยงานผู้รับผิดชอบหรือมาตรฐานที่กำหนด

11.2 ขบวนการผลิต

สารเจือปน สารที่ยอมให้ใช้ ห้ามใช้ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อินทรีย์

11.3 การบรรจุหีบห่อ

วัสดุที่ใช้ควรเป็นวัสดุที่ปลอดภัยและเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อินทรีย์ของแต่และประเทศ และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

หลักการผลิตพืชอินทรีย์ (กรมวิชาการเกษตรเข้าถึงจาก http://www.thaikasetsart.com)

1. เลือกพื้นที่ที่ไม่เคยทำการเกษตรเคมีมาไม่น้อยกว่า 3 ปี
2. เป็นพื้นที่ที่ค่อนข้างดอนและโล่งแจ้ง
3. อยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม
4. อยู่ห่างจากแปลงที่ใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมี
5. ห่างจากถนนหลวงหลัก
6. มีแหล่งน้ำที่ปลอดสารพิษ

หลักการเบื้องต้นของกระบวนการโฟโตคะตะไลติก

การที่มีการกระตุ้นปฏิกิริยาโดยฉายแสงไปที่ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ทำให้ปฏิกิริยานั้นๆ เกิดได้เร็วขึ้น กระบวนการโฟไตคะตะไลติกเป็นกระบวนการที่มีการใช้แสงร่วมกับการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งมี 2 ส่วน ได้แก่

1. กระบวนการเกาะหรือดูดติดผิว (adsorption process)
2. กระบวนการเกิดโฟโตคะตะไลติก (photocatalytic process)

กระบวนการเกาะหรือดูดติดผิว (adsorption process)

กระบวนการเกาะหรือดูดติดผิวจะเกิดได้นั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของสารบางชนิดในการดึงโมเลกุลหรือคอลลอยด์ซึ่งอยู่ในรูปของเหลวหรือก๊าซมาเกาะจับและติดบนผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา กระบวนการนี้สามารถเกิดขึ้นที่สภาวะ 2 สภาวะใดๆ เช่น ของเหลวกับของเหลว ก๊าซกับของเหลว ก๊าซกับของแข็ง หรือของเหลวกับของแข็ง โดยโมเลกุลหรือคอลลอยด์ที่ดูดซับ เรียกว่า สารดูดซับ (adsorbent) โดยสำหรับงานวิจัยนี้จะศึกษากระบวนการติดผิวในสภาวะก๊าซกับของแข็งสำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาดูดติดผิวกับขนาดของอนุภาคตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์ พบว่า ในการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีอนุภาคขนาด 6.6 และ 14.8 นาโนเมตร ส่งผลให้ปริมาตรของรูพรุนและความหนาแน่นของพื้นผิว OH - ลดลงและรูพรุนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ความสามารถในการดูดติดผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาเมื่อทดสอบกับ AS (III) และ As (V) มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงสัมพันธ์กับ S_{BET} ของอนุภาค นอกจากนี้เมื่ออนุภาคของตัวเร่งปฏิกิริยามีขนาดเพิ่มขึ้นเป็น 30.1 นาโนเมตร จะส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลติกลดลง (Xu and Meng., 2009) นอกจากนี้ในการทดสอบกระบวนการดูดติดผิวบนตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์ซึ่งเตรียมโดยวิธีโซล-เจล ซึ่งมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 5.6 และ 7.6 นาโนเมตรสามารถทำให้เกิดพื้นที่ผิวสัมผัสได้ถึง 80 ตารางเมตรต่อน้ำหนักในหน่วยกรัมของตัวเร่งปฏิกิริยา (Zaki *et al*., 2010) อย่างไรก็ตามแม้ว่าการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของตัวเร่งปฏิกิริยาจะช่วยเพิ่มอัตราการดูดติดผิวของสารที่ต้องการกำจัดโดยกระบวนการโฟโตออกซิเดชัน แต่ในรูพรุนของอนุภาคตัวเร่งปฏิกิริยาที่แสงไม่สามารถส่องถึงก็จะไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชันซึ่งการเพิ่มพื้นที่ผิวดังกล่าวจะเป็นเพียงปัจจัยช่วยสนับสนุน (Yamazaki *et al*., 2007)

กระบวนการเกิดโฟโตคะตะไลติก (photocatalytic process)

กระบวนการโฟโตคะตะไลติก (Photocatalytic) เป็นกระบวนการที่มีบทบาทในการกำจัดสารปนเปื้อนต่างๆ ในสิ่งแวดล้อม เช่น สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ สี กลิ่น และจุลินทรีย์ เป็นต้น โดยกระบวนการดังกล่าวจะประกอบไปด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา และมีการฉายแสงอัลตราไวโอเลตระหว่างการเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายสารปนเปื้อน กระบวนการโฟโตคะตะไลติกของอนุภาคสารกึ่งตัวนำที่ถูกอนุภาคของแสง (Photon) ซึ่งมีพลังงานเท่ากับหรือสูงกว่าช่องว่างพลังงาน (Band Gap, Eg) ตกกระทบผิวหน้าอนุภาคสารกึ่งตัวนำ ทำให้อิเล็กตรอนถูกกระตุ้นเปลี่ยนที่อยู่จากแถบวาเลนซ์ไปยังแถบการนำไฟฟ้า ทำให้เกิดสภาวะขาดแคลนอิเล็กตรอนที่แถบวาเลนซ์ เรียกว่าโฮล (Hole) แทนด้วยสัญลักษณ์ h^{+}_{vb} ส่วนอิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้นไปอยู่ในแถบการนำไฟฟ้าแทนด้วยสัญลักษณ์ e^{-}_{cb} ซึ่ง h^{+}_{vb} และ e^{-}_{cb} สามารถที่จะกลับมาอยู่ในสภาวะเดิมได้อีก เรียกว่ารีคอมบีเนชัน (Recombination) ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญของกระบวนการโฟโตคะตะไลติก และที่ผิวหน้าของตัวเร่งปฏิกิริยา อิเล็กตรอน

สามารถที่จะเคลื่อนย้ายจากแถบการนำไฟฟ้าไปสู่ตัวรับอิเล็กตรอน (Acceptor) ในก๊าซ เรียกว่า รีดักชัน (Reduction) หรืออิเล็กตรอนจากผู้ให้ (Donor) ในก๊าซไปสู่โฮลในแถบวาเลนซ์ เรียกว่า ออกซิเดชัน (Oxidation) ซึ่งโฮลที่เกิดขึ้นในแถบวาเลนซ์เป็นตัวรับอิเล็กตรอนที่ดี (Strong Oxidant)

ตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการโฟโตคะตะไลติกนี้ เป็นวัสดุสารกึ่งตัวนำ ซึ่งมีแถบพลังงานที่นาสนใจอยู่สองแถบ คือ แถบวาเลนซ์ (Valence Band) และแถบการนำไฟฟ้า (Conduction Band) แถบพลังงานทั้งสองนี้จะถูกแยกจากกันโดยมีแถบช่องว่างพลังงาน (Band Gap) ซึ่งมีความกว้าง Eg กั้นอยู่

กลไกการเกิดปฏิกิริยาต่างๆในกระบวนการโฟโตออกซิเดชันโดยมีไทเทเนียมไดออกไซด์ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาสามารถแสดงได้ด้วยสมการ 1 ถึง 7 (Al-Ekabi *et al*., 1991; Belapurkar *et al*., 2010) และแสดงในรูปที่ 2.4

$TiO_2 + h\nu \longrightarrow e^-_{cb} + h^+_{vb}$ (1)

$h^+_{vb} + OH \longrightarrow \bullet OH$ (2)

$h^+_{vb} + H_2O \longrightarrow \bullet OH + H^+$ (3)

$e^-_{cb} + O_2 \longrightarrow O_2^-$ (4)

$R + \bullet OH \longrightarrow R\text{-}OH$ (5)

$R + h^+_{vb} \longrightarrow R^+$ (Oxidized) (6)

$e^-_{cb} + h^+_{vb} \longrightarrow$ heat (Recombination) (7)

เมื่อ $h\nu$ = อนุภาคของแสง (Photon)

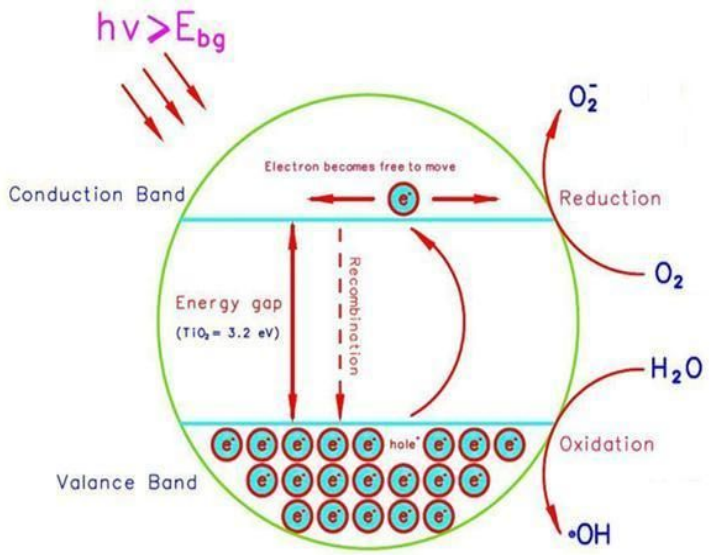
h^+_{vb} = โฮลที่แถบวาเลนซ์

e^-_{cb} = อิเล็กตรอนที่แถบการนำไฟฟ้า

$\bullet OH$ = ไฮดรอกซิลเรดิคัล (Hydroxyl radicals)

O_2^- = ซูเปอร์ออกไซด์อิออนเรดิคัล (Superoxide Ion Radicals)

R = โมเลกุลของสารอินทรีย์ (Organic Molcule)



รูปที่ 2.4 กลไกการเกิดปฏิกิริยาต่างๆในกระบวนการโฟโตคะตะไลติก
ที่มา : ดัดแปลงจาก Oppenländer T.(2002)

กลไกในกระบวนการโฟโตคะตะไลติก

อิเล็กตรอนที่แถบการนำไฟฟ้า (e^-_{cb}) ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลออกซิเจน (O_2) ที่ดูดติดผิวไทเทเนียมไดออกไซด์ทำให้โมเลกุลออกซิเจนเปลี่ยนไปเป็นซูเปอร์ออกไซด์อิออนเรดิคัล (O_2^-) ส่วนโฮลที่แถบวาเลนซ์ (h^+_{vb}) สามารถรับอิเล็กตรอน (Oxidized) จากโมเลกุลสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในก๊าซได้โดยตรง หรือไฮดรอกซิลอิออน (Hydroxyl ions : OH^-) ทำให้เกิดไฮดรอกซิลเรดิคัล (•OH) และยังทำให้โมเลกุลของน้ำ (H_2O) ที่ดูดติดผิวไทเทเนียมไดออกไซด์เปลี่ยนเป็นไฮดรอกซิลเรดิคัลด้วยเช่นกัน ซึ่งไฮดรอกซิลเรดิคัล เป็นตัวรับอิเล็กตรอนที่แรง (Strong Oxidizing Agent) มีความไวในการทำปฏิกิริยาสูง (Highly Reactive) และทำหน้าที่สลายโมเลกุลสารอินทรีย์ในก๊าซที่ดูดติดผิวหรืออยู่ใกล้ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา ส่วนซูเปอร์ออกไซด์เรดิคัล สามารถที่ทำปฏิกิริยาต่อไปได้เป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ดังสมการที่ 8 (Chen *et al*., 1999)

$$2O_2^- + 2H^+ + 2\,e^- \longrightarrow H_2O_2 \qquad (8)$$

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นเป็นตัวรับอิเล็กตรอนที่ดี ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถทำปฏิกิริยาต่อไปได้ โดยจะทำปฏิกิริยากับ e^-_{cb} ทำให้เกิดไฮดรอกซิลเรดิคัล ดังสมการที่ 9 และ 10 (Chiou *et al*., 2008)

$$H_2O_2 + e^-_{cb} \longrightarrow \bullet OH + OH^- \qquad (9)$$

$$H_2O_2 + O_2^- \longrightarrow \bullet OH + OH^- + O_2 \qquad (10)$$

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการโฟโตคะตะไลติก

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการโฟโตคะตะไลติก ได้แก่ ค่าพีเอช ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนตั้งต้น (Initial substrate concentration) อุณหภูมิ ปริมาณและความดันย่อยของออกซิเจน (Volume and Partial Pressure of Oxygen) ความเข้มของแสง (Light Intensity) และความชื้น (Humidity)

1. ค่าพีเอช

ประสิทธิภาพในการโฟโตคะตะไลติกขึ้นอยู่กับค่าพีเอช ในสารละลายซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา เนื่องจากค่าพีเอชมีผลต่อความสามารถในการดูดเกาะของสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาในสารละลาย เพราะประจุไฟฟ้าที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนเมื่อค่าพีเอชสูงหรือต่ำ (Poulios and Aetopoulou, 1999) โดยประจุที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาจะเป็นบวกที่ค่าพีเอชต่ำและจะเป็นลบเมื่อค่าพีเอชสูง (สำหรับไทเทเนียมไดออกไซด์ค่าพีเอชที่ทำให้ประจุเป็นกลาง (Isoelectric Point, 6-6.3) โฮล (h^{+}_{vb}) จะมีอิทธิพลต่อกระบวนการโฟโตคะตะลิซิส (Photocatalysis) เมื่อค่าพีเอชน้อยกว่า 3 ในขณะที่ไฮดรอกซิลเรดิคัล (•OH) มีความสำคัญในการทำปฏิกิริยาที่ค่าพีเอชมากกว่า 3 นอกจากนี้ค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปยังทำให้ค่าช่องว่างพลังงาน Eg ของสารกึ่งตัวนำประเภทเมทัลออกไซด์ (Metal oxide) เปลี่ยนแปลงได้ (0.059 mV/pH Unit) (Staffort et al., 1996)

2. ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนเบื้องต้น

ข้อมูลวิจัยจำนวนมากได้แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างโมเลกุลของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการย่อยสลาย ถ้าหากโครงสร้างโมเลกุลมีความซับซ้อนต่ำ เช่น คลอโรฟอร์ม (chloroform) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัด แต่ถ้าหากโครงสร้างโมเลกุลมีความซับซ้อนมากขึ้น ความเข้มข้นของสารตั้งต้นก็จะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดมากขึ้นด้วย (Ince and Gonenc, 1997) แต่ในทางตรงกันข้ามจากการศึกษาของ Gupta (1994) ได้ทดสอบสารพีซีอี (Perchloroethylene, PCE) ผลที่ได้คือประสิทธิภาพในการกำจัดจะสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของพีซีอีตั้งต้นสูงขึ้น

3. อุณหภูมิ

จากทฤษฎีทางจลนศาสตร์ (Kinetic theory) อุณหภูมินับเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างมากต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา (Iangphasuk, 1997) ค่าคงที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาจากสมการของอาร์เรเนียส (Arrhenius) เขียนได้ดังสมการที่ 11

$$k = Ae^{-\frac{Ea}{RT}} \quad (11)$$

เมื่อ k = ค่าคงที่อัตราการเกิดปฏิกิริยา (นาที)$^{-1}$
(Reaction rate constant, min^{-1})
A = แฟคเตอร์ของความถี่ (นาที)$^{-1}$
(Frequency factor or pre-exponential, min^{-1})
Ea = พลังงานกระตุ้น (จูล/โมล)
(Activation energy, J.mole^{-1})
Rg = ค่าคงที่ของก๊าซ = 8.3143 จูล/โมล เคลวิน
(Gas Constant = 8.314 J.mole^{-1} .K^{-1})
T = อุณหภูมิสัมบูรณ์ (เคลวิน)
(Absolute temperature, K)

ซึ่งสามารถหาค่าพลังงานกระตุ้น (Ea) ได้จากความชันของกราฟลอการิทึม (Logarithm) ที่เขียนกราฟระหว่างค่าคงที่อัตราการเกิดปฏิกิริยา (k) กับค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์ 1/T (K) จากสมการที่ 12 (langphasuk, 1997)

$$\ln k = -\frac{Ea}{RT} + \ln A \quad (12)$$

ปฏิกิริยาโฟโตคะตะลิซิสเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากอัตราการเกิดปฏิกิริยาของ e^-_{cb} และ h^+_{vb} กับสารปนเปื้อนในสารละลายมีค่ามากกว่าอัตราการกลับมารวมตัวกันใหม่ของ e^-_{cb} และ h^+_{vb} (Recombination) และอาจเนื่องมาจากความถี่ในการชนกันของโมเลกุลมีมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และอาจเนื่องมาจากการลดลงของพลังงานการกระตุ้นในการทำปฏิกิริยา (Serpone and Pelizzetti, 1989)

4. ปริมาณและความดันย่อยของออกซิเจน

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของออกซิเจนเพิ่มขึ้น ออกซิเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในปฏิกิริยาโฟโตคะตะลิซิส เพราะออกซิเจนจะยึดเกาะบนผิวตัวเร่งปฏิกิริยาทำหน้าที่ยึดจับ e^-_{cb} ที่แถบการนำไฟฟ้าทำให้เกิดซูเปอร์ออกไซด์อิออน (สมการที่ 4) และจะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนอิออน (H^+) ต่อไปได้เป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (สมการที่ 8) และด้วยเหตุนี้ออกซิเจนจึงทำหน้าที่เป็นตัวยืดเวลาการกลับมารวมตัวกันใหม่ (Recombination) ของ e^-_{cb} และ h^+_{vb} โดยออกซิเจนยังทำให้เกิดไฮดรอกซิลเรดิคัล ดังแสดงในสมการที่ 13 (Kim et al., 2002)

$$2O_2^- + 2H_2O \longrightarrow 2\bullet OH + OH^- + O_2 \quad (13)$$

เมื่อพิจารณาผลกระทบของความดันย่อยต่อโครงสร้าง และกระบวนการโฟโตคะตะไลติกของฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ซึ่งเตรียมโดยวิธีสพัทเตอริ่ง (sputtering) จากการทดลองได้ศึกษาพฤติกรรมการย่อยสลายของสารละลายเมทิลออเรนจ์ (methyl orange) โดยกระบวนการโฟโตคะตะไลติก พบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความดันย่อยของออกซิเจนจะส่งผลโดยตรงต่อค่าคงที่ของปฏิกิริยาอันดับหนึ่งคือทำให้ค่าคงที่ของปฏิกิริยามีค่าเพิ่มขึ้นส่งผลให้ประสิทธิภาพของกระบวนการโฟโตคะตะไลติกสูงขึ้น (Liu et al., 2004)

5. ความเข้มของแสง

เนื่องจากความเข้มของแสงขึ้นอยู่กับพลังงานของแสงโดยตรง (ความเข้มแสงคือพลังงานต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลาจนภาคแสง 1 โฟตอน (photon) ที่มีความถี่ ν มีพลังงาน $E = h\nu$ คิดเป็น 1 ควอนตัม) ถ้าให้พลังงานของแสงทั้งหมดที่ตกกระทบหนึ่งหน่วยพื้นที่ของผิวหน้าโลหะเป็น E ดังนั้น

จำนวนโฟตอนที่ตกกระทบ = พลังงานของแสงทั้งหมดที่ตกกระทบ/พลังงานของแสง 1 โฟตอน

$= E_T / h\nu$

จำนวนโฟตอนที่ตกกระทบต่อ 1 วินาที = ความเข้มของแสง / $h\nu$

ไอน์สไตน์ (Einstein) ได้ตั้งสมมุติฐานว่า 1 โฟตอนจะทำให้เกิด 1 โฟโตอิเล็กตรอน (photoelectron) (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2533) ดังนั้น

จำนวนโฟโตอิเล็กตรอน $\propto$ จำนวนโฟตอน $\propto$ ความเข้มของแสง

เพื่อที่จะกระตุ้นไทเทเนียมไดออกไซด์ ให้เกิด e^-_{cb} และ h^+_{vb} ต้องมีพลังงานอย่างน้อย 3.2 อิเล็กตรอนโวลต์ ผลของความเข้มของแสงที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาสามารถแบ่งตามระดับของความเข้มแสงได้ 3 ระดับคือ

5.1 ที่ระดับความเข้มแสงต่ำ อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มแสง

5.2 ที่ระดับความเข้มแสงปานกลางอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะแปรผันตามรากที่สองของความเข้มแสง

5.3 ที่ระดับความเข้มแสงสูงอัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ขึ้นกับความเข้มแสง และอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่าคงที่ เมื่อถึงจุดจำกัดของการเคลื่อนย้ายมวล (Mass transfer limit) อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพควอนตัมของการสลายตัว (Quantum efficiency of degradation = สัดส่วนของการสลายตัวต่อจำนวนโฟตอนที่ใช้) จะมีค่าคงที่ที่ระดับความเข้มแสงต่ำและจะแปรผกผันกับรากที่สองของความเข้มแสงที่ระดับความเข้มแสงปานกลางและจะแปรผกผันกับความเข้มแสงที่ระดับความเข้มแสงสูง (Ollis et al., 1991)

Kawakuchi (1994) ได้สรุปเกี่ยวกับสมการ Langmuir-Hinshelwood kinetic rate ไว้ว่าที่ระดับความเข้มแสงสูง การเปลี่ยนแปลงค่าคงที่อัตราการเกิดปฏิกิริยา (k) จากปฏิกิริยาอันดับที่ 1 (First order) ไปสู่รากที่สอง (square root order) เกิดขึ้นเมื่อความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น และที่ระดับความเข้มแสงต่ำค่าคงที่อัตราการเกิดปฏิกิริยา (k) เปลี่ยนจากปฏิกิริยาอันดับที่ 1 ไปสู่ปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (zero order) เมื่อความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น

กรรมวิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิง

กรรมวิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิงจำแนกตามกระบวนการขึ้นรูปได้เป็น 2 ลักษณะ คือ กระบวนการอัดร้อน และกระบวนการอัดเย็น (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555)

1. กระบวนการอัดร้อน (Hot Press Process)

เป็นการอัดวัสดุโดยให้ความร้อนตลอดเวลาที่ทำการอัด โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 350 องศาเซลเซียสเหมาะสมกับวัสดุที่เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดสารเคมีอินทรีย์ที่ช่วยยึดเนื้อวัสดุเข้าหากัน จึงทำให้สามารถยึดเกาะขึ้นรูปเป็นแท่งได้โดยที่ไม่ต้องใช้ตัวประสานตัวอย่างวัสดุที่สามารถนำมาทำเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยกระบวนการอัดร้อน คือวัสดุเศษเหลือทางการเกษตร (แกลบ ขี้เลื่อย ยอดอ้อย ฟางข้าว เปลือกผลไม้ ซังข้าวโพด ชานอ้อย ฯลฯ) วัชพืชบกและน้ำ และผลผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะพืชที่มีแป้งและน้ำตาล (ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวฟ่าง ฯลฯ)

2. กระบวนการอัดเย็น (Cold Press Process)

เป็นกระบวนการที่เหมาะสำหรับวัสดุที่ไม่มีคุณสมบัติในการจับตัวได้ด้วยความร้อน มี 2 วิธี คือ

2.1 การอัดเย็นชนิดเติมตัวประสาน เป็นการอัดเย็นที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปเนื่องจากเครื่องมือและวิธีการที่ง่าย และใช้พลังงานต่ำ ใช้วัสดุมาผสมกับตัวประสาน โดยทั่วไปจะเป็นแป้งมันสำปะหลัง หากวัสดุใดมีขนาดใหญ่ เช่น กะลามะพร้าว ต้องมีเครื่องบดให้ละเอียดก่อนแล้วจึงนำมาผสมกับแป้งมันและน้ำในอัตราส่วนตามที่ต้องการ

2.2 การอัดเย็นด้วยแรงอัดสูง เป็นการอัดเย็นระบบใหม่ที่ไม่ต้องใช้ตัวประสานแต่จะใช้แรงดันในการอัดสูงกว่าปกติอย่างมากเพื่อให้โมเลกุลของวัสดุเกิดการอัดตัวแน่นจนจับตัวเป็นก้อนได้ ซึ่งการอัดเย็นประเภทนี้จะใช้มอเตอร์ที่มีกำลังค่อนข้างสูง และยังใช้พลังงานไฟฟ้ามาก แต่จะมีขั้นตอนในการอัดเพียงขั้นตอนเดียวเพราะไม่ต้องผสมตัวประสาน และไม่มีความจำเป็นที่จะต้องบดวัสดุก่อนเข้าอัดหากวัสดุไม่ได้มีขนาดใหญ่จนเกินไปนัก

การเลือกกระบวนการอัดแท่งที่เหมาะสม จะต้องพิจารณาจากคุณลักษณะเฉพาะตัวของวัสดุ หลักที่นำมาทำการอัดแท่ง ได้แก่ความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) และองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุ

เกณฑ์คุณสมบัติของแท่งเชื้อเพลิงที่ต้องพิจารณา (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555)

1. คุณสมบัติทางเชื้อเพลิง

1.1 ค่าความร้อน (Calorimetric Value or Heating Value)

คือ ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ หรือเรียกว่า ความร้อนของการเผาไหม้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ค่าความร้อนสูงและค่าความร้อนต่ำ มีหน่วยเป็นกิโลจูล (kJ) หรือกิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัมชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ (kcal/kg)

1.1.1 ค่าความร้อนสูง (High Heating Value, HHV) เป็นปริมาณความร้อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ ซึ่งรวมถึงปริมาณความร้อนแฝงที่ถูกปลดปล่อยออกมาเมื่อไอน้ำที่เกิดจากการเผาไหม้น้ำที่เป็นองค์ประกอบของชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้เกิดการควบแน่น

1.1.2 ค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value, LHV) เป็นค่าความร้อนจากการเผาไหม้ชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่ไม่รวมค่าความร้อนแฝง

ค่าความร้อนสูงและค่าความร้อนต่ำที่ตรวจวัดได้ในชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ชนิดหนึ่งจะแตกต่างกันเสมอ โดยค่าความแตกต่างขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำหรือความชื้นที่อยู่ในชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ ดังนั้น ในกรณีชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้มีความชื้นมากๆ อาจใช้วิธีการตากแดดหรือผึ่งลมเพื่อลดความชื้นในชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ แล้วตรวจวัดเฉพาะค่าความร้อนสูงก็ได้ เนื่องจากในระหว่างการผลิตเชื้อเพลิงแท่งนั้น กระบวนการอัด และการตากแห้งแท่งเชื้อเพลิงก่อนนำไปใช้ จะทำให้น้ำในชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ถูกกำจัดออกไปบางส่วน และคงเหลือในแท่งเชื้อเพลิงอีกบางส่วน

1.2 ปริมาณสารที่ระเหยได้ (Volatile Matters)

คือ องค์ประกอบในชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่สามารถระเหยได้เมื่อได้รับความร้อน ชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่มีปริมาณสารระเหยได้สูง จะมีแนวโน้มที่มีค่าความร้อนสูงด้วย อย่างไรก็ตาม สารที่ระเหยได้บางชนิดอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อวัสดุหรืออุปกรณ์ที่นำวัสดุเชื้อเพลิงไปใช้งาน เช่น สารอัลคาไลน์ในทะลายปาล์มจะกลายเป็นยางเหนียวเกาะติดท่อน้ำในห้องเผาไหม้ทำให้ประสิทธิภาพของหม้อน้ำลดลง

1.3 ปริมาณความชื้น (Moisture Content)

คือ ปริมาณน้ำที่คงเหลืออยู่หลังจากที่ตากแห้งชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ ความชื้นของชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้มีผลต่อค่าความร้อนโดยตรง โดยหากชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้มีความชื้นมากจะทำให้มีการสูญเสียความร้อนไปกับการระเหยความชื้น
ในระหว่างการเผาไหม้ ทำให้ค่าความร้อนที่ได้ต่ำลง

1.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon)

คือ ปริมาณสารประกอบคาร์บอนซึ่งระเหยได้ยาก โดยจะคงเหลืออยู่ในชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้หลังจาก
ที่เผาสารระเหยออกไปแล้วที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่มีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงจึงมีช่วงเวลาในการลุกไหม้นาน

1.5 กำมะถันรวม (Total Sulfur)

เมื่อกำมะถันทำปฏิกิริยาสันดาปกับออกซิเจน จะกลายเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ดังนั้นหากชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณมาก จึงไม่เหมาะจะเป็นเชื้อเพลิงเนื่องจากจะเกิดมลสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการเผาไหม้ในปริมาณมากด้วย

1.6 เถ้า (Ash)

คือ ส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาป ภายในเตาเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย ซิลิกาแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ หรือเป็นส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้นั่นเอง ดังนั้น หากชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้มีขี้เถ้าปริมาณมาก จะเป็นปัญหาในการเผาไหม้และเพิ่มความยุ่งยากในการกำจัดเถ้าที่เกิดขึ้น

2. คุณสมบัติชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง

ชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่เมื่อนำมาผ่านกระบวนการอัดแท่งแล้ว กลายเป็นแท่งเชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติสูงนอกจากจะมีค่าความร้อนสูงแล้ว ยังจะต้องมีองค์ประกอบที่เป็นส่วนที่เผาไหม้ได้ (Combustible Substance) โดยเฉพาะคาร์บอนคงตัวในปริมาณสูง แต่มีองค์ประกอบที่เผาไหม้ไม่ได้หรือเถ้าในปริมาณน้อย เนื่องจากเป็นของเสียที่ต้องกำจัดออกจากห้องเผาไหม้ นอกจากนี้ยังจะต้องมีกำมะถันรวมในปริมาณน้อย เพื่อไม่ให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ และแม้ว่าการตากแดดหรืออบแห้งสามารถลดความชื้นในชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ได้ แต่ก็จะเป็นการเพิ่มขั้นตอนและความยุ่งยากในการดำเนินงาน และอาจเพิ่มต้นทุนการผลิตหากต้องใช้วิธีลดความชื้นด้วยการอบแห้ง โดยสรุปคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่เหมาะสมสำหรับนำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงแท่ง แสดงดังตารางที่ 2.8

สำหรับเกณฑ์คุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของชีวมวลที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง แสดงดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.8 แสดงคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่เหมาะสมสำหรับนำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงแท่ง

คุณสมบัติทางเชื้อเพลิง	คุณสมบัติที่ต้องการ
1. ค่าความร้อน (Calorimetric Value or Heating Value)	สูง
2. ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon)	สูง
3. ปริมาณสารที่ระเหยได้ (Volatile Matters)	สูง
4. เถ้า (Ash)	ต่ำ
5. ปริมาณความชื้น (Moisture Content)	ต่ำ
6. กำมะถันรวม (Total Sulfur)	ต่ำ

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555

ตารางที่ 2.9 แสดงตัวอย่างคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของชีวมวลที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง

วัสดุเหลือใช้	สารระเหย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	คาร์บอนคงตัว (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	เถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	กำมะถัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ค่าความร้อน (กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม)
ขี้เลื่อย	75.4	22.4	2.0	0.20	4,500
กากอ้อย	73.9	17.6	8.5	0.3	4,400
แกลบ	62.7	17.4	20.0	0.14	3,600
ฟางข้าว	74.4	18.3	7.3	-	4,000
ซังข้าวโพด	76.1	21.8	2.1	-	4,400
ขุยมะพร้าว	63.3	29.4	7.1	0.06	4,800
ต้นถั่วเหลือง	72.5	19.1	8.4	-	4,500
ต้นมัน	76.2	19.1	4.7	1.3	4,000
สำปะหลัง เหง้ามัน สำปะหลัง	75.0	17.0	8.0	0.28	4,500
เศษหวาย	70.5	23.7	5.7	-	4,800
ไมยราบยักษ์	71.2	25.1	3.7	-	4,600
ผักตบชวา	58.9	15.3	25.8	1.19	3,100

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555

คุณสมบัติทั่วไปของถ่าน (มูลนิธิบูรณะชนบทแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2555)

1. ต้องมีสีดำสม่ำเสมอ ไม่มีเศษดินและไม้ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ปนอยู่
2. ค่าความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก
3. ค่าความร้อน ต้องไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม
4. ปริมาณเถ้า ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก
5. ปริมาณสารที่ระเหยได้ ต้องไม่เกินร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก
6. การใช้งาน เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น มีควันได้เล็กน้อย

คุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง (มูลนิธิบูรณะชนบทแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2555)

1. ต้องมีสีดำสม่ำเสมอ ไม่มีเศษดินและไม้ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ปนอยู่
2. ค่าความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก
3. ค่าความร้อน ต้องไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม
4. ปริมาณเถ้า ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก
5. ปริมาณสารที่ระเหยได้ ต้องไม่เกินร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก
6. ให้ความร้อนสูง เนื่องจากเป็นถ่านที่ได้รับการเผาไหม้เต็มที่
7. ปลอดภัยไม่มีสารตกค้างและไม่ทำลายสุขภาพ เพราะถ่านได้ถูกเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิเกิน 800 องศา
8. ทนทานสามารถใช้งานได้นานกว่าถ่านไม้ธรรมดาถึง 2.5 – 3 เท่า
9. ประหยัดเพราะใช้ได้นาน ไม่แตก และไม่ดับเมื่อติดแล้ว ทำให้ไม่มีการเสียเปล่า เนื่องจากถ่านจะเผาไหม้จนกว่าจะกลายเป็นขี้เถ้า
10. การใช้งาน เมื่อติดไฟต้องไม้มีสะเก็ดไฟกระเด็น มีควันได้เล็กน้อย
11. ไม่มีกลิ่น เพราะผลิตจากวัสดุธรรมชาติ 100% ไม่ผสมสารเคมีใดๆ

เตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร (สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555)

เตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร เป็นเตาที่ถูกผลิตขึ้นจากวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่น (ถังน้ำมัน 200 ลิตร) โดยได้รับการพัฒนาจนมีประสิทธิภาพการเผาไหม้ และการควบคุมอากาศภายในให้ดียิ่งขึ้นทำให้ได้ถ่านที่มีคุณภาพดี ประหยัดเวลาในการเผาถ่านสร้างประกอบได้ง่าย ราคาถูก เหมาะกับครัวเรือนที่มีการใช้ถ่านเป็นพลังงานในการหุงต้มประกอบอาหารอีกทั้งยังมีผลพลอยได้ คือ น้ำส้มควันไม้ จากการเผาถ่านที่เป็นประโยชน์

หลักการเตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร

ถ่าน คือ เชื้อเพลิงที่ได้จากการเผาไหม้ของไม้ ภายในบริเวณที่มีอากาศอยู่บางเบา หรืออาจกล่าวในทางเทคนิคก็คือ กระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในไม้ในสภาวะที่อากาศอยู่น้อยมาก สำหรับกระบวนการที่ทำให้สารอินทรีย์ในเนื้อไม้เปลี่ยนรูปเป็นถ่าน เรียกว่า “คาร์บอนไนเซชั่น” (Carbonization) โดยการเผาถ่านด้วยเตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเผาไหม้ การลดความชื้น การคายความร้อนและการทำให้เย็นตัว

เตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร ถูกออกแบบให้สามารถควบคุมอากาศ ภายในเตาได้ เคลื่อนย้ายสะดวก เก็บรักษาง่าย เผาถ่านได้คุณภาพดี นำเศษกิ่งไม้มาเผาเป็นถ่านได้ สร้างประกอบง่าย ไม่ซับซ้อน มีอายุการใช้งานนาน ราคาถูก ได้น้ำส้มควันไม้เป็นผลพลอยได้

ภาพที่ 2.5 แสดงเตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร
ที่มา : สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555

เครื่องอัดเชื้อเพลิง แบบใช้แรงงานคน (สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555)

เครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่ง เป็นเครื่องอัดที่ใช้แรงจากคนเป็นต้นกำลังในการส่งแรงอัด มีกระบอกอัดเป็นแบบลูกสูบสำหรับอัดขึ้นรูป วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตรหรือเศษถ่าน เป็นต้น

ระบบอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบอัดเย็น (สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555)

เครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่งแบบอัดเย็น หรือเครื่องอัดเชื้อเพลิงเขียว เป็นเครื่องอัดที่ใช้เกลียวหรือสกรูเป็นตัวอัด โดยใช้มอเตอร์หรือเครื่องยนต์เป็นตัวต้นกำลังในการส่งแรงอัดให้กับเกลียวหรือสกรู และมีกระบอกอัดเป็นตัวอัดผ่านขึ้นรูปวัตถุดิบให้เป็นแท่ง วัตถุดิบที่นำมาใช้ส่วนใหญ่เป็นเศษวัสดุทางการเกษตร เช่น แกลบ ซังข้าวโพด ชานอ้อย เปลือกมะพร้าว ผักตบชวา และวัชพืชต่างๆ

ส่วนประกอบที่สำคัญของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

1. ฝายหรือเขื่อนเก็บกักน้ำ (Dam or Weir) เป็นโครงสร้างที่สร้างกั้นลำน้ำ ทำหน้าที่กักน้ำหรือทดน้ำในลำน้ำให้สูงขึ้นและควบคุมระดับน้ำโดยผันน้ำให้เข้าสู่บริเวณส่วนอาคารรับน้ำ น้ำส่วนที่มากเกินจะล้นไปทางสันฝายหรืออาคารระบายน้ำล้น ลงสู่ลำน้ำทางหลังฝาย ดังภาพที่ 2.6
2. อาคารรับน้ำ (Intake Structure) เป็นโครงสร้างคอนกรีต ทำหน้าที่เปิด-ปิดน้ำและควบคุมน้ำในการใช้งาน สร้างอยู่บริเวณริมฝั่งของลำน้ำติดกับฝายกั้นน้ำ และปกติจะวางอยู่ในแนวทิศตั้งฉากกับทิศทางการไหลของลำน้ำ มีประตูเพื่อปรับการไหลของน้ำที่จะไหลไปยังระบบผันน้ำ ส่วนประกอบหลักมี ทางน้ำเข้า ตะแกรงกันขยะ (Trash rack) และประตูระบายน้ำทราย ซึ่งจะเปิดเพื่อปล่อยทราย หิน ตะกอน ซึ่งอยู่บริเวณหน้าฝายน้ำทิ้งไปในฤดูน้ำมาก
3. ระบบผันน้ำ (Headrace) เป็นทางส่งน้ำจากส่วนปากท่อไปยังอ่างน้ำหรือถังเก็บน้ำ (Forebay or Head Tank) ระบบผันน้ำอาจประกอบไปด้วยคลองส่งน้ำหรือท่อส่งน้ำ โดยปกติจะมีความชันน้อยๆ คงที่ ซึ่งอาจจะสร้างจากท่อเหล็ก ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กหรือใช้ร่วมกันหลาย ๆแบบขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง เช่น สภาพภูมิประเทศ สภาพทางธรณีวิทยา กำลังติดตั้ง ค่าใช่จ่ายและวัสดุที่หามาได้! การขนส่ง และการบำรุงรักษา เป็นต้น

ภาพที่ 2.6 แสดงฝายกั้นลำน้ำ
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน (ม.ป.ป.)

4. อาคารลดแรงดัน (Fore bay or Head Tank) เป็นสjวนประกอบอันสุดท้ายที่จะควบคุมและปรับปริมาณการไหลของน้ำ กำจัดสวะ ตะกอนทรายต่าง ๆ ก่อนที่จะส่งไปยังท่อส่งน้ำแรงดัน (Penstock) และยังเป็นส่วนช่วยป้องกันแรงดันสูงที่จะทำให้เกิดความเสียหายแก่ท่อน้ำแรงดันในกรณีที่ปิดเครื่องกังหันน้ำอย่างทันทีด้วย (Water Hammer) ส่วนนี้อาจมีหรือไม่มีก็ได้ หรือบางทีก็สร้างเป็น Surge Tank แทน

5. ท่อส่งแรงดันน้ำ (Penstock) เป็นเหล็กกล้าทนแรงดันสูง ปกติจะวางอยู่เหนือดิน แต่บางทีก็ฝังในดิน ออกแบบให้ทนต่อแรงดันน้ำ แรงเค้น แรงเครียด ท่อน้ำนี้จะนำน้ำเข้าไปหมุนเครื่องกังหันน้ำต่อไป

6. อาคารโรงไฟฟา (Power House) เป็นอาคารที่ตั้งของอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น กังหันน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ สวิตซ์บอร์ด ยกเว้นหม้อแปลงไฟฟ้ามักตั้งอยู่นอกอาคาร

โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว

โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว (Pico Hydro Power) เป็นการผลิตไฟฟ้าโดยการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ ที่มีขนาดกำลังผลิตน้อยกว่า 200 กิโลวัตต์ ระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋วต้องการปริมาณการไหลของน้ำเพียงเล็กน้อยที่ทำให้ระบบทำงานได้ ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีภูมิประเทศเป็นภูเขา แม่น้ำ น้ำตก ลำธารเล็ก ๆ สำหรับการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กส่วนใหญ่มักตั้งอยู่ใกล้ลำน้ำ หรือในลำน้ำโดยตรง แบบไม่มีอ่างสำหรับกักเก็บน้ำ ดังนั้นในการ

ก่อสร้างจึงต้องมีการศึกษาถึงข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่โครงการ และลักษณะการไหลของน้ำในลำน้ำที่เกี่ยวข้อง กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังน้ำขนาดจิ๋วสามารถนำมาใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าพื้นฐานภายในครัวเรือนได้แก่ หลอดไฟ วิทยุ โทรทัศน์ ตู้เย็น เป็นต้น

1. เทคโนโลยีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดจิ๋ว (ไพฑูรย์, 2549)

โดยทั่วไปเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว สามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ตามชนิดของกังหัน (turbine) และ ความสูง (Heads) ได้ดังต่อไปนี้

1.1 Variations of turgo - turbines กำลังการผลิตสูงสุด 7 กิโลวัตต์ ที่ระดับความสูงปานกลางและความสูงมาก

1.2 Tiny Pelton wheels (Peltric Set) กำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุด 5 กิโลวัตต์ ความสูงประมาณ 20 - 50 เมตร

1.3 Tiny turgo turbines กำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุด 2 กิโลวัตต์ ความสูงประมาณ 5 -11 เมตร

1.4 Low-head propeller turbines กำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุด 2 กิโลวัตต์ความสูงประมาณ 1-2 เมตร

1.5 Tiny Crossflow turbine (Fireflies) กำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุด 200 กิโลวัตต์ใช้สำหรับระบบประจุแบตเตอรี่ ความสูงประมาณ 5-20 เมตร

2. ส่วนประกอบของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว (ไพฑูรย์, 2549)

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วมีการออกแบบและมีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

2.1 แหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น คลองชลประทาน หรือเป็นลำน้ำที่แยกส่วนจากแม่น้ำ

2.2 แหล่งเก็บน้ำสำรอง เพื่อเก็บน้ำสำหรับผลิตกระแสใช้ในช่วงฤดูแล้ง

2.3 ท่อนำน้ำ เป็นท่อสำหรับรับน้ำไหลจากแหล่งเก็บน้ำผ่านท่อเข้าสู่กังหัน

2.4 กังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานกลจากการหมุนของกังหันมาเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้หลักการของขดลวดตัดผ่านสนามแม่เหล็ก

2.5 ชุดควบคุมกระแสไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ควบคุมให้การผลิตกระแสไฟฟ้าสมดุลกับภาระที่ต่อกับระบบ ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า

2.6 ภาระทางกล ได้แก่ เครื่องจักรที่ต่อพ่วงเข้ากับเพลาของกังหัน เพื่อนำพลังงานการหมุนของกังหันไปใช้โดยตรง

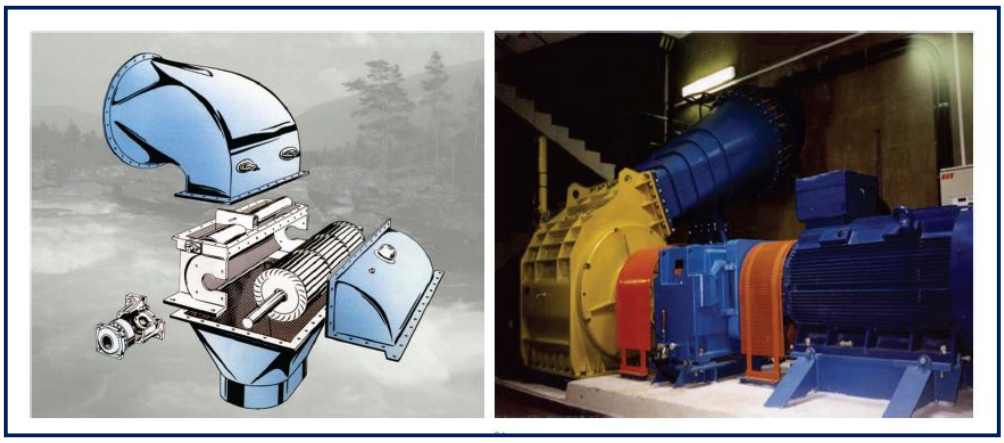
2.7 ระบบสายส่ง เป็นการเชื่อมระบบ เพื่อนำกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ครัวเรือนผู้ใช้

เทคโนโลยีเครื่องกังหันน้ำ

กังหันน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำเพราะจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำไปเป็นพลังงานกล โดยการทำให้ใบพัดของกังหันน้ำเกิดการหมุนส่งผลให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่หมุนตาม และสามารถผลิตไฟฟ้าออกมาได้ โดยทั่วไปกังหันน้ำแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท (อชิตพล, 2548) คือ

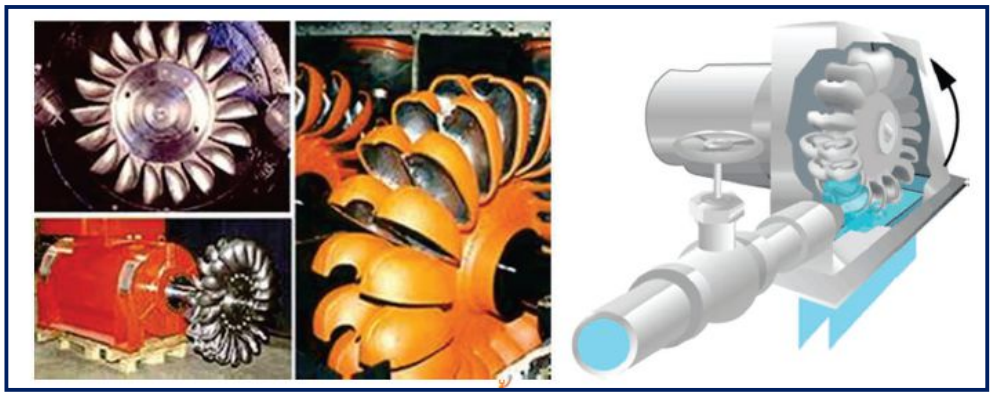
1. กังหันน้ำประเภทหัวฉีด (impulse turbine) หรือกังหันน้ำแบบแรงกระแทก กังหันน้ำแบบนี้มักใช้กับเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำที่มีหัวน้ำสูง เพราะต้องอาศัยแรงฉีดหรือแรงกระแทกของน้ำที่ไหลมาจากท่อส่งน้ำที่รับน้ำมาจากเขื่อน น้ำที่ไหลลงมาตามท่อส่งน้ำจะถูกลดขนาดมายังหัวฉีดก่อนจะถูกฉีดเข้าไปที่ตัวของกังหันน้ำ ลำน้ำที่พุ่งผ่านหัวฉีดจะมีแรงและความเร็วสูง ดังนั้นเมื่อกระแทกเข้าใบพัดหรือวงล้อของกังหันน้ำจะทำให้กังหันน้ำเกิดการหมุนได้ การควบคุมการหมุนของกังหันน้ำสามารถทำได้โดยการปรับขนาดของหัวฉีด ซึ่งเสมือนเป็นการปรับปริมาณน้ำให้มากหรือน้อยได้ตามต้องการ กังหันน้ำประเภทนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1.1 กังหันน้ำแบงกี (banki turbine) กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำต่ำ (low head) และต้องการกำลังการผลิตค่อนข้างน้อย เป็นกังหันน้ำที่ทำงานโดยให้น้ำไหลผ่านกังหันในแนวขวางกับกังหันหรือตั้งฉากกับแกนของกังหัน น้ำที่ผ่านกังหันไหลออกทางด้านตรงข้าม จึงเรียกว่า Cross flow มีใบพัดเป็นรูปโค้งเพื่อให้สัมผัสกับแนวน้ำไหลและหัวฉีดน้ำมีลักษณะเป็นลิ้นบังคับน้ำ (guide vane) ของ Francis Turbine ข้อดีของกังหันแบบนี้ คือ ประสิทธิภาพของกังหันค่อนข้างคงที่เมื่ออัตราการไหลแปรผัน และมีราคาถูก หัวน้ำอยู่ที่ระหว่าง 3 เมตร ถึง 70 เมตร กังหันน้ำแบบนี้นิยมใช้งานกับโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่มีปริมาณน้ำไหลเข้ากังหันไม่คงที่ ดังภาพที่ 2.7



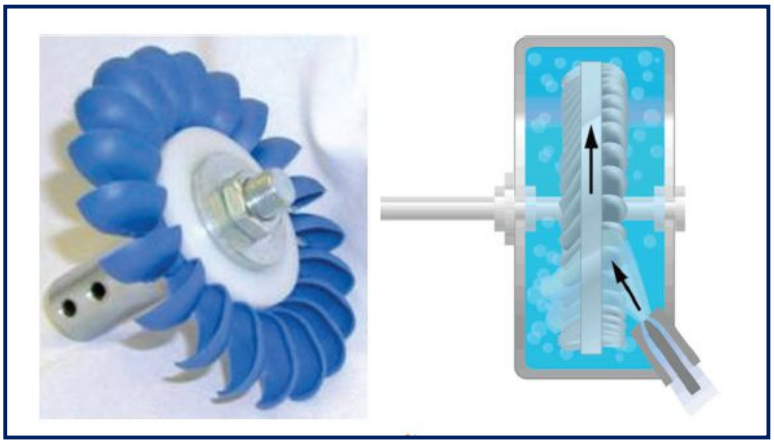
ภาพที่ 2.7 แสดงกังหันน้ำแบงกี (banki turbine)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน (ม.ป.ป.)

1.2 กังหันน้ำเพลตัน (pelton turbine) รูปแบบของกังหันน้ำนี้ ถูกออกแบบโดยใช้ถ้วยรับน้ำซึ่งติดอยู่ในวงล้อภายในตัวกังหันเป็นแบบถ้วยคู่ และสามารถใช้กับลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดมากกว่า 1 ช่อง โดยอาจมีจำนวนถึง 4 ช่องก็ได้ ซึ่งจะทำให้ได้รับกำลังเพิ่มขึ้นในขณะที่ขนาดของกังหันน้ำเท่าเดิม โดยทั่วไปกังหันน้ำนี้เหมาะสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำที่มีระดับของหัวน้ำสูง (high head) ซึ่งสูงกว่า 250 เมตร หรืออาจน้อยกว่าก็ได้ในกรณีที่เป็นระบบเล็ก ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 แสดงกังหันน้ำเพลตัน (pelton turbine)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน (ม.ป.ป.)

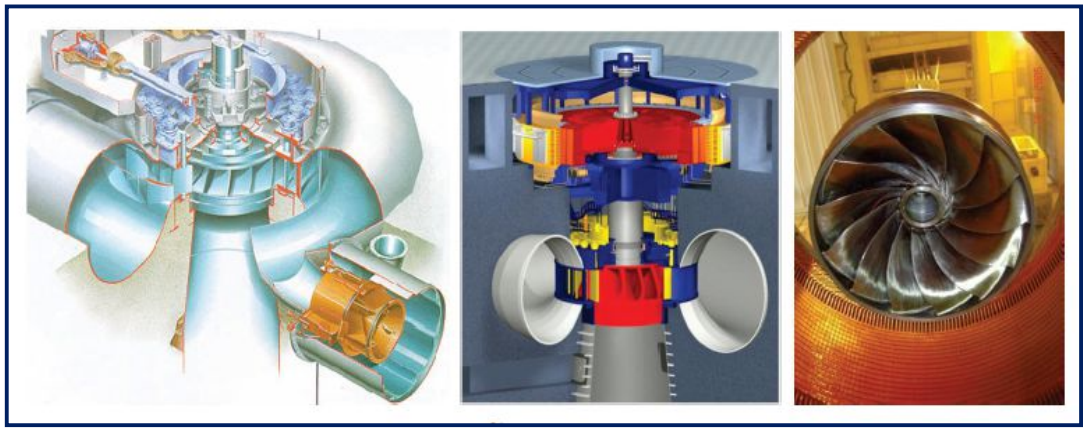
1.3 กังหันน้ำเทอร์โก (turgo turbine) เป็นกังหันน้ำที่ถูกพัฒนาขึ้นจากกังหันน้ำแบบเพลตัน โดยภายในตัวกังหันน้ำนี้จะใช้ถ้วยรับน้ำแบบเดี่ยวและค่อนข้างตื้นแทนถ้วยรับน้ำแบบคู่ในกังหันน้ำแบบเพล กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำที่มีระดับความสูงปานกลาง (medium head) เพราะสามารถใช้กับลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดซึ่งมีความเร็วไม่มากนัก และมีความสามารถในการรับปริมาณน้ำได้มากกว่ากังหันน้ำเพลตัน ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 แสดงกังหันน้ำเทอร์โก (turgo turbine)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน (ม.ป.ป.)

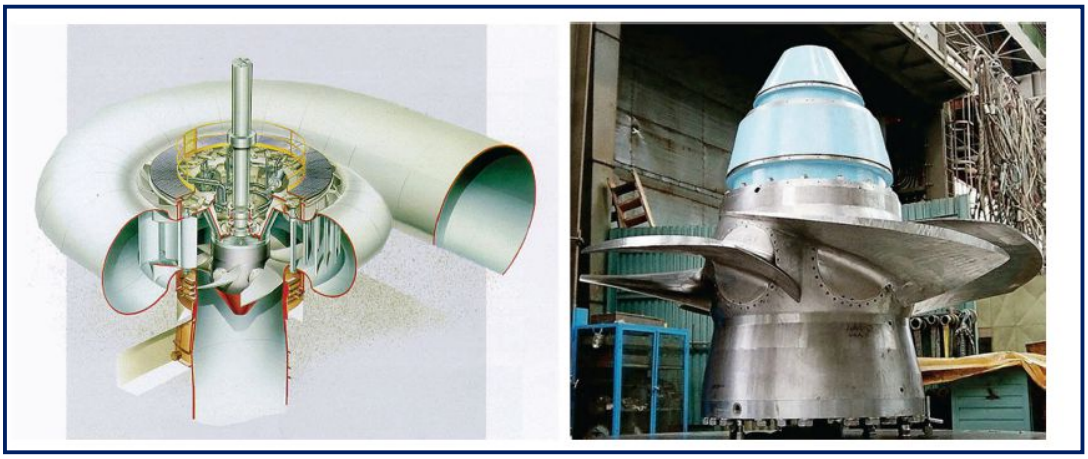
2. กังหันน้ำประเภทแรงปฏิกิริยา (reaction turbine) เป็นกังหันน้ำที่ต้องอาศัยแรงดันของน้ำ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของระดับน้ำที่อยู่ด้านหน้าและด้านท้ายของกังหันน้ำมาทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน น้ำที่เข้าไปในตัวกังหันจะแทรกเข้าไปในช่องระหว่างใบพัดเต็มทุกช่อง พร้อมกันทำให้ตัวกังหันน้ำทั้งหมดจะจมอยู่ในน้ำ กังหันน้ำประเภทนี้เหมาะสำหรับการใช้กับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำต่ำถึงปานกลาง โดยทั่วไปที่นิยมใช้อยู่จะแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

2.1 กังหันน้ำฟรานซิส (francis turbine) กังหันน้ำชนิดนี้เป็นกังหันน้ำที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะสามารถใช้กับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำตั้งแต่ 2 ถึงกว่า 300 เมตร หลักการทำงานของกังหันน้ำแบบฟรานซิสคือ น้ำที่ถูกส่งเข้ามาจากท่อส่งน้ำจะไหลเข้าสู่ท่อก้นหอยที่ประกอบอยู่รอบๆ ตัวกังหัน น้ำที่ไหลในท่อก้นหอยจะแทรกตัวผ่านลิ้นนำน้ำเข้า (guide vane) เพื่อเข้าสู่ตัวกังหันน้ำทำให้วงล้อของกังหันน้ำเกิดการหมุนได้ กังหันน้ำแบบฟรานซิสมีทั้งแบบแกนตั้งและแกนนอน ซึ่งการเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับการออกแบบและขนาดของโรงไฟฟ้าแต่โดยทั่วไปจะนิยมใช้แบบแกนตั้งมากกว่า ลักษณะของกังหันน้ำฟรานซิส ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 แสดงกังหันน้ำฟรานซิส (francis turbine)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน (ม.ป.ป.)

2.2 กังหันน้ำคาปแลน (kaplan turbine) เป็นกังหันน้ำที่มีลักษณะเหมือนใบพัด เหมาะกับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำต่ำตั้งแต่ 1 ถึง 70 เมตร และมีหลักการทำงานโดยให้น้ำจะไหลผ่านใบพัดในทิศขนานกับแกนของกังหันน้ำ โดยใบพัดของกังหันน้ำเคปแลนสามารถปรับมุมเพื่อรับแรงอัดหรือแรงฉีดของน้ำโดยอัตโนมัติซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมความเร็วในการหมุนของกังหันน้ำได้ ดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 แสดงกังหันน้ำเคปแลน (kaplan turbine)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน (ม.ป.ป.)

2.3 กังหันน้ำเดเรียซ (deriaz turbine) เป็นกังหันน้ำที่มีลักษณะทั่วไปคล้ายกับกังหันน้ำเคปแลนแต่ต่างกันในส่วนของรูปแบบของใบพัด ซึ่งคล้ายกับใบพัดของกังหันน้ำฟรานซิส กังหันน้ำชนิดนี้จะใช้แรงดันน้ำที่เกิดจากการไหลของน้ำในทิศทางทแยงมุมกับแกนของกังหันน้ำ และ การประยุกต์ใช้จะเหมาะกับแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงของหัวน้ำสูงๆ เพราะต้องใช้แรงดันน้ำที่มีแรงดันสูง ดังภาพที่ 2.12

ภาพที่ 2.12 แสดงกังหันน้ำเดเรียซ (deriaz turbine)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน (ม.ป.ป.)

3. ชนิดของกังหันที่มีการนำมาใช้งานในระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋ว (ไพฑูรย์, 2549)

ชนิดของกังหัน ที่มีการนำมาใช้งานในระบบผลิกระแสไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดจิ๋วนั้นได้ถูกแบ่งตามระดับความสูง (Heads) ต่าง ๆ ดังนี้

3.1 หัวน้ำต่ำ : กังหันชนิด Propeller Turbine

3.2 หัวน้ำต่ำถึงปานกลาง : กังหันชนิด Cross flow Turbine และ เครื่องสูบที่นำมาใช้เป็นกังหัน

3.3 หัวน้ำปานกลาง : กังหันชนิด Francis Turbine

3.4 หัวน้ำปานกลางถึงสูง : กังหันชนิด Pelton Turbine และ Turgo Turbine

นอกจากนี้ยังได้มีการแบ่งชนิดของกังหันกับอัตราการไหลของน้ำ ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 แสดงคุณลักษณะของกังหันแต่ละชนิดกับอัตราการไหลของน้ำ

Specific Speed	Runner (m/s)		
	Slow	Medium	Fast
Pelton	5 - 15	16 - 30	31 - 70
Francis	60 - 150	151 - 250	251 - 400
Kaplan	300 - 450	451 - 700	701 - 1100

ที่มา : ไพฑูรย์, 2549

แนวทางการพิจารณาคัดเลือกกังหันน้ำ

การเลือกแบบของเครื่องกังหันน้ำในขั้นต้น พิจารณาได้จากความสัมพันธ์ของหัวน้ำและกำลังผลิตของกังหันแบบต่าง ๆ แต่ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ด้วย โดยทั่วไปเครื่องกังหันน้ำแบบฟรานซิส ก่อสร้างได้ง่าย มีความเชื่อถือสูง นิยมใช้กันมาก ในกรณีที่หัวน้ำสูงมากโดยทั่วๆ ไปใช้แบบเพลตัน และถ้าหัวน้ำต่ำก็ใช้เครื่องกังหันแบบคาปลาน ดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 แสดงแนวทางการพิจารณาคัดเลือกกังหันน้ำ

เครื่องกังหันน้ำ	ความสูงหัวน้ำ (เมตร)
กังหันแบบคาปลาน	1-7
กังหันน้ำแบบฟรานซิส	15-450
กังหันแบบเพลตัน	150

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน (ม.ป.ป.)

แบบจำลองและการวิเคราะห์ (Modeling and Analysis) (แบบจำลองและการวิเคราะห์, ม.ป.ป.)

แบบจำลอง หมายถึง ตัวแบบที่ช่วยในการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ของระบบเพื่อจะนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ไขปัญหา ตัวแบบนี้อาจจะเป็นโปรแกรม ที่มีความสามารถในการใช้สูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ค้นหาคำตอบ หรือจำลองให้เห็นภาพของข้อมูลเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา โดยสามารถแบ่งประเภทของแบบจำลอง (Type of Models) ได้ดังต่อไปนี้

1. แบบจำลองเชิงบรรยาย (Description Model) ประกอบด้วย

1.1 แบบจำลองเชิงกราฟิก (Graphic Model) เป็นแบบจำลองที่แทนข้อมูลในลักษณะของตรรกะ (Logical) มักใช้แผนภาพ (Diagram) ต่างๆ สำหรับแสดงข้อมูล เช่น Document Flow ใช้สำหรับแสดงการไหลของเอกสารในกระบวนการทำงานของระบบ Context Diagram เป็นแผนภาพบริบทที่ใช้แสดงการไหลของข่าวสารโดยภาพรวมของระบบ Data Flow Diagram (DFD) เป็นแผนภาพกระแสข้อมูลใช้แสดงการไหลของข่าวสารที่ขยายความจาก Context Diagram ให้มีความละเอียดในเรื่องของกระบวนการมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้พัฒนาโปรแกรมนั้น สามารถเข้าใจกระบวนการของระบบ

1.2 แบบจำลองการเล่าเรื่อง (Narrative Model) ใช้บรรยายเรื่องราวด้วยภาษาธรรมชาติ (Natural Language) เล่าเรื่องหรือบรรยายสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการ

1.3 แบบจำลองเชิงกายภาพ (Physical Model) เป็นแบบจำลองทางด้านการออกแบบสิ่งนำเข้า (Input Design) การออกแบบผลลัพธ์ (Output Design)เช่น แบบจำลองการสร้างบ้าน แบบจำลองหุ่นยนต์ หรือการ์ตูนเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นแบบจำลองในโปรแกรม 2 มิติ และ 3 มิติ เช่น การเขียนแบบบ้านและแบบเครื่องจักรกลด้วยโปรแกรม Auto CAD เป็นต้น

2. แบบจำลองคงที่และแบบพลวัตร (Static and Dynamic Model)

2.1 แบบจำลองคงที่ (Static Analysis) เป็นแบบจำลองที่ใช้เฉพาะกิจในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งตามที่องค์กรต้องการ เช่น ตารางในการวิเคราะห์งบประจำปี ประจำไตรมาส หรือตามช่วงเวลา

2.2 แบบจำลองพลวัตร (Dynamic Analysis) เป็นแบบจำลองสำหรับประเมินสถานการณ์ที่สามารถเปลี่ยนตัวแปรได้ตลอดเวลา เช่น การประเมินโครงการซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามเวลา สถานการณ์หรือผลของโครงการจะขึ้นอยู่กับเวลา เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาต่าง ๆ สามารถแสดงแนวโน้มและแบบแผนต่าง ๆ ได้ครอบคลุมทุกช่วงเวลา หาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบตามช่วงเวลาได้ ซึ่งแบบจำลองชนิดนี้จะถูกดัดแปลงมาจากแบบจำลองแบบคงที่

3. Heuristic Algorithm ใช้สำหรับหาคำตอบที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน เมื่อปัญหานั้นไม่สามารถวิเคราะห์ด้วยวิธีอื่นแล้วจะใช้ Heuristic ระบบที่มีการใช้ Heuristic ได้แก่ ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System : ES) และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent :AI) ใช้กับการวิเคราะห์ที่ต้องการคุณภาพ

4. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Model)ประกอบด้วย

4.1 แบบจำลองในการหาทางเลือกที่ดีที่สุด (Optimization Model)

การหาทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับปัญหาที่มีทางเลือกน้อย ได้แก่

4.1.1 ตารางการตัดสินใจ (Decision Table) เป็นตารางการตัดสินใจอย่างง่าย แก้ปัญหาที่ไม่มีความซับซ้อน มีทางเลือกในการตัดสินใจไม่มากนัก

4.1.2 แผนภาพต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) ใช้โครงสร้างต้นไม้ (Tree) เป็นแบบจำลองในการตัดสินใจ ซึ่ง Decision Tree มีองค์ประกอบ คือ Root node หมายถึง node ตัวแรกด้านบน สามารถแตกกิ่งก้านสาขา ที่เราเรียกว่า Branch ซึ่งจะมี Left Branch กับ Right Branch ทั้ง 2 Branch สามารถขยาย (Expansion) ออกไปได้อีก Decision Tree จะใช้แก้ปัญหาง่าย ๆ ที่มีเงื่อนไขไม่มาก ไม่ซับซ้อน เพื่อให้เห็นภาพข้อมูลสำหรับตัดสินใจได้ง่ายขึ้น

4.2 แบบจำลองที่ใช้ Algorithm

ใช้เมื่อการหาคำตอบนั้นยุ่งยากเกินไปสำหรับวิธีแบบ Decision Table และ Decision Tree ดังนั้นแบบจำลองที่มีการใช้ Algorithm (Algo.) ในการทำงานนั้น จึงเหมาะกับปัญหาที่มีทางเลือกมากมาย ถ้าผู้ตัดสินใจเกิดความสับสน ไม่สามารถเลือกทางเลือกได้ถูกต้อง จึงต้องใช้ Algorithm มาช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย

4.2.1 แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Model) แบบจำลองชนิดนี้ต้องอาศัยสูตรหรือสมการทางคณิตในการคำนวณ ซึ่งต้องมีองค์ประกอบของการกำหนดวัตถุประสงค์(Objective function) ตัวแปรอิสระ (Independence variable) ตัวแปรตาม (Dependence variable) ภายใต้ข้อจำกัด (Constrain function) และขอบเขตของตัวแปรในการตัดสินใจ สำหรับวิธีการใช้งานนั้นสามารถคำนวณด้วยมือ หรือใช้โปรแกรมอำนวยความสะดวกที่มีความสามารถด้านคำนวณ การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Model) ส่วนใหญ่มักใช้กับการวิเคราะห์เชิงปริมาณ การจัดการด้านงานผลิต เช่น คำนวณหาว่ามีทรัพยากร (Resource) อยู่ในโรงงานจำนวนจำกัด จะทำการผลิตโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดนี้ ในสัดส่วนเท่าใดจึงจะทำให้โรงงานมีกำไรสูงสุด เป็นต้น

4.2.2 แบบจำลองโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming Model) ใช้ในการหาผลลัพธ์จากเป้าหมายหลายๆ ค่า ทำการเปรียบเทียบค่า (Compare) ในแต่ละค่าเป้าหมายจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด วิธีนี้จะใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายใต้ข้อจำกัดที่เรามีอยู่ มักใช้ในการวิเคราะห์การตัดสินใจทางธุรกิจ เช่น แก้ปัญหาการผลิต การจัดสรรแรงงาน เป็นต้น

4.2.3 แบบจำลองเครือข่าย (Network model) ลักษณะของ Network Model จะคล้ายกับ Net หรือ Graph ตัวอย่าง เช่น การแทน Node ด้วยเมืองต่างๆ ที่ต้องเดินทาง แต่ละเมืองหรือแต่ละ Node นั้นจะเชื่อมถึงกัน ส่วนมาก Network Model จะถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาการเดินทางเพื่อให้ใช้ระยะทางสั้นที่สุด หรือแก้ปัญหาการขนส่งที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยสุด แสดงภาพตัวอย่างของ Network Model การใช้แบบจำลอง Network Model นี้สามารถคำนวณได้โดยใช้เครื่องมือ Solver ในโปรแกรม Spreadsheet (Excel)

4.3 แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้เทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์เสมือนจริง ซึ่งแบ่งลักษณะหลักของแบบจำลองสถานการณ์ (Major Characteristics of Simulation) ออกได้เป็น

4.3.1 ใช้เลียนแบบการทำงานของระบบงานจริง ซึ่งเป็นการจำลองที่ค่อนข้างสมบูรณ์

4.3.2 เป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้กับห้องปฏิบัติการทดลอง (Technique for conducting experiments)

4.3.3 เป็นแบบจำลองแบบพรรณาหรือบรรยาย (Descriptive)

4.3.4 ใช้แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากๆ (very complex) และปัญหาที่มีความเสี่ยงสูง (risky problems)

ข้อดีของแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) (สุพจน์ เหล่างาม, ม.ป.ป.)

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นการรวบรวมวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้จำลองสถานการณ์จริงหรือพฤติกรรม (Behavior) ของระบบต่าง ๆ มาไว้บนคอมพิวเตอร์โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) เข้ามาช่วย เพื่อที่จะศึกษาการไหลของกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ โดยมีการเก็บข้อมูล และทำการวิเคราะห์หารูปแบบที่ถูกต้องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อปรับปรุงในอนาคต เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงไม่สามารถที่จะทำการทดลองหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานได้จนกว่าจะมองเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับ เช่น การขจัดปัญหาที่อยู่นอกเหนือความคาดหมายที่เกิดขึ้นทำให้กระบวนการผลิตช้าลง ดังนั้นการจำลองสถานการณ์ (Simulation) จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของระบบ และช่วยหาแนวทางหรือทางเลือกที่เหมาะสม ก่อนนำไปใช้กับสถานการณ์หรือการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาด หรือความล้มเหลวได้ นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดทั้งค่าใช้จ่าย และเวลา

ในปัจจุบันการจำลองสถานการณ์เป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้การจำลองสถานการณ์สามารถนำมาไปประยุกต์ใช้ได้กับกลุ่มอุตสาหกรรม และการบริการ เช่น อุตสาหกรรมในโรงงาน การขนส่ง การกระจายสินค้า การให้การบริการทางธุรกิจต่าง ๆ เช่น ธนาคาร โรงพยาบาล เป็นต้น จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญการจำลองสถานการณ์ พบว่าสิ่งสำคัญหรือข้อดีของการจำลองสถานการณ์คือมีความสมเหตุสมผล และสามารถพิสูจน์ได้ภายใต้ปัจจัยการนำเข้า (Input) และนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ (Output) ที่ระบบประมวลออกมา

เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลอง (แบบจำลองและการวิเคราะห์, ม.ป.ป.)

1. การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาต่าง ๆ เช่น Visual Basic (VB), VB.Net, Delphi, C, Visual C, Java , PowerBuilder ฯลฯ แต่ภาษาที่เลือกใช้นั้นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับลักษณะของงานด้วย
2. ใช้โปรแกรม Spreadsheet เช่น Excel

3. คำนวณด้วยสูตรทางคณิตศาสตร์และสถิติ เช่น Met Lab หรือ Sci Lab

4. การใช้เครื่องมือ (Tools) ในการวิเคราะห์ เช่น Cognos , DB Miner เป็นต้น แต่ควรมีการศึกษาถึงความสามารถและลักษณะเด่นของ เครื่องมือ (Tools) แต่ละชนิด เพื่อจะได้เลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมกับประเภทของงาน

ลักษณะสำคัญของแบบจำลอง

(แบบจำลองและการวิเคราะห์, สืบค้นจาก http://www.science.cmru.ac.th)

1. มีการตรวจสอบความถูกต้องทั้ง logic และการคำนวณว่าถูกต้องหรือไม่

2. มีเหตุผล ซึ่งเป็นการตรวจสอบว่าผลที่ได้อยู่ในขอบเขตของผลลัพธ์ที่คาดคะเนไว้ และแบบจำลองนั้นทำงานอย่างถูกต้อง โดยสามารถนำผลลัพธ์นั้นมาวิเคราะห์ได้

3. ลดความเบี่ยงเบน โดยใช้ค่าสุ่มเดียวกันเพื่อลดความแปรผันและเพิ่มความถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบที่ต่างกันได้

4. มีลักษณะเป็นการเลียนแบบสถานการณ์จริงมากกว่าเป็นการนำเสนอสถานการณ์จริง

5. มีลักษณะเป็นการบรรยายหรือการคาดการณ์สถานการณ์จริงที่จะเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขต่างๆ กัน

6. เป็นแบบจำลองที่ใช้กับปัญหาที่มีความซับซ้อนสูง

หลักการสร้างแบบจำลอง

(แบบจำลองและการวิเคราะห์, สืบค้นจาก http://www.science.cmru.ac.th)

หลักการสร้างแบบจำลอง แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. นิยามปัญหา (Problem Definition) เป็นการตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้น และจัดแบ่งให้เป็นหมวดหมู่ รวมทั้งมีการกำหนดขอบเขตของระบบ และปรับให้รูปการของปัญหามีความชัดเจนและเข้าใจได้ง่ายขึ้น

2. สร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model Construction) โดยการกำหนดค่าตัวแปร และความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัว

3. ทดสอบและตรวจสอบความถูกต้อง (Model Testing and Validation) เนื่องจากแบบจำลองสถานการณ์ จะต้องถูกนำไปศึกษาแทนเหตุการณ์จริง ดังนั้น ในขั้นตอนนี้ จะต้องทดสอบและค้นหาสิ่งผิดพลาดทั้งหมด เพื่อให้มั่นใจได้ว่า สามารถนำไปใช้แทนเหตุการณ์จริงได้อย่างสมบูรณ์

4. ออกแบบสถานการณ์เพื่อการทดลอง (Experimental Design) หลังจากที่แบบจำลองได้รับการพิสูจน์ จากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง เพื่อทำการจำลองสถานการณ์ขึ้น ซึ่งการทำเช่นนี้จะช่วยให้ผู้ทำสามารถตัดสินใจและกำหนดขอบเขตของตัวแปรที่ใช้ในการทำงานของแบบจำลองสถานการณ์ได้ รวมทั้งเป็นการแก้ไขจุดบกพร่องในแบบจำลอง

5. การควบคุมการทดลอง (Experimental Conduction) เป็นขั้นตอนการทดลองใส่ค่า ตัวแปรจริงๆ ในแบบจำลอง เพื่อแสดงสถานการณ์ต่างๆ ตามตัวแปรที่ทดลองเปลี่ยนไป แล้วนำเสนอผลลัพธ์ออกมาให้เห็น

6. การประเมินผลลัพธ์จากการทดลอง (Result Evaluation) เป็นขั้นตอนการประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง ว่าป็นไปตามที่ได้ทำการออกแบบไว้หรือไม่

7. นำไปใช้แก้ปัญหาจริง (Implementation) ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ซึ่งการสร้างแบบจำลองนี้ ทำให้สามารถเลือกดูสถานการณ์ต่างๆ ได้ตามตัวแปรที่กำหนด

ประโยชน์ของแบบจำลอง (แบบจำลองและการวิเคราะห์, ม.ป.ป.)

1. ด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic) ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สำหรับแก้ปัญหา มีความน่าเชื่อถือมากกว่าการใช้ประสบการณ์เพียงอย่างเดียว อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์จากแบบจำลองไม่มากทำงานได้รวดเร็ว

2. ด้านระยะเวลา (Time) สามารถทำงานได้ภายใต้ความกดดันด้านเวลาและทันต่อความต้องการใช้งาน

3. ด้านการทดลองแทนมนุษย์ (Experiment) ใช้ทดลองกับเหตุการณ์การทำงานต่าง ๆที่เสี่ยงอันตรายแทนมนุษย์ได้ เช่น แบบจำลองเพื่อวัดโครงสร้างความแข็งแรงของตึกเมื่อเกิดตึกถล่มหรือเกิดไฟไหม้ แบบจำลองที่ใช้กับภาพยนต์ หรือแม้แต่แบบจำลองการหาสาเหตุของเครื่องบินตกเป็นต้น

4. สามารถทำความเข้าใจและมองภาพของปัญหาภายในได้อย่างชัดเจน (View of problem)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไพฑูรย์ (2549) ได้ศึกษาการสาธิตระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว : กรณีศึกษาหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติแม่วงก์ ที่ มว.4 (แม่เรวา) จังหวัดนครสวรรค์ เพื่อเสนอการสาธิตการใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว โดยได้แบ่งการทดลองการผลิตกระแสไฟฟ้า ออกเป็น ขนาด 1 กิโลวัตต์ 0.5 กิโลวัตต์ และ 0.3กิโลวัตต์ มีขนาดกำลังการผลิตสูงสุด เท่ากับ 400 วัตต์ 207 วัตต์ และ 120 วัตต์ ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า มีปัจจัยสำคัญ 2 ประการที่มีผลต่อการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว คือ ระยะหัวน้ำสุทธิ และ อัตราการไหลของน้ำ

ประคอง (2552) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว โดยวิธีการออกแบบการไหลของน้ำ กังหันน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อหาประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า จากระดับความสูง 0.7, 1.1, 1.5, 1.9 และ 2.3 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 3.625, 4.793 และ5.54 เซนติเมตร ซึ่งใช้วิธีการทดลองปล่อยน้ำลงมาตกกระทบกังหันน้ำชนิดใบพัดตรงเส้นผ่านศูนย์กลาง 59.5 เซนติเมตร จำนวน 8 ใบพัด ผลจากการวิจัยพบว่ากำลังของน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความสูง และ

เพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงสุดอยู่ที่ 333.65 วัตต์ ที่ความสูง 2.3 เมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 5.54 เซนติเมตร กำลังการพุ่งกระทบของลำน้ำบนใบพัด เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความสูง และเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงสุดอยู่ที่ 167.21 วัตต์ ที่ความสูง 2.3 เมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 5.54 เซนติเมตร สำหรับประสิทธิภาพสูงสุดของการสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋วมีค่าประมาณ 19.75 เปอร์เซ็นต์ และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อน้ำที่เหมาะสม คือ 3.625 เซนติเมตร ที่ความสูงของน้ำ 0.7 เมตร

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2554) ได้ดำเนินการจัดตั้งโครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้านโดยดำเนินการในรูปแบบความร่วมมือกับราษฎร ปัจจุบันมีจำนวนโครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้านที่ยังสามารถเดินเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าอยู่จำนวน 39 โครงการ มีกำลังผลิตรวม 1,155 กิโลวัตต์ จำนวนครัวเรือนที่ได้รับประโยชน์จำนวน 3,779 ครัวเรือน สำหรับปีงบประมาณ 2548 มีการก่อสร้างแล้วเสร็จจำนวน 3 โครงการ คือโครงการบ้านห้วยหมากลาง จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีขนาดกำลังผลิต 20 กิโลวัตต์ และ โครงการบ้านสามหมื่นทุ่ง จังหวัดตาก มีกำลังผลิต 60 กิโลวัตต์ และในปีงบประมาณ 2549 มีโครงการที่กำลังดำเนินการก่อสร้างจำนวน 2 โครงการ คือโครงการบ้านมะโอโค๊ะ จังหวัดตาก มีกำลังผลิต 20 กิโลวัตต์ และโครงการแม่น้ำดะ จังหวัดตาก มีกำลังผลิต 60 กิโลวัตต์

พงษ์ศักดิ์ และเพชร (2552) ได้ทำการศึกษาบทบาทของฝายต้นน้ำต่อการลดอัตราการไหลหลากของน้ำท่าในลำธาร ภายหลังการสร้างฝายที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ในช่วงฤดูแล้งหรือขณะที่ลำธารมีอัตราการไหลของน้ำท่าในลำธาร (streamflow discharge) เท่ากับ 12 ลบ.ม./วินาที ฝายต้นน้ำสามารถลดอัตราการไหลได้ร้อยละ 93.41 ในขณะเดียวกัน ถ้าน้ำท่าในลำธารมีตะกอนแขวนลอย 1.23 กรัม/ลิตร ฝายต้นน้ำสามารถลดปริมาณตะกอนได้ร้อยละ 81.03 การลดลงของอัตราการไหลของน้ำท่าในลำธาร ทำให้น้ำในลำธารมีโอกาสพักตัวและแทรกซึมเข้าไปในดินสองฝากฝั่งลำน้ำมากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำในชั้นดินบริเวณสองฝั่งลำน้ำเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 43.98

พงษ์ศักดิ์ และคณะ (2552) ได้ศึกษางานวิจัยเพื่อท้องถิ่นเกี่ยวกับประโยชน์ของฝายต้นน้ำบริเวณพื้นที่โครงการหลวง พบว่าการสร้างฝายต้นน้ำที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร ทำให้การเจริญเติบโตของต้นไม้ในป่าเต็งรังบริเวณสองฝั่งลำห้วยเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 0.08 ในขณะเดียวกันป่าดิบแล้งจะมีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 0.86

พงษ์ศักดิ์ และวารินทร์ (2550) สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืชได้ทำการศึกษาเรื่อง เมื่อฝายต้นน้ำเต็ม จะช่วยชะลอน้ำท่าได้หรือไม่ หลังจากมีการก่อสร้างฝายไประยะหนึ่ง โดยใช้วิธีการศึกษาวิจัย แบบจำลองการเกิดเหตุการณ์ (simulation model) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์พบว่าฝายมีการทำงานคิดเป็นร้อยละ 40.36 ของฝายต้นน้ำที่สร้างขึ้นมาใหม่

Mohibullah, M.; Radzi, A.M.; Hakim, M.I.A. (2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ Basic design aspects of micro hydro power plant and its potential development in Malaysia พบว่า โรงไฟฟ้าพลังน้ำหรือการนำพลังงานจากน้ำมาผลิตไฟฟ้าซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาด โดยน้ำที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้ายังนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการชลประทานและวัตถุประสงค์อื่นๆ ได้อีก การใช้น้ำมาผลิตไฟฟ้าโดยใช้กังหันเกิดขึ้นครั้งแรกในแม่น้ำฟ็อกซ์ในรัฐวิสคอนซินในปี ค.ศ. 1882 การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำยังมีบทบาทสำคัญอย่างต่อเนื่องในการให้บริการไฟฟ้าในช่วงต้นศตวรรษนี้และเริ่มขยายตัวเพิ่มขึ้นไปทั่วโลก โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำสามารถผลิตไฟฟ้าได้ตั้งแต่ขนาดน้อยกิโลวัตต์ ไปจนถึงหลายพันเมกกะวัตต์ เขาได้จัดแบ่งประเภทโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก มีกำลังน้อยกว่า 100 กิโลวัตต์ โรงไฟฟ้าพลังน้ำมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นและมีประสิทธิภาพที่จะเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่สะอาดมากกว่าโรงไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ส่งผลให้มีการเพิ่มกำลังการผลิตจากโรงไฟฟ้าขนาดเล็กเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานขนาดกลาง ที่ใดก็ตามที่มีอุปทานคือมีน้ำเพียงพอและมีความต้องการ ขณะที่ความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงกลางของศตวรรษนี้และประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าจากถ่านหินและน้ำมันได้เพิ่มขึ้น โรงไฟฟ้าพลังงานก็หลุดออกมาจากการพัฒนา โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ส่วนมากมาจากการสร้างเขื่อน ซึ่งจะทำให้มีพื้นที่น้ำท่วมเป็นบริเวณกว้างเพื่อใช้ในการเก็บกักน้ำไว้เพื่อนำมาผลิตไฟฟ้า ในปีที่ผ่านมาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ เป็นเรื่องที่น่ากังวลและเป็นเรื่องยากในการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังงานขนาดใหญ่และการสร้างเขื่อน เนื่องจากมีการคัดค้านจากประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่น้ำจะท่วมและจากฝ่ายสิ่งแวดล้อม ความต้องการของที่นี่ที่จะเกิดขึ้นคือโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กๆ ซึ่งในประเทศมาเลเซียยังไม่มีโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กเลย โรงไฟฟ้าพลังน้ำในประเทศมาเลเซียเป็นมินิไฮโดรที่มีความจุ 500 กิโลวัตต์ระหว่าง 100 กิโลวัตต์ บทความนี้กล่าวถึงการออกแบบและการพัฒนาโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กโดยเริ่มต้นประมาณราคาค่าโดยรวมและการคำนวณขนาดกำลัง 50 กิโลวัตต์ โดยใช้ซอฟแวร์ MATLAB ในการคำนวณ หาค่าต่างๆ เช่น ความสุงของน้ำ ขนาดกังหัน และค่าความจุต่างๆ ที่จำเป็น

R. K. Maskey, V. Bhandari, B. Adhikary, R. Dahal, N. Shrestha (2012). ได้ศึกษาเกี่ยวกับ Prospects for small hydro power plants based mini-grid power systems in Nepal พบว่ามีความจำเป็นที่จะต้องส่งเสริมเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้าในชนบท เพื่อการพัฒนาโดยรวมของประเทศภายใต้แผนการพัฒนาประเทศอย่าง ประเทศเนปาลโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ ที่เป็นเนินเขา และภูเขา ที่ปราศจากสายส่งไฟฟ้า แนวคิดเกี่ยวการใช้ mini-grid จาก

โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก เนื่องจากพื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ของพลังงานจากน้ำที่จะนำมาใช้ในการสร้าง Mini-Grid Power System (MGPS) ได้ แนวคิดนี้จะเป็นประโยชน์ในการใช้กำหนดกลยุทธ์ในการพัฒนาการใช้ไฟฟ้าของหมู่บ้าน และเชื่อมต่อกับระบบสายส่งระดับภูมิภาคต่อไป

ดวงใจ (2549) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินความเหมาะสมการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมของประเทศไทย โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สร้างฐานข้อมูลระดับความสูงของประเทศ ร่วมกับปัจจัยอันดับดิน และใช้วิธีการซ้อนทับชั้นข้อมูลในการกำหนดชั้นคุณภาพพื้นที่เกษตรกรรมของประเทศ โดยแบ่งออกเป็น 5 ชั้นคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่าประเทศไทยมีพื้นที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมสำหรับการเกษตรซึ่งจัดอยู่ในชั้นคุณภาพที่ 1 และ 5 อยู่ร้อยละ 2.95 และ 30.08 ของพื้นที่ทั้งหมดตามลำดับ ส่วนพื้นที่ที่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับคุณภาพที่ 2 และ 3 คิดเป็นร้อยละ 40 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยพื้นที่นี้มีความเหมาะสมสำหรับการเกษตรแบบผสมผสาน และโดยรวมประเทศไทยมีการทำการเกษตรบนพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมคิดเป็นร้อยละ 20.03 ของพื้นที่ทั้งหมด

ไชยยศ (2549) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับมาตรการทางกฎหมายในการกระจายสิทธิการถือครองที่ดินเพื่อเกษตรกรรม พบว่า มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการกระจายการถือครองที่ดินให้สอดคล้องกับระบบโครงสร้างการเกษตรในประเทศ และสอดคล้องกับนโยบายในการพัฒนาประเทศโดยส่วนร่วม เพื่อให้เกษตรกรได้มีโอกาสเป็นเจ้าของที่ดินหรือมีที่ดินในการประกอบอาชีพเกษตรกรรมอย่างถาวร อันเป็นการกระจายรายได้จากผู้ที่ร่ำรวยให้แก่เกษตรกรที่ยากจน เพื่อลดช่องว่างทางรายได้และเพิ่มความเป็นธรรมในสังคม และนอกจากนี้ควรมีการผลักดันให้โครงการปฏิรูปที่ดินเป็นนโยบายหรือโครงการระดับชาติในการพัฒนาชนบท โดยกำหนดให้ออกกฎหมายจำกัดการถือครองที่ดิน และปรับปรุงการเรียกเก็บภาษีที่ดินและโรงเรือนให้อยู่ในอัตราก้าวหน้าตามขนาดการถือครองที่ดินและการทำประโยชน์

ไพโรจน์ (2545) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการใช้น้ำชลประทานในฤดูแล้งของเกษตรในพื้นที่โครงการชลประทานและบำรุงรักษาสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า พื้นที่การเกษตรเฉลี่ย 22.12 ไร่ ที่ตั้งของพื้นที่การเกษตรอยู่ปลายคูมากที่สุด ส่วนใหญ่ไม่เคยติดต่อกับเจ้าหน้าที่ชลประทาน เป็นสมาชิกกลุ่มเพียง 1 กลุ่ม โดยเป็นสมาชิกธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรมากที่สุด ใช้แหล่งน้ำเพาะปลูก รวม 2 แหล่ง คือ น้ำชลประทานและน้ำใต้ดิน ส่วนใหญ่ปลูกข้าวซึ่งเป็นพืชที่ใช้น้ำมากโดยมีวิธีการให้น้ำขังไม่ตลอดเวลา และได้รับน้ำชลประทานไม่เพียงพอในฤดูแล้ง ส่วนใหญ่ต้องการใช้น้ำชลประทานเพื่อเพาะปลูกเพียงอย่างเดียว ซึ่งใช้มากที่สุดในเดือนเมษายน และมีแนวโน้มความต้องการใช้น้ำชลประทานมากขึ้น แต่เกษตรกรประสบปัญหาในฤดูแล้ง 3 ประการ คือ ส่วนมากได้น้ำชลประทานไม่เพียงพอ สมาชิกในแฉกส่งน้ำส่วนน้อยมีความขัดแย้งและคูส่งน้ำมีวัชพืชขึ้นรก และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการใช้น้ำชลประทานในฤดูแล้งของเกษตรกร คือ เงินทุน พื้นที่การเกษตร ที่ตั้งของพื้นที่การเกษตร ชนิดของพืชที่ปลูก แหล่งน้ำที่ใช้ วิธีการให้น้ำแก่พืช และการได้รับน้ำชลประทาน

มัณฑนา (2545) ได้ทำการศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร และอิทธิพลที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินทางการเกษตรในตำบลคลองยาง อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย พบว่า รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เพาะปลูกมีปัจจัยทางเศรษฐกิจเป็นปัจจัยหลัก ได้แก่ ความต้องการรายได้ที่ดีจากการเกษตร ราคาขายผลผลิตชนิดเดิมตกต่ำ และพืชชนิดใหม่ได้ราคาผลผลิตที่ดีกว่า และนอกจากนี้ปัจจัยทางด้านสังคม และคุณลักษณะของเกษตรกรก็เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร

ยุทธชัย และคณะ (2544) ได้ทำนายการสูญเสียดินโดยใช้ระบบ GIS โดยศึกษาจากแผนที่การสูญเสียดินตั้งแต่ พ.ศ. 2511 , พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2544 สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบแผนที่การชะล้างพังทลายของดินทั้ง 3 ชนิดในบริเวณเดียวกัน คือ พื้นที่ทุ่งเมืองเพีย อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของแผนที่ทั้งสามชนิดในภาคสนาม และหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อนำไปประยุกต์จัดทำแผนที่ ในการทำนายการสูญเสียดินของจังหวัดขอนแก่น ซึ่งทางกลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ มั่นใจว่าการนำเอาคุณลักษณะที่ดีของแผนที่ทั้งสามประเภท มาปรับปรุงใหม่น่าจะให้ความถูกต้อง ความแม่นยำ และน่าเชื่อถือกว่า จากผลการทดลองสามารถสรุปข้อจำกัดของแผนที่ทั้งสามชนิดได้คือ การใช้แผนที่ซึ่งดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ.2511 จะลำบากในด้านการแก้ไขข้อมูล เพราะเป็นแผนที่ซึ่งไม่ได้อยู่ในรูปดิจิตอล แผนที่การชะล้างพังทลายของดิน พ.ศ.2543 โดยกรมพัฒนาที่ดินจะพบปัญหา ในเรื่องข้อจำกัดของค่า L-Factor ซึ่งหากมีค่าเกิน 150 เมตร จะให้ค่าที่บิดเบือนจากข้อเท็จจริง สำหรับการคิดค่าการสูญเสียดินจากโปรแกรมเรียกใช้ CONSPlan จะมีข้อจำกัดในด้านค่า R เพราะหากคำนวณพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งปริมาณฝนไม่ใช่มีเพียงค่าเดียวตามค่าเริ่มต้นที่โปรแกรมให้ใส่ ข้อมูลที่ได้จะไม่เป็นจริง ดังนั้นกองอนุรักษ์ดินและน้ำ จึงปรับปรุงแผนที่การสูญเสียดินสากลในระบบ USLE โดยแก้ไขค่า R จากโปรแกรม CONSPlan ให้อยู่ในรูป Raster และสามารถคำนวณค่าการสูญเสียดินได้ในระดับจังหวัด ระดับลุ่มน้ำ ระดับภาค และระดับประเทศ

เสาวรัตน์ (2546) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของการพัฒนาโครงข่ายเส้นทางคมนาคมต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการขยายตัวของอำเภอเมืองสุพรรณบุรีในช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2534 - 2544) พบว่า การใช้ที่ดินที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ การใช้ที่ดินประเภทอุตสาหกรรม ร้อยละ 0.67 และการใช้ที่ดินประเภทสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ ร้อยละ 0.44 ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินส่วนใหญ่มีทิศทางที่เพิ่มขึ้น ตั้งแต่ พ.ศ. 2539 ซึ่งเป็นช่วงที่มีการพัฒนาและปรับปรุงโครงข่ายคมนาคม และจากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เลือกเข้ามาอยู่อาศัยในพื้นที่เนื่องจากการเข้าถึงสะดวกจากการปรับปรุงโครงข่ายคมนาคม ร้อยละ 70.6 และเห็นด้วยกับการปรับปรุงโครงข่ายคมนาคม ร้อยละ 88.7 เพราะทำให้การเดินทางมีความสะดวกยิ่งขึ้น

สมพร และสรัล และสุพาภรณ์ (2547) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับปลูกยางพาราจังหวัดปราจีนบุรี โดยอาศัยวิธีการประเมินตามแนวทางขององค์กรการอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ซึ่งหน่วยดินที่ใช้ในการประเมินสร้างขึ้นมาจากการซ้อนทับคุณภาพที่ดิน 9 ชั้นคุณภาพประกอบด้วยคุณภาพที่ดินด้านความเหมาะสมของภูมิอากาศ, ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนต่อรากพืช, ความอุดมสมบูรณ์ของดิน, ความเป็นกรด-ด่าง, สภาวะการหยั่งลึกของรากพืช, สมบัติทางกายภาพของดิน, ความเสียหายจากน้ำท่วม และความลึกของดินที่พบก้อนกรวด, ลูกรัง แบ่งระดับชั้นความเหมาะสมเป็น 4 ระดับ คือ เหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย และไม่เหมาะสม ผลการประเมินพบว่า มีพื้นที่ร้อยละ 1.21, 26.14, 3.84 และ 68.28 สำหรับพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย และไม่เหมาะสมตามลำดับ การตรวจสอบความถูกต้องของการประเมินใช้วิธีเปรียบเทียบกับข้อมูลการสำรวจเกษตรกรที่ปลูกยางพาราในจังหวัดปราจีนบุรีและเปรียบเทียบกับผลการประเมินของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่า ส่วนใหญ่ผลการประเมินจากการศึกษาครั้งนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลการสำรวจเกษตรกรที่ปลูกยางพาราในจังหวัดปราจีนบุรี

เสวต และคณะ (2550) ได้ทำการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) เพื่อประเมินการสูญเสียธาตุอาหารพืช ในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณการพังทลายของดินคิดเป็น 513,994 ตัน/ปี และสภาพความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในเกณฑ์ระดับน้อยมาก ซึ่งมีขนาดพื้นที่เท่ากับ 899.58 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 79.48 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม คิดเป็น 283.43, 3.55 และ 34.64 ตัน/ปี ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์การคำนวณหาปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ คิดเป็น 616.15, 16.97 และ 69.55 ตัน/ปี ตามลำดับ ผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนด้านการอนุรักษ์ จัดการที่ดิน และประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

ธนัตถ์ฉัตร (2545) ได้ทำการวิเคราะห์ทางการเงินของการลงทุนทำเกษตรผสมผสานในจังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อตรวจสอบภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนเกษตร และวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของครัวเรือนเกษตรกรที่ทำการเกษตรผสมผสานทดแทนการปลูกข้าวเชิงเดี่ยว พบว่า อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 24.08 ให้อัตราส่วนผลได้ต่อทุนเท่ากับ 1.11 และมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 1,641,235.51 บาท สรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงจากการปลูกข้าวเป็นพืชเชิงเดี่ยวมาทำเกษตรผสมผสานมีความเป็นไปได้ทางการเงิน

ปาริชาติ วิสุทธิสมาจาร และภัทรพงษ์ เกริกสกุล (2554) ได้ทำการประเมินสถานการณ์ความเสี่ยงจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรภาคใต้ในการเกษตรกรรม โดยมีวัตถุประสงค์ศึกษาถึงความเสี่ยงและโอกาสที่จะกระทบต่อสภาพต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมี ซึ่งใช้พื้นที่ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเมือง จังหวัดสงขลา เป็นตัวแทนศึกษา โดยใช้วิธีการเชิงคุณภาพ ผลการศึกษา

พบว่า มีผลกระทบ 3 ด้าน คือ 1) โอกาสที่ส่งผลกระทบต่อตัวบุคคล แม้ว่าการตรวจเลือดของเกษตรกรจะปลอดภัย แต่โอกาสเสี่ยงที่จะสัมผัสและได้รับสารเคมีโดยตรง 2) โอกาสที่ส่งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้จากระบบการผลิตดังกล่าว การใช้สารเคมีนั้นมีโอกาสฟุ้งกระจายในอากาศ ไหลลงสู่น้ำ ตกค้างบนผิวดิน และซึมไปสู่ชั้นน้ำใต้ดิน แต่อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการพิสูจน์ต่อไป และ 3) โอกาสส่งผลกระทบโครงสร้างทางสังคม เพราะการกระจายของผลผลิตทางด้านการเกษตรของพื้นที่ตำบลบางเหรียงกระจายไปสู่ทั่วภาคใต้

วิภา ตั้งนิพนธ์ และคณะ (2552) ได้ทำการประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตรที่ต้องเฝ้าระวัง 6 ชนิด ได้แก่ Dicrotophos ในผักกวางตุ้ง Chlorpyrifos ในถั่วฝักยาว EPN ในพริก และถั่วฝักยาว Methomyl ในองุ่น Carbofuran ในข้าว และ Cypermethrin ในมะม่วงและพริก ระหว่าง พ.ศ. 2547 – 2552 ด้วยอัตราการฉีดพ่นหรือหว่านสูงสุด ตามที่แนะนำบนฉลาก หรือการปฏิบัติจริงของเกษตรกร เพื่อศึกษาปริมาณการได้รับสารพิษ ปนเปื้อนบนร่างกายภายหลังการใช้ โดยการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษบนแผ่นผ้า ที่ติดบนส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและในน้ำล้างมือ ล้างเท้าของผู้ใช้ ตรวจวัดระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเทอเรส (Acetylcholinesterase Activity, AChE Activity) ในเม็ดเลือดแดงของผู้ฉีดพ่นหรือหว่าน ตรวจวัดระดับ AChE Activity ในสมองปลาที่เลี้ยง ในร่องน้ำในแปลงปลูกหลังการฉีดพ่นหรือหว่าน ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสาร พิษตกค้าง ในผลิตผลเกษตร ปลา น้ำ ดิน ตะกอน และพืชน้ำหลังการฉีดพ่นหรือหว่านข้อมูลที่ได้นำมาประมวลกับข้อมูลทางพิษวิทยาของสารพิษแต่ละชนิด เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อผู้ใช้ ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม โดยใช้หลักเกณฑ์ Pesticide Risk Assessment ของ US.EPA ผลการศึกษาประเมินความเสี่ยง โดยในการบริหารจัดการวัตถุมีพิษการเกษตร จึงเสนอให้ยกเลิกการใช้ Dicrotophos และ EPN เพื่อป้องกันอันตรายจากวัตถุมีพิษที่มีพิษร้ายแรง การหว่าน Carbofuran ในนาข้าว พบว่าผู้หว่านมีความเสี่ยงสูงเช่นกัน จากการตรวจวัดระดับเอนไซม์ AChE Activity ในเม็ดเลือดแดงก่อนและหลังการใช้ Carbofuran พบว่าระดับการทำงานของเอนไซม์ของผู้ใช้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าได้รับผลกระทบจากวัตถุมีพิษดังกล่าว ดังนั้นผู้ใช้จะต้องมีความระมัดระวังในการป้องกันตัวเองให้สัมผัสกับสารพิษน้อยที่สุด ส่วน Chlorpyrifos และ Cypermethrin ควรจัดเป็นวัตถุมีพิษที่ต้องเข้มงวดการใช้ เพราะสารพิษตกค้างมีค่า half life ในผลิตผลเกษตร และในดินยาวนานกว่าวัตถุมีพิษชนิดอื่น สำหรับ methomyl การฉีดพ่นในแปลงองุ่น ทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำมาก ควรหลีกเลี่ยงการใช้ใกล้แหล่งน้ำหรือแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

สมศักดิ์ ชะนา (2544: 99) ได้ทำการศึกษาเพื่อกำหนดเกณฑ์ระดับความเสี่ยงที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย และประยุกต์ใช้การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมในการประเมินความเสี่ยง โดยใช้กรณีศึกษาอุบัติภัยร้ายแรงจากสารเคมีอันตรายพื้นที่ท่าเรือแหลมฉบัง สำหรับการศึกษาเกณฑ์ระดับความเสี่ยงที่กำหนด ได้ประยุกต์จากวิธีการที่ใช้ในต่างประเทศ เช่น UNEP FEMA, US. DOT and US. EPA และ Klertz ซึ่งการวิเคราะห์ความเสี่ยงพิจารณาจาก 2 ปัจจัยหลัก คือ ความถี่ของการเกิดอุบัติภัย กับระดับความรุนแรงของผลที่เกิดขึ้นตามมาภายหลังการเกิดอุบัติภัย ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ร้อยละ 95.65 ของผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้เป็น 3 ระดับ คือ 1) ความเสี่ยงสูง

เป็นระดับความเสี่ยงที่สูงเกินกว่าที่โครงการหรือหน่วยงานจะยอมรับอุบัติภัยที่เกิดขึ้นได้ จำเป็นต้องมีมาตรการในการป้องกัน ควบคุม และลดความเสี่ยง 2) ความเสี่ยงปานกลาง เป็นระดับความเสี่ยงที่โครงการหรือหน่วยงานยอมรับได้ อุบัติภัยที่เกิดขึ้นเนื่องจาก การจัดเก็บ การผลิต การขนถ่าย การรั่วไหล ของสารเคมี อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทรัพย์สิน และมนุษย์ได้บ้าง และ 3) ความเสี่ยงต่ำ อุบัติภัยที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทรัพย์สิน และมนุษย์ในระดับที่ไม่มีนัยสำคัญ

ศิรินทิพย์ จันทร์ถึง (2550) ได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อความเสียหายของทรัพยากรการท่องเที่ยว และอันตรายจากการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยว ในอุทยานแห่งชาติน้ำตกห้วยยาง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยพบว่า คุณภาพน้ำของน้ำตกห้วยยาง ทั้งในฤดูแล้ง และฤดูฝน อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ของกรมควบคุมมลพิษทุกค่าพารามิเตอร์ พบว่า ปูเจ้าฟ้า เป็นสัตว์ประจำถิ่นชนิดเดียวที่พบ ขณะที่สมเสร็จ เลียงผา และวัวแดง เป็นสัตว์ป่าหายากที่พบ พฤติกรรมของนักท่องเที่ยวพบว่า มากกว่าร้อยละ 50 ของนักท่องเที่ยวปฏิบัติตามคำแนะนำของอุทยานแห่งชาติน้ำตกห้วยยาง กิจกรรมที่มีนักท่องเที่ยวทำมากที่สุด คือการชมวิวทิวทัศน์บริเวณน้ำตก อันตรายที่นักท่องเที่ยวได้รับสูงที่สุด คือ ถูกสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรคกัด/ต่อย พื้นที่นักท่องเที่ยวได้รับอันตรายสูงสุด คือป่าตาแกละ จากการประเมินความเสี่ยงพบว่า แหล่งท่องเที่ยวที่มีความเสี่ยงต่อความเสียหายของทรัพยากรการท่องเที่ยวสูง ได้แก่ หุบตะเคียน ความเสี่ยงปานกลาง มี 2 แห่ง ได้แก่ ยอดเขาหลวง และน้ำตก พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายจากอุบัติเหตุแก่นักท่องเที่ยวสูงที่สุดได้แก่ บริเวณน้ำตกห้วยยาง โดยเฉพาะชั้นที่ 2 ชั้นที่ 3 และชั้นที่ 5 การประเมินความเสี่ยงของอันตรายที่นักท่องเที่ยวอาจได้รับ จากการศึกษาพบว่า การถูกสัตว์ป่าที่มีพิษทำร้ายเป็นอันตรายที่สูงที่สุด ตามมาด้วยน้ำป่าไหลหลาก และการลื่นไถล

อภิรัตน์ เอี่ยมศิริ (อ้างถึงในโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย, 2544: 286) ได้ทำการศึกษาเรื่องการประเมินความเสี่ยงของแผนการท่องเที่ยวเชิงนิเวศต่อสิ่งแวดล้อม ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ผลการสำรวจพบว่า ทั้งในด้านกายภาพ อันมีโป่งน้ำและน้ำพุร้อนเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวรวมอยู่ด้วยกัน และด้านชีวภาพ ซึ่งมีนกเป็นจุดเด่นของพื้นที่ที่สามารถพบเห็นได้โดยง่ายและมีปริมาณมาก มีสังคมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ประกอบไปด้วยผู้ล่าและสัตว์กินพืช และสังคมพืชที่หลากหลาย รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรด้านกายภาพและชีวภาพที่น่าศึกษา เมื่อผนวกเข้ากับชุมชนที่มีวิถีชีวิตที่พึ่งพาธรรมชาติเป็นหลักแล้ว พื้นที่ศึกษาจึงมีศักยภาพเพียงพอในการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศต่อไป สำหรับการประเมินความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม อันเนื่องมาจากลักษณะของการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน พบว่ามีแนวโน้มเกิดผลกระทบต่อทรัพยากรด้านชีวภาพมากที่สุด โดยเฉพาะกับนกและสัตว์ป่าโดยรอบโป่ง แต่เนื่องมาจากนักท่องเที่ยวยังมีปริมาณน้อย ระดับของผลกระทบดังกล่าวจึงน้อยตามไปด้วย

ประลอง (2555) ทำการศึกษาปรับปรุงและส่งเสริมการใช้แท่งเชื้อเพลิงเขียว โดยนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ชานอ้อยเน่าเปื่อย วัชพืช หรือใบไม้ มาอัดเป็นแท่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร โดยกระบวนการอัดเย็นจากเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงเขียวแบบสกรูที่ทำจากสแตนเลสและขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง จะได้แท่งเชื้อเพลิงที่สามารถใช้แทนฟืนและถ่านได้เป็นอย่างดี คุณสมบัติทั่วไปของแท่งเชื้อเพลิงเขียวมีลักษณะคล้ายฟืน มีค่าความร้อนต่ำกว่าถ่านมาก เวลาจุดมีควันมาก ถ้าใช้กับเตาปล่องจะช่วยลดควัน เชื้อเพลิงเขียวที่ทำจากเศษพืชเน่าเปื่อย เช่น ชานอ้อยเน่าเปื่อยเป็นเชื้อเพลิงเขียวที่มีคุณภาพดี หากผสมถ่านที่เหลือทิ้งสักเล็กน้อย จะช่วยทำให้มีคุณภาพสูงขึ้นและมีประสิทธิภาพไม่แพ้ถ่านหรือจะดีกว่าถ่าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้าใจของผู้ผลิตและผู้ใช้เชื้อเพลิงในการปรับปรุงด้านเทคนิค เนื่องจากแท่งเชื้อเพลิงเขียวมีค่าความหนาแน่น ใกล้เคียง 1 ดังนั้นสามารถนำไปเผาเป็นถ่านได้ โดยจากการทดลองเผาแบบแกลบกลบ ใช้เวลาประมาณ 20-24 ชั่วโมง และถ่านที่ได้สามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงได้ และให้ความร้อนได้สูง เชื้อเพลิงเขียวที่ใช้วัชพืช (ไมยราบยักษ์) สับเป็นชิ้นเล็กๆ ผสมกับลิกไนท์ผงร้อยละ 20-30 จะเป็นเชื้อเพลิงที่เหมาะกับโรงบ่มยาสูบ หากใช้ลิกไนท์ผงล้วนๆ อัดแท่ง เถ้าจะจับตัวเป็นก้อนแตกยาก หากผสมชีวมวลจะช่วยให้เถ้าแตกง่าย ข้อได้เปรียบของแท่งเชื้อเพลิงเขียวเมื่อเปรียบเทียบกับฟืนและถ่านคือ ไม่ต้องตัดไม้ทำลายป่า ได้เชื้อเพลิงที่สะอาด และการเผาไหม้มีประสิทธิภาพสูง นอกจากนี้ยังสามารถใช้ทดแทนหรือเสริมแก๊สหุงต้มได้ในบางโอกาสและที่สำคัญคือ เชื้อเพลิงเขียวไม่ไวไฟ ดังนั้นจึงไม่มีอันตรายจากการระเบิดและใช้ได้สะดวกกว่า เพราะวัสดุโดยเฉพาะชานอ้อยเน่าเปื่อย หรือวัชพืชหาได้ง่ายและช่วยทำลายวัชพืชบกที่รบกวนพื้นที่เกษตรกรรม เช่น หญ้าขจรจบ ไมยราบยักษ์ วัชพืชที่อยู่บนบกและในน้ำ เช่น โสน กกธูป วัชพืชน้ำที่รบกวนแหล่งเลี้ยงปลาปิดกั้นการคมนาคมทางน้ำ เช่น ผักตบชวา แต่ถ้าต้องการวัชพืชที่มีกลิ่นหอมก็เลือกใช้ใบเตยทำเป็นเชื้อเพลิง

วรวุฒิ (2552) ทำการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงเขียวอัดแท่งจากลำต้นข้าวโพด พบว่าเชื้อเพลิงเขียวอัดแท่งจากลำต้นข้าวโพดมีคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงโดยมีปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 10.10 ปริมาณค่าคาร์บอนคงตัวเฉลี่ยร้อยละ 11.03 ปริมาณสารระเหยเฉลี่ยร้อยละ 71.30 ปริมาณความชื้นตามมาตรฐานเปียกร้อยละ 7.71 มีค่าความร้อนสูง 16,905 กิโลจูลต่อกิโลกรัม และมีค่าความร้อนต่ำ 15,831 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ทั้งนี้การนำเชื้อเพลิงเขียวอัดแท่งไปใช้งานกับเตาแก๊สพลังงานชุมชนจะทำให้เตามีประสิทธิภาพร้อยละ 13.04 ในการผลิตเชื้อเพลิงเขียวจากลำต้นข้าวโพดโดยใช้เครื่องอัดเชื้อเพลิงแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน พบว่า อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยครั้งนี้คือ ตัวประสานแป้งเปียกร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ผสมกับลำต้นข้าวโพดที่ความชื้นตามมาตรฐานเปียกร้อยละ 77.20 จะมีความเหมาะสมมากกว่าอัตราส่วนผสมตัวอื่นๆ เพราะในอัตราส่วนผสมนี้สามารถละลายน้ำที่ 320 นาที และสามารถทนแรงกดในแนวดิ่งได้สูงถึง 922 กิโลนิวตันก่อนจะแตกหัก

จุฬารัตน์ (2554) ทำการศึกษาและพัฒนาถ่านอัดแท่งจากวัสดุเกษตรเพื่ออุตสาหกรรมในครัวเรือน ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

1. อัตราส่วนผสมของผงถ่าน มีผลต่อความสามารถในการทำงาน พลังงานจำเพาะ ความหนาแน่น ความแข็งแรง และค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง

2. ถ่านอัดแท่งที่ผลิตมีค่าความร้อนมากกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม ได้แก่ อัตราส่วนผงถ่านเหง้ามันสำปะหลัง : ผงถ่านกะลามะพร้าว 50% : 50% ผงถ่านไม้รวม : ผงถ่านกะลามะพร้าว 75% : 25% และผงถ่านไม้รวม : ผงถ่านกะลามะพร้าว 50% : 50%

3. เมื่อความเร็วเกลียวอัดเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้นพลังงานจำเพาะ ความหนาแน่น และความแข็งแรงของถ่านอัดแท่งลดลง

4. ความเร็วเกลียวอัดที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 130-145 รอบต่อนาที

การทดสอบเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งที่ความเร็วเกลียวอัด 145 รอบต่อนาที อัตราการป้อน 140 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ใช้ผงถ่านไม้รวมกับผงถ่านกะลามะพร้าว (50% : 50%) ผสมกับแป้งมันสำปะหลัง และน้ำในสัดส่วน 3 : 0.75 : 4 โดยน้ำหนัก ได้ความสามารถในการทำงานของเครื่องเฉลี่ย 131.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พลังงานจำเพาะที่ใช้เฉลี่ย 16.16 วัตต์ ชั่วโมงต่อกิโลกรัม ถ่านอัดแท่งที่ความชื้น 7.13 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง มีความหนาแน่น 672.65-685.56 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความแข็งแรง 183.01 กิโลปาสคาล ค่าความร้อนเฉลี่ย 5516.7 แคลอรีต่อกรัม ปริมาณคาร์บอนคงตัว 65.87 เปอร์เซ็นต์ ขี้เถ้า 7.08 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพการใช้งานจริง 27.79-29.56 เปอร์เซ็นต์

สหรัตน์ และคณะ (มป.ป.) ทำการศึกษาการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้เพื่อทดแทนถ่านจากไม้ โดยศึกษาเปรียบเทียบการผลิตถ่านเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ประเภทซังข้าวโพด ใบไม้แห้ง และวัสดุอื่นๆ โดยผสมวัสดุเหลือใช้กับแป้งและน้ำในสัดส่วนต่างกัน ได้แก่ 93: 4: 3 ,94:3:2 ,95:3:2,96:2:2 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 – 120 องศาเซลเซียส ภายใต้ระยะเวลาต่างกันที่ 6 ชม.,10 ชม., 15 ชม., 24 ชม. และ 48 ชม. จากนั้นนำไปทดสอบเพื่อหาระยะเวลาการเผาไหม ทดสอบเวลาน้ำเดือด และทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ จากผลการทดลองพบว่า ถ่านอัดแท่งที่ส่วนผสมต่างๆ กัน ได้ระยะเวลาในการให้ความร้อนถึงจุดเดือดของน้ำมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงระหว่าง 43.75 – 44.25 นาที ส่วนระยะเวลาการเผาไหม้อยู่ในช่วง 3.06 – 3.08 ชั่วโมง และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปรากฏว่าระยะเวลาถึงจุดเดือด และระยะเวลาการเผาไหมแต่ละส่วนผสมไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แต่แนะนำสัดส่วน 95:3:2 เพราะว่าให้ค่าความร้อนสูงที่สุดส่วนสมบัติด้านอื่น ปรากฏว่ามีถ่านคงตัวสูงถึง 45.8 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย 32.1 เปอร์เซ็นต์ ความหนาแน่น 0.58 กรัมต่อลูกบาศก์-เซนติเมตร ดังนั้น จึงสามารถนำวัสดุดังกล่าวมาผลิตเป็นถ่านเชื้อเพลิงเพื่อเป็นพลังงานทดแทนได้ เป็นอย่างดี

พิเชฐ (ม.ป.ป.) ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนผลิตถ่านอัดแท่งจากวังข้าวโพด ในอำเภอลอง จังหวัดแพร่โดยพิจารณากิจกรรมหลัก 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการตลาด ด้านเทคนิค ด้านการจัดการ และด้านการเงิน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ตอบแบบสอบถามร้านหมูกระทะและร้านเนื้อย่างเกาหลี จำนวน 10 ราย และกลุ่มร้านค้าแผงลอย ร้านค้าในตลาดและบริเวณใกล้เคียงที่ใช้ถ่านไม้ และถ่านอัดแท่ง เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร จำนวน 27 ราย ใช้วิธีการคัดเลือกตัวอย่างตามความสะดวกและเก็บรวบรวมจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตถ่านอัดแท่งจากวังข้าวโพด จำนวน 2 ราย ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง พบว่า ด้านการตลาด ความต้องการถ่านไม้และถ่านอัดแท่งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งปริมาณวัตถุดิบที่นำมาผลิตซึ่ง ได้แก่ ซังข้าวโพด มีปริมาณหลงเหลือจากภาคเกษตรกรรมเป็นจำนวนมาก และจากการสอบถามผู้ประกอบการพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความร้อนสูงมากกว่า 6,300 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ปริมาณควันขณะเผา มีปริมาณต่ำ ปริมาณขี้เถ้าน้อย ถ่านไม่แตกประทุนั้น จะเป็นที่ต้องการของกลุ่มลูกค้า และปัจจัยที่ทำให้ลูกค้าเลือกใช้เชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง พบว่า ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านราคามากที่สุด

EBO TAWIAH QUARTEY. ได้ทำศึกษา Briquetting agricultural waste as an energy source in Ghana. ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ของเสียจากการเกษตร สามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งหรือถ่านก้อน เป็นแหล่งพลังงานราคาถูก สะอาด ทดแทนการเผาไหม้เชื้อเพลิงไม้ โดยใช้ ใบไม้ ฟาง และ แกลบรวมถึงของเสียจากการเกษตรประเภทอื่นๆ ที่เหลือจากการเก็บ

Mythili, R and Venkatachalam, P (2013) ได้ทำศึกษา Briquetting of Agro-residues ซึงผลจากการศึกษาพบว่า การนำถั่วเหลืองและก้านฝ้าย มาอัดก้อนโดยไม่เพิ่มสารยึดเกาะ วัสดุใดๆ และทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM พบว่ามีความหนาแน่น และค่าความร้อน อยู่ในช่วง 340.7-657.9 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 4,007-4,892 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยแรงอัดเป็น 1.08 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

Jianjun Hu และคณะ (2014) ได้ทำศึกษา Economic, environmental and social assessment of briquette fuel from agricultural residues in China e A study on flat die briquetting using corn stalk. ซึงผลจากการศึกษาพบว่า ฟางสามารถแปลงสภาพเป็นของแข็งโดยการผลิตเป็นเชื้อเพลิงก้อน หรือถ่านแท่งซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตามการที่จะนำฟางมาใช้ประโยชน์โดยการผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลต้องมีการศึกษาศักยภาพทางเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมและผลกระทบทางสังคม เพราะฟางสามารถนำไปผลิตกระดาษได้ นอกจากนี้ยังมีการผลิตต้นข้าวโพดอัดก้อนที่ผ่านมาพบว่าสามารถผลิตได้อย่างเต็มที่ 2×10^4 t/a ซึ่งตลอดระยะเวลา 15 ปีที่ผ่านมามีราคาซื้อ150 หยวนต่อตัน สำหรับก้านข้าวโพดและราคาขายปัจจุบันอยู่ที่ 400 หยวนต่อตัน เป็นเชื้อเพลิงอัดก้อนที่มีสุทธิมูลค่าปัจจุบัน 9.6 ล้านหยวนหรือ 1.5 ล้านเหรียญสหรัฐ มีอัตราผลตอบแทน เท่ากับ 36% และเป็นการการลงทุนในระยะสั้น มีระยะเวลาคืนทุน 4.4 ปี วงจรชีวิตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะพบว่ามี 323 tCO_2,e/year หรือ 1 kg CO_2,e/GJ ต่ำกว่าของถ่านหิน นอกจากนี้ยังเป็นการลดมลพิษที่เกิดจากการเผาต้นข้าวโพดโดยตรง รวมทั้งการ

เพิ่มรายได้ประชาชนในท้องถิ่น, การปรับปรุงสภาพแวดล้อมระบบนิเวศชนบทบรรเทาปัญหาการขาดแคลนพลังงานรับประกันความมั่นคงด้านพลังงานและการส่งเสริมการฟื้นฟูชนบทสังคมนิยมใหม่

Abdu Zubairu and Sadiq Abba Gana ได้ทำการศึกษา Production and Characterization of Briquette Charcoal by Carbonization of Agro-Waste พบว่า ถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดที่มีการผลิตโดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดเกาะที่ความเข้มข้น 6.0, 10.0, 14.0 และ 19.0 % w / w มีปริมาณคาร์บอนคงที่เท่ากับ 72.776, 73.958, 78.794, 81.884 % w / w ตามลำดับ มีปริมาณเถ้าเท่ากับ 21.38, 20.70, 14.24 และ 11.49 % w / w ตามลำดับ ความหนาแน่น 425.6, 425.7, 425.0 และ 358.3 kg/m^3 ตามลำดับและความชื้น 5.88, 5.34, 6.99 และ 6.63 % w / w ตามลำดับ คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดที่ผลิตได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับชานอ้อยและถ่านไม้ ซึ่งพบว่ามีคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงดีกว่าชานอ้อยและถ่านไม้ที่มีปริมาณคาร์บอนคงที่สูงสุดและความหนาแน่นสูงสุด ซังข้าวโพดมีความชื้นต่ำกว่ากับชานอ้อย แต่มีสูงกว่าถ่านไม้ นอกจากนี้ยังพบว่าชานอ้อยและถ่านไม้มีปริมาณเถ้าต่ำ (4.33% และ 9.80% ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับค่าความร้อนเฉลี่ยพบว่าถ่านอัดแท่งมีค่าความร้อน 32.4 MJ/kg ซึ่งสูงกว่าชานอ้อย 23.4 MJ/kg และถ่านไม้ 8.27 MJ/kg

กรอบแนวคิดในการวิจัย