

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การผลิตและการดูแลรักษากาแฟ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Coffea* spp.

วงศ์ (Family) : Rubiaceae

สกุล (Genus) : *Coffea*

กาแฟโรบัสต้า (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) เป็นพันธุ์ที่ปลูกมากเป็นอันดับสองรองจากอาราบิก้า ผลผลิตมี ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตโลก มีโครโมโซม $2n = 22$ ลักษณะทรงพุ่มใหญ่กว่ากาแฟอาราบิก้า มีกิ่งก้านสาขามาก ข้อปล้อง ยาว ใบใหญ่ สีเขียวเข้ม แต่ไม่เป็นมัน ดอกไม่สามารถผสมตัวเองได้ ต้องผสมข้ามต้น โดยอาศัยลม และแมลงช่วยผสมพันธุ์ ดอกกาแฟโรบัสต้าจึงมีกลิ่นหอมมาก ระยะเวลาตั้งแต่ดอกบานถึงผลแก่ประมาณ 9 ถึง 11 เดือน มีเมล็ดเล็ก รูปทรงค่อนข้างกลมและนูน สีเขียวอมน้ำตาล ให้ผลผลิตสูง ทนทานต่อโรค และความแปรปรวนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี จุดเด่นของกาแฟโรบัสต้าคือให้ปริมาณ เนื้อกาแฟมาก รสชาติเข้มข้น ส่วนข้อด้อยคือ ให้กลิ่นหอมน้อยกว่า จึงเหมาะนำมาผสมกับกาแฟอาราบิก้า หรือที่เรียกว่า การเบลนด์กาแฟ ทำกาแฟเย็น หรือกาแฟใส่นม เนื่องจากรสขมและความหวานไม่กลบรสกาแฟจนหมด นอกจากนี้ยังนิยมนำมาทำกาแฟผงหรือกาแฟสำเร็จรูปด้วย มีปริมาณคาเฟอีนประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557)

1.1 ระบบการปลูก

การปลูกกาแฟในรูปแบบวนเกษตร ช่วยทำให้เกิดความยั่งยืนในพื้นที่ป่าเศรษฐกิจ สามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชนที่อยู่ร่วมกับป่า การปลูกกาแฟร่วมกับต้นไม้ใหญ่แบบธรรมชาติ นอกจากจะทำให้ต้นกาแฟมีความแข็งแรงส่งผลต่อคุณภาพเมล็ดกาแฟแล้ว ยังช่วยสร้างเอกลักษณ์ในเชิงรสชาติและกลิ่นของกาแฟออกมาได้ด้วย (นิรนาม, 2559) ดังรายงานของ วารุณีและคณะ (2553) ศึกษาการปลูกกาแฟอาราบิก้าในระบบวนเกษตร โดยปลูกกาแฟอาราบิก้าร่วมกับสวนป่าสนสามใบ ป่ารุ่นสอง และพืชเกษตร เทียบกับการปลูกแบบเชิงเดี่ยว พบว่ากาแฟอาราบิก้าที่ปลูกร่วมกับพืชเกษตร (ลิ้นจี่ แมคคาเดเมีย และชาอัสสัม) มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด โดยมีจำนวนต้นต่อพื้นที่มากที่สุด และมีการลงทุนน้อย เช่นเดียวกับรายงานของดุสิต (2537) ได้ศึกษาการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศเกษตรที่มีกาแฟเป็นพืชหลัก พบว่าระบบที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบให้ผลผลิตต่อต้นสูงเกิดจากไม้สนสามใบมีขนาดเรือนยอดพอเหมาะและไม่ทิ้งใบทำให้เกิดร่มเงาที่ดี มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิใกล้ผิวดินไม่มาก โดยมีอุณหภูมิสูงสุดต่ำกว่าแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน 8 องศาเซลเซียส ถึงแม้ว่าแปลงที่ปลูกกาแฟล้วนให้ผลตอบแทนต่อพื้นที่สูงกว่าระบบวนเกษตร แต่ให้ผลผลิตต่อต้นต่ำกว่าและต้องใช้ต้นทุนใน

การผลิตที่สูงกว่า นอกจากนี้ สุนทร (2540) กล่าวว่าอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตกาแฟของต้นที่มีอายุ 6 ปี ในระบบวนเกษตรที่ประกอบด้วยต้นไม้ให้ร่มสองชนิดรวดเร็วและมากกว่าระบบที่ปลูกไม้ให้ร่มชนิดเดียว เนื่องจากการสะสมของอินทรีย์วัตถุมากกว่า ญฐิตากานต์ และ พงษ์ศักดิ์ (2560) รายงานว่าในพื้นที่โครงการหลวงและโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงนี้ เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกกาแฟอาราบิก้าในรูปแบบการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ป่าไม้ โดยจะปลูกร่วมกับต้นเมี่ยงหรือไม้ยืนต้น เช่น ทาโล่ ต้นก่อ เสือโคร่ง ไม้ผล เช่น แมคคาเดเมีย เกาลัดจีน บัวย ท้อ ต้นเนียง เป็นต้น กระบวนการส่งเสริมการผลิตกาแฟอาราบิก้าของโครงการหลวงนั้นมีนักส่งเสริมการเกษตรเป็นแรงขับเคลื่อน เริ่มตั้งแต่การให้ความรู้ การฝึกอบรม การผลิต ไปจนถึงการตลาดรับซื้อผลผลิต ประโยชน์ที่เกษตรกรได้รับจากกระบวนการส่งเสริมการปลูกกาแฟอาราบิก้าในพื้นที่โครงการหลวง และพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง คือ เกษตรกรสามารถนำเอาความรู้ไปประยุกต์กับการปลูกและการผลิตกาแฟในพื้นที่ของตนเองได้ สามารถนำความรู้เรื่องการผลิตกาแฟไปพัฒนาให้เกิดองค์ความรู้ใหม่นำมาถ่ายทอดให้เพื่อนเกษตรกรในกลุ่มเกิดการวิจัยชุมชนการผลิตกาแฟแบบมีส่วนร่วมระหว่างหน่วยงานของรัฐและประชาชน และผลของการปลูกกาแฟช่วยในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้เพราะกาแฟเป็นพืชร่มรำไรปลูกร่วมกับป่าได้สร้างพืชอาหารให้แก่ชุมชน

1.2 สภาพแวดล้อมในการผลิต

1) สภาพภูมิอากาศ กาแฟโรบัสต้าชอบอากาศร้อนชื้น อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 25 ถึง 32 องศาเซลเซียส แต่อาจสูงได้ถึง 37 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์สูง

2) สภาพพื้นที่ปลูก ควรเป็นพื้นที่ราบหรือมีความลาดเอียงไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง โอกาสที่จะเกิดการชะล้างพังทลายของดินมีมาก กาแฟอาราบิก้าปลูกในพื้นที่ ระดับความสูง 700 ถึง 1,800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล จะทำให้ต้นกาแฟสร้างสารกาแฟที่มีคุณภาพดีมากเมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกกาแฟในพื้นที่ต่ำลงมา ส่วนกาแฟโรบัสต้าปลูกได้ในพื้นที่ตั้งแต่ระดับน้ำทะเล ถึง 1,200 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล

3) สภาพดิน กาแฟชอบดินร่วน ระบายน้ำดี มีอินทรีย์วัตถุสูง ชั้นดินลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร ชอบดินเป็นกรดเล็กน้อย ควรมีค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ระหว่าง 5.5 – 6.0 ไม่มีน้ำท่วมขัง ในดินเหนียวที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง รากกาแฟจะเจริญไม่ดี

4) สภาพน้ำ กาแฟเป็นพืชไม่ผลัดใบ จึงต้องการน้ำใต้ผิวดินตลอดเวลา หากขาดความชื้นในดิน หรืออากาศแห้งมากเกินไป จะทำให้ใบกาแฟเหลืองและร่วง ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมประมาณ 1,500 ถึง 2,200 มิลลิเมตรต่อปี และมีการกระจายของฝนสม่ำเสมอ 7 ถึง 8 เดือน ในช่วงการ เจริญเติบโตของผลกาแฟ ยกเว้น ในช่วงสร้างตาดอก ช่วงเก็บเกี่ยว และช่วงตากผลกาแฟให้แห้ง ไม่ควรมีฝนตก ในพื้นที่ที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ควรมีแหล่งน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้งหรือฝนทิ้งช่วง การปลูกกาแฟส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝนธรรมชาติ เกษตรกรควรดูแลให้ดินมีความชื้นสม่ำเสมอโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงหลังปลูกใหม่ๆ ซึ่งเป็นช่วงที่ต้นกาแฟยังมีขนาดเล็ก หากไม่มีฝนตกภายใน 1 ถึง 2 สัปดาห์ ต้องให้น้ำช่วยและต้องไม่ให้ต้นกาแฟขาดน้ำนานเกิน 3 สัปดาห์

สำหรับกาแฟที่ให้ผลผลิตแล้ว ใน 1 รอบการผลิต ต้นกาแฟมีความต้องการน้ำดังนี้

ช่วงดอกตูม ดอกกาแฟมีการพัฒนาจากเซลล์เล็กๆ เปลี่ยนแปลงเป็นกลุ่มดอก กลุ่มดอกนี้จะเจริญเติบโตเพิ่มขนาดขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งโตเต็มที่ ช่วงนี้หากขาดน้ำจะทำให้ดอกที่ออกมาเป็นดอกไม่สมบูรณ์หรือเป็นหมันได้ หลังจากดอกโตเต็มที่แล้ว ดอกจะหยุดเจริญหรือที่เรียกว่า อยู่ในช่วงพักตัว การพักตัวควรมีระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 5 ถึง 6 สัปดาห์ ช่วงพักตัวนี้เป็นช่วงที่กาแฟไม่ต้องการน้ำดอกจึงจะมีการพักตัวเต็มที่

ช่วงที่ดอกพักตัวสมบูรณ์และจะออกจากการพักตัว หลังจากดอกกาแฟได้พักตัวเต็มที่ เมื่อได้ฝนหรือน้ำในปริมาณที่เพียงพอ ดอกจะออกจากการพักตัวและเริ่มเจริญเติบโตมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ จนเห็นเป็นดอกสีขาว ในการออกจากการพักตัวนี้ บางครั้งฝนอาจตกน้อยจนมีปริมาณไม่เพียงพอต่อการออกจากการพักตัวและการเจริญเติบโตของดอกได้ ในสถานการณ์เช่นนี้ควรให้น้ำเพิ่มเติมเพื่อให้ดอกบานได้เต็มที่พร้อมๆ กัน ซึ่งจะ เป็นประโยชน์ทำให้เก็บเกี่ยวผลกาแฟได้พร้อมกัน หากได้น้ำไม่เพียงพอส่งผลให้ดอกและผลพัฒนาได้ไม่เต็มที่ ดอกจะเหี่ยวและฝ่อไปทำให้ไม่มีการติดผล

ช่วงดอกบาน ดอกกาแฟมักจะบานภายใน 7 ถึง 10 วัน หลังจากได้รับน้ำฝนในปริมาณที่เพียงพอ ช่วงนี้กาแฟไม่ต้องการน้ำฝนทั้งนี้เพราะขณะที่ดอกบานเป็นช่วงที่ดอกกำลังจะได้รับการผสมเกสรจากต้นอื่น หากมีฝนตกน้ำจะชะละองเกสรตัวผู้ให้หลุดออกไม่สามารถปลิวไปผสมกับดอกอื่นๆ ได้ทำให้จำนวนดอกกาแฟที่ได้รับการผสมลดลง เช่นในปีใดที่มีฝนตกในช่วงวันที่ดอกชูดใหญ่บานพอดีผลผลิตในปีนั้นจะต่ำ

ช่วงเริ่มติดผล หลังจากดอกได้รับการผสมเกสรแล้ว จะมีการติดผลเกิดขึ้น ผลมีขนาดเล็กมากอยู่เบียดกันเป็นกลุ่ม ช่วงนี้ถ้าความชื้นในดินไม่เพียงพอ ดอกที่เริ่มติดแล้วอาจจะฝ่อ หรือเหลืองหลุดร่วงไปเป็นจำนวนมาก หากได้รับน้ำในช่วงที่ดอกบาน และดินยังชื้นอยู่อาจไม่ต้องให้น้ำในช่วงนี้ แต่ถ้ายังไม่ได้รับน้ำมาก่อนและฝนทิ้งช่วงนานกว่า 3 สัปดาห์ ควรให้น้ำช่วย ทุกๆ 3 ถึง 4 สัปดาห์

ช่วงที่ผลขยายตัวอย่างรวดเร็ว เป็นช่วงที่สำคัญที่สุด ต้นกาแฟไม่ควรขาดน้ำในช่วงนี้ (อายุ 3 ถึง 4 เดือน หลังดอกบาน) เพราะผลจะขยายตัวอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 3 เดือน ผลจะสร้างเนื้อเยื่อรอบๆ เมล็ดมากกว่าเนื้อเมล็ด และสร้างช่องว่างไว้ให้เมล็ดเจริญเติบโตต่อมาในภายหลัง ถ้าช่วงนี้ต้นกาแฟขาดน้ำเนื้อเยื่อรอบๆ เมล็ดขยายตัวได้น้อย ช่องว่างที่สร้างไว้ให้เมล็ดเติบโตมีขนาดเล็ก จะทำให้ได้เมล็ดที่มีขนาดเล็กด้วย ซึ่งหากฝนไม่ตกในช่วงนี้เป็นสาเหตุให้ผลผลิตต่ำจึงควรต้องให้น้ำแก่ต้นกาแฟ

ช่วงผลสะสมน้ำหนักแห้ง เป็นช่วงระยะต่อจากช่วงผลขยายตัวอย่างรวดเร็ว และเป็นช่วงที่ผลสร้างเนื้อเมล็ด ในช่วงนี้ดินควรมีความชื้น โดยปกติฝนจะตกสม่ำเสมอหลังจากเดือนมิถุนายนเป็นต้นไป จึงไม่มีปัญหาการขาดน้ำในระยะเวลาดังกล่าว แต่ถ้าช่วงที่ฝนแล้งนานกว่า 3 สัปดาห์ ควรให้น้ำช่วย

5) สภาพแสง กาแฟอาราบิก้าควรปลูกในที่ร่มรำไร เพื่อให้ได้ผลผลิตสม่ำเสมอ และป้องกันการ ติดผลมากเกินไป จนต้นอ่อนแอ ส่วนกาแฟโรบัสต้าสามารถปลูกได้ทั้งสภาพมีร่มเงาและ สภาพกลางแจ้ง เพราะสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีกว่า แต่หากได้รับแสงแดด จัดเกินไป จะทำให้ใบร่วงและต้นทรุดโทรม พื้นที่ปลูกจึงควรหันหน้าไปทางทิศเหนือ ซึ่งถือว่า เป็นทิศที่เหมาะสมที่สุด รองลงไป ได้แก่ ทิศตะวันออกหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อไม่ให้ ต้นกาแฟได้รับแสงแดดตลอดทั้งวัน ทำให้ไม่ร้อนจัดจนเกินไป ดุสิต

(2537) ได้ศึกษาการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศเกษตรที่มีกาแฟเป็นพืชหลัก พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตกาแฟ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความชื้นและธาตุอาหาร พบว่าระบบที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบแม้ว่าสมดุลของธาตุอาหารไม่ดีเท่าแปลงที่ปลูกร่วมกับแอปเปิลป่าและกระถินอินโดนีเซีย แต่กลับให้ผลผลิตสูงกว่า โดยเกิดจากปัจจัยด้านแสงเป็นหลัก

6) ลมและทิศทางของลม กาแฟมีระบบรากตื้น พื้นที่ปลูกจึงไม่ควรมีลมแรง เพราะจะทำให้ต้นกาแฟโค่นล้ม หรือเอียงจนเกิดความเสียหายต่อระบบราก มีผลทำให้ต้นกาแฟชะงักการเจริญเติบโต อีกทั้งยังทำให้มีการระเหยน้ำเพิ่มขึ้นจนต้นกาแฟมีอาการขาดน้ำได้

2. การใช้ปุ๋ย

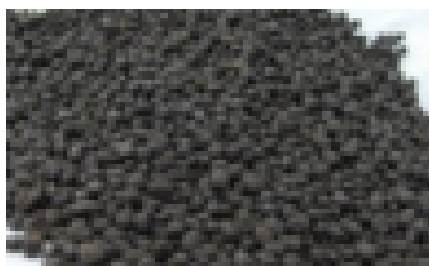
ปุ๋ย หมายถึง สารที่เราใส่ลงไปบนดิน เพื่อวัตถุประสงค์ให้ปลดปล่อยธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่พืชยังขาดอยู่ ให้ได้รับอย่างเพียงพอพืชสามารถเจริญเติบโตงอกงามได้ดีขึ้นและให้ผลผลิตสูงขึ้น แหล่งที่ได้มาของปุ๋ย มี 2 แหล่ง ดังนี้

1. แหล่งที่เป็นอินทรีย์สาร ซึ่งได้แก่ มูลสัตว์ต่างๆที่เรียกว่าปุ๋ยคอก จากการกองสุมเศษพืชและขยะแล้วหมักให้สลายตัวจนหมดเรียกว่าปุ๋ยหมักและจากการปลูกพืชบำรุงดินพวกพืชตระกูลถั่วและไถกลบเรียกว่าปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยเหล่านี้เรียกรวมๆกันว่า ”ปุ๋ยอินทรีย์”

2. แหล่งที่เป็นอนินทรีย์สาร ซึ่งได้แก่ สารที่ผลิตหรือสังเคราะห์จากวัตถุดิบที่เป็น หิน แร่ และก๊าซโดยกระบวนการทาง อุตสาหกรรมเคมีให้เป็นสารประกอบทางเคมีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นปุ๋ยเรียกว่าปุ๋ยวิทยาศาสตร์ หรือปุ๋ยเคมี ตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย มีไนโตรเจนร้อยละ 46 ปุ๋ยNP เช่น สูตร 28-28-0 ประกอบด้วย ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส แต่ละธาตุร้อยละ 28 ปุ๋ย NPK เช่น สูตร 15-15-15 หรือสูตรเสมอ มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมแต่ละธาตุร้อยละ 15 ปุ๋ยเหล่านี้เรียกรวมๆกันว่า ”ปุ๋ยอนินทรีย์ หรือปุ๋ยเคมี”

2.1 ปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ (organic fertilizer) หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากสารอินทรีย์หรือวัสดุอินทรีย์ที่ผลิตขึ้นโดยกรรมวิธีต่างๆ อาทิ การสับ การบด การหมัก การร่อน การสกัด หรือด้วยวิธีการอื่นๆ ซึ่งต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพด้วยย่อยสลายของจุลินทรีย์ก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อพืช รูปแบบการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ มี 2 รูปแบบได้แก่ ไม่ผ่านกระบวนการอัดเม็ด และผ่านกระบวนการอัดเม็ด



ภาพที่ 1 ปุ๋ยอัดเม็ด (ซ้าย) และแบบไม่อัดเม็ด (ขวา)

ความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นปุ๋ยที่มีความสำคัญต่อการปรับปรุงดิน และให้แร่ธาตุอาหารแก่พืช เพราะประกอบด้วย อินทรีย์วัตถุ และแร่ธาตุต่างๆที่จะทำให้ดินมีสภาพดีขึ้น พร้อมช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างเหมาะสม โดยปุ๋ยอินทรีย์มีความสำคัญ ดังนี้

- 1) ปุ๋ยอินทรีย์มีแร่ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอาหารรอง รวมถึงจุลชีพที่พอเพียงหรือพอเพียงต่อความต้องการของพืช
- 2) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในระยะแรกอาจทำให้พืชมีผลผลิตไม่มากนัก แต่หากใช้ในระยะเวลา ผลผลิตพืชจะเพิ่มขึ้นมาก เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ทำให้คุณสมบัติของดินดีขึ้นเรื่อยๆ
- 3) ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยให้ความเป็นกรด-ด่างของดินมีความเหมาะสมต่อการเติบโตของพืช และช่วยให้ความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงได้ยากขึ้น รวมถึงช่วยในการดูดซับธาตุอาหารไว้ในดินได้มากขึ้น
- 4) ช่วยให้อนุภาคของดินจับตัวกันเป็นก้อนหรือเม็ดดินได้ดี เนื้อดินไม่อัดตัวกันแน่น มีความร่วนซุย การถ่ายเทอากาศ การอุ้มน้ำ และการไหลซึมของน้ำในดินดีขึ้น
- 5) ช่วยให้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดินสามารถเจริญเติบโตได้ดี เนื่องจากอินทรีย์วัตถุสามารถเอื้อประโยชน์ และสร้างสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต
- 6) ช่วยเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินให้ดีขึ้นจากปริมาณจุลินทรีย์ในดินที่เพิ่มขึ้น
- 7) เป็นปุ๋ยที่สามารถหาได้ง่าย และทำขึ้นได้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน รวมถึงวัตถุดิบที่ใช้มีราคาถูก สามารถใช้วัตถุดิบทั่วไปตามท้องถิ่น
- 8) มีวิธีการการใส่ไม่ยุ่งยาก และไม่เป็นอันตรายหรือมีผลข้างเคียงต่อเกษตรกร และมีธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์มีโอกาสสูญเสียจากการซึม การไหลบ่าของน้ำ การเสื่อมสภาพ เนื่องจากสารอาหารหรือแร่ธาตุจะเป็นองค์ประกอบในสารอินทรีย์เหล่านั้น

อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวทำให้มีข้อเสียพอสมควร ได้แก่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์มากเกินไปจนความจำเป็นจะเป็นการเพิ่มแร่ไนโตรเจนมากเกินไปทำให้พืชเติบโตเฉพาะในส่วนใบ และลำต้น ทำให้ผลผลิตของผลหรือเมล็ดน้อย ปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารหลักน้อย หากต้องการผลผลิตมากจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเคมีที่มีแร่ธาตุอาหารหลักสูงร่วมด้วย การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณมากอาจมีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ค่าแรง ค่าน้ำมัน มากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียว

หลักการผลิตปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมัก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากหมักปมสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุให้สลายตัว และฟุ้งไปบางส่วน ทำให้ได้ปุ๋ยที่มีลักษณะสีคล้ำดำ มีลักษณะเป็นผง ละเอียดเหมาะสำหรับการปรับปรุงดิน และให้ธาตุอาหารแก่พืช

วัสดุอินทรีย์ที่ใช้สำหรับการหมัก อาจเป็นเศษพืชสด วัสดุอินทรีย์เผา รวมถึงอาจผสมซากของสัตว์หรืออาจผสมปุ๋ยคอกก็ได้ และหากนำมากองรวมกัน พร้อมรดน้ำอย่างสม่ำเสมอ จุลินทรีย์ก็จะทำการย่อยสลายขึ้นซึ่งสังเกตได้จากกองปุ๋ยหมักจะมีความร้อนเกิดขึ้น เมื่อเกิดความร้อนจึงจำเป็นต้องคลุกกลับกองปุ๋ยและรดน้ำให้ทั่ว ซึ่งจะทำให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึง และหากความร้อนในกองปุ๋ยหมักมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันในทุกจุด และความร้อนมีน้อยจึงจะแสดงได้ว่า ปุ๋ยหมักปุ๋ยพร้อมใช้งานแล้ว ปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายได้ดีแล้วจะมีลักษณะเป็นเม็ดละเอียดสีน้ำตาลดำ มีความร่วนซุย และมีกลิ่นของการหมัก เมื่อนำปุ๋ยหมักไปใช้ในแปลงเกษตรก็จะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทั้งช่วยเพิ่มแร่ธาตุ อินทรีย์วัตถุ ปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง และช่วยให้ดินอุ้มน้ำได้ดีขึ้น เป็นต้น

กระบวนการหมักของปุ๋ยหมัก

1) การหมักแบบใช้ออกซิเจน เมื่อวัสดุหมักเกิดการย่อยสลายจนได้สารอินทรีย์ตั้งต้น ได้แก่ ไชมัน โปรตีนคาร์โบไฮเดรต เซลลูโลส ลิกนิน ฯลฯ สารเหล่านี้ จะถูกจุลินทรีย์จำพวกที่ใช้ออกซิเจนย่อยสลายด้วยการดึงออกซิเจนมาใช้ในกระบวนการ และสุดท้ายจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นฮิวมัส น้ำ ก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แอมโมเนีย (NH_3) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และพลังงานความร้อน

2) การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน สารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน โดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์จำพวกที่ไม่ใช้ออกซิเจน 2 กลุ่ม คือ จุลินทรีย์สร้างกรด และจุลินทรีย์สร้างมีเทน ซึ่งจะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์สุดท้าย ได้แก่ ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แอมโมเนีย (NH_3) และพลังงานความร้อน

จุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการหมักปุ๋ยอินทรีย์

กระบวนการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมักเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้ออกซิเจน และกลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งทั้งสองกลุ่มจะทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่ให้มีขนาดเล็กลงจนกระทั่งเกิดการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์จนได้สารอินทรีย์วัตถุที่เรียกว่า ปุ๋ยหมัก (Compost) กระบวนการย่อยสลายดังกล่าวจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยจุลินทรีย์หลายชนิดรวมกันและอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระยะ คือ

1) ระยะอุณหภูมิปานกลาง (Mesophilic Phase) เป็นช่วงแรกของการย่อยสลาย จำนวนจุลินทรีย์ค่อยๆเพิ่มจำนวนขึ้น ซึ่งจะมีอุณหภูมิประมาณ $20-45\text{ }^{\circ}\text{C}$

2) ระยะเวลาอุณหภูมิสูง (Thermophilic Phase) เป็นช่วงที่มีการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์เกือบคงที่ และเกิดการย่อยสลายทั่วทั้งกอง โดยอุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นถึง 45 – 60 °C หรือมากกว่า ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมจะต้องไม่ต่ำกว่า 45 °C เป็นช่วงที่เกิดการย่อยสลายมากที่สุดจนทำให้เกิดความร้อนสะสมในกองปุ๋ยหมัก

3) ระยะเวลาอุณหภูมิลดลง (Maturation Phase) เป็นช่วงที่จุลินทรีย์บางส่วนเริ่มตายลง ปริมาณอินทรีย์ถูกย่อยสลายจนหมด อัตราการย่อยสลายจึงลดลง ทำให้อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักลดลงตามมา ซึ่งเป็นระยะที่จะเสร็จสิ้นการย่อยสลาย

ชนิดของปุ๋ยหมัก

1) ปุ๋ยหมักแบบทั่วไป และวิธีทำ ปุ๋ยหมักแบบทั่วไป เป็นปุ๋ยที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ มาหมักตามกระบวนการทางธรรมชาติ โดยไม่มีการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์เพื่อเร่งการหมัก ซึ่งการหมักจะเกิดการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุจากจุลินทรีย์ ทำให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาได้รวดเร็วขึ้น วิธีการทำปุ๋ยหมักแบบทั่วไป เริ่มด้วยการนำเอาเศษพืช และมูลสัตว์ผสมกันในอัตราส่วน 100 : 10 กองเป็นชั้น แต่ละชั้นประกอบด้วยเศษพืชที่รดน้ำให้ชุ่มจนอมน้ำ และโรยทับด้วยมูลสัตว์ชั้นตอนการกองปุ๋ยหมัก แยกวัสดุที่ไม่ย่อยสลาย และเป็นอันตรายออก แล้วนำวัสดุหรือเศษพืชที่เก็บรวบรวมได้มากองบนดินในคอก หรือในหลุมโดยกองเป็นชั้นสลับกันไปโดย เริ่มจากชั้นล่างสุดกองเศษพืชหรือวัสดุลงไปตามขนาดกว้างยาวของกองที่กำหนดไว้สูงประมาณ 25 เซนติเมตร – รดน้ำให้ชุ่ม แล้วอัดให้แน่น ให้น้ำซึมเข้าไปในเศษพืชหรือวัสดุ โรยทับด้วยสารเร่ง เช่น ปุ๋ย มูลสัตว์ หรือดินในอัตราส่วนโดยน้ำหนักเศษพืชต่อมูลสัตว์เท่ากับ 5 : 1 ในกรณีที่ใช้ปุ๋ยเคมีเสริม เพื่อลดอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนหรือต้องการลดระยะเวลาการผลิตต้องใช้เศษพืช : ปุ๋ยคอก : ปุ๋ยเคมี ในอัตราส่วน 100 : 20 : 1 ตามลำดับ โดยจะผสมหรือโรยทับบนชั้นกองปุ๋ยหมักก็ได้ ทำการเรียงสลับจนได้กองสูงประมาณ 1 เมตร แล้วโรยด้วยดินหนาประมาณ 1 นิ้ว ที่ชั้นบนสุด เพื่อป้องกันนกมาคุ้ยเขี่ย ช่วยป้องกันความร้อน และรักษาความชื้นของกองปุ๋ยให้คงที่ สำหรับการหมักแบบไม่ใช้ปุ๋ยเคมี อายุการหมักจะหมักนาน 5-7 เดือน แต่หากใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยจะหมักนาน 3-5 เดือน

2) ปุ๋ยหมักชีวภาพ ปุ๋ยหมักชีวภาพ เป็นวิธีการทำปุ๋ยหมักที่มีการพัฒนาขึ้น เพื่อให้การย่อยสลายเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วด้วยการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ หรือ EM เพื่อเร่งกระบวนการหมัก ทำให้เกิดปุ๋ยจากอินทรีย์วัตถุที่มีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาได้เร็วขึ้น แบ่งเป็นชนิดต่างๆ ได้แก่ ปุ๋ยหมักจากปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักจากพืช ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักชีวภาพจากเศษอาหาร และขยะ เป็นต้น

2.2 วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักปุ๋ยอินทรีย์

กากตะกอนอ้อย คือ สิ่งเจือปนที่เป็นของแข็งที่ไม่ละลายน้ำอยู่ในน้ำอ้อย สิ่งเจือปนเหล่านี้จะถูกขจัดออกไปจากน้ำอ้อยในกระบวนการทำใส (clarification) กากตะกอนโดยทั่วไปมีลักษณะปนเป็นชิ้นเล็กๆ สีเทาเข้ม ส่วนประกอบของกากตะกอนไม่ค่อยแน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพ และความสะอาดของอ้อย ตลอดจนกรรมวิธีการผลิตของโรงงานนั้นด้วย กากตะกอนส่วนใหญ่มีน้ำประมาณร้อยละ 70 โดยน้ำหนักในส่วนที่เป็นของแข็ง เป็นพวกสารอินทรีย์ที่ได้จากอ้อยและดิน รวมทั้งมีไขมันอยู่ด้วย นอกจากนี้ก็มีน้ำตาลละลายอยู่บ้างใช้

เป็นปุ๋ยบำรุงดินได้ดี จากการวิเคราะห์กากตะกอน เพื่อใช้เป็นปุ๋ยปรากฏว่า มีไนโตรเจนร้อยละ 1.98 กรดฟอสฟอริก ร้อยละ 2.56 และโพแทสเซียม ร้อยละ 0.28 โดยน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้ก็มีธาตุอาหารอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชอยู่ด้วย ข้อควรระวังในการใช้กากตะกอนทำปุ๋ยก็คือ ต้องไม่ใส่มากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดความร้อน เนื่องจากการสลายตัวยังไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ต้องระวังเชื้อราที่ติดมาด้วย เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว อาจใช้วิธีหมักโดยกองไว้ในร่มให้ความชื้นพอเหมาะ คลุมด้วยพลาสติก ผ้าใบ หรือกระสอบเก่า เพื่อให้สลายตัวโดยสมบูรณ์ กากตะกอนที่สลายตัวดีแล้วจะเย็น



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะทางกายภาพของกากตะกอนอ้อย จากโรงงานน้ำตาล

เปลือกเมล็ดกาแฟ ในปัจจุบันเกษตรกรหันมาทำปุ๋ยหมักจากวัสดุคั่วที่มีอยู่ในท้องถิ่น มาเป็นส่วนผสมในการทำปุ๋ยหมักสูตรต่างๆ มากขึ้น และในช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ ของทุกปี กาแฟจะเริ่มออกผลผลิตสู่ท้องตลาด นอกจากการปลูกเพื่อจำหน่ายแล้ว ยังสามารถนำเปลือกกาแฟแห้งที่ผ่านกระบวนการสีแล้วตามโรงสีกาแฟมาทำปุ๋ยหมักบำรุงพืช ผัก ผลไม้ได้เป็นอย่างดี ประโยชน์จากกากเปลือกเมล็ดกาแฟ ช่วยในการปรับปรุงดินให้มีธาตุอาหารที่สมบูรณ์ขึ้น ช่วยให้ พืช ผัก ไม้ผล ใบมีสีเขียวสมบูรณ์ ไม้ผล เติบโตแข็งแรง ช่วยให้ พืช ผัก ไม้ผล มีผลผลิตเพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 3 แสดงการขัดสีเมล็ดกาแฟ และเปลือกเมล็ดกาแฟที่ผ่านกระบวนการขัดสี

2.3 การใช้ปุ๋ยในการปลูกกาแฟในเขตภาคเหนือ

กาแฟเป็นพืชที่มีผลอยู่บนต้นนานประมาณ 9 ถึง 11 เดือนต่อปี ตั้งแต่เดือนธันวาคม ถึง ตุลาคม ต้นกาแฟต้องการธาตุอาหารสูงมากตลอดช่วงที่ติดผล เพื่อช่วยในการเจริญเติบโตและการสะสมน้ำหนักแห้งของผล ดังนั้นจึงต้องใส่ปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ และเมื่อเก็บเกี่ยวแล้ว ต้องใส่ปุ๋ยบำรุงต้นเพื่อให้ต้นแข็งแรง และมีอาหารสะสมไว้เพื่อสร้างผลผลิตที่ดีในปีถัดไป (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557) การจัดการดินและใช้ปุ๋ยได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับคุณภาพของดินและสอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารของพืช ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรอย่างยั่งยืน ซึ่งในปัจจุบันมีการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อให้เกษตรกรสามารถเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิต ในขณะที่เดียวกันสามารถลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมี โดยเกษตรกรต้องวิเคราะห์ดินก่อนการใส่ปุ๋ย เพื่อทราบปริมาณธาตุอาหารหลัก N P K ที่มีอยู่ในดิน ณ ปัจจุบัน และนำมาเทียบกับคู่มือหรือโปรแกรมสำเร็จรูปที่นักวิจัยได้จัดทำไว้ เพื่อได้รับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่สอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินและความต้องการของพืช ทั้งนี้ แนะนำให้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย เพื่อปรับโครงสร้างของดินและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2561)

กาแฟเป็นพืชที่ต้องการอาหารหลัก เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ครบถ้วนทุกตัว และต้องการอาหารธาตุรองเช่นเดียวกับพืชอื่นๆ เช่น แมงกานีส แมกนีเซียม สังกะสีและเหล็ก ฯลฯ ธาตุสังกะสีเป็นธาตุรองชนิดเดียวที่กาแฟแสดงอาการขาดอย่างชัดเจนทุกระยะ ส่วนการขาดธาตุอื่นๆ อาจแสดงภายหลังเมื่อเริ่มให้ผลผลิตก็ได้ ดังนั้น การพิจารณาแก้ไขต้องกระทำเมื่อกาแฟแสดงอาการขาดธาตุอาหารโดยทันที กาแฟเป็นพืชที่ใช้ธาตุอาหารมากตลอดเวลาที่ได้รับแสงแดดและอุณหภูมิสูง เพื่อทำการสังเคราะห์แสง และใช้ในการเจริญเติบโตจนหมด เป็นพืชที่เลี้ยงลูกผลจนตัวตาย ถ้าหากดินไม่มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์พอ ก็ไม่ยอมทิ้งให้ผลร่วงหล่นเหมือนพืชบางชนิด ดังนั้นจะ พบเสมอว่าต้นกาแฟมีอาการตายจากยอดลงมา ภายหลังการให้ผลดกมากเกินควรต้นจะอ่อนแอและถูกโรคเข้าแทรก ถ้าอาการรุนแรงจะตาย ถ้าไม่รุนแรงจะใช้เวลาพักฟื้นอย่างน้อย 2 ปี และอย่างน้อยที่สุดทำให้กาแฟมีผลดกปีเว้นปี การใส่ปุ๋ย เป็นหัวใจของการปลูกกาแฟให้ได้รับผลสำเร็จ ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและสิ่งแวดล้อม เช่น ปริมาณร่มเงาด้วย กาแฟจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงวันยาว แต่ต้องมีธาตุไนโตรเจนเพียงพอ ดังนั้น จึงใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเดียวนในช่วงปลายฤดูฝน และปกติจะไม่ใส่ธาตุโพแทสเซียม จนกว่ากาแฟจะออกดอกผล แต่ถ้าดินมีปริมาณโพแทสเซียมในดินต่ำก็จำเป็นต้องใส่ ส่วนธาตุฟอสฟอรัส ดินภูเขา มักจะขาดธาตุนี้ หรือมีความสามารถในการตรึงไว้ พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ จึงจำเป็นต้องใส่ให้เพียงพอด้วย สำหรับปริมาณธาตุอาหารที่ต้องใส่ให้กาแฟแต่ละต้นอาจทราบได้โดยการวิเคราะห์ดิน แต่ถ้าไม่มีข้อมูลทางนี้ เพื่อเป็นการปลอดภัย ควรใส่ปุ๋ยผสมที่มีครบในอัตราส่วน N:P:K = 1:1:1 และในทางปฏิบัติสูตรปุ๋ยที่มีอัตราส่วนธาตุอาหารต่างๆ กัน หาซื้อยากในท้องตลาด เกษตรกรอาจไม่สามารถผสมปุ๋ยใช้เอง ปุ๋ยดังกล่าวที่เกษตรกรหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด เช่น ปุ๋ยสูตร 16-20-0 หรือ แอมโมฟอส ราคาประมาณ 4.70 บาท/กก. ปุ๋ยสูตร 13-13-21 หรือ ไนโตรฟอสก้า ราคาประมาณ 4.90 บาท/กก. ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ ไนโตรฟอสก้า ราคาประมาณ 4.90 บาท/กก. ปุ๋ยสูตร 20-0-0 หรือ แอมโมเนียม

ซัลเฟต ราคาประมาณ 2.90 บาท/กก. ปุ๋ยสูตร 46-0-0 หรือยูเรีย ราคาประมาณ 5.00 บาท/กก. ปุ๋ยสูตร 0-45/46-0 หรือ ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต ราคาประมาณ 7.00 บาท/กก.

สำหรับชนิด จำนวนปุ๋ยและจำนวนครั้งที่ใส่ นั้น อาจต้องสังเกตอาการของต้นกาแฟด้วยว่าแสดงอาการขาดปุ๋ยหรือไม่ ถ้าใส่ตามจำนวนแนะนำแล้วยังแสดงอาการขาดก็ต้องใส่เพิ่มให้อีก จนอาการขาดธาตุอาหารนั้นหายไป และในทางตรงกันข้ามถ้ากาแฟแสดงอาการสมบูรณ์ ใบเขียวเป็นมันอยู่แล้ว จำนวนปุ๋ยที่แนะนำอาจลดลงไปได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอยู่ในร่มเงามาก เหล่านี้เป็นต้น จะเห็นได้ว่าปริมาณของปุ๋ยที่จะใช้นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ คือ ปริมาณแสงแดดหรือความชื้นและระยะเวลาที่ต้นกาแฟได้รับแสงแดด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือปริมาณของร่มเงาที่กาแฟได้รับ หรือกาแฟนั้นอยู่กลางแจ้งหรือมีไม้บังร่ม และไม้บังรุ่มนั้นให้ร่มเงามากน้อยเพียงใด ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงพบว่าปริมาณปุ๋ยที่จะใช้ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ดิน มักต่ำกว่าความเป็นจริง จึงมิได้นำมาแสดงไว้ คงแสดงแต่ตารางที่แนะนำในแหล่งปลูกกาแฟสำคัญๆ คือ ฮาวาย ซึ่งปลูกกลางแจ้งไม่มีไม้บังร่ม และใส่ปุ๋ยมากที่สุดในบรรดาแหล่งปลูกกาแฟทั้งหลาย และตารางที่แนะนำในอินเดีย ซึ่งปลูกกาแฟโดยมีไม้บังร่ม ข้อแนะนำสำหรับผู้ที่จะทำการทดลองเกี่ยวกับปุ๋ยกาแฟ คือ ควรจะมีการศึกษาถึงปัจจัยนี้ด้วย เช่น มีร่มเงา 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ หรือจำนวนชั่วโมงของแสงแดดที่กาแฟได้รับ ก็จะสมบูรณ์และเป็นประโยชน์มากที่สุด

ปุ๋ยอินทรีย์ การใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก ก็กับการปลูกกาแฟจะปลูกเป็นหลุมเตรียมหลุมปลูกกาแฟมีขนาด กว้างxยาวxลึก ประมาณ 50x50x50 เซนติเมตร เมื่อขุดหลุมแล้ว ทำการรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอก 3 กิโลกรัมต่อต้น คลุกเคล้าให้เข้ากันดีกับดินก้นหลุม และใส่ปุ๋ยหมัก 5 กิโลกรัม ต่อต้นผสมกับดินในหลุมปลูก หลุมแรกเป็นวงกลมล้อมรอบต้นกาแฟ 2 วง หลุมแรกวางแรกปลูกห่างจากหลุมกาแฟ เฉลี่ย 30 เซนติเมตร หลุมแรกวางที่สองห่างจากวงแรก 50 เซนติเมตร จะปลูกก่อนหรือหลังกาแฟก็ได้ให้ใช้ หลุมแรกพันธุ์ลูมตามคำแนะนำในการเตรียมพื้นที่เมื่อต้นกาแฟมีอายุ 4-6 เดือนสามารถตัดใบคลุมโคนต้นกาแฟได้และเมื่อ รัศมีทรงพุ่มของต้นกาแฟเจริญเติบโตมาถึงหลุมแรก วงแรก ให้ชะแค้นหลุมแรกวางแรกออกนำมาขยาย พันธุ์ปลูกเป็นวงที่ สามโดยปลูกห่างจากวงที่สอง 50 เซนติเมตร ทำเช่นนี้ทุกครั้งที่เมื่อทรงพุ่มกาแฟไปถึงวง หลุมแรกเมื่อต้นกาแฟเจริญเต็มที่จะจึงหยุดขยายวง ปลูกหลุมแรก

ปุ๋ยเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญที่มีผลต่อ การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของต้นกาแฟ การใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องเหมาะสมจะมีผลต่อการลดต้นทุน การผลิตและการยกระดับคุณภาพผลผลิตกาแฟ อย่างชัดเจน ซึ่งวิธีการดำเนินงานมี ดังนี้

การให้ปุ๋ยต้นกาแฟที่ยังไม่ให้ผลผลิต โดยในระหว่างปีที่ 1 ถึงปีที่ 2 จะเป็นช่วงที่ต้นกาแฟ ยังไม่ให้ผลผลิต การให้ปุ๋ยในระยะนี้จะใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กรัม/ต้น /ปีและปุ๋ยหมักอัตรา 20 กิโลกรัม/ต้น/ปีแบ่งใส่ 2 ครั้ง ในช่วงต้นฤดู ฝนและ กลางฤดูฝน

การให้ปุ๋ย แก่ต้นกาแฟที่ ให้ ผลผลิต แล้ว โดยการให้ปุ๋ยแก่ ต้น กาแฟที่มีอายุตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไปนั้น จะใช้ปุ๋ยสูตร 13-31-21 อัตรา 500 กรัม/ต้น /ปีแบ่งใส่ 2 ครั้ง ในช่วงต้นฤดู ฝนและกลางฤดู ฝนและปุ๋ยหมัก อัตรา 20 กิโลกรัม/ต้น /ปีแบ่งใส่ 2 ครั้ง ในช่วงกลางฤดู ฝนและ ปลายฤดูฝน

การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ จะสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลง ได้จากเดิม 20-40 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4 ลักษณะกองปุ๋ยหมัก และลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยหมัก

ผลมาจากการใส่ปุ๋ย ธิดารัตน์ และคณะ (2560) รายงานว่าในกาแฟอาราบิก้าอิทธิพลร่วมของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับกรรมวิธีการให้ปุ๋ยแบบต่าง ๆ ทำให้ความยาวผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลสด ปริมาณกรดในสารกาแฟ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารกาแฟและกาแฟคั่ว ปริมาณคาเฟอีนในกาแฟคั่ว และสารกาแฟที่ไม่ได้มาตรฐาน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลการทดลองสรุปได้ว่าวิธีการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดกาแฟคือ การให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 10 กรัมต่อต้น ในช่วงเดือนมิถุนายน และให้ปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 อัตรา 250 กรัมต่อต้น ในเดือนกรกฎาคมและเดือนสิงหาคม ทำให้ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นถึง 41.67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ให้ปุ๋ย โดยมีปริมาณกรดในสารกาแฟน้อย มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในกาแฟคั่วสูง แต่มีปริมาณคาเฟอีนและมีสารกาแฟที่ไม่ได้มาตรฐานต่ำ นอกจากนี้ พงศกร และคณะ ได้ทำการศึกษา ผลของการให้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟโรบัสต้าในสวนยางพารา พบว่าความสูงต้นมีค่าสูงที่สุด 105.57 ซม. เมื่อมีการให้เฉพาะปุ๋ยเคมี (100%) และแต่ความกว้างทรงพุ่ม ขนาดลำต้น และ จำนวนใบ พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับความยาวรากที่มีค่าสูงที่สุด ทั้งที่ระดับความลึก 20 และ 40 ซม. จากผิวดิน ในต้นกาแฟโรบัสต้าที่ มีการให้ปุ๋ยเคมี (100%) เพียงอย่างเดียว ส่วนการให้ปุ๋ยเคมี (15-15-15) (75%) ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ส่งผลให้มีจำนวนใบและการแตกใบสูงสุด เท่ากับ 51.43% จากการเปรียบเทียบลักษณะสรีรวิทยาของใบ ได้แก่ พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ รวมทั้งปริมาณคลอโรฟิลล์และคาร์โบไฮเดรตในใบ พบว่า ไม่มี ความแตกต่างทางสถิติกัน อย่างไรก็ตาม ปริมาณไนโตรเจน และสัดส่วนไนโตรเจนต่อพื้นที่ใบมีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในต้นกาแฟโรบัสต้าที่ให้ ปุ๋ยเคมี (75%) ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ แสดงให้เห็นว่า การให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสต้าที่ปลูกในสภาพร่มเงาสวนยางพาราได้ และ ทิพยา ไกรทอง และคณะ ได้ทำการศึกษาเทคโนโลยีการผลิตกาแฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิตการจัดการธาตุอาหารของกาแฟโรบัสต้า ตามค่าการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน และ พืช ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร พบว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดินและพืช การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรม(GAP) (ปุ๋ยเคมีสูตร 12-12-17 600 กรัม/ต้น/ + 46- 0-0 100 กรัม/ต้น/ +ปุ๋ยมูลวัว 10 กก./ต้น) เป็นการเจริญเติบโตต้นกาแฟดีที่สุด

2.4 การคลุมดิน (mulching)

การคลุมดิน (mulching) หมายถึง การคลุมดินด้วยวัสดุต่าง ๆ เช่น พลาสติก กระจาด เศษเหลือของพืช เป็นต้น เพื่อเป็นการอนุรักษ์ดินและน้ำ การคลุมดินส่วนใหญ่นิยมกระทำเพื่อรักษาความชื้นในดิน โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง การคลุมดินยังมีประโยชน์ ในแง่ของการลดปริมาณวัชพืชด้วย นอกจากนี้วัสดุคลุมดิน ยังช่วยให้อุณหภูมิของดินไม่แตกต่างกันมาก



ภาพที่ 5 การคลุมดินต้นกาแฟโดยใช้วัสดุที่มีในแปลงของเกษตรกร

วัตถุประสงค์และข้อควรพิจารณาของการคลุมดิน เพื่อป้องกันการพังทลายที่เกิดจากเม็ดฝนที่ตกลงมา หรือที่เกิดจากน้ำ ไหลบ่าบนผิวดิน หรือที่เกิดจากลม เพื่อเป็นการอนุรักษ์น้ำในดิน เป็นการเพิ่มอุณหภูมิหรือรักษาอุณหภูมิไม่ให้ลดต่ำลงมากจนเป็นอันตราย ต่อรากพืช เป็นการลดการเจริญเติบโตของวัชพืชเป็นการรักษาโครงสร้างของดิน ผลของการคลุมดินที่มีต่อสภาพต่าง ๆ ของดิน แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

สภาพทางฟิสิกส์ของดิน ลดแรงปะทะของเม็ดฝนที่กระทำต่อผิวดิน ลดปริมาณและระยะทางการกระเด็นของดิน ซึ่งเกิดจากการตกลงมาของเม็ดฝน ลดการแพร่กระจายของอุณหภูมิของดิน และลดการจับตัวเป็นแผ่นแข็งที่ผิวดิน ลดการเกิดการพังทลายของดินภายใน หรือลดช่องว่างในดิน การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินมีน้อยลง ในฤดูหนาวอุณหภูมิจะสูงขึ้น ในฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อนอุณหภูมิต่ำลง รักษาสภาพของจุลภูมิประเทศ (microclimate) ลดปริมาณและอัตราการแข็งตัวของดิน การสะสมน้ำที่ผิวดินลดลง ปรับปรุงคุณภาพด้านโครงสร้างของดิน ทำให้ดินมีความต้านทานต่อการแตกกระจายมากขึ้น ดินมีความพรุนมากขึ้น เพิ่มความสามารถในการซึมน้ำของดิน ลดการระเหยน้ำจากดิน ลดปริมาณน้ำที่ไหลบ่าและลดการพังทลายของดินที่เกิดจากน้ำ ลดความเร็วของลมและน้ำที่ไหลบ่าไปตามผิวดิน ลดการพังทลายของดินโดยลม

สภาพทางเคมีของดิน ช่วยตรึงไนโตรเจนให้อยู่ในรูปอินทรีย์ในระยะเวลาอันสั้นหลังจากใส่ต่อซังของพืชลงในดิน เกิดจากสภาพขาดออกซิเจน เนื่องจากมีการเน่าเปื่อยของคาร์โบไฮเดรตในดินบนปลดปล่อยอินทรีย์ไนโตรเจนให้กลายมาอยู่ในรูปที่พืชใช้ได้ อาจทำให้เกิดการตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้น มีการตรึงฟอสฟอรัสชั่วคราวเกิดขึ้น มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์น้อยลง แต่โพแทสเซียมทั้งหมดเพิ่มขึ้น ธาตุอาหารพืชถูกชะล้างมากขึ้น ลดการสูญเสียธาตุอาหารพืช เนื่องจากน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดินเพราะน้ำที่ไหลบ่าลดลง

สภาพทางชีวของดิน เพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินซึ่งอยู่ใกล้ผิวดิน ศัตรูพืชมีมากขึ้น พืชต่าง ๆ เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ผลผลิตของพืชมีโอกาสได้รับสูงขึ้น การใช้การคลุมดินร่วมกับการปฏิบัติอื่น ๆ (use of mulching) การใช้การคลุมดินร่วมกับการปฏิบัติอื่น ๆ เช่น การคลุมดินร่วมกับการปลูกพืชหมุนเวียน นอกจากนี้การคลุมดิน ใช้ได้กับแปลงผักต่าง ๆ สวนต่าง ๆ แม้แต่การปลูกป่าขณะที่ยังเล็กอยู่ก็สามารถทำได้ วัตถุประสงค์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. อินทรีย์วัตถุต่างๆ ได้แก่ เศษเหลือของพืช เช่น ตอซัง หญ้าแห้ง และปุ๋ยหมัก PEAT เช่น ซากอินทรีย์วัตถุที่สะสมอยู่ในลุ่มน้ำต่างๆ เศษเหลือของไม้ต่างๆ เช่น ซีกบ ซี้เลื่อย เศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น กากอ้อย ปุ๋ยคอกชนิดต่างๆ

2. วัตถุคลุมดินที่ได้จากการสังเคราะห์ ได้แก่ พลาสติก เช่น พลาสติกคลุมดินเงินดำของบริษัท TCT ซึ่งมีความเหนียว ทนทาน มีอายุการใช้งานยาวนาน เนื่องจากผลิตด้วยเม็ดพลาสติกเกรด AA คุณภาพเยี่ยมไม่ผสมพลาสติกรีไซเคิล, กระจาด, กระจาดฉาบพลาสติก, กระจาดฉาบซีเมนต์, แผ่นอลูมิเนียม และแผ่นเหล็กโดยวันนี้เราจะมาแนะนำการคลุมดินโดยใช้พลาสติกคลุมดินเงินดำของ TCT พลาสติกคลุมดินนั้นสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพในทุกช่วงฤดูกาล โดยในฤดูร้อนและฤดูหนาว จะช่วยเก็บรักษาและควบคุมอุณหภูมิภายในดิน ส่วนในฤดูฝน ก็สามารถช่วยควบคุมเหล่าวัชพืชได้ เป็นที่นิยมใช้กันมากตามโรงเรือนเพาะชำ และแปลงเพาะปลูก อายุการใช้งานของพลาสติกคลุมดิน จะขึ้นอยู่กับเกรดและคุณภาพเม็ดพลาสติก ซึ่งพลาสติกคลุมดินของทาง TCT ผลิตจากวัตถุดิบชั้นยอด และผสมสารป้องกัน UV จึงทำให้มีอายุการใช้งานยาวนาน โดยการคลุมดิน จะต้องปูเอาด้านสีเงินขึ้น เพื่อสะท้อนแสงแดด และรังสี UV ตัวอย่างพืชที่เหมาะสมกับพลาสติกคลุมดิน ประเภทพืชผัก ได้แก่ แตงกวา ถั่วฝักยาว พริก มะเขือเทศ มะนาว มะกรูด ผักกาด ประเภทผลไม้ ได้แก่ แตงโม แตงไทย สตรอเบอร์รี่ ประเภทไม้ดอก ได้แก่ ดาวเรือง เบญจมาศ และประเภทพืชพลังงาน ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

3. การเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

ระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม โดยปกติกาแฟจะให้ผลผลิตหลังปลูกประมาณ 3 ปี ในประเทศไทยผลกาแฟจะสุกประมาณ เดือนตุลาคม ถึง เมษายน ผลกาแฟจะทยอยสุกไม่พร้อมกัน จึงควรแบ่งรอบการเก็บอย่างน้อย 3 ครั้ง แต่แต่ละครั้งห่างกันประมาณ 2 ถึง 3 สัปดาห์ ควรเก็บเกี่ยวผลกาแฟที่มีความสุกแก่เหมาะสม โดย เก็บเกี่ยวผลกาแฟที่มีสีแดง หรือสีเหลือง หรือสีส้มแดง (ขึ้นกับพันธุ์) ไม่น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ผิวทั้งผล ไม่ควรเก็บผลอ่อนที่มีสีเขียว ผลร่วง หรือผลที่สุกเกินไป ยกเว้นการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย ให้เก็บผลกาแฟสุกที่เหลืองและผลตกค้างทั้งหมด ซึ่งจะมีทั้งผลสุก ผลอ่อน และ ผลด่าปะปนกันมา แล้วคัดเฉพาะผลสุกแยกไปแปรรูปต่างหากเพื่อให้ได้สารกาแฟที่มีคุณภาพ แต่ถ้านำมาแปรรูปรวมกันแนะนำให้แปรรูปเป็นสารกาแฟด้วยกระบวนการแบบแห้งซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและต้นทุนต่ำแล้วเก็บรักษา และบรรจุ แยกจากการเก็บเกี่ยวครั้งอื่นๆ

3.1 วิธีการเก็บเกี่ยว

1. วางแผนการเก็บเกี่ยว โดยพิจารณา กำลังความสามารถในการผลิตเมล็ดกาแฟด้วย เนื่องจากการผลิตเมล็ดกาแฟควรทำในวันที่เก็บเกี่ยวทันที ผลกาแฟที่เก็บเกี่ยวในรอบการเก็บเกี่ยว หรือแปลงที่ต่างกันถือเป็นคนละรุ่นการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวต้องแยกจากกัน
2. กำจัดวัชพืช กิ่งไม้ และผลกาแฟที่ร่วงใต้ต้นก่อนเก็บเกี่ยว
3. ควรหาวัสดุที่เหมาะสม เช่น ผ้าใบ ปูใต้ต้นกาแฟเพื่อป้องกันผลกาแฟที่เก็บเกี่ยวใหม่ปนเปื้อนกับผลกาแฟสุกเก่าที่หล่นใต้ต้น
4. ใช้มือปัดผลกาแฟที่สุกแก่เหมาะสมใส่ภาชนะ เช่น ถุงตาข่ายไนลอน หรือกระสอบป่าน ที่สะอาด และเก็บผลกาแฟสุกที่ร่วงลงบนสิ่งปูรอง
5. ไม่ควรเก็บผลกาแฟสุกที่ร่วงบนพื้นดินเกิน 1 วัน เนื่องจากผลกาแฟอาจปนเปื้อนเชื้อรา
6. นำผลกาแฟไปคัดเลือกและเข้าสู่กระบวนการผลิตเมล็ดกาแฟโดยเร็ว หรืออย่างช้าไม่เกิน 24 ชั่วโมง

การจัดการในแปลงปลูกภายหลังการเก็บเกี่ยวควรทำความสะอาดแปลงปลูกภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยกำจัดผลกาแฟสุก หรือผลแห้ง ที่ติดค้างบนกิ่ง หรือร่วงหล่นใต้ต้น เพื่อป้องกันการระบาดของมอดเจาะผลกาแฟ รวมทั้งตัดแต่งกิ่งที่ไม่ต้องการออก เพื่อให้ทรงพุ่มโปร่งต้นกาแฟแข็งแรงสมบูรณ์พร้อมให้ผลผลิตในปีต่อไป

3.3 การผลิตเมล็ดกาแฟและกาแฟกะลา

ผลผลิตกาแฟ มีการซื้อขาย 2 แบบ ดังนี้ เมล็ดกาแฟ (Green Coffee Bean) หรือที่เรียกทั่วไปว่า กาแฟสาร หมายถึง เมล็ดกาแฟแห้งที่ได้จากผลกาแฟสุก ที่เอาส่วนของเปลือกชั้นนอก เนื้อ และกะลาออกแล้ว กาแฟกะลา (Parchment Coffee) หมายถึง เมล็ดกาแฟแห้งที่ได้จากผลกาแฟสุกที่เอาส่วนของเปลือกชั้นนอก และเนื้อออก แต่ยังคงมีกะลาติดอยู่

กรรมวิธีการผลิตเมล็ดกาแฟดิบ (Green beans Processing) หมายถึง การแยกส่วนของเมล็ดกาแฟออกจากผล Cherry (ผลกาแฟ) ปัจจุบันนี้มีวิธีการผลิตอยู่ 2 วิธีคือ วิธีที่นิยมใช้กับกาแฟโรบัสต้าคือ กระบวนการแบบแห้ง (Dry Process) มีขั้นตอน ดังนี้

1. การคัดเลือกผลกาแฟสด

เทพกาแฟสดลงในภาชนะที่บรรจุน้ำสะอาด คัดผลกาแฟที่ลอยน้ำทิ้ง และ/หรือ คัดเลือกผลกาแฟที่สุกไม่เหมาะสม หรือผลกาแฟสดที่มีร่องรอยการเข้าทำลายของมอดเจาะ ผลกาแฟออก เมื่อคัดแยกแล้วควรนำผลกาแฟไปตากและสีแยกกันทำให้คุณภาพของกาแฟสูงขึ้น และลดต้นทุนค่าแรงงานในการคัดแยกเมล็ดกาแฟในภายหลัง

2. การตาก

2.1 นำผลกาแฟสดที่ผ่านการคัดเลือกไปตากบนลานตาก เช่น ลานซีเมนต์ หรือ แคร่ ไม้ไผ่ที่สะอาดและควรมีวัสดุปูรอง เช่น ตาข่ายไนล่อน เพื่อสะดวกในการเก็บถ้ามีฝนตก

2.2 สถานที่ตากผลกาแฟต้องสะอาด มีอากาศถ่ายเทได้ดีมีแสงแดดตลอดทั้งวัน ห่างไกลจากแหล่งปนเปื้อน ควรมีระบบการป้องกันและเฝ้าระวังการระบาดของมอด เจาะผลกาแฟและศัตรูพืชอื่นๆ โดยการติดกับดักกาวเหนียวรอบๆ ลานตาก นอกจากนี้ควรป้องกันไม่ให้สัตว์เข้ามาในลานตาก

2.3 ควรเกลี่ยผลกาแฟให้มีความหนาไม่เกิน 5 เซนติเมตร หรือมีปริมาณผลกาแฟไม่เกิน 30 กิโลกรัม ต่อตารางเมตร และพลิกกลับผลกาแฟอย่างสม่ำเสมอวันละ 4 ครั้ง แต่ถ้าไม่สามารถปฏิบัติได้ ให้ลดความหนาของการตากผลกาแฟเพื่อป้องกันไม่ให้ผลกาแฟที่อยู่ด้านล่างเกิดเชื้อรา

2.4 ช่วงแรกที่ตากผลกาแฟยังคงมีความชื้นสูงอยู่ ควรนำผลกาแฟเข้าที่ร่มในตอนเย็นแต่ไม่ต้องคลุมด้วยผ้าพลาสติก เพื่อป้องกันการควบแน่นของหยดน้ำซึ่งจะทำให้ผลกาแฟเปียก หลังจากตากโดยได้รับแสงแดดเต็มที่ 5 ถึง 7 วัน ระวังอย่าให้ผลกาแฟเปียกฝนหรือน้ำค้าง ต้องเก็บผลกาแฟเข้าที่ร่ม และ/หรือคลุมด้วยผ้าพลาสติกในเวลากลางคืน หรือเมื่อฝนตก

2.5 ผลกาแฟจะแห้งเหมาะสมเมื่อได้รับแสงแดดเต็มที่ประมาณ 15 วัน ไม่ควรตากผลกาแฟจนแห้งเกินไปจนเมล็ดกาแฟมีความชื้นต่ำกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกาแฟควรมีความชื้นตาม ข้อกำหนดในมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 5700 เรื่องเมล็ดกาแฟโรบัสต้า หรือ มกษ.5701 เรื่อง เมล็ดกาแฟอาราบิก้า ดังนี้

- เมล็ดกาแฟที่ไม่ต้องเก็บรักษา และ/หรือขนส่งเป็นระยะเวลาไม่นาน ต้องมี ความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 (สัดส่วนโดยน้ำหนัก)

- เมล็ดกาแฟหรือกาแฟกะลาที่ต้องเก็บรักษา และ/หรือขนส่งเป็นระยะเวลา นาน ต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 12.5 (สัดส่วนโดยน้ำหนัก)

2.6 วัดความชื้นของเมล็ดกาแฟ โดยสุ่มตัวอย่างผลกาแฟแห้งในตำแหน่งต่างๆ ของแต่ละรุ่น นำมาสีเปลือกออก และวัดด้วยเครื่องวัดความชื้น หรือเกษตรกรสามารถตรวจสอบเบื้องต้นโดยนำผลกาแฟแห้งแล้วเขย่าจะเกิดเสียงจากการกระทบของเมล็ดและเปลือกกาแฟหรือแกะกะลาออกแล้วใช้เล็บจิกจะไม่เข้า หรือถ้าลองใช้ฟันกัดเมล็ดกาแฟที่ยังไม่แห้งจะรู้สึกเหนียว

3. การสีผลกาแฟแห้ง

เกษตรกรควรให้ความสำคัญกับการสีด้วยเครื่องสีผลกาแฟแห้งที่มีคุณภาพดี และ หากยังไม่ต้องการสีเปลือกควรเก็บผลกาแฟแห้งตามคำแนะนำในการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามหากต้องการเก็บรักษาเป็นเวลานาน ควรเก็บรักษาในรูปเมล็ดกาแฟดิบหรือกาแฟกะลามากกว่าผลกาแฟเพราะจะคงคุณภาพได้นานกว่า (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557) การสีกาแฟกะลาเกษตรกรควรให้ความสำคัญกับการสีกาแฟกะลาด้วยเครื่องสีที่มีคุณภาพมิฉะนั้นจะทำให้เกิดความเสียหายแก่เมล็ดกาแฟ เช่น เมล็ดแตก หรือเกิดแผลขึ้นบนเมล็ดกาแฟ

สำหรับวิธีแบบเปียก (Wet processing) เป็นวิธีการผลิตที่นิยมมากกว่าเพราะผลผลิตที่ได้มีความสะอาดและรสชาติที่ดีกว่า แต่มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าเพราะต้องใช้อุปกรณ์ แรงงานและน้ำมากกว่าการผลิตแบบแห้ง วิธีการนี้เริ่มต้นหลังจากเก็บผลมาแล้วนำมาแช่เพื่อแยกเมล็ดที่หนาแน่นน้อย (ยังไม่สุก) ซึ่งจะลอยน้ำและล้างให้สะอาด จากนั้นนำไปลอกเปลือก (Pulping) โดยเข้าเครื่องโม่ที่ออกแบบมาเฉพาะซึ่งเครื่องมือชนิดนี้ต้องใช้น้ำหล่อลื่นในการผลิต (เรียกว่าสีเปียก) เมื่อได้เมล็ดพร้อมเปลือกชั้นในแล้ว จึงนำมาล้างในบ่อและแช่ทิ้งไว้ประมาณ 24 ถึง 72 ชั่วโมง เพื่อล้างเยื่อเมือกออกมา จากนั้นจึงนำไปตากแห้งประมาณ 7 ถึง 10 วัน โดยต้องประมาณความหนาของกาแฟบนลานตากให้พอดี หากกาแฟกระจายตัวบางเกินไปจะเกิดการแห้งอย่างรวดเร็ว ทำให้เปลือกกาแฟแตกได้ง่าย ควรจะต้องมีการพลิกกาแฟบนลานตากอย่างน้อยชั่วโมงละครั้งจนกว่าจะแห้งลงจนมีความชื้นประมาณ 12เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปสีเอาเปลือกชั้นในออก จึงได้เป็นสารกาแฟหรือเมล็ดกาแฟดิบ (Green beans) การผลิตด้วยวิธีนี้จะให้สารกาแฟที่มีคุณภาพสูงกว่าและมีรสชาติได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับในตลาดสากล (นิรนาม, 2561)

4. การเก็บรักษาเมล็ดกาแฟและกาแฟกะลา

สถานที่เก็บรักษาควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ควรเป็นพื้นซีเมนต์แห้ง ไม่มีน้ำขัง สะอาด ถูกสุขลักษณะ อากาศถ่ายเทได้สะดวก หลังคาและหน้าต่างกันน้ำได้ดี สามารถป้องกันเมล็ดกาแฟและกาแฟกะลาจากการเปียกน้ำป้องกันการเกิดอันตรายจากการปนเปื้อนสารเคมี สิ่งแปลกปลอม และสัตว์พาหะนำโรค เช่น หนู นก รวมทั้งสัตว์เลื้อยคลานจะทำให้เกิดอันตรายต่อการบริโภค

2. รักษาความชื้นและอุณหภูมิให้เหมาะสม ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเก็บไม่เกิน ร้อยละ 60 เพื่อให้เก็บรักษาเมล็ดกาแฟและกาแฟกะลาได้เป็นเวลานานและปลอดภัย

3. สามารถป้องกันไม่ให้เมล็ด กาแฟและกาแฟกะลาถูกแสงโดยตรง และอยู่ ห่างจากแหล่งความร้อน

วิธีการเก็บรักษา ควรเก็บเมล็ดกาแฟ และกาแฟ กะลาในภาชนะปิด เช่น กระจอบที่สะอาด และปราศจากกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ใช้วัสดุที่สามารถป้องกันความชื้นได้ปูรองพื้นก่อนวางกระจอบ และจัดเรียงให้ห่างจากผนัง เพื่อให้เกิดการระบายอากาศได้ดีสะดวกต่อการเข้าทำความสะอาดและตรวจสอบความเรียบร้อย หากเป็นไปได้ควรวางกระจอบ บนชั้นที่ห่างจากพื้น 15 เซนติเมตร และห่างจากผนัง 50 เซนติเมตร และห่างจากหลังคา 100 เซนติเมตร ควรมีป้ายบอกรายละเอียด หรือรหัสของเมล็ดกาแฟ หรือกาแฟกะลาแต่ละรุ่น หลีกเลี่ยงการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟ กาแฟกะลา และผลกาแฟสดในบริเวณเดียวกัน หากจำเป็นควรแบ่งพื้นที่

เก็บอย่างเป็นสัดส่วน และมีป้ายบอกอย่างชัดเจนว่าเป็นกาแฟประเภทใด ห้ามเก็บสารเคมีอันตราย รวมทั้ง เมล็ดกาแฟและกาแฟกะลา หลีกเลี่ยงการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟและกาแฟกะลารวมกับสินค้าที่มีกลิ่น เช่น พริก พริกไทย ยางพารา มีการควบคุมป้องกันและติดตามการเข้าทำลายของด้วงเมล็ดกาแฟ (coffee bean weevil) ตรวจสอบเมล็ดกาแฟ และกาแฟกะลาที่เก็บรักษาไว้เป็นระยะ เช่น ความชื้น และการถูกทำลายจากแมลง เพื่อประเมินความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น และดำเนินการ แก้ไขต่อไปในขั้นตอนของการเก็บเกี่ยว ไม่ควรเก็บผลกาแฟสด ที่ร่วงอยู่บนพื้นดิน หรือเก็บผลกาแฟแล้วไม่นำไปตากแห้ง หรือเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟหรือกาแฟ กะลาภายใน 24 ชั่วโมง ไม่ควรปล่อยให้ผลกาแฟแห้ง เมล็ดกาแฟแห้งและกาแฟกะลาแห้ง กลับมาเปียกหรือมีความชื้นสูงขึ้นอีก เพราะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดเชื้อราและอาจเกิดการปนเปื้อนสารพิษออกคราทอกซิน เอ ในเมล็ดกาแฟได้

สารพิษออกคราทอกซินเอ ถูกสร้างขึ้น จากราที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Aspergillus chraceus* และ *Penicillium verucosum* ราชนิดนี้สามารถเจริญและสร้างสารพิษได้บนเมล็ดกาแฟ และเมล็ดธัญพืช เช่น ถั่วลิสง ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ถั่วต่างๆ รวมทั้งผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น กาแฟ เบียร์ ไวน์ องุ่นแห้ง ผลไม้แห้ง และอาหารสัตว์ สารพิษออกคราทอกซิน เอ เป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์ เมื่อได้รับประทานอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีสารพิษชนิดนี้เข้าไป จะก่อให้เกิดอันตรายอย่างมากต่อระบบไต ระบบประสาท และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมะเร็ง ค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษออกคราทอกซินเอที่ปัจจุบันสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์อนุญาตให้มีได้ในเมล็ดกาแฟมีค่า 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม โดยทั่วไปมักเข้าใจว่าเมล็ดกาแฟที่แห้งจะปราศจากสารพิษออกคราทอกซิน เอ และ สารพิษต่างๆ ซึ่งไม่ถูกต้องเสมอไป ทั้งนี้ เพราะเมล็ดกาแฟอาจมีการปนเปื้อนและสร้างสารพิษในเมล็ดระหว่างการตากแห้ง เมื่อเมล็ดแห้งแล้วก็ยังคงมีสารพิษเหล่านี้อยู่ในเมล็ดเช่นเดิมถ้ามีการเก็บรักษาเมล็ดอย่างถูกต้องก็จะป้องกันไม่ให้เกิดสารพิษในเมล็ดเพิ่มมากขึ้น การนำเมล็ดกาแฟไปคั่วไม่สามารถทำลายสารพิษออกคราทอกซิน เอ ในเมล็ดกาแฟคั่วได้ ดังนั้นควรระมัดระวังไม่ให้เกิดการเข้าทำลายของเชื้อราในผลกาแฟ และป้องกันปัจจัยที่ทำให้เกิดการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษเหล่านี้ เช่น ภาวะที่มีความชื้นสูง เป็นต้น

5. มาตรฐานเมล็ดกาแฟ

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ประกาศ มาตรฐานเมล็ดกาแฟตามมาตรฐานสินค้าเกษตรในลักษณะมาตรฐานสมัครใจ ในวันที่ 28 ธันวาคม พ.ศ. 2552 เพื่อคุ้มครองความปลอดภัยของผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ พร้อมทั้งเป็นการยกระดับการผลิต และเป็นมาตรการป้องกันสินค้ากาแฟด้วยคุณภาพไม่ให้เข้ามาในประเทศ ได้แก่ เมล็ดกาแฟโรบัสต้า ตาม มกษ. 5700/2552 และ เมล็ดกาแฟอาราบิก้า ตาม มกษ. 5701/2552 ดังนี้

คุณภาพทั่วไป

- ไม่มีกลิ่นผิดปกติ
- มีสีตรงตามชนิดและกระบวนการผลิตของเมล็ดกาแฟ
- มีความชื้นไม่เกินสัดส่วนโดยน้ำหนักร้อยละ 13 สำหรับเมล็ดกาแฟที่ไม่ต้องเก็บรักษา

และหรือขนส่งเป็นระยะเวลาไม่นาน

- มีความชื้นไม่เกินสัดส่วนโดยน้ำหนักร้อยละ 12.5 สำหรับเมล็ดกาแฟที่ไม่ต้องเก็บรักษา

และหรือขนส่งเป็นระยะเวลานาน

- ไม่พบร่องรอยการเข้าทำลายเมล็ดกาแฟของด้วงเมล็ดกาแฟ (Coffee Bean Weevil)

ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Araecerus fasciculatus*

- มีข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด

นิยามข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟ

เมล็ดดำ(Black Bean) หมายถึง เมล็ดกาแฟที่มีสีดำภายใน และ/หรือภายนอกเมล็ด มากกว่าครึ่งหนึ่งของเมล็ด

เมล็ดที่มีกลิ่นผิดปกติ (Off - odour Bean) หมายถึง เมล็ดกาแฟที่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว กลิ่นหมักบูด หรือกลิ่นแปลกปลอม เช่น กลิ่นปุ๋ย กลิ่นสารเคมี หรือกลิ่นรา

เมล็ดขึ้นรา (Moldy Bean) หมายถึง เมล็ดกาแฟที่มีลักษณะการเข้าทำลายของเชื้อรา

เมล็ดแตก (Broken Bean) หมายถึง เมล็ดกาแฟที่แตกออกเป็นชิ้นเล็กกว่าครึ่งหนึ่งของ กาแฟเต็มเมล็ด

เมล็ดถูกแมลงทำลาย หมายถึง เมล็ดกาแฟที่ถูกแมลงกัดแทะ หรือเจาะจนเกิดเป็นรู มากกว่า 1 รู ผลกาแฟแห้ง (Dried Cherry) หมายถึง ผลกาแฟที่ผ่านกรรมวิธีการทำให้แห้ง จนได้ผลกาแฟแห้งที่ยังไม่ได้สีเปลือกออกรวมทั้งเมล็ดกาแฟที่มีเปลือกติดบางส่วน

สิ่งแปลกปลอม (Foreign Matter) หมายถึง สิ่งเจือปนทางกายภาพอื่นๆ ที่ไม่ใช่เมล็ด กาแฟ เช่น เศษหิน ดิน เศษไม้ รวมทั้งเปลือกและเยื่อหุ้มเมล็ดกาแฟ

เมล็ดไม่สมบูรณ์ หมายถึง เมล็ดที่มีลักษณะเหี่ยวยุบ ลีบ เบา

ข้อบกพร่องรวม หมายถึง ปริมาณโดยน้ำหนักของข้อบกพร่องดังต่อไปนี้รวมกัน ได้แก่ เมล็ดดำเมล็ดขึ้นรา เมล็ดแตก เมล็ดไม่สมบูรณ์ เมล็ดถูกแมลงทำลาย ผลกาแฟแห้ง และสิ่งแปลกปลอม

6. การถ่ายทอดความรู้

6.1 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้

6.1.1 ความหมายของการเรียนรู้ การเรียนรู้โดยทั่วไปหมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ถาวรหรือ ค่อนข้างถาวรอันเป็นผลมาจากการรับรู้และประสบการณ์หรือการฝึกอบรม Barker L.M. (1994) ได้กล่าวว่าการเรียนรู้เป็นผลของการได้รับประสบการณ์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่มั่นคง ซึ่งการเรียนรู้ตามทฤษฎีของ Bloom (1956) ได้แบ่งการเรียนรู้เป็น 6 ระดับ คือ

- 1) ความรู้ที่เกิดจากความจำ(knowledge)
- 2) ความเข้าใจ (Comprehend)
- 3) การประยุกต์ (Application)

4) การวิเคราะห์ (Analysis) สามารถแก้ปัญหา ตรวจสอบได้

5) การสังเคราะห์ (Synthesis) สามารถนำส่วนต่าง ๆ มาประกอบเป็นรูปแบบใหม่ได้ให้แตกต่างจากรูปเดิม เน้นโครงสร้างใหม่

6) การประเมินค่า (Evaluation) วัดได้และตัดสินได้ถูกหรือผิด ประกอบการตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผลและเกณฑ์ที่มีความชัดเจน

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2557 กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ของนักวิชาการต่าง ๆ ดังนี้

เมเยอร์ (Mayor) ในการออกแบบสื่อการเรียนการสอน การวิเคราะห์ ความจำเป็นเป็นสิ่งสำคัญ และตามด้วยจุดประสงค์ของการเรียน โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

- 1) พฤติกรรม ควรชี้ชัดและสังเกตได้
- 2) เงื่อนไข พฤติกรรมสำเร็จได้ควรมีเงื่อนไขในการช่วยเหลือ
- 3) มาตรฐาน พฤติกรรมที่สามารถอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดได้

บรูเนอร์ (Bruner) กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ประกอบด้วย

- 1) ความรู้ที่ถูกสร้างหรือหล่อหลอมด้วยประสบการณ์
- 2) ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียน
- 3) ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความหมายขึ้นมาจากแง่มุมต่าง ๆ
- 4) ผู้เรียนอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นจริง
- 5) ผู้เรียนเป็นผู้เลือกเนื้อหาและกิจกรรมเอง
- 6) เนื้อหาควรถูกสร้างโดยภาพรวม

ไทเลอร์ (Tylor) กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ประกอบด้วย

1) ความต่อเนื่อง (continuity) หมายถึง ในวิชาปฏิบัติต้องเปิดโอกาส ให้มีการฝึกทักษะในกิจกรรมและประสบการณ์บ่อย ๆ และต่อเนื่องกัน

2) การจัดช่วงลำดับ (sequence) หมายถึง การจัดสิ่งที่ยาก ไปสู่ สิ่งที่ยาก ดังนั้นการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ให้มีการเรียงลำดับก่อนหลัง เพื่อให้ได้เรียน เนื้อหาที่ยากขึ้น

3) บูรณาการ (integration) หมายถึง การจัดประสบการณ์ในลักษณะที่ช่วยให้ผู้เรียน ได้เพิ่มพูนความคิดเห็นและได้แสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถทั้งหมดของผู้เรียนที่จะได้ใช้ประสบการณ์ได้ในสถานการณ์ต่าง ๆ กัน ประสบการณ์การเรียนรู้จึงเป็นแบบแผนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสถานการณ์ที่แวดล้อม

สรุปทฤษฎีการเรียนรู้ คือ กระบวนการที่ทำให้คนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ความคิด ซึ่งจะสามารถเรียนได้จากการได้ยิน สัมผัส การอ่าน การใช้เทคโนโลยี การซักถาม ประสบการณ์ที่มีอยู่ ดังนั้น ผู้สอนจะต้องพิจารณาเลือกรูปแบบการสอน รวมทั้งการสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน

6.2.2 ขั้นตอนการเรียนรู้

พระมหาสุทิตย์ อาภากรโ (2548) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของการคิดและการเรียนรู้ว่าส่วนใหญ่ มักเริ่มต้นจากสิ่งที่ทำให้คิด หรือวัตถุประสงค์ที่เกิดขึ้นปัจจัยของการคิดและการเรียนรู้โดยมีพัฒนาการและ

การประยุกต์อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งอาจเริ่มต้นจากการเข้าใจในความหมาย การเห็นข้อมูล (Data) การรับรู้ในระดับสารสนเทศ (Information) ซึ่งเป็นความเข้าใจต่อจากระดับปรากฏการณ์ข้อเท็จจริงไปจนถึงระดับความรู้ (Knowledge) ที่เป็นประสบการณ์ของการรับรู้และเข้าใจถึงเบื้องลึก มากกว่าระดับของปรากฏการณ์ และพัฒนาไปถึงขั้นปัญญา (Wisdom) ความรู้แจ้งภายใน (Insight) ที่เป็นความเข้าใจจนสามารถมองเห็นปรากฏการณ์และสิ่งต่าง ๆ ในภาพรวมได้อย่างเชื่อมโยง

ในขณะที่ Gagne Robert M. (1970) ได้ผสมผสานทฤษฎีพฤติกรรมนิยมกับทฤษฎีความรู้ความเข้าใจ สรุปเป็น 8 ขั้นตอน คือ

1) การเรียนรู้สัญญาณ (Sign Learning) เป็นการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับสุดท้าย เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นโดยไม่ตั้งใจ เช่น จากการทดลองการหลั่งน้ำลายของสุนัข เมื่อได้ยินเสียง กระดิ่งตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีเงื่อนไขของพาฟลอฟ หรือจะเป็นการเรียนรู้สัญญาณเป็นสิ่งที่เราสามารถ สังเกตเห็นจากการใช้ชีวิตประจำวันของเรา ได้แก่ การกระพริบตา เมื่อมีของมากระทบตา

2) การเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้า และการตอบสนอง (Stimulus Response Learning) เป็นการเคลื่อนไหวของอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อสิ่งเร้า เป็นการเน้นข้อต่อ ระหว่างสิ่งเร้า และการตอบสนองโดยผู้เรียนเป็นผู้กระทำเอง เช่น การทดลองจิกแป้นสีของนกพิราบ จากการทดลองของ สกินเนอร์

3) การเรียนรู้การเชื่อมโยง (Chaining) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการ เชื่อมโยง ระหว่างสิ่งเร้า และการตอบสนองติดต่อกันเป็นการเรียนรู้ในด้านทักษะ เช่น การเขียน การ อ่าน การพิมพ์ดีด เป็นต้น

4) การเชื่อมโยงทางภาษา (Verbal Association) เป็นการเชื่อมโยง ความหมายของภาษา โดยออกมาเป็นคำพูด แล้วจึงเขียนเป็นตัวอักษร เช่น การเรียนการใช้ภาษา รวมทั้ง การเขียนตัวอักษรด้วย

5) การแยกประเภท (Multiple Discrimination Learning) เป็นความสามารถ ในการแยกสิ่งเร้าและการตอบสนอง ผู้เรียนเห็นความแตกต่างของสิ่งของประเภทเดียวกัน เป็นการจำแนกความแตกต่างด้านทักษะและภาษา สามารถแยกลักษณะของลายเส้นจากหมึกเขียนได้

6) การเรียนรู้ความคิดรวบยอด (Concept Learning) เป็นความสามารถที่ผู้เรียนมองเห็นลักษณะร่วมของสิ่งต่าง ๆ เช่น เมื่อนึกถึงวิทยุก็นึกถึงความถี่ของเสียง การใช้ไฟฟ้าและ แบตเตอรี่ การรับฟังข่าวสาระบันเทิงได้

7) การเรียนรู้หลักการ (Principle Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการนำความคิดรวบยอดสองความคิดหรือมากกว่ามาสัมพันธ์กัน แล้วสรุปตั้งเป็นกฎเกณฑ์ขึ้น เช่น ไฟฟ้า เป็นสื่อนำความร้อน

8) การเรียนรู้การแก้ปัญหา (Problem-Solving Learning) การเรียนรู้ ด้วยการแก้ปัญหา เกิดขึ้นจากที่ผู้เรียนนำหลักการที่มีประสบการณ์มาก่อนมาใช้ในการแก้ปัญหา เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมและปัญหา เช่น ไฟฟ้าเป็นสื่อนำความร้อน เราก็นำไฟฟ้ามามาใช้หุงต้มได้

6.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้

Gagne and Briggs (1979) ได้แบ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้เป็น 2 ประเภท คือ

1) ปัจจัยภายนอก (External Factors) เป็นปัจจัยเดิมของการเรียนรู้ ได้แก่

(1) การต่อเนื่อง (Contiguity) การให้ผู้เรียนเรียนรู้จากสิ่งเร้า พร้อมกับให้ผู้เรียนตอบสนองในสิ่งที่ต้องการ

(2) การทำซ้ำ (Repletion) คือ การให้ผู้เรียนเรียนรู้ โดยใช้สิ่งเร้าแล้ว ตอบสนองหลายครั้งจนสามารถเรียนรู้ได้

(3) การให้การเสริมแรง (Reinforcement) คือ การเสริมกำลังใจให้เกิด ความพอใจในการเรียนรู้

2) ปัจจัยภายใน (Internal Factors) เป็นสิ่งภายในที่ผู้เรียนต้องมีเพื่อให้เกิด การเรียนรู้ได้แก่

(1) ข้อเท็จจริง (Factual Information) อาจเรียนขณะนั้นหรือระลึกจากที่เคยเรียนมาแล้ว

(2) ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) หมายถึง ความสามารถในสติปัญญาเพื่อการเรียนรู้โดยระลึกจากประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมา

(3) ยุทธศาสตร์ (Strategies) หมายถึง สมรรถภาพที่ควบคุมการเรียนรู้ ความตั้งใจ ทั้งการจำและพฤติกรรมความคิดของมนุษย์เป็นกระบวนการทำงานภายในสมองของมนุษย์ ซึ่งผู้เรียนอาจได้รับแนวทางในขณะที่เรียน หรือถูกกระตุ้นตัวเองจากการเคยฝึกมาก่อน

6.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร

ความหมาย การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร หมายถึง การดำเนินการเพื่อให้เทคโนโลยีการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นความรู้ ข่าวสาร ข้อมูล แนวคิด ข้อเสนอ ตัวอย่างหรือข้อปฏิบัติ ต่าง ๆ ไปยังผู้รับเป้าหมายปลายทาง คือ เกษตรกร และผู้สนใจ อาจด้วยวิธีการส่งเสริมการเกษตรเพื่อให้เกิดผลหลัก 2 ประการได้แก่

1) ตอบสนองความต้องการและความจำเป็นเฉพาะของบุคคล คือ เกษตรกรเป็นหลัก

2) บุคคลเป้าหมายหลัก ได้แก่ เกษตรกรเกิดการเรียนรู้ และสามารถนำเทคโนโลยีการเกษตรหรือความรู้นั้นไปประยุกต์ภายใต้สถานการณ์ของตนเองให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ตามความหมายของการถ่ายทอดเทคโนโลยีดังกล่าวข้างต้น ซึ่งการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร มีองค์ประกอบหลักๆ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2555) ได้แก่

1) นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรเป็นผู้ถ่ายทอด

2) เกษตรกรเป็นบุคคลเป้าหมายที่ได้รับการถ่ายทอด

3) เทคโนโลยีการเกษตรเป็นเนื้อหาของการถ่ายทอด เช่น ความรู้ ข่าวสาร ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร

4) วิธีการถ่ายทอดเทคโนโลยี หมายถึง วิธีการส่งเสริมการเกษตรในรูปแบบต่าง ๆ ที่ทำให้เกษตรกรเรียนรู้เทคโนโลยีการเกษตรและสามารถนำไปประยุกต์ได้ เช่น การให้คำแนะนำ การฝึกอบรม ฯลฯ

หลักการการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรจัดเป็นลักษณะหนึ่งของการสื่อสาร หรือกล่าวได้ว่าการถ่ายทอดเทคโนโลยีใช้การสื่อสารเป็นเครื่องมือในการทำงานที่สำคัญ องค์ประกอบหลักของการถ่ายทอดเทคโนโลยีจึงเป็นองค์ประกอบเช่นเดียวกับการสื่อสาร ได้แก่ ผู้ส่ง ผู้รับ เนื้อหา (สาร) และช่องทาง (วิธีการ) โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีจะดำเนินการภายใต้ เป้าหมายที่ชัดเจนเพื่อตอบสนองความต้องการของบุคคลเป้าหมาย โดยใช้การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate Technology) ซึ่งบุคคลเป้าหมายได้รับการถ่ายทอดไปแล้วสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อการประกอบอาชีพหรือการดำรงชีวิตได้อย่างแท้จริง

6.3 ความหมายของสื่อ

คำว่า “สื่อ” มีบทบาทสำคัญมากในสังคมยุคปัจจุบัน เพราะเป็นตัวเชื่อมโยงทั้งข้อมูลความรู้ และเชื่อมโยงการบริหารงานระหว่างบุคคลให้มีความเข้าใจดังนั้นความหมายของคำว่า “สื่อ” อย่างถูกต้องยังส่งผลให้เกิดกระบวนการเชื่อมโยงที่มีสาระสำคัญในหลาย ๆ ประการได้

6.3.1 สื่อ หมายถึง

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2543 ได้ให้ความหมายไว้ว่า อ (กริยา) หมายถึง ติดต่อให้ถึงกัน เช่น สื่อความหมาย ชักนำให้รู้จักกัน สื่อ (นาม) หมายถึง ผู้หรือสิ่งที่ติดต่อให้ถึงกันหรือชักนำให้รู้จักกัน นอกจากนี้ยังมีความหมายที่ใกล้เคียงกับคำว่าสื่อ ได้แก่คำว่า การติดต่อสื่อสาร ซึ่ง หมายถึง การถ่ายทอดและแลกเปลี่ยนข้อเท็จจริง ความรู้สึก ความเครียด หรือการกระทำต่าง ๆ โดยมีเจตนาที่จะเปลี่ยนพฤติกรรมของบุคคล พฤติกรรมในที่นี้หมายถึงการเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจ ทักษะและพฤติกรรมที่แสดงออกโดยเปิดเผย (Rogers, 1976)

6.3.2 ประเภทของสื่อ

สื่อสามารถจำแนกตามลักษณะได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1) สื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ หนังสือ เอกสารสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่หลายชนิด เช่น เอกสาร หนังสือเรียน หนังสือพิมพ์ นิตยสาร วารสาร รายงาน และอื่น ๆ

2) สื่อเทคโนโลยี ได้แก่ สื่อการเรียนรู้ที่ผลิตขึ้น หรือเครื่องมือที่เป็นเทคโนโลยีใหม่ เช่น การใช้ อินเทอร์เน็ต การศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม

3) สื่ออื่น ๆ เช่น สื่อบุคคล ซึ่งสามารถถ่ายทอดสาระความรู้ แนวคิดและประสบการณ์ไปสู่บุคคลอื่น หรือ สื่อกิจกรรม ที่กำหนดหรือสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการฝึกทักษะความรู้ และสื่อวัสดุ หมายถึง วัสดุที่ประดิษฐ์ขึ้นใช้เพื่อประกอบการเรียนรู้ เช่น เครื่องมือช่าง แผนที่ หุ่นจำลอง และอื่น ๆ

6.3.3 หลักสำคัญของการสื่อสาร

ความน่าเชื่อถือ เพื่อให้เกิดความมั่นใจและสนใจรับฟังข่าวสารนั้น

- 1) ความเหมาะสม การสื่อสารที่ดีต้องเหมาะสมกลมกลืนกับวัฒนธรรมของสังคมนั้น ๆ
- 2) เนื้อหาสาระ ข่าวสารที่ดีต้องมีเนื้อหาสาระที่เป็นประโยชน์แก่สังคมส่วนรวม
- 3) ช่องทางการสื่อสาร เป็นช่องทางที่สามารถสื่อสารถึงตัวบุคคลหรือกลุ่มเป้าหมายได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง

4) มีความสม่ำเสมอ การสื่อสารที่ได้ผลดีต้องมีความต่อเนื่องและสม่ำเสมอมีความเที่ยงตรง
สรุป สื่อ คือ สิ่งที่ใช้ติดต่อเชื่อมโยงถึงกัน หรือเป็นการถ่ายทอดข้อเท็จจริง ความรู้สึก และทัศนคติ หรือทักษะความรู้ของผู้ที่ต้องการถ่ายทอดไปยังผู้รับข่าวสาร โดยผ่านเทคโนโลยีหรือเครื่องมือที่ทันสมัย หรือจะผ่านตัวอักษรโดยอยู่ในรูปของหนังสือหรือคู่มือ สื่อจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็น ซึ่งต้องมีความน่าเชื่อถือทั้งเนื้อหาสาระและความถูกต้อง

6.3.4 การใช้สื่อในการฝึกอบรม

รศสุคนธ์ มกรมณี (2549) กล่าวว่า การฝึกอบรมเป็นการสร้างภาวะการเรียนรู้ เพื่อเพิ่มเติมสมรรถภาพและประสิทธิภาพด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและเจตคติ ให้แก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม ทำให้สามารถนำสิ่งที่ได้รับจากการฝึกอบรมไปปรับใช้ ได้กับการปฏิบัติงานจริง สิ่งหนึ่งที่จะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี คือ “สื่อการเรียนรู้” ซึ่งมีอยู่หลายประเภท อย่างไรก็ตาม สื่อที่จำเป็นในการฝึกอบรม คือ สื่อประเภทวิธีการ ซึ่งในการฝึกอบรมมักจะเรียกว่าเทคนิคการฝึกอบรม ซึ่งการเลือกใช้เทคนิคการฝึกอบรมให้เหมาะกับโครงการฝึกอบรมในแต่ละครั้ง เป็นเรื่องที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการฝึกอบรม เพราะเทคนิคการฝึกอบรมที่เหมาะสมช่วยให้เกิดการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

