บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ดิน หมายถึง เทหวัตถุธรรมชาติ (natural body) ที่ปกคลุมผิวโลกอยู่บางๆ เกิดขึ้นจากผลของการแปรสภาพหรือผุพังของหินและแร่ และอินทรียวัตถุผสมคลุกเคล้ากัน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

ความสำคัญของดิน (สนั่น, 2552)

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญต่อมนุษย์ สัตว์และพืช เพราะเป็นแหล่งผลิตของปัจจัย 4 คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัยและยารักษาโรค สิ่งมีชีวิตทั้งหลายต้องอาศัยดินในการยังชีพและการเจริญเติบโต

ความสำคัญของดินที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชต้องอาศัยดินในการเจริญเติบโตตั้งแต่เริ่มงอกจากเมล็ดจนกระทั่งให้ดอกออกผล ความสามารถในการให้ผลผลิตแก่พืชของดินแต่ละที่จะไม่เท่ากัน ดินในบางแห่งอาจมีความอุดมสมบูรณ์และความสามารถในการให้ผลผลิตแก่พืชได้ดี แต่ดินบางแห่งไม่มีประโยชน์ต่อพืชเลย ต้องได้รับการปรับปรุงจึงจะทำให้พืชงอกงาม โดยทั่วไปแล้วดินมีหน้าที่ต่อการเจริญเติบโตของพืชดังต่อไปนี้ 1) ดินเป็นที่ยึดเกาะของรากพืชให้ลำต้นตั้งตรง 2) ดินเป็นแหล่งเก็บน้ำเพื่อการเจริญเติบโตของพืช 3) ดินเป็นแหล่งเก็บอากาศให้รากพืชใช้หายใจ 4) ดินเป็นแหล่งธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

ดินบนพื้นที่สูง

ดินที่พบบริเวณพื้นที่สูงมีลักษณะและสมบัติของดินที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆที่ควบคุมการกำเนิดของดิน หากพิจารณาลักษณะและสมบัติของดินโดยไม่คำนึงถึงความลาดชันของพื้นที่ จะพบว่าถูกจัดรวมอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 62 เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 26 27 29 30 31 34 35 36 39 45 47 48 50 51 53 55 และ 56 โดยกลุ่มชุดดินดังกล่าวมีปัญหาหรือข้อจำกัดในการนำมาใช้ประโยชน์ คือ สภาพพื้นที่มีความลาดชันสูง ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินอย่างรุนแรง ดินบนพื้นที่สูงจะมีลักษณะของดินและความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของหินต้นกำเนิดในบริเวณนั้น บางแห่งอาจเป็นดินลึก แต่ส่วนใหญ่มักเป็นดินตื้น และมีเศษก้อนหินหรือดินหินโผล่ กระจัดกระจายทั่วไป ส่วนใหญ่ยังปกคลุมด้วยป่าไม้ประเภทต่างๆ เช่นป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง หรือป่าดิบชื้น มีพื้นที่หลายแห่งทำไร่เลื่อยลอย โดยไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำ (อุทิศ, 2557)

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (soil fertility) คือ ความสามารถของดินในการให้ธาตุอาหารในรูปที่เป็นประโยชน์แก่พืช ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินสูง (fertile soil) คือดินที่ให้ธาตุอาหารรูปที่เป็นประโยชน์แก่พืชครบทุกธาตุ แต่ละธาตุเพียงพอและสมดุลกับความต้องการของพืช (ยงยุทธและคณะ, 2551)

ดินที่อุดมสมบูรณ์ หมายถึง ดินที่มีแร่ธาตุอาหารพืชต่างๆอยู่ในปริมาณและสัดส่วนเหมาะสมและสมดุล

ดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ประกอบด้วยลักษณะทั่วไปคือ มีโครงสร้างของดินดี เนื้อดินไม่หยาบหรือละเอียดเกินไป หน้าดินลึก ร่วนซุย อุ้มน้ำและถ่ายเทอากาศดี เหมาะต่อการชอนไชของ

รากพืช เป็นต้น สมบัติดังกล่าวสามารถปรับปรุงได้ โดยการเพิ่มหรือรักษาอินทรียวัตถุไม่ให้สูญเสียไปจากดิน รักษากายภาพของดินด้วยการคลุมดิน การให้น้ำที่เหมาะสมและต้องมีสมบัติด้านความอุดมสมบูรณ์ที่ดี มีธาตุอาหารพืชครบทุกธาตุ สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารพืชเป็นประโยชน์ให้แก่พืชในสัดส่วนที่เหมาะสม (มุกดา, 2544)

ผลิตภาพของดิน (soil productivity) หมายถึง ความสามารถของดินในสภาพตามธรรมชาติที่จะให้ผลผลิตหนึ่งๆ ภายใต้การจัดการ การดูแลรักษา และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ผลิตภาพของดินขึ้นกับความอุดมสมบูรณ์ของดินและปัจจัยอื่นๆ เช่น ปัจจัยสิ่งแวดล้อม ความชื้น อุณหภูมิ แสงแดด ความซุยของดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง อินทรียวัตถุในดิน การป้องกันโรคและแมลง การจัดการดิน

การจัดการอินทรียวัตถุในดิน

การจัดการอินทรียวัตถุ ต้องทำในทุกกรณีไม่ว่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินจะต่ำหรือสูง เพราะอินทรียวัตถุมีการย่อยสลายตามธรรมชาติ หากปริมาณอินทรียวัตถุที่สลายไปจากการใช้ที่ดินในการปลูกพืชแต่ละปีสูงกว่าปริมาณเศษซากพืชที่กลับคืนลงไปทดแทน ปริมาณอินทรียวัตถุในดินจะค่อยๆลดลงไปเรื่อยๆ ปริมาณสารอินทรีย์ที่ลงไปควรมากกว่าอัตราสลายตัว เพื่อให้อินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น ซึ่งจะช่วยให้สมบัติของดินดีขึ้น เช่น โครงสร้างดินดีขึ้น ดินดูดซับอาหารและอุ้มน้ำได้มากขึ้น ป้องกันการกร่อนดินและการอัดตัวแน่นของดิน ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะแก่การอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในดิน (ยงยุทธ, 2557)

โลหะหนัก

โลหะหนัก คือธาตุที่มีความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 5 ขึ้นไป ซึ่งได้แก่ แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว แมงกานีส นิกเกิล โครเมียม เหล็ก สังกะสี และปรอท (ศุภมาศ, 2545) โลหะหนักในแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติทางเคมีที่มีความแตกต่างกัน ทำให้ความเป็นพิษของโลหะหนักในแต่ละตัวมีความแตกต่างกันออกไป โลหะหนักบางชนิดถ้ามีในปริมาณที่น้อยอาจจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อพืชและสัตว์ เช่น แมงกานีส และสังกะสีเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นของพืชแต่พืชต้องการไปใช้ในการเจริญเติบโตในปริมาณที่น้อย แต่หากมีปริมาณที่มากเกินไปจะส่งผลอันตรายต่อพืช

ดินบนพื้นที่สูงมักจะพบการสะสมของโลหะหนักอาซินิค (Arsenic: As) โดยเฉพาะดินที่มีการปลูกพืชเชิงพาณิชย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง จากรายงานการตรวจวิเคราะห์โลหะหนักในดินของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง 38 ศูนย์ โดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง ในระหว่างปี พ.ศ. 2554-2558 จำนวน 710 ตัวอย่าง พบว่า ร้อยละ 71 ของตัวอย่างดิน มีปริมาณสารอาซินิคสูงกว่าค่ามาตรฐาน (3.9 mg/kg) โดยบางพื้นที่ตรวจพบ ความเข้มข้นของอาซินิคในดินสูงสุด 783 mg/kg โดยศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปังค่า ห้วยน้ำริน แม่ลาน้อย ปางอุ๋ง ทุ่งเรา ทุ่งเริง และม่อนเงาะ ตรวจพบอาซินิคในดินเกินมาตรฐานทุกตัวอย่างดิน (112 ตัวอย่าง) (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2558)

หลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

หลักการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (participatory action research; PAR) คือ การผสานการร่วมลงมือปฏิบัติจริง (action) กับการวิจัย (research) เข้าด้วยกัน โดยอาศัยกระบวนการรวมกลุ่มคนที่มีความสนใจหรือมีเป้าหมายในการดำเนินงานเหมือนกันมาทำงานร่วมกัน ซึ่งการทำงานมีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจร (cycles) ประกอบด้วย ขั้นตอนการวางแผน การลงมือปฏิบัติ และการประเมินผลการดำเนินงาน รวมทั้งมีการสรุปบทเรียน (lesson learned) เป็นระยะ เพื่อนำผลดังกล่าวมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการทำงานในขั้นตอนต่อไป ซึ่งประโยชน์ของการทำงานตามกระบวนการดังกล่าว คือ เป็นการช่วยเพิ่มศักยภาพของกลุ่มในขณะดำเนินงาน รวมทั้งทำให้ได้องค์ความรู้ที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น

ผลกระทบ/ปัญหา/ผลการศึกษา

ดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูง

ดินบนพื้นที่สูงจัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 62 พบอยู่บนสภาพที่เป็นภูเขาสูงหรือเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน ส่วนใหญ่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ เนื้อดินที่พบตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียว สีดินตั้งแต่สีน้ำตาลจนแดง ปฏิกิริยาตั้งแต่เป็นกรดจัดถึงด่างแก่ ความอุดมสมบูรณ์ของดินผันแปรตั้งแต่ต่ำจนสูง นอกจากนี้ยังพบเศษหิน โผล่กระจัดกระจายทั่วไป

ปัญหาและข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูงเพื่อการเกษตร คือการเสื่อมสภาพของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดต่ำลง โครงสร้างของดิน และการพังทลายของดิน ซึ่งหากไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมจะมีการชะล้างพังทลายของดินสูงระหว่าง 8-50 ตัน/ไร่ ต่อปี

ผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยปราศจากการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ถูกต้อง

ผลกระทบที่เกิดจากการทำเกษตรบนพื้นที่ลาดชันมีสาเหตุหลักจากการเกิดการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินและจากการชะกร่อนสูญเสียดิน (มัตติกา, 2547)

<u>ผลกระทบที่เกิดกับพื้นที่เพาะปลูกโดยตรง</u>

1) การสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยตรง เนื่องจากพื้นที่เป็นที่ลาดชัน การไหลบ่าของน้ำบนผิวหน้าดินที่มีอัตราการไหลสูง และอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินต่ำ ทำให้ปุ๋ยและธาตุอาหารที่อยู่บริเวณผิวดินถูกชะไหลลงมาตามความลาดเท โดยน้ำที่ไหลบ่าบนผิวหน้าดินจะพัดพากัดเซาะให้ผิวดินเกิดการชะกร่อนและพังทลายเกิดเป็นร่องน้ำ ผิวดินถูกพัดพาไปได้ง่าย

2) สูญเสียอินทรียวัตถุและความอุดมสมบูรณ์ของดิน อินทรียวัตถุที่ผิวดินบริเวณส่วนบนของความลาดชันอาจถูกพัดพาสู่ส่วนล่างหรือสูญเสียไปกับกระแสน้ำ ทำให้ผิวดินแน่น อัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินต่ำยิ่งเพิ่มอัตราการไหลบ่าบนผิวหน้าดินให้รุนแรงขึ้น การกักเก็บน้ำฝนในดินมีน้อย

<u>ผลกระทบที่เกิดกับระบบนิเวศน์สิ่งแวดล้อม</u>

1) เกิดการตื้นเขินของแหล่งน้ำ เนื่องจากหน้าดินถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำ

2) การชะกร่อนพังทลายอาจก่อให้เกิดแผ่นดินถล่ม

3) เกิดมลพิษสะสมในดินและแหล่งน้ำ เนื่องจากการเกษตรในปัจจุบันนิยมใช้ปุ๋ยเคมีและยาปราบศัตรูพืช ซึ่งสารเหล่านี้อาจถูกสะสมในดินและไหลลงสู่แหล่งน้ำ

อินทรียวัตถุมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ ทางชีวภาพ และทางเคมี ซึ่งมีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและการเจริญเติบโตของพืช การทำเกษตรอย่างต่อเนื่อง หากไม่มีการเพิ่มเติมอินทรียวัตถุให้ดินจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ดินเสื่อมโทรมและผลผลิตของดินลดลง วิธีการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินที่ปฏิบัติกันทั่วไปได้แก่การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปของปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด และเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม จึงมีผลพลอยได้จากกิจกรรมทางการเกษตรที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการเพิ่มพูนอินทรียวัตถุให้แก่ดินได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามในการตัดสินใจเลือกใช้วัสดุอินทรีย์เพื่อปรับปรุงดิน ควรให้ความสำคัญกับคุณภาพของวัสดุอินทรีย์โดยพิจาณาจากค่า C:N ratio ของวัสดุเป็นประการแรก ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการขาดธาตุไนโตรเจนระหว่างการปลูกพืช (พัชรี, 2549)

ดินบนพื้นที่สูงมักจะพบการสะสมของโลหะหนักอาซินิค (Arsenic: As) โดยเฉพาะดินที่มีการปลูกพืชเชิงพาณิชย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง จากรายงานการตรวจวิเคราะห์โลหะหนักในดินของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง 38 ศูนย์ โดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง ในระหว่างปี พ.ศ. 2554-2558 จำนวน 710 ตัวอย่าง พบว่า ร้อยละ 71 ของตัวอย่างดิน มีปริมาณสารอาซินิคสูงกว่าค่ามาตรฐาน (3.9 mg/kg) โดยบางพื้นที่ตรวจพบ ความเข้มข้นของอาซินิคในดินสูงสุด 783 mg/kg โดยศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปังค่า ห้วยน้ำริน แม่ลาน้อย ปางอุ๋ง ทุ่งเรา ทุ่งเริง และม่อนเงาะ ตรวจพบอาซินิคในดินเกินมาตรฐานทุกตัวอย่างดิน (112 ตัวอย่าง) (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2558)

การอนุรักษ์ดินและน้ำ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ มาตรการทางวิธีกล และมาตรการทางพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

1) มาตรการทางวิธีกล เป็นวิธีการควบคุมน้ำไหลบ่าหน้าดิน โดยการสร้างสิ่งกีดขวางความลาดเทของพื้นที่ และทิศทางการไหลของน้ำ ช่วยลดและชะลอความเร็วของกระแสน้ำ เป็นวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง แต่ต้องลงทุนและต้องใช้ความชำนาญในการก่อสร้าง มาตรการทางวิธีกลมีหลายวิธี ได้แก่ การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับ การทำร่องน้ำไปตามแนวระดับ การทำขั้นบันไดดิน การทำคันดินคูรับน้ำขอบเขา การปลูกพืชโดยไม่ไถพรวน เป็นต้น

2) มาตรการทางพืช เป็นวิธีการเพิ่มความหนาแน่นของพืช การคลุมดินป้องกันเม็ดฝนกระทบผิวดิน ตลอดจนการปรับปรุงบำรุงดินมีการลงทุนต่ำ มีหลายวิธีการ ได้แก่ การปลูกพืชคลุมดิน การคลุมดินโดยใช้เศษวัสดุต่างๆ การปลูกพืชปุ๋ยสด การปลูกพืชสลับเป็นแถบ การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชแซม การปลูกพืชเหลื่อมฤดู คันซากพืช เป็นต้น

หลักการบำรุงดิน

หลักการบำรุงดินให้มีผลิตภาพสูงอย่างยั่งยืน (ยงยุทธ และคณะ, 2551) มี 2 วิธีคือ 1) การบำรุงดินแบบผสมผสาน โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ เพื่อบำรุงดินในด้านฟิสิกส์ เคมีและชีวภาพ ตลอดจนการปลดปล่อยธาตุอาหารต่างๆออกมาให้พืชใช้ประโยชน์ และในส่วนของธาตุอาหารที่ขาดก็เสริมด้วยปุ๋ยเคมีตามความจำเป็นโดยการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นตัวบ่งชี้ถึงชนิดและอัตราของปุ๋ยเคมีที่ใช้ 2) การ

บำรุงดินแบบเกษตรอินทรีย์ เน้นการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ ตลอดจนการคืนเศษซากพืชกลับลงสู่ดิน ใช้ระบบพืชหมุนเวียน โดยมีพืชตระกูลถั่วซึ่งเป็นพืชบำรุงดินในระบบอย่างเหมาะสม รวมทั้งการใช้วัสดุอินทรีย์ที่อนุญาตให้ใช้สำหรับบำรุงดิน

การจัดการธาตุอาหารพืช

หลักการจัดการธาตุอาหารพืช คือ การให้ธาตุอาหารแก่พืชในปริมาณและช่วงระยะเวลาที่พืชต้องการ ธาตุอาหารแต่ละชนิดที่อยู่ในดินจะมีการเคลื่อนย้ายได้แตกต่างกันไป ซึ่งจะมีผลต่อความเป็นประโยชน์สำหรับพืช (Dobermann and Fairhu, 1999) และดินจะสูญเสียธาตุอาหารจากการดูดใช้ของพืชที่ปลูกในทุกๆ ปี เกิดการสูญเสียไปจากดิน เช่น การกร่อนดิน การชะล้าง การระเหย เป็นต้น และเกิดจากการสูญเสียไปกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวออกไป ทำให้ธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินค่อยๆ หมดไป ส่งผลต่อผลผลิตพืช ดังนั้น การเพิ่มธาตุอาหารที่ไม่เพียงพอและการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตพืชได้อย่างรวดเร็ว และการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินส่งผลให้ผลผลิตพืชสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

การจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินในการผลิตผักอินทรีย์ (ศริษฐ์สพล, 2558)

1) การปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้ระบบการปลูกพืช ได้แก่ การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชปุ๋ยสด และการปลูกพืชคลุมดิน ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะทำให้อินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น มีการสะสมธาตุอาหาร เพิ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน ป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน

2) การปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และเศษพืชเพื่อปรับปรุงบำรุงดินจะทำให้โครงสร้างของดินมีอินทรียวัตถุ ธาตุอาหารพืช และปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยลดความเป็นกรดเป็นด่าง ช่วยให้ดินร่วนซุยและอุ้มน้ำได้ดี

3) การใช้จุลินทรีย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพืช จุลินทรีย์เหล่านี้มีประโยชน์ในการช่วยตรึงไนโตรเจน ละลายฟอสฟอรัสและธาตุอาหารพืชชนิดอื่นๆ

4) การปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้วัสดุที่เกิดจากแหล่งธรรมชาติ ได้แก่ การใช้โดโลไมท์ ปูนมาร์ล หินฟอสเฟต เปลือกหอย กระดูกป่น เป็นต้น

ในปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มี ความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนโลหะหนักในดิน เนื่องจากมีกิจกรรมหลายประเภทที่เป็นแหล่งกำเนิด และนำโลหะหนักมาใช้กันมาก เช่น ในด้านอุตสาหกรรม ด้าน เกษตรกรรม ส่วนใหญ่โลหะหนักที่ปนเปื้อนในดิน เช่น สารหนู (As), โคบอลต์ (Co), แคดเมียม (Cd), โครเมียม (Cr),ทองแดง (Cu), ปรอท (Hg), นิกเกิล (Ni), ตะกั่ว (Pb), และสังกะสี (Zn) (กรมวิชาการเกษตร และ สหกรณ์, 2548) โลหะหนักสามารถถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิต โดยผ่านไปตามห่วงโซ่อาหารแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อม เมื่อมนุษย์ได้รับจะเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อ ทำให้เกิดอันตรายอาจพิการหรือเสียชีวิตได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีการศึกษาเพื่อหาวิธีที่ถูกต้องในการจัดการโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินมีด้วยกันหลายวิธี เช่น การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) การเผาไหม้ (incineration) การระเหย (volatilization) การดูดซับโดยใช้ความร้อน (thermal adsorption) และการใช้ วิธีทางชีวภาพ (biological techniques) แต่วิธีดังกล่าวค่อนข้างยุ่งยากและซับซ้อน อีกทั้ง ยังมีค่าใช้จ่ายที่สูง จึงได้มีการศึกษาการบำบัดโลหะหนักโดยใช้พืชซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดค่าใช้จ่ายเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การดูดซับและการสะสมของตะกั่วใน พืช 26 สายพันธุ์ มีพืชสายพันธุ์ต่างๆ ที่สามารถสะสม สารตะกั่วไว้ได้โดยไม่ได้รับอันตรายและพืชที่เหมาะสม สำหรับใช้ในการบำบัดโลหะหนัก ได้แก่ พืชจำพวกข้าว โอ๊ต, ข้าวบาเล่ย์, ทานตะวัน, หญ้า และอื่นๆ (ดวงกมล และคณะ, 2556)

นอกจากนี้ ยังพบว่า หญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพดินที่มีโลหะหนัก จึงมีการนำหญ้าแฝกมาปลูกเพื่อใช้บำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท และดูดซับโลหะหนักจากดิน ได้แก่ การปลูกหญ้าแฝกรอบขอบบ่อบำบัดน้ำทิ้งเพื่อให้หญ้าแฝกช่วยดูดซับโลหะหนักบางชนิด การปลูกหญ้าแฝก เพื่อดูดซับโลหะหนักจากดิน การปลูกหญ้าแฝกแล้วให้น้ำทิ้งไหลผ่านในอัตราการไหลที่เหมาะสม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550)

<u>ปัจจัยที่ควบคุมการเคลื่อยย้ายของโลหะหนัก มีดังนี้</u>

1. เนื้อดิน ลักษณะเนื้อดินที่มีความแตกต่างกันจะส่งผลถึงความสามารถในการเคลื่อนย้ายโลหะหนักในดิน ซึ่งโลหะที่อยู่ในดินเหนียวจะมีความสามารถเคลื่อนย้ายได้น้อย เนื่องจากสามารถยึดเกาะอยู่ในส่วนที่เป็น clay fraction ได้ดี โลหะหนักส่วนใหญ่จึงอยู่ในรูปของสารละลายดินทรายมากกว่าดินเหนียว (สุภาพร, 2545)

2. อินทรียวัตถุในดิน อินทรียวัตถุเป็นสารที่ทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อน เป็นตัวควบคุมการละลายของธาตุโลหะ ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของธาตุโลหะ เนื่องจากอินทรียวัตถุสามารถจับยึดโลหะหนักไว้ได้ (สุภาพร, 2545)

3. สภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน ความเป็นกรด-ด่างในดินเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารหรือสารพิษในดินเมื่อดินอยู่ในสภาพที่เป็นกรดไฮโดเจนไอออน (H+) ในดินจะมีการแข่งขันกับโลหะทำให้ดินมีความสามารถดูดซับแคตไอออนต่ำลง รวมถึงยังเป็นการเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนที่ของโลหะหนัก (วรชาติ วิศวพิพัฒน์, 2555)

4. สภาพศักดิ์รีดอกซ์ สภาพศักดิ์รีดอกซ์ที่ผันแปรในดินเป็นผลมาจากกระบวนการหายใจของจุลินทรีย์ในดิน หากดินมีการระบายอากาศได้ดี จุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนก็จะมีการเจริญเติบโตที่ดี แต่หากมีการระบายอากาศที่ไม่ดีทำให้การกระจายออกซิเจนบนผิวดินลงสู่ดินลดน้อยลงจุลินทรีย์ขาดออกซิเจนในการหายใจทำให้กลุ่มจุลินทรีย์อื่นที่สามารถใช้สารอื่นแทนออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนมากขึ้นและส่งผลให้ศักดิ์รีดอกซ์ของดินลดน้อยลง (สุภาพร, 2545)

5. ชนิด (species) ของโลหะหนัก โลหะหนักในแต่ละธาตุมีความสามารถเคลื่อนย้ายได้ยากง่ายต่างกัน โดยโลหะหนักที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย อย่างเช่น แคดเมียม สังกะสี และนิกเกิล เคลื่อนย้ายได้ปานกลาง คือ ทองแดง ส่วนที่เคลื่อนย้ายได้น้อยหรือไม่เคลื่อนย้ายเลย คือ ตะกั่ว ปรอทและโครเมียม (ศิริพร, 2549)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยใช้อินทรียวัตถุ ความอุดมสมบูรณ์ของดินบนพื้นที่สูง มีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง เนื่องจากปัญหาการชะล้างพังทลายของผิวหน้าดินและจากการขาดปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืช หากสามารถจัดระบบการปลูกพืชที่เหมาะสม ซึ่งมีทั้งพืชไร่ พืชตระกูลถั่วปลูกหมุนเวียนในระบบ และสามารถให้เศษเหลือของซากพืชกลับลงสู่ดินในปริมาณที่มากพอ ก็จะช่วยรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้ได้ (สนั่น, 2552)

จักรดุลย์และวิรัชชัย (2557) ศึกษาการปลูกข้าวไร่บนพื้นที่สูง จำนวน 22 แปลง ที่ไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่าแปลงที่ศึกษาส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินในระดับรุนแรง มากกว่า 20 ตัน/ไร่/ปี เนื่องจาก

ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีสูง (1,527 มม./ปี) และมีความลาดชันสูง (มากกว่า 40%)

ปัญหาความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำเป็นสาเหตุที่ทำให้การปลูกข้าวแบบนาขั้นบันไดให้ผลผลิตต่ำ เนื่องจากสมบัติของดินมีปริมาณแร่ดินเหนียวอยู่น้อย ความหนาแน่นรวมของดินต่ำ ดินเป็นกรด และธาตุอาหารพืชบางชนิดมีไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าว การปลูกพืชหมุนเวียนช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณโพแทสเซียมในดิน โดยระบบการปลูกข้าว-ถั่วแปะยี ให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นสูงสุด 13 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ควรมีการปลูกอย่างต่อเนื่องในพื้นที่เดิม และมีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวโดยการไถกลบ หรือนำวัสดุเหลือใช้ในแปลงให้เกิดประโยชน์เพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวนาขั้นบันได ให้ยั่งยืน (สุทธกานต์ และคณะ, 2557)

พืชตระกูลถั่วจะช่วยบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ขึ้น ช่วยสร้างดินในรูปของการเพิ่มอินทรียวัตถุที่ได้จากใบและลำต้นแห้งที่ร่วงหล่นสู่ดิน ทำหน้าที่ในการคลุม ดินรักษาความชื้นในดิน ป้องกันดินและผิวดินไม่ให้ได้รับผลกระทบที่รุนแรงจากน้ำฝนและแสงแดด พืชตระกูลถั่วมีคุณสมบัติที่เด่นหลายประการ ปลูกง่ายโตเร็วลำต้นมีใบจำนวนมากสับกลบแล้วเน่าเปื่อยสลายตัวเร็ว ที่สำคัญที่สุดมีรากที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศโดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในปมของราก เมื่อพืชตระกูลสลายตัวจะปลดปล่อยไนโตรเจนที่สะสมไว้ลงสู่ดิน ทำให้ดินได้รับธาตุไนโตรเจนเพิ่มขึ้นและเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน เป็นประโยชน์กับพืชหลักชนิดอื่นที่ปลูกร่วมหรือปลูกตามหลัง หากมีปริมาณเศษซากพืชมากพอจะช่วยให้พืชที่ปลูก ในพื้นที่ดังกล่าวมีการเจริญเติบโตงอกงามและให้ผลผลิตสูงขึ้น พืชตระกูลถั่วนอกจากจะช่วยในการปรับปรุงบำรุงดินและอนุรักษ์ดินและน้ำแล้ว ประโยชน์ที่สำคัญคือใช้เป็นพืชอาหารของมนุษย์ที่ให้โปรตีนสูง การใช้พืชตระกูลถั่วปลูกร่วมกับพืชหลักจะเป็นประโยชน์ทำให้ผลผลิตต่อพื้นที่มากขึ้น เพิ่มรายได้แก่เกษตรกรและลดปัญหาวัชพืช การปลูกข้าวโพดร่วมกับพืชตระกูลถั่วในพื้นที่อาศัยน้ำฝนทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ ชนิดพืชและพันธุ์พืช วิธีการจัดระบบการปลูกพืชและความต้องการของเกษตรกร

การใช้พืชตระกูลถั่ว 3 ชนิด เป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับมันสำปะหลังได้แก่ ถั่วพุ่ม ปอเทือง และถั่วมะแฮะ แล้วไถกลบเมื่ออายุ 60 วัน ซึ่งมีผลต่อการปลูกมันสำปะหลัง โดยที่แปลงควบคุมไม่มีการปลูกพืชตระกูลถั่วให้ผลผลิตเฉลี่ย 1.88 ตัน/ไร่ แต่เมื่อมีการปลูกถั่วพุ่ม ปอเทือง และถั่วมะแฮะ การปรับปรุงดินจะยกระดับการผลิตมันสำปะหลังได้โดยเฉลี่ย 5 ปี เพิ่มขึ้นเป็น 2.49 2.13 และ1.92 ตัน/ไร่ตามลำดับ (กอบเกียรติและคณะ, 2534)

การศึกษาการใช้ ถั่วพร้า ถั่วพุ่ม ถั่วมะแฮะ และปอเทือง เป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลัง ในชุดดินมาบบอน พบว่า ผลผลิตมันสำปะหลังตอบสนองต่อปอเทืองและถั่วพร้า ให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 5,499 และ 4,527 กิโลกรัม/ไร่ และให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด 1,487 และ 1,157 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ แต่เปอร์เซ็นต์แป้งวิธีการที่ใช้ถั่วพุ่มให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยสูงสุดคือ 30.07 เปอร์เซ็นต์ (นงปวีณ์, 2549)

สรัตนา และคณะ (2558) ศึกษาการป้องกันการสูญหายของธาตุอาหารในพื้นที่ลาดชัน ได้ดำเนินการทดลองที่แปลงทดลองเขาสวนกวาง ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร อ.เมือง จ.ขอนแก่น พบว่า การปลูกหญ้าแฝกตามแนว Contour ปลูกหญ้าแฝกตามแนว Contour + ปลูกถั่วพร้าคลุม

ดิน และปลูกถั่วพร้าคลุมดินอย่างเดียวช่วยลดปริมาณน้ำสูญหายและปริมาณดินสูญหายได้มากที่สุด การปลูกหญ้าแฝกตามแนว Contour ทำให้มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตมากที่สุด 2,949 –3,029 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังเฉลี่ย 14.63 –21.60 %

อาทิตย์ และคณะ (2540) ทดสอบการใช้ปุ๋ยพืชสดต่างๆร่วมกับการใช้ใบหญ้าแฝกคลุมดิน มีผลทำให้ผลผลิตของผักกาดเขียวปลี เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม การใช้ปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับการใช้ใบหญ้าแฝกคลุมดินทำให้ได้ผลผลิตผักกาดเขียวปลีสูงสุดเป็น 4,614 กิโลกรัมต่อไร่ การใช้ใบหญ้าแฝกคลุมดินมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตผักกาดเขียวปลีเพิ่มขึ้น พืชตระกูลถั่วที่ให้ไนโตรเจน เฉลี่ยจากสูงถึงต่ำ ได้แก่ ถั่วพุ่ม,ปอเทือง, ถั่วพร้า, ถั่วเขียว, ถั่วฮามาต้า มีค่า 2.30, 1.13, 0.70, 0.20, 0.12 % ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยจากสูงถึงต่ำได้แก่ ถั่วพุ่ม, ถั่วเขียว, ปอเทือง, ถั่วพร้า, ถั่วฮามาต้า มีค่า 0.35, 0.21, 0.17, 0.08, 0.002 % ตามลำดับ โพแทสเซียม เรียงลำดับจากสูงถึงต่ำได้แก่ ถั่วพุ่ม, ถั่วเขียว, ปอเทือง, ถั่วพร้า, ถั่วฮามาต้า มีค่า 3.15, 2.04, 1.4, 0.71, 0.11 % ตามลำดับ การใช้พืชปุ๋ยสดจากพืชตระกูลถั่วชนิดต่างๆและการใช้ใบหญ้าแฝกคลุมดินมีผลทำปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นอยู่ในอัตราปานกลางถึงต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นในระดับต่ำถึงปานกลาง ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก ปัจจัยทั้งหมดส่งผลให้ศักยภาพของทางด้านความอุดมสมบูรณ์ดีขึ้น

กาญจนี และคณะ (2558) รูปแบบการจัดการซึ่งมีการใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มให้ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงกว่าการใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และพบว่า การให้ปุ๋ยในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของมันสำปะหลังมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อทดแทนธาตุอาหารที่มันสำปะหลังดูดนำไปใช้และคงไว้ซึ่งความสามารถในการให้ผลผลิตของดินต่อไป อีกทั้งยังพบว่ารูปแบบการจัดการที่มีการใส่ปุ๋ยคอกจะส่งผลให้สมบัติทางฟิสิกส์ของดินดีกว่ารูปแบบการจัดการที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยคอก โดยการใช้ปุ๋ยคอกอย่างต่อเนื่องจะทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลงแต่เพิ่มการเกิดเม็ดดินความพรุนและการถ่ายเทอากาศ โดยสมบัติทางฟิสิกส์ของดินเหล่านี้จะช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและทำให้ดินมีผลิตภาพดีอย่างยั่งยืน

การใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในชุดดินปากช่อง พบว่าวิธีการที่เหมาะสมที่สุดคือ การไถกลบถั่วพุ่มคลุมดินด้วยถั่วพร้า และใช้น้ำหมักชีวภาพให้ผลผลิตมันสำปะหลัง โดยเฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ 5,209.18 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ เฉลี่ย 3 ปี 2,765.53 บาท รองลงมาคือ การไถกลบปอเทือง คลุมดินด้วยถั่วพร้า และใช้น้ำหมักชีวภาพ ให้ผลผลิตมันสำปะหลังโดยเฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ 5,194.96 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ เฉลี่ย 3 ปี 2,721.48 บาท (กมลาภา, 2552)

ชูชาติ และคณะ (2559) ได้ศึกษาและทดสอบเทคโนโลยีการลดปริมาณโลหะหนักในดินบนพื้นที่สูง ประกอบด้วย 1) การคัดเลือกชนิดพืชที่มีคุณสมบัติในการดูดซับโลหะหนักอาซินิค ดำเนินการในแปลงปลูกพืชที่ตรวจพบปริมาณอาซินิคสูงเกินค่ามาตรฐาน พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สามารถดูดอาซินิคออกจากดินสูงสุด 2.66 กรัม/ไร่ รองลงมาคือ ทานตะวัน 2.12 กรัม/ไร่ อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ไม่ทำให้ความเข้มข้นของอาซินิคลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ปลูกพืชดูดซับ 2) การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียเปรียบเทียบ

3 ไอโซเลท ต่อความสามารในการลดความเป็นพิษของอาซินิคในดิน โดยทดสอบร่วมกับวิธีการใส่ปูนและไม่ใส่ปูน เพื่อปรับค่า pH ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย ผลการทดสอบพบว่า การใช้แบคทีเรีย ไอโซเลท Ars 29 ร่วมกับการใส่ปูนทำให้ปริมาณอาซินิคลดลงสูงสุด 12.69% 3) การศึกษาและทดสอบวิธีการใช้พืชดูดซับสาร (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) ร่วมกับการใช้จุลินทรีย์เพื่อลดอาซินิคในดิน พบว่าทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน แต่การใช้แบคทีเรีย ไอโซเลท Ars 29 คลุกดินก่อนปลูกผักกาดขาวปลี ช่วยลดการดูดอาซินิคเข้าไปในส่วนลำต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 4) การศึกษาและทดสอบวิธีกำจัดพืชดูดซับอาซินิคด้วยการนำต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ดูดซับอาซินิคในดินแล้วมาทำให้แห้ง จากนั้นบดอัด และปั้นเป็นรูปเม็ดซีเมนต์ โดยผสมพืชและผงซีเมนต์สัดส่วน 1:3 ผลการทดลองสรุปได้ว่าวิธีการนี้สามารถกักเก็บอาซินิคในพืชดูดซับได้

ธันยพรและพิสิฏฐ์ (2557) ศึกษาการดูดซับสารหนูในดินที่ปนเปื้อนโดยหญ้ากินนีสีม่วง พบว่าหญ้ากินนีสีม่วงสามารถมีชีวิตได้ตลอด 90 วันที่ความเข้มข้นของสารหนูต่ำกว่า 50 mg/kg มีการสะสมสารหนูในส่วนรากสูงกว่าในต้นและใบ มีค่า 13.883-66.877 mg/kg และในส่วนลำต้นและใบ เท่ากับ 5.367-15.858 mg/kg และนำไปทดลองปลูกในดินท้ายเหมืองซึ่งมีสารหนูในดินเท่ากับ 153.02 mg/kg พบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ดี มีการสะสมในส่วนราก เท่ากับ 10.574-28.780 mg/kg และในส่วนลำต้น เท่ากับ 1.282-6.214 mg/kg

กรอบแนวความคิด

เนื่องจากบนพื้นที่สูงส่วนใหญ่จะมีความลาดชันสูงมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ มีการใช้ที่ดินทำการเกษตรโดยปราศจากมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้เกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ทำให้หน้าดินตื้นจนบางแห่งเหลือแต่ดินหินโผล่ และความอุดมสมบูรณ์ของดินลดต่ำลง ส่งผลให้ผลผลิตและคุณภาพลดลง มีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่สูงขึ้น แต่ก็ไม่ได้ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ในการจะฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินและการจัดการธาตุอาหารพืชเป็นวิธีการที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว โดยจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ดิน เพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากนั้นวางแผนวิธีการจัดการธาตุอาหารตามความต้องการของชนิดพืช อาทิเช่น การลดปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้มากเกินความจำเป็นลงเพิ่มปริมาณปุ๋ยที่ยังขาด แต่ต้องเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ ในขณะเดียวกันต้องจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อลดการชะล้างพังทลายของดินด้วย ในส่วนปัญหาการปนเปื้อนโลหะหนักในดินปลูกพืชบนพื้นที่สูง จำเป็นต้องมีมาตรการรวมถึงวิธีการในการลดการปนเปื้อนเพื่อไม่ให้โลหะหนักในดินเพิ่มสูงขึ้นและให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภครวมถึงตัวเกษตรกรเอง