ADB TA-9993 THA: โครงการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาคเกษตรเพื่อเพิ่มการฟื้นตัวและความยั่งยืนในพื้นที่สูง

เกษตรเท่าทันภูมิอากาศในพื้นที่สูง: เอกสารสรุปแนวปฏิบัติเพื่อการจัดการลุ่มน้ำอย่างยั่งยืน

JFPR Japan Fund for Prosperous and Resilient Asia and the Pacific

From the People of Japan

AIT Asian Institute of Technology

NIPPON KOEI

TEAM GROUP

TA 9993-THA: โครงการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในการเกษตรเพื่อการฟื้นตัวที่เพิ่มขึ้นและความยั่งยืนในพื้นที่สูง

สื่อเผยแพร่

การเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูง: เอกสารสรุปแนวปฏิบัติเพื่อการจัดการลุ่มน้ำอย่างยั่งยืน

สิงหาคม 2567

ชื่อโครงการ: โครงการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาคเกษตรเพื่อเพิ่มการฟื้นตัวและความยั่งยืนในพื้นที่สูง

รหัสโครงการ: TA 9993-THA

เสนอต่อ: ธนาคารพัฒนาเอเชีย (ADB) และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (OAE)

ประเภทเอกสาร: สื่อเผยแพร่ (Knowledge Product – KP10)

แก้ไขครั้งที่: 1

วันที่: 06 สิงหาคม 2567

ผู้เขียน: Prof. Basant Maheshwari and Prof. Mukand Babel

รายงานฉบับนี้ไม่ได้แสดงถึงมุมมองของ ADB หรือหน่วยงานรัฐหน่วยงานใดที่เกี่ยวข้อง โดย ADB และหน่วยงานรัฐไม่มีส่วนรับผิดชอบใด ๆ ต่อเนื้อหาในรายงานฉบับนี้

กล่าวนำ

เอกสารนี้เป็นส่วนหนึ่งของเอกสารเผยแพร่องค์ความรู้สำคัญจากการดำเนินงานโครงการความช่วยเหลือทางเทคนิค **ADB TA-9993 THA: โครงการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาคเกษตรเพื่อเพิ่มการฟื้นตัวและความยั่งยืนในพื้นที่สูง** ที่ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนญี่ปุ่นเพื่อความเจริญรุ่งเรืองและสร้างยืดหยุ่นแห่งเอเชียและแปซิฟิก (JFPR) ผ่านธนาคารพัฒนาเอเชีย (ADB) เพื่อสนับสนุนการพัฒนาการเกษตรที่ยั่งยืนและสร้างความยืดหยุ่นในพื้นที่สูงในประเทศไทยรวมทั้งพื้นที่สูงโดยทั่วไปในเอเชียและแปซิฟิก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องกับเผชิญกับความท้าทายที่เพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

พื้นที่สูงเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศที่หลากหลาย วัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์ และผู้คนหลายล้านคนที่พึ่งพาการเกษตรในการดำรงชีพ ภูมิภาคเหล่านี้ยังมีความเปราะบางเป็นพิเศษต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและรูปแบบการตกของฝน ความถี่และความรุนแรงที่เพิ่มขึ้นของเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้ว และการแพร่กระจายของแมลงและโรค การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคุกคามทำลายความก้าวหน้าในการพัฒนาพื้นที่ในภูมิภาคเหล่านี้มาหลายสิบปี ส่งผลให้ความยากจน ความไม่มั่นคงทางอาหาร และความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมเลวร้ายลง

การเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาเหล่านี้โดยปรับเปลี่ยนระบบเกษตรให้มีความยืดหยุ่น มีผลิตผลและความยั่งยืนมากขึ้น แนวทาง CSA ช่วยให้เกษตรกรปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และปรับปรุงคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น เอกสารสรุปฉบับนี้ให้ภาพรวมที่ครอบคลุมเกี่ยวกับแนวทาง CSA ต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้ในพื้นที่สูง ตั้งแต่การอนุรักษ์ดินและน้ำ ไปจนถึงการปลูกพืชที่มีความหลากหลาย การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน การจัดการปศุสัตว์ การปลูกพืชแบบวนเกษตร พลังงานหมุนเวียน และบริการข้อมูลสภาพอากาศ

แนวทางปฏิบัติที่นำเสนอในเอกสารประกอบนี้ไม่เพียงแต่เป็นแนวคิดเชิงทฤษฎีเท่านั้น แต่ยังเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่ได้รับการพิสูจน์แล้วและนำไปใช้ได้สำเร็จในภูมิภาคที่สูงต่างๆ ทั่วเอเชียและแปซิฟิก แนวทางปฏิบัติเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความเฉลียวฉลาดและความสามารถในการฟื้นตัวของเกษตรกร นักวิจัย และผู้ปฏิบัติงานด้านการพัฒนาที่ทำงานร่วมกันเพื่อสร้างอนาคตที่ยั่งยืนและต้านทานต่อสภาพภูมิอากาศมากขึ้นสำหรับเกษตรกรรมในพื้นที่สูง

สารบัญ

กล่าวนำ ก

รายการตัวย่อ ง

1. บทนำ ๑

1.1 ความเป็นมา ๑
1.2 การเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) คืออะไร? ๑
1.3 แนวปฏิบัติ CSA สำหรับสิ่งแวดล้อมในพื้นที่สูง ๒
1.4 ประโยชน์ของ CSA ในพื้นที่สูง ๒
1.5 ข้อจำกัดและการปรับตัว ๓

2. กลยุทธ์ CSA ที่ตอบสนองต่อมิติหญิงชาย ๔

2.1 ความเป็นมา ๔
2.2 ความท้าทาย ๔
2.3 กลยุทธ์ ๕
2.4 โอกาส ๖

3. การจัดการน้ำเท่าทันสภาพภูมิอากาศ ๗

3.1 ระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ ๗
3.2 การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ (Keyline) ๑๑
3.3 การกักเก็บน้ำฝน ๑๕

4. การจัดการดินให้ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศและการทำเกษตรอินทรีย์ ๑๙

4.1 การทำคันดิน (Terracing) ๑๙
4.2 การใช้วัสดุคลุมดิน (Mulching and Soil Cover) ๒๒
4.3 ถ่านชีวภาพ (Biochar) ๒๕
4.4 การปลูกพืชตามแนวระดับ (Contour Farming) ๒๙
4.5 การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ (Traditional Organic Composting) ๓๓

5. การจัดการพืชเท่าทันสภาพภูมิอากาศ ๓๖

5.1 การปลูกพืชหมุนเวียน (Crop Rotation) ๓๖
5.2 การปลูกพืชคลุมดิน (Cover Cropping) ๔๐
5.3 เกษตรกรรมเชิงอนุรักษ์ (Conservation Agriculture) ๔๔
5.4 การปลูกพืชหลากหลายชนิด (Crop Diversification) ๔๘
5.5 การปลูกพืชทนแล้ง (Growing Drought-Tolerant Crops) ๕๒

6. การแก้ปัญหาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ๕๕

6.1 เกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture) ๕๕

6.2 การบริการข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (Climate Information Services) ๕๙

7. การจัดการปศุสัตว์ ๖๑

7.1 ปศุสัตว์แบบผสมผสาน (Livestock Integration) ๖๑

7.2 การจัดการแปลงหญ้าสำหรับปศุสัตว์แบบหมุนเวียน (Rotational Grazing) ๖๕

7.3 ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ (Silvopasture) ๖๙

8. แนวปฏิบัติการเกษตรเท่าทันภูมิอากาศอื่นๆ ในพื้นที่สูง ๗๓

8.1 ระบบวนเกษตร (Agroforestry) ๗๓

8.2 การจัดการศัตรูพืช (Pest Management) ๗๗

8.3 การปลูกพืชเป็นแนวกันลม (Windbreaks) ๘๑

9. บทส่งท้าย: อนาคตของการเกษตรเท่าทันภูมิอากาศในพื้นที่สูง ๘๔

10. เอกสารเพิ่มเติม (Further Readings) ๘๙

รายการตัวย่อ

ADB	Asian Development Bank ธนาคารพัฒนาเอเชีย
CA	Conservation agriculture การเกษตรเชิงอนุรักษ์
CIS	Climate Information Services บริการข้อมูลภูมิอากาศ
CSA	Climate-Smart Agriculture การเกษตรเท่าทันภูมิอากาศ
GHG	Greenhouse Gases ก๊าซเรือนกระจก
GPS	Global Positioning System ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก
IPM	Integrated Pest Management การจัดการแมลงและสัตว์พาหะแบบบูรณาการ, การจัดการศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน
KP	Knowledge Product สื่อเผยแพร่
OAE	Office of Agricultural Economics สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
PA	Precision agriculture เกษตรแม่นยำ
RWH	Rainwater harvesting การกักเก็บน้ำฝน
SPIS	Solar-powered irrigation systems ระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์
TA	Technical Assistance ความช่วยเหลือทางเทคนิค

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นความท้าทายระดับโลกที่ส่งผลกระทบในวงกว้างต่อภาคเกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภูมิภาคที่มีความเปราะบาง เช่น พื้นที่สูง ภูมิภาคเหล่านี้มีลักษณะเฉพาะคือสภาพภูมิอากาศที่ไม่เหมือนพื้นที่อื่น มีระบบนิเวศที่เปราะบาง และชุมชนที่มักถูกละเลยซึ่งการดำรงชีพของพวกเขาต้องพึ่งพาการเกษตรเป็นอย่างมาก เหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้วที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งและรุนแรงขึ้น เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม และคลื่นความร้อน ร่วมกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและรูปแบบการตกของฝน ก่อให้เกิดภัยคุกคามที่สำคัญต่อผลผลิตทางการเกษตร ความมั่นคงด้านอาหาร และความเป็นอยู่ที่ดีของชุมชนในพื้นที่สูง

เพื่อตอบสนองต่อความท้าทายเหล่านี้ การเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) จึงกลายเป็นแนวทางแบบองค์รวมในการเปลี่ยนแปลงระบบเกษตรกรรมเพื่อให้มีความยืดหยุ่น มีผลิตผลมากขึ้นและความยั่งยืนมากขึ้นเมื่อเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ แนวปฏิบัติ CSA ยังครอบคลุมแนวปฏิบัติและเทคโนโลยีมากมายที่แก้ไขปัญหาที่เชื่อมโยงกันของความมั่นคงทางอาหาร การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และการบรรเทาผลกระทบ เกษตรกรในพื้นที่สูงสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ และมีส่วนสนับสนุนความพยายามระดับโลกในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยการนำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้

ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน: อ่างเก็บน้ำห้วยผาลาด (Huai Pha Lat Reservoir) ที่มา: ผู้เขียน

1.2 การเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) คืออะไร?

CSA เป็นกลยุทธ์การจัดการภูมิทัศน์ที่ครอบคลุมพื้นที่เพาะปลูก ปศุสัตว์ ป่าไม้ และประมง โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการ ได้แก่:

(1) เพิ่มผลผลิต: เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและรายได้อย่างยั่งยืนเพื่อยกระดับความมั่นคงทางอาหารและการดำรงชีพ

(2) เพิ่มความยืดหยุ่น: บรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม และอุณหภูมิที่รุนแรง พร้อมทั้งเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัว

(3) ลดการปล่อยก๊าซ: ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางการเกษตรและส่งเสริมการกักเก็บคาร์บอนในดินและชีวมวล

1.3 แนวปฏิบัติ CSA สำหรับสิ่งแวดล้อมในพื้นที่สูง

เมื่อพิจารณาถึงเงื่อนไขเฉพาะของพื้นที่สูง แนวปฏิบัติ CSA มักเกี่ยวข้องกับการผสมผสานแนวทางปฏิบัติต่าง ๆ ดังนี้:

(1) การจัดการน้ำเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (Climate-Smart Water Management)
(2) ระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar-powered irrigation Management)
(3) การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ (Keyline)
(4) การกักเก็บน้ำฝน (Rainwater Harvesting)
(5) การจัดการดินให้ปรับตัวกับภูมิอากาศและการทำเกษตรอินทรีย์ (Climate-Adaptive Soil Management and Organic Farming)
(6) การทำคันดิน (Terracing)
(7) การใช้วัสดุคลุมดิน (Mulching and soil cover)
(8) ถ่านชีวภาพ (Biochar)
(9) การปลูกพืชตามแนวระดับ (Contour farming)
(10) การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ (Traditional organic composting)
(11) การจัดการพืชเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (Climate-Smart Crop Management)
(12) การปลูกพืชหมุนเวียน (Crop rotation)
(13) การปลูกพืชคลุมดิน (Cover cropping)
(14) เกษตรกรรมเชิงอนุรักษ์ (Conservation agriculture)
(15) การปลูกพืชหลากหลายชนิด (Crop diversification)
(16) การปลูกพืชทนแล้ง (Growing drought-tolerant crops)
(17) การแก้ปัญหาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology-Based Solutions)
(18) เกษตรแม่นยำ (Precision agriculture)
(19) การบริการข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (Climate information services)
(20) การจัดการปศุสัตว์ (Livestock Management)
(21) ปศุสัตว์แบบผสมผสาน (Livestock integration)
(22) การจัดการแปลงหญ้าสำหรับปศุสัตว์แบบหมุนเวียน (Rotational grazing)
(23) ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ (Silvopasture)
(24) แนวปฏิบัติ CSA อื่น ๆ ในพื้นที่สูง (Other Highland CSA Practices)
(25) ระบบวนเกษตร (Agroforestry)
(26) การจัดการศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน (Pest management)
(27) การปลูกพืชเป็นแนวกันลม (Windbreaks)

1.4 ประโยชน์ของ CSA ในพื้นที่สูง

การนำ CSA มาใช้ในพื้นที่สูงก่อให้เกิดประโยชน์หลายประการ::

(1) **ความมั่นคงด้านอาหารที่ดีขึ้น:** ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นและพืชผลที่หลากหลายช่วยเพิ่มความพร้อมของอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่สภาพภูมิอากาศมีความแปรปรวนคาดเดายาก

(2) **รายได้ที่เพิ่มขึ้น:** กระแสรายได้ที่หลากหลายจากพืชผล ปศุสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากวนเกษตรทำให้เกษตรกรมีเสถียรภาพทางการเงินมากขึ้น

(3) **ยกระดับความยืดหยุ่นให้เพิ่มขึ้น:** แนวปฏิบติทาง CSA ช่วยปกป้องทรัพยากรดินและน้ำ ทำให้เกษตรกรรมมีความทนทานต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากขึ้น

(4) **ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก:** แนวทางการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืนช่วยกักเก็บคาร์บอนในดินและชีวมวล ซึ่งช่วยลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศได้

(5) **การให้บริการของระบบนิเวศ:** แนวปฏิบัติทาง CSA ช่วยปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพ ปรับปรุงคุณภาพน้ำ และให้ประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ในระบบนิเวศ

1.5 ข้อจำกัดและการปรับตัว

แม้ว่า CSA จะเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มดี แต่สิ่งสำคัญคือต้องพิจารณาข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและความจำเป็นในการปรับตัว:

(1) **การลงทุนเริ่มต้น:** แนวทางปฏิบัติ CSA บางอย่างอาจต้องมีการลงทุนล่วงหน้าในโครงสร้างพื้นฐานหรือการฝึกอบรม

(2) **ความรู้ทางด้านเทคนิค:** เกษตรกรอาจจะมีความต้องการที่จะเข้าถึงความรู้ทางเทคนิคและการสนับสนุนเพื่อนำแนวปฏิบัติ CSA ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิผล

(3) **ความเฉพาะเจาะจงของพื้นที่:** แนวปฏิบัติ CSA ต้องได้รับการปรับให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ ดิน และสภาพเศรษฐกิจและสังคมเฉพาะของพื้นที่สูงในแต่ละภูมิภาค

โดยสรุป การเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนในพื้นที่สูง โดยการนำแนวปฏิบัติต่าง ๆ ที่ปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมเฉพาะของแต่ละพื้นที่มาใช้ร่วมกัน เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิต เพิ่มความสามารถในการฟื้นตัว และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งส่งผลดีต่อทั้งการดำรงชีพของคนในท้องถิ่นและเป้าหมายด้านภูมิอากาศในระดับโลก

2. กลยุทธ์ CSA ที่ตอบสนองต่อมิติหญิงชาย

2.1 ความเป็นมา

ผู้หญิงมีบทบาทสำคัญในภาคเกษตรกรรมของพื้นที่สูง โดยมักจะต้องแบกรับงานที่ต้องเน้นการใช้แรงงาน เช่น การปลูกพืช การกำจัดวัชพืช และการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ ผู้หญิงยังมีบทบาทสำคัญในการจัดการความมั่นคงด้านอาหารและโภชนาการในครัวเรือนอีกด้วย อย่างไรก็ตาม ผู้หญิงในพื้นที่สูงมักเผชิญกับข้อจำกัดด้านเพศที่สำคัญ เช่น การเข้าถึงที่ดิน สินเชื่อ ข้อมูล และอำนาจในการตัดสินใจที่จำกัด ข้อจำกัดเหล่านี้อาจขัดขวางความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและการนำแนวทางการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศมาใช้

CSA ที่คำนึงถึงเรื่องมิติหญิงชาย (Gender) จะตระหนักถึงบทบาท ความต้องการ และลำดับความสำคัญที่แตกต่างกันของผู้หญิงและผู้ชายในภาคเกษตรกรรม และพยายามแก้ไขความไม่เท่าเทียมกันทางเพศเพื่อให้มั่นใจว่าผู้หญิงและผู้ชายได้รับประโยชน์เท่าเทียมกันจากการแทรกแซงด้วยแนวปฏิบัติ CSA ดังนั้น CSA ที่คำนึงถึงเรื่องมิติหญิงชายสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืนของการปรับตัว และบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภูมิภาคที่สูงได้ โดยการเพิ่มอำนาจให้ผู้หญิงและส่งเสริมให้ผู้หญิงมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ

2.2 ความท้าทาย

ความท้าทายหลายประการขัดขวางการพัฒนาและการนำแนวปฏิบัติ CSA ที่คำนึงถึงมิติหญิงชายมาใช้ในพื้นที่สูง:

(1) **บรรทัดฐานด้านมิติหญิงชายและแบบตายตัว**: บรรทัดฐานและแบบตายตัว (Stereotypes) ทางมิติหญิงชายแบบดั้งเดิมมักจำกัดการเข้าถึงทรัพยากรและโอกาสของสตรีในภาคเกษตร บรรทัดฐานเหล่านี้อาจจำกัดสภาพที่เคลื่อนที่ได้ของผู้หญิง อำนาจในการตัดสินใจ และการมีส่วนร่วมในการฝึกอบรมและบริการส่งเสริมด้านการเกษตร

(2) **ความไม่เท่าเทียมในการเข้าถึงทรัพยากร**: ผู้หญิงในภูมิภาคพื้นที่สูงมักเข้าถึงที่ดิน สินเชื่อ เทคโนโลยี และข้อมูลได้อย่างจำกัด ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการนำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้ การเข้าถึงที่ไม่เท่าเทียมนี้สามารถทำให้เกิดความไม่เท่าเทียมทางเพศและขัดขวางความสามารถของผู้หญิงในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

(3) **การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจที่จำกัด**: ผู้หญิงมักถูกแยกออกจากกระบวนการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรในระดับครัวเรือนและชุมชน ซึ่งอาจนำไปสู่การละเลยความต้องการและลำดับความสำคัญของผู้หญิงในการวางแผนและดำเนินการด้านการเกษตร

(4) **ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ**: การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อผู้หญิงในพื้นที่สูงในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากผู้หญิงต้องพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติและมีความสามารถในการปรับตัวที่จำกัด การเกิดภัยแล้ง น้ำท่วม และสภาพอากาศที่เลวร้ายอื่นๆ อาจทำให้ความไม่เท่าเทียมกันทางมิติหญิงชายที่มีอยู่แล้วให้รุนแรงขึ้น และเพิ่มความเปราะบางต่อผู้หญิง

2.3 กลยุทธ์

เพื่อเอาชนะความท้าทายเหล่านี้และส่งเสริมแนวปฏิบัติ CSA ที่ตอบสนองต่อเรื่องมิติหญิงชายในพื้นที่สูง สามารถนำกลยุทธ์ต่างๆ มาใช้หลายประการ:

(1) **การเสริมพลังให้ผู้หญิง:** การเสริมพลังให้ผู้หญิงให้สามารถเข้าถึงการศึกษา การฝึกอบรม และข้อมูล สามารถเพิ่มพูนความรู้และทักษะในการปฏิบัติด้าน CSA ได้ นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มความมั่นใจและทำให้ผู้หญิงมีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจได้อย่างแข็งขันมากขึ้น

(2) **การกล่าวถึงบรรทัดฐานในมิติหญิงชาย:** การท้าทายต่อบรรทัดฐานและแบบแผนที่ตายตัวในมิติหญิงชายแบบดั้งเดิมถือเป็นสิ่งสำคัญในการส่งเสริมความเท่าเทียมทางเพศในภาคเกษตร ซึ่งสามารถทำได้ผ่านการรณรงค์สร้างความตระหนักรู้ การสนทนาแลกเปลี่ยนในชุมชน และโครงการฝึกอบรมที่คำนึงถึงเรื่องมิติหญิงชาย

(3) **ปรับปรุงการเข้าถึงทรัพยากร:** การรับรองการเข้าถึงที่ดิน สินเชื่อ เทคโนโลยี และข้อมูลอย่างเท่าเทียมกันของผู้หญิงถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการมีส่วนร่วมใน CSA ซึ่งสามารถทำได้ผ่านนโยบาย ชุดโครงการ และกลไกทางการเงินที่ตอบสนองต่อมิติหญิงชาย

(4) **ส่งเสริมความเป็นผู้นำของผู้หญิง:** การสนับสนุนความเป็นผู้นำของผู้หญิงและการมีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจในทุกระดับสามารถรับรองได้ว่าความต้องการและลำดับความสำคัญของผู้หญิงได้รับการพิจารณาในการวางแผนและการดำเนินการด้านการเกษตร

(5) **การบูรณาการมิติหญิงชายเข้าไปในนโยบายและชุดโครงการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ:** การนำการพิจารณาเรื่องมิติหญิงชายเข้ามาเป็นหลักในนโยบายและโปรแกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะทำให้มั่นใจได้ว่าผู้หญิงจะไม่ถูกทิ้งไว้ข้างหลังในการปรับตัวและความพยายามที่จะบรรเทาผลกระทบ

ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน: เกษตรกรผู้หญิงกำลังพูดคุยกับผู้เชี่ยวชาญที่ปรึกษา TA เกี่ยวกับความท้าทาย กลยุทธ์ และโอกาสด้าน CSA ที่มา: ผู้เขียน

2.4 โอกาส

การพัฒนาและการนำแนวปฏิบัติ CSA ที่คำนึงถึงมิติหญิงชายมาใช้ในพื้นที่สูงสร้างโอกาสหลายประการ:

(1) **ยกระดับวามยืดหยุ่น:** การเสริมพลังให้ผู้หญิงและการแก้ไขความไม่เท่าเทียมกันทางเพศสามารถเสริมสร้างความสามารถในการฟื้นตัวของชุมชนในพื้นที่สูงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ ความรู้และทักษะของผู้หญิงในด้านการเกษตรที่ยั่งยืนและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติสามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาและนำกลยุทธ์การปรับตัวที่มีประสิทธิผลไปใช้

(2) **ปรับปรุงความมั่นคงทางอาหาร:** การเพิ่มการเข้าถึงทรัพยากรและอำนาจการตัดสินใจของผู้หญิง แนวปฏิบัติ CSA ที่ตอบสนองต่อมิติหญิงชายสามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและความมั่นคงด้านอาหารสำหรับครัวเรือนและชุมชนในพื้นที่สูงได้

(3) **การพัฒนาอย่างยั่งยืน:** แนวปฏิบัติ CSA ที่ตอบสนองต่อมิติหญิงชายสามารถมีส่วนสนับสนุนการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ด้วยการส่งเสริมความเท่าเทียมกันทางเพศ เสริมพลังให้ผู้หญิง และทำให้แน่ใจว่าผลประโยชน์ของ CSA จะถูกแบ่งปันอย่างเท่าเทียมกัน

(4) **การบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ:** การมีส่วนร่วมของผู้หญิงในแนวปฏิบัติ CSA สามารถนำไปสู่การนำแนวทางปฏิบัติทางการเกษตรที่ยั่งยืนมากขึ้นมาใช้ เช่น การเกษตรแบบวนเกษตรและเกษตรเชิงอนุรักษ์ ซึ่งมีส่วนสนับสนุนการบรรเทาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้โดยการกักเก็บคาร์บอนและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การลงทุนใน CSA ที่คำนึงถึงมิติหญิงชาย จะทำให้สามารถปลดปล่อยศักยภาพของผู้หญิงในภาคเกษตรกรรมที่มีอยู่สูงได้อย่างเต็มที่ สามารถสร้างชุมชนที่มีความยืดหยุ่นมากขึ้น และมีส่วนสนับสนุนอนาคตที่ยั่งยืนและเท่าเทียมกันมากขึ้นสำหรับทุกคน

3. การจัดการน้ำเท่าทันสภาพภูมิอากาศ

3.1 ระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์

3.1.1 ความเป็นมา

ระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ (SPIS) ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการสูบน้ำเพื่อการชลประทาน สำหรับในพื้นที่สูง เทคโนโลยีนี้มีความสัมพันธ์การเข้าถึงไฟฟ้าที่จำกัด และทรัพยากรน้ำมีไม่เพียงพอ SPIS นำเสนอแนวทางแก้ปัญหาที่ยั่งยืนและคุ้มต้นทุนสำหรับการจัดหาน้ำเพื่อการชลประทาน โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลที่ไม่มีแหล่งพลังงานแบบเดิมให้พร้อมใช้งาน ด้วยการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ SPIS สามารถปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ และลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล

ที่มา: https://solarquarter.com/2023/06/30/philippines-department-of-agriculture-implements-solar-powered-irrigation-systems-in-leyte/

3.1.2 คุณสมบัติเชิงนวัตกรรม

ความก้าวหน้าล่าสุดในเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์นำไปสู่การพัฒนาคุณสมบัติเชิงนวัตกรรมใน SPIS ทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เชื่อถือได้ และเข้าถึงเกษตรกรในพื้นที่สูงได้ คุณสมบัติเชิงนวัตกรรมบางส่วน ได้แก่:

(1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขั้นสูง: แผงเซลล์แสงอาทิตย์ประสิทธิภาพสูงสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้นจากแสงแดดในปริมาณที่เท่ากัน ทำให้ขนาดและต้นทุนของระบบลดลง

(2) ตัวควบคุมการชลประทานอัจฉริยะ: เป็นตัวควบคุมที่ใช้ข้อมูลสภาพอากาศและอุปกรณ์รับความชื้นในดินเพื่อปรับตารางการชลประทานให้เหมาะสม ลดการใช้น้ำอย่างสิ้นเปลือง และเพิ่มผลผลิตพืชผลให้สูงสุด

(3) การตรวจสอบและควบคุมผ่านมือถือ: ระบบจะช่วยให้เกษตรกรสามารถตรวจสอบและควบคุมระบบชลประทานจากระยะไกลโดยใช้สมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์พกพาอื่น ๆ ได้

(4) ระบบไฮบริด: การผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์กับแหล่งพลังงานอื่น ๆ เช่น ลมหรือพลังงานน้ำ เพื่อให้มั่นใจว่ามีแหล่งน้ำที่จะป้อนให้ได้แม้จะเป็นในช่วงที่แสงแดดน้อย

3.1.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

SPIS มีส่วนช่วยในการปรับปรุงผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) เพิ่มปริมาณน้ำที่สามารถนำไปใช้ได้: SPIS สามารถจัดหาแหล่งน้ำชลประทานที่เชื่อถือได้ แม้ในพื้นที่ห่างไกลที่มีไฟฟ้าหรือน้ำผิวดินจำกัด

(2) เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ: การใช้ระบบน้ำหยดหรือเทคโนโลยีประหยัดน้ำอื่น ๆ ช่วยให้ SPIS ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำได้อย่างมีนัยสำคัญ ลดการใช้น้ำโดยเปล่าประโยชน์ และเพิ่มผลผลิตพืชผลได้สูงสุด

(3) ขยายฤดูกาลเพาะปลูก: SPIS ช่วยให้เกษตรกรขยายฤดูกาลเพาะปลูกได้โดยการให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งจะช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

(4) เพิ่มคุณภาพของพืชผล: การชลประทานที่สม่ำเสมอและตรงเวลาผ่าน SPIS สามารถปรับปรุงคุณภาพพืชผล ส่งผลให้ราคาตลาดสูงขึ้นและรายได้ของเกษตรกรเพิ่มขึ้น

ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน: การใช้งานระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ในไร่นา ที่มา: ผู้เขียน

3.1.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

SPIS เพิ่มความสามารถในการสร้างความยืดหยุ่นเพื่อรับมือต่อสภาพอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) ลดความเปราะบางต่อภัยแล้ง: SPIS สามารถจัดหาแหล่งน้ำชลประทานที่เชื่อถือได้ในช่วงภัยแล้ง ลดความเสี่ยงจากการสูญเสียพืชผล และสร้างความมั่นคงทางอาหาร

(2) ปรับตัวให้เข้ากับรูปแบบการตกของฝนที่เปลี่ยนแปลง: SPIS สามารถเสริมปริมาณน้ำฝนในช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย ช่วยให้พืชผลทางการเกษตรมีน้ำเพียงพอ

(3) บรรเทาผลกระทบจากสภาพอากาศที่เลวร้าย: SPIS สามารถช่วยบรรเทาผลกระทบจากสภาพอากาศที่เลวร้าย เช่น น้ำท่วมหรือคลื่นความร้อน โดยจัดหาน้ำชลประทานให้กับพืชผลที่ประสบปัญหา

3.1.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

SPIS มีบทบาทในการช่วยบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกโดย:

(1) ลดการพึ่งพาเชื้อเพลงฟอสซิล: SPIS เข้ามาแทนที่ปั๊มที่ใช้น้ำมันดีเซลหรือน้ำมันเบนซิน ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทางการเกษตร

(2) ส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน: SPIS ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสะอาดและหมุนเวียนได้ ช่วยส่งเสริมการเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ

3.1.6 ผลกระทบทางสังคม

SPIS สามารถสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อสังคมในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่: SPIS สามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและรายได้ ส่งผลให้คุณภาพชีวิตของเกษตรกรและครอบครัวดีขึ้น

(2) เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร: SPIS มีส่วนสนับสนุนความมั่นคงทางอาหารโดยการสร้างแหล่งน้ำที่มั่นคงสำหรับพืชผล แม้กระทั่งในช่วงภัยแล้ง

(3) เสริมพลังให้กับผู้หญิง: SPIS สามารถเสริมพลังให้ผู้หญิงได้โดยลดภาระงานที่เกี่ยวข้องกับการให้น้ำพืชผลทางการเกษตรด้วยมือ และให้โอกาสในการสร้างรายได้

3.1.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

SPIS สามารถสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อเศรษฐกิจพื้นที่สูงได้โดย:

(1) ลดต้นทุนในการให้น้ำ: SPIS สามารถลดต้นทุนการชลประทานได้อย่างมาก โดยไม่จำเป็นต้องซื้อเชื้อเพลิงฟอสซิลในราคาแพง

(2) เพิ่มผลผลิต: SPIS สามารถปรับปรุงผลผลิตพืชผ่านการชลประทานที่สม่ำเสมอและเป็นไปตามเวลาที่กำหนด ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

(3) สร้างโอกาสในการจ้างงาน: SPIS สามารถสร้างโอกาสการจ้างงานในการติดตั้ง บำรุงรักษา และใช้งานระบบชลประทาน

3.1.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่น ๆ

SPIS สามารถให้ประโยชน์ต่อระบบนิเวศในพื้นที่สูงได้อีกหลายประการ เช่น:

(1) การเติมน้ำใต้ดิน: การใช้แหล่งน้ำผิวดิน SPIS สามารถช่วยเติมน้ำบาดาลใต้ดิน ทำให้มั่นใจได้ว่าจะมีน้ำใช้ในระยะยาว

(2) ลดความเค็มของดิน: SPIS สามารถช่วยลดความเค็มของดินได้โดยการให้น้ำชลประทานที่เพียงพอเพื่อชะล้างเกลือออกจากเขตรากพืช (Root zone)

(3) ปรับปรุงคุณภาพน้ำ: SPIS สามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำได้โดยลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรและป้องกันการพังทลายของดิน

3.1.9 ข้อเสีย

SPIS อาจจะมีข้อเสีย เช่น:

(1) การลงทุนเริ่มต้นสูง: ต้นทุนการลงทุนเริ่มต้นของ SPIS อาจสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเกษตรกรรายย่อย อย่างไรก็ตาม เงินอุดหนุนจากรัฐบาลและรูปแบบการจัดหาเงินทุนที่สร้างสรรค์จะสามารถช่วยเอาชนะอุปสรรคเรื่องเงินทุนนี้ได้

(2) การบำรุงรักษา: SPIS ต้องได้รับการบำรุงรักษาเป็นประจำเพื่อให้มั่นใจถึงประสิทธิภาพและอายุการใช้งานที่เหมาะสมที่สุด

(3) ต้องการพื้นที่ในการติดตั้ง: SPIS ต้องการพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งอาจมีจำกัดในพื้นที่สูงบางแห่ง

3.1.10 ข้อมูลอื่น ๆ

SPIS เป็นแนวปฏิบัติของ CSA ที่มีแนวโน้มดีที่สามารถเปลี่ยนแปลงการเกษตรในพื้นที่สูงได้โดยการจัดหาแหล่งน้ำชลประทานที่ยั่งยืนและเชื่อถือได้ เป็นเทคโนโลยีที่ปรับขนาดให้เข้ากับขนาดฟาร์มและความต้องการน้ำที่มีความแตกต่างกัน ความสำเร็จของ SPIS ขึ้นอยู่กับการออกแบบระบบ การติดตั้ง และการบำรุงรักษาที่เหมาะสม รวมถึงการเข้าถึงแหล่งเงินทุนและการสนับสนุนทางเทคนิค

ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน: ระบบน้ำสำหรับชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ ที่มา: ผู้เขียน

3.2 การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ (Keyline)

3.2.1 ความเป็นมา

การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ (Keyline approach) คือการออกแบบภูมิทัศน์และระบบการจัดการน้ำที่พัฒนาขึ้นในช่วงทศวรรษ 1950 โดย P.A. Yeomans เกษตรกรชาวออสเตรเลีย แนวทางดังกล่าวมีพื้นฐานอยู่บนความเข้าใจที่ว่าน้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตของดิน การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ เกี่ยวข้องกับการออกแบบและจัดการภูมิทัศน์เพื่อชะลอ กระจาย และดูดซับน้ำฝนลงในดิน จึงทำให้การซึมผ่านและการกักเก็บน้ำสูงสุด แนวทางนี้มีความเกี่ยวข้องโดยเฉพาะในพื้นที่สูง ซึ่งมีความลาดชันสูง ชั้นดินบาง และรูปแบบการตกของฝนที่มีความผันผวน ก่อให้เกิดความท้าทายต่อภาคเกษตรกรรม แนวทางนี้สามารถปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร เพิ่มความสามารถในการสร้างความยืดหยุ่นที่จะต้านทานต่อภัยแล้งและการกัดเซาะดิน และมีส่วนช่วยในการบรรเทาการผลกระทบจากเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการปรับปรุงการจัดการน้ำและความสมบูรณ์ของดิน

ที่มา: https://images.app.goo.gl/1RAULs7yVqLnRU2r9

3.2.2 คุณสมบัติเชิงนวัตกรรม

การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ (Keyline) ประกอบด้วยคุณสมบัติเชิงนวัตกรรมหลายประการที่แตกต่างจากแนวทางการจัดการที่ดินแบบเดิม:

(1) **การออกแบบแนวคีย์ไลน์:** ระบุประเด็นสำคัญและเส้นชั้นความสูงบนภูมิทัศน์เพื่อออกแบบระบบร่องรับน้ำแนวยาวที่ปลูกด้วยพืชพรรณและบ่อน้ำที่เชื่อมต่อถึงกันสำหรับใช้ในการเก็บกักน้ำฝนและกระจายน้ำ

(2) **การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์:** พื้นที่จะถูกไถด้วยผานไถแบบพิเศษที่จะช่วยสร้างร่องตื้นตามแนวเส้นชั้นความสูง ทำให้น้ำไหลช้าลงและช่วยให้น้ำซึมลงไปในชั้นดิน

(3) **การจัดการแปลงหญ้าเลี้ยงสัตว์เชิงยุทธศาสตร์:** การบูรณาการการเลี้ยงปศุสัตว์เข้าสู่ระบบการไถแบบแนวคีย์ไลน์ช่วยปรับปรุงความสมบูรณ์ของดิน ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชพรรณ และเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน

(4) **การจัดการที่ดินแบบองค์รวม:** โดยพิจารณาภาพรวมของภูมิทัศน์ทั้งหมดในฐานะระบบที่เชื่อมโยงถึงกัน และจัดการเพื่อประโยชน์หลายประการ รวมถึงผลผลิตทางการเกษตร ความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ และความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน: การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการซึมผ่านและการกักเก็บน้ำสูงสุด ที่มา: ผู้เขียน

3.2.3 บทบาทช่วยในการปรับปรุงผลผลิต

การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์สามารถช่วยในการปรับปรุงผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **เพิ่มการแทรกซึมของน้ำ:** การออกแบบการไถดินแบบแนวคีย์ไลน์และการไถพรวนช่วยปรับปรุงการซึมของน้ำลงในดิน ทำให้มีน้ำมากขึ้นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชและลดการไหลบ่า

(2) **ช่วยการกักเก็บความชื้นในดินได้ขึ้น:** โดยการชะลอการไหลของน้ำและส่งเสริมการซึมผ่าน การทำแนวคีย์ไลน์สามารถปรับปรุงการกักเก็บความชื้นในดิน ลดความเสี่ยงจากภัยแล้ง และเพิ่มผลผลิตพืช

(3) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** การทำแนวคีย์ไลน์ประกอบกับแนวทางจัดการอื่นๆ เช่น การจัดการการเลี้ยงสัตว์อย่างมีกลยุทธ์และการใช้พืชคลุมดิน สามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้โดยการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ การหมุนเวียนของสารอาหาร และกิจกรรมของจุลินทรีย์

(4) **ลดการพังทลายของดิน:** การทำแนวคีย์ไลน์และการไถพรวนช่วยลดการพังทลายของดินโดยการชะลอการไหลของน้ำและกักเก็บตะกอน จึงช่วยรักษาหน้าดินและสารอาหารไว้ได้

3.2.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์เพิ่มความสามารถในการสร้างความยืดหยุ่นเพื่อรับมือต่อสภาพอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **บรรเทาผลกระทบจากภัยแล้ง:** การปรับปรุงการแทรกซึมและการกักเก็บน้ำ การทำคีย์ไลน์สามารถช่วยบรรเทาผลกระทบจากภัยแล้งและทำให้มั่นใจได้ว่ามีแหล่งน้ำสำหรับพืชผลและปศุสัตว์อย่างเพียงพอ

(2) **การบรรเทาผลกระทบจากอุทกภัย:** การออกแบบการไถดินแบบแนวคีย์ไลน์สามารถช่วยชะลอและกระจายน้ำท่วม ลดศักยภาพในการทำลายล้าง และปกป้องพื้นที่ปลายน้ำ

(3) **ควบคุมการกัดเซาะพังทลายของดิน:** การทำคีย์ไลน์สามารถช่วยควบคุมการกัดเซาะดินที่เกิดจากฝนตกหนักและสภาพอากาศเลวร้าย ซึ่งเกิดขึ้นบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้นเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

(4) **ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** การทำคีย์ไลน์ สามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้โดยการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ การหมุนเวียนของสารอาหาร และกิจกรรมของจุลินทรีย์ ทำให้ดินมีความทนทานต่อปัจจัยกดดันจากสภาพภูมิอากาศมากขึ้น

3.2.5 บทบาทในการช่วยบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์มีบทบาทในการช่วยบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก โดย:

(1) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน:**การทำคีย์ไลน์เมื่อใช้ร่วมกับแนวทางจัดการอื่นๆ เช่น การจัดการทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์อย่างมีกลยุทธ์และการใช้พืชคลุมดิน เป็นการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งสามารถกักเก็บคาร์บอนและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้

(2) **ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากความเสื่อมโทรมของดิน:** การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและป้องกันการพังทลายของดิน การทำแนวคีย์ไลน์สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมโทรมของดินได้

3.2.6 ผลกระทบทางสังคม

การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ทำให้เกิดผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูง โดย:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** การทำคีย์ไลน์สามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและรายได้ ส่งผลให้คุณภาพชีวิตของเกษตรกรและครอบครัวดีขึ้น

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** การทำคีย์ไลน์สามารถเพิ่มความมั่นคงทางอาหารในชุมชนพื้นที่สูงได้โดยการปรับปรุงการจัดการน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของดิน

(3) **ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชน:** การทำคีย์ไลน์ต้องเกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมของชุมชนในขั้นตอนการวางแผน การดำเนินการ และการจัดการ ส่งเสริมความสามัคคีและการเสริมพลังทางสังคม

3.2.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์สามารถส่งผลดีต่อเศรษฐกิจในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร:** การทำแนวคีย์ไลน์สามารถเพิ่มผลผลิตพืชผลและผลผลิตปศุสัตว์ ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น

(2) **ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต:** ด้วยการปรับปรุงการจัดการน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของดิน การทำคีย์ไลน์สามารถลดความต้องการน้ำในระบบชลประทาน ปุ๋ย และยาฆ่าแมลงได้ ทำให้ต้นทุนปัจจัยการผลิตสำหรับเกษตรกรลดลง

(3) **สร้างโอกาสในการจ้างงาน:** การทำคีย์ไลน์สามารถสร้างโอกาสในการจ้างงานได้โดยการออกแบบ การดำเนินการ และการบำรุงรักษาระบบคีย์ไลน์

3.2.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

การทำคีย์ไลน์สามารถสร้างประโยชน์ต่อระบบนิเวศในพื้นที่สูงได้หลายประการ เช่น:

(1) **ทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพดีขึ้น:** คีย์ไลน์ช่วยสร้างแหล่งที่อยู่อาศัยซึ่งสามารถรองรับสายพันธุ์พืชและสัตว์ที่หลากหลาย

(2) **คุณภาพน้ำที่ดีขึ้น:** คีย์ไลน์สามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำและลำธารได้ โดยลดการกัดเซาะและทำให้การแทรกซึมของน้ำดีขึ้น

(3) **เติมน้ำใต้ดินให้มากขึ้น:** คีย์ไลน์สามารถช่วยเติมน้ำสู่แหล่งน้ำใต้ดิน ทำให้มั่นใจได้ว่าจะมีน้ำใช้ในระยะยาว

3.2.9 ข้อเสีย

การทำคีย์ไลน์อาจจะมีข้อเสีย เช่น:

(1) **การลงทุนเริ่มต้นสูง:** คีย์ไลน์มีการลงทุนเริ่มต้นจำนวนมากในด้านการออกแบบ งานปรับแต่งที่ดิน และโครงสร้างพื้นฐาน

(2) **ความเชี่ยวชาญทางเทคนิค:** การออกแบบและนำระบบคีย์ไลน์มาใช้ ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญด้านเทคนิคและความรู้เกี่ยวกับกระบวนการจัดภูมิทัศน์

(3) **การบำรุงรักษา:** การทำคีย์ไลน์จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มั่นใจถึงประสิทธิภาพและป้องกันการพังทลาย.

3.2.10 ข้อมูลอื่นๆ

การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ เป็นระบบการจัดการที่ดินแบบองค์รวมและยั่งยืนที่สามารถปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของพื้นที่สูงและระบบการเกษตรที่หลากหลาย แนวทางนี้ถือเป็นแนวทางที่มีแนวโน้มดีในการแก้ไขปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การขาดแคลนน้ำ และการเสื่อมโทรมของดินในพื้นที่สูง ความสำเร็จของแนวทางขึ้นอยู่กับการวางแผนอย่างรอบคอบ การออกแบบที่เหมาะสม และการจัดการอย่างต่อเนื่อง

3.3 การกักเก็บน้ำฝน

3.3.1 ความเป็นมา

การกักเก็บน้ำฝน (RWH) คือการรวบรวมและกักเก็บน้ำฝนไว้สำหรับการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ รวมถึงการชลประทาน การให้น้ำสำหรับปศุสัตว์ และการบริโภคในครัวเรือน เป็นเทคนิคที่เรียบง่ายแต่มีประสิทธิภาพซึ่งใช้กันมาหลายศตวรรษในส่วนต่าง ๆ ของโลก ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ RWH กำลังได้รับความสำคัญเพิ่มมากขึ้นในฐานะแนวปฏิบัติทางการการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) เนื่องจากมีศักยภาพในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำ ลดการพึ่งพาน้ำใต้ดิน และปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร แนวปฏิบัตินี้มีความเกี่ยวข้องโดยเฉพาะในพื้นที่สูง ซึ่งรูปแบบการตกของฝนมักจะไม่แน่นอน ทรัพยากรน้ำมีจำกัด และความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรและวัตถุประสงค์อื่นๆ มีอยู่สูง

ที่มา: https://msfagriculture.com/2020/06/10/agricultural-practices-save-water/

3.3.2 คุณสมบัติเชิงนวัตกรรม

เทคนิค RWH แบบดั้งเดิมได้รับการพัฒนาเพื่อรวมเอาคุณลักษณะใหม่ ๆ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ความยั่งยืน และความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมพื้นที่สูงที่มีความแตกต่างกัน คุณลักษณะใหม่ๆ เหล่านี้บางส่วน ได้แก่:

(1) **การกักเก็บน้ำฝนจากหลังคา:** การเก็บน้ำฝนจากหลังคาและเก็บไว้ในถังเก็บน้ำสำหรับใช้ในครัวเรือนหรือภาคเกษตรกรรม

(2) **การกักเก็บนทำฝนจากผิวดิน:** การเก็บน้ำฝนจากพื้นผิวดิน เช่น ทุ่งนาหรือถนน แล้วส่งไปยังบ่อเก็บน้ำฝนหรืออ่างเก็บน้ำ

(3) **การกักเก็บน้ำจากพื้นที่รับน้ำขนาดเล็ก (Micro-catchment):** การสร้างแหล่งกักเก็บน้ำฝนขนาดเล็ก เช่น คันดินหรือบ่อ เพื่อเก็บน้ำฝนและส่งไปยังพืชผลหรือต้นไม้

(4) **เขื่อนใต้ดิน:** การสร้างกำแพงกั้นใต้ดินเพื่อเก็บและกักน้ำฝนในดินใต้ผิวดิน ซึ่งเป็นแหล่งน้ำสำหรับพืชผลในช่วงฤดูแล้ง.

(5) **การกักเก็บน้ำจากหมอก:** การเก็บน้ำจากหมอกโดยใช้ตาข่ายหรือตะแกรงพิเศษเพื่อให้หมอกมาจับ โดยเฉพาะในพื้นที่สูงที่มีหมอกบ่อยครั้ง

3.3.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

ระบบชลประทานแบบ RWH มีส่วนช่วยในการปรับปรุงผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **เพิ่มปริมาณน้ำที่ใช้ประโยชน์ได้:** ระบบชลประทานแบบ RWH เป็นแหล่งน้ำเพิ่มเติมสำหรับการชลประทาน โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งซึ่งแหล่งน้ำผิวดินอาจมีจำกัด

(2) **เพิ่มความชื้นในดิน:** ระบบชลประทานแบบ RWH ช่วยรักษาระดับความชื้นในดิน ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชให้แข็งแรง และเพิ่มผลผลิตพืช

(3) **ลดต้นทุนการชลประทาน:** เกษตรกรสามารถลดการพึ่งพาระบบชลประทานที่มีต้นทุนสูงและลดต้นทุนการผลิตได้โดยใช้ประโยชน์จากน้ำฝน

(4) **เพิ่มคุณภาพของพืชผล:** การชลประทานแบบ RWH อย่างสม่ำเสมอและตรงเวลาสามารถปรับปรุงคุณภาพพืชผลได้ ส่งผลให้ราคาตลาดสูงขึ้นและเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

3.3.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

ระบบชลประทานแบบ RWH สามารถช่วยสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูง โดย:

(1) **ลดความเปราะบางที่เป็นความเสี่ยงจากภัยแล้ง:** RWH ทำหน้าที่เป็นที่พักน้ำเพื่อป้องกันภัยแล้งโดยกักเก็บน้ำฝนไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้ง ช่วยให้พืชผลและปศุสัตว์มีน้ำใช้อย่างเพียงพอ

(2) **การปรับตัวให้เข้ากับรูปแบบการตกของฝนที่เปลี่ยนไป:** RWH สามารถช่วยให้เกษตรกรปรับตัวให้เข้ากับรูปแบบการตกของฝนที่เปลี่ยนแปลงไปได้โดยกักเก็บน้ำฝนไว้ในช่วงที่ฝนตกหนักและนำไปใช้ในช่วงที่ฝนตกน้อย

(3) **บรรเทาผลกระทบจากสภาพอากาศอันเลวร้าย:** RWH สามารถช่วยลดผลกระทบจากสภาพอากาศเลวร้าย เช่น อุทกภัยหรือช่วงแล้งที่ยาวนาน โดยจัดหาแหล่งน้ำสำหรับพืชผลและปศุสัตว์

3.3.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

RWH มีส่วนช่วยในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **ลดการใช้พลังงาน:** ระบบชลประทาน RWH ต้องการพลังงานน้อยกว่าระบบชลประทานแบบธรรมดา ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพลังงาน

(2) **ส่งเสริมการจัดการน้ำอย่างยั่งยืน:** ระบบชลประทาน RWH ลดการพึ่งพาน้ำใต้ดิน ซึ่งสามารถช่วยป้องกันการทรุดตัวของแผ่นดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวเนื่อง

3.3.6 ผลกระทบทางสังคม

RWH ช่วยส่งเสริมผลกระทบเชิงบวกต่อสังคมในพื้นที่สูง โดย:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** RWH สามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและรายได้ ส่งผลให้คุณภาพชีวิตของเกษตรกรและครอบครัวดีขึ้น

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** RWH มีส่วนสนับสนุนความมั่นคงทางอาหารโดยการสร้างแหล่งน้ำที่มั่นคงสำหรับพืชผล แม้ในช่วงภัยแล้ง

(3) **เสริมพลังให้ผู้หญิง:** RWH สามารถลดภาระของผู้หญิงซึ่งมักต้องรับผิดชอบในการตักน้ำเพื่อใช้ในครัวเรือนและการเกษตร

(4) **ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชน:** โครงการที่เกี่ยวข้องกับ RWH สามารถส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนในการวางแผน การก่อสร้าง และการบำรุงรักษา รวมทั้งส่งเสริมความสามัคคีและการเสริมพลังทางสังคม

3.3.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

RWH ช่วยส่งเสริมผลกระทบเชิงบวกต่อเศรษฐกิจในพื้นที่สูง โดย:

(1) **ลดต้นทุนระบบชลประทาน:** RWH สามารถลดต้นทุนการชลประทานได้อย่างมากโดยใช้น้ำฝนแทนน้ำที่สูบมาจากแหล่งน้ำที่มีต้นทุนสูง

(2) **เพิ่มผลผลิตพืช:** RWH สามารถปรับปรุงผลผลิตพืชผ่านการชลประทานที่สม่ำเสมอและตรงเวลา ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

(3) **สร้างโอกาสในการจ้างงาน:** RWH สามารถสร้างโอกาสในการจ้างงานในการสร้าง บำรุงรักษา และจัดการระบบเก็บน้ำฝน

3.3.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่น ๆ

RWH สามารถให้ประโยชน์ต่อระบบนิเวศอื่นๆ ในพื้นที่สูงได้หลายประการ เช่น:

(1) **การเติมน้ำลงใต้ดิน:** RWH สามารถช่วยเติมน้ำลงใต้ดิน ทำให้มั่นใจได้ว่าจะมีน้ำใช้ในระยะยาวสำหรับการใช้งานต่าง ๆ

(2) **ลดการกัดเซาะของดิน:** RWH สามารถลดการกัดเซาะได้โดยชะลอการไหลของน้ำและช่วยให้การแทรกซึมผ่านของน้ำลงสู่ใต้ดินดีขึ้น

(3) **ปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น:** RWH สามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำได้โดยลดตะกอนและการไหลบ่าของสารอาหารจากพื้นที่เกษตรกรรม

3.3.9 ข้อเสีย

RWH อาจจะมีข้อเสียบางประการ เช่น:

(1) **การลงทุนเริ่มต้นสูง:** ต้นทุนเริ่มต้นในการสร้างระบบ RWH อาจสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับโครงการขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตาม เงินอุดหนุนจากรัฐบาลและแนวทางที่เน้นชุมชนสามารถช่วยเอาชนะอุปสรรคนี้ได้

(2) **การบำรุงรักษา:** RWH ต้องมีการบำรุงรักษาเป็นประจำเพื่อให้แน่ใจว่ามีประสิทธิภาพและป้องกันการปนเปื้อนของน้ำที่เก็บไว้

(3) **การพึ่งพากับน้ำฝน:** RWH ต้องพึ่งพากับน้ำฝน และประสิทธิภาพของระบบอาจจำกัดในช่วงที่มีฝนตกน้อย

3.3.10 ข้อมูลอื่น ๆ

RWH เป็นแนวปฏิบัติของ CSA ที่มีความคล่องตัวและปรับเปลี่ยนได้ ซึ่งสามารถปรับให้เหมาะกับความต้องการและเงื่อนไขเฉพาะของแต่ละภูมิภาคในพื้นที่สูงได้ แนวปฏิบัตินี้สามารถนำไปใช้ได้ในระดับเล็กโดยครัวเรือนแต่ละครัวเรือน หรือในระดับ

ใหญ่ขึ้นผ่านโครงการในชุมชน ความสำเร็จของ RWH ขึ้นอยู่กับการออกแบบระบบ การก่อสร้าง การบำรุงรักษา การมีส่วนร่วมของชุมชน และการตระหนักรู้ที่เหมาะสม

4. การจัดการดินให้ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศและการทำเกษตรอินทรีย์

4.1 การทำคันดิน (Terracing)

4.1.1 ความเป็นมา

การทำคันดิน เป็นแนวทางการเกษตรแบบดั้งเดิมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างพื้นที่ราบบนพื้นที่ลาดชัน พื้นที่หรือขั้นบันไดเหล่านี้ได้รับการออกแบบมาเพื่อลดการกัดเซาะดิน การอนุรักษ์น้ำ และปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร การทำคันดินถูกนำมาใช้มาหลายศตวรรษในส่วนต่างๆ ของโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภูเขาซึ่งมีความลาดชันสูงและเป็นความท้าทายสำหรับการทำเกษตรกรรม ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การทำคันดินกำลังได้รับความสำคัญอีกครั้งในฐานะแนวทางการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากมีศักยภาพในการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการกัดเซาะดิน ภาวะขาดแคลนน้ำ และสภาพอากาศที่เลวร้ายได้

ที่มา: https://www.worldbank.org/en/results/2018/09/10/climate-smart-productive-landscapes-increase-incomes-and-combat-climate-change-hillside-agriculture-intensification-in-rwanda

4.1.2 คุณสมบัติเชิงนวัตกรรม

การทำคันดินแบบดั้งเดิมนั้น ได้ถูกพัฒนาจนสามารถผสมผสานคุณลักษณะใหม่ ๆ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืนได้ คุณลักษณะใหม่ๆ เหล่านี้ ได้แก่:

(1) **คันดินขั้นบันได (Bench terracing):** การสร้างคันดินแบบขั้นบันไดที่กว้างและราบเรียบ ซึ่งเหมาะสำหรับการทำการปลูกพืชด้วยเครื่องจักรกลและสามารถรองรับการปลูกพืชผลได้หลากหลาย

(2) **คันดินตามแนวเส้นชั้นความสูง (Contour terracing):** การสร้างคันดินตามแนวระดับของของเส้นชั้นความสูงเพื่อลดการรบกวนดินและเพิ่มการกักเก็บน้ำให้มากที่สุด

(3) **คันดินปรับระดับ (Graded terracing):** การสร้างคันดินโดยมีความลาดเอียงเข้าด้านในเล็กน้อยเพื่อช่วยระบายน้ำไปยังร่องระบายน้ำของคันดิน ป้องกันน้ำท่วมขังและการพังทลายของดิน

(4) **การปลูกพืชผสมสลับแถว (Intercropping):** การปลูกพืชต่างชนิดกันบนคันดินเดียวกันจะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ลดศัตรูพืชและโรคพืช และเพิ่มแหล่งรายได้จากพืชที่หลากหลาย

4.1.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

การทำคันดินสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **ลดการกัดเซาะของดิน:** การทำคันดินช่วยลดการกัดเซาะดินโดยชะลอการไหลของน้ำและกักเก็บตะกอน จึงช่วยรักษาหน้าดินชั้นบนและสารอาหารไว้ได้

(2) **ปรับปรุงการจัดการน้ำ:** การทำคันดินสามารถกักเก็บน้ำฝนไว้ ทำให้สามารถนำน้ำไปใช้ในการเจริญเติบโตของพืชและลดความเสี่ยงต่อภาวะภัยแล้ง

(3) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์:** การทำคันดินสามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้โดยลดการสูญเสียสารอาหารจากการกัดเซาะและช่วยเพิ่มการสะสมอินทรียวัตถุ

(4) **เพิ่มพื้นที่เพาะปลูก:** การทำคันดินสามารถเปลี่ยนพื้นที่ลาดชันให้เป็นพื้นที่เพาะปลูกได้ ช่วยเพิ่มพื้นที่สำหรับการเกษตร

4.1.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

การทำคันดินสามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการสร้างความยืดหยุ่นต่อภูมิอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **ป้องกันการกัดเซาะของดิน:** คันดินช่วยป้องกันการกัดเซาะดินที่เกิดจากฝนตกหนักและสภาพอากาศเลวร้ายซึ่งเกิดขึ้นบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้นเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

(2) **อนุรักษ์ดินและน้ำ:** คันดินช่วยในการกักเก็บน้ำฝนไว้ ทำให้สามารถใช้น้ำในการเจริญเติบโตของพืชในช่วงฤดูแล้งและลดความเสี่ยงจากภัยแล้ง

(3) **บรรเทาผลกระทบจากดินถล่ม:** การทำคันดินสามารถช่วยรักษาเสถียรภาพของทางลาดและลดความเสี่ยงจากดินถล่ม ซึ่งอาจเกิดจากฝนตกหนักและแผ่นดินไหว

4.1.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

การทำคันดินสามารถช่วยลดก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน:** การทำคันดินสามารถปรับปรุงปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

(2) **ลดการปล่อยก๊าซจากการกัดเซาะของดิน:** การทำคันดินสามารถลดการกัดเซาะดิน ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ สู่ชั้นบรรยากาศ

4.1.6 ผลกระทบทางสังคม

การทำคันดินสามารถส่งผลดีต่อสังคมในพื้นที่สูงได้ดังนี้:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** การทำคันดิน การทำคันดินสามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและรายได้ ส่งผลให้คุณภาพชีวิตของเกษตรกรและครอบครัวดีขึ้น

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** การทำคันดินสามารถมีส่วนสนับสนุนความมั่นคงทางอาหารได้ด้วยการเพิ่มผลผลิตพืชผลและลดความเสี่ยงที่พืชผลจะล้มเหลวอันเนื่องมาจากการกัดเซาะดินและภาวะขาดแคลนน้ำ

(3) **ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชน:** โครงการที่เกี่ยวข้องกับการทำคันดิน สามารถการมีส่วนร่วมในการวางแผน การก่อสร้าง และการบำรุงรักษา ส่งเสริมความสามัคคีและการเสริมพลังทางสังคม

4.1.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

การทำคันดินสามารถส่งผลดีต่อเศรษฐกิจในพื้นที่สูงได้ดังนี้:

(1) **เพิ่มผลาลิตทางการเกษตร:** การทำคันดิน สามารถนำไปสู่ผลผลิตพืชผลที่เพิ่มขึ้นและรายได้ที่สูงขึ้นสำหรับเกษตรกร

(2) **สร้างโอกาสในการจ้างงาน:** โครงการที่เกี่ยวข้องกับการทำคันดินสามารถสร้างโอกาสในการจ้างงานในด้านการก่อสร้าง การบำรุงรักษา และการผลิตทางการเกษตร

(3) **กระตุ้นเศรษฐกิจภายในท้องถิ่น:** การทำคันดิน สามารถกระตุ้นเศรษฐกิจในท้องถิ่นโดยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและสร้างความต้องการสินค้าและบริการ

4.1.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่น ๆ

การทำคันดินสามารถให้ประโยชน์ต่อระบบนิเวศอื่น ๆ ในพื้นที่สูงได้หลายประการ เช่น:

(1) **การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ:** คันดินช่วยสร้างแหล่งอาศัยขนาดเล็กซึ่งรองรับพันธุ์พืชและสัตว์ได้หลากหลายสายพันธุ์

(2) **การปกป้องลุ่มน้ำ:** คัดดินช่วยควบคุมการไหลของน้ำ ลดการกัดเซาะ และปรับปรุงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ

(3) **สร้างความสวยงามให้กับภูมิทัศน์:** สามารถเพิ่มคุณค่าความสวยงามของภูมิทัศน์ ทำให้ดึงดูดนักท่องเที่ยวและพักผ่อนหย่อนใจได้มากขึ้น

4.1.9 ข้อเสีย

การทำคันดินอาจมีข้อเสียหลายประการ ได้แก่:

(1) **ต้นทุนเริ่มต้นสูง:** การทำคันดินสำหรับเกษตรแล้ว ต้องใช้แรงงานมากและมีต้นทุนการลงทุนเริ่มต้นที่สูง ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคสำหรับเกษตรกรบางราย

(2) **การบำรุงรักษา:** คันดินต้องได้รับการบำรุงรักษาเป็นประจำเพื่อป้องกันการพังทลายและเพื่อให้แน่ใจว่ามีประสิทธิภาพ

(3) **ความเสี่ยงจากน้ำท่วมขัง:** การออกแบบหรือบำรุงรักษาคันดินที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดน้ำท่วมขัง พืชผลเสียหายและผลผลิตลดลง

4.1.10 ข้อมูลอื่น ๆ

การทำคันดิน เป็นแนวปฏิบัติ CSA ที่ได้รับการยอมรับและมีประสิทธิผล ซึ่งสามารถปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมพื้นที่สูงต่างๆ ได้ การทำคันดินสามารถทำได้ในระดับเล็กโดยเกษตรกรรายบุคคล หรือในระดับใหญ่ขึ้นผ่านโครงการในชุมชน ความสำเร็จของการทำคันดินขึ้นอยู่กับการวางแผนอย่างรอบคอบ การออกแบบที่เหมาะสม และการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง

4.2 การใช้วัสดุคลุมดิน (Mulching and Soil Cover)

4.2.1 ความเป็นมา

การคลุมดินเป็นการคลุมผิวดินด้วยวัสดุอินทรีย์หรืออนินทรีย์ เป็นเทคนิคทางการเกษตรที่ใช้กันอย่างแพร่หลายซึ่งมีประโยชน์มากต่อความสมบูรณ์ของดิน ผลผลิตพืช และความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การคลุมดินถือเป็นแนวปฏิบัติทางการการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) เนื่องจากมีศักยภาพในการรักษาความชื้นของดิน ลดการพังทลายของดิน ปราบวัชพืช และควบคุมอุณหภูมิของดินให้เหมาะสม ประโยชน์เหล่านี้มีความสำคัญในพื้นที่สูง ซึ่งความหนาหน้าดินมักจะบาง เสี่ยงต่อการพังทลายของดิน และสัมผัสกับสภาพภูมิอากาศที่รุนแรง

ที่มา: https://phys.org/news/2022-09-biodegradable-plastic-mulch-climate-smart-agricultural.html

4.2.2 คุณสมบัติเชิงนวัตกรรม

แนวทางการคลุมดินแบบดั้งเดิมได้พัฒนาจนมีคุณสมบัติใหม่ ๆ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันของพื้นที่สูงได้ คุณสมบัติใหม่ๆ เหล่านี้ ได้แก่:

(1) **การคลุมดินด้วยพืช:** การใช้พืชคลุมดินหรือพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนเป็นวัสดุคลุมดินเพื่อปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน กำจัดวัชพืช และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ

(2) **การคลุมดินด้วยวัสดุที่ย่อยสลายได้:** การใช้วัสดุที่ย่อยสลายได้ เช่น ฟาง เศษไม้ หรือปุ๋ยหมัก เป็นวัสดุคลุมดินที่ย่อยสลายได้ตามเวลาและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน

(3) **การคลุมดินด้วยพลาสติก:** การใช้พลาสติกคลุมดินเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของดิน รักษาความชื้น และกำจัดวัชพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการปลูกพืชที่มีมูลค่าสูง

(4) **การคลุมดินด้วยก้อนหิน:** การใช้หินคลุมดินในพื้นที่สูงที่มีความแห้งแล้งจะช่วยลดการระเหย ควบคุมอุณหภูมิของดิน และป้องกันการพังทลายของดิน

4.2.3 บทบาทช่วยในการปรับปรุงผลผลิต

การคลุมดินสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **ช่วยรักษาความชื้นในดิน:** การคลุมดินช่วยลดการระเหยของน้ำจากผิวดิน รักษาความชื้นและทำให้ดินพร้อมสำหรับการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง

(2) **ป้องกันวัชชพืช:** การคลุมดินสามารถยับยั้งการเติบโตของวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดการแย่งน้ำและสารอาหาร และลดความจำเป็นในการใช้สารกำจัดวัชพืช

(3) **ควบคุมอุณหภูมิของดิน:** การคลุมดินสามารถควบคุมอุณหภูมิของดิน ปกป้องรากพืชจากความร้อนจัดหรือความเย็นจัด และสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตมากขึ้น

(4) **ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** การคลุมดินด้วยวัสดุที่เป็นอินทรีย์จะสลายตัวเมื่อเวลาผ่านไป ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุและสารอาหารให้กับดิน เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ และช่วยให้พืชเจริญเติบโตที่สมบูรณ์

4.2.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

การคลุมดินสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) ป้องกันการพังทลายของดิน: วัสดุคลุมดินช่วยป้องกันการพังทลายของดินที่เกิดจากฝนตกหนัก ลม และน้ำไหลบ่า ซึ่งมักเกิดขึ้นในพื้นที่สูง

(2) อนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ: วัสดุคลุมดินช่วยลดการสูญเสียน้ำจากการระเหย อนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ และทำให้พืชทนทานต่อความแห้งแล้งมากขึ้น

(3) ควบคุมอุณหภูมิของดิน: วัสดุคลุมดินสามารถป้องกันความผันผวนของอุณหภูมิในดิน ป้องกันรากพืชจากอุณหภูมิที่รุนแรง และลดความเครียด

(4) เพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน: วัสดุคลุมดินสามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปรับปรุงโครงสร้างของดิน เพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำและธาตุอาหาร และทำให้ดินมีความยืดหยุ่นที่จะสร้างความทนทานต่อปัจจัยกดดันจากสภาพอากาศมากขึ้น

4.2.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

การคลุมดินสามารถช่วยลดผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน:** ปุ๋ยอินทรีย์จะสลายตัวและเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งสามารถกักเก็บคาร์บอนและลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้

(2) **ลดการปล่อยไนตรัสออกไซด์:** ปุ๋ยอินทรีย์สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในดิน ลดความเสี่ยงของการปล่อยไนตรัสออกไซด์จากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป

(3) **ลดการรบกวนดิน:** การคลุมดินสามารถลดความจำเป็นในการไถพรวน ซึ่งจะช่วยลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากดินได้

4.2.6 ผลกระทบทางสังคม

การคลุมดินสามารถสร้างผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูงโดย:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** การคลุมดินสามารถเพิ่มผลผลิตและรายได้ของพืชผล ส่งผลให้คุณภาพชีวิตของเกษตรกรและครอบครัวดีขึ้น

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** การคลุมดินมีส่วนสนับสนุนความมั่นคงทางอาหารโดยเพิ่มผลผลิตของพืชผลและลดความเสี่ยงที่พืชผลจะเสียหายเนื่องจากภัยแล้งและการพังทลายของดิน

(3) **ส่งเสริมการทำเกษตรกรรมที่ยั่งยืน:** การคลุมดินสามารถลดการพึ่งพาปุ๋ยที่สังเคราะห์จากสารเคมีและสารกำจัดวัชพืช ส่งเสริมแนวปฏิบัติด้านการเกษตรที่ยั่งยืน

4.2.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

การคลุมดินส่งผลดีต่อเศรษฐกิจในพื้นที่สูงได้ดังนี้:

(1) **ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต:** การคลุมดินสามารถลดความต้องการการชลประทาน สารกำจัดวัชพืช และปุ๋ย ทำให้ต้นทุนปัจจัยการผลิตของเกษตรกรลดลง
(2) **เพิ่มผลผลิตพืช:** การคลุมดินสามารถปรับปรุงความชุ่มชื้น อุณหภูมิ และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ส่งผลให้ผลผลิตพืชเพิ่มขึ้นและเกษตรกรมีรายได้สูงขึ้น
(3) **สร้างโอกาสทางการตลาด:** วัสดุคลุมดิน เช่น ฟางหรือเศษไม้ สามารถหาซื้อได้ในท้องถิ่น ซึ่งสร้างโอกาสทางการตลาดให้กับผู้ผลิตในท้องถิ่น

4.2.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

การคลุมดินสามารถให้ประโยชน์ต่อระบบนิเวศอื่นๆ ในพื้นที่สูงได้หลายด้าน เช่น:

(1) **ปรับปรุงความหลากหลายทางชีวภาพของดินให้ดีขึ้น:** การคลุมดินสามารถเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพของดินได้โดยการให้ที่อยู่อาศัยแก่จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์และสัตว์ในดิน
(2) **ช่วยลดมลพิษทางน้ำ:** การคลุมดินสามารถลดการไหลบ่าของสารอาหารและการกัดเซาะดิน ช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำและลำธาร
(3) **แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าดีขึ้น:** การคลุมดินสามารถให้ที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารแก่แมลงที่มีประโยชน์และสัตว์ป่าอื่นๆ

4.2.9 ข้อเสีย

การคลุมดินอาจมีข้อเสียหลายประการ ได้แก่:

(1) **ต้นทุนวัสดุคลุมดิน:** วัสดุคลุมดินบางชนิด เช่น พลาสติกคลุมดิน อาจมีราคาแพง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเกษตรกรรายย่อย
(2) **ความต้องการแรงงาน:** การใช้และบำรุงรักษาวัสดุคลุมดินอาจต้องใช้แรงงานมาก โดยเฉพาะในพื้นที่ขนาดใหญ่
(3) **ความเสี่ยงต่อปัญหาแมลงโรคพืช:** วัสดุคลุมดินบางชนิด เช่น คลุมดินที่เป็นอินทรีย์วัตถุ อาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงและโรคพืชได้ หากไม่ได้รับการจัดการอย่างเหมาะสม

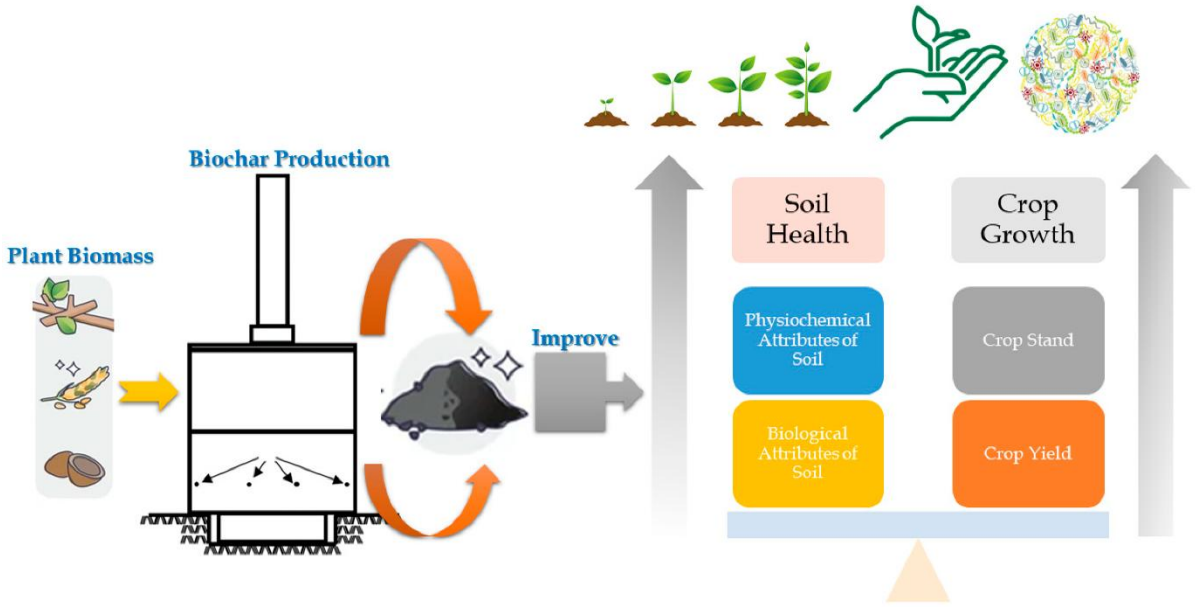
4.2.10 ข้อมูลอื่นๆ

การคลุมดินเป็นวิธีปฏิบัติ CSA ที่เรียบง่ายแต่ได้ผล ซึ่งเกษตรกรในพื้นที่สูงสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างง่ายดาย วิธีนี้ใช้ได้กับสวนขนาดเล็กในบ้านหรือในพื้นที่เกษตรเชิงพาณิชย์ในระดับที่ใหญ่กว่า การเลือกใช้วัสดุคลุมดินขึ้นอยู่กับความต้องการเฉพาะและทรัพยากรที่เกษตรกรมีอยู่ และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น

4.3 ถ่านชีวภาพ (Biochar)

4.3.1 ความเป็นมา

ถ่านชีวภาพ (หรือ ไบโอชาร์) เป็นสารคล้ายถ่านที่ผลิตขึ้นโดยการให้ความร้อนวัสดุอินทรีย์ เช่น เศษไม้ เศษพืช หรือปุ๋ยคอก ในสภาพแวดล้อมที่มีออกซิเจนต่ำ กระบวนการนี้เรียกว่ากระบวนการแยกสลายด้วยความร้อน (Pyrolysis -ไพโรไลซิส) ซึ่งจะเปลี่ยนอินทรียวัตถุให้กลายเป็นคาร์บอนที่เสถียรซึ่งสามารถเติมลงในดินเพื่อปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ ความสามารถในการกักเก็บน้ำ และการกักเก็บสารอาหาร ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ถ่านชีวภาพถือเป็นแนวทางการการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) เนื่องจากมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน ปรับปรุงสุขภาพของดิน และเพิ่มความสามารถในการต้านทานของพืชต่อปัจจัยกดดันจากสภาพภูมิอากาศ.



ที่มา: https://www.mdpi.com/2223-7747/13/2/166

4.3.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

การผลิตถ่านชีวภาพได้รับการปฏิบัติมาเป็นเวลาหลายศตวรรษ รวมทั้งมีแนวทางใหม่ ๆ เกิดขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการใช้งานถ่านชีวภาพในทางเกษตรกรรมในพื้นที่สูง คุณลักษณะใหม่ เหล่านี้ได้แก่:

(1) **การคัดเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสม:** การคัดเลือกวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นและมีใช้อย่างยั่งยืน เช่น ขยะทางการเกษตรหรือพันธุ์พืชรุกรานที่เป็นศัตรูพืช เพื่อใช้ในการผลิตถ่านชีวภาพ

(2) **การเลือกกระบวนการแยกสลายด้วยความร้อนที่เหมาะสม:** การปรับอุณหภูมิในกระบวนการแยกสลายด้วยความร้อนและเวลาที่ถ่านชีวภาพจะคงตัวอยู่เพื่อผลิตถ่านชีวภาพที่มีคุณสมบัติเฉพาะที่เหมาะกับความต้องการของดินที่สูง

(3) **ส่วนผสมและสารปรับปรุงดินที่ผสมในถ่านชีวภาพ:** การผสมถ่านชีวภาพกับสารปรับปรุงดินอื่น ๆ เช่น ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยจากแร่ธาตุ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและแก้ไขข้อบกพร่องเฉพาะของดินแต่ละแห่งได้

(4) **เทคนิคการนำไปใช้ที่แม่นยำ:** การใช้เครื่องมือและเทคนิคการเกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture) เพื่อใช้ถ่านชีวภาพในอัตราที่แตกต่างกันตามคุณสมบัติของดินและความต้องการของพืช

ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน: การผลิตถ่านชีวภาพสำหรับใช้กับดินเพื่อการเพาะปลูก ที่มา: ผู้เขียน

4.3.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

ถ่านชีวภาพสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** ถ่านชีวภาพสามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้โดยเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก การกักเก็บธาตุอาหาร และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน

(2) **ปรับปรุงโครงสร้างของดิน:** ถ่านชีวภาพสามารถปรับปรุงโครงสร้างของดินได้โดยเพิ่มความพรุน ความสามารถในการกักเก็บน้ำ และการเติมอากาศ ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของรากและการดูดซึมธาตุอาหารในดินที่สูง

(3) **ลดการชะล้างธาตุอาหารในดิน:** ถ่านชีวภาพสามารถลดการชะล้างสารอาหารได้โดยการดูดซับธาตุอาหารและปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านี้ไปยังพืชอย่างช้า ๆ ซึ่งช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหาร

(4) **เพิ่มปริมาณน้ำที่พร้อมจะใช้งาน:** ถ่านชีวภาพสามารถปรับปรุงการกักเก็บน้ำในดิน ทำให้พืชมีความทนทานต่อภาวะแล้งมากขึ้น และลดความจำเป็นในการชลประทาน

4.3.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

ถ่านชีวภาพสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **ปรับปรุงการกักเก็บน้ำในดิน:** ถ่านชีวภาพสามารถเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำในดิน ทำให้พืชทนทานต่อภาวะแห้งแล้งมากขึ้นและลดความเสี่ยงที่พืชจะล้มเหลว.

(2) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** ถ่านชีวภาพสามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและการนำสารอาหารไปใช้ ทำให้พืชมีความยืดหยุ่นต่อธาตุอาหารและปัจจัยกดดันจากสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

(3) **ช่วยกระตุ้นจุลินทรีย์ในดิน:** ถ่านชีวภาพสามารถกระตุ้นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดิน ซึ่งสามารถช่วยยับยั้งโรคพืชและปรับปรุงความสมบูรณ์ของดินได้

4.3.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

ถ่านชีวภาพสามารถช่วยบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **การกักเก็บคาร์บอน:** ถ่านชีวภาพเป็นคาร์บอนที่มีความเสถียรซึ่งสามารถคงอยู่ในดินได้นานหลายศตวรรษ โดยดึงเอาคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากชั้นบรรยากาศไปอยู่ในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(2) **การลดการปล่อยไนตรัสออกไซด์:** ถ่านชีวภาพสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในดิน ลดความเสี่ยงของการปล่อยไนตรัสออกไซด์จากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป

(3) **การลดการปล่อยมีเทน:** ถ่านชีวภาพสามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งอาจช่วยลดการปล่อยมีเทนจากดินที่ใช้ในการเกษตรได้

4.3.6 ผลกระทบทางสังคม

ถ่านชีวภาพมีผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูง โดย:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** ถ่านชีวภาพสามารถเพิ่มผลผลิตพืชผลและรายได้ ส่งผลให้ชีวิตความเป็นอยู่ของเกษตรกรและครอบครัวดีขึ้น

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** ถ่านชีวภาพมีส่วนสนับสนุนความมั่นคงทางอาหารโดยการเพิ่มผลผลิตของพืชผลและปรับปรุงความยืดหยุ่นของดินต่อปัจจัยกดดันจากสภาพภูมิอากาศ

(3) **ส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืน:** ถ่านชีวภาพสามารถลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลง ส่งเสริมแนวปฏิบัติด้านการเกษตรที่ยั่งยืน

4.3.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

ถ่านชีวภาพมีผลดีต่อเศรษฐกิจในพื้นที่สูงโดย:

(1) **เพิ่มผลผลิตพืชผล:** ถ่านชีวภาพสามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตพืช ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้น

(2) **ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต:** ถ่านชีวภาพสามารถลดความต้องการปุ๋ยและยาฆ่าแมลง ลดต้นทุนปัจจัยการผลิตสำหรับเกษตรกร

(3) **สร้างโอกาสทางการตลาด:** สามารถผลิตและขายถ่านชีวภาพเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่มีมูลค่า สร้างโอกาสทางเศรษฐกิจให้กับชุมชนท้องถิ่น

4.3.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

ถ่านชีวภาพสามารถให้ประโยชน์มากมายแก่พื้นที่สูง ได้แก่:

(1) **ปรับปรุงความหลากหลายทางชีวภาพในดิน:** ถ่านชีวภาพสามารถเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพของดินได้โดยการให้ที่อาศัยแก่จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์และสัตว์ในดิน

(2) **ลดการพังทลายของดิน:** ถ่านชีวภาพช่วยปรับปรุงโครงสร้างและการรวมตัวกันของดิน ลดความเสี่ยงต่อการพังทลายของดิน

(3) **คุณภาพน้ำดีขึ้น:** ถ่านชีวภาพสามารถลดการไหลบ่าของสารอาหารและปรับปรุงการซึมของน้ำ ปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำและลำธาร

4.3.9 ข้อเสีย

ถ่านชีวภาพอาจมีข้อเสียหลายประการ ได้แก่:

(1) **ต้นทุนการผลิต:** การผลิตถ่านชีวภาพอาจต้องใช้พลังงานมากและต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะ ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคสำหรับเกษตรกรบางราย

(2) **การปนเปื้อน:** ถ่านชีวภาพที่ผลิตจากวัตถุดิบที่ปนเปื้อนอาจจะปล่อยมลพิษลงในดิน

(3) **การวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบในระยะยาวยังมีจำกัด:** แม้ว่าจะมีการบันทึกประโยชน์ในระยะสั้นของถ่านชีวภาพไว้เป็นอย่างดี แต่จำเป็นต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบในระยะยาวต่อความสมบูรณ์ของดินและผลผลิตพืชผล

4.3.10 ข้อมูลอื่นๆ

ถ่านชีวภาพเป็นแนวปฏิบัติ CSA ที่สามารถเอาไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้านและมีแนวโน้มที่ดีที่สามารถปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในพื้นที่สูงและระบบการเกษตรที่แตกต่างกันได้ สามารถผลิตได้จากวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นและนำไปใช้ด้วยวิธีต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการและทรัพยากรเฉพาะของเกษตรกร ความสำเร็จของถ่านชีวภาพขึ้นอยู่กับแนวทางการผลิต การใช้ และการจัดการที่เหมาะสม

4.4 การปลูกพืชตามแนวระดับ (Contour Farming)

4.4.1 ความเป็นมา

การปลูกพืชตามแนวระดับ คือแนวทางการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการไถพรวนและปลูกพืชผลตามแนวระดับเส้นชั้นความสูงของเนินเขา แนวทางนี้มีความเกี่ยวข้องกับเกษตรกรรมในพื้นที่สูง ซึ่งความลาดชันที่สูงและฝนตกหนักอาจนำไปสู่การกัดเซาะดินอย่างรุนแรงและการสูญเสียน้ำ การทำการปลูกพืชตามแนวระดับ จะช่วยลดความเร็วของน้ำที่ไหลบ่า ทำให้น้ำซึมเข้าไปในดินและลดการกัดเซาะดินให้เหลือน้อยที่สุด โดยการปลูกพืชตามแนวระดับตามธรรมชาติของดิน แนวทางนี้สามารถปรับปรุงการกักเก็บความชื้นในดิน เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเพิ่มผลผลิตพืชผล ทำให้เป็นแนวทางการทำการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) ที่มีคุณค่าสำหรับพื้นที่สูง

ที่มา: https://daily.sevenfifty.com/the-benefits-of-contour-farming-in-a-changing-climate/

4.4.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

แม้ว่าการทำเกษตรตามแนวระดับจะเป็นแนวปฏิบัติแบบดั้งเดิม แต่ก็มีการพัฒนาวิธีการใหม่ ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิผลและความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมพื้นที่สูงที่แตกต่างกัน คุณลักษณะใหม่ ๆ เหล่านี้ ได้แก่:

(1) **การปลูกพืชสลับเป็นแถบตามแนวระดับ (contour strip cropping):** การปลูกพืชชนิดต่าง ๆ สลับกันเป็นแถบตามแนวระดับของพื้นที่ จะช่วยป้องกันการพังทลายของดินและปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน

(2) **การปลูกพืชกันชนสลับเป็นแถบตามแนวระดับ (Contour buffer strips):** การปลูกหญ้าหรือไม้พุ่มยืนต้นเป็นกันชนแถบตามแนวระดับพื้นที่เพื่อกรองน้ำไหลบ่าผิวดิน ดักจับตะกอน และเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงที่มีประโยชน์

(3) **การออกแบบการไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ผสมผสาน (Keyline design integration):** การผสมผสานการทำเกษตรตามแนวระดับพื้นที่กับการไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำและการอนุรักษ์ดินในภูมิประเทศพื้นที่สูง

(4) **การทำแนวระดับแบบแม่นยำ (Precision contouring):** การใช้เทคโนโลยีระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) และเครื่องมือทำเกษตรแบบแม่นยำเพื่อสร้างเส้นระดับความสูงของพื้นที่ที่แม่นยำและปรับรูปแบบการปลูกให้เหมาะสมที่สุด

4.4.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

การปลูกพืชตามแนวระดับสามารถช่วยปรับปรุงผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **ลดการกัดเซาะของดิน:** ช่วยลดการกัดเซาะดินได้อย่างมากโดยทำให้การไหลของน้ำช้าลงและกักเก็บตะกอน จึงช่วยรักษาหน้าดินและสารอาหารไว้ได้
(2) **ช่วยให้การซึมของน้ำดีขึ้น:** ช่วยเพิ่มการซึมของน้ำลงในดิน ทำให้มีน้ำมากขึ้นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช
(3) **ช่วยการกักเก็กบความชื้นในดิน:** ช่วยรักษาความชื้นในดินโดยลดการไหลบ่าและช่วยการซึมของน้ำ ส่งผลให้ผลผลิตพืชดีขึ้น โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง
(4) **เพิ่มการใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารของพืช:** ผลจากการลดการกัดเซาะดินและเพิ่มการสะสมอินทรียวัตถุสามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและความสามารถในการใช้ประโยชน์ธาตุอาหารของพืชได้

4.4.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

การปลูกพืชตามแนวระดับในพื้นที่สูง สามารถเพิ่มความสามารถในการต้านทานสภาพอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **ป้องกันการกัดเซาะของดิน:** การปลูกพืชตามแนวระดับในพื้นที่สูงช่วยป้องกันการกัดเซาะดินที่เกิดจากฝนตกหนักและสภาพอากาศเลวร้าย ซึ่งเกิดขึ้นบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้นอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ
(2) **ช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ:** การปลูกพืชตามแนวระดับในพื้นที่สูงช่วยเพิ่มการซึมผ่านและการกักเก็บน้ำ อนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ และทำให้พืชผลทนทานต่อภัยแล้งมากขึ้น
(3) **ลดความเสี่ยงจากดินถล่ม:** การปลูกพืชตามแนวระดับในพื้นที่สูง ช่วยรักษาเสถียรภาพของพื้นที่ลาดชันและลดความเสี่ยงจากดินถล่ม ซึ่งอาจเกิดจากฝนตกหนักและแผ่นดินไหว
(4) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** การปลูกพืชตามแนวระดับในพื้นที่สูง สามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและความยืดหยุ่นที่จะช่วยต้านทานต่อปัจจัยกดดันจากสภาพอากาศได้ด้วยการปรับปรุงโครงสร้างของดิน เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ และช่วยการหมุนเวียนของธาตุอาหาร

4.4.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

การปลูกพื้นตามแนวระดับสามารถช่วยบรรเทาก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน:** การปลูกพืชแนวระดับสามารถปรับปรุงปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน และลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์
(2) **ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเนื่องจากการกัดเซาะของดิน:** การปลูกพืชแนวระดับสามารถลดการกัดเซาะดิน ลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ สู่ชั้นบรรยากาศ
(3) **ลดการรบกวนดินให้เหลือน้อยที่สุด:** การปลูกพืชตามแนวระดับสามารถลดความจำเป็นในการไถพรวน จึงช่วยลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากดินได้

4.4.6 ผลกระทบทางสังคม

การปลูกพืชตามแนวระดับจะส่งผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูงโดย:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** การปลูกพืชตามแนวระดับ สามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและรายได้ ส่งผลให้คุณภาพชีวิตของเกษตรกรและครอบครัวดีขึ้น

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** การปลูกพืชตามแนวระดับ มีส่วนสนับสนุนความมั่นคงทางอาหารได้โดยการเพิ่มผลผลิตและลดความเสี่ยงของพืชผลที่เสียหายอันเนื่องมาจากการกัดเซาะดินและภาวะขาดแคลนน้ำ

(3) **ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชน:** การปลูกพืชตามแนวระดับสามารถให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการวางแผน การดำเนินการ และการบำรุงรักษา ส่งเสริมความสามัคคีและการเสริมพลังทางสังคม

4.4.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

การปลูกพืชตามแนวระดับจะส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจในพื้นที่สูงโดย:

(1) **เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร:** การปลูกพืชตามแนวระดับ สามารถนำไปสู่ผลผลิตพืชผลที่เพิ่มขึ้นและรายได้ที่สูงขึ้นสำหรับเกษตรกร

(2) **ลดต้นทุนการผลิต:** การปลูกพืชตามแนวระดับ ด้วยการปรับปรุงการจัดการน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของดิน สามารถลดความจำเป็นในการชลประทาน ปุ๋ย และยาฆ่าแมลง และลดต้นทุนปัจจัยการผลิตสำหรับเกษตรกร

(3) **สร้างโอกาสในการจ้างงาน:** การปลูกพืชตามแนวระดับสามารถสร้างโอกาสในการจ้างงานในการวางแผน การนำไปใช้ และการบำรุงรักษาระบบการปลูกพืชตามแนวระดับของเส้นชั้นความสูง

4.4.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

การปลูกพืชตามแนวระดับส่งผลต่อประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ ในพื้นที่สูง โดย:

(1) **ความหลากหลายทางชีวภาพที่ดีขึ้น:** การปลูกพืชตามแนวระดับสามารถสร้างแหล่งอาศัยขนาดเล็กที่หลากหลายซึ่งรองรับสายพันธุ์พืชและสัตว์ต่างๆ ได้

(2) **คุณภาพน้ำที่ดีขึ้น:** การปลูกพืชตามแนวระดับ สามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำและลำธารได้โดยการลดการกัดเซาะและปรับปรุงการซึมผ่านของน้ำลงสู่ชั้นใต้ดิน

(3) **เพิ่มการเติมน้ำลงชั้นใต้ดิน:** การปลูกพืชตามแนวระดับ สามารถช่วยเติมน้ำใต้ดินในแหล่งน้ำใต้ดิน ทำให้มั่นใจได้ว่าจะมีน้ำใช้ในระยะยาว

4.4.9 ข้อเสีย

การปลูกพืชตามแนวระดับมีข้อเสียต่อพื้นที่สูงหลายประการ เช่น:

(1) **ต้นทุนเริ่มต้นที่สูง:** การปลูกพืชแนวระดับอาจต้องลงทุนเริ่มต้นในการสำรวจ การเตรียมพื้นที่ และอุปกรณ์

(2) **ความเชี่ยวชาญทางด้านเทคนิค:** การออกแบบและดำเนินการระบบการปลูกพืชตามแนวระดับ อาจต้องมีความเชี่ยวชาญด้านเทคนิคและความรู้เกี่ยวกับการสำรวจที่ดินและแนวทางการอนุรักษ์ดิน

(3) **การบำรุงรักษา:** ระบบการปลูกพืชตามแนวระดับต้องมีการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้แน่ใจว่ามีประสิทธิภาพและป้องกันการพังทลายของดิน

4.4.10 ข้อมูลอื่นๆ

การปลูกพืชตามแนวระดับความสูงเป็นวิธีปฏิบัติทาง CSA ที่ได้รับการยอมรับและมีประสิทธิผล ซึ่งสามารถปรับใช้กับสภาพแวดล้อมในพื้นที่สูงและระบบการทำการเกษตรต่างๆ ได้ เกษตรกรรายบุคคลสามารถนำไปปฏิบัติในระดับเล็กหรือในระดับใหญ่ขึ้นผ่านโครงการในชุมชน ความสำเร็จของการทำการเกษตรตามแนวระดับขึ้นอยู่กับการวางแผนอย่างรอบคอบ การออกแบบที่เหมาะสม และการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง

4.5 การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ (Traditional Organic Composting)

4.5.1 ความเป็นมา

การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบดั้งเดิมเป็นกระบวนการทางธรรมชาติในการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นวัสดุปรับปรุงดินที่มีธาตุอาหารสำหรับพืชที่อุดมสมบูรณ์ เช่น เศษซากพืช ปุ๋ยคอก และขยะอาหาร แนวปฏิบัตินี้ใช้กันมาหลายศตวรรษในระบบเกษตรกรรมต่าง ๆ และได้รับการยอมรับว่ามีประโยชน์ในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพิ่มผลผลิตพืช และส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืน ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบดั้งเดิมถือเป็นแนวปฏิบัติด้านการเกษตรกรรมเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) เนื่องจากมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และปรับปรุงความยืดหยุ่นของดินต่อปัจจัยกดดันจากสภาพภูมิอากาศ

ที่มา: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/23/9808

4.5.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

แม้ว่าการทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบดั้งเดิมจะเป็นแนวปฏิบัติดั้งเดิมที่มีมานาน แต่ก็มีการพัฒนาวิธีการใหม่ ๆ เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำปุ๋ยหมักและเพิ่มประโยชน์ต่างๆ ของกระบวนการนี้ คุณลักษณะใหม่ๆ เหล่านี้ ได้แก่:

(1) **ปุ๋ยหมักระบบกองเติมอากาศ (Aerated static pile composting):** การทำปุ๋ยหมักวิธีนี้จะทำโดยการสร้างกองอินทรียวัตถุที่มีช่องอากาศถ่ายเทภายในกองปุ๋ย เพื่อให้มั่นใจว่ามีออกซิเจนเพียงพอสำหรับการย่อยสลายอย่างมีประสิทธิภาพ

(2) **ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน (Vermicomposting):** วิธีนี้ใช้ไส้เดือนเพื่อเร่งการย่อยสลายและผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์

(3) **ปุ๋ยโบกาฉิ (Bokashi composting):** เป็นการหมักอินทรียวัตถุด้วยสารเร่งพิเศษที่เป็นเชื้อจุลินทรีย์เพื่อผลิตปุ๋ยหมักเบื้องต้นที่สามารถผสมเข้ากับดินได้อย่างรวดเร็ว

(4) **ปุ๋ยหมักผสมถ่านชีวภาพ (Biochar integration):** การเติมถ่านชีวภาพลงในปุ๋ยหมักสามารถเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนและปรับปรุงความสามารถในการกักเก็บธาตุอาหาร

4.5.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบดั้งเดิมสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** ปุ๋ยหมักจะเพิ่มอินทรียวัตถุและสารอาหารที่จำเป็นให้กับดิน ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้นและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชให้สมบูรณ์

(2) **ปรับปรุงโครงสร้างดิน:** ปุ๋ยหมักสามารถปรับปรุงโครงสร้างของดิน เพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำ การถ่ายเทอากาศ และการระบายน้ำ ซึ่งมีความสำคัญต่อผลผลิตพืชในพื้นที่สูง

(3) **เพิ่มกิจกรรมจุลินทรีย์ในดิน:** ปุ๋ยหมักจะนำจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์เข้าสู่ดิน ซึ่งสามารถช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุ ปลดปล่อยธาตุอาหาร และป้องกันโรคพืช

4.5.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบดั้งเดิมสามารถเพิ่มความสามารถในการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **ปรับปรุงการกักเก็บน้ำในดิน:** ปุ๋ยหมักสามารถเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน ทำให้พืชยืดหยุ่นต่อภาวะแห้งแล้งมากขึ้น และลดความจำเป็นในใช้น้ำชลประทาน

(2) **ป้องกันการพังทลายของดิน:** ปุ๋ยหมักสามารถปรับปรุงโครงสร้างและช่วยให้เกิดการรวมตัวกันของดิน ลดความเสี่ยงของการพังทลายของดินจากฝนตกหนักและสภาพอากาศที่รุนแรง

(3) **ปรับปรุงการหมุนเวียนของธาตุอาหารในดิน:** ปุ๋ยหมักสามารถส่งเสริมการหมุนเวียนของธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพในดิน ทำให้พืชสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้มากขึ้น และลดความจำเป็นในการใช้ปุ๋ยเคมี

4.5.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบดั้งเดิมสามารถช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **การกักเก็บคาร์บอน:** ปุ๋ยหมักสามารถกักเก็บคาร์บอนในดิน กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศและเก็บไว้ในรูปแบบที่เสถียร

(2) **ลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทน:** การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ควบคุมได้สามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทนได้เมื่อเทียบกับการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในหลุมฝังกลบ

(3) **ลดการปลดปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์:** ปุ๋ยหมักสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในดิน ลดความเสี่ยงของการปล่อยไนตรัสออกไซด์จากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป

4.5.6 ผลกระทบทางสังคม

การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบดั้งเดิมมีผลดีต่อสังคมในพื้นที่สูง โดย:

(1) **ส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืน:** การทำปุ๋ยหมักสามารถลดการพึ่งพาการใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลง ส่งเสริมแนวทางปฏิบัติด้านการเกษตรที่ยั่งยืน

(2) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** ปุ๋ยหมักสามารถเพิ่มผลผลิตและรายได้ของพืชผล ส่งผลให้คุณภาพชีวิตของเกษตรกรและครอบครัวดีขึ้น

(3) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** ปุ๋ยหมักสามารถมีส่วนสนับสนุนความมั่นคงทางอาหารโดยเพิ่มผลผลิตของพืชผลและปรับปรุงสุขภาพของดิน

4.5.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบดั้งเดิมก่อให้เกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจในพื้นที่สูงโดย:

(1) **ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต:** ปุ๋ยหมักลดความต้องการปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงที่มีราคาแพง ทำให้ต้นทุนปัจจัยการผลิตสำหรับเกษตรกรลดลง
(2) **เพิ่มผลผลิต:** ปุ๋ยหมักสามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตของพืช ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น
(3) **การสร้างโอกาสทางการตลาด:** ปุ๋ยหมักสามารถขายเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่มีมูลค่า สร้างแหล่งรายได้เพิ่มเติมสำหรับเกษตรกรและผู้ประกอบการ

4.5.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบดั้งเดิมให้ประโยชน์ทางการเกษตรในพื้นที่สูงหลายประการ ได้แก่:

(1) **ลดขยะ:** การทำปุ๋ยหมักสามารถเปลี่ยนขยะอินทรีย์ให้เป็นปุ๋ยแทนที่จะนำไปฝังกลบ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการกำจัดขยะ
(2) **ปรับปรุงความหลากหลายทางชีวภาพของดิน:** ปุ๋ยหมักสามารถเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพของดินได้โดยการนำจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์เข้าไปในดินและส่งเสริมระบบนิเวศของดินให้มีความสมบูรณ์
(3) **ลดมลพิษทางน้ำ:** ปุ๋ยหมักสามารถปรับปรุงการกักเก็บสารอาหารในดิน ลดความเสี่ยงของการไหลบ่าของสารอาหารและมลพิษทางน้ำ

4.5.9 ข้อเสีย

การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบดั้งเดิมอาจมีข้อเสียบางประการ ได้แก่:

(1) **ต้องใช้แรงงานมาก:** การทำปุ๋ยหมักอาจต้องใช้แรงงานมาก เวลา และความพยายามในการรวบรวม คัดแยก และจัดการวัสดุอินทรีย์
(2) **ใช้พื้นที่ในการกองปุ๋ย:** การทำปุ๋ยหมักต้องใช้พื้นที่สำหรับกองปุ๋ยหมักหรือถัง ซึ่งอาจจำกัดในพื้นที่สูงบางแห่ง
(3) **เกิดกลิ่นและแมลงที่เป็นศัตรูพืช:** กองปุ๋ยหมักที่จัดการไม่ถูกต้องอาจทำให้เกิดกลิ่นและดึงดูดแมลงศัตรูพืช ซึ่งอาจก่อให้เกิดความรำคาญแก่ชุมชนใกล้เคียง

4.5.10 ข้อมูลอื่นๆ

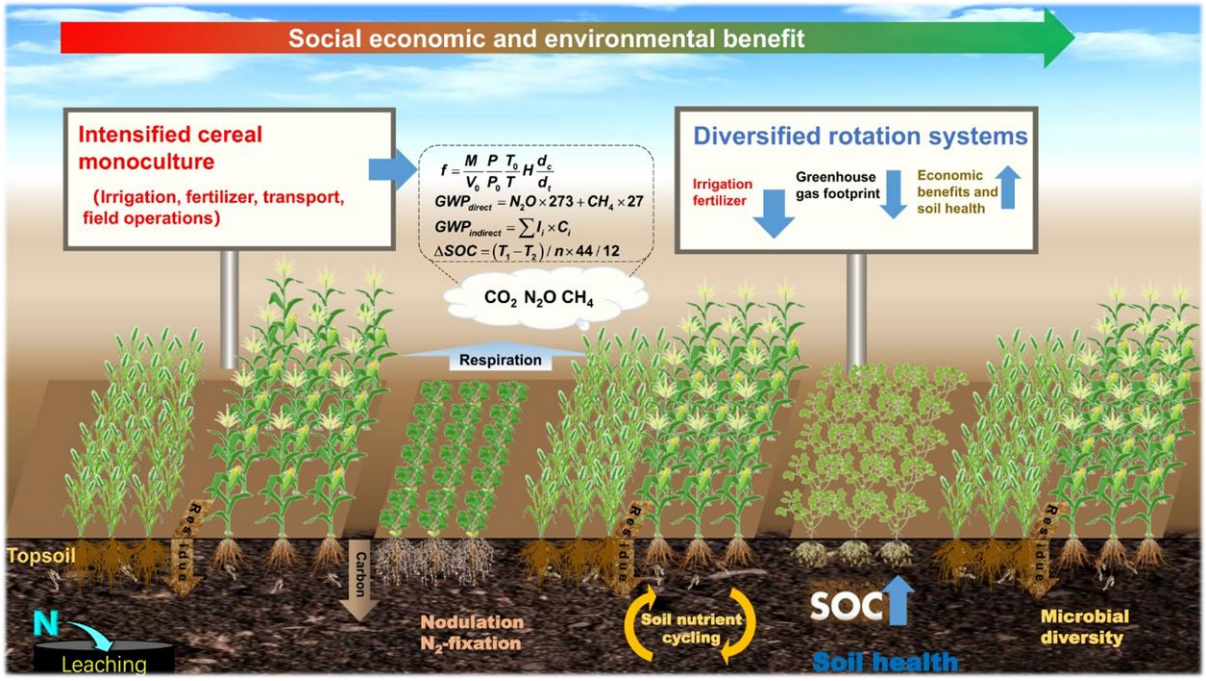
การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบดั้งเดิมถือเป็นแนวปฏิบัติ CSA ที่มีคุณค่าซึ่งเกษตรกรในพื้นที่สูงสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างรวดเร็ว แนวทางปฏิบัตินี้สามารถนำไปปฏิบัติในระดับเล็กโดยครัวเรือนแต่ละครัวเรือน หรือในระดับใหญ่โดยกลุ่มชุมชนหรือสหกรณ์ ความสำเร็จในการทำปุ๋ยหมักขึ้นอยู่กับการจัดการที่เหมาะสม รวมถึงการรักษาความชื้น อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน และการเติมอากาศให้เหมาะสม

5. การจัดการพืชเท่าทันสภาพภูมิอากาศ

5.1 การปลูกพืชหมุนเวียน (Crop Rotation)

5.1.1 ความเป็นมา

การปลูกพืชหมุนเวียน เป็นแนวปฏิบัติในการปลูกพืชผลหลายชนิดในพื้นที่เดียวกันอย่างต่อเนื่อง เป็นเทคนิคทางการเกษตรที่ได้รับการยอมรับอย่างดี ซึ่งให้ประโยชน์มากมายต่อความสมบูรณ์ของดิน การจัดการศัตรูพืชและโรค และความยั่งยืนของเกษตรกรรมโดยรวม ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การปลูกพืชหมุนเวียนถือเป็นแนวทางปฏิบัติทางการการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) เนื่องจากมีศักยภาพในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพิ่มการหมุนเวียนธาตุอาหาร และลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลง ประโยชน์เหล่านี้มีความสำคัญในพื้นที่สูง ซึ่งดินมักจะเปราะบาง เสี่ยงต่อการพังทลาย และมีความล่อแหลมที่จะเป็นอันตรายจากสภาพภูมิอากาศที่รุนแรง



ที่มา: https://images.app.goo.gl/ksjgLy24X3TWypmP9

5.1.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

แนวปฏิบัติในการปลูกพืชหมุนเวียนแบบดั้งเดิมได้มีการพัฒนาเพื่อรวมคุณลักษณะที่เป็นนวัตกรรมใหม่ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมบนที่สูงที่แตกต่างกัน คุณสมบัติเชิงนวัตกรรมบางประการเหล่านี้ได้แก่:

(1) **การปลูกพืชคลุมดิน (Cover cropping):** การนำพืชคลุมดินมาหมุนเวียนปลูกในแปลงจะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ยับยั้งวัชพืช และลดการพังทลายของดิน

(2) **การปลูกพืชแซม (Intercropping):** การปลูกพืชสองชนิดขึ้นไปร่วมกันในแปลงเดียวกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ที่ดินให้สูงสุด ปรับปรุงการหมุนเวียนของธาตุอาหาร และลดแรงกดดันจากการรบกวนของแมลงศัตรูพืชและโรคพืช

(3) **การปลูกพืชเหลื่อมฤดู (Relay cropping):** การปลูกพืชชนิดที่สองลงไปก่อนที่จะเก็บเกี่ยวพืชชนิดแรก เป็นการยืดฤดูกาลเพาะปลูกและเพิ่มผลผลิตของที่ดินได้สูงสุด

(4) **การกระจายการผลิตพืช (Crop diversification):** การกระจายพันธุ์พืชที่มีความหลากหลายมาหมุนเวียนปลูก ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมีความต้องการธาตุอาหาร และความไวต่อศัตรูพืชและโรคที่แตกต่างกัน

5.1.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินได้โดยการสลับพืชที่มีความต้องการธาตุอาหารที่ต่างกัน ส่งเสริมการหมุนเวียนของธาตุอาหาร และลดการสูญเสียธาตุอาหาร

(2) **ลดแรงกดดันจากศัตรูพืชและโรคพืช:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถทำลายวงจรชีวิตของศัตรูพืชและโรค ช่วยลดจำนวนประชากรของศัตรูพืชและโรค และลดการสูญเสียพืชผล

(3) **ปรับปรุงโครงสร้างของดิน:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถปรับปรุงโครงสร้างของดินได้ด้วยการปลูกพืชผลที่มีระบบรากต่างกัน ทำลายการอัดแน่น เพิ่มการถ่ายเทอากาศและการระบายน้ำของชั้นดิน

(4) **เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในแปลงปลูกพืช ซึ่งสามารถเพิ่มบริการของระบบนิเวศ (Ecosystem services) เช่น การผสมเกสรและการควบคุมศัตรูพืช

5.1.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถเพิ่มความทนทานต่อสภาพอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **ช่วยปรับปรุงความสมบูรณ์ของดิน:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถปรับปรุงความสมบูรณ์ของดินได้โดยการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ การหมุนเวียนธาตุอาหาร และเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ ทำให้ดินมีความยืดหยุ่นต่อปัจจัยกดดันจากสภาพอากาศมากขึ้น

(2) **ลดการพังทลายของดิน:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถลดการพังทลายของดินได้โดยการผสมผสานการปลูกพืชคลุมดินและพืชที่มีระบบรากที่แผ่กว้าง ซึ่งช่วยยึดดินและป้องกันการพังทลาย

(3) **เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำได้โดยสลับปลูกพืชที่มีความต้องการน้ำต่างกันและผสมผสานการปลูกพืชที่ทนต่อความแห้งแล้ง

(4) **ลดผลกระทบจากสภาพอากาศอันเลวร้าย:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถช่วยลดผลกระทบจากเหตุการณ์สภาพอากาศเลวร้าย เช่น อุทกภัยหรือภัยแล้ง โดยกระจายการผลิตพืชผลที่หลากหลายและลดการพึ่งพาพืชผลเพียงชนิดเดียว

5.1.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถช่วยลดผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน กักเก็บคาร์บอน และลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

(2) **ลดการปลดปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในดิน ลดความเสี่ยงของการปล่อยไนตรัสออกไซด์จากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป

(3) **ลดการรบกวนดินให้เหลือน้อยที่สุด:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถลดการไถพรวนดิน ซึ่งสามารถลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากดินได้

5.1.6 ผลกระทบทางสังคม

การปลูกพืชหมุนเวียนมีผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูง โดย:

(1) **ปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและรายได้ ส่งผลให้คุณภาพชีวิตของเกษตรกรและครอบครัวดีขึ้น

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถมีส่วนสนับสนุนความมั่นคงทางอาหารโดยการกระจายผลผลิตพืชผลที่หลากหลายและลดความเสี่ยงความเสียหายของพืชผลอันเนื่องมาจากศัตรูพืช โรค หรือสภาพอากาศเลวร้าย

(3) **ส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืน:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลง ส่งเสริมแนวปฏิบัติด้านการเกษตรที่ยั่งยืน

5.1.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

การปลูกพืชหมุนเวียนมีผลกระทบทางเศรษฐกิจในพื้นที่สูง โดย:

(1) **เพิ่มผลผลิตพืช:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตพืชผล ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้น

(2) **ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถลดความต้องการปุ๋ยและยาฆ่าแมลง ส่งผลให้เกษตรกรลดต้นทุนปัจจัยการผลิต

(3) **กระจายแหล่งที่มาของรายได้:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถกระจายแหล่งรายได้โดยให้เกษตรกรสามารถปลูกพืชผลชนิดต่าง ๆ ที่มีมูลค่าในตลาดที่แตกต่างกันได้

5.1.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถให้ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ ในพื้นที่สูง ได้แก่:

(1) **เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในดิน:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพของดินได้โดยสนับสนุนสิ่งมีชีวิตในดินที่หลากหลายยิ่งขึ้น

(2) **ลดมลพิษทางน้ำ:** การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถลดการไหลบ่าของธาตุอาหารและการกร่อนของดิน ซึ่งช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำลำธาร

(3) **เพิ่มแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า:** การปลูกพืชหมุนเวียน สามารถให้ที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารสำหรับแมลงที่มีประโยชน์และสัตว์ป่าอื่น ๆ

5.1.9 ข้อเสีย

การปลูกพืชหมุนเวียน อาจจะมีข้อเสียหลายประการ เช่น:

(1) **เพิ่มความซับซ้อนในการจัดการ:** การปลูกพืชหมุนเวียนต้องมีการวางแผนและการจัดการอย่างรอบคอบเพื่อให้แน่ใจว่าพืชผลที่เหมาะสมได้มีการปลูกตามลำดับที่ถูกต้อง

(2) **ความผันผวนของผลผลิต:** ผลผลิตพืชอาจจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละปี ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับพืชผลที่ปลูกและสภาพภูมิอากาศในขณะนั้น

(3) **ข้อจำกัดทางการตลาด:** ผลผลิตพืชผลอาจแตกต่างกันไปในแต่ละปี ขึ้นอยู่กับพืชผลที่ปลูกโดยเฉพาะและสภาพอากาศในขณะนั้น

5.1.10 ข้อมูลอื่นๆ

การปลูกพืชหมุนเวียนเป็นแนวปฏิบัติของ CSA ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้และมีความยืดหยุ่น โดยสามารถปรับให้เหมาะกับความต้องการและเงื่อนไขเฉพาะของแต่ละภูมิภาคของพื้นที่สูงได้ แนวปฏิบัตินี้สามารถดำเนินการในระดับเล็กโดยเกษตรกรรายบุคคลหรือในระดับใหญ่ขึ้นผ่านโครงการในชุมชน ความสำเร็จของการปลูกพืชหมุนเวียนขึ้นอยู่กับการวางแผนอย่างรอบคอบ การเลือกพืชผลที่เหมาะสม และแนวทางการจัดการที่มีประสิทธิภาพ

5.2 การปลูกพืชคลุมดิน (Cover Cropping)

5.2.1 ความเป็นมา

การปลูกพืชคลุมดิน โดยหลักแล้วเป็นการปลูกพืชเฉพาะเพื่อจัดการกับการพังทลายของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน คุณภาพของดิน น้ำ วัชพืช แมลงศัตรูพืช โรค ความหลากหลายทางชีวภาพ และสัตว์ป่าในระบบนิเวศทางการเกษตร โดยทั่วไปแล้วพืชคลุมดินจะปลูกในช่วงที่มีการปล่อยให้ดินรกร้างหรือระหว่างการรอผลผลิตพืชผลเชิงพาณิชย์รอบใหม่ ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การปลูกพืชคลุมดินได้รับการยอมรับว่าเป็นแนวทางการ การเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) เนื่องจากมีประโยชน์หลายประการ เช่น การอนุรักษ์ดิน การปรับปรุงวงจรธาตุอาหาร และการกักเก็บคาร์บอนที่เพิ่มขึ้น ประโยชน์เหล่านี้มีความสำคัญในพื้นที่สูง ซึ่งดินมักได้รับผลกระทบจากการพังทลาย การสูญเสียธาตุอาหาร และภาวะขาดน้ำ

ที่มา: https://images.app.goo.gl/NitsHbiJpRBhpoXq6

5.2.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

การปลูกพืชคลุมดินแบบดั้งเดิมได้รับการพัฒนาจนมีคุณลักษณะใหม่ ๆ เข้ามาผสมผสาน ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมพื้นที่สูงที่แตกต่างกันได้ คุณลักษณะใหม่ ๆ เหล่านี้ได้แก่:

(1) **การปลูกพืชคลุมดินแบบผสม (Multi-species cover crop mixes):** การปลูกพืชคลุมดินผสมกันหลากหลายสายพันธุ์เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด เช่น การตรึงไนโตรเจน การปราบวัชพืช และการปรับปรุงโครงสร้างของดิน

(2) **วัสดุคลุมดินมีชีวิต (Living mulches):** การใช้พืชคลุมดินเป็นวัสดุคลุมดินเพื่อปราบวัชพืช รักษาความชื้นในดิน และเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน

(3) **ปุ๋ยพืชสด (Green manure):** การนำพืชคลุมดินมาไถผสมกับดินเป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและการหมุนเวียนของธาตุอาหาร

(4) **การตัดพืชคลุมดินด้วยลูกกลิ้ง Roller-crimping:** การตัดพืชคลุมดินด้วยการม้วนและสร้างชั้นคลุมดินจากพืชคลุมดินที่ตัดไป ช่วยปราบวัชพืชและรักษาความชื้นในดิน

5.2.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

การปลูกพืชคลุมดินสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี ดังนี้:

(1) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** พืชคลุมดิน โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว สามารถตรึงไนโตรเจนในบรรยากาศและเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้นและทำให้พืชเจริญเติบโต

(2) **ช่วยให้การหมุนเวียนธาตุอาหาร:** พืชคลุมดินสามารถดึงธาตุอาหารจากชั้นดินลึกและปล่อยกลับคืนสู่ผิวดิน ทำให้ธาตุอาหารเหล่านี้พร้อมสำหรับการปลูกพืชในครั้งต่อไป

(3) **ลดการพังทลายของดิน:** พืชคลุมดินปกป้องผิวดินจากแรงกัดเซาะของลมและน้ำ ช่วยรักษาหน้าดินและธาตุอาหารไว้

(4) **ปรับปรุงโครงสร้างของดิน:** พืชคลุมดินสามารถปรับปรุงโครงสร้างของดินได้โดยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ ส่งเสริมการจับตัวของดิน เพิ่มการซึมผ่านและการระบายน้ำ

5.2.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

การปลูกพืชคลุมดินสามารถช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นต่อสภาพอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **ป้องกันการกัดเซาะของดิน:** พืชคลุมดินช่วยป้องกันการกัดเซาะดินที่เกิดจากฝนตกหนักและสภาพอากาศเลวร้าย ซึ่งเกิดขึ้นบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

(2) **รักษาความชื้นในดิน:** พืชคลุมดินสามารถลดการระเหยจากผิวดิน รักษาความชื้นและทำให้มีความชื้นคงอยู่ในดินสำหรับการเจริญเติบโตของพืชในช่วงฤดูแล้ง

(3) **ควบคุมอุณหภูมิของดิน:** พืชคลุมดินสามารถควบคุมอุณหภูมิของดิน ปกป้องรากพืชจากความร้อนจัดหรือความเย็นจัด และสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตมากขึ้น

(4) **ปรับปรุงความสมบูรณ์ของดิน:** พืชคลุมดินสามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินได้โดยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ ส่งเสริมการทำงานของจุลินทรีย์ และยับยั้งศัตรูพืชและโรคในดิน

5.2.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

การปลูกพืชคลุมดินสามารถช่วยลดผลกระทบก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน:** พืชคลุมดินสามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งสามารถกักเก็บคาร์บอนและลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้

(2) **ลดการปลดปล่อยไนตรัสออกไซด์:** พืชคลุมดินสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในดิน ลดความเสี่ยงของการปล่อยไนตรัสออกไซด์จากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสู่บรรยากาศมากเกินไป

(3) **ลดการรบกวนดินให้เหลือน้อยที่สุด:** การปลูกพืชคลุมดินสามารถลดความจำเป็นในการไถพรวน ซึ่งสามารถปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากดินได้

5.2.6 ผลกระทบทางสังคม

การปลูกพืชคลุมดินมีผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูงได้ดังนี้:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** การปลูกพืชคลุมดินสามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตพืชผล ส่งผลให้เกษตรกรและครอบครัวมีรายได้เพิ่มขึ้นและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** การปลูกพืชคลุมดินสามารถมีส่วนสนับสนุนความมั่นคงทางอาหารได้โดยการปรับปรุงความสมบูรณ์ของดิน เพิ่มผลผลิตพืชผล และลดความเสี่ยงที่พืชผลจะเสียหายเนื่องจากการพังทลายของดินและการสูญเสียธาตุอาหาร

(3) **ส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืน:** การปลูกพืชคลุมดินสามารถลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลง ส่งเสริมแนวปฏิบัติด้านการเกษตรที่ยั่งยืน และปกป้องสิ่งแวดล้อม

5.2.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

การปลูกพืชคลุมดินมีผลกระทบทางเศรษฐกิจต่อพื้นที่สูง โดย:

(1) **ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต:** การปลูกพืชคลุมดินสามารถลดการปุ๋ยและยาฆ่าแมลง ทำให้ต้นทุนปัจจัยการผลิตของเกษตรกรลดลง

(2) **เพิ่มผลผลิต:** การปลูกพืชคลุมดินช่วยปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตพืช ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

(3) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** การปลูกพืชคลุมดินช่วยปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ลดต้นทุนการผลิตในระยะยาวที่สืบเนื่องจากการเสื่อมโทรมและการพังทลายของดิน

5.2.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

การปลูกพืชคลุมดินสามารถให้ประโยชน์ทางการเกษตรในพื้นที่สูงหลายประการ ได้แก่:

(1) **เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ:** พืชคลุมดินสามารถเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพได้โดยเป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารสำหรับแมลงที่มีประโยชน์ แมลงผสมเกสร และสัตว์ป่าอื่นๆ

(2) **ลดมลพิษทางน้ำ:** พืชคลุมดินสามารถลดการไหลบ่าของน้ำที่จะชะล้างธาตุอาหารและการกร่อนของดิน ปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำและลำธาร

(3) **เพิ่มความอุดมสมบูร์ของดิน:** พืชคลุมดินช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดิน ความสามารถในการกักเก็บน้ำ และการหมุนเวียนของธาตุอาหาร ส่งผลให้ดินมีความสมบูรณ์และมีผลผลิตเพิ่มมากขึ้น

5.2.9 ข้อเสีย

การปลูกพืชคลุมดินอาจมีข้อเสียหลายประการ เช่น:

(1) **ต้นทุนเมล็ดพันธ์:** ต้นทุนเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์พืชคลุมดินอาจเป็นอุปสรรคสำหรับเกษตรกรบางราย อย่างไรก็ตาม มีทางเลือกที่คุ้มต้นทุน เช่น การใช้พันธุ์ที่ดัดแปลงในท้องถิ่นหรือการเก็บเมล็ดพันธุ์จากการปลูกพืชในฤดูกาลปลูกก่อนหน้านี้

(2) **ข้อกำหนดในการจัดการ:** พืชคลุมดินต้องได้รับการจัดการอย่างเหมาะสม รวมถึงการปลูก การตัดไถพรวน และการผสมลงไปในดินในเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดและหลีกเลี่ยงข้อเสียที่อาจเกิดขึ้น

(3) **การแย่งน้ำและธาตุอาหารในดิน:** ในบางกรณี พืชคลุมดินอาจเกิดการแย่งน้ำและธาตุอาหารกับพืชผลที่ปลูกเชิงพาณิชย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากไม่ได้รับการจัดการอย่างเหมาะสม

5.2.10 ข้อมูลอื่นๆ

การปลูกพืชคลุมดินเป็นแนวปฏิบัติ CSA ที่มีความคล่องตัวและปรับเปลี่ยนได้ ซึ่งสามารถปรับให้เหมาะกับความต้องการและเงื่อนไขเฉพาะของแต่ละภูมิภาคในพื้นที่สูงได้ แนวทางปฏิบัตินี้สามารถผสานเข้ากับระบบการเกษตรต่าง ๆ ได้ เช่น แปลง

เกษตรขนาดเล็ก พื้นที่การเกษตรเชิงพาณิชย์ และระบบวนเกษตร ความสำเร็จของการปลูกพืชคลุมดินขึ้นอยู่กับการวางแผนอย่างรอบคอบ การคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม และแนวทางการจัดการที่มีประสิทธิภาพ

5.3 เกษตรกรรมเชิงอนุรักษ์ (Conservation Agriculture)

5.3.1 ความเป็นมา

เกษตรกรรมเชิงอนุรักษ์ (Conservation Agriculture: CA) เป็นระบบการเกษตรที่ส่งเสริมการที่จะรบกวนดินให้น้อยที่สุดโดยไม่ไถพรวน (no-till) มีการบำรุงรักษาด้วยการใช้วัสดุคลุมดินอย่างถาวร (mulching) และการเพิ่มความหลากหลายของสายพันธุ์พืชที่ปลูก (การปลูกพืชหมุนเวียน/การปลูกพืชแซม) ระบบนี้กำลังได้รับความนิยมในฐานะแนวทางการเกษตรกรรมเท่าทันเพื่อภูมิอากาศ (CSA) เนื่องจากสามารถปรับปรุงความสมบูรณ์ของดิน เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร และลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ CA มีความเกี่ยวข้องกับการเกษตรในพื้นที่สูง ซึ่งดินที่มีความเปราะบางมักถูกกัดเซาะ มีปัญหาการขาดแคลนน้ำ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้ความท้าทายเหล่านี้มีความรุนแรงขึ้น

ที่มา: https://images.app.goo.gl/XPGpy1P9FbduKCLV8

5.3.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

CA ไม่ใช่แนวคิดใหม่ แต่การนำไปปฏิบัติได้มีการพัฒนาด้วยแนวทางที่สร้างสรรค์เพื่อให้เหมาะกับระบบนิเวศทางการเกษตรบนที่สูงที่หลากหลาย คุณลักษณะที่สร้างสรรค์เหล่านี้ได้แก่:

(1) **เครื่องปลูกพืชแบบไม่ไถพรวนที่มีความแม่นยำ (Precision no-till planters):** ใช้เครื่องปลูกเฉพาะที่ออกแบบมาให้สามารถหว่านเมล็ดพืชลงในดินที่ไม่ได้มีการไถพรวนโดยตรง ลดการรบกวนดินให้เหลือน้อยที่สุด และรักษาโครงสร้างของดินเดิมไว้

(2) **การปลูกพืชคลุมดินแบบผสมผสาน (Cover crop cocktails):** การออกแบบการปลูกพืชคลุมดินที่มีการผสมผสานหลากหลายชนิดเพื่อตอบสนองความต้องการด้านความสมบูรณ์ของดินโดยเฉพาะ เช่น การตรึงไนโตรเจน การปราบวัชพืช หรือการควบคุมศัตรูพืชและโรค

(3) **การจัดการศัตรูพืชและธาตุอาหารแบบผสมผสาน (Integrated pest and nutrient management):** การนำกลยุทธ์การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) และการจัดการธาตุอาหารมาใช้เพื่อลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรและส่งเสริมความสมดุลทางระบบนิเวศ

(4) **การทำเกษตรแบบแนวระดับและการทำคันดิน (Contour farming and terracing):** การนำหลักการ CA มาใช้ร่วมกับการทำการเกษตรแบบแนวระดับและการทำคันดินเพื่อปรับปรุงการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลาดชันให้ดียิ่งขึ้น

5.3.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

CA สามารถมีส่วนช่วยในการปรับปรุงผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** แนวปฏิบัติของ CA ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน ปรับโครงสร้างดิน และเพิ่มกิจกรรมทางชีวภาพของจุลินทรีย์ เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและความสามารถในการใช้ธาตุอาหารของพืช

(2) **เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ:** CA ช่วยลดการรบกวนดินจากการไถพรวนและมีการคลุมดิน ทำให้ลดการระเหยของน้ำ ปรับปรุงการซึมผ่าน และเพิ่มการกักเก็บความชื้นในดิน

(3) **ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต:** CA ลดการไถพรวนดิน ซึ่งช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงและต้นทุนแรงงาน นอกจากนี้ ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ดีขึ้นและสามารถควบคุมแมลงและโรคพืช จะทำให้ลดการพึ่งพาปุ๋ยและยาฆ่าแมลงได้

(4) **ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป:** แม้ว่าผลผลิตในช่วงเริ่มต้นอาจลดลง แต่ในระยะยาว ระบบ CA มักจะส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและมีเสถียรภาพมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากดินมีความอุดมสมบูรณ์และความยืดหยุ่นที่ดีขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

5.3.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

CA สามารถปรับปรุงความยืดหยุ่นต่อการสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **ป้องกันการกัดเซาะของดิน:** การคลุมดินอย่างถาวรถาวรและลดการไถพรวนในระบบ CA ช่วยปกป้องดินจากการกัดเซาะที่เกิดจากฝนตกหนักและลม ซึ่งมักเกิดขึ้นในพื้นที่สูง

(2) **ช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ:** แนวปฏิบัติของ CA ช่วยปรับปรุงการซึมผ่านและการกักเก็บน้ำ ทำให้พืชผลมีความยืดหยุ่น สร้างความทนทานต่อภัยแล้งมากขึ้นและลดความจำเป็นในการชลประทาน

(3) **ควบคุมอุณหภูมิของดิน:** การคลุมดินในระบบ CA ช่วยควบคุมอุณหภูมิของดิน ปกป้องรากพืชจากความร้อนจัดหรือความเย็นจัด และลดความเครียดของพืชจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง

(4) **เพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน:** แนวปฏิบัติของ CA ส่งเสริมการสะสมอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดิน เพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำและการกักเก็บธาตุอาหาร ทำให้ดินทนทานต่อปัจจัยกดดันจากสภาพอากาศมากขึ้น

5.3.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

CA สามารถมีส่วนช่วยในการบรรเทาลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน:** แนวทาง CA เช่น การลดการไถพรวนและการปลูกพืชคลุมดิน ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนและลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

(2) **ลดการปล่อยไนตรัสออกไซด์:** ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนที่ดีขึ้นในระบบ CA ช่วยลดการปล่อยไนตรัสออกไซด์จากดินที่ใช้ในภาคเกษตรได้

(3) **ลดการใช้เชื้อเพลิง:** การลดการไถพรวนในระบบ CA ช่วยทำให้การใช้เชื้อเพลิงและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องลดลง

5.3.6 ผลกระทบทางสังคม

CA สามารถส่งผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** CA สามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและผลกำไร นำไปสู่การดำรงชีวิตที่ดีขึ้นสำหรับเกษตรกรและครอบครัว

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** CA สามารถสนับสนุนความมั่นคงทางอาหารโดยการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพิ่มผลผลิตพืชผล และลดความเสี่ยงที่พืชจะเสียหายเนื่องจากการพังทลายของดินและการขาดแคลนน้ำ

(3) **ส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืน:** แนวปฏิบัติของ CA เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและส่งเสริมความยั่งยืนในระยะยาวของระบบการเกษตร

5.3.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

CA มีผลกระทบทางเศรษฐกิจในพื้นที่สูงโดย:

(1) **ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต:** CA ลดความจำเป็นในการไถพรวน การใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลง ทำให้ต้นทุนปัจจัยการผลิตสำหรับเกษตรกรลดลง

(2) **ผลาลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป:** แม้ว่าผลผลิตเริ่มต้นอาจต่ำกว่า แต่ในระยะยาว ระบบ CA จะนำไปสู่ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นและมีเสถียรภาพมากขึ้นเนื่องจากดินมีความอุดมสมบูรณ์และความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศที่ดีขึ้น

(3) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** แนวปฏิบัติของ CA ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ลดต้นทุนการผลิตในระยะยาวที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมโทรมและการพังทลายของดิน

5.3.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

CA สามารถให้ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ มากมายในพื้นที่สูง ได้แก่:

(1) **เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ:** ระบบ CA สามารถรองรับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในดิน แมลงที่มีประโยชน์ และสัตว์ป่าอื่นๆ ได้มากกว่าระบบการเกษตรแบบเดิม

(2) **ลดมลพิษทางน้ำ:** แนวทางปฏิบัติของ CA ช่วยลดการกัดเซาะดินและสูญเสียของธาตุอาหาร ส่งผลให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำและลำธารดีขึ้น

(3) **เพิ่มความยืดหยุ่นของดิน:** แนวปฏิบัติของ CA ช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดิน เพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำและการกักเก็บสารอาหาร ทำให้ดินมีความยืดหยุ่นต่อปัจจัยกดดันจากสภาพภูมิอากาศที่เลวร้ายมากขึ้น

5.3.9 ข้อเสีย

CA อาจมีข้อเสียบางประการ ได้แก่:

(1) **ความท้าทายในการเปลี่ยนผ่าน:** การเปลี่ยนจากการทำการเกษตรแบบเดิมไปเป็น CA อาจต้องใช้เวลาเรียนรู้และปรับเปลี่ยนแนวทางการจัดการ

(2) **การจัดการวัชพืช:** ระบบ CA อาจต้องการกลยุทธ์การจัดการวัชพืชแบบอื่นร่วมด้วย เช่น การปลูกพืชคลุมดิน หรือการใช้สารกำจัดวัชพืช เนื่องจากไถพรวนน้อยลง

(3) **การจัดการศัตรูพืชและโรคพืช:** ระบบ CA อาจต้องการกลยุทธ์การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) เพื่อจัดการกับการระบาดของศัตรูพืชและโรคที่อาจเกิดขึ้น

5.3.10 ข้อมูลอื่นๆ

CA เป็นระบบการเกษตรที่ต้องใช้ความรู้ความเข้าใจแบบองค์รวม (holistic understanding) เกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างดิน-พืช-น้ำ เกษตรกรที่ใช้ CA จำเป็นต้องเข้าถึงการฝึกอบรม การสนับสนุนทางเทคนิค และอุปกรณ์ที่เหมาะสม เพื่อนำแนวทาง CA ไปปฏิบัติและจัดการได้อย่างประสบความสำเร็จ

5.4 การปลูกพืชหลากหลายชนิด (Crop Diversification)

5.4.1 ความเป็นมา

การกระจายการปลูกพืชผลหลากหลายชนิด เป็นแนวทางปฏิบัติในการปลูกพืชผลต่างๆ ในพื้นที่เกษตรกรรมหรือในภูมิภาคหนึ่งแทนที่จะพึ่งพาพืชผลชนิดเดียวหรือพืชผลที่มีจำนวนของชนิดที่จำกัด แนวทางปฏิบัตินี้ใช้มาโดยตลอดเพื่อลดความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับแมลงศัตรูพืช โรค และความผันผวนของตลาด ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การกระจายหลากหลายชนิดของพืชผลได้รับการยอมรับว่าเป็นแนวทางปฏิบัติด้านการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) เนื่องจากมีศักยภาพในการเพิ่มความสามารถในสร้างความยืดหยุ่นต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ช่วยปรับปรุงความสมบูรณ์ของดิน และสร้างกระแสรายได้หลายทางให้กับเกษตรกร แนวปฏิบัตินี้มีความเกี่ยวข้องโดยเฉพาะในภูมิภาคที่สูง ซึ่งเป็นเขตนิเวศเกษตร (agroecological zone) และภูมิอากาศจุลภาค (microclimate) ที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ปลูกพืชผลต่างๆ ได้

ที่มา: https://images.app.goo.gl/n6GvAZMpq1kWNxYD8

5.4.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

การปลูกพืชหลากหลายชนิดสามารถนำไปปฏิบัติอย่างสร้างสรรค์เพื่อเพิ่มประโยชน์สูงสุดในเกษตรกรรมบนพื้นที่สูง คุณลักษณะเชิงนวัตกรรมบางส่วน ได้แก่:

(1) **การปลูกพืชแซม (Intercropping):** การปลูกพืชมากกว่าสองชนิดพร้อมกันในแปลงเดียวกัน เช่น ข้าวโพดและถั่ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ที่ดิน ปรับปรุงการหมุนเวียนธาตุอาหาร และลดปัญหาจากศัตรูพืชและโรคพืช

(2) **วนเกษตร (Agroforestry):** การผสมผสานต้นไม้และไม้พุ่มร่วมกับแปลงเพาะปลูกพืชผลเพื่อให้เกิดร่มเงา แนวกันลม และเป็นแหล่งรายได้เพิ่มเติม ขณะเดียวกันก็ช่วยปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ

(3) **การปลูกพืชหมุนเวียน (Crop rotations):** การปลูกพืชผลต่าง ๆ สลับในลำดับที่วางแผนไว้เพื่อหยุดวงจรของศัตรูพืชและโรค ช่วยปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารในดินของพืช

(4) **ปศุสัตว์แบบผสมผสาน (Integrating livestock):** การผสมผสานการปลูกพืชผลกับการเลี้ยงปศุสัตว์เพื่อสร้างระบบเกษตรกรรมที่หลากหลายและมีความยืดหยุ่นมากขึ้น

(5) **การเพิ่มมูลค่าและการแปรรูป (Value addition and processing):** การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มจากพืชผลที่หลากหลายเพื่อเพิ่มมูลค่าทางการตลาดและสร้างรายได้เพิ่มเติมให้กับเกษตรกร

5.4.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

การปลูกพืชหลากหลายชนิดสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** การปลูกพืชหลากหลายชนิดสามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ด้วยการเกิดหมุนเวียนของธาตุอาหารสำหรับพืช เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ และลดการกัดเซาะดิน

(2) **ลดแรงกดดันจากศัตรูพืชและโรคพืช:** การปลูกพืชหลากหลายชนิดจะเป็นการรบกวนวงจรชีวิตของศัตรูพืชและโรคพืช ช่วยลดจำนวนศัตรูพืชและลดความเสียหายของพืชผล

(3) **เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร:** พืชผลต่าง ๆ มีความต้องการธาตุอาหารและน้ำที่แตกต่างกัน และการปลูกพืชผลหลากหลายชนิดสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรเหล่านี้ได้

(4) **เพิ่มการช่วยผสมเกสร:** พืชผลที่มีความหลากหลายในชนิดพันธ์ สามารถดึงดูดแมลงผสมเกสรที่หลากหลายมากขึ้น ส่งผลให้การผสมเกสรดีขึ้นและให้ผลผลิตสูงขึ้น

5.4.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

การปลูกพืชหลากหลายชนิดสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นในต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **ลดความเปราะบางต่อความเสี่ยงจากสภาพภูมิอากาศ:** เกษตรกรสามารถลดการพึ่งพาพืชจากการปลูกพืชเพียงชนิดเดียวและกระจายความเสี่ยงต่อความเสียหายของพืชผลอันเนื่องมาจากภัยแล้ง น้ำท่วม หรือสภาพอากาศเลวร้ายอื่น ๆ ได้โดยการปลูกพืชหลากหลายชนิด

(2) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** การปลูกพืชหลากหลายชนิดสามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้ดินมีความยืดหยุ่น ทนทานต่อปัจจัยกดดันจากสภาพภูมิอากาศ เช่น ภัยแล้งและการพังทลายของดินได้ดีขึ้น

(3) **เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ:** การปลูกพืชหลากหลายชนิดสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำได้โดยการปลูกพืชที่ทนต่อภัยแล้งร่วมด้วยและปรับแนวทางการชลประทานให้เหมาะสม

(4) **สร้างความหลากหลายทางชีวภาพทางการเกษตร:** การปลูกพืชผลที่หลากหลายสามารถเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพทางการเกษตร ช่วยให้ระบบนิเวศมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้

5.4.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

การปลูกพืชหลากหลายชนิดสามารถช่วยบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน:** การปลูกพืชหลากหลายชนิด โดยเฉพาะพืชที่มีระบบรากลึก สามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ส่งผลให้การกักเก็บคาร์บอนได้มากขึ้นและลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

(2) **ลดการปล่อยไนตรัสออกไซด์:** การปลูกพืชหลากหลายชนิดสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในดิน ลดความเสี่ยงของการปล่อยไนตรัสออกไซด์จากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มากเกินไป

(3) **ลดการใช้ยาฆ่าแมลง:** การปลูกพืชหลากหลายชนิดสามารถลดความต้องการใช้ยาฆ่าแมลงได้ด้วยการหยุดวงจรของศัตรูพืชและโรคพืช ส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการใช้ยาฆ่าแมลงลดลง

5.4.6 ผลกระทบทางสังคม

การปลูกพืชหลากหลายชนิดสามารถส่งผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูงโดย:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** การปลูกพืชที่หลากหลายช่วยให้เกษตรกรมีรายได้หลากหลาย ลดความเสี่ยงจากความผันผวนของตลาด และทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ที่มีขึ้น

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** การปลูกพืชหลากหลายชนิด สามารถปรับปรุงความหลากหลายทางโภชนาการและความมั่นคงทางโภชนาการสำหรับครัวเรือนเกษตรกรรมและชุมชน

(3) **เสริมพลังให้กับสตรี:** การกระจายชนิดพันธุ์พืชที่ปลูก ช่วยให้สตรีมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและสร้างรายได้ เพิ่มขีดความสามารถให้กับกลุ่มสตรีภายในครัวเรือนและชุมชน

5.4.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

การปลูกพืชหลากหลายชนิดส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจในพื้นที่สูง โดย:

(1) **เพิ่มเสถียรภาพของรายได้:** การปลูกพืชหลากหลายชนิดทำให้เกษตรกรมีรายได้หลายทาง ลดการพึ่งพาพืชผลเพียงชนิดเดียว และช่วยรองรับความผันผวนของตลาด

(2) **เพิ่มโอกาสทางการตลาด:** การปลูกพืชหลากหลายชนิด สามารถสร้างโอกาสทางการตลาดใหม่ ๆ ให้กับเกษตรกร โดยเฉพาะพืชผลที่มีมูลค่าสูงหรือผลิตภัณฑ์เฉพาะกลุ่ม

(3) **ส่งเสริมการพัฒนาชนบท:** การกระจายชนิดของพืชที่ปลูก สามารถกระตุ้นเศรษฐกิจในท้องถิ่นโดยสร้างความต้องการปัจจัยการผลิตทางการเกษตร การแปรรูป และบริการทางการตลาดที่หลากหลาย

5.4.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

การปลูกพืชหลากหลายชนิดสามารถให้ประโยชน์แก่พื้นที่สูงหลายประการ ได้แก่:

(1) **ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** การปลูกพืชที่หลากหลาย สามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้โดยส่งเสริมการหมุนเวียนของธาตุอาหาร เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ และลดการพังทลายของดิน

(2) **เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ:** การปลูกพืชผลที่หลากหลาย สามารถรองรับแมลงผสมเกสร แมลงที่มีประโยชน์ และสัตว์ป่าอื่นๆ ได้หลากหลายมากขึ้น ช่วยให้ระบบนิเวศมีความสมบูรณ์และมีความยืดหยุ่นที่เพิ่มความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ

(3) **ลดมลพิษทางน้ำ:** การปลูกพืชหลากหลายชนิด สามารถลดการสูญเสียธาตุอาหารและลดการชะล้างยาฆ่าแมลงจากพื้นที่เกษตรกรรม ช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำและลำธาร

5.4.9 ข้อเสีย

การปลูกพืชที่หลากหลายชนิดมีข้อเสียบางประการ ได้แก่:

(1) **เพิ่มความซับซ้อนในการจัดการ:** การจัดการพืชผลที่มีความหลากหลายอาจจะมีความซับซ้อนกว่าการจัดการพืชผลเพียงชนิดเดียว ซึ่งจำเป็นต้องใช้ความรู้และทักษะเพิ่มเติม

(2) **ความท้าทายทางการตลาด:** การทำตลาดพืชผลที่มีความหลากหลายเป็นเรื่องที่ท้าทาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเกษตรกรรายย่อยที่อาจขาดการเข้าถึงตลาดและโครงสร้างพื้นฐาน

(3) **ความผันผวนของผลผลิต:** ผลผลิตของพืชผลต่าง ๆ อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ แรงกดดันจากแมลงและโรค และความต้องการของตลาด

5.4.10 ข้อมูลอื่นๆ

การปลูกพืชผลหลากหลายชนิด เป็นกลยุทธ์สำคัญในการส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืนและสร้างความยืดหยุ่นในพื้นที่สูง กลยุทธ์นี้สามารถนำไปปฏิบัติได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับบริบทเฉพาะและทรัพยากรที่มีอยู่ การทำการเกษตรด้วยการปลูกพืชหลากหลายชนิดให้ประสบความสำเร็จ ต้องอาศัยการวางแผนอย่างรอบคอบ ความรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางการเกษตรในท้องถิ่น และการเข้าถึงตลาดและบริการสนับสนุน

5.5 การปลูกพืชทนแล้ง (Growing Drought-Tolerant Crops)

5.5.1 ความเป็นมา

ภัยแล้งเป็นความท้าทายที่สำคัญสำหรับภาคเกษตรกรรม โดยเฉพาะในพื้นที่สูงซึ่งมักมีทรัพยากรน้ำที่จำกัดและรูปแบบของฝนที่คาดการณ์ได้ยากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การปลูกพืชที่ทนต่อภัยแล้งเป็นแนวทางการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) ที่สามารถช่วยให้เกษตรกรปรับตัวให้เข้ากับภาวะขาดแคลนน้ำและสร้างความมั่นคงด้านอาหารได้ พืชที่ทนต่อภัยแล้ง คือพันธุ์พืชที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์หรือคัดเลือกมาเพื่อความสามารถในการทนต่อช่วงเวลาฝนตกน้อยและอุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน พืชเหล่านี้สามารถรักษาผลผลิตและคุณภาพได้แม้จะอยู่ในสภาวะที่ขาดน้ำ ทำให้เป็นเครื่องมือที่มีค่าสำหรับเกษตรกรในพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง

ที่มา: https://images.app.goo.gl/Aq3K9aNSDpfj7sXr6

5.5.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

พืชทนแล้งแบบดั้งเดิมได้รับการเพาะปลูกมาเป็นเวลาหลายศตวรรษ แต่ความก้าวหน้าล่าสุดในการปรับปรุงพันธุ์พืชและเทคโนโลยีชีวภาพได้นำไปสู่การพัฒนาพันธุ์พืชใหม่และพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงซึ่งทนแล้งได้ดีขึ้นและมีศักยภาพในการผลิตมากขึ้น คุณสมบัติเชิงนวัตกรรมบางประการของพืชทนแล้ง ได้แก่:

(1) **การปรับแต่งพันธุกรรมด้วยพันธุวิศวกรรม (Genetic engineering):** การนำยีนจากพืชสายพันธุ์อื่นหรือจุลินทรีย์มาตัดต่อเป็นสายพันธ์ใหม่ที่ทำให้เกิดลักษณะทนแล้ง เช่น ประสิทธิภาพการใช้น้ำที่ดีขึ้น ระบบรากที่ดีขึ้น หรือการปรับออสโมซิสที่เพิ่มขึ้น

(2) **การคัดเลือกพันธ์โดยใช้เครื่องหมายทางพันธุกรรม (Marker-assisted selection):** การใช้เครื่องหมายโมเลกุลเพื่อระบุและคัดเลือกลักษณะทนแล้งในการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งเป็นการเร่งการพัฒนาสายพันธุ์ใหม่

(3) **การปรับปรุงพันธ์พืชอย่างมีส่วนร่วม (Participatory plant breeding):** การให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการคัดเลือกและประเมินพันธุ์พืชที่ทนแล้งเพื่อให้แน่ใจว่าพันธุ์พืชเหล่านั้นปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นและตอบสนองความต้องการของเกษตรกร

(4) **การกระตุ้นการงอกและเคลือบเมล็ดพันธ์ (Seed priming and coating):** การเมล็ดพันธ์ด้วยการเคลือบด้วยจุลินทรีย์หรือสารอาหารที่มีประโยชน์เพื่อปรับปรุงการงอกและการสร้างต้นกล้าให้แข็งแรงภายใต้สภาวะแล้ง

5.5.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

การปลูกพืชที่ทนต่อความแห้งแล้งสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **รักษาผลาลิตภายใต้สภาวะแห้งแล้ง:** พืชที่ทนต่อความแห้งแล้งสามารถรักษาผลผลิตได้แม้ในสภาวะที่ขาดน้ำ ช่วยให้เกษตรกรมีแหล่งอาหารและรายได้ที่มั่นคง

(2) **ลดการสูญเสียพืชผล:** พืชทนแล้งสามารถลดการสูญเสียพืชผลอันเนื่องมาจากการขาดแคลนน้ำ ซึ่งอาจมีความสำคัญในพื้นที่สูง

(3) **ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำ:** พืชที่ทนต่อความแห้งแล้งมักมีประสิทธิภาพการใช้น้ำที่ดีขึ้น ซึ่งหมายความว่าสามารถให้ผลผลิตได้มากขึ้นต่อปริมาณน้ำที่ใช้

(4) **เพิ่มทางเลือกในการปลูกพืช:** พืชที่ทนต่อความแห้งแล้งสามารถขยายการปลูกออกไปปลูกในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำจำกัด ทำให้เกษตรกรมีทางเลือกในการกระจายความเสี่ยงและสร้างรายได้มากขึ้น

5.5.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

การปลูกพืชที่ทนต่อความแห้งแล้งสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นในการต้านทานกับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **ลดความเปราะบางต่อความแห้งแล้ง:** พืชที่ทนต่อความแห้งแล้งมีความเปราะบางต่อความแห้งแล้งน้อยกว่า ลดความเสี่ยงที่พืชผลจะเสียหาย และช่วยให้มีความมั่นคงทางอาหารเมื่อเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

(2) **ปรับตัวให้เข้ากับรูปแบบการตกของฝนที่เปลี่ยนแปลงไป:** พืชที่ทนต่อความแห้งแล้งสามารถปรับตัวให้เข้ากับรูปแบบฝนที่เปลี่ยนแปลงได้ โดยยังคงรักษาผลผลิตไว้แม้ในช่วงที่ฝนตกน้อย

(3) **อนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ:** พืชที่ทนต่อความแห้งแล้งสามารถช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำซึ่งกำลังขาดแคลนมากขึ้นในพื้นที่สูงหลายแห่งได้โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำ

5.5.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

การปลูกพืชที่ทนต่อภาวะแล้งสามารถช่วยลดก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **ลดการใช้น้ำ:** พืชที่ทนต่อภาวะแล้งต้องการน้ำน้อยลง ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องจากการสูบน้ำในการชลประทาน

(2) **ลดการใช้ปุ๋ย:** พืชที่ทนต่อภาวะแล้งมักจะมีประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารที่ดี ลดความต้องการปุ๋ยและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องจากการผลิตปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย

5.5.6 ผลกระทบทางสังคม

การปลูกพืชทนแล้งสามารถส่งผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูงโดย:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** พืชทนแล้งสามารถเพิ่มความมั่นคงทางรายได้และลดความเสี่ยงที่พืชผลจะเสียหาย ส่งผลให้เกษตรกรและครอบครัวมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** การปลูกพืชทนแล้งเป็นหลักประกันว่าจะมีแหล่งอาหารที่มั่นคงแม้ในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งมีส่วนช่วยในการสร้างความมั่นคงทางอาหารในชุมชนบนพื้นที่สูง

(3) **เสริมพลังกลุ่มเกษตรกร:** แนวปฏิบัตินี้สามารถช่วยให้เกษตรกรสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และปรับปรุงความยืดหยุ่นของเกษตรกรให้สามารถเข้าถึงเมล็ดพันธุ์ทนแล้งและข้อมูลได้

5.5.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

การปลูกพืชทนแล้งสามารถมีผลกระทบทางเศรษฐกิจในพื้นที่สูงโดย:

(1) **เพิ่มเสถียรภาพของรายได้:** พืชทนแล้งสามารถสร้างรายได้ที่มั่นคงแก่เกษตรกรมากขึ้นโดยลดความเสี่ยงที่พืชผลจะเสียหายเนื่องจากภัยแล้ง

(2) **ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต:** พืชทนแล้งมักต้องการน้ำชลประทานและปุ๋ยน้อยลง ทำให้ต้นทุนปัจจัยการผลิตสำหรับเกษตรกรลดลง

(3) **ปรับปรุงการเข้าถึงตลาด:** พืชทนแล้งสามารถเปิดโอกาสทางการตลาดใหม่ ๆ ให้กับเกษตรกร โดยเฉพาะพืชที่มีมูลค่าสูงซึ่งสามารถปลูกได้ในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำจำกัด

5.5.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

การปลูกพืชทนแล้งสามารถให้ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ ในพื้นที่สูงหลายประการ ได้แก่:

(1) **อนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ:** พืชทนแล้งสามารถช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำโดยลดความต้องการน้ำชลประทานลง

(2) **ปกป้องความสมบูรณ์ของดิน:** พืชทนแล้งสามารถช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยลดความเสี่ยงจากการกร่อนและการเสื่อมโทรมของดินที่เกิดจากภัยแล้ง

(3) **เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ:** พืชทนแล้งมีส่วนสนับสนุนให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพทางการเกษตรโดยให้ทางเลือกในการปลูกพืชในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำจำกัด

5.5.9 ข้อเสีย

การปลูกพืชที่ทนแล้งมีเสียบางประการ ได้แก่:

(1) **เมล็ดพันธ์พืชทนแล้งมีจำกัด:** เมล็ดพันธุ์ที่ทนแล้งอาจไม่มีให้สำหรับพืชผลทุกชนิดหรือในทุกภูมิภาค

(2) **เมล็ดพันธ์มีต้นทุนสูง:** เมล็ดพันธุ์ที่ทนแล้งอาจมีราคาแพงกว่าเมล็ดพันธุ์ทั่วไป

(3) **ผลผลิตต่ำ:** พืชพันธุ์ที่ทนแล้งบางพันธุ์อาจมีศักยภาพในการให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ทั่วไปภายใต้สภาวะที่ไม่มีความเครียด

5.5.10 ข้อมูลอื่นๆ

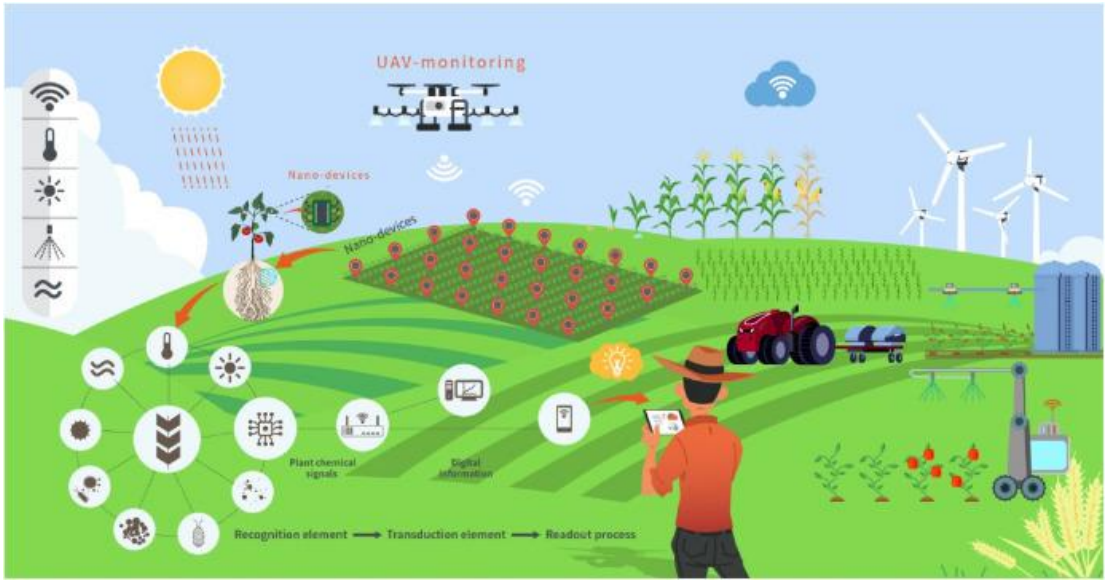
การปลูกพืชที่ทนต่อภาวะแล้งเป็นแนวปฏิบัติที่สำคัญของ CSA ในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการสร้างความมั่นคงทางอาหารในพื้นที่สูง การปลูกจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกพันธุ์พืชที่ทนต่อภาวะแล้งซึ่งเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและดินเฉพาะของภูมิภาค เกษตรกรควรพิจารณาผสมผสานพืชที่ทนต่อภาวะแล้งเข้ากับแนวปฏิบัติอื่น ๆ ของ CSA เช่น การกักเก็บน้ำและการไถพรวนแบบอนุรักษ์ เพื่อให้ได้รับประโยชน์สูงสุด

6. การแก้ปัญหาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล

6.1 เกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture)

6.1.1 ความเป็นมา

เกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture: PA) หมายถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ภาพดาวเทียม เซ็นเซอร์ และเครื่องมืออื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติทางการเกษตรและการจัดการทรัพยากร เกษตรกรสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับการชลประทาน การใส่ปุ๋ย และการควบคุมศัตรูพืชได้อย่างมีข้อมูล โดยการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพดิน การเจริญเติบโตของพืช และรูปแบบสภาพอากาศ ส่งผลให้การทำเกษตรมีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต และเพิ่มความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ PA กำลังกลายมาเป็นแนวปฏิบัติทางการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) ที่สำคัญ เนื่องจากมีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชผล และบรรเทาผลกระทบจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ



ที่มา: https://images.app.goo.gl/bCePBbxJjTFQrdY57

6.1.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

PA มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง โดยมีการพัฒนาเทคโนโลยีและวิธีการใหม่ ๆ เพื่อรับมือกับความท้าทายเฉพาะของเกษตรกรรมในพื้นที่สูง คุณลักษณะเชิงนวัตกรรมบางส่วนของ PA ในพื้นที่สูง ได้แก่:

(1) **การสำรวจระยะไกลและภาพถ่ายดาวเทียม (Remote sensing and satellite imagery):** การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมและอากาศยานไร้คนขับ (drone) เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของพืชผล ระบุพื้นที่ที่มีความเครียดและประเมินระดับความชื้นในดิน

(2) **เซนเซอร์ดินและการทำแผนที่ (Soil sensors and mapping):** การนำเซ็นเซอร์ดินไปใช้งานเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นในดิน ระดับธาตุอาหารและอุณหภูมิ และสร้างแผนที่ดินโดยละเอียดเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจจัดการเฉพาะพื้นที่

(3) **เทคโนโลยีจัดการตามความแตกต่างของพื้นที่ (Variable rate technology):** การใช้ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง และน้ำชลประทานในอัตราผันแปรตามความต้องการเฉพาะของพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันภายในพื้นที่เพาะปลูก

(4) **การสร้างแบบจำลองพืชผลและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Crop modelling and decision support systems):** การใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชผลและระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อคาดการณ์ผลผลิตของพืชผล ปรับให้วันที่ปลูกเหมาะสมที่สุด และจัดการความเสี่ยงจากศัตรูพืชและโรค

6.1.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

PA มีส่วนสนับสนุนการปรับปรุงผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **การใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม:** PA ช่วยให้เกษตรกรสามารถใช้ปัจจัยการผลิต เช่น น้ำ ปุ๋ย และยาฆ่าแมลง ได้อย่างแม่นยำในจุดที่จำเป็นและเวลาที่เหมาะสม ช่วยลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุด

(2) **ช่วยในการจัดการพืชผลให้ดีขึ้น:** เกษตรกรสามารถดำเนินการแก้ไขอย่างทันท่วงทีเพื่อป้องกันความเสียหายของผลผลิตได้ โดยการติดตามความสมบูรณ์ของพืชผลและระบุพื้นที่ที่มีปัญหาตั้งแต่เนิ่น ๆ

(3) **ช่วยในการตัดสินใจ:** PA สามารถวิเคราะห์เชิงลึกที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลแก่เกษตรกรเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการพืชผล ส่งผลให้ผลผลิตและผลกำไรดีขึ้น

(4) **การจัดการเฉพาะพื้นที่:** PA ช่วยให้เกษตรกรสามารถปรับแนวทางการจัดการให้เหมาะกับความต้องการเฉพาะของพื้นที่ต่าง ๆ ภายในแปลงได้ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและเพิ่มผลผลิตสูงสุด

6.1.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

PA ช่วยปรับปรุงความยืดหยุ่น สร้างความสามารถในการต้านทานสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **การจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพ:** PA ช่วยให้เกษตรกรปรับตารางการชลประทานในพื้นที่ให้เหมาะสมจากข้อมูลความชื้นในดินตามเวลาจริง(real-time) ลดการสูญเสียน้ำ และปรับปรุงความยืดหยุ่นให้เพิ่มขึ้นเพื่อต้านทานภัยแล้ง

(2) **การตรวจจับความเครียดของพืชในระยะเริ่มต้น:** เครื่องมือของ PA สามารถตรวจจับสัญญาณเริ่มต้นของความเครียดของพืชที่เกิดจากความร้อน ภัยแล้ง หรือศัตรูพืช ช่วยให้เกษตรกรสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงทีเพื่อบรรเทาความเสียหาย

(3) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** แนวปฏิบัติของ PA เช่น การไถพรวนดินน้อยลงและการจัดการธาตุอาหารที่ตรงเป้าหมาย สามารถปรับปรุงความสมบูรณ์ของดินและเพิ่มความยืดหยุ่นเพื่อต้านทานต่อปัจจัยกดดันจากสภาพภูมิอากาศได้

(4) **การตัดสินใจด้วยข้อมูล:** PA ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นให้แก่เกษตรกรเพื่อการตัดสินใจอย่างรอบรู้เกี่ยวกับการจัดการพืชผลเมื่อเผชิญกับความแปรปรวนของภูมิอากาศและสภาพอากาศที่เลวร้าย

6.1.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

PA สามารถมีส่วนช่วยในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **ลดการใช้ปุ๋ย:** PA ช่วยให้เกษตรกรสามารถปรับอัตราการใช้ปุ๋ยให้เหมาะสม ลดการสูญเสียไนโตรเจนและการปล่อยไนตรัสออกไซด์ที่เกี่ยวข้อง

(2) **ลดการใช้ยาฆ่าแมลง:** เครื่องมือของ PA ช่วยให้เกษตรกรระบุการระบาดของศัตรูพืชได้ตั้งแต่เนิ่น ๆ ช่วยให้การใช้ยาฆ่าแมลงได้อย่างตรงจุดและในภาพรวมช่วยลดการใช้ยาฆ่าแมลง

(3) **ปรับการให้น้ำให้เหมาะสม:** PA ช่วยให้เกษตรกรปรับตารางการชลประทานให้เหมาะสมที่สุด ลดการใช้พลังงานในการสูบน้ำและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

6.1.6 ผลกระทบทางสังคม

PA สามารถส่งผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูงโดย:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** PA สามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและผลกำไร นำไปสู่ชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นสำหรับเกษตรกรและครอบครัว
(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** PA สนับสนุนความมั่นคงด้านอาหารโดยการปรับการผลิตพืชผลให้เหมาะสม และลดความเสี่ยงที่พืชจะเสียหายเนื่องจากความเครียดจากสภาพภูมิอากาศ
(3) **เสริมพลังเกษตรกร:** PA ช่วยให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลและเครื่องมือที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่รอบด้านเกี่ยวกับแนวปฏิบัติด้านการเกษตร

6.1.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

PA มีผลกระทบทางเศรษฐกิจในพื้นที่สูง โดย:

(1) **ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต:** PA สามารถลดต้นทุนปุ๋ย ยาฆ่าแมลง และการให้น้ำได้โดยการปรับการใช้ให้เหมาะสม
(2) **ช่วยเพิ่มผลผลิต:** PA สามารถปรับปรุงผลผลิตพืชผลผ่านแนวทางการจัดการที่เหมาะสม ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้น
(3) **เพิ่มผลกำไร:** PA สามารถเพิ่มผลกำไรของเกษตรกรได้โดยการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิต

6.1.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

PA สามารถให้ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ ในพื้นที่สูงได้หลายด้าน ได้แก่:

(1) **ปรับปรุงความสมบูรณ์ของดิน:** แนวปฏิบัติของ PA เช่น การไถพรวนดินให้น้อยลงและการจัดการธาตุอาหารที่ตรงเป้าหมายสามารถปรับปรุงความสมบูรณ์ของดินและความหลากหลายทางชีวภาพได้
(2) **ลดมลภาวะทางน้ำ:** PA สามารถลดการสูญเสียธาตุอาหารและลดการปนเปื้อนยาฆ่าแมลงจากพื้นที่เกษตรกรรม ช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำและลำธาร
(3) **ช่วยให้บริการของระบบนิเวศดีขึ้น:** PA สามารถปรับปรุงบริการระบบนิเวศให้ดีขึ้น เช่น การผสมเกสรและการควบคุมศัตรูพืช โดยส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพและสร้างความสมดุลของระบบนิเวศ

6.1.9 ข้อเสีย

PA อาจมีข้อเสียบางประการ ได้แก่:

(1) **ต้นทุนการลงทุนเริ่มต้นที่สูง:** เทคโนโลยี PA อาจมีราคาแพง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเกษตรกรรายย่อย อย่างไรก็ตาม เงินอุดหนุนจากรัฐบาลและรูปแบบการจัดหาเงินทุนที่สร้างสรรค์สามารถช่วยเอาชนะอุปสรรคนี้ได้
(2) **ความเชี่ยวชาญด้านเทคนิค:** การใช้งาน PA จำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญด้านเทคนิคและความรู้ด้านการวิเคราะห์และตีความข้อมูล ซึ่งอาจเป็นความท้าทายสำหรับเกษตรกรบางราย
(3) **ข้อกังวลด้านความเป็นส่วนตัวของข้อมูล:** การรวบรวมและการใช้ข้อมูลด้านการเกษตรทำให้เกิดข้อกังวลเกี่ยวกับความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูล

6.1.10 ข้อมูลอื่นๆ

PA เป็นสาขาที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยมีเทคโนโลยีและแนวทางใหม่ ๆ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีศักยภาพที่จะปฏิวัติวงการเกษตรกรรมในพื้นที่สูงได้ โดยช่วยให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูล เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร และปรับตัวให้เข้ากับความท้าทายของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความสำเร็จของ PA ขึ้นอยู่กับการเข้าถึงเทคโนโลยีราคาไม่แพง การฝึกอบรมและการสนับสนุนเกษตรกร และความร่วมมือระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

6.2 การบริการข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (Climate Information Services)

6.2.1 ความเป็นมา

บริการข้อมูลภูมิอากาศ (CIS) มีบทบาทสำคัญในการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) โดยให้เกษตรกรได้รับข้อมูลพยากรณ์อากาศที่แม่นยำและทันท่วงที ข้อมูลแนวโน้มตามฤดูกาล และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ ความรู้ดังกล่าวช่วยให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว การชลประทาน และกิจกรรมทางการเกษตรอื่นๆ ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงและเพิ่มผลผลิตให้สูงสุดได้ในพื้นที่สูง ซึ่งรูปแบบสภาพภูมิอากาศมักจะคาดเดาไม่ได้และเหตุการณ์รุนแรงเกิดขึ้นบ่อยครั้ง CIS มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างความยืดหยุ่นและการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

6.2.2 แนวปฏิบัติการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) ของบริการข้อมูลภูมิอากาศ (CIS) ที่สำคัญ

(1) **การพยากรณ์อากาศและระบบเตือนภัยล่วงหน้า:** การให้ข้อมูลเกี่ยวกับพยากรณ์อากาศในพื้นที่ที่มีความแม่นยำแก่เกษตรกร รวมถึงการพยากรณ์ระยะสั้นและการเตือนภัยล่วงหน้าสำหรับเหตุการณ์ร้ายแรง เช่น พายุ น้ำท่วม หรือภัยแล้ง ถือเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถดำเนินมาตรการเชิงรุก เช่น ปรับตารางการเพาะปลูก การป้องกันพืชผล หรือการอพยพปศุสัตว์เพื่อลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น

(2) **การคาดการณ์สภาพอากาศตามฤดูกาล:** การคาดการณ์ตามฤดูกาลจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและรูปแบบของฝนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอีกไม่กี่เดือนข้างหน้า ซึ่งช่วยให้เกษตรกรสามารถเลือกพันธุ์พืชที่เหมาะสม วางแผนวันเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิต และตัดสินใจอย่างรอบรู้เกี่ยวกับการจัดการน้ำและวางกลยุทธ์ด้านการชลประทาน

(3) **การประเมินความเสี่ยงจากภูมิอากาศและการทำแผนที่ความเปราะบาง:** การดำเนินการประเมินความเสี่ยงจากภูมิอากาศและการพัฒนาแผนที่ความเปราะบางสามารถช่วยระบุพื้นที่และชุมชนที่มีความเสี่ยงสูงสุดจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลนี้สามารถเป็นแนวทางพัฒนาการดำเนินการแทรกแซงและกลยุทธ์การปรับตัวที่ตรงเป้าหมายได้

(4) **คำแนะนำเฉพาะพืช:** การให้คำแนะนำเฉพาะพืชผลแก่เกษตรกรโดยอิงจากข้อมูลพยากรณ์อากาศและข้อมูลสภาพภูมิอากาศจะช่วยให้เกษตรกรปรับปรุงแนวทางการทำการเกษตรได้ ซึ่งอาจรวมถึงวันที่ปลูก ตารางการให้น้ำชลประทาน การใช้ปุ๋ย และคำแนะนำในการจัดการศัตรูพืชและโรค

(5) **การประกันภัยตามค่าฐานของดัชนี (Index-based):** ผลิตภัณฑ์ประกันภัยตามค่าฐานของดัชนีสามารถปกป้องความเสี่ยงทางการเงินให้กับเกษตรกรจากความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศได้ แผนประกันภัยเหล่านี้จะอิงตามค่าดัชนีของสภาพภูมิอากาศที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เช่น เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนหรืออุณหภูมิ และจะจ่ายเงินให้โดยอัตโนมัติเมื่อเกินเกณฑ์เหล่านี้ ทำให้เกษตรกรได้รับการสนับสนุนทางการเงินอย่างทันท่วงทีเพื่อฟื้นตัวจากความเสียหายจากภัยธรรมชาติ

(6) **การเผยแพร่ข้อมูลผ่านโทรศัพท์มือถือ:** การใช้เทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือในการเผยแพร่ข้อมูลสภาพภูมิอากาศและคำแนะนำแก่เกษตรกรในพื้นที่ห่างไกลอาจมีประสิทธิภาพสูง การแจ้งเตือนทางข้อความสั้น (SMS) ข้อความเสียง และแอพพลิเคชั่นบนมือถือสามารถให้ข้อมูลตามเวลาจริงและเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจแก่เกษตรกรได้

(7) **แนวทางการสร้างข้อมูลแบบมีส่วนร่วม:** การให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการออกแบบและส่งมอบ CIS จะทำให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลที่ให้มามีความสอดคล้อง เข้าใจได้ และสามารถดำเนินการได้ แนวทางการมีส่วนร่วมยังช่วย

สร้างความไว้วางใจและความเป็นเจ้าของข้อมูลในหมู่เกษตรกร ซึ่งจะนำไปสู่การรับและใช้ประโยชน์จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศเพิ่มมากขึ้น

6.2.3 ประโยชน์ของบริการข้อมูลภูมิอากาศในพื้นที่สูง

(1) **ช่วยให้การตัดสินใจดีขึ้น:** CIS ช่วยให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับกิจกรรมทางการเกษตรของตนได้อย่างรอบรู้ ลดความไม่แน่นอน และลดความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศและเหตุการณ์รุนแรง

(2) **เพิ่มผลผลิต:** เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตพืชผลและผลผลิตปศุสัตว์ได้โดยการปรับวันปลูก กำหนดการชลประทาน และแนวทางปฏิบัติอื่น ๆ ให้เหมาะสมตามข้อมูลสภาพอากาศ.

(3) **เพิ่มความยืดหยุ่น:** CIS ช่วยให้เกษตรกรคาดการณ์และเตรียมพร้อมรับมือกับความเสี่ยงจากสภาพภูมิอากาศ เช่น ภัยแล้งหรือน้ำท่วม ทำให้สามารถป้องกันความเสียหายของพืชผลและการดำรงชีวิตต่าง ๆ ได้ล่วงหน้า

(4) **ลดความเสียหาย:** ระบบเตือนภัยล่วงหน้าและคำแนะนำที่ทันท่วงทีสามารถช่วยให้เกษตรกรลดการสูญเสียอันเนื่องมาจากเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศที่รุนแรงหรือการระบาดของแมลงและโรคได้

(5) **ปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** CIS สามารถปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่และความมั่นคงด้านอาหารสำหรับชุมชนในพื้นที่สูงได้โดยการเพิ่มผลผลิต ลดการสูญเสีย และเพิ่มความยืดหยุ่น

6.2.4 ความท้าทายและข้อควรพิจารณา

(1) **การเข้าถึงข้อมูล:** ความท้าทายที่สำคัญ คือ การทำให้แน่ใจว่า CIS สามารถเข้าถึงได้โดยเกษตรกรทุกคน รวมถึงผู้ที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลซึ่งเข้าถึงเทคโนโลยีได้จำกัด

(2) **ความแม่นยำและความน่าเชื่อถือ:** ความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของข้อมูลภูมิอากาศมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของข้อมูล การลงทุนในสถานีวัดตรวจอากาศคุณภาพสูง การรวบรวมข้อมูล และแบบจำลองการพยากรณ์จึงถือเป็นสิ่งสำคัญ

(3) **ความเกี่ยวข้องสอดคล้องในท้องถิ่น:** ข้อมูลภูมิอากาศจำเป็นต้องได้รับการปรับแต่งให้เหมาะกับความต้องการและบริบทเฉพาะของภูมิภาคพื้นที่สูงและระบบการเกษตรที่แตกต่างกัน ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างนักอุตุนิยมวิทยา นักเกษตรศาสตร์ และเกษตรกรในการพัฒนาคำแนะนำที่เกี่ยวข้องสอดคล้อง และสามารถดำเนินการได้ในท้องถิ่น

(4) **การสร้างขีดความสามารถ:** การสร้างขีดความสามารถของเกษตรกรในการทำความเข้าใจและใช้ข้อมูลสภาพอากาศถือเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งรวมถึงการฝึกอบรมเกี่ยวกับการตีความข้อมูลการพยากรณ์อากาศ การใช้เครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจ และการนำแนวปฏิบัติด้านการรู้เท่าทันสภาพภูมิอากาศมาใช้

การจัดการกับความท้าทายเหล่านี้และการลงทุนในการพัฒนาและเผยแพร่บริการข้อมูลภูมิอากาศ จะช่วยให้เกษตรกรในพื้นที่สูงสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ และให้มั่นใจว่าจะมีอนาคตที่มีความยั่งยืนและยืดหยุ่นยิ่งขึ้นสำหรับภาคเกษตรกรรมในภูมิภาคที่เปราะบางเหล่านี้

7. การจัดการปศุสัตว์

7.1 ปศุสัตว์แบบผสมผสาน (Livestock Integration)

7.1.1 ความเป็นมา

ปศุสัตว์แบบผสมผสานในระบบเกษตรกรรมเกี่ยวข้องกับการนำสัตว์ เช่น วัว แกะ แพะ หรือสัตว์ปีก เข้ามาใช้ในแนวทางการเพาะปลูกอย่างมีกลยุทธ์ แนวทางนี้มุ่งหวังที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเพิ่มผลผลิตโดยรวมของพื้นที่เกษตรกรรม ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การทำปศุสัตว์แบบผสมผสานถือเป็นแนวทางการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) เนื่องจากมีศักยภาพในการปรับปรุงการหมุนเวียนของธาตุอาหาร เพิ่มการกักเก็บคาร์บอน และเพิ่มความสามารถในการรับมือของระบบการเกษตรต่อปัจจัยกดดันจากสภาพภูมิอากาศ แนวปฏิบัตินี้มีความสอดคล้องโดยเฉพาะในพื้นที่สูง ซึ่งปศุสัตว์มักเป็นส่วนสำคัญของระบบการเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมและมีบทบาทสำคัญในการดำรงชีพและความมั่นคงทางอาหาร

ที่มา: https://images.app.goo.gl/cUdnKqrXnTVaYi8M6

7.1.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

ปศุสัตว์แบบผสมผสานในพื้นที่สูงสามารถดำเนินการได้อย่างสร้างสรรค์เพื่อเพิ่มผลประโยชน์สูงสุดและลดผลกระทบเชิงลบที่อาจเกิดขึ้นให้เหลือน้อยที่สุด คุณลักษณะเชิงนวัตกรรมบางประการ ได้แก่:

(1) **การจัดการแปลงหญ้าสำหรับปศุสัตว์แบบหมุนเวียน (Rotational grazing):** การย้ายปศุสัตว์ระหว่างคอกหรือทุ่งหญ้าที่แตกต่างกันเพื่อให้พืชพรรณมีการฟื้นตัว ปรับปรุงความสมบูรณ์ของดิน และลดความเสี่ยงของการเลี้ยงสัตว์มากจนเกินขีดที่แปลงหญ้าจะรองรับได้

(2) **ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ (Silvopasture):** การผสมผสานต้นไม้และไม้พุ่มเข้ากับระบบทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์เพื่อให้ร่มเงา ที่พักพิง และเป็นอาหารสำหรับปศุสัตว์ ขณะเดียวกันก็ช่วยปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและการกักเก็บคาร์บอน

(3) **ระบบฟาร์มผสม (Mixed farming systems):** การปลูกพืชผลและการผลิตปศุสัตว์ในพื้นที่เดียวกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร ปรับปรุงการหมุนเวียนธาตุอาหาร และกระจายแหล่งที่มาของรายได้

(4) **การจัดการปุ๋ยคอก (Manure management):** การนำแนวทางการจัดการปุ๋ยคอกที่มีประสิทธิภาพมาใช้ เช่น การทำปุ๋ยหมักหรือการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจน เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณค่า

(5) **การปศุสัตว์แม่นยำ (Precision livestock farming):** การใช้เทคโนโลยี เช่น การติดตามด้วยระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) และเซ็นเซอร์เพื่อตรวจสอบสุขภาพของปศุสัตว์ เพิ่มประสิทธิภาพการให้อาหาร และปรับปรุงการจัดการปศุสัตว์โดยรวม

7.1.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

การเลี้ยงปศุสัตว์แบบผสมผสานช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** ปุ๋ยคอกจากการเลี้ยงปศุสัตว์สามารถใช้เป็นปุ๋ยธรรมชาติได้ โดยเพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารที่จำเป็นให้กับดิน ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชให้แข็งแรง

(2) **เพิ่มการหมุนเวียนธาตุอาหาร:** การเลี้ยงปศุสัตว์สามารถช่วยหมุนเวียนธาตุอาหารระหว่างทุ่งหญ้าและแปลงไร่นา ทำให้พืชมีธาตุอาหารเพียงพอ และลดความต้องการปุ๋ยเคมี

(3) **เพิ่มผลผลิตพืช:** การผสมผสานการเลี้ยงปศุสัตว์เข้ากับระบบปลูกพืชสามารถปรับปรุงผลผลิตพืชได้ด้วยการใส่ปุ๋ยคอก การควบคุมศัตรูพืช และปรับปรุงโครงสร้างของดิน

(4) **กระจายแหล่งที่มาของรายได้:** ปศุสัตว์แบบผสมผสานสามารถเพิ่มเติมแหล่งรายได้แก่เกษตรกรจากผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เช่น นม เนื้อ และขนสัตว์ ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาพืชผลเพียงชนิดเดียว

7.1.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

ปศุสัตว์แบบผสมผสานสามารถปรับปรุงความยืนหยุ่นให้มีทนทานต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** การเลี้ยงปศุสัตว์และการใช้ปุ๋ยคอกสามารถปรับปรุงความสมบูรณ์ของดินได้โดยการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ ส่งเสริมการทำงานของจุลินทรีย์ และปรับปรุงโครงสร้างของดิน ดินที่มีความสมบูรณ์ จะทนต่อภัยแล้ง การพังทลายของดิน และปัจจัยกดดันจากสภาพภูมิอากาศได้ดีกว่า

(2) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอน:** ระบบการเลี้ยงสัตว์ที่ได้รับการจัดการอย่างดีสามารถกักเก็บคาร์บอนในดิน ช่วยบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศได้

(3) **การกระจายระบบการผลิตให้มีความหลากหลาย:** การผสมผสานการเลี้ยงปศุสัตว์เข้ากับระบบการเกษตรสามารถกระจายแหล่งที่มาของการผลิตและรายได้ ลดความเปราะบางที่จะเกิดความเสี่ยงจากสภาพภูมิอากาศและความผันผวนของตลาด

(4) **ให้บริการระบบนิเวศ:** ปศุสัตว์สามารถให้บริการระบบนิเวศที่มีคุณค่า เช่น การผสมเกสร การควบคุมศัตรูพืช และการกระจายเมล็ดพันธุ์ ซึ่งมีส่วนสนับสนุนความยืดหยุ่นต่อระบบนิเวศโดยรวม

7.1.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

การทำปศุสัตว์แบบผสมผสานสามารถช่วยบรรเทาลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **ปรับปรุงการจัดการปุ๋ยคอก:** การนำแนวทางการจัดการปุ๋ยคอกที่มีประสิทธิภาพ เช่น การทำปุ๋ยหมักหรือการย่อยแบบไม่ใช้อากาศ มาใช้สามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากปุ๋ยคอกได้

(2) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอน:** ระบบการเลี้ยงสัตว์ที่มีการจัดการอย่างดีสามารถกักเก็บคาร์บอนในดินได้ ซึ่งจะช่วยชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเลี้ยงปศุสัตว์

(3) **ลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมี:** ปุ๋ยคอกจากการเลี้ยงปศุสัตว์สามารถใช้เป็นปุ๋ยธรรมชาติได้ ช่วยลดความต้องการปุ๋ยเคมี ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

7.1.6 ผลกระทบทางสังคม

การทำปศุสัตว์แบบผสมผสานสามารถสร้างาลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูงได้ดังนี้:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** ปศุสัตว์แบบผสมผสานสามารถให้เกษตรกรมีแหล่งรายได้เพิ่มเติมและปรับปรุงความมั่นคงทางอาหาร เพิ่มพูนคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ที่ดี

(2) **สร้างเอกาสในการจ้างงาน:** การเลี้ยงปศุสัตว์สามารถสร้างโอกาสในการจ้างงานด้านการเลี้ยงสัตว์ การแปรรูป และการตลาด ซึ่งมีส่วนช่วยในการพัฒนาชนบท

(3) **การสงวนมรดกทางวัฒนธรรม:** การเลี้ยงปศุสัตว์มักเป็นส่วนสำคัญของประเพณีและแนวทางปฏิบัติทางวัฒนธรรมในชุมชนพื้นที่สูง และการผสมผสานการเลี้ยงปศุสัตว์เข้ากับระบบการเกษตรสามารถช่วยสงวนรักษามรดกนี้ไว้ได้

7.1.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

การเลี้ยงปศุสัตว์แบบผสมผสานมีผลกระทบทางเศรษฐกิจในพื้นที่สูงโดย:

(1) **สร้างรายได้เพิ่มขึ้น:** ผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ เช่น นม เนื้อ และขนสัตว์ สามารถเป็นแหล่งรายได้เพิ่มเติมแก่เกษตรกร ช่วยเพิ่มความสามารถในการฟื้นตัวทางเศรษฐกิจ

(2) **เพิ่มโอกาสทางการตลาด:** ปศุสัตว์แบบผสมผสานสามารถสร้างโอกาสทางการตลาดใหม่ ๆ ให้กับเกษตรกร โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง เช่น ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อินทรีย์หรือผลิตภัณฑ์นมอินทรีย์

(3) **กระตุ้นเศรษฐกิจในท้องถิ่น:** การผลิตปศุสัตว์สามารถกระตุ้นเศรษฐกิจในท้องถิ่นโดยสร้างความต้องการอาหารสัตว์ บริการสัตวแพทย์ และปัจจัยการผลิตอื่น ๆ

7.1.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

ปศุสัตว์แบบผสมผสานสามารถก่อให้เกิดประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ ในพื้นที่สูง ได้แก่:

(1) **ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** การเลี้ยงสัตว์แบบแทะเล็มหญ้าในทุรงเลี้ยงสัตว์และการใช้ปุ๋ยคอกสามารถปรับปรุงความสมบูรณ์ของดินได้โดยการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ ส่งเสริมการทำงานของจุลินทรีย์ และปรับปรุงโครงสร้างของดิน

(2) **เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ:** ระบบการเลี้ยงสัตว์ที่ได้รับการจัดการอย่างดีสามารถส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพได้โดยการสร้างแหล่งที่อยู่อาศัยที่หลากหลายสำหรับพืชและสัตว์

(3) **ช่วยผสมเกสร:** ปศุสัตว์บางประเภท เช่น ผึ้ง สามารถให้การผสมเกสรพืช ช่วยปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของพืช

7.1.9 ข้อเสีย

ปศุสัตว์แบบผสมผสานอาจมีข้อเสียบางประการ ได้แก่:

(1) **ความเสี่ยงจากการเลี้ยงสัตว์มากเกินไป:** การจัดการการเลี้ยงสัตว์ที่ไม่เหมาะสม อาจนำไปสู่การเลี้ยงสัตว์มากเกินไปจนเกินขีดที่แปลงหญ้าจะรองรับได้ ซึ่งอาจทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินเสื่อมโทรม ลดความหลากหลายทางชีวภาพ และเพิ่มการกัดเซาะ

(2) **การปล่อยก๊าซเรือนกระจก:** การผลิตปศุสัตว์ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีเทนจากการหมักในลำไส้ของสัตว์และการจัดการปุ๋ยคอก

(3) **การแย่งชิงทรัพยากร:** ปศุสัตว์อาจเกิดการแย่งชิงทรัพยากรกับพืชผล เช่น ทรัพยากรน้ำและที่ดิน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีทรัพยากรจำกัด

7.1.10 ข้อมูลอื่นๆ

ปศุสัตว์แบบผสมผสาน เป็นแนวปฏิบัติที่ซับซ้อนซึ่งต้องมีการวางแผนและการจัดการอย่างรอบคอบเพื่อเพิ่มผลประโยชน์สูงสุดและลดผลกระทบเชิงลบให้เหลือน้อยที่สุด การทำปศุสัตว์แบบผสมผสานที่ประสบความสำเร็จเกี่ยวข้องกับการคัดเลือกสายพันธุ์สัตว์ที่เหมาะสม การนำแนวทางการเลี้ยงสัตว์แบบยั่งยืนมาใช้ และการจัดการมูลสัตว์อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างเกษตรกร นักวิจัย และผู้กำหนดนโยบายในการพัฒนาและนำนโยบายและแนวปฏิบัติที่สนับสนุนการเลี้ยงปศุสัตว์แบบยั่งยืนในภูมิภาคพื้นที่สูงมาใช้

7.2 การจัดการแปลงหญ้าสำหรับปศุสัตว์แบบหมุนเวียน (Rotational Grazing)

7.2.1 ความเป็นมา

การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนเป็นแนวทางการจัดการปศุสัตว์ที่แบ่งทุ่งหญ้าออกเป็นแปลงเล็ก ๆ อย่างเป็นระบบและหมุนเวียนปศุสัตว์ไปมาระหว่างแปลง วิธีนี้ช่วยให้พื้นที่เลี้ยงสัตว์ได้มีช่วงพักและเติบโตใหม่ ส่งผลให้ทุ่งหญ้าและดินมีความสมบูรณ์ขึ้น และเป็นการเพิ่มผลผลิตอาหารสัตว์ ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนถือเป็นแนวทางการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากมีศักยภาพในการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน ปรับปรุงการกักเก็บน้ำในดิน และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปศุสัตว์ แนวทางนี้มีความเกี่ยวข้องโดยเฉพาะในพื้นที่สูง ซึ่งการเลี้ยงสัตว์ที่มากเกินไปและการพังทลายของดินเป็นสิ่งท้าทายที่เกิดขึ้นทั่วไป และการจัดการปศุสัตว์อย่างยั่งยืนมีความสำคัญต่อการดำรงชีพและความมั่นคงด้านอาหาร

ที่มา: https://images.app.goo.gl/BbXW8132pETpZiFU7

7.2.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

แนวทางการเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนแบบดั้งเดิมได้มีการพัฒนาจนมีคุณลักษณะใหม่ ๆ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันของพื้นที่สูง คุณลักษณะใหม่ ๆ เหล่านี้ได้แก่:

(1) **การจัดทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์แบบหลายคอก (Adaptive multi-paddock grazing):** การแบ่งทุ่งหญ้าออกเป็นแปลงเล็ก ๆ หลายแปลงและปรับช่วงเวลาการเลี้ยงสัตว์ตามความพร้อมของทุ่งหญ้า ความต้องการของสัตว์ และสภาพแวดล้อม

(2) **การจัดทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์แบบหนาแน่นและช่วงเวลาสั้น (High-density, short-duration grazing):** การเลี้ยงปศุสัตว์ในทุ่งหญ้าแบบความหนาแน่นสูงเป็นระยะเวลาสั้น ซึ่งจะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพันธ์พืชที่เป็นอาหารสัตว์ ปรับปรุงการถ่ายเทอากาศในดิน และเพิ่มการหมุนเวียนของสารอาหาร

(3) **การจัดการทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์เชิงกลยุทธ์เพื่อจัดการพืช (Strategic grazing for vegetation management):** การใช้ทุ่งหญ้าเลี้ยงปศุสัตว์เพื่อควบคุมพันธุ์พืชรุกราน ลดความเสี่ยงจากไฟไหม้ และส่งเสริมการเติบโตของพันธุ์พืชอาหารสัตว์ที่ต้องการ

(4) **การบูรณาการกับแนวปฏิบัติ CSA อื่นๆ (Integration with other CSA practices):** การผสมผสานการเลี้ยงสัตว์แบบแปลงหญ้าหมุนเวียนกับแนวทาง CSA อื่นๆ เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชแบบวนเกษตร และกักการเก็บน้ำ จะสามารถช่วยสร้างระบบการเกษตรแบบองค์รวมและยั่งยืนมากขึ้น

7.2.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **เพิ่มผลผลิตอาหารสัตว์:** การปล่อยให้ทุ่งหญ้าได้พักและเติบโตใหม่ สามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของอาหารสัตว์ ส่งผลให้ปศุสัตว์มีความสมบูรณ์แข็งแรงและมีผลผลิตมากขึ้น

(2) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถปรับปรุงความสมบูรณ์ของดินได้โดยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ ส่งเสริมการทำงานของจุลินทรีย์ และปรับปรุงโครงสร้างของดิน

(3) **ลดปัญหาวัชพืช:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนช่วยควบคุมวัชพืช ลดการแย่งชิงทรัพยากร และช่วยปรับปรุงคุณภาพอาหารสัตว์

(4) **ทำให้ปศุสัตว์สมบูรณ์แข็งแรง:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถปรับปรุงความสมบูรณ์ของสัตว์ได้โดยลดปริมาณปรสิตและการให้อาหารที่หลากหลายมากขึ้น

7.2.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นในการต้านทานสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **ปรับปรุงการกักเก็บน้ำในดิน:** ดินที่มีความสมบูรณ์ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงสามารถกักเก็บน้ำได้มากขึ้น ทำให้ทุ่งหญ้ายืดหยุ่นที่สามารถต้านทานภัยแล้งได้ดีขึ้น

(2) **ลดการพังทะลายของดิน:** การเลี้ยงสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถลดการพังทลายของดินได้โดยส่งเสริมให้พืชพรรณปกคลุมและลดการรบกวนดินให้น้อยที่สุด

(3) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอน:** ระบบการเลี้ยงปศุสัตว์ที่มีการจัดการที่ดีสามารถกักเก็บคาร์บอนในดิน ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศได้

(4) **เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถสร้างแหล่งที่อยู่อาศัยที่หลากหลายสำหรับพืชและสัตว์ ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของระบบนิเวศในการต้านทางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

7.2.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนช่วยบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน กักเก็บคาร์บอน และลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

(2) **ลดการปล่อยก๊าซมีเทน:** การจัดการปศุสัตว์ที่ดีขึ้นสามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทนได้โดยส่งเสริมการย่อยอาหารของสัตว์ที่มีประสิทธิภาพและลดการหมักในลำไส้

(3) **ลดการใช้ปุ๋ยให้เหลือน้อยที่สุด:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถลดความต้องการปุ๋ยเคมีได้โดยการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินผ่านกระบวนการทางธรรมชาติ

7.2.6 ผลกระทบทางสังคม

การเลี้ยงปศุสัตวแบบหมุนเวียนสามารถส่งผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูงโดย:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่**: การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถเพิ่มผลผลิตและรายได้ของปศุสัตว์ ปรับปรุงความเป็นอยู่ของเกษตรกรและครอบครัว

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถนำไปสู่ความมั่นคงทางอาหารโดยการจัดหาแหล่งเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากนมที่ยั่งยืน

(3) **ส่งเสริมการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืน:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถส่งเสริมแนวทางการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืน ซึ่งส่งผลต่อความสมบูรณ์และผลผลิตของระบบนิเวศบนพื้นที่สูงในระยะยาว

7.2.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนมีผลกระทบทางเศรษฐกิจในพื้นที่สูงโดย:

(1) **เพิ่มผลผลิตปศุสัตว์:** การเลี้ยงสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถปรับปรุงความสมบูรณ์ของปศุสัตว์ เพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการขยายพันธุ์ เพิ่มผลผลิตและผลกำไร

(2) **ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถลดการใช้การอาหารเสริม ปุ๋ย และการรักษา ช่วยลดต้นทุนปัจจัยการผลิตสำหรับเกษตรกร

(3) **เพิ่มมูลค่าที่ดิน:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถปรับปรุงผลผลิตและเพิ่มมูลค่าที่ดินในระยะยาวได้ด้วยการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและการผลิตอาหารสัตว์

7.2.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถให้ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่น ๆ ได้หลายประการในพื้นที่สูง ได้แก่:

(1) **เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถสร้างแหล่งที่อยู่อาศัยที่หลากหลายสำหรับพืชและสัตว์ ส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพและความสมดุลทางนิเวศ

(2) **ปรับปรุงคุณภาพน้ำ:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถลดการไหลบ่าของน้ำ ลดการชะล้างธาตุอาหารและการพังทลายของดิน ช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำและลำธาร

(3) **เพิ่มแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนสามารถเพิ่มแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารสำหรับสัตว์ป่าสายพันธุ์ต่าง ๆ

7.2.9 ข้อเสีย

การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนมีข้อเสียบางประการ ได้แก่:

(1) **ต้นทุนโครงสร้างพื้นฐาน:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนอาจต้องมีการสร้างรั้วและโครงสร้างพื้นฐานด้านน้ำเพิ่มเติม ซึ่งอาจมีค่าใช้จ่ายสูงสำหรับเกษตรกรบางราย

(2) **ความซับซ้อนในการจัดการ:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนต้องมีการวางแผนและการจัดการอย่างรอบคอบเพื่อให้แน่ใจว่าช่วงเวลาการเลี้ยงสัตว์และอัตราการเลี้ยงสัตว์มีความเหมาะสมกับสภาพเฉพาะของพื้นที่นั้น

(3) **ความเสี่ยงจากการเลี้ยงปศุสัตว์มากเกินไป:** การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนหากไม่ได้รับการจัดการอย่างเหมาะสม ก็จะนำไปสู่การเลี้ยงปศุสัตว์ที่มากเกินขีดความสามารถที่ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์จะรองรับได้ (overgrazing) ทำให้ทุ่งหญ้าเสียหายและผลผลิตลดลงได้

7.2.10 ข้อมูลอื่นๆ

การเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนเป็นแนวปฏิบัติ CSA ที่มีความคล่องตัวและปรับเปลี่ยนได้ ซึ่งสามารถปรับให้เหมาะกับความต้องการและเงื่อนไขเฉพาะของแต่ละภูมิภาคของพื้นที่สูงได้ แนวทางปฏิบัตินี้สามารถทำได้ในระดับเล็กโดยเกษตรกรรายบุคคลหรือในระดับใหญ่ขึ้นผ่านโครงการเลี้ยงสัตว์แบบชุมชน ความสำเร็จของการเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียนขึ้นอยู่กับการวางแผนอย่างรอบคอบ อัตราการปล่อยสัตว์ที่เหมาะสม และแนวทางการจัดการที่ปรับตัวได้

7.3 ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ (Silvopasture)

7.3.1 ความเป็นมา

ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ (Silvopasture) คือ การผสมผสานระหว่างการปลูกต้นไม้และไม้พุ่มเข้ากับระบบการเลี้ยงปศุสัตว์แบบปล่อยให้แทะเล็ม (Grazing system) แนวทางการจัดการแบบป่าไม้-ปศุสัตว์นี้ เป็นการผสมผสานการทำป่าไม้และการเลี้ยงสัตว์เข้าด้วยกันในลักษณะที่เป็นประโยชน์ร่วมกัน ต้นไม้และไม้พุ่มให้ร่มเงา ที่อยู่อาศัย และเป็นอาหารสัตว์สำหรับปศุสัตว์ ในขณะที่การเลี้ยงสัตว์ในทุ่งหญ้าสามารถช่วยควบคุมพืชพันธุ์ ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนได้ ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์เหมาะเป็นพิเศษสำหรับพื้นที่สูง ซึ่งมีภูมิประเทศที่หลากหลายและสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน สามารถปลูกต้นไม้และอาหารสัตว์ได้หลากหลาย แนวทางนี้สามารถเพิ่มผลผลิตและความยั่งยืนของระบบปศุสัตว์ได้ พร้อมทั้งให้ประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมอีกมากมาย

ที่มา: https://images.app.goo.gl/9egJhZs1DVfeP9rJ9

7.3.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ (Silvopasture) ในพื้นที่สูงมีการออกแบบให้มีคุณลักษณะใหม่ ๆ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ความยืดหยุ่น และประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม คุณลักษณะใหม่ ๆ เหล่านี้ ได้แก่:

(1) **ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์แบบหลากหลายสายพันธ์ (Multi-species Silvopasture systems):** การผสมผสานสายพันธุ์ต้นไม้และไม้พุ่มต่าง ๆ ที่มีการเจริญเติบโตและคุณค่าของอาหารสัตว์ที่แตกต่างกันเพื่อสร้างระบบที่หลากหลายและมีความยืดหยุ่น

(2) **ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ร่วมกับการปลูกพืชสลับแนว (Alley cropping with Silvopasture):** การผสมผสานการปลูกพืชสลับแนวร่วมกับการเลี้ยงสัตว์ในระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ โดยพืชผลจะปลูกระหว่างแถวของต้นไม้เพื่อเพิ่มแหล่งรายได้และปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน

(3) **การเลี้ยงปศุสัตว์ปล่อยแทะเล็มแบบมีการจัดการ (Managed grazing systems):** การนำการเลี้ยงปศุสัตว์แบบหมุนเวียน (Rotation grazing) หรือแบบเป็นแถว (Strip grazing) มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารสัตว์ ปรับปรุงความสมบูรณ์ของสัตว์ และปรับปรุงความสมบูรณ์ของดิน

(4) **การผลิตอาหารสัตว์จากต้นไม้ (Tree fodder production):** การคัดเลือกสายพันธุ์ต้นไม้และไม้พุ่มที่เป็นอาหารสัตว์คุณภาพสูงสำหรับปศุสัตว์ ช่วยเสริมแหล่งอาหารสัตว์แบบดั้งเดิม และปรับปรุงโภชนาการของสัตว์

(5) **การผสมผสานการกักเก็บน้ำกับระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ (Integration with water harvesting):** การนำเทคนิคการเก็บกักน้ำ เช่น คูน้ำหรือบ่อน้ำ เข้าในระบบป่าไม้-ปศุสัตว์เพื่อปรับปรุงการใช้น้ำสำหรับปศุสัตว์และเพิ่มความสามารถในการรับมือกับภัยแล้ง

7.3.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **เพิ่มผลผลิตอาหารสัตว์:** ต้นไม้และไม้พุ่มในระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตอาหารสัตว์ได้โดยให้ร่มเงา ลดความเครียดจากความร้อนของหญ้า และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน

(2) **ปรับปรุงคุณภาพอาหารสัตว์:** ใบและฝักของต้นไม้และไม้พุ่มในระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ สามารถเป็นแหล่งโปรตีนและสารอาหารอื่น ๆ ที่มีคุณค่าสำหรับปศุสัตว์ ช่วยเพิ่มความสมบูรณ์และผลผลิตของปศุสัตว์

(3) **ความเป็นอยู่ของปศุสัตว์ดีขึ้น:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ช่วยให้เกิดร่มเงาและที่พักพิงสำหรับปศุสัตว์ เป็นการปรับปรุงสวัสดิภาพความเป็นอยู่ของสัตว์โดยลดความเครียดจากความร้อนและปกป้องสัตว์จากสภาพอากาศที่เลวร้าย

(4) **กระจายแหล่งที่มาของรายได้:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์สามารถให้แหล่งรายได้เพิ่มเติมแก่เกษตรกรจากผลิตภัณฑ์จากต้นไม้ เช่น ไม้ ผลไม้ และถั่ว

7.3.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูงโดย:

(1) **บรรเทาผลกระทบจากภาวะภัยแล้ง:** ต้นไม้และไม้พุ่มในระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ ช่วยรักษาความชื้นในดินและลดความเครียดจากน้ำของพืช ทำให้ทนทานต่อภาวะแห้งแล้งได้ดีขึ้น

(2) **ลดความเครียดของสัตว์จากความร้อน:** ร่มเงาจากต้นไม้และไม้พุ่มในระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ สามารถลดความเครียดจากความร้อนของปศุสัตว์ได้ ทำให้ปศุสัตว์มีสุขภาพดีและมีผลผลิตดีขึ้น

(3) **ป้องกันการพังทะลายของดิน:** ต้นไม้และไม้พุ่มในระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ สามารถช่วยรักษาเสถียรภาพของทางลาดชันและลดการพังทลายของดินที่เกิดจากฝนตกหนักและลม

(4) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอน:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ทั้งในต้นไม้และในดิน ซึ่งช่วยบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

7.3.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์สามารถช่วยบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกได้โดย::

(1) **การกักเก็บคาร์บอน:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์สามารถช่วยดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศและกักเก็บไว้ในชีวมวลและดิน ทำให้ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกลดลง

(2) **ลดการปล่อยก๊าซมีเทน:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์สามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากปศุสัตว์ได้โดยช่วยให้การย่อยอาหารมีประสิทธิภาพเพิ่มและลดการหมักในลำไส้.

(3) **ลดการปล่อยไนตรัสออกไซด์:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในดิน ลดความเสี่ยงของการปล่อยไนตรัสออกไซด์จากไนโตรเจนส่วนเกินจากปุ๋ยคอก

7.3.6 ผลกระทบทางสังคม

ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ก่อให้เกิดผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูง โดย:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์สามารถเพิ่มผลผลิตและรายได้จากการทำปศุสัตว์ นำไปสู่ชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นสำหรับเกษตรกรและครอบครัว

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์มีส่วนช่วยในการสร้างความมั่นคงด้านอาหารโดยการจัดหาแหล่งของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากนมที่ยั่งยืน

(3) **ส่งเสริมการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืน:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์สามารถส่งเสริมแนวทางการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืน ซึ่งมีส่วนช่วยให้ระบบนิเวศบนพื้นที่สูงมีความสมบูรณ์และก่อเกิดผลผลิตในระยะยาว

7.3.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจต่อพื้นที่สูงโดย:

(1) **เพิ่มผลผลิตปศุสัตว์:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ สามารถปรับปรุงความสมบูรณ์ของปศุสัตว์ อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการขยายพันธุ์ เพิ่มผลผลิตและผลกำไร

(2) **ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์สามารถลดความต้องการอาหารเสริม ปุ๋ย และการรักษาทางสัตว์ ลดต้นทุนปัจจัยการผลิตสำหรับเกษตรกร

(3) **กระจายแหล่งที่มาของรายได้:** ระบบป่าไม้-ปศุสามารถให้เกษตรกรมีแหล่งรายได้เพิ่มเติมจากผลิตภัณฑ์จากต้นไม้ เช่น ไม้ ผลไม้ และถั่ว

7.3.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์สามารถให้ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ ในพื้นที่สูงได้มากมาย เช่น:

(1) **เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์สามารถรองรับความหลากหลายของพันธุ์พืชและสัตว์ได้มากกว่าระบบการเลี้ยงสัตว์แบบเชิงเดี่ยว

(2) **เพิ่มคุณภาพน้ำ:** ต้นไม้และไม้พุ่มในระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ช่วยกรองน้ำที่ไหลบ่าผิวดินและลดมลพิษจากตะกอนและธาตุอาหารในแม่น้ำและลำธารได้

(3) **เพิ่มแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารสำหรับสัตว์ป่าหลากหลายชนิด เช่น นก แมลง และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก

7.3.9 ข้อเสีย

ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์อาจมีข้อเสียบางประการ รวมถึง:

(1) **ต้นทุนในการดำเนินการเริ่มต้น:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์อาจต้องมีการลงทุนเริ่มต้นจำนวนมากในการปลูกต้นไม้และทำรั้ว

(2) **ความซับซ้อนในการจัดการ:** ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ต้องการการจัดการอย่างรอบคอบเพื่อสร้างความสมดุลให้กับความต้องการของต้นไม้ ไม้พุ่ม และปศุสัตว์

(3) **การแย่งชิงทรัพยากร:** ต้นไม้และไม้พุ่มในระบบป่าไม้-ปศุสัตว์อาจจะแย่งชิงกับทรัพยากรกับทุ่งหญ้าเพื่อหาน้ำและธาตุอาหาร โดยเฉพาะในระยะแรกของการทำระบบ

7.3.10 ข้อมูลอื่นๆ

ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ คือแนวทางการจัดการ CSA ที่มีความคล่องตัวและปรับเปลี่ยนได้ ซึ่งสามารถปรับให้เหมาะกับความต้องการและเงื่อนไขเฉพาะของพื้นที่สูงที่แตกต่างกันได้ แนวทางนี้สามารถนำไปปฏิบัติในระดับเล็กโดยเกษตรกรรายบุคคลหรือในระดับใหญ่ขึ้นโดยผ่านโครงการริเริ่มในชุมชน ความสำเร็จของระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ขึ้นอยู่กับการวางแผนอย่างรอบคอบ การคัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสม และแนวทางการจัดการที่ปรับตัวได้

8. แนวปฏิบัติการเกษตรเท่าทันภูมิอากาศอื่นๆ ในพื้นที่สูง

8.1 ระบบวนเกษตร (Agroforestry)

8.1.1 ความเป็นมา

วนเกษตร (Agroforestry) เป็นระบบการจัดการที่ดินที่ผสมผสานต้นไม้และไม้พุ่ม เข้ากับพืชผลและระบบการเลี้ยงสัตว์ มีการใช้ระบบนี้มาเป็นเวลาหลายศตวรรษในส่วนต่าง ๆ ของโลก และได้รับการยอมรับถึงประโยชน์มากมาย เช่น ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ความสมบูรณ์ของดินที่ดีขึ้น และความหลากหลายทางชีวภาพที่เพิ่มขึ้น ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ วนเกษตรได้รับความสนใจในฐานะแนวทางการการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากมีศักยภาพในการรับมือกับความท้าทายที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ที่มา: https://www.aciar.gov.au/media-search/blogs/agroforestry-helps-farmers-make-greener-land-and-better-life

8.1.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

ระบบวนเกษตรในพื้นที่สูงสามารถออกแบบให้มีชนิดพันธุ์ไม้และไม้พุ่มหลากหลายชนิดที่เหมาะกับสภาพภูมิอากาศและดินเฉพาะของภูมิภาคนี้ พันธุ์ไม้เหล่านี้สามารถเลือกปลูกได้อย่างหลากหลายตามที่จะใช้ประโยชน์ เช่น การตรึงไนโตรเจน การควบคุมการพังทลายของดิน และการกักเก็บคาร์บอน แนวปฏิบัติด้านวนเกษตรที่สร้างสรรค์ในพื้นที่สูงอาจเกี่ยวข้องกับการใช้:

(1) **ระบบวนเกษตรแบบผสมหลายชั้น (Multi-strata systems):** การปลูกต้นไม้ที่มีความสูงและลักษณะการเจริญเติบโตต่างกันเข้าไว้ด้วยกันเพื่อเพิ่มการดักแสงและการใช้ทรัพยากรให้สูงสุด

(2) **ระบบการปลูกพืชสลับแนว (Alley cropping):** การปลูกพืชแทรกระหว่างแถวของต้นไม้หรือไม้พุ่มจะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและลดการพังทลายของดิน

(3) **ระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ (Silvopasture):** การปลูกต้นไม้และไม้พุ่มเข้ากับระบบการเลี้ยงสัตว์เพื่อให้ร่มเงา อาหารสัตว์ และที่กำบังสำหรับปศุสัตว์

8.1.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

ระบบวนเกษตรสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี ดังนี้:

(1) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** ต้นไม้และไม้พุ่มสามารถเพิ่มอินทรียวัตถุ ปรับปรุงโครงสร้างของดิน เพิ่มการหมุนเวียนของธาตุอาหาร และเพิ่มผลผลิตพืชผล

(2) **ลดการกัดเซาะของดิน:** ต้นไม้และไม้พุ่มช่วยลดการกัดเซาะดินที่เกิดจากลมและน้ำ จึงช่วยรักษาหน้าดินและธาตุอาหารไว้ได้

(3) **เพิ่มปริมาณน้ำ:** ต้นไม้และไม้พุ่มสามารถช่วยควบคุมการไหลของน้ำ ปรับปรุงการซึมผ่านของน้ำลงสู่ใต้ดิน และลดการระเหยของน้ำ ส่งผลให้พืชผลสามารถใช้น้ำได้มากขึ้น

(4) **กระจายแหล่งที่มาของรายได้:** ระบบวนเกษตรสามารถให้รายได้เพิ่มเติมแก่เกษตรกรจากผลิตภัณฑ์จากต้นไม้ เช่น ผลไม้ ถั่ว ไม้แปรรูป และอาหารสัตว์

8.1.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

ระบบวนเกษตรสามารถสร้างยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศในการต้านทานต่อสภาพอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **ให้ร่มเงาและแนวกันลม:** ต้นไม้และไม้พุ่มช่วยปกป้องพืชผลและปศุสัตว์จากอุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง ลมแรง และฝนตกหนัก

(2) **เพิ่มการกักเก็บน้ำในดิน:** ระบบวนเกษตรช่วยปรับปรุงการกักเก็บน้ำในดิน ทำให้พืชผลมีความยืดหยุ่นที่จะทนทานต่อภัยแล้งมากขึ้น

(3) **ลดความเสี่ยงต่อศัตรูพืชและโรคพืช:** ความหลากหลายทางชีวภาพที่เพิ่มขึ้นในระบบวนเกษตรสามารถช่วยลดความเปราะและลดความเสี่ยงต่อศัตรูพืชและโรคของพืชผลและปศุสัตว์

8.1.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

ระบบวนเกษตรสามารถช่วยบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **กักเก็บคาร์บอน:** ต้นไม้และไม้พุ่มสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศและกักเก็บไว้ในชีวมวลและดิน จึงช่วยลดความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ

(2) **ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตัดไม้ทำลายป่า:** ระบบวนเกษตรสามารถเป็นทางเลือกเพื่อทดแทนการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อการขยายพื้นที่เกษตรกรรม จึงช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

(3) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน:** แนวทางการใช้ระบบวนเกษตรสามารถช่วยเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน ซึ่งช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มากขึ้น

8.1.6 ผลกระทบทางสังคม

ระบบวนเกษตรสามารถส่งผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูงโดย:

(1) **ปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** ระบบวนเกษตรช่วยให้เกิดแหล่งรายได้ที่หลากหลายแก่เกษตรกร ช่วยปรับปรุงความมั่นคงทางอาหาร ซึ่งจะช่วยยกระดับชีวิตความเป็นอยู่

(2) **เสริมพลังผู้หญิง:** ระบบวนเกษตรสามารถเสริมพลังให้กับกลุ่มผู้หญิงได้ ช่วยให้ผู้หญิงเข้าถึงทรัพยากรและโอกาสในการสร้างรายได้

(3) **สร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน:** ระบบวนเกษตรสามารถส่งเสริมการมีส่วนร่วมและความร่วมมือภายในชุมชน ซึ่งนำไปสู่การสร้างชุมชนที่เข้มแข็งและมีความยืดหยุ่นได้มากขึ้น

8.1.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

ระบบวนเกษตรสามารถส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร:** ระบบวนเกษตรสามารถเพิ่มผลผลิตพืชและผลผลิตปศุสัตว์ ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

(2) **กระจายแหล่งที่มาของรายได้:** ระบบวนเกษตรสามารถช่วยหาแหล่งรายได้เพิ่มเติมแก่เกษตรกรจากผลิตภัณฑ์จากต้นไม้ ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาพืชผลชนิดเดียวหรือกิจการปศุสัตว์

(3) **สร้างโอกาสการจ้างงาน:** วนเกษตรสามารถสร้างโอกาสการจ้างงานสำหรับการปลูก การจัดการ และการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากต้นไม้

8.1.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

ระบบวนเกษตรสามารถให้ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่น ๆ ในพื้นที่สูงหลายประการ ได้แก่:

(1) **อนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ:** ระบบวนเกษตรสามารถรองรับความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชและสัตว์ได้มากกว่าระบบการปลูกพืชเชิงเดี่ยว

(2) **ปกป้องลุ่มน้ำ:** ต้นไม้และไม้พุ่ม สามารถช่วยควบคุมการไหลของน้ำ ลดการกัดเซาะ และปรับปรุงคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำ

(3) **ช่วยผสมเกสร:** ระบบวนเกษตรสามารถเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงผสมเกสรซึ่งมีความจำเป็นต่อการผลิตพืชผล

8.1.9 ข้อเสีย

ระบบวนเกษตรอาจมีข้อเสียบางประการ ได้แก่:

(1) **การแย่งชิงทรัพยากร:** ต้นไม้และไม้พุ่มอาจมีการแข่งขันกับพืชผลชนิดอื่นเพื่อแย่งชิงทรัพยากรน้ำ ธาตุอาหาร และแสงแดด โดยเฉพาะในช่วงเริ่มต้นของการเริ่มดำเนินการ

(2) **ความซับซ้อนในการจัดการที่เพิ่มขึ้น:** ระบบวนเกษตรอาจต้องใช้วิธีปฏิบัติในการจัดการที่ซับซ้อนกว่าระบบการปลูกพืชเชิงเดี่ยว

(3) **ปัญหาการถือครองที่ดิน:** ในบางกรณี ปัญหาการถือครองที่ดินอาจจำกัดการนำแนวปฏิบัติของระบบวนเกษตรมาใช้

8.1.10 ข้อมูลอื่นๆ

ระบบวนเกษตรเป็นแนวทางการจัดการแบบ CSA ที่มีความคล่องตัวและปรับเปลี่ยนได้ ซึ่งสามารถปรับให้เหมาะกับความต้องการและเงื่อนไขเฉพาะของแต่ละภูมิภาคในพื้นที่สูงได้ แนวทางนี้สามารถบูรณาการเข้ากับระบบการเกษตรต่าง ๆ ได้ เช่น

พื้นที่ทำการเกษตรขนาดเล็ก พื้นที่การเกษตรเชิงพาณิชย์ และพื้นที่ป่าที่ชุมชนเป็นผู้จัดการ ความสำเร็จของระบบวนเกษตรขึ้นอยู่กับการวางแผนอย่างรอบคอบ การคัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสม และแนวทางการจัดการที่มีประสิทธิภาพ.

8.2 การจัดการศัตรูพืช (Pest Management)

8.2.1 ความเป็นมา

การจัดการศัตรูพืชเป็นประเด็นสำคัญของการผลิตทางการเกษตร โดยมุ่งหวังที่จะลดความเสียหายที่เกิดจากศัตรูพืช เช่น แมลง โรค และวัชพืช ต่อพืชผลและปศุสัตว์ ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การจัดการศัตรูพืชได้รับความสำคัญมากขึ้นในฐานะแนวปฏิบัติด้านการการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) เนื่องจากการระบาดของศัตรูพืชที่เพิ่มมากขึ้นและรุนแรงขึ้นอันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้รูปแบบของฝนเปลี่ยนไปและเหตุการณ์ของสภาพอากาศที่รุนแรงสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อศัตรูพืช ส่งผลให้พืชผลเสียหายเพิ่มขึ้นและผลผลิตทางการเกษตรลดลง กลยุทธ์การจัดการศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพมีความจำเป็นสำหรับการประกันความมั่นคงทางอาหาร การปกป้องการดำรงชีวิตของชุมชน และการส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืนในพื้นที่สูง

ที่มา: https://images.app.goo.gl/vMEk9a5KhhxjrmTz6

8.2.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

แนวทางการจัดการศัตรูพืชแบบดั้งเดิม เช่น การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ได้สร้างความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ แนวทางการจัดการศัตรูพืชแบบสร้างสรรค์กำลังได้รับการพัฒนาเพื่อลดการใช้สารเคมีและส่งเสริมความสมดุลทางนิเวศน์ในระบบนิเวศทางการเกษตรในพื้นที่สูง คุณลักษณะเชิงนวัตกรรมบางส่วน ได้แก่:

(1) **การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated Pest Management -IPM):** IPM เป็นแนวทางแบบองค์รวมที่ผสมผสานกลยุทธ์การจัดการศัตรูพืชต่างๆ เช่น การควบคุมทางชีวภาพ แนวทางทางการเพาะปลูก และการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเฉพาะจุด เพื่อลดความเสียหายจากศัตรูพืชและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

(2) **การควบคุมทางชีวภาพ (Biological control):** การใช้ศัตรูธรรมชาติของศัตรูพืช เช่น สัตว์หรือแมลงที่เป็นนักล่า(ตัวห้ำ) สัตว์หรือแมลงที่เป็นปรสิต (ตัวเบียน) และเชื้อโรค เพื่อควบคุมประชากรศัตรูพืช

(3) **แนวปฏิบัติทางการเพาะปลูก (Cultural practices):** การใช้แนวทางทางการเพาะปลูก เช่น การหมุนเวียนพืช การปลูกพืชแซม และการจัดการทางสุขาภิบาล เพื่อหยุดวงจรชีวิตของศัตรูพืชและลดจำนวนประชากรของศัตรูพืช

(4) **ใช้สายพันธ์ที่ต้านทานโรคและแมลง (Resistant varieties):** การปลูกพันธุ์พืชที่ต้านทานศัตรูพืชและโรคบางชนิดจะช่วยลดความจำเป็นในการใช้สารกำจัดศัตรูพืช

(5) **ใช้กับดักฟีโรโมน (Pheromone traps):** การใช้กับดักฟีโรโมนเพื่อติดตามประชากรแมลงศัตรูพืชและขัดขวางพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของพวกมัน

(6) **กลยุทธ์แบบผลัก-ดึง (Push-pull strategies):** การใช้กลยุทธ์แบบผลัก-ดึง เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชขับไล่แมลง เพื่อผลักแมลงศัตรูพืชให้ห่างจากพืชผลหลัก และดึงมาอยู่ในกับดักพืชผลที่ดึงดูดแมลงศัตรูพืช

8.2.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

การจัดการศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **ลดการสูญเสียพืชผล:** การจัดการศัตรูพืชสามารถลดการสูญเสียพืชผลได้อย่างมาก โดยลดความเสียหายที่เกิดจากศัตรูพืชให้เหลือน้อยที่สุด ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและรายได้ของเกษตรกรเพิ่มขึ้น

(2) **ปรับปรุงคุณภาพของพืชผล:** การจัดการศัตรูพืชสามารถปรับปรุงคุณภาพพืชผลได้โดยป้องกันไม่ให้ใบ ผล และส่วนอื่นๆ ของพืชเสียหาย ส่งผลให้ราคาตลาดสูงขึ้นและเพิ่มผลกำไร

(3) **เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากร:** การจัดการศัตรูพืชสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและลดต้นทุนการผลิตได้โดยลดความต้องการใช้ยาฆ่าแมลงและปัจจัยการผลิตอื่น ๆ

8.2.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

การจัดการศัตรูพืชสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **ลดความเปราะบางที่เป็นความเสี่ยงต่อการระบาดของศัตรูพืช:** การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศสามารถเพิ่มความเสี่ยงต่อการระบาดของศัตรูพืช และกลยุทธ์การจัดการศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยบรรเทาความเสี่ยงที่เปราะบางนี้ได้

(2) **ปกป้องพืชผลจากความเครียดที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ:** การจัดการศัตรูพืชสามารถช่วยปกป้องพืชผลจากความเครียดที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ เช่น ภัยแล้งหรือความร้อน โดยลดความอ่อนไหวของพืชต่อศัตรูพืชและโรคลง

(3) **ส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืน:** การจัดการศัตรูพืชสามารถส่งเสริมแนวปฏิบัติด้านการเกษตรที่ยั่งยืนและปกป้องสิ่งแวดล้อมได้โดยการลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชให้เหลือน้อยที่สุด

8.2.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

การจัดการศัตรูพืชสามารถช่วยบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(4) **ลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช:** สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นแหล่งสำคัญของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การลดการใช้สารเหล่านี้จะช่วยบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้

(5) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** ดินที่มีความสมบูรณ์จะสามารถกักเก็บคาร์บอนและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ แนวทางการจัดการศัตรูพืชที่ส่งเสริมความสมบูรณ์ของดินมีส่วนสนับสนุนกระบวนการกักเก็บคาร์บอนนี้ได้

8.2.6 ผลกระทบทางสังคม

การจัดการศัตรูพืชสามารถส่งผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูงโดย:

(1) **ช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** ด้วยการเพิ่มผลผลิตและลดการสูญเสียพืชผล การจัดการศัตรูพืชสามารถปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ของเกษตรกรและครอบครัวได้

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** การจัดการศัตรูพืชสามารถนำไปสู่ความมั่นคงด้านอาหารโดยทำให้มีแหล่งอาหารที่มั่นคง และลดความเสี่ยงที่พืชผลจะเสียหายเนื่องจากศัตรูพืชและโรค

(3) **ปกป้องสุขภาพของมนุษย์:** ด้วยการลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช การจัดการศัตรูพืชสามารถปกป้องสุขภาพของเกษตรกร คนงาน และผู้บริโภคได้

8.2.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

การจัดการศัตรูพืชมีผลกระทบทางเศรษฐกิจในพื้นที่สูงได้ดังนี้:

(1) **เพิ่มผลผลิต:** การจัดการศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพสามารถเพิ่มผลผลิตได้ ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

(2) **ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต:** การจัดการศัตรูพืชสามารถลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรได้ โดยลดการใช้ยาฆ่าแมลงและปัจจัยการผลิตอื่น ๆ

(3) **เพิ่มการเข้าถึงตลาด:** การจัดการศัตรูพืชสามารถปรับปรุงการเข้าถึงตลาดสำหรับเกษตรกรได้ โดยให้มั่นใจว่าผลผลิตเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพและปราศจากศัตรูพืชและโรค

8.2.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

การจัดการศัตรูพืชสามารถให้ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่น ๆ ในพื้นที่สูงหลายประการ ได้แก่:

(1) **ปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพ:** การจัดการศัตรูพืชโดยการลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชแบบกว้างๆ ที่ไม่จำเพาะเจาะจง จะสามารถช่วยรักษาแมลงที่มีประโยชน์ แมลงผสมเกสร และสัตว์ป่าอื่น ๆ ได้

(2) **เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน:** แนวทางการจัดการศัตรูพืชที่ส่งเสริมความสมบูรณ์ของดิน เช่น การปลูกพืชคลุมดินและการปลูกพืชหมุนเวียน สามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ โครงสร้าง และความหลากหลายทางชีวภาพของดินได้

(3) **ลดมลพิษทางน้ำ:** การจัดการศัตรูพืชสามารถลดการไหลบ่าของน้ำผิวดินที่ชะล้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชลงปนเปื้อนของแหล่งน้ำ ช่วยปกป้องระบบนิเวศทางน้ำและสุขภาพของมนุษย์

8.2.9 ข้อเสีย

การจัดการศัตรูพืชอาจมีข้อเสียบางประการ ได้แก่:

(1) **ต้นทุนและความซับซ้อนในการจัดการ:** การนำกลยุทธ์การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) มาใช้อาจมีความซับซ้อนและมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการพึ่งพาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเพียงอย่างเดียว

(2) **ความรู้และทักษะ:** การจัดการศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิผลต้องมีความรู้และทักษะในการระบุศัตรูพืช ความเข้าใจด้านชีววิทยาและพฤติกรรมของศัตรูพืช และการนำมาตรการควบคุมที่เหมาะสมมาใช้

(3) **เวลาและแรงงาน:** การจัดการศัตรูพืชอาจต้องใช้เวลานานและใช้แรงงานมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเกษตรกรรายย่อยที่มีทรัพยากรจำกัด

8.2.10 ข้อมูลอื่นๆ

การจัดการศัตรูพืชเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเกษตรแบบยั่งยืนในพื้นที่สูง ต้องใช้แนวทางแบบองค์รวมที่พิจารณาถึงด้านนิเวศวิทยา สังคม และเศรษฐกิจของการควบคุมศัตรูพืช เกษตรกรสามารถปกป้องพืชผลของตน ปรับปรุงคุณภาพชีวิต และมีส่วนสนับสนุนการบรรเทาและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ด้วยการนำแนวทางการจัดการศัตรูพืชที่สร้างสรรค์และยั่งยืนมาใช้

8.3 การปลูกพืชเป็นแนวกันลม (Windbreaks)

8.3.1 ความเป็นมา

แนวกันลม คือแนวต้นไม้หรือไม้พุ่มที่ปลูกในแนวตั้งฉากกับทิศทางลมที่พัดผ่าน แนวกันลมเป็นแนวปฏิบัติทางการเกษตรที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อปกป้องพืชผล ปศุสัตว์ และดินจากผลกระทบจากลม ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แนวกันลมได้รับการยอมรับว่าเป็นแนวปฏิบัติทางการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) เนื่องจากมีศักยภาพในการลดการกัดเซาะของลม อนุรักษ์ความชื้นในดิน ปรับของภูมิอากาศจุลภาคให้เหมาะสม และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ ประโยชน์เหล่านี้มีความสำคัญในพื้นที่สูง ซึ่งมีสภาพลมแรง หน้าดินบาง และมีอุณหภูมิที่แตกต่างกันสุดขั้ว และอาจเป็นความท้าทายอย่างมากสำหรับภาคเกษตรกรรม

ที่มา: https://images.app.goo.gl/kAdri2EyRXNaLAxW6

8.3.2 คุณสมบัติทางนวัตกรรม

การออกแบบแนวกันลมแบบดั้งเดิมได้พัฒนาจนมีคุณลักษณะใหม่ ๆ ที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันของพื้นที่สูง คุณลักษณะใหม่ ๆ เหล่านี้ ได้แก่:

(1) **แนวกันลมปลูกด้วยพืชหลายสายพันธ์ (Multi-species windbreaks):** การปลูกต้นไม้และพุ่มไม้หลากหลายสายพันธุ์ที่มีความสูง ความหนาแน่น และระบบรากที่แตกต่างกันจะสร้างกำแพงกันลมที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นและให้ประโยชน์ต่อระบบนิเวศหลายประการ

(2) **รั้วต้นไม้ (Living fences):** การผสมผสานแนวกันลมกับรั้วต้นไม้ที่ทำจากไม้พุ่มหรือต้นไม้ที่เติบโตเร็ว เพื่อเพิ่มการปกป้องพืชผลและปศุสัตว์ ขณะเดียวกันก็เป็นแหล่งอาหารหรือไม้ฟืนด้วย

(3) **แนวกันลมแบบวนเกษตร (Agroforestry windbreaks):** การผสมผสานแนวกันลมกับแนวทางวนเกษตร เช่น การปลูกพืชสลับแนวหรือระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ เพื่อเพิ่มแหล่งรายได้และประโยชน์ต่อระบบนิเวศ

(4) **ซอฟต์แวร์ออกแบบแนวกันลม (Windbreak design software):** การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างแบบจำลองรูปแบบการไหลของลมและปรับการออกแบบแนวกันลมให้เหมาะสมเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

8.3.3 บทบาทในการช่วยปรับปรุงผลผลิต

แนวกันลมสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่สูงได้หลายวิธี:

(1) **ลดการกัดเซาะโดยลม:** แนวกันลมช่วยลดการกัดเซาะผิวหน้าดินโดยลมได้อย่างมาก โดยลดความเร็วลมและดักจับอนุภาคของดิน จึงช่วยรักษาหน้าดินและธาตุอาหารไว้ได้

(2) **เพิ่มการกักเก็บความชื้นในดิน:** แนวกันลมช่วยลดการระเหยน้ำจากผิวดิน ช่วยรักษาความชื้นและทำให้พืชเจริญเติบโตได้ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง

(3) **ปรับสภาพภูมิอากาศจุลภาคให้เหมาะสม:** แนวกันลมสามารถสร้างสภาพภูมิอากาศจุลภาคที่เอื้ออำนวยต่อพืชผลมากขึ้นโดยลดความเร็วลม ลดอุณหภูมิสุดขั้ว และเพิ่มความชื้น

(4) **ช่วยการผสมเกสร:** แนวกันลมสามารถเป็นที่อยู่อาศัยและที่พักพิงสำหรับแมลงที่ช่วยผสมเกสร เช่น ผึ้งและผีเสื้อ ช่วยเพิ่มการผสมเกสรและเพิ่มผลผลิตพืชผล

8.3.4 บทบาทในการช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ

แนวกันลมสามารถช่วยเพิ่มยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูงได้โดย:

(1) **ป้องกันความเสียหายจากลม:** แนวกันลมสามารถปกป้องพืชผลและปศุสัตว์จากผลกระทบที่เป็นอันตรายจากลมแรง เช่น ความเสียหายของคอกสัตว์ ความชื้นลดลง และการบาดเจ็บ

(2) **รักษาความชื้นในดิน:** แนวกันลมสามารถลดการระเหยน้ำจากผิวดิน รักษาความชื้น และทำให้พืชผลทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดีขึ้น

(3) **ควบคุมอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว:** แนวกันลมสามารถป้องกันพืชผลและปศุสัตว์จากอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ลดความเครียดจากความร้อนและความเสียหายจากน้ำค้างแข็ง

(4) **เพิ่มความสมบูรณ์ของดิน:** แนวกันลมสามารถเพิ่มความสมบูรณ์ของดินได้โดยลดการกัดเซาะ เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ และส่งเสริมการทำงานของจุลินทรีย์

8.3.5 บทบาทในการบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก

แนวกันลมสามารถช่วยบรรเทาผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกได้โดย:

(1) **เพิ่มการกักเก็บคาร์บอน:** ต้นไม้และไม้พุ่มในแนวกันลมสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศและเก็บไว้ในชีวมวลและดิน ทำให้ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศลดลง

(2) **ลดการใช้พลังงาน:** แนวกันลมสามารถลดการใช้พลังงานในการทำความร้อนและทำความเย็นในอาคารและที่พักปศุสัตว์ ส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลง

8.3.6 ผลกระทบทางสังคม

แนวกันลมสามารถส่งผลกระทบทางสังคมในพื้นที่สูงโดย:

(1) **ปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่:** แนวกันลมสามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและรายได้ ปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ของเกษตรกรและครอบครัว

(2) **เพิ่มความมั่นคงทางอาหาร:** แนวป้องกันลมสามารถนำไปสู่ความมั่นคงทางอาหารโดยการปกป้องพืชผลจากความเสียหายจากลมและเพิ่มผลผลิต

(3) **ปกป้องโครงสร้างพื้นฐาน:** แนวกันลมสามารถปกป้องอาคาร ถนน และโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ จากความเสียหายจากลม ลดต้นทุนการบำรุงรักษา และเพิ่มความปลอดภัย

8.3.7 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

แนวกันลมอาจส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจในพื้นที่สูงโดย:

(1) **Increasing crop yields:** แนวกันลมสามารถปรับปรุงผลผลิตพืชผลได้โดยการลดความเสียหายจากลม รักษาความชื้นในดิน และปรับสภาพของภูมิอากาศจุลภาคให้เหมาะสม

(2) **ลดต้นทุนปัจจัยการผลิต:** แนวกันลมสามารถลดความจำเป็นในด้านการชลประทาน ยาฆ่าแมลง และปุ๋ย ซึ่งช่วยลดต้นทุนปัจจัยการผลิตสำหรับเกษตรกร

(3) **กระจายแหล่งที่มาของรายได้:** แนวกันลมสามารถใช้เป็นแหล่งรายได้เพิ่มเติมจากผลิตภัณฑ์จากต้นไม้ เช่น ไม้ซุง ไม้ฟืน และผลไม้

8.3.8 ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ

แนวกันลมสามารถให้ประโยชน์ทางระบบนิเวศอื่นๆ ในพื้นที่สูงหลายประการ ได้แก่:

(1) **เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ:** แนวกันลมสามารถให้ที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารสำหรับสัตว์ป่าหลายชนิด เช่น นก แมลง และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก

(2) **คุณภาพน้ำที่ดีขึ้น:** แนวกันลมสามารถลดตะกอนและการไหลบ่าของน้ำที่พัดพาธาตุอาหารจากพื้นที่เกษตรกรรม ช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำและลำธาร

(3) **ลดมลพิษทางเสียง:** แนวกันลมสามารถทำหน้าที่เป็นกำแพงกันมลพิษทางเสียง ช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่สงบสุขและน่าอยู่มากขึ้นสำหรับผู้คนและสัตว์

8.3.9 ข้อเสีย

แนวกันลมอาจมีข้อเสียบางประการ ได้แก่:

(1) **ข้อกำหนดด้านพื้นที่:** แนวกันลมต้องการพื้นที่ที่สามารถใช้เพื่อการปลูกพืชได้

(2) **ค่าใช้จ่ายในการเริ่มต้น:** การทำแนวกันลมอาจมีค่าใช้จ่ายสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับโครงการขนาดใหญ่

(3) **ข้อกำหนดด้านการบำรุงรักษา:** แนวกันลมต้องได้รับการบำรุงรักษาเป็นประจำ เช่น การตัดแต่งและเล็มต้นไม้ เพื่อให้มั่นใจว่าจะสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8.3.10 ข้อมูลอื่นๆ

แนวกันลมเป็นแนวปฏิบัติด้าน CSA ที่มีคุณค่าซึ่งสามารถนำไปปรับใช้กับสภาพแวดล้อมในพื้นที่สูงและระบบการเกษตรที่หลากหลาย เกษตรกรแต่ละรายสามารถนำไปปฏิบัติในระดับเล็กหรือในระดับใหญ่ได้ผ่านโครงการในชุมชน ความสำเร็จของแนวกันลมขึ้นอยู่กับการวางแผนอย่างรอบคอบ การคัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสม และการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง.

9. บทส่งท้าย: อนาคตของการเกษตรเท่าทันภูมิอากาศในพื้นที่สูง

ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน: คณะที่ปรึกษาให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิค (TA) สำรวจบริเวณพื้นที่ไถดินแบบแนวคียไลน์ ที่มา: ผู้เขียน

การเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) ไม่ใช่แนวทางที่จะใช้ได้ครอบคลุมกับทุกกรณี แต่เป็นแนวทางที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ต้องปรับตัวและคิดค้นนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง เมื่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังคงเกิดขึ้น ความท้าทายและโอกาสใหม่ ๆ ก็จะเกิดขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องพัฒนาแนวปฏิบัติและเทคโนโลยีด้าน CSA ใหม่ ๆ อนาคตของ CSA ในพื้นที่สูงจะขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญหลายประการ:

(1) **การวิจัยและนวัตกรรม:** การวิจัยอย่างต่อเนื่องมีความจำเป็นในการระบุและพัฒนาแนวทางปฏิบัติและเทคโนโลยี CSA ใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพ ราคาไม่แพง และปรับให้เข้ากับสภาพเฉพาะของพื้นที่สูงที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งรวมถึงการวิจัยเกี่ยวกับพันธุ์พืช พันธุ์ปศุสัตว์ เทคนิคการจัดการดิน กลยุทธ์การอนุรักษ์น้ำ และวิธีการควบคุมศัตรูพืชและโรค

(2) **การสร้างขีดความสามารถ:** การสร้างขีดความสามารถของเกษตรกร เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการนำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้และดำเนินการอย่างประสบความสำเร็จ ซึ่งรวมถึงการฝึกอบรมเกี่ยวกับเทคนิค CSA การให้การเข้าถึงข้อมูลและทรัพยากร และการส่งเสริมการแบ่งปันความรู้และการทำงานร่วมกันระหว่างเกษตรกรและนักวิจัย

(3) **นโยบายและการสนับสนุนจากสถาบัน:** นโยบายและสถาบันที่สนับสนุนมีความจำเป็นต่อการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการนำ CSA มาใช้ ซึ่งรวมถึงนโยบายที่จูงใจให้เกิดแนวปฏิบัติด้านการเกษตรที่ยั่งยืน การเข้าถึงสินเชื่อและการประกันภัย และสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีด้าน CSA

(4) **การพัฒนาทางการตลาด:** การสร้างอุปสงค์ของตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ CSA จะสามารถจูงใจให้เกษตรกรนำแนวปฏิบัติเหล่านี้มาใช้ได้ ซึ่งสามารถทำได้โดยผ่านการรับรองมาตรฐาน ฉลากรับรอง และนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐที่สนับสนุนผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ยั่งยืน

(5) **การมีส่วนร่วมของชุมชน:** การมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการออกแบบและดำเนินโครงการ CSA ถือเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้แน่ใจว่าโครงการมีความเกี่ยวข้องและยั่งยืน ซึ่งรวมถึงการให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจ การเคารพความรู้และแนวทางปฏิบัติดั้งเดิม และการตอบสนองต่อความต้องการและลำดับความสำคัญที่เฉพาะเจาะจงของกลุ่มสังคมต่างๆ

อนาคตของ CSA ในพื้นที่สูงยังมีแนวโน้มและโอกาสที่น่าสนใจหลายประการ:

(1) **เกษตรกรรมดิจิทัล (Digital Agriculture):** เทคโนโลยีดิจิทัลที่มีให้ใช้แพร่หลายมากขึ้น เช่น โทรศัพท์มือถือ เซ็นเซอร์ และอากาศยานไร้คนขับ (โดรน) กำลังเปลี่ยนแปลงการเกษตรในพื้นที่สูง เทคโนโลยีเหล่านี้สามารถนำมาใช้เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพดิน การเจริญเติบโตของพืช และรูปแบบของสภาพอากาศ ทำให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับแนวทางการทำฟาร์มของตนได้ดีขึ้น แพลตฟอร์มดิจิทัลยังช่วยให้เกษตรกรในพื้นที่ห่างไกลเข้าถึงการตลาด ข้อมูล และบริการทางการเงินได้

(2) **การบริการข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (Climate Information Services):** ความก้าวหน้าในการสร้างแบบจำลองและการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศช่วยให้เกษตรกรได้รับข้อมูลที่ถูกต้องและทันท่วงทีมากขึ้นเกี่ยวกับรูปแบบสภาพภูมิอากาศ ความเสี่ยงจากสภาพอากาศ และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับพืชผลและปศุสัตว์ ข้อมูลเหล่านี้สามารถช่วยให้เกษตรกรตัดสินใจเกี่ยวกับการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว และกิจกรรมทางการเกษตรอื่น ๆ ได้ดีขึ้น ลดความเสี่ยงต่อความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

(3) **แนวทางการแก้ไขปัญหาโดยวิธีธรรมชาติ (Nature-Based Solutions):** แนวทางแก้ไขปัญหาโดยวิธีธรรมชาติเป็นแนวทางแก้ปัญหาตามธรรมชาติ เช่น การปลูกป่าทดแทน สร้างแนวกันชนริมแม่น้ำ การปลูกหญ้าในทางน้ำ เกษตรกรรมเชิงอนุรักษ์ และการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน ได้รับการยอมรับถึงศักยภาพในการเพิ่มความสามารถของการฟื้นตัวของภาคเกษตร ปรับปรุงบริการของระบบนิเวศ และบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แนวทางแก้ปัญหาเหล่านี้สามารถให้ประโยชน์มากมาย เช่น การอนุรักษ์ดิน การจัดการน้ำ การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอน

(4) **เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy):** แนวคิดของเศรษฐกิจหมุนเวียน ซึ่งเน้นการลดของเสียให้เหลือน้อยที่สุดและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรให้สูงสุด ถูกนำไปใช้ในภาคเกษตรมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งรวมถึงแนวปฏิบัติต่าง ๆ เช่น การทำปุ๋ยหมัก การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน วัสดุชีวภาพที่ย่อยสลายได้ และการใช้ปุ๋ย

และยาฆ่าแมลงจากชีวภาพ การปิดวงจรธาตุอาหารและลดขยะ เกษตรหมุนเวียนสามารถมีส่วนสนับสนุนการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและปรับปรุงความยั่งยืนของระบบการเกษตรได้

(5) **เครื่องมือทางการเงินเพื่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Finance):** การตระหนักรู้ที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับความสำคัญของการดำเนินการด้านสภาพภูมิอากาศทำให้มีการลงทุนด้านการเงินเพื่อสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้น รวมถึงการระดมทุนสำหรับโครงการ CSA ในประเทศกำลังพัฒนา สิ่งนี้สามารถให้ทรัพยากรที่จำเป็นแก่เกษตรกรในการนำแนวทางปฏิบัติและเทคโนโลยี CSA มาใช้ ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการปรับตัวและบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ความท้าทายที่เกษตรกรรมในพื้นที่สูงต้องเผชิญนั้น มีความซับซ้อนและหลากหลาย แต่ศักยภาพของ CSA ในการเปลี่ยนแปลงระบบเหล่านี้มีมหาศาล ด้วยการยอมรับนวัตกรรม การลงทุนในการสร้างขีดความสามารถ และการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการนำ CSA มาใช้ ก็สามารถมั่นใจได้ว่าชุมชนในพื้นที่สูงมีความพร้อมในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปรับปรุงคุณภาพชีวิต และมีส่วนสนับสนุนอนาคตที่ยั่งยืนและยืดหยุ่นยิ่งขึ้นสำหรับทุกคน

9.1.1 หนทางข้างหน้า (The way forward)

เอกสารรายงานสรุปฉบับนี้ให้ภาพรวมที่ครอบคลุมเกี่ยวกับแนวปฏิบัติทางการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้ในพื้นที่สูง แนวปฏิบัติเหล่านี้มีประโยชน์มากมาย เช่น เพิ่มผลผลิต เพิ่มความสามารถในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เกษตรกรในพื้นที่สูงสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ และมีส่วนสนับสนุนความพยายามระดับโลกในการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืน

การขยายผลและความยั่งยืนในระยะยาวของการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) ในภูมิภาคที่สูงนั้น ต้องอาศัยแนวทางจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายฝ่าย ความร่วมมือที่แข็งแกร่งระหว่างภาครัฐ องค์กรเอกชน พันธมิตรด้านการพัฒนา และองค์กรระหว่างประเทศจะมีความสำคัญอย่างยิ่งในการผลักดันการนำแนวทาง CSA มาใช้และขยายผล

- ***การมีส่วนร่วมของภาครัฐ:*** รัฐบาลและหน่วยงานภาครัฐในท้องถิ่น มีบทบาทสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการนำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้ นโยบายและกรอบการกำกับดูแลต้องให้ความสำคัญกับการบูรณาการ CSA เข้ากับกลยุทธ์การพัฒนาเกษตรกรรมที่กว้างขึ้น เพื่อให้แน่ใจว่าเกษตรกรสามารถเข้าถึงแรงจูงใจทางการเงิน แผนการบรรเทาความเสี่ยง และการสนับสนุน การลงทุนของภาครัฐในการวิจัย การส่งเสริมการเกษตร และโครงสร้างพื้นฐาน -- เช่น ระบบชลประทานที่ได้รับการปรับปรุงและถนนในชนบท -- จะช่วยเพิ่มความสามารถในการดำรงอยู่ของแนวทางปฏิบัติ CSA
- ***การมีส่วนร่วมของภาคเอกชน:*** ภาคเอกชนสามารถเร่งการนำแนวทาง CSA มาใช้ได้โดยการลงทุนในเทคโนโลยีเท่าทันสภาพภูมิอากาศ นวัตกรรมที่ขับเคลื่อนโดยตลาด และห่วงโซ่อุปทานที่ยั่งยืน ธุรกิจเกษตร สถาบันการเงิน และผู้ให้บริการเทคโนโลยีมีบทบาทในการจัดหาปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องกับ CSA แนวทางทางการเงิน และการเข้าถึงตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์เท่าทันสภาพภูมิอากาศ การส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน (PPP) จะช่วยลดช่องว่างด้านความรู้ เงินทุน และโครงสร้างพื้นฐาน ส่งเสริมให้ระบบเกษตรกรรมในภูมิภาคพื้นที่สูง มีความยืดหยุ่นและมุ่งเน้นตลาดมากขึ้น
- ***บทบาทของพันธมิตรด้านการพัฒนา:*** องค์กรด้านการพัฒนา สถาบันวิจัย และกลุ่มประชาสังคมให้การสนับสนุนที่สำคัญในการส่งเสริมการนำ CSA ไปปฏิบัติ บทบาทของเหล่าพันธมิตรได้แก่ การจัดหาเงินทุนสำหรับโครงการนำร่อง การดำเนินการประเมินผลกระทบ และการอำนวยความสะดวกในการริเริ่มสร้างศักยภาพของเกษตรกร พันธมิตรเหล่านี้ยังสามารถสนับสนุนหน่วยงานรัฐในท้องถิ่น ในการออกแบบนโยบายและการแทรกแซงแบบหนุนเสริม CSA เฉพาะบริบท เพื่อให้แน่ใจว่าแนวทางของ CSA นั้นมีความเหมาะสมทางเทคนิคและสร้างความเท่าเทียมไม่เกิดความเหลื่อมล้ำทางสังคม
- ***ความร่วมมือระหว่างประเทศเพื่อขยายขอบเขตแนวปฏิบัติ CSA:*** ความร่วมมือข้ามพรมแดนและการแบ่งปันความรู้ระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียระหว่างประเทศจะเสริมสร้างความสามารถในการรับมือของ CSA ในภูมิภาคที่สูง ความคิดริเริ่มในระดับภูมิภาคและระดับโลกสามารถทำให้การเข้าถึงกลไกการเงินเพื่อสภาพอากาศ อำนวยความสะดวกในการถ่ายโอนเทคโนโลยี และสร้างความร่วมมือด้านการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมใน CSA ด้วยการใช้ประโยชน์จากเครือข่ายระหว่างประเทศ ผู้กำหนดนโยบายและผู้ปฏิบัติสามารถได้รับข้อมูลเชิงลึกอันมีค่าเกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุด บทเรียนที่ได้รับ และรูปแบบของแนวปฏิบัติ CSA ที่ประสบความสำเร็จจากส่วนอื่น ๆ ของโลก

อนาคตของเกษตรกรรมในพื้นที่สูงขึ้นอยู่กับความสามารถในการปรับตัวและบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (CSA) เป็นเส้นทางที่มีแนวโน้มที่ดีในการบรรลุเป้าหมายนี้ การลงทุนในงานวิจัย CSA การสร้างขีดความสามารถ และการสนับสนุนนโยบาย จะช่วยให้ชุมชนในพื้นที่สูงสามารถสร้างระบบเกษตรกรรมที่มีความยืดหยุ่นและยั่งยืน ซึ่งสามารถเจริญเติบโตต่อเนื่องได้เมื่อเผชิญกับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป

ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน: เกษตรกรในพื้นที่หลังจากการปุ๋ยจุลินทรีย์เพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้กับดิน ที่มา: ผู้เขียน

10.เอกสารเพิ่มเติม (Further Readings)

บทนำ (Introduction)

Azadi, H., Movahhed Moghaddam, S., Burkart, S., Mahmoudi, H., Van Passel, S., Kurban, A., Lopez-Carr, D., 2021. Rethinking resilient agriculture: From Climate-Smart Agriculture to Vulnerable-Smart Agriculture. Journal of Cleaner Production 319, 128602.

Bongole, A. J., Kitundu, K. M. K., & Hella, J. (2020). Usage of Climate Smart Agriculture Practices: An Analysis of Farm Households' Decisions in Southern Highlands of Tanzania. Tanzania Journal of Agricultural Sciences, 19(2), 238-255.

Dinesh, D., Campbell, B.M., Bonilla Findji, O., Richards, M.B., 2017. 10 best bet innovations for adaptation in agriculture: A supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines. CCAFS Working Paper.

FAO., 2013. Climate smart agriculture sourcebook. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

FAO., 2010. Climate-smart agriculture: Policies, practices and financing for food security, adaptation and mitigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Hellin, J., Fisher, E., 2019. Climate-smart agriculture and non-agricultural livelihood transformation. Climate 7, 48.

Ngara, T. (2017). Climate-smart agriculture manual for agriculture education in Zimbabwe. https://orbit.dtu.dk/files/159520287/Climate_smart_Agriculture_Manual_FINAL_2_2_sent_in_Sierra_leones.pdf

Lipper, L., McCarthy, N., Zilberman, D., Asfaw, S., Branca, G., 2017. Climate smart agriculture: building resilience to climate change. Springer Nature, p. 630. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61194-5 (accessed: 07 August 2022).

World Bank. 2011. Climate-smart agriculture: A call to action. Washington: World Bank Group.

กลยุทธ์ CSA ที่ตอบสนองต่อมิติหญิงชาย (Gender-Responsive CSA Strategies)

Bongole, A. J., Kitundu, K. M. K., & Hella, J. (2020). Usage of Climate Smart Agriculture Practices: An Analysis of Farm Households' Decisions in Southern Highlands of Tanzania. Tanzania Journal of Agricultural Sciences, 19(2), 238-255.

Ngara, T. (2017). Climate-smart agriculture manual for agriculture education in Zimbabwe. https://orbit.dtu.dk/files/159520287/Climate_smart_Agriculture_Manual_FINAL_2_2_sent_in_Sierra_leones.pdf

การจัดการน้ำเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (Climate-Smart Water Management)

Balaji, V.R., Sudha, M., 2016. Solar powered auto irrigation system. International Journal of Emerging Technology in Computer Science and Electronics 20, 203–206.

Collins, A., Doherty, D.J., 2009. Soil, water and carbon for every farm': Building soils, harvesting rainwater, storing carbon. KEYLINE DESIGN Mark IV. Available online: http://practicalpermaculture.com/handouts/OwensBroadAcrePermaculture/KeylineDesign/AKeylinePrimer.DD&AC.pdf (accessed: 01 March 2022)

Del Carmen Ponce-Rodríguez, M., Carrete-Carreón, F.O., Núñez-Fernández, G.A., de Jesús Muñoz-Ramos, J., Pérez-López, M.E., 2021. Keyline in bean crop (Phaseolus vulgaris L.) for soil and water conservation. Sustainability 13, 9982.

Dinesh, D., Campbell, B.M., Bonilla Findji, O., Richards, M.B., 2017. 10 best bet innovations for adaptation in agriculture: A supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines. CCAFS Working Paper.

Duncan, S., Krawczyk, T., 2018. Keyline Water Management: Field Research & Education in the Capital Region, British Columbia, Canada.

Harishankar, S., Kumar, R.S., Sudharsan, K.P., Vignesh, U., Viveknath, T., 2014. Solar powered smart irrigation system. Advance in Electronic and Electric Engineering 4, 341–346.

Hartung, H., Pluschke, L., 2018. Benefits and risks of solar-powered irrigation: A global overview. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 67 p.
https://www.fao.org/documents/card/en/c/I9047EN/

Hill, S.B., 2003. Yeomans' Keyline design for sustainable soil, water, agroecosystem and biodiversity conservation: A personal social ecology analysis, in: Wilson, B.P., Curtis, A. (Eds.) Agriculture for the Australian Environment. Proceedings of the 2002 Fenner Conference on the Environment. Johnstone Centre, Charles Sturt University, Albury, NSW, Australia.
https://salishsearestoration.org/images/9/99/Hill_2002_keyline_yeomans_and_whole_farm_design.pdf

Ibrahim, L. A., Abu-Hashim, M., Shaghaleh, H., Elsadek, E., Hamad, A. A. A., & Alhaj Hamoud, Y. (2023). A comprehensive review of the multiple uses of water in aquaculture-integrated agriculture based on international and national experiences. Water, 15(2), 367.
https://doi.org/10.3390/w15020367

Kelley, L.C., Gilbertson, E., Sheikh, A., Eppinger, S.D., Dubowsky, S., 2010. On the feasibility of solar-powered irrigation. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14, 2669–2682.

Kosmowski, F. (2018). Soil water management practices (terraces) helped to mitigate the 2015 drought in Ethiopia. Agricultural water management, 204, 11-16.
https://doi.org/10.1016%2Fj.agwat.2018.02.025

Ngara, T. (2017). Climate-smart agriculture manual for agriculture education in Zimbabwe. https://orbit.dtu.dk/files/159520287/Climate_smart_Agriculture_Manual_FINAL_2_2_sent_in_Sierra_leones.pdf

Uddin, J., Reza, S.M.T., Newaz, Q., Uddin, J., Islam, T., Kim, J.M., 2012. Automated irrigation system using solar power. In 2012 7th International Conference on Electrical and Computer Engineering, 20–22 December 2012, Dhaka, Bangladesh, pp. 228–231.

Xu, H., Liu, J., Qin, D., Gao, X., Yan, J., 2013. Feasibility analysis of solar irrigation system for pastures conservation in a demonstration area in Inner Mongolia. Applied Energy 112, 697–702.

Yeomans, P.A., 1954. The Keyline Plan. Waite & Bull, Sydney, Australia.

Yeomans, K., 2002. Water for Every Farm: Yeomans Keyline Plan (2nd ed). Keyline Designs, Southport, Queensland, Australia.

การจัดการดินให้ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศและการทำเกษตรอินทรีย์ (Climate-Adaptive Soil Management and Organic Farming)

Ahmad, M., Rajapaksha, A.U., Lim, J.E., Zhang, M., Bolan, N., Mohan, D., Vithanage, M., Lee, S.S., Ok, Y.S., 2014. Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: A review. Chemosphere 99, 19–33.

Arnáez, J., Lana-Renault, N., Lasanta, T., Ruiz-Flaño, P., & Castroviejo, J. (2015). Effects of farming terraces on hydrological and geomorphological processes. A review. Catena, 128, 122-134. https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.01.021

Cha, J.S., Park, S.H., Jung, S.C., Ryu, C., Jeon, J.K., Shin, M.C., Park, Y.K., 2016. Production and utilization of biochar: A review. Journal of Industrial and Engineering Chemistry 40, 1–15.

Chan, K.Y., Fahey, D.J., Newell, M., Barchia, I., 2010. Using composted mulch in vineyards—effects on grape yield and quality. International Journal of Fruit Science 10, 441–453.

Chen, S.Y., Zhang, X.Y., Pei, D., Sun, H.Y., Chen, S.L., 2007. Effects of straw mulching on soil temperature, evaporation and yield of winter wheat: Field experiments on the North China Plain. Annals of Applied Biology 150, 261–268.

Cornelissen, G., Nurida, N.L., Hale, S.E., Martinsen, V., Silvani, L., Mulder, J., 2018. Fading positive effect of biochar on crop yield and soil acidity during five growth seasons in an Indonesian Ultisol. Science of the Total Environment 634, 561–568.

Deng, C., Zhang, G., Liu, Y., Nie, X., Li, Z., Liu, J., & Zhu, D. (2021). Advantages and disadvantages of terracing: A comprehensive review. International Soil and Water Conservation Research, 9 (3), 344-359. https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2021.03.002

DeVetter, L.W., Dilley, C.A., Nonnecke, G.R., 2015. Mulches reduce weeds, maintain yield, and promote soil quality in a continental-climate vineyard. American Journal of Ecology and Viticulture 66, 54–64.

Downie, A., Crosky, A., Munroe, P., 2012. Physical properties of biochar. In Biochar for Environmental Management (pp. 45–64). Routledge.

Hammond, J., Shackley, S., Sohi, S., Brownsort, P., 2011. Prospective life cycle carbon abatement for pyrolysis biochar systems in the UK. Energy Policy 39, 2646–2655.

Ibarrola, R., Shackley, S., Hammond, J., 2012. Pyrolysis biochar systems for recovering biodegradable materials: A life cycle carbon assessment. Waste Management 32, 859–868.

Krishnakumar, S., Kumar, S.R., Mariappan, N., Surendar, K.K., 2013. Biochar-boon to soil health and crop production. African Journal of Agricultural Research 8, 4726–4739.

Kosmowski, F. (2018). Soil water management practices (terraces) helped to mitigate the 2015 drought in Ethiopia. Agricultural water management, 204, 11-16. https://doi.org/10.1016%2Fj.agwat.2018.02.025

Lalljee, B., 2013. Mulching as a mitigation agricultural technology against land degradation in the wake of climate change. International Soil and Water Conservation Research 1, 68–74.

Lehmann, J., Cowie, A., Masiello, C.A., Kammann, C., Woolf, D., Amonette, J.E., Cayuela, M.L., Camps-Arbestain, M., Whitman, T., 2021. Biochar in climate change mitigation. Nature Geoscience 14, 883–892.

Ngara, T. (2017). Climate-smart agriculture manual for agriculture education in Zimbabwe. https://orbit.dtu.dk/files/159520287/Climate_smart_Agriculture_Manual_FINAL_2_2_sent_in_Sierra_leones.pdf

Sahahirun, A., & Baconguis, R. D. (2018). A Model in Promoting Highland Terrace Paddy Cultivation Technology in Northern Thailand. International Journal of Environmental and Rural Development, 9 (1), 121-127. https://doi.org/10.32115/ijerd.9.1_121

Tamikanon, C., & Sharp, A. (2018). Quality of Soil from Agricultural Terrace in Comparison with Other Types of Land Use, a Case Study in Nan Province, Thailand. GMSARN International Journal: Greater Mekong Subregion Academic and Research Network, Asian Institute of Technology, 12 (3), 145-150. https://gmsarnjournal.com/home/wp-content/uploads/2018/06/vol12no3-4.pdf

Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A.C., Van der Velde, M., Diafas, I., 2010. Biochar application to soils. A critical scientific review of effects on soil properties, processes, and functions. EUR 24099 EN. Luxembourg (Luxembourg): European Commission; 2010. JRC55799.

Woolf, D., Amonette, J.E., Street-Perrott, F.A., Lehmann, J., Joseph, S., 2010. Sustainable biochar to mitigate global climate change. Nature Communications 1, 56.

การจัดการพืชเท่าทันสภาพภูมิอากาศ (Climate-Smart Crop Management)

Basche, A. D., Archontoulis, S. V., Kaspar, T. C., Jaynes, D. B., Parkin, T. B., & Miguez, F. E. (2016). Simulating long-term impacts of cover crops and climate change on crop production and environmental outcomes in the Midwestern United States. Agriculture, Ecosystems & Environment, 218, 95-106. https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.11.011

Bongole, A. J., Kitundu, K. M. K., & Hella, J. (2020). Usage of Climate Smart Agriculture Practices: An Analysis of Farm Households' Decisions in Southern Highlands of Tanzania. Tanzania Journal of Agricultural Sciences, 19(2), 238-255.

Bullock, D. G. (1992). Crop rotation. Critical reviews in plant sciences, 11(4), 309-326.

Dinesh, D., Campbell, B.M., Bonilla Findji, O., Richards, M.B., 2017. 10 best bet innovations for adaptation in agriculture: A supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines. CCAFS Working Paper.

Engedal, T., Karlsson, M., Andersen, M. S., Rasmussen, J., Thorup-Kristensen, K., Jensen, L. S., & Hansen, V. (2023). Legume-based cover crop mixtures can overcome trade-offs between C inputs, soil mineral N depletion and residual yield effects. Agriculture, Ecosystems & Environment, 349, 108408. https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108408

Grudloyma, P., Thaitad, S., Phaphintu, K., Traisiri, A., Lapbanjob, S., Areerak, S., Koshawatana, C., 2009. Nakhon Sawan 3: Drought tolerance hybrid maize (Zea mays L.). In Thailand Research Symposium 2009, Bangkok, Thailand, 26–30 August 2009.

Ngara, T. (2017). Climate-smart agriculture manual for agriculture education in Zimbabwe. https://orbit.dtu.dk/files/159520287/Climate_smart_Agriculture_Manual_FINAL_2_2_sent_in_Sierra_leones.pdf

Pramanik, P., Bandyopadhyay, K.K., Bhaduri, D., Bhattacharyya, R., Aggarwal, P., 2015. Effect of mulch on soil thermal regimes-a review. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology 8, 645–658.

Qian, K., Kumar, A., Zhang, H., Bellmer, D., Huhnke, R., 2015. Recent advances in utilization of biochar. Renewable and Sustainable Energy Reviews 42, 1055–1064.

Quintarelli, V., Radicetti, E., Allevato, E., Stazi, S. R., Haider, G., Abideen, Z., ... & Mancinelli, R. (2022). Cover crops for sustainable cropping systems: a review. Agriculture, 12(12), 2076. https://doi.org/10.3390/agriculture12122076

Rana, A. W., Gill, S., & Akram, I. (2024). Pakistan: A cost-benefit analysis of crop rotation practice in rainfed areas. Intl Food Policy Res Inst.

Rivière, C., Béthinger, A., & Bergez, J. E. (2022). The effects of cover crops on multiple environmental sustainability indicators—A review. Agronomy, 12(9), 2011. https://doi.org/10.3390/agronomy12092011

Scavo, A., Fontanazza, S., Restuccia, A., Pesce, G. R., Abbate, C., & Mauromicale, G. (2022). The role of cover crops in improving soil fertility and plant nutritional status in temperate climates. A review. Agronomy for Sustainable Development, 42(5), 93. https://doi.org/10.1007/s13593-022-00825-0

Selim, M. (2019). A review of advantages, disadvantages and challenges of crop rotations. Egyptian Journal of Agronomy, 41(1), 1-10.

Shah, K. K., Modi, B., Pandey, H. P., Subedi, A., Aryal, G., Pandey, M., & Shrestha, J. (2021). Diversified crop rotation: an approach for sustainable agriculture production. Advances in Agriculture, 2021(1), 8924087.

Triberti, L., Nastri, A., & Baldoni, G. (2016). Long-term effects of crop rotation, manure and mineral fertilization on carbon sequestration and soil fertility. European Journal of Agronomy, 74, 47-55.

Yang, R., Liu, K., Harrison, M. T., Fahad, S., Wang, Z., Zhou, M., & Wang, X. (2022). How does crop rotation influence soil moisture, mineral nitrogen, and nitrogen use efficiency? Frontiers in Plant Science, 13, 854731.

การแก้ปัญหาด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology-Based Solutions)

Bhakta, I., Phadikar, S., & Majumder, K. (2019). State-of-the-art technologies in precision agriculture: a systematic review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 99(11), 4878-4888. https://doi.org/10.1002/jsfa.9693

Dinesh, D., Campbell, B.M., Bonilla Findji, O., Richards, M.B., 2017. 10 best bet innovations for adaptation in agriculture: A supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines. CCAFS Working Paper.

Mulla, D., Gregorio Lopez, E., Llorens Calveras, J., Lopez, A., De Castro, A., Biswas, A., ... & Stenberg, B. (2021). Sensing approaches for precision agriculture. R. Kerry, & A. Escolà (Eds.). Cham, Switzerland: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78431-7

Ngara, T. (2017). Climate-smart agriculture manual for agriculture education in Zimbabwe. https://orbit.dtu.dk/files/159520287/Climate_smart_Agriculture_Manual_FINAL_2_2_sent_in_Sierra_leon es.pdf

Shafi, U., Mumtaz, R., García-Nieto, J., Hassan, S. A., Zaidi, S. A. R., & Iqbal, N. (2019). Precision agriculture techniques and practices: From considerations to applications. Sensors, 19(17), 3796. https://doi.org/10.3390/s19173796

Sishodia, R. P., Ray, R. L., & Singh, S. K. (2020). Applications of remote sensing in precision agriculture: A review. Remote sensing, 12(19), 3136. https://doi.org/10.3390/rs12193136

การจัดการปศุสัตว์ (Livestock Management)

Axtell, R. C. (1999). Poultry integrated pest management: status and future. Integrated pest management reviews, 4, 53-73. https://doi.org/10.1023/A:1009637116897

Crane, T. A., Habermann, B., Marty, E., Arndt, C., Leitner, S., Worku, T., & Gichuki, L. (2022). Climate change adaptation and mitigation in extensive livestock systems in East Africa: Findings from the Programme for Climate-Smart Livestock Systems.

https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/130893/PCSL_CC%20extensive%20livestock%20systems%20EA.pdf

Dinesh, D., Campbell, B.M., Bonilla Findji, O., Richards, M.B., 2017. 10 best bet innovations for adaptation in agriculture: A supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines. CCAFS Working Paper.

Martin, G., Moraine, M., Ryschawy, J., Magne, M. A., Asai, M., Sarthou, J. P., ... & Therond, O. (2016). Crop–livestock integration beyond the farm level: a review. Agronomy for Sustainable Development, 36(3), 53.

https://doi.org/10.1007/s13593-016-0390-x

Ngara, T. (2017). Climate-smart agriculture manual for agriculture education in Zimbabwe.

https://orbit.dtu.dk/files/159520287/Climate_smart_Agriculture_Manual_FINAL_2_2_sent_in_Sierra_leones.pdf

Njuguna, L., Arndt, C., Crane, T. A., Leitner, S., Graham, M., Ndungu, P., & Kagai, J. (2022). Measuring greenhouse gas emissions and tracking adaptation to climate change in Africa's livestock sector: Findings from the Programme for Climate-Smart Livestock Systems.

https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/130914/PCSL_GHG%20emissions%20CC%20adaptation%20livestock%20sector%20EA.pdf?sequence=1

Reddy, P. P., & Reddy, P. P. (2016). Integrated crop–livestock farming systems. Sustainable intensification of crop production, 357-370.

https://doi.org/10.1007/978-981-10-2702-4_23

แนวปฏิบัติการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศอื่นๆ ในพื้นที่สูง (Other Highland CSA Practices)

Albrecht, A., Kandji, S.T., 2003. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. Agriculture, Ecosystems & Environment 99, 15–27.

Axtell, R. C. (1999). Poultry integrated pest management: status and future. Integrated pest management reviews, 4, 53-73.

https://doi.org/10.1023/A:1009637116897

Ngara, T. (2017). Climate-smart agriculture manual for agriculture education in Zimbabwe.

https://orbit.dtu.dk/files/159520287/Climate_smart_Agriculture_Manual_FINAL_2_2_sent_in_Sierra_leones.pdf

Ollinaho, O.I., Kröger, M., 2021. Agroforestry transitions: The good, the bad and the ugly. Journal of Rural Studies 82, 210–221.

Raj, A., Jhariya, M.K., Pithoura, F., 2014. Need of agroforestry and impact on ecosystem. Journal of Plant Development Sciences 6, 577–581.

Singh, N.R., Jhariya, M.K., Raj, A., 2013. Tree crop interaction in agroforestry system. Readers Shelf 10, 15–16.