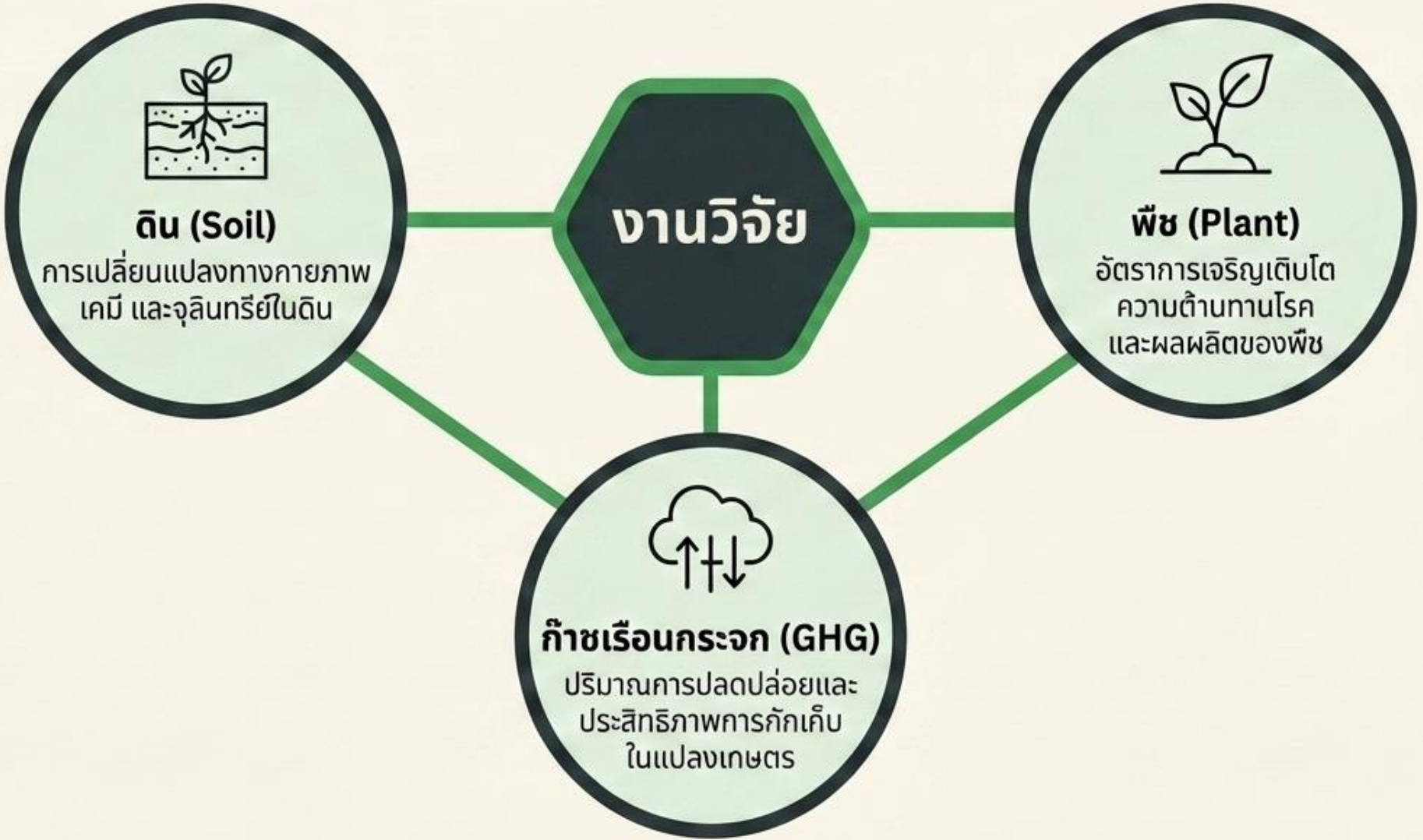
ผลกระทบของการใช้โบโอชาร์ (Biochar) ต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและผลผลิตพืชเกษตรไทย

รศ.ดร. อำนาจ ชิดโธสง

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
ม. เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

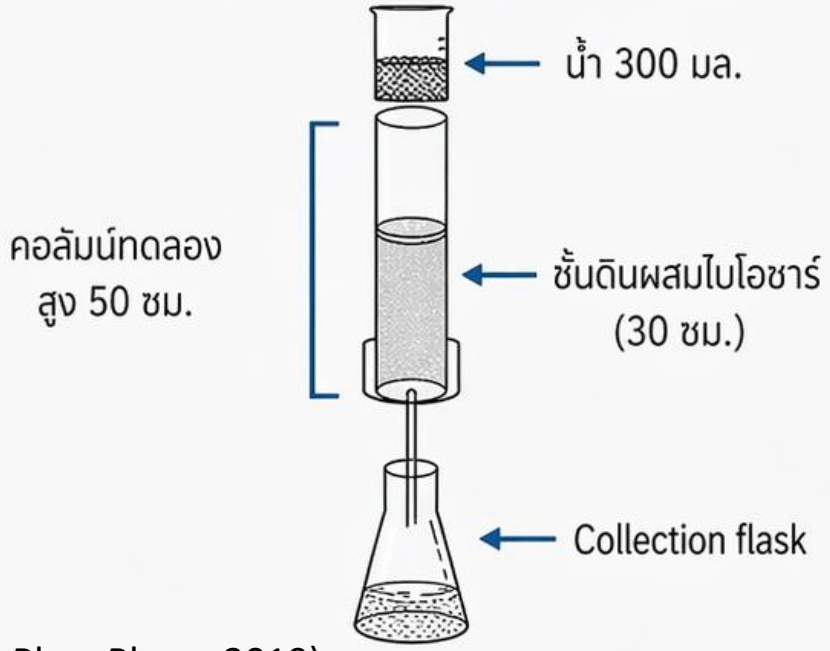
มิติการศึกษาผลกระทบของการใช้ Biochar

นักวิจัยทั่วโลกกำลังศึกษาว่า ใส่ biochar ในพืชแต่ละชนิด จะเกิดผลกระทบอย่างไรใน 3 มิติหลัก:



ปฏิสัมพันธ์ระหว่างไบโอชาร์และดินในการเกษตร

Lab Evidence



Variables Dashboard

ชนิดของดิน

ดินเหนียว | ดินร่วนปนทราย

ชนิดของไบโอชาร์

ไม้โกงกาง | ไม้ยางพารา

ขนาดไบโอชาร์

1 มม. | 5 มม.

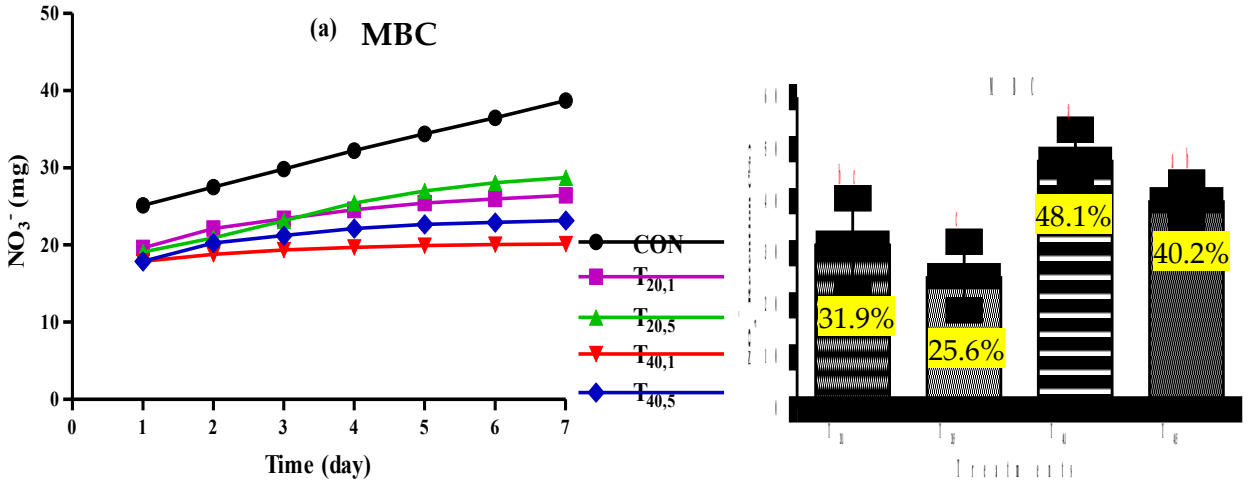
อัตราการใส่

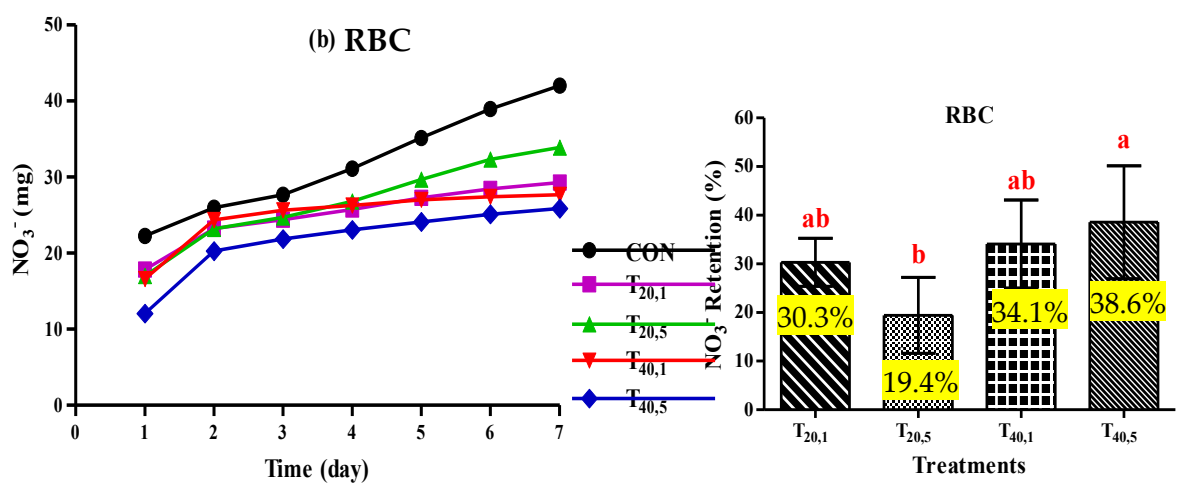
20 ตัน/เฮกตาร์ | 40 ตัน/เฮกตาร์

(Nang Phyu Phwe, 2019)

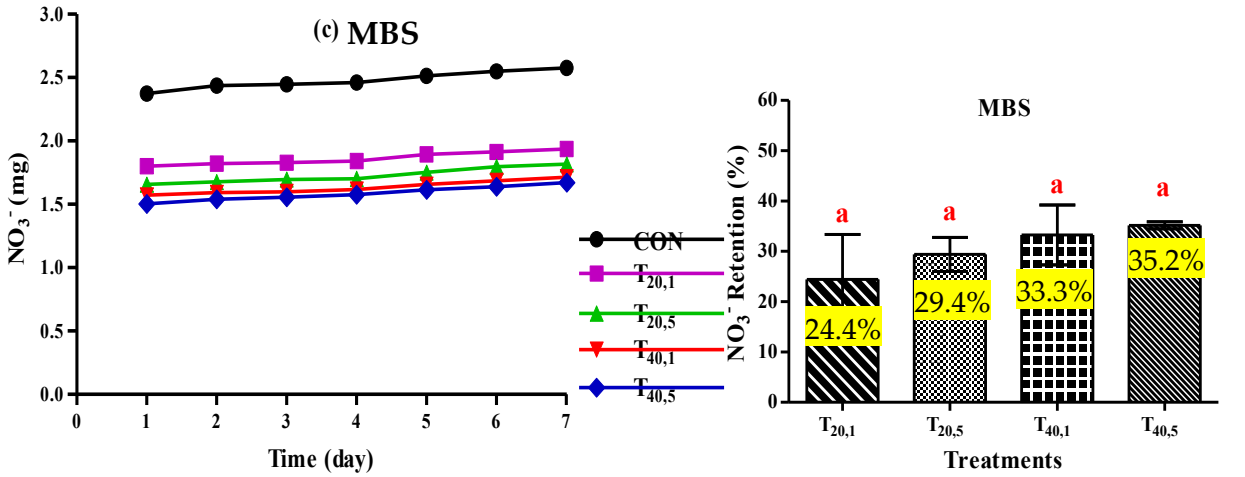
Clay Soil

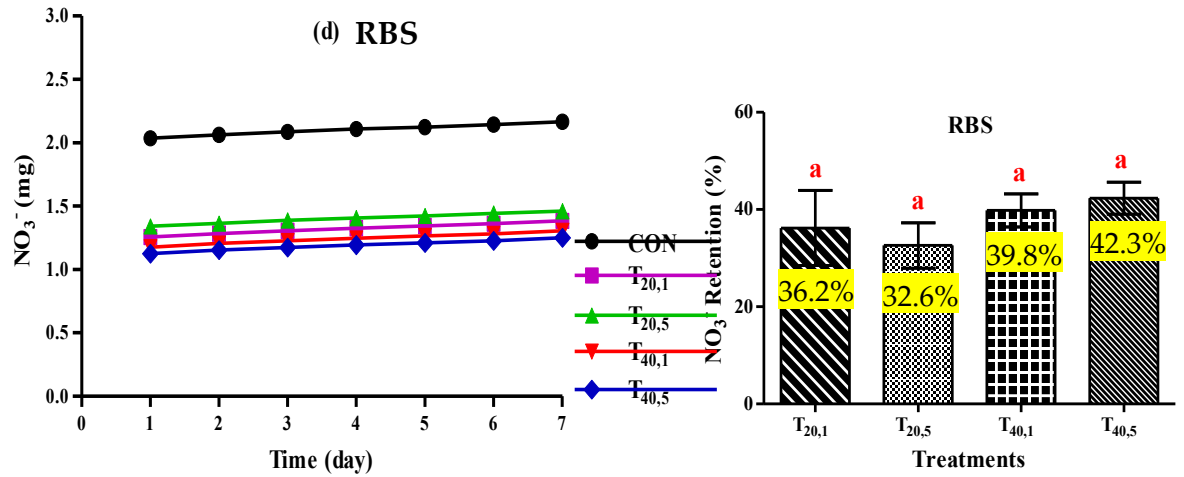
(Nang Phyu Phwe, 2019)





Sandy loam Soil





การดูดซับธาตุอาหารของดินที่ใส่ไบโอชาร์ต่างชนิดและอัตราที่ต่างกัน

ชนิดดิน ขนาด และวัตถุดิบในการผลิตไบโอชาร์

ดินเหนียว

pH และ CEC

ไม่ได้รับผลกระทบจากการใส่ไบโอชาร์

การกักเก็บธาตุอาหาร (NH_4^+, NO_3^-, PO_4^{3-})

ขึ้นอยู่กับ "อัตราการใส่" เป็นตัวแปรสำคัญที่สุด

ดินร่วนปนทราย

การกักเก็บน้ำ และ NH_4^+

อัตราการใส่จะมีผลอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะเมื่อใช้ "ไบโอชาร์ไม้ยางพาราขนาด 5 มม." เท่านั้น

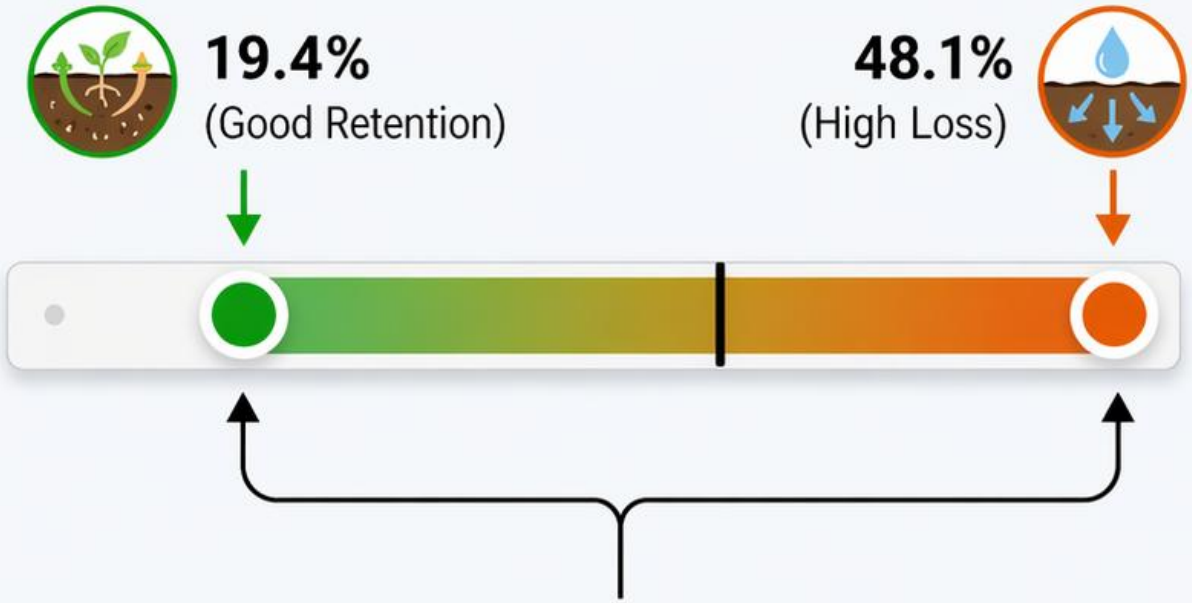
ผลกระทบทางเคมี

ส่งผลต่อค่า pH อย่างชัดเจนในหลายสภาวะการทดลอง

(Nang Phyu Phwe, 2019)

ผลของการใส่ไบโอชาร์ต่อการดูดซับธาตุอาหาร

อัตราการชะล้าง NO_3^- สะสม (วันที่ 1 ถึง 7)



การเลือกชนิดไบโอชาร์และอัตราการใส่ที่ถูกต้องสามารถลดการสูญเสียไนเตรตได้ถึงครึ่งหนึ่ง

ขนาดมีผลเมื่อใด?

ความสำคัญของขนาดไบโอชาร์ (1 มม. vs 5 มม.)

ขนาดของไบโอชาร์แทบไม่มีผลต่อค่า pH, CEC, การกักเก็บน้ำ, NO_3^- หรือ PO_4^{3-}

ข้อยกเว้น

มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อ การกักเก็บ NH_4^+ ใน 2 กรณีเฉพาะ:

1. **ไบโอชาร์ไม้โกงกาง**
   40 ตัน/เฮกตาร์
   (ในดินเหนียว)

2. **ไบโอชาร์ไม้ยางพารา**
   20 ตัน/เฮกตาร์
   (ในดินร่วนปนทราย)

(Nang Phyu Phwe, 2019)

เปรียบเทียบดินนา 3 ชนิด ในการสร้างก๊าซมีเทน

CB ดินชุดจอมบึง

ชนิดดิน: Alfisol
(ดินร่วนปนทราย / Sandy loam)

ค่า pH [H_2O]: 6.21

อินทรียวัตถุ (OM): 7.28 g/kg

BS ดินชุดบ้านสร้าง

ชนิดดิน: Inceptisol
(ดินเหนียว / Clay)

ค่า pH [H_2O]: 4.20 **(เป็นกรดจัด)**

อินทรียวัตถุ (OM): 29.7 g/kg

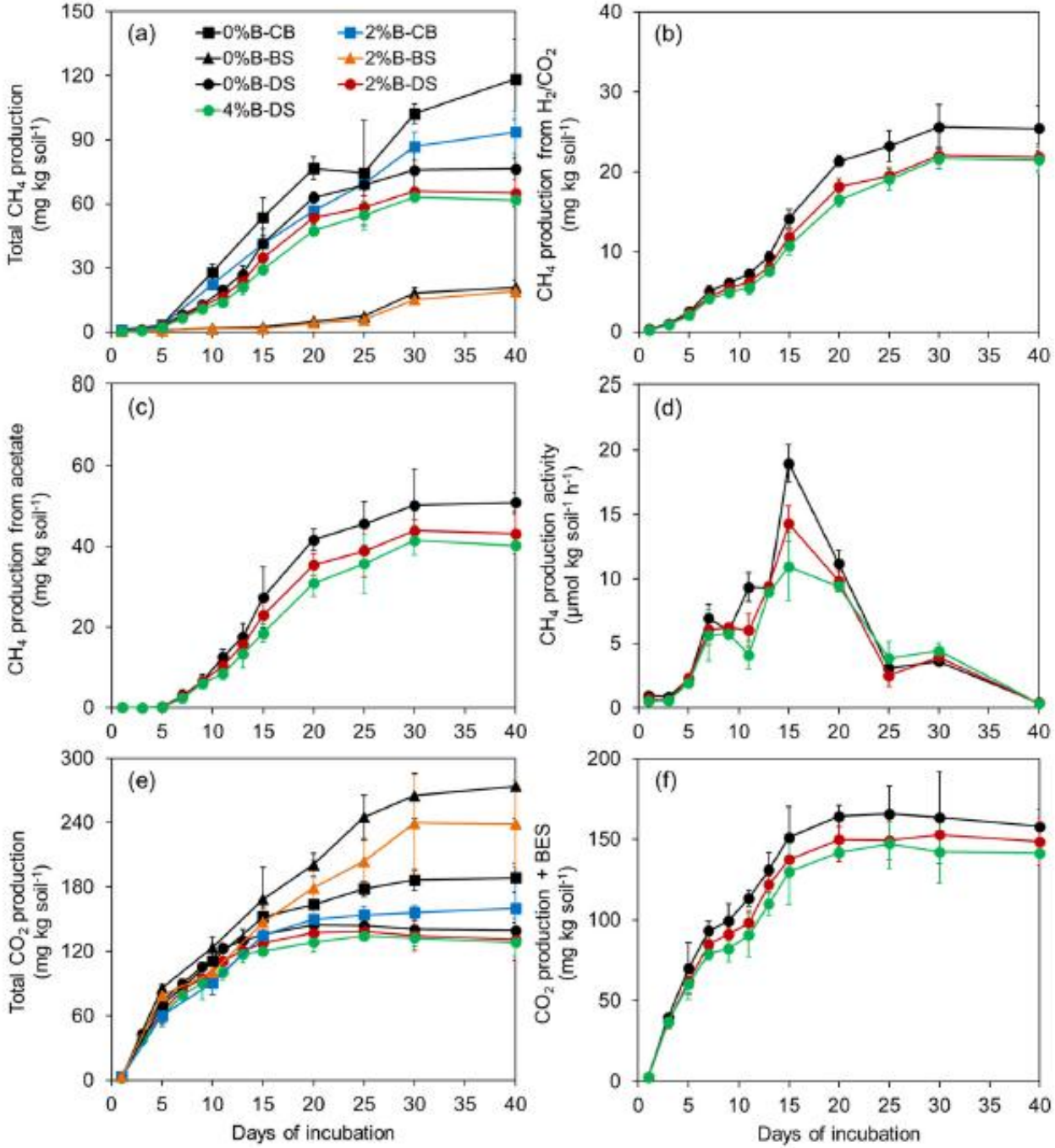
DS ดินชุดดำเนินสะดวก

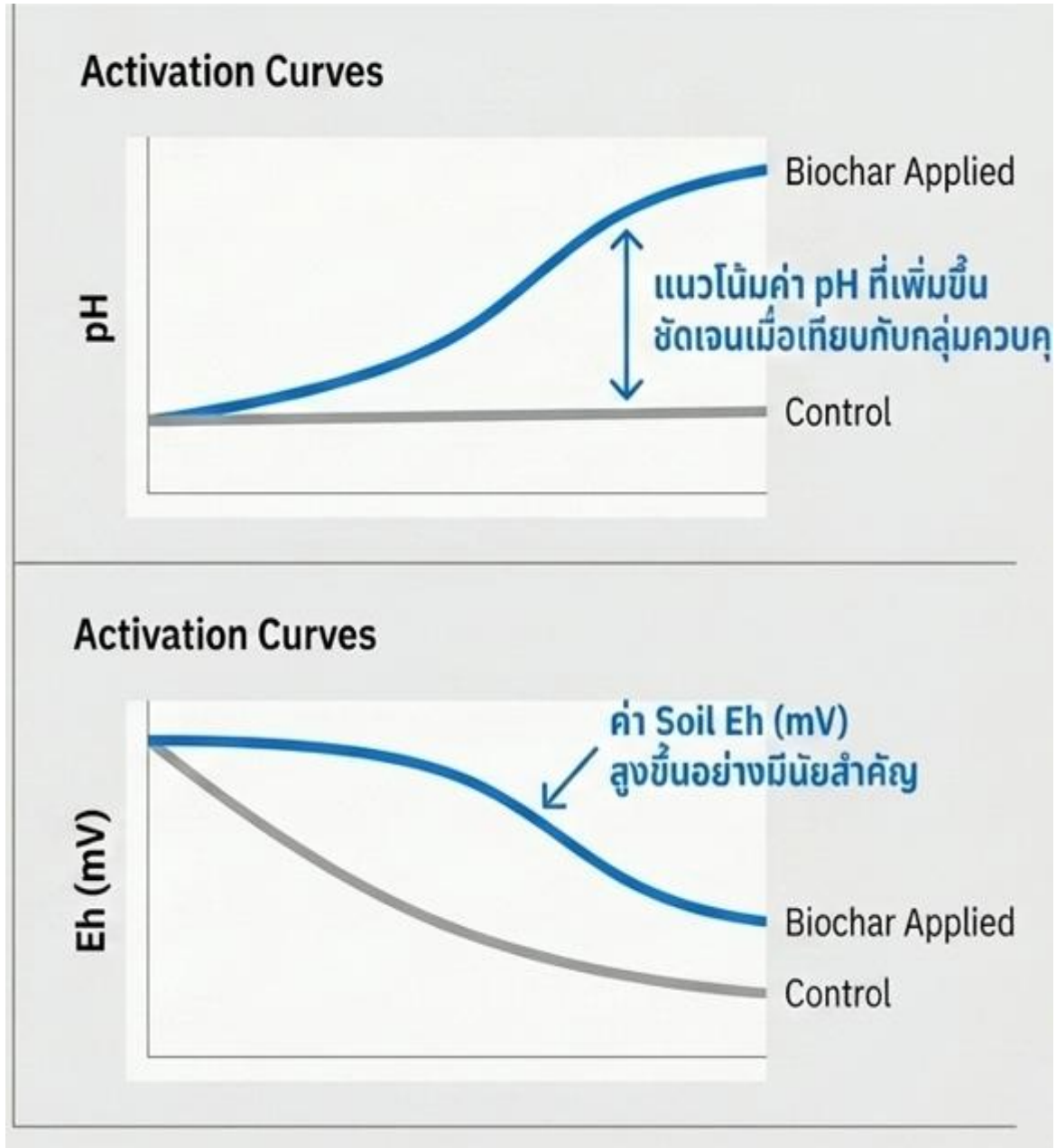
ชนิดดิน: Vertisol
(ดินร่วนปนดินเหนียว / Clay loam)

ค่า pH [H_2O]: 7.00 **(เป็นกลาง)**

อินทรียวัตถุ (OM): 10.3 g/kg

Sriphirom et al., 2022





Sriphirom et al., 2022

การเพิ่มปริมาณ ‘ตัวรับอิเล็กตรอนทางเลือก’ ในดิน

NO_3^-

1. ไนเตรต:

ความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้น
ในช่วงแรก

Fe^{3+}

2. เหล็กเฟอริก:

ถูกสร้างขึ้น
อย่างต่อเนื่อง

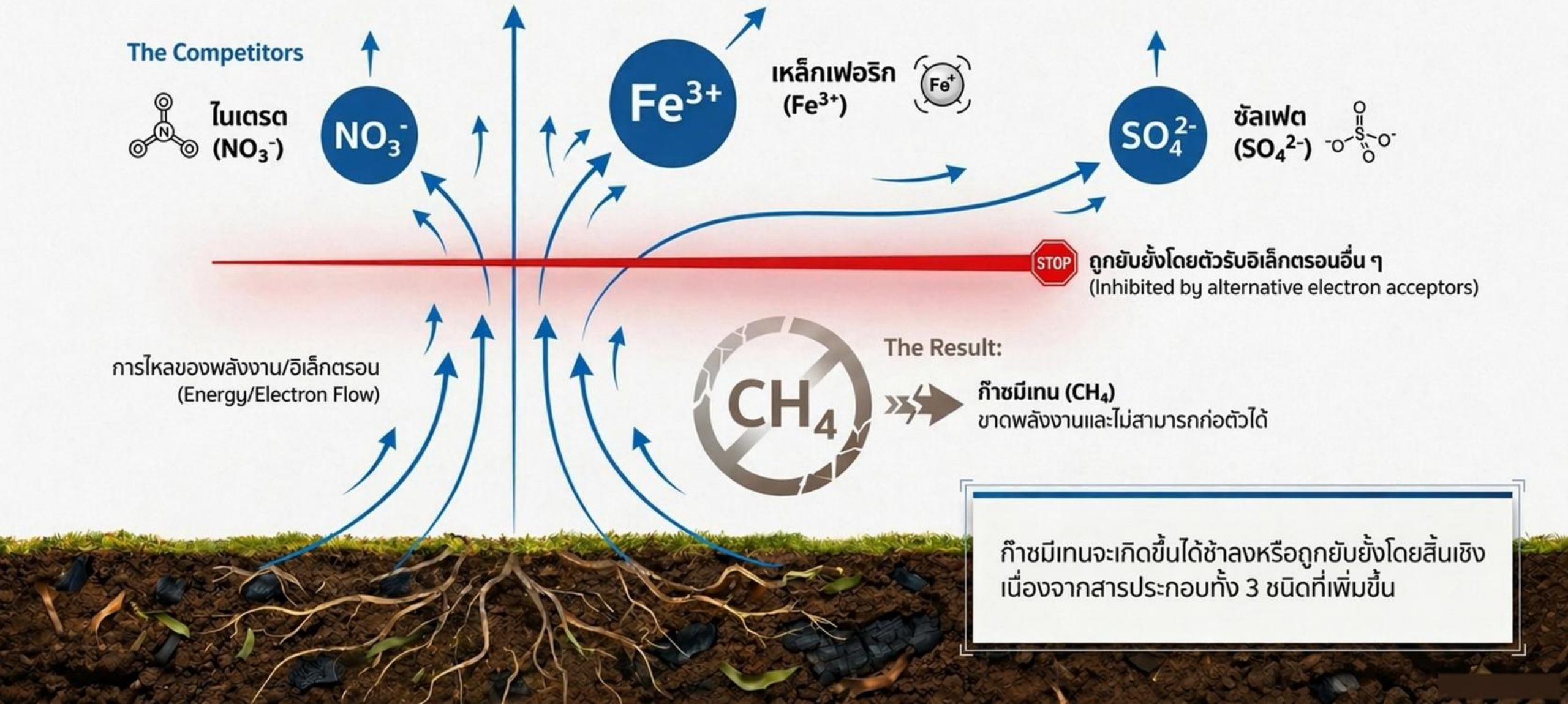
SO_4^{2-}

3. ซัลเฟต:

ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น
อย่างมีนัยสำคัญ

Sriphirom et al., 2022

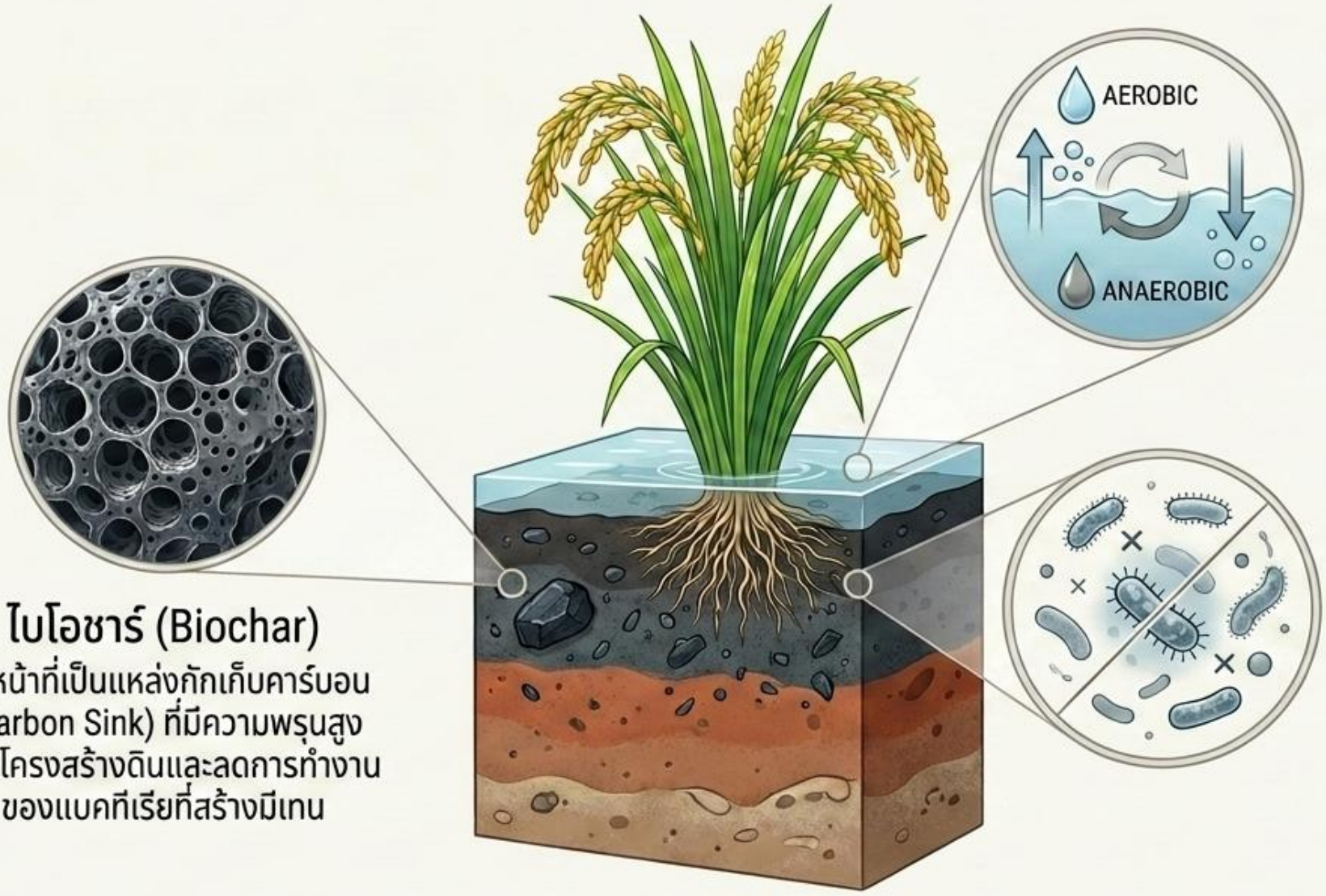
กลไกการยับยั้งก๊าซมีเทน



ก๊าซมีเทนจะเกิดขึ้นได้ช้าลงหรือถูกยับยั้งโดยสิ้นเชิง
เนื่องจากสารประกอบทั้ง 3 ชนิดที่เพิ่มขึ้น

การจัดการน้ำ ปุ๋ย ร่วมกับไบโอชาร์ในนาข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตและลดก๊าซเรือนกระจก

กลไกการทำงาน: ไบโอชาร์ + การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (AWD)



ไบโอชาร์ (Biochar)

ทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน (Carbon Sink) ที่มีความพรุนสูง ปรับโครงสร้างดินและลดการทำงานของแบคทีเรียที่สร้างมีเทน

การจัดการน้ำ (AWD)

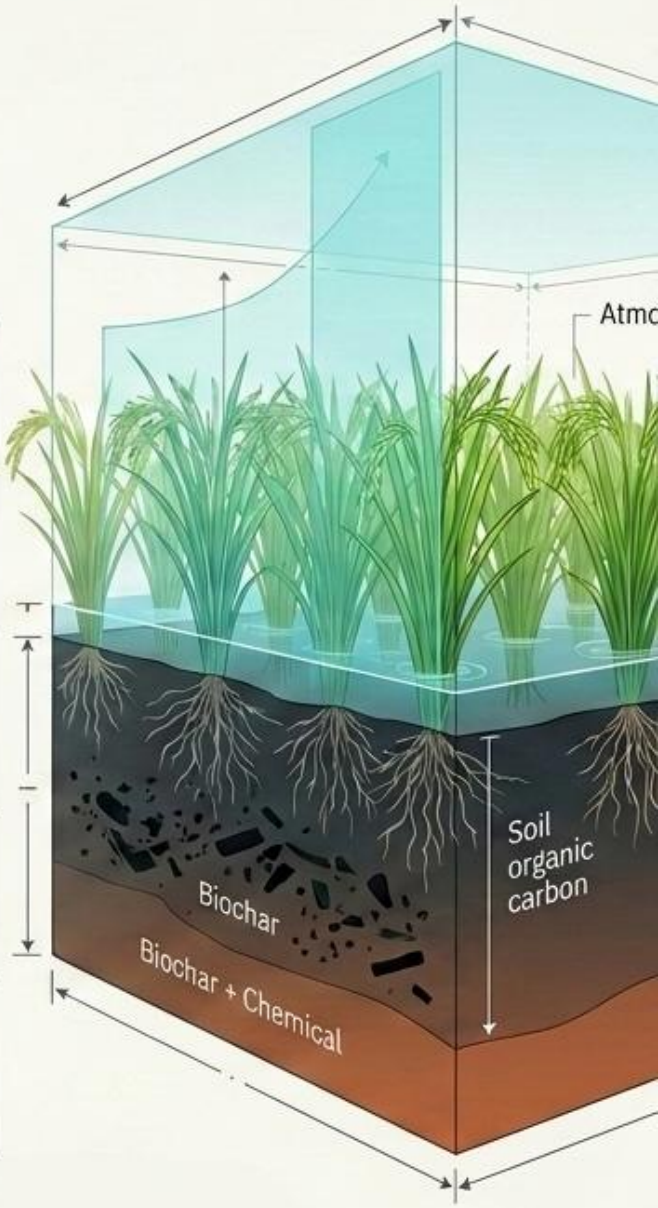
การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง ช่วยสร้างสภาวะเติมอากาศ (Aerobic) ขัดจังหวะกระบวนการเกิดก๊าซมีเทนแบบไร้ออกซิเจน

สภาพแวดล้อมจุลินทรีย์

ยับยั้งกลุ่มจุลินทรีย์สร้างก๊าซมีเทน (Methanogens) อย่างเจาะจง

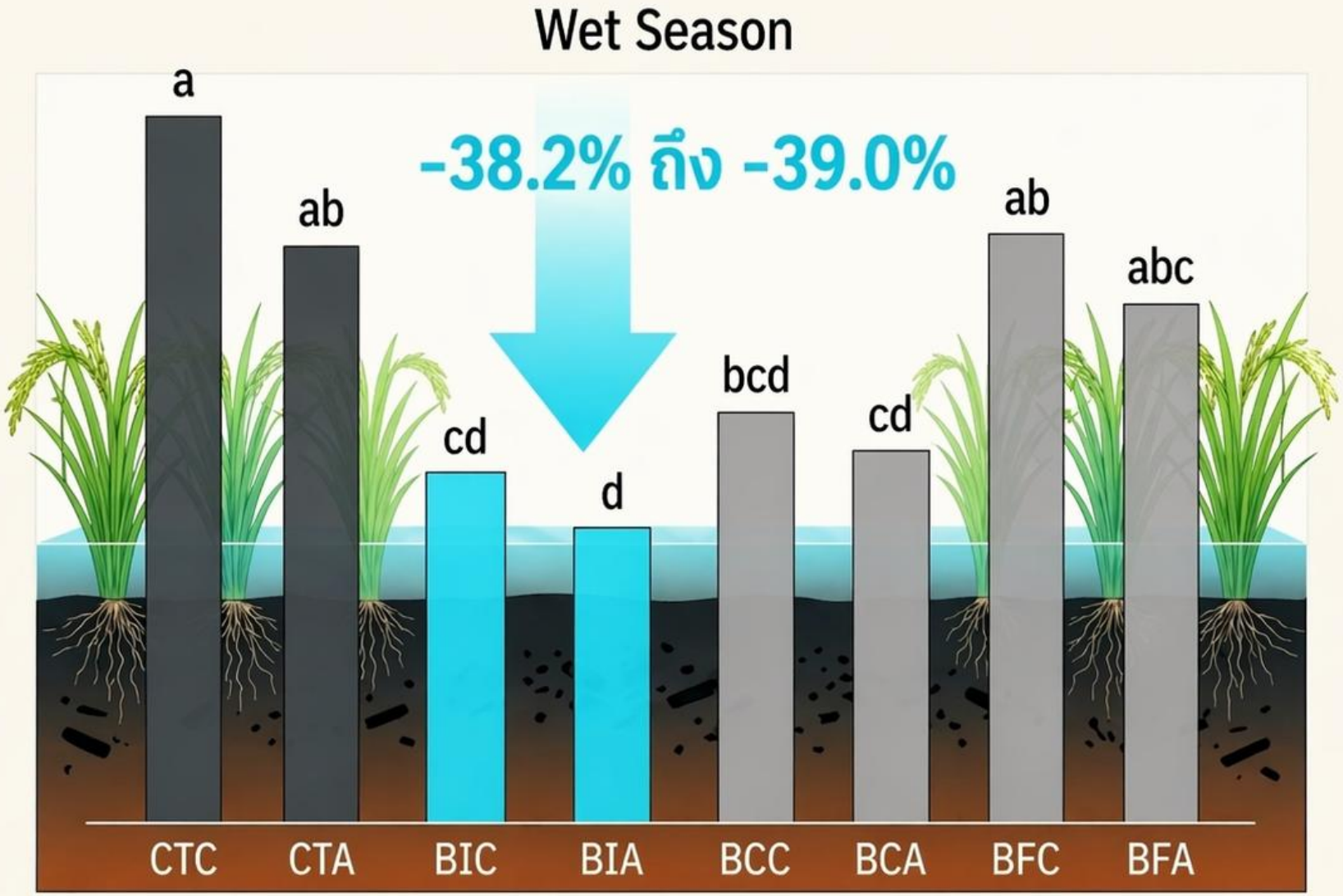
การทดลองในแปลงนา

การปรับปรุงดิน (Soil Amendments)	การจัดการน้ำ (Water Management)	
	น้ำขังตลอดฤดู (Conventional)	เปียกสลับแห้ง (AWD)
ไม่มี (Base)	CTC	CTA
ไบโอชาร์ 10 Mg (Biochar)	BIC	BIA
ไบโอชาร์ + ปุ๋ยหมัก 1.5 Mg	BCC	BCA
ไบโอชาร์ + ปุ๋ยเคมี 90 kg N	BFC	BFA



Sriphirom et al., 2020

การลดลงของก๊าซมีเทน (ฤดูนาปี)



1 Highlight

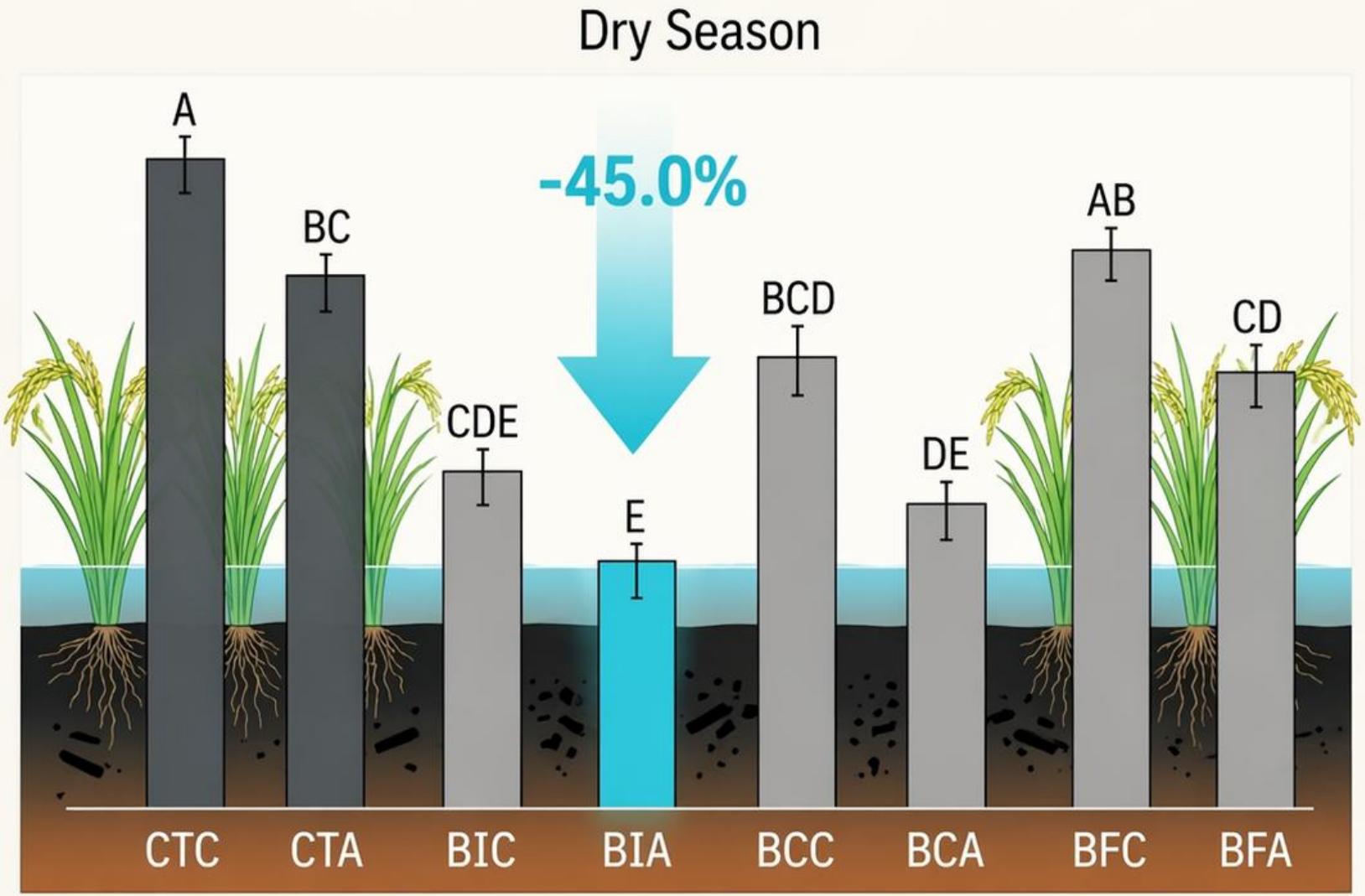
ไบโอชาร์ล้วน (BIC และ BIA) สามารถลดการปล่อย CH_4 ได้ถึง 38. 2% และ 39. 0% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

2 Note

การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับไบโอชาร์ (BFC) ยังคงสามารถลด CH_4 ได้ 10. 2% ในขณะที่รักษาสารอาหารในดิน

Sriphirom et al., 2020

ความเสถียรของกลไกข้ามฤดูกาล (ฤดูนาปรัง)



1 Highlight

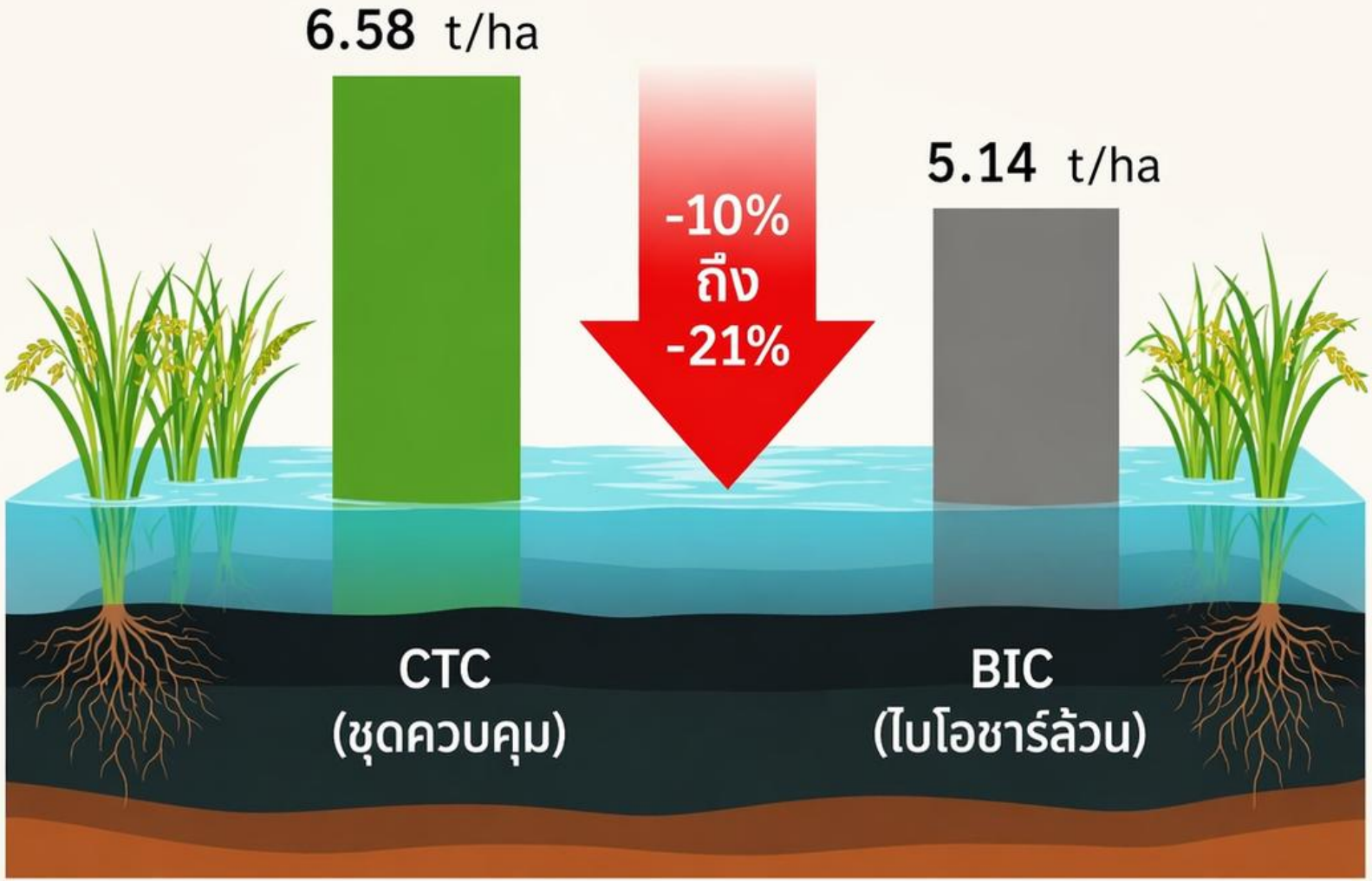
แนวโน้มการลดลงยังคงสอดคล้องกัน โดยในฤดูแล้ง การใช้ไบโอชาร์ร่วมกับ AWD (BIA) สามารถลด CH_4 ได้สูงสุดถึง 45.0%

2 Insight

ประสิทธิภาพของไบโอชาร์ในการยับยั้ง Methanogenesis เป็นผลจากโครงสร้างทางกายภาพที่ถาวร ไม่ใช่แค่ปัจจัยทางสภาพอากาศ

Sriphirom et al., 2020

ข้อควรระวัง: ไบโอชาร์ไม่ใช่ปุ๋ยทางตรง



Highlight

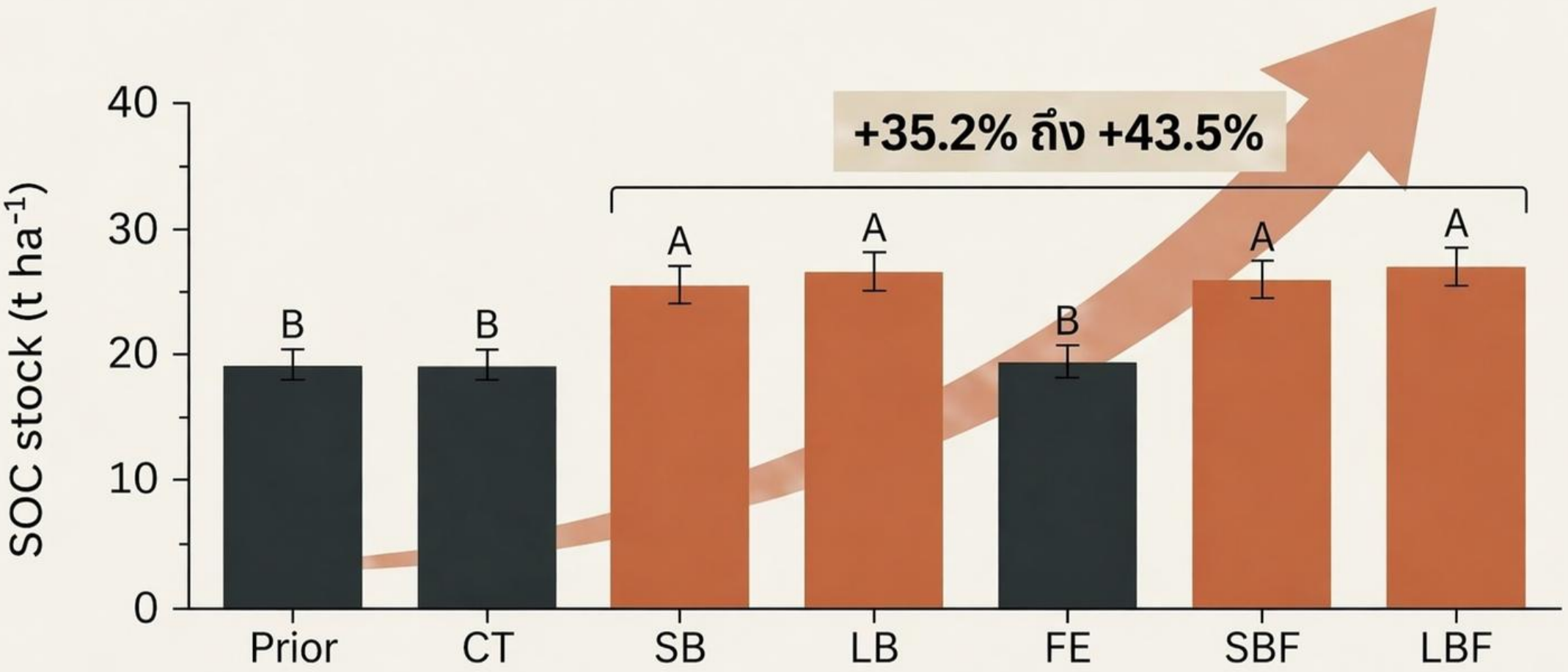
การใช้ไบโอชาร์เพียงอย่างเดียว (BIC) อาจทำให้ผลผลิตข้าวลดลง 10–21% เมื่อเทียบกับชุดที่ใช้ปุ๋ย (CTC)

Insight

ไบโอชาร์สามารถดูดซับไนโตรเจน (N) บางส่วนในดินไว้ชั่วคราว ทำให้พืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ หากไม่มีการเติมปุ๋ยร่วม

Sriphirom et al., 2020

ไบโอชาร์เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน



Sriphirom et al., 2020

สรุปผลการศึกษา

Agronomic Trade-off Matrix	ลดมีเทน (CH4 Drop)	รักษาผลผลิต (Yield)	เพิ่มคาร์บอนในดิน (SOC)
BIC/BIA (Pure Biochar)	●	○	●
BCC/BCA (Biochar+Compost)	◑	◑	●
BFC/BFA (Biochar+Chem Fert)	◑	●	●

จุดสมดุลที่ดีที่สุด (Optimal Balance)

Synthesis: ไบโอชาร์ล้วนลดก๊าซได้ดีที่สุด แต่ต้องแลกมากับผลผลิตที่ลดลง จุดสมดุลที่ดีที่สุดในเชิงปฏิบัติคือ BFC/BFA (ไบโอชาร์ + ปุ๋ยเคมี + การจัดการน้ำ)

ผลของขี้เถ้าแกลบจากโรงงานไฟฟ้าชีวมวล

Step 1: การเตรียม (Preparation)

การจัดเตรียมเถ้าแกลบ (Rice Husk Ash) ที่ได้มาตรฐาน

Step 2: การผสมผสาน (Application)

การหว่านและไถกลบเถ้าแกลบลงสู่แปลงนาจริง

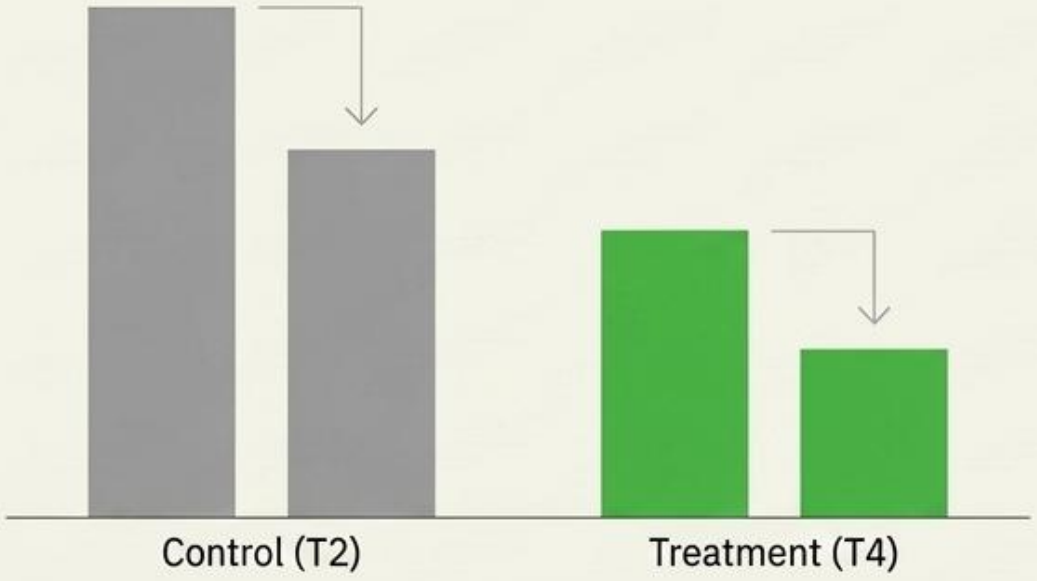
Step 3: การตรวจวัด (Measurement)

การติดตั้งโดมเก็บก๊าซเพื่อวัดค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างแม่นยำตลอดฤดูกาลปลูก

Cha-un et al., 2565

ไบโอชาร์ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญเทียบเคียงกับ AWD (เปียกสลับแห้ง)

การใช้เถ้าแกลบ (T4: RHA_soil+rice) สามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนเทียบเท่าได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแปลงที่ปลูกแบบปกติ (T2: CT_soil+rice)



KPI Block 1

ลดลง 35.5% ก๊าซมีเทน (Methane)

KPI Block 2

ลดลง 8.3% ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (Nitrous oxide)

KPI Block 3

ลดลง 24.7% ปริมาณก๊าซเรือนกระจกรวม (Combined GHGs)

Cha-un et al., 2565

เพิ่มผลผลิต
พร้อมลดรอยเท้าคาร์บอน

ตามปกติ นวัตกรรมด้านสิ่งแวดล้อมมักแลกมาด้วยผลผลิตที่ลดลง
แต่เถ้าแกลบได้สร้าง **‘สมการใหม่’** ให้กับการเกษตร

ฝั่งผลผลิต (Grain Yield)

เพิ่มขึ้น 4%

(แปลงที่ใส่เถ้าแกลบ 960 kg/ไร่
vs แปลงปกติ 925 kg/ไร่)

ฝั่งสิ่งแวดล้อม (Yield-Scaled Emissions)

ลดลง 27.6%

(การปล่อย GHG ต่อผลผลิต
ลดจาก 3.87 เหลือ 2.80 t CO2e/t yield)

ปริมาณชีวมวลเหนือพื้นดิน (Above-ground biomass) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (1.25 vs 1.24 ตัน/ไร่)
ชี้ให้เห็นว่าโครงสร้างต้นข้าวเติบโตสมบูรณ์ตามปกติ

Cha-un et al., 2565

สรุปผลของเถ้าแกลบ

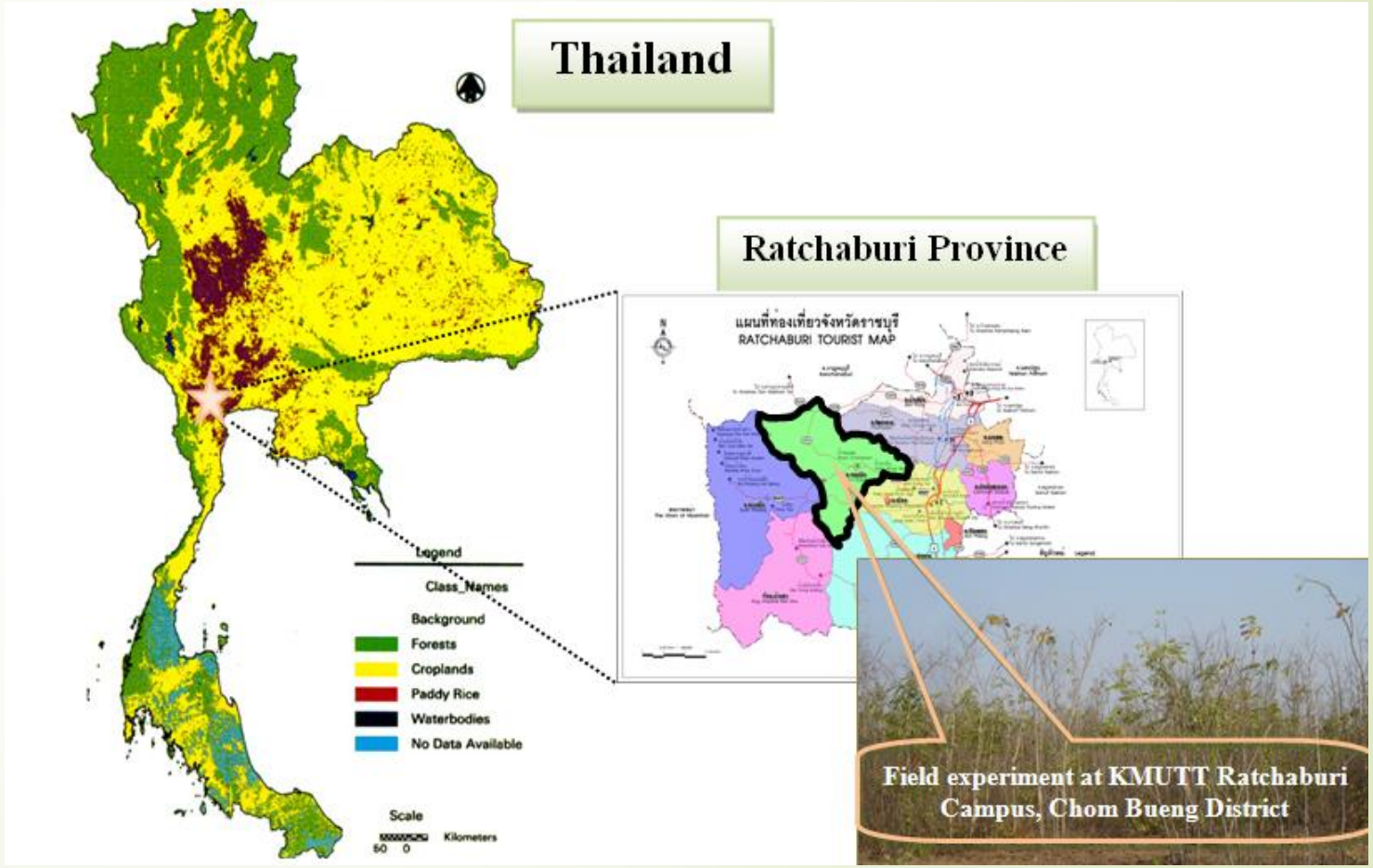
มิติการประเมิน (Dimension)	แปลงที่ปลูกแบบปกติ (Traditional - T2)	แปลงที่ใส่เถ้าแกลบ (Rice Husk Ash - T4)
1. สภาพแวดล้อมในดิน (Soil Environment)	ค่า Eh ต่ำ / เป็นกรด	ค่า Eh สูง / ค่า pH ปรับสมดุล
2. กระบวนการทางเคมี (Chemical Priority)	เอื้อต่อการสร้างมีเทน	ยับยั้งมีเทนผ่านไนเตรตและซัลเฟต
3. การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emissions)	สูง (ฐานอ้างอิง)	ต่ำลงอย่างมาก **(-24.7%)**
4. ประสิทธิภาพผลผลิต (Grain Yield)	925 kg/ไร่	**960 kg/ไร่ (+4%)**

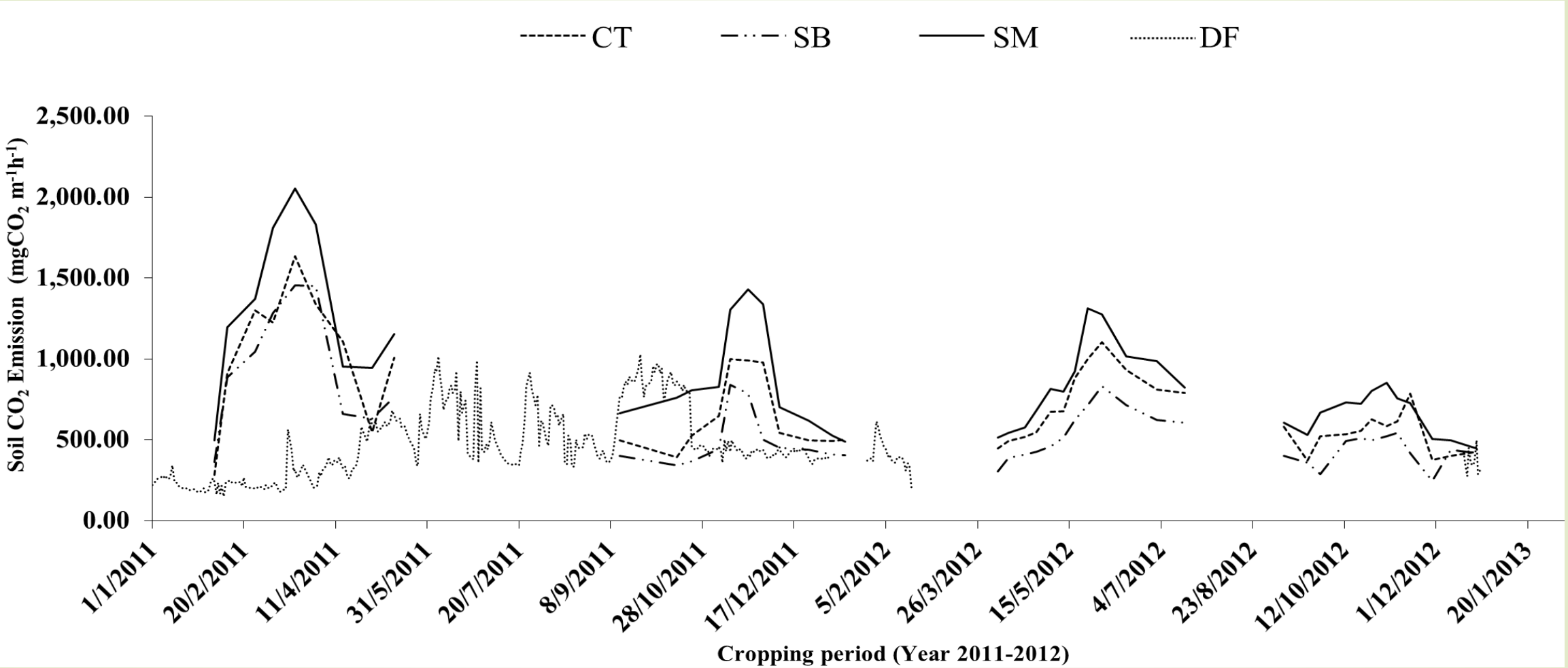
Cha-un et al., 2565

Biochar effects on greenhouse gas emissions and yield of sweet sorghum

(Duangrat Suekhum, unpublished)

- King Mongkut's University of Technology Thonburi, Ratchaburi Campus,
- elevation of 118 m above mean sea level in western Thailand
- 13˚ 35' 13.1" N & 99˚ 30' 22.6" E , dry dipterocarp forest

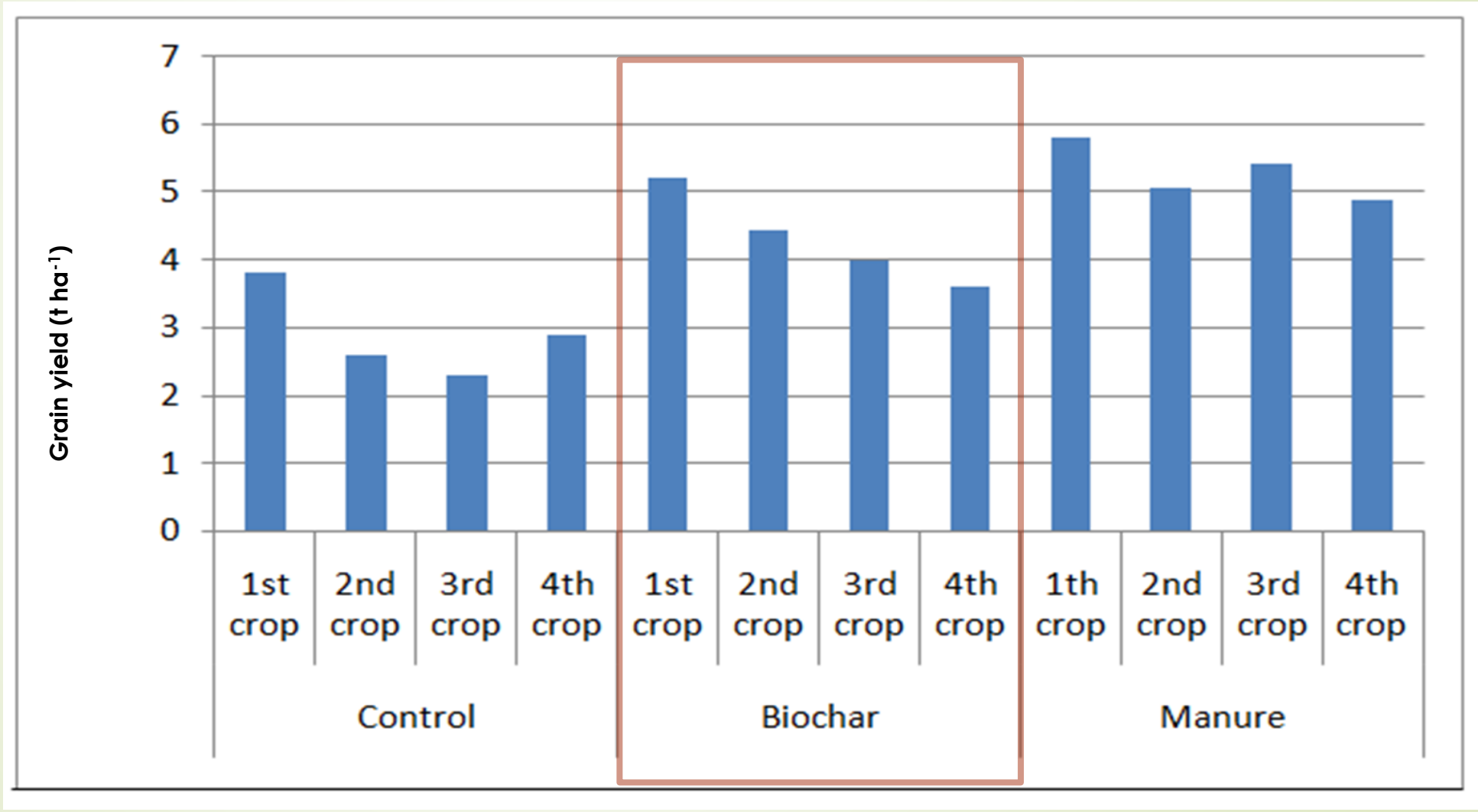




- Soil carbon dioxide emission (mg CO_2 m^{-2} $crop^{-1}$) at sweet sorghum **cultivation site and dry dipterocarp forest area during the crop growing season (2011-2012)**

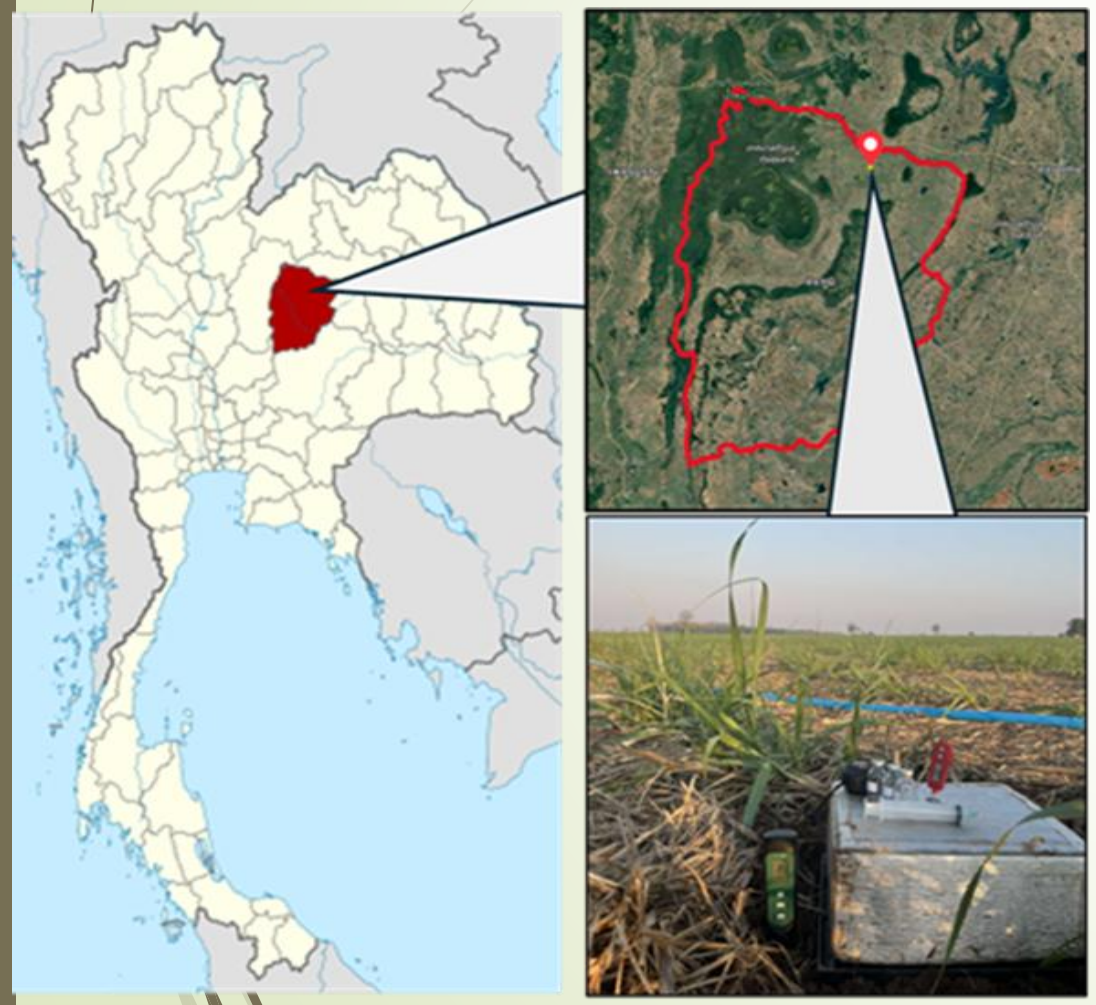
(**CT** is sweet sorghum cultivation plots without any soil amendment, **SM** is sweet sorghum with cow manure, **SB** is sweet sorghum with biochar and DF is dry dipterocarp forest).

Plant yields



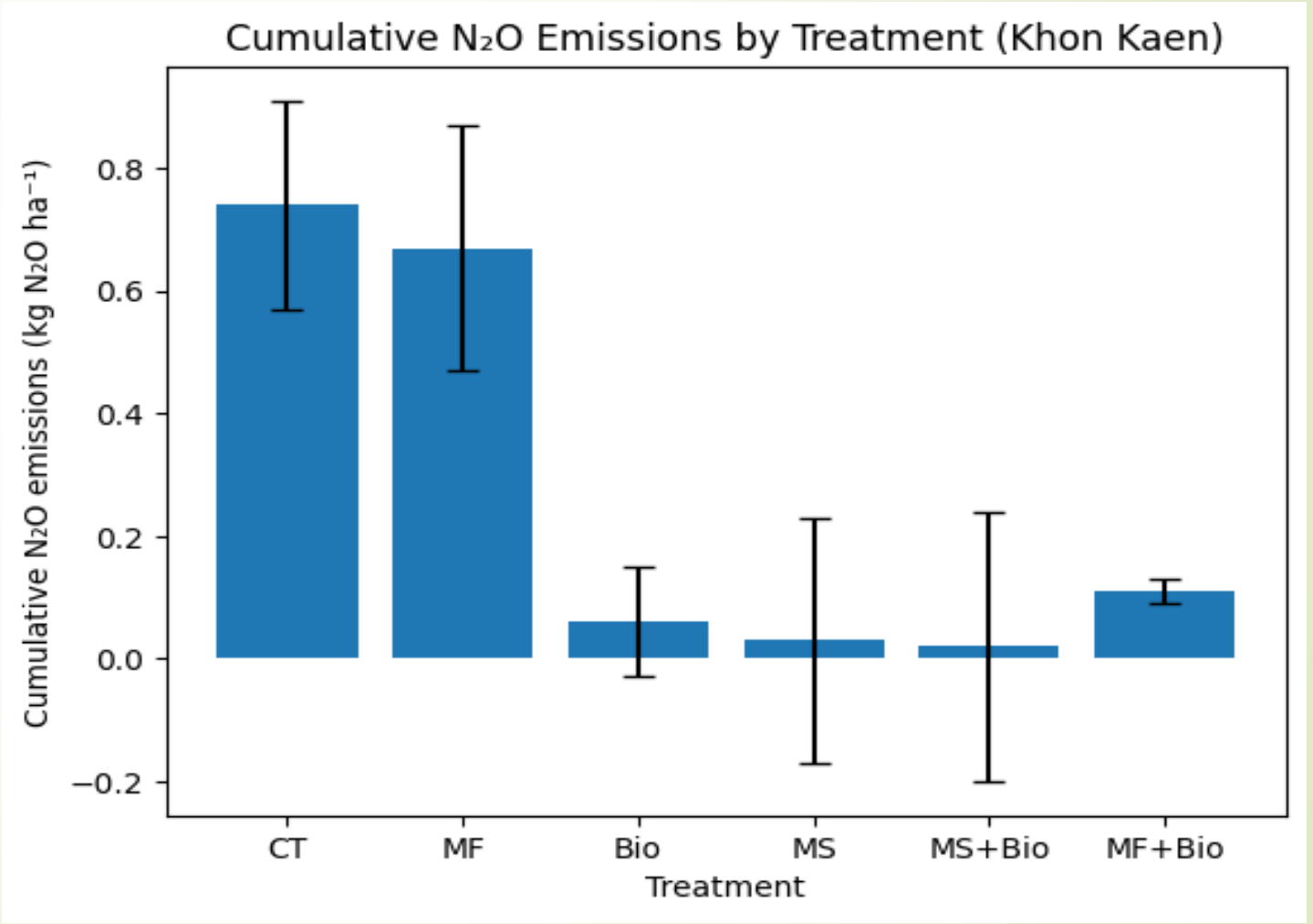
Mitigation of greenhouse gas emissions by cane-leave biochar in sugarcane cultivation

(Fundamental Fund 66-68, A. Chidthaisong (PI)



Treatment	Chemical fertilizer	Biochar
CT	0	0
MF	Cultivated according to the methods of farmers	0
Bio	0	10 t ha^{-1}
MS	Cultivation according to the methods of soil analysis	0
MS+Bio	Cultivation according to the methods of soil analysis	10 t ha^{-1}
MF+Bio	Cultivated according to the methods of farmers	10 t ha^{-1}

- Applying biochar or management strategies significantly mitigated N_2O emissions relative to conventional fertilization.



Ongoing Biochar Project

BRIDGE initiative focuses on biochar within the project "International Standardization of GHG Reduction and Absorption Technologies in the Agriculture and Food Sector", which is part of the Standard Utilization Acceleration Support Project.

BRIDGE
研究開発とSociety 5.0との橋渡しプログラム
programs for Bridging the gap between R&d and the IDeal society (society 5.0) and Generating Economic and social value

NARO

JGSEE

sojitz
New way, New value

KDX

Kyutech
Kyushu Institute of Technology

สถาบันวิจัยสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน
SUSTAINABLE ENVIRONMENT RESEARCH INSTITUTE
Chulalongkorn University

Pilot study: Carbon credit generation from cassava field via biochar application

①Cassava residue collection

②Biochar production with flame-curtain kiln

③Biochar application to cassava field at different rates

④Cassava planting

ผลกระทบของการใช้ biochar ต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและผลผลิตของพืช

กลไกการทำงาน (Mechanisms)

Biochar ซึ่งมีโครงสร้างรูพรุนและพื้นที่ผิวสูง เมื่อใส่ลงในดินจะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

ก๊าซเรือนกระจก (GHG)

คาร์บอนในดิน (SOC)

ผลผลิตพืช

ปรับปรุงคุณภาพดินและส่งเสริมการเติบโต: เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำและธาตุอาหาร (Cation Exchange Capacity - CEC), ลดความเป็นกรดของดิน (soil acidity), และเป็นที่อยู่อาศัยให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (beneficial microbes) ซึ่งช่วยในการดูดซึมธาตุอาหารของพืช

Thank you