# แนวทางการใช้ถ่านชีวภาพสำหรับเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อความมั่นคงทางอาหารในหน่วยทหาร กรณีศึกษา กองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3

เอกสารวิจัยส่วนบุคคล

โดย

พันเอก เอกพล พิพัฒน์คุโณปการ

ผู้บังคับกองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3

วิทยาลัยการทัพบก

กันยายน 2565

**เอกสารวิจัยเรื่อง** แนวทางการใช้ถ่านชีวภาพสำหรับเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อความมั่นคงทางอาหารในหน่วยทหาร กรณีศึกษากองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3

**โดย** พันเอก เอกพล พิพัฒน์คุโณปการ

**อาจารย์ที่ปรึกษา** พันเอก พิชชญาณ พวงทอง

---

วิทยาลัยการทัพบก อนุมัติให้เอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรหลักประจำ วิทยาลัยการทัพบก ปีการศึกษา 2565 และเห็นชอบให้เป็นเอกสารวิจัยส่วนบุคคลที่อยู่ในเกณฑ์ระดับ **ดีมาก**

พลตรี **ผู้บัญชาการวิทยาลัยการทัพบก**

( วิชาติ เอี่ยมไพจิตร์ )

คณะกรรมการควบคุมเอกสารวิจัยส่วนบุคคล

พันเอก **ประธานกรรมการ**

(พิชชญาณ พวงทอง )

**ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษา**

(ดร.สุนันทา เศรษฐ์บุญสร้าง )

พันเอก **กรรมการ**

(สุเทพ ยั่งยืน )

พันเอกหญิง **กรรมการ**

(รัชนินาฏ ถนอมสิน )

# บทคัดย่อ


**ผู้วิจัย** พันเอก เอกพล พิพัฒน์คุโณปการ

**เรื่อง** แนวทางการใช้ถ่านชีวภาพสำหรับเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อความมั่นคงทางอาหารในหน่วยทหาร กรณีศึกษากองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3

**วันที่** กันยายน 2565 **จำนวนคำ** : 8,492 **จำนวนหน้า** : 31

**คำสำคัญ** การใช้ถ่านชีวภาพ ดัชนีการวัดค่าระดับน้ำตาล เครื่องวัดค่าระดับน้ำตาล ความมั่นคงทางอาหาร

**ชั้นความลับ** ไม่มีชั้นความลับ

ภัยคุกคามต่อความมั่นคงด้านอาหารและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การเกษตรในปัจจุบันถูกท้าทายให้บรรลุเป้าหมายสามประการในด้านผลผลิตที่พอเพียงต่อความต้องการ ความปลอดภัยในการบริโภค และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ตามที่กำหนดโดยคำนิยามความมั่นคงด้านอาหารของ FAO การวิจัยในประเทศที่พัฒนาแล้วแสดงให้เห็นว่าการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเป็นกลยุทธ์ที่ดีในการเพิ่มผลผลิตพืช คุณค่าทางโภชนาการ จำนวนจุลินทรีย์ในดิน ค่า pH ของดิน และสารอาหารในดิน พร้อมทั้งกักเก็บคาร์บอนในบรรยากาศและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถ่านชีวภาพ เป็นผลิตภัณฑ์ที่อุดมด้วยคาร์บอนซึ่งเป็นผลมาจากการไพโรไลซ์ของเสียชีวมวล เช่น เศษพืชผลและเศษไม้จากป่าไม้ เมื่อเติมลงในดินจะปรับปรุงโครงสร้างของดิน การเติมอากาศ ความพรุน และความสามารถในการกักเก็บน้ำ และกลายเป็นสารตั้งต้นของจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งจะช่วยปรับปรุงระบบนิเวศโดยรวมสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ในประเทศไทย ถ่านชีวภาพกำลังได้รับความนิยมแต่งานวิจัยยังอยู่ในช่วงเริ่มต้น เพื่อแก้ไขช่องว่างการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ถ่านชีวภาพอย่างเหมาะสมและแนะนำเครื่องวัดการหักเหของแสง Brix เป็นเครื่องมือในการวัดคุณภาพของพืชผลและกิจกรรมจุลินทรีย์ในดิน การวิจัยภาคสนามได้ดำเนินการที่กองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3 ค่ายสมเด็จพระเอกาทศรถ จังหวัดพิษณุโลก โดยการปลูกผัก

โขมเขียวแดงโดยใช้ปริมาณถ่านชีวภาพที่แตกต่างกัน ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน 2565 การออกแบบบล็อกแบบสุ่มแบบสมบูรณ์ถูกนำมาใช้ในการจำลองแบบสี่ชุดและการบำบัดด้วยถ่านชีวภาพจำนวน 3 แบบ ผลการวิจัยพบว่าผลผลิต ความปลอดภัย และคุณภาพของพืชผลโดยรวมเพิ่มขึ้นตามที่ระบุโดยค่า Brix ผลการทดลองมีการเพิ่มทั้งปริมาณและคุณภาพจากระดับน้ำตาลใน Brix index ในทุกการทดลองเป็นไปตามสัดส่วนของถ่านชีวภาพ โดยผลลัพธ์เพิ่มต่ำสุดใน T2 และเพิ่มสูงสุดใน T4 แต่ตัวเลขที่เพิ่มขึ้นยังไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัยพบว่าการเพิ่ม 176 กรัม/ตารางเมตร ของถ่านชีวภาพ มีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับดินในค่ายทหาร ค่า Brix ยังสูงที่สุดใน T4 ซึ่งจะมีการเติมถ่านชีวภาพในปริมาณสูงสุด ซึ่งสะท้อนถึงกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่สูงขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีการสังเคราะห์ด้วยแสงในระดับที่สูงขึ้น และทำให้คุณค่าทางโภชนาการหรือคุณภาพของพืชผลสูงขึ้น พบว่าการใช้เครื่องวัดการหักเหของแสง Brix เป็นเครื่องมือที่ง่ายและมีประสิทธิภาพเพื่อช่วยให้ผู้ปลูกทราบถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ของตนและได้ทราบว่าดินของตนได้รับการปรับปรุงอย่างไร ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนชีวมวลของเสียให้เป็นถ่านชีวภาพเพื่อใช้ในการปรับปรุงดินเป็นวิธีแก้ปัญหาแบบหลายฝ่ายที่มีแนวโน้มว่าจะประสบความสำเร็จในการบรรลุความมั่นคงด้านอาหาร (ปริมาณ ความปลอดภัย และคุณค่าทางโภชนาการ) ในขณะที่ลดมลพิษทางอากาศและบรรลุเป้าหมายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กิจกรรมเพิ่มความตระหนักรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของถ่านชีวภาพและการใช้เครื่องวัดการหักเหของแสง Brix ในหมู่เกษตรกร โครงการนำร่องเรื่องคาร์บอนเครดิตสำหรับถ่านชีวภาพสำหรับผู้ปลูกควรได้รับการสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายด้านสภาพอากาศของประเทศ

# ABSTRACT

**AUTHOR :** COLONEL EKKAPHON PHIPHATKHUNOPAKAN

**TITLE :** Guidelines for the use of biochar for increasing agricultural productivity , improving soil quality and food safety for food security in military units. Case Study of 23rd Medical Battalion, 3rd Army Support Command.

**DATE :** September, 2022 **WORD COUNT :** 8,492 **PAGES :** 31

**KEYS TERMS :** biochar, Brix index, Brix refractometer, food security

**CLASSIFICATION :** Unclassified

The threat of food security and climate change is increasing constantly. Present-day agriculture is challenged to fulfill triple goals of achieving productivity, safety, and high nutritional values, as defined by the FAO food security definition. Research in developed countries shows that the use of biochar as a soil amendment is a promising strategy to increase plant productivity, nutritional values, soil microbial population, soil pH, and soil nutrients while also sequestering atmospheric carbon and reducing CO2 emissions. Biochar is the carbon-rich product resulting from pyrolyzing biomass waste such as crop and forestry residues. When added to soil, it improves soil structure, aeration, porosity, and water holding capacity and become substrate to soil microbes, thus improving the overall ecosystem for plant growth. In Thailand, biochar is gaining popularity but research work is at an early stage. To address research gaps on the appropriate use of biochar and to introduce the Brix refractometer as a tool to measure the quality of

crop and soil microbial activity, field research was carried out at 23rd Medical Battalion, 3rd Army Support Command Somdejpra Akatodsarod Military Camp in Phitsanulok Province by growing red-green spinach using different quantities of biochar from February to April 2022. Randomized Complete Block Design was used in four replications and three treatments of different amounts of biochar. The results show that there is an overall increase in productivity, safety, and quality of crops as indicated by the Brix value. The results showed that both the quantitative and qualitative productivities from the sugar level in the Brix index in all experiments were proportional to the biochar level. The results showed the lowest increase in T2 and the highest increase in T4. But the increase was not statistically significant.

The research result found that adding 176 g/$m^3$ biochar has the highest productivity for soil in the Military camps. The Brix value is also highest in T4 where the highest amount of biochar is added, reflecting higher soil microbial activities which result in a higher level of photosynthesis and thus higher nutritional value or quality of the crop. The use of the Brix refractometer was found to be a simple and effective tool to allow growers to know the quality of their products and to know how their soil has improved. The research results show that turning waste biomass into biochar to use as a soil amendment is a promising multiple-wins solution to achieve food security (quantity, safety, and nutritional values) while reducing air pollution and achieving climate change goals. More awareness-raising activities on the benefits of biochar and the use of the Brix refractometer among farmers. Pilot programs on carbon credit on biochar for growers should be further supported to achieve the climate goals of the country.

# กิตติกรรมประกาศ

เอกสารวิจัยส่วนบุคล เรื่องแนวทางการใช้ถ่านชีวภาพแนวทางการใช้ถ่านชีวภาพสำหรับเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อความมั่นคงทางอาหารในหน่วยทหาร กรณีศึกษากองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3 เพื่อเสริมสร้างศักยภาพสนับสนุนการพัฒนาประเทศและช่วยเหลือประชาชนของกองทัพบก ตามพันธกิจของหน่วย เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของหน่วยทหาร และภารกิจในยามปกติที่ต้องสนับสนุนการพัฒนาประเทศและการช่วยเหลือประชาชน และยามที่มีภัยคุกคามหรือยามสงคราม เพื่อสนับสนุนการพัฒนาประเทศ และช่วยเหลือประชาชนของกองทัพบกเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีความเป็นมาตรฐานและเหมาะสม ในการที่จะเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านอาหาร โดยที่หน่วยจะสามารถเป็นผู้นำในการขยายเครือข่าย เพื่อที่จะเสริมสร้างความมั่นคงให้กับหน่วยและประชาชนต่อไป

เอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจากคณาจารย์วิทยาลัยการทัพบกทุกท่านที่ช่วยเหลือให้คำแนะปรึกษาเป็นอย่างดีตลอดห้วงระยะเวลาศึกษาการทำวิจัย โดยเฉพาะ พันเอก พิชชญาณ พวงทอง อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานกรรมการควบคุมเอกสารวิจัยส่วนบุคคล พันเอกหญิง รัชนินาฏ ถนอมสิน กรรมการ และ พันเอก สุเทพ ยั่งยืน กรรมการ ที่กรุณาสนับสนุน ให้คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องจนทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอบพระคุณ ดร.สุนันทา เศรษฐ์บุญสร้าง ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษา และเจ้าหน้าที่ในโครงการเกษตรของกองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3 ทุกนาย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนและให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ตลอดห้วงระยะเวลาในการทำวิจัยครั้งนี้ ความดีอันเกิดจากผลงานการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้ที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นทุกท่านด้วยความเคารพ

# สารบัญ

**หน้า**


**บทที่ 1 บทนำ** ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

คำถามการวิจัย ..... 11

วัตถุประสงค์การวิจัย ..... 11

กรอบแนวคิดการวิจัย ..... 12

วิธีการศึกษา ..... 13

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 17

**บทที่ 2 บทวิเคราะห์** ..... 18

ผลการวิเคราะห์ค่าดิน ..... 21

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการศึกษาการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุง ..... 23
คุณภาพดินโดยการใช้ Brix index วัดระดับน้ำตาล

**บทที่ 3 บทอภิปรายผล** ..... 28

การอภิปายผลการวิเคราะห์ค่าดินที่ปรับปรุงโดยการใช้ถ่านชีวภาพ ..... 28
และการวัดคุณภาพของผักขมเขียว-แดง โดยการใช้ Brix index

**บทที่ 4 บทสรุป** ..... 30

สรุปข้อมูล ..... 30

ข้อเสนอแนะ ..... 30

# บทที่ 1
# บทนำ

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาประเทศไทยภายใต้นโยบายของรัฐบาล ที่กำหนดยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2561 - 2580)[1] ประกอบด้วยประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคงที่มีเป้าหมายสำคัญเพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคงปลอดภัยและมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับ โดยแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นความ มั่นคง แผนย่อยที่ 2 การป้องกันและแก้ไขปัญหาที่มีผลกระทบต่อความมั่นคง ด้านการ รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักรและการพัฒนาประเทศ มีแนวทางการพัฒนาที่สำคัญ (แนวทาง 13) เป็นแนวทางรองรับ คือ การพัฒนาประเทศเพื่อความมั่นคงและช่วยเหลือประชาชน และจากยุทธศาสตร์กองทัพบก 20 ปี (พ.ศ.2560 - 2579)[2] เมื่อพิจารณาวัตถุประสงค์ของความมั่นคงในทุกระดับตามอำนาจหน้าที่ของกองทัพบกแล้ว จะเห็นว่ากองทัพบกมีภารกิจที่จะต้องกระทำในการสนับสนุนการแก้ปัญหาของชาติ พัฒนาประเทศและช่วยเหลือประชาชน และสนับสนุนการแก้ปัญหาของชาติในมิติของภัยคุกคามรูปแบบอื่นๆ รวมทั้งสร้างความสามัคคีของสังคมในชาติ ซึ่งแผนปฏิบัติราชการระยะ 3 ปี (พ.ศ.2563 - 2565) ของกองทัพบก เรื่องการสนับสนุนการพัฒนาประเทศและช่วยเหลือประชาชน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ประชาชนมีวิถีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น มีความพร้อมเผชิญ ปัญหาและภัยคุกคามความมั่นคงได้เหมาะสม และสอดคล้องกับบริบทความมั่นคงเฉพาะ พื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน และการช่วยเหลือ การสนับสนุน ส่งเสริม ส่วนราชการ พลเรือนและภาคเอกชน ในการช่วยเหลือประชาชนที่ประสบภัยพิบัติ เป็นไปอย่างรวดเร็ว ทันเวลาและทันต่อสถานการณ์

เพื่อปฏิบัติราชการในหน่วยทหารเพื่อเป็นไปตามเป้าหมายของกระทรวงกลาโหมและกำหนดแนวทางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของหน่วยทหาร ในมิติความมั่นคงด้านอาหารที่หน่วยทหารจะสามารถรักษาความมั่นคงด้านนี้ได้

สืบเนื่องจากเสถียรภาพของความมั่นคงทางอาหารในโลกปัจจุบันกำลังถูกคุกคามด้วยปัญหาดินเสื่อมสภาพ ปัญหาความแปรปรวนของภูมิอากาศ อาทิเช่น ภัยแล้ง อุทกภัย จากการที่โลกร้อนขึ้น ขณะเดียวกันผลผลิตทางการเกษตรจากระบบเกษตรเคมีก็ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและผู้ผลิตเพราะมีสารพิษตกค้างสูงที่ผ่านมาการพัฒนา เกษตรเคมีได้เพิ่มปริมาณของอาหารแต่ ความมั่นคงของอาหารในแง่มุมของคุณภาพและความปลอดภัย ได้ขาดหายไป และได้สร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมและสุขภาพกับคนปัจจุบัน

## ความมั่นคงทางอาหาร คืออะไร

ความมั่นคงทางอาหารหมายถึงคนทุกคนทั้งในระดับบุคคล ระดับครัวเรือน ระดับประเทศ ระดับภูมิภาค และระดับโลก สามารถเข้าถึงอาหารที่เพียงพอ ความปลอดภัยและมีคุณค่าทางโภชนาการทั้งในทางกายภาพและเศรษฐกิจที่ตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจเพื่อการมีคุณภาพชีวิตที่ดี [3] นั่นจึงทำให้เกิดองค์ประกอบที่แสดงถึงความสำคัญของอาหาร 3 ด้านนี้ขึ้นมา

## องค์ประกอบของความมั่นคงทางอาหาร

1. การได้รับอาหารที่มีปริมาณเพียงพอไม่ว่าจะเป็นการผลิตในประเทศหรือการนำเข้ามาจากต่างประเทศ ต้องเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคในประเทศของตนเอง

2. การได้รับอาหารที่มีคุณภาพที่ดีอาหารที่ดีมีคุณภาพ ต้องมีสารอาหารหลักครบถ้วน รวมถึงสารอาหารรองก็ต้องได้รับด้วยเช่นกัน ประชาชนทุกคนมีโอกาสในการเข้าถึงอาหารที่เหมาะสมกับตนเองเพื่อเสริมสร้างภูมิต้านทานและป้องกันโรคได้ แต่ต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของโภชนาการที่ดี มีการควบคุมอาหารให้เป็นไปตามกฎหมาย การเมือง เศรษฐกิจและสังคม

3.การได้รับอาหารที่มีความปลอดภัยปลอดสารพิษนอกจากการมีอาหารเพียงพอแล้ว ทุกคนยังต้องใช้ประโยชน์จากอาหารที่ทานเข้าไปได้ ตามหลักทางด้านของความปลอดภัยและสุขอนามัย

## ความมั่นคงทางอาหารของประเทศไทยและของโลก

สำหรับประเทศไทยของเราได้มีรายงานจากสำนักเศรษฐกิจการเกษตรและสำนักงานสถิติแห่งชาติ ระบุว่า ประเทศไทยเราจัดเป็นประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์มาก เป็นแหล่งสำคัญในการเพาะปลูกและผลิตอาหารออกมาได้หลายชนิด จึงทำให้ความมั่นคงทางอาหารอยู่ในเกณฑ์สูง ซึ่งเมื่อเทียบกับการประเมินของสากลซึ่งจัดทำขึ้นมาโดย The Economist Intelligence เมื่อปี 2019 คะแนนความมั่นคงทางอาหารของประเทศไทยอยู่ที่ 65.1 จาก 100 คะแนน และอยู่ในอันดับ 52 จากทั้งหมด 113 ประเทศที่ได้มีการประเมินเอาไว้ [4]

อย่างไรก็ตามเมื่อมองถึงความมั่นคงทางอาหารไทยและระดับโลกในช่วงเวลาของการแพร่ระบาดจากเชื้อโควิด-19 ถือว่าน่าเป็นห่วงอยู่พอควร เนื่องจากแทบทุกประเทศจำกัดการเดินทางเข้า-ออก จึงส่งผลต่อเรื่องของการนำเข้า-ส่งออกสินค้าตามไปด้วย ประกอบกับอุตสาหกรรมอาหารเองก็ได้รับผลกระทบอย่างหนัก บางแห่งต้องปิดกิจการชั่วคราว สิ่งเหล่านี้คืออีกปัจจัยที่บ่งบอกได้ชัดเจนว่าความมั่นคงในด้านของอาหารไม่ใช่แค่เรื่องของประเทศใดประเทศหนึ่งเท่านั้น แต่ทุกประเทศมีต้องพึ่งพาอาศัยระหว่างกัน และถ้าเกิดวิกฤตที่ลุกลามไปทั่วโลกย่อมส่งผลกระทบอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อย่างไรก็ตามหากมองในภาพรวมก็มี 5 ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อเรื่องความมั่นคงทางอาหาร

- ประชากรโลกมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว
- ภาวะโลกร้อนมีผลกระทบต่อจำนวนพื้นที่ด้านการเกษตรที่ลดลง
- หลายพื้นที่เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำอันเป็นต้นเหตุสำคัญที่ผลผลิตต้องหยุดชะงัก
- แรงงานด้านการเกษตรน้อยลง ขาดคนที่จะเข้ามาทำงานในด้านนี้
- การบริโภคในปัจจุบันมีการสูญเสียอาหารจนเกิดเป็นขยะอาหารมากขึ้นเรื่อย ๆ

นี่จึงเป็นสิ่งที่คนทั้งโลกต้องคอยระวังและพยายามพัฒนาให้เกิดผลลัพธ์เชิงบวกกับทุกประเทศมากที่สุด อาจเป็นนโยบายช่วยเหลือระหว่างกันหรือวิธีใดก็ตาม ขึ้นอยู่กับแนวทางและการวางแผนของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

ความมั่นคงทางอาหาร น่าจะเป็นคำที่เรา ๆ เคยได้ยินได้ฟังกันมาบ้าง แต่จะมีสักกี่คน ที่เข้าใจและตระหนักว่าเป็นเรื่องใกล้ตัว จนกระทั่งเกิดการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ที่ส่งผลกระทบต่อผู้คนทั่วโลก และชัดเจนมากขึ้นเมื่อคนจำนวนมากต้องเผชิญ “วิกฤตความมั่นคง ทางอาหาร” อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

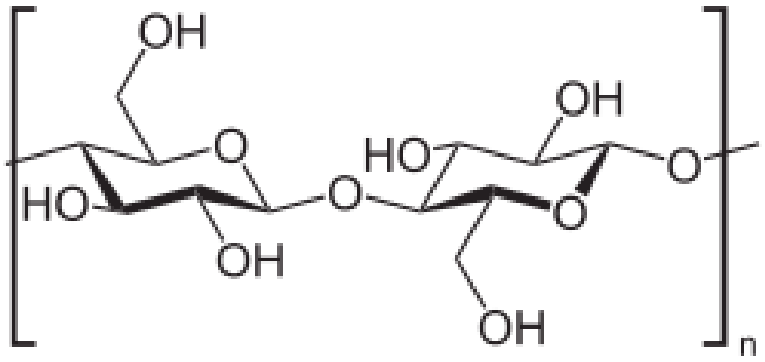
แต่ผลกระทบของไวรัสโควิด-19 ไม่ได้มีผลโดยตรงต่อความมั่นคงทางอาหาร แต่ไวรัสโควิด-19 ทำให้ผู้คนตื่นตัวเรื่องสุขภาพ และต้องการซื้อพืชผลทางการเกษตรที่ปลอดสารพิษและมีคุณภาพ สิ่งที่มีผลโดยตรงต่อความมั่นคงทางอาหารคือสภาวะอากาศของโลกที่เปลี่ยนแปลง(climate change) อุณหภูมิที่สูงขึ้น ภัยแล้ง อุทกภัย และอีกอย่างหนึ่งคือราคาปุ๋ยเคมีที่สูงขึ้น ซึ่งทำให้เกษตรกรมองหาทางเลือก ในการใช้ปุ๋ยที่ผลิตได้ในท้องที่จำพวกปุ๋ยอินทรีย์ที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบการจัดการ ห่วงโซ่อาหาร และความมั่นคงด้านอาหารของไทยได้ ผลกระทบของโควิด-19 ต่อความมั่นคงทางอาหาร ในปัจจุบันปริมาณอาหารที่ผลิตได้ทั่วโลกมีมากเพียงพอต่อความต้องการของประชากรโลก แต่อาหารเหล่านั้นยังไม่สามารถกระจายออกไปสู่ผู้คนทั่วโลกอย่างทั่วถึงและเพียงพอ ขณะที่วิกฤติจากโรคระบาดร้ายแรง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภัยพิบัติทางธรรมชาติ และวิกฤติเศรษฐกิจทำให้ปัญหาการเข้าถึงอาหารมีความรุนแรงมากขึ้น ส่งผลต่อเสถียรภาพทางอาหารกระทบต่อความมั่นคงทางอาหารได้ ซึ่งปัจจุบันมีเครื่องบ่งชี้หลายประการที่แสดงว่าตลาดโลกต้องการอาหารทั้งในด้านปริมาณ คุณภาพและความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น อาทิ ความเสี่ยงที่จะเกิดวิกฤติอาหารโลกในปี 2564 อันเป็นผลมาจากห่วงโซ่อุปทานอาหารโลกได้รับผลกระทบจากสถานการณ์COVID-19 การก้าวสู่สังคมของผู้สูงวัยที่ต้องการอาหารที่มีคุณภาพสูงมากขึ้นและกระแสรักสุขภาพที่เติบโตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นในการที่จะส่งเสริมให้เกิดความมั่นคงทางอาหารให้มีประสิทธิภาพและเสถียรภาพให้ยั่งยืน เราควรส่งเสริมการเกษตรอินทรีย์โดยมีการใช้ถ่านชีวภาพ (Biochar) เข้ามาทดแทนการใช้เคมีเกษตร การพัฒนาเกษตรที่ผ่านมาด้วยเกษตรเคมีเน้นในมิติเดียวคือเพิ่มผลผลิตแต่พืชผักปัจจุบัน มีสารพิษตกค้างและมีสารอาหารต่ำโดยเฉพาะแร่ธาตุซึ่งสืบเนื่องมาจากการที่ดินไม่มีจุลินทรีย์ในการย่อยสลายแร่ธาตุให้แก่พืช

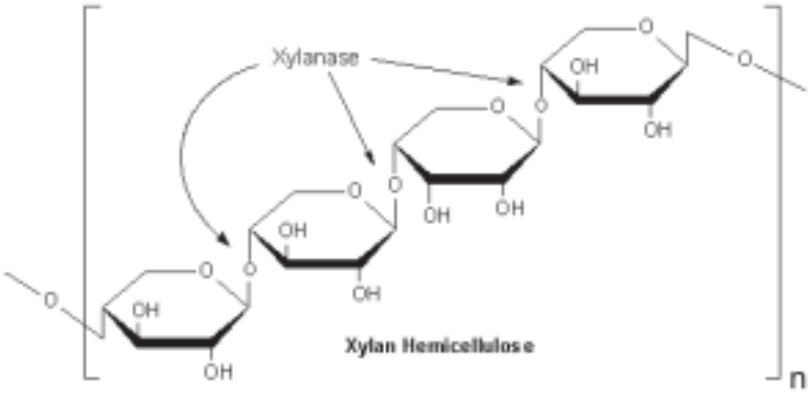
พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ทรงสนับสนุนการปรับปรุงดินในโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริที่ใช้หลักการของยุทธศาตร์พระราชทานเศรษฐกิจพอเพียง รวมถึงโครงการ โคก หนอง นา มาปฏิบัติในหน่วยทหาร

ในช่วงกว่า 10 ปีที่ผ่านมาในต่างประเทศมีการใช้ถ่านชีวภาพ(Biochar)ในการปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มความมั่นคงทางอาหารทั้งด้านปริมาณ คุณภาพและความปลอดภัย แต่ยังไม่แพร่หลายในประเทศไทย ถ่านชีวภาพ ผลิตมาจากของเสียทางการเกษตรและป่าไม้ซึ่งปัจจุบันเป็นปัญหาใหญ่ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่นการเผาป่าและซากของพืชภายหลังการเก็บเกี่ยว ทำให้เกิดฝุ่นPM 2.5 ซึ่งจะมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ ถ่านชีวภาพนั้นนอกจากจะปรับปรุงดินให้มีคุณภาพแล้ว ยังเพิ่มความมั่นคงทางอาหาร อีกทั้งยังลดภาวะโลกร้อนจากสภาวะก๊าซในเรือนกระจกลงอีกด้วย โดยในต่างประเทศมีการคำนวณคาร์บอนเครดิต จากการใช้ถ่านชีวภาพ และซื้อขายคาร์บอนเครดิตเหล่านี้เป็นรายได้เสริมให้แก่ผู้ใช้ถ่านชีวภาพในการบำรุงดินด้วย ในการบำรุงดินจึงสามารถช่วยให้ประเทศไทยบรรลุถึงเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในภาคเกษตรพร้อมกับการเพิ่มความมั่นคงทางอาหาร และแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมไปพร้อมๆกัน

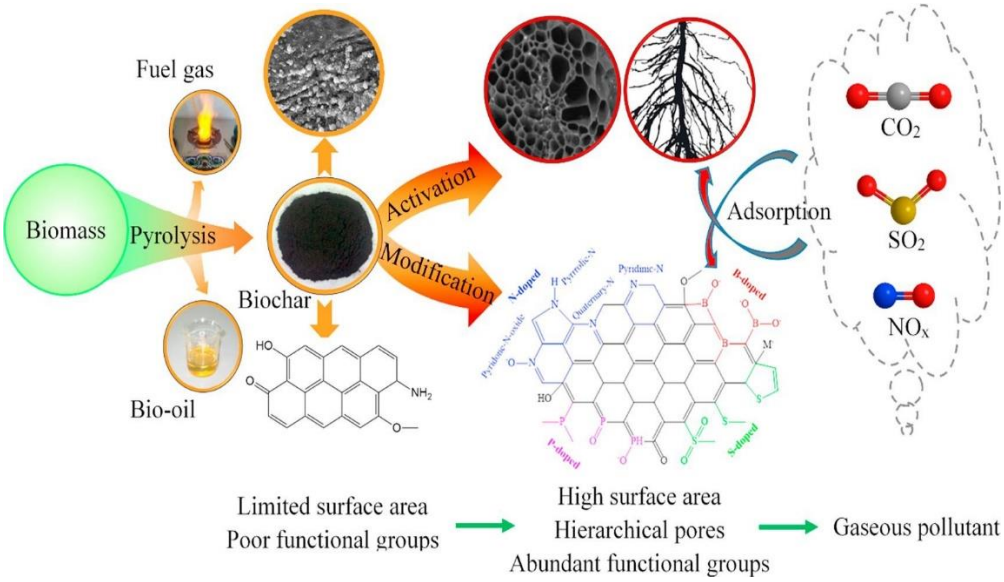
ถ่านชีวภาพ[5] (biochar) คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน และผลิตจากชีวมวลอินทรีย์ เช่น เศษกิ่งไม้ กากต้นอ้อย ฯลฯ ที่มีองค์ประกอบหลักคือ เซลลูโลส ซึ่งเป็นเส้นใยและมีเฮมิเซลลูโลสเป็นตัวยึดเซลลูโลสไว้ด้วยกัน รวมถึงลิกนิน ซึ่งทำหน้าที่ให้เส้นใยยึดเหนี่ยวกันอย่างแข็งแรง ทั้งหมดนี้รวมเรียกว่า ชีวมวลลิกโนเซลลูโลส ชีวมวลเหล่านี้ต้องผ่านกระบวนการpyrolysis คือการอบในสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีออกซิเจน ให้กลายเป็นถ่าน ซึ่งทำให้สารคาร์บอนมีความคงตัวอยู่ในดินดังรูปที่ 1 – 2




ภาพที่ 1 โครงสร้างเซลลูโลส




ภาพที่ 2 ใครงสร้างเฮมิเซลลูโลส




ภาพที่ 3 ภาพโครงสร้างของถ่านชีวภาพ

## ถ่านชีวภาพผลิตอย่างไร

ถ่านชีวภาพ ผลิตจากชีวมวล (biomass) เช่น แกลบ ซังข้าวโพด กากอ้อย หรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ โดยกระบวนการย่อยสลายด้วยความร้อนที่ไม่ใช้ออกซิเจน ด้วยการให้ความร้อนตั้งแต่ 10 - 500 องศาเซลเซียส กระบวนการย่อยสลายดังกล่าว เรียกว่า กระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า (slow pyrolysis) ชีวมวลซึ่งประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทคาร์บอนิล (carbonyl group) ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) และอะโรมาติก (aromatic compound)[6] เมื่อผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า จะทำให้ลักษณะผิวของชีวมวลเปลี่ยนไปคือ เริ่มมีรูพรุน ธาตุที่ไม่ใช่คาร์บอน อันได้แก่ไฮโดรเจน ออกซิเจนจะแตกตัวในรูปของแก๊ส (gasification process) ที่เรียกว่าการคาร์บอไนเซชัน (carbonization) อนุมูลคาร์บอนอิสระ (free - radical carbon) ที่มีอยู่จะรวมกลุ่มกันเป็นถ่านชีวภาพที่มีประจุลบ ซึ่งช่วยดูดซับไอออนโลหะหนักหรือธาตุอาหารที่มีประจุบวกได้ แต่การยังคงมีน้ำมันดิน (tar) ตกค้างอยู่ในช่องว่าง (pore) ทำให้ถ่านมีความสามารถในการดูดซับต่ำจึงมีการนำถ่านชีวภาพไปปรับปรุงคุณภาพดินทรายจัด (sandy soils) ตัวอย่างเช่น การใช้ปรับปรุงดินในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

เนื่องจากสภาพดินในพื้นที่ดังกล่าวมีวัตถุต้นกำเนิดดิน (sol parent materials)จากหินทราย (sandstone) ทำให้ดินมีลักษณะเป็นดินปนทรายที่มีเนื้อดินค่อนข้างหยาบและมีสภาพเป็นกรดคือ PH ประมาณ 5 – 6 ฮิวมัสที่อยู่ในดินจะจับกับธาตุอะลูมิเนียมและเหล็กโดยมีกรดเป็นตัวดูดซับทำให้เกิดตะกอนของสารประกอบโลหะอินทรีย์ (organometallic compounds)เมื่อเวลาผ่านไป ตะกอนที่เกิดขึ้นจะสะสมและจับตัวกันเป็นชั้นดินดานแข็ง เมื่อน้ำไหลซึมลงมามันจะขังน้ำ เพราะน้ำซึมผ่านได้ยาก ทำให้รากพืชขาดอากาศหายใจ เพราะดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ จึงมีการนำถ่านชีวภาพมาผสมเพื่อให้ดินไม่จับตัวแน่น มีความสามารถในการอุ้มน้ำ โปร่งร่วนซุยยิ่งขึ้น และช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-เบส ของดินให้มีสภาพเป็นกลาง เพื่อจะได้เป็นแหล่งอาศัยของจุลินทรีย์ในการสร้างอาหารในดิน เพราะเมื่อดินถูกชะล้าง สารอาหารจะยึดเกาะกับถ่าน แทนที่จะถูกชะล้างออกไป

ดังนั้น ถ่านชีวภาพจึงมีกระบวนการผลิต และจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์โดยถ่านชีวภาพจะถูกผลิตโดยผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า และอุณหภูมิที่ใช้ต่ำกว่า 500 องศาเซลเซียส จึงนิยมใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน เช่น ดินทรายจัด

## ประโยชน์จากถ่านชีวภาพ

ชีวมวลที่นำมาผลิตถ่านชีวภาพ เช่น เศษไม้ หรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่าง ๆ เมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายด้วยความร้อนที่ไม่ใช้ออกซิเจนที่มีความร้อนตั้งแต่ 10 - 500 องศาเซลเซียส หรือที่เรียกว่า กระบวนการไพโรไลซิสแบบช้านั้น จะได้ผลิตภัณฑ์หลักเป็นถ่านชีวภาพ ซึ่งประโยชน์จากถ่านชีวภาพมีหลากหลาย ดังนี้

## ประโยชน์แก่ดิน

1.เพิ่มความสามารถในการเก็บความชื้นในดินช่วยในการปรับปรุงเนื้อดินที่มีความแข็งดานให้ร่วนซุยและสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น

2.ปรับปรุงการเก็บบำบัดสารอาหารในดิน รวมถึงสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยในการทำเกษตร

3.ปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของเนื้อดินให้มีสภาพเป็นกลาง

4.ปรับปรุงการทำงานในการย่อยสลายของจุลินทรีย์เป็นที่อยู่ให้กับจุลินทรีย์สำหรับทำกิจกรรมเพื่อสร้างอาหารให้ดิน เมื่อดินอุดมสมบูรณ์จะส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น

**ประโยชน์แก่พืช**

1.ทำให้อัตราการงอกและเจริญเติบโตของต้นอ่อนสูงขึ้น

2.ช่วยปรับปรุงให้มีความต้านทานต่อโรคของพืชและศัตรูพืชได้เพิ่มขึ้น

3.ช่วยในการพัฒนาการเจริญของรากได้ดีขึ้น

**ประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม**

1.ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เนื่องจากถ่านชีวภาพสามารถลดคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศในระยะยาวได้ด้วยการกักเก็บคาร์บอนในดิน

2.ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นและดูดความขึ้นโดยช่วยในกระบวนการจัดการของเสียประเภทอินทรีย์วัตถุได้ เนื่องจากเทคโนโลยีถ่านชีวภาพมีศักยภาพในการกำจัดของเสียที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นมิตรได้

3.ลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ลดก๊าซเรือนกระจก ลดภาวะโลกร้อนด้วย

4.สามารถใช้เป็นพลังงานทนแทนได้จาก กระบวนการผลิตถ่านชีวภาพทำให้ได้พลังงานชีวภาพใน การขนส่งและในระบบอุตสาหกรรม

5.การจัดการของเสียซึ่งได้แก่ชีวมวล เนื่องจากถ่านชีวภาพจัดเป็นพลังงานหมุนเวียนซึ่งมีข้อดีคือให้พลังงานควบคู่ไปกับช่วยลดค่าใช้จ่ายในการ จัดการวัสดุเหลือทิ้งและเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุนั้น

6.การแก้ปัญหาความยากจน เช่น ช่วยลดปริมาณ การใช้ปุ๋ยเคมีและเพิ่มรายได้จากการเพิ่มผลผลิตการเกษตร[4,7] ได้มีผลการวิจัยเกี่ยวกับประโยชน์ของถ่านชีวภาพต่อการ

ปลูกพืช หากนำถ่านชีวภาพมาใช้ประโยชน์ดังกล่าวข้างต้น จะช่วยสนับสนุนนโยบายในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 ในเรื่องการแก้ปัญหาเรื่องดินเสื่อม การพัฒนาและ ส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนจากพืชแทนการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล และความยากจน[8]

การใช้ถ่านชีวภาพ Biochar จึงสามารถใช้ในการปรับปรุงดิน โดยจะเข้าไปปรับโครงสร้างดิน ทำให้เกิดเป็นบ้าน หรือ คอนโดของจุลินทรีย์ทำให้สามารถขยายตัวได้มากขึ้น เป็นการอยู่ร่วมกันแบบ symbiosis อีกทั้งถ่านชีวภาพทำให้มีเสถียรภาพของคอนโดของจุลินทรีย์อย่างถาวรมีอายุยาวนานเป็นร้อยปีได้สามารถปรับโครงสร้างดินที่มีสภาพเสื่อมโทรมให้กลายเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเพาะปลูกได้ จึงเป็นปัจจัยที่จะส่งเสริมให้เกิดความมั่นคงทางอาหารได้

การส่งเสริมการใช้ถ่านชีวภาพ (Biochar) ในแปลงเกษตรหน่วยทหาร จะช่วยเพิ่มเสถียรภาพทางอาหารของกองทัพและชุมชนรอบค่ายหรือพื้นที่รับผิดชอบของหน่วยทหารได้ อีกทั้งยังได้บริโภคพืชผลทางเกษตรอินทรีย์ ทำให้ร่างกายลดการรับสารพิษที่ตกค้างในอาหารทำให้มีสุขภาพร่างกายที่ดีขึ้น และยังส่งเสริมให้ทหารเป็นผู้นำในกิจกรรมการลดภาวะโลกร้อนอีกทางหนึ่งด้วย

การใช้ถ่านชีวภาพในประเทศไทยยังไม่แพร่หลายเพราะการวัดคุณภาพของพืชผักที่ผลิตต้องทำในห้องทดลองที่มีค่าใช้จ่ายสูง งานวิจัยนี้ได้นำเสนอ Brix refractometer[11] ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายที่นำมาวัดระดับน้ำตาลของพืชผล เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของพืชผลและบ่งถึงระดับการฟื้นฟูของดิน ซึ่งจะเป็นแรงจูงใจแก่ผู้ทำการผลิตเนื่องจากมีตัวชี้วัดอย่างเป็นรูปธรรม ในขณะเดียวกันปริมาณของBiochar ที่ใช้ในการเพาะปลูกสามารถคำนวณ Carbon credit[9,10] ซึ่งจะสะท้อนผลของการลดโลกร้อนได้

จึงเป็นที่มาของคำถามในการวิจัยว่า เสริมสร้างศักยภาพสนับสนุนการพัฒนาประเทศ และช่วยเหลือประชาชน ในด้านความมั่นคงทางอาหารในการปรับปรุงดินเพิ่มคุณภาพของพืชผลทางเกษตร และในการช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนด้วย เพื่อให้การ

สนับสนุนการ พัฒนาประเทศและช่วยเหลือประชาชนของกองทัพเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อ เป้าหมายของแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ และประเด็นยุทธศาสตร์ด้านความมั่นคง ต่อไป

## คำถามการวิจัย

1.สภาพปัจจุบันของการใช้ถ่านชีวภาพ สำหรับผลิตผลทางการเกษตร ของกองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3 เป็นอย่างไร

2.การใช้ถ่านชีวภาพ (Biochar) ในการปรับปรุงคุณภาพของดินจะช่วยเพิ่มระดับน้ำตาลซึ่งสะท้อนถึงระดับการสังเคราะห์แสง ความอุดมสมบูรณ์ของจุลินทรีย์ในดินและแร่ธาตุในพืชผลทางการเกษตรโดยการใช้ Brix refractometer เปรียบเทียบกับผลผลิตทางการเกษตรที่ใช้ถ่านชีวภาพ (Biochar) มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

3. แนวทางการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อความมั่นคงทางอาหารในหน่วยทหาร ควรเป็นอย่างไร

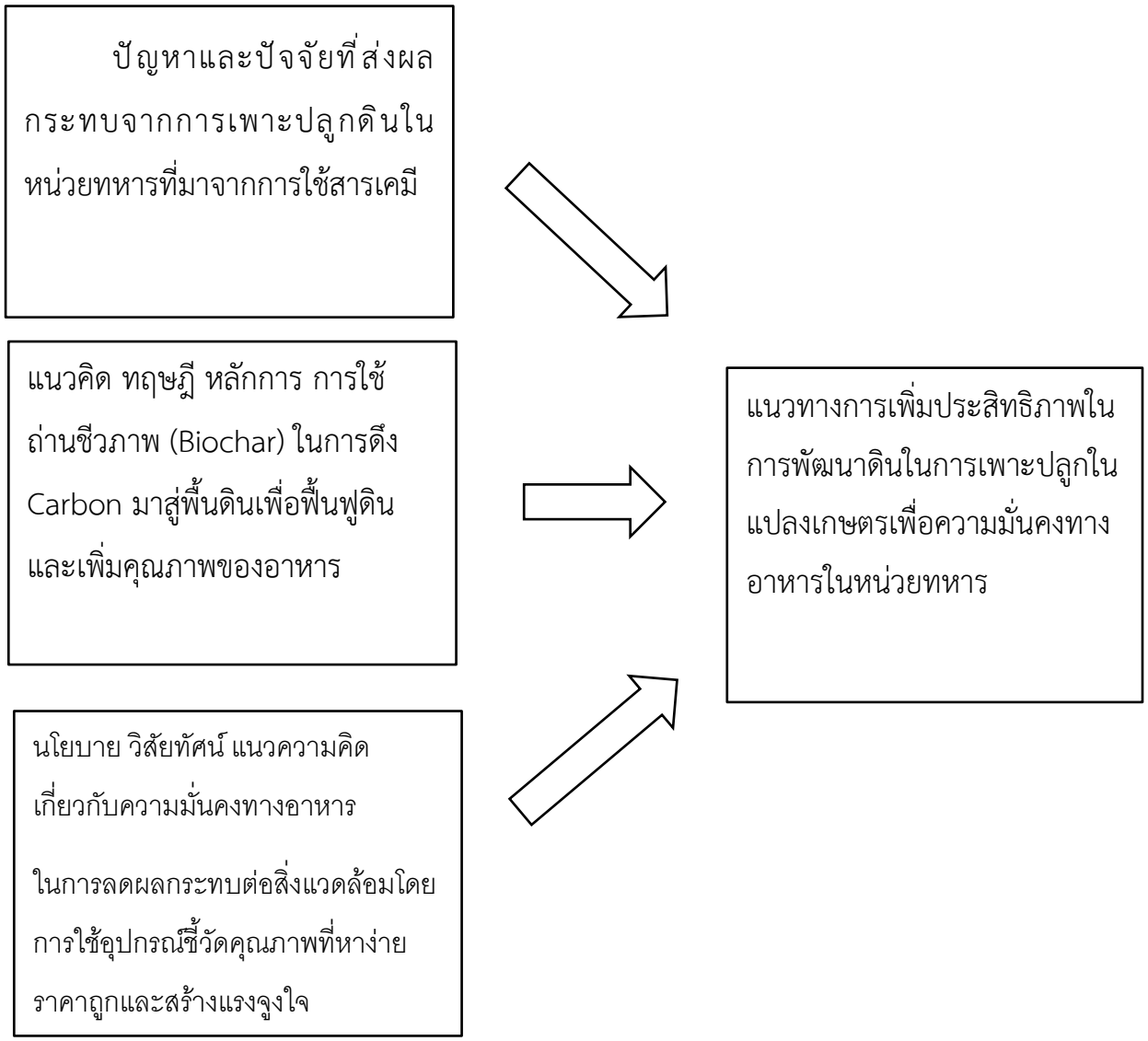
## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของการใช้ถ่านชีวภาพ สำหรับผลิตผลทางการเกษตรของกองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3

2. เพื่อศึกษาการใช้ถ่านชีวภาพ (Biochar) ในการปรับปรุงคุณภาพดินสำหรับเพื่อเพิ่มคุณภาพ หรือคุณค่าทางอาหารของพืชผลโดยสะท้อนจากระดับน้ำตาลของพืชผลทางการเกษตรโดยการใช้ Brix refractometer เปรียบเทียบกับผลผลิตทางการเกษตรที่ใช้ถ่านชีวภาพ (Biochar)

3.เพื่อเสนอแนวทางการใช้ถ่านชีวภาพสำหรับเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อความมั่นคงทางอาหารในหน่วยทหาร

## กรอบแนวคิดการวิจัย




กรอบแนวคิดการวิจัย

ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 - 2580 ยุทธศาสตร์ ที่ 1 ด้านความมั่นคง

แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ

ประเด็นที่ 1 ความมั่นคงยุทธศาสตร์กองทัพบก 20 ปี (พ.ศ.2560 - 2579) แผนปฏิบัติราชการระยะ 3 ปี (พ.ศ. 2563 - 2565) ของ กองทัพบก

## วิธีการศึกษา

1. ทบทวนวรรณกรรมจากแหล่งข้อมูลในการวิจัยเชิงปริมาณครั้งนี้ ผู้วิจัยอาศัยข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูลที่เป็นเอกสาร ได้แก่ ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี แผนพัฒนากองทัพบก ปี 2560-2564 ทบทวนวรรณกรรมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และทบทวนประสบการณ์การใช้ถ่านชีวภาพในการฟื้นฟูดินสำหรับดินในค่ายทหารและวางแผนการทำแปลงทดลองในหน่วยทหารซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลการวิจัยเชิงปริมาณต่อไป

2. ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงยุทธศาสตร์ของวิทยาลัยการทัพบก ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ใช้การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) อันประกอบไปด้วย กระบวนการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร หรือการวิจัยเชิงเอกสาร (Documentary Research) และการทดลองจากแปลงเพาะปลูก โดยการปลูกพืชโดยใช้ถ่านชีวภาพ (Biochar) ในระดับที่ต่างกันแล้วเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของดิน ผลผลิตของพืช และ ระดับน้ำตาล ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของผลผลิต ความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นข้อมูลปฐมภูมิ โดยการออกแบบการทดลองเป็นแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มีรูปแบบดังนี้

## การเตรียมอุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัสดุ

- ถ่านชีวภาพผลิตจากแกลบ และมะม่วงแท่ง
- ปุ๋ยคอก
- น้ำหมักชีวภาพ
- เมล็ดผักโขมเขียว-แดง
- Brix refractometer

2.2 วิธีการ

2.2.1 ตำแหน่งที่ทำการทดลอง

โครงการวิจัยได้ดำเนินการที่ศูนย์เรียนรู้ของกองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3 ค่ายสมเด็จพระเอกาทศรถ จ.พิษณุโลก

ในการทดลองนี้ ถ่านชีวภาพผลิตจากแกลบ 50% และมะม่วงแท่ง 50% Randomized Complete Block Design (RCBD) ใช้สำหรับการจำลอง 4 ครั้งและ 4 การบำบัด การบำบัดมีดังต่อไปนี้

T1 – การควบคุม

T2 - ถ่านชีวภาพ 2 กก. และปุ๋ยคอก 4 กก.

T3 - ถ่านชีวภาพ 3.5 กก. และปุ๋ยคอก 4 กก.

T4 - ถ่านชีวภาพ 5 กก. และปุ๋ยคอก 4 กก.

2.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

1) นำถ่านชีวภาพที่ผลิตจากแกลบและแท่งมะม่วงคลุกกับปุ๋ยคอกและใส่น้ำหมักชีวภาพเพื่อทำการหมักดินปลูก ก่อนที่จะผสมลงในแปลงเพาะปลูก

2) แผนย่อยสิบหกแผนถูกจัดเตรียมและสร้างแบบ

3) เก็บตัวอย่างดินที่มีความลึก 0-15 ซม. สำหรับสารเคมีในดินและการวิเคราะห์ทางกายภาพ

4) อัตราการออกแบบของถ่านชีวภาพและปุ๋ยคอกถูกนำไปใช้ในแผนย่อยด้วยขนาดแปลง 1.4x5.0 ม. จำนวน 16 แปลง โดยปลูกแปลงละ 115 ต้น รวมทั้งหมด 1,840 ต้น

5) ติดตั้งระบบน้ำหยดในทุกแปลงย่อย

6) ปลูกต้นกล้าผักโขมเขียว-แดงในถาดเพาะเมล็ด ในสัดส่วน 1เมล็ด/หลุม

7) ผักโขมเขียว-แดงเมื่ออายุ 1 เดือน เริ่มเก็บเกี่ยวได้

8) เก็บตัวอย่างพืชและดินหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อวิเคราะห์ดิน และค่า Brix index เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ

9) การวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการหาค่า P-value

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ข้อมูลปฐมภูมิคือข้อมูลที่ได้มาโดยตรงจากแปลงทดลอง โดยการทำแปลงทดลองและเก็บข้อมูลของประสิทธิภาพของถ่านชีวภาพต่อคุณภาพของพืชและดิน การวิเคราะห์ดินและการวัดค่าน้ำตาลโดยใช้ Brix index

4. การวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยฉบับนี้ เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จะนำข้อมูลที่ได้มาทำการ วิเคราะห์ข้อมูล โดยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Statistical Analysis) เพื่อแยกแยะให้เห็นถึง ค่าองค์ประกอบของดิน เพื่อพิสูจน์ค่าใช้เชิงคุณภาพของถ่านชีวภาพ และการวัดค่าน้ำตาล (Brix index) ใช้กรอบการคิดเชิง ยุทธศาสตร์เป็นแนวทางและนำผลการศึกษาในเรื่องต่างๆ มาประมวล และทำการ สังเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปและพิจารณาหาหนทางในการแก้ไขปัญหา

5.ขั้นตอนการดำเนินการ

| รายการ | 2564 | | 2565 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **พ.ย.** | **ธ.ค.** | **ม.ค.** | **ก.พ.** | **มี.ค.** | **เม.ย.** | **พ.ค.** |
| พัฒนาและเสนอโครงร่างการวิจัย | ← | → | | | | | |
| ทำแปลงทดลองปลูกพืช เก็บรวบรวมข้อมูล ค่าBrix index | | ← | — | — | → | | |
| วิเคราะห์ข้อมูล | | | ← | — | → | | |
| การสรุปผลและการอภิปราย | | | | | ← | → | |
| การจัดทำรายงานวิจัยและรูปเล่ม | | | | | | ↔ | ↔ |

พัฒนาและเสนอโครงร่างวิจัย เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล การสรุปและอภิปรายผล การจัดทำรายงานวิจัย และ รูปเล่มวิจัย

## ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มความมั่นคงทางอาหารโดยเฉพาะการเพิ่มคุณภาพและความปลอดภัยของผลผลิตในหน่วยทหาร
2. เพื่อลดมลพิษจากของเสียทางชีวมวลโดยเปลี่ยนเป็นสารบำรุงดินเพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลิตผลทางการเกษตร
3. ใช้เป็นการเก็บข้อมูลที่เป็นหลักฐานถึง การใช้ brix refractometer ในการวัดคุณภาพของพืชผล และระดับการฟื้นฟูของดิน เพื่อเป็นแรงจูงใจ ให้มีการผลิตอาหารที่มีคุณภาพ ที่สามารถวัดคุณภาพได้ต่อไป
4. เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ทหารมีกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพ สิ่งแวดล้อม และลดภาวะโลกร้อน

# บทที่ 2
# บทวิเคราะห์

## การออกแบบการทดลองเป็นแบบ Randomized Complete Block Design

การเตรียมแปลงปลูก 16 แปลง โดยใช้พื้นที่แปลงเกษตรของหน่วยกองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3

การทดลองประกอบด้วย “แปลงทดลอง 16 แปลง” ใช้พื้นที่ทั้งสิ้น 175 ตารางเมตร ดังภาพที่ 4 โดยแต่ละแปลงมีพื้นที่เพาะปลูก 7 ตารางเมตรขนาดกว้าง 1.4 เมตรและยาว 5 เมตร กำหนด ให้ทั้ง16แปลง แบ่งเป็น4 แถว กำหนดเป็นR1,2,3,4 และแต่ละแถวมี4แปลง ที่มีสมาชิกเป็นT1,2,3,4 โดยที่ T1 เป็นแปลงควบคุมไม่มีการใส่ถ่านชีวภาพ T2 มีระดับของถ่านชีวภาพผสมอยู่ 10% T3 มีระดับของถ่านชีวภาพผสมอยู่ 20% T4 มีระดับของถ่านชีวภาพผสมอยู่ 30% การทดลองนำถ่านชีวภาพมาผสมกับปุ๋ยคอก โดยใช้อัตราส่วนถ่านชีวภาพต่อปุ๋ยคอก ดังต่อไปนี้ 0:4 2:4 3.5:4 และ 5:4 กิโลกรัม เรียงตามลำดับ โดยถ่านชีวภาพสำหรับ “แปลงทดลอง” ใช้ถ่านที่ผลิตเองจากเศษวัสดุเหลือใช้ที่เป็นเศษกิ่งไม้ทิ้งอยู่รอบและจากแกลบ เพื่อใช้เปรียบเทียบผลผลิตของผักโขมเขียวแดงในการทดลอง และเดินระบบน้ำเป็นระบบน้ำพุ่งครอบคลุมทั้งหมดทุกแปลงเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำที่ได้รับของพืชผักในแต่ละแปลง หลังจากเตรียมแปลงทดลองแล้วเสร็จ ได้นำเมล็ดพันธุ์ผักโขมเขียวแดงที่ได้จัดเตรียมไว้มาเพาะต้นกล้าก่อนนำลงปลูกต่อไป การนำกล้าผักโขมเขียวแดงที่ได้เตรียมไว้ลง แปลงทดลอง และการดูแลด้วยการรดน้ำวันละ 2 ครั้งเช้า-เย็น การกำจัดศัตรูพืชโดยวิธีอินทรีย์และการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของผักโขมเขียวแดงตลอดการทดลอง

**การวิเคราะห์ผลการทดลอง**

1. การวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน

1.1 คุณสมบัติของดินก่อนการใส่ถ่านชีวภาพ

การวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนการทดลองพบว่าปฏิกิริยาของดิน (pH) เป็น 6.6 ซึ่งเป็นกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุ 5.19 % อยู่ในระดับสูงมาก มีปริมาณฟอสฟอรัส 43 มก./กก. ซึ่งเป็นระดับสูงมาก และมีปริมาณโพแทสเซียม 160 มก./กก. ซึ่งอยู่ในระดับสูงมาก (ตารางที่ 1)

1.2 คุณสมบัติของดินหลังใส่ถ่านชีวภาพ

หลังจากใส่ถ่านชีวภาพแล้ว พบว่าปฏิกิริยาดิน (pH) อยู่ในช่วง 6.6-6.8 กับค่าเฉลี่ย 6.73 สารอินทรีย์ในดินอยู่ในช่วง 5.04-6.02% โดยเฉลี่ย 5.61%. ฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในช่วง 43.75-56.67 มก./กก. โดยมีค่าเฉลี่ย 51.14 มก./กก. มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 201-220.67 มก./กก. โดยมีค่าเฉลี่ย 210.39 มก./กก. (ตารางที่ 2) แสดงว่าคุณสมบัติของดินทั้งหมดเพิ่มขึ้นเนื่องจากผลของการใช้ถ่านชีวภาพและปุ๋ยคอก แต่ค่าที่ได้ผลดีที่สุดอยู่ใน T4 ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสสูงกว่าทุกตัว

ผลการวิเคราะห์ดิน 2 ผล พบว่าปฏิกิริยาดินเพิ่มขึ้นจาก pH 6.6 ก่อนการทดลองให้มีค่า pH 6.73 หลังใส่ถ่านชีวภาพสามารถเห็นได้ว่าถ่านชีวภาพปรับปรุงปฏิกิริยาของดิน (pH) เนื่องจากความเป็นด่าง[12]

การใช้ถ่านชีวภาพและปุ๋ยคอกในการทดลองนี้ มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจาก 5.19% (ก่อนใส่ถ่านชีวภาพ) เพิ่มขึ้นถึง 5.61% (หลังใส่ถ่านชีวภาพ) สำหรับฟอสฟอรัสที่มีอยู่เพิ่มขึ้นจาก 43 มก./กก. เป็น 51.14 มก./กก. โพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจาก 160 มก./กก. เป็น 210.39 มก./กก. ดังนั้น จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจนหลังจากการใส่ถ่านชีวภาพ

2. การวิเคราะห์ระดับค่าน้ำตาลในผักโขมเขียว-แดง ที่ปลูกในแปลงทดลองที่ผสมถ่านชีวภาพเป็นสารปรับปรุงดินในระดับที่แตกต่างกัน

2.1 การวิเคราะห์ค่าน้ำตาลจากการตรวจ Brix index

นำผลตรวจ Brix index จากแปลงทดลอง T1-T4 มาคำนวณหาค่า p-value เพื่อเปรียบเทียบว่าค่าน้ำตาลที่วัดได้มีระดับที่สูงขึ้นนั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยดูข้อมูลได้จากตารางที่ 3

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าน้ำตาลที่ได้จากการทดลอง T1-T4 มีค่าแตกต่างกัน โดยแปลงที่ได้รับการผสมถ่านชีวภาพ T2-T4 มีค่าสูงกว่า T1 แต่เมื่อนำมาคำนวณค่า p-value แล้วพบว่ายังไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเราจะหาข้อมูลสนับสนุนว่าการใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มคุณภาพของผักโขมเขียว-แดงนี้ โดยใช้ข้อมูลเพิ่มเติมจากการวัดน้ำหนักราก น้ำหนักต้น และน้ำหนักรวม เพื่อเป็นข้อมูลในการสนับสนุน ตามตารางที่ 5

จากตารางที่ 6, 7 และ 8 จะเห็นได้ว่าน้ำหนักของราก ลำต้น และน้ำหนักรวมของ T2-T4 มีค่าสูงขึ้นตามลำดับของปริมาณถ่านชีวภาพที่ผสมแตกต่างกันในแต่ละแปลง ซึ่งสอดคล้องกันว่า ในระดับปริมาณที่สูงที่สุด คือ ใน T4 ให้ผลลัพธ์ที่มากที่สุด และในระดับที่ต่ำที่สุด คือ T2 ได้ผลลัพธ์น้อยที่สุด แต่ก็ยังมากกว่าแปลงควบคุม คือ T1

เมื่อคำนวนหาคำนวณหาค่า p-value เพื่อเปรียบเทียบว่าค่าน้ำหนักของราก ลำต้น และน้ำหนักรวม ที่วัดได้ ยังไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดูข้อมูลได้จากตารางที่ 6, 7 และ 8 อาจเป็นเพราะว่า เนื่องจากตัวอย่างที่สุ่มตรวจมีจำนวนไม่มากพอที่จะให้ค่าคำนวนทางสถิติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางยุทธศาสตร์จะเรียงลำดับตามคำถามและวัตถุประสงค์การวิจัยในครั้งนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของการใช้ถ่านชีวภาพ สำหรับผลิตผลทางการเกษตร ของกองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3

ผลการวิเคราะห์ดินจาก สำนักงานพัฒนาที่ดิน จังหวัดพิษณุโลก

ค่าดิน อินทรียวัตถุในดิน Organic matter หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
ก่อนใส่ถ่านชีวภาพ T1 =5.19 T2=5.28 T3=4.86 T4=5.38
หลังใส่ถ่านชีวภาพ T1 =5.22 T2=5.77 T3=5.04 T4=6.02

ค่าฟอสฟอรัส หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ก่อนใส่ถ่านชีวภาพ T1=43 T2=37.25 T3=45.33T4=47.33
หลังใส่ถ่านชีวภาพ T1=47.67 T2=43.75 T3=53 T4=56.67

ค่าโพแตสเซียม หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ก่อนใส่ถ่านชีวภาพ T1=160 T2=165 T3=144 T4=181.33
หลังใส่ถ่านชีวภาพ T1=205.67 T2=209.5 T3=201 T4=220.67

ค่าpH
ก่อนใส่ถ่านชีวภาพ T1=6.6 T2=6.5 T3=6.6 T4=6.6
หลังใส่ถ่านชีวภาพ T1 =6.8 T2=6.6 T3=6.8 T4=6.8

**ผลการวิเคราะห์ค่าดิน**

จากผลการตรวจวิเคราะห์ค่าดินพบว่าค่า อินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ค่า pHและค่า โดยค่าที่ได้จาก T1-T4 พบว่าในT4 ที่มีปริมาณถ่านชีวภาพในระดับสูงที่สุดมีค่ามากที่สุดทั้งก่อนและหลังใส่ถ่านชีวภาพ และเมื่อนำมาคำนวณหาค่า P-value พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติแต่นัยสำคัญทางสถิติไม่สูง (P-value มากกว่า 0.05) อาจเป็นผลมาจากจำนวนตัวอย่างที่ใช้ไม่มากเนื่องจากตัวเลขของ

ข้อมูลมีจำกัดจึงทำให้ค่าของ P-value ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างชัดเจนและผลการทดลองพบว่าลักษณะของดินที่นี่มีค่าความเป็นกลาง โดยการใช้ถ่านชีวภาพและปุ๋ยคอกในการทดลอง T4 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจาก 5.19% (ก่อนใส่ถ่านชีวภาพ) เพิ่มขึ้นถึง 6.02% (หลังใส่ถ่านชีวภาพ) สำหรับฟอสฟอรัสที่มีอยู่เพิ่มขึ้นจาก 43 มก./กก. เป็น 56.67 มก/กก. โพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจาก 160 มก./กก. เป็น 220.67 มก./กก. ซึ่งสนับสนุนข้อมูลว่า สามารถปรับปรุงคุณภาพดินได้ดีขึ้น

ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักการของยุทธศาสตร์ในเรื่องการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินโดยใช้บทวิเคราะห์ SWOT Analysis of Biochar ดังนี้

S strength จุดแข็ง ของถ่านชีวภาพ

ใช้สิ่งที่เป็นขยะชีวมวล (Biomass waste)ช่วยในกระบวนการจัดการของเสียประเภทอินทรีย์วัตถุได้ เนื่องจากเทคโนโลยีถ่านชีวภาพมีศักยภาพในการกำจัดของเสียที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นมิตรได้

ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เนื่องจากถ่านชีวภาพสามารถลดคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ ในระยะยาวได้ด้วยการกักเก็บคาร์บอนในดิน

ช่วยปรับปรุงดินและผลผลิตทางการเกษตร เนื่องจากเมื่อนำถ่านชีวภาพลงดิน ลักษณะความเป็นรูพรุนของถ่านชีวภาพจะช่วยกักเก็บน้ำและอาหารในดิน และเป็นที่อยู่ให้กับจุลินทรีย์สำหรับทำกิจกรรมเพื่อสร้างอาหารให้ดิน เมื่อดินอุดมสมบูรณ์จะส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น

W weakness จุดอ่อน ของถ่านชีวภาพ

ความรู้เกี่ยวกับถ่านชีวภาพ ยังมีน้อยไม่แพร่หลาย อีกทั้งยังเป็นเรื่องใหม่สำหรับประเทศไทย

กำลังแรงงานทางด้านนี้ยังขาดแคลนทำให้ยังไม่แพร่หลาย

O opportunities โอกาส ของถ่านชีวภาพ

สามารถปรับปรุงสภาพดินที่เสื่อมโทรมได้ ฟื้นฟูดินที่มีสภาพไม่เหมาะสมในการเพาะปลูกทำให้เพิ่มพื้นที่ในการเพาะปลูกพืชผลได้ เมื่อดินอุดมสมบูรณ์จะส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้นและมีคุณภาพมากขึ้น

สามารถลดฝุ่นPM 2.5 ได้ที่เกิดจากการเผาขยะชีวมวลภาคเกษตร

สามารถลดก๊าซเรือนกระจกลงได้ยังผลให้ลดภาวะโลกร้อนได้

สามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์ทดแทน ปุ๋ยเคมีที่มีราคาสูงขึ้น

จากสถานการณ์ระบาดหนักของโคโรน่าไวรัส COVID-19 ทำให้ผู้คนให้ความสนใจในอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น ซึ่งการใช้ถ่านชีวภาพสามารถปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตรมีคุณค่าทางอาหารจากการเพิ่มจุลินทรีย์ จำพวก Probiotics มากขึ้น

T threat อุปสรรค ของถ่านชีวภาพ

ความตระหนักถึงเรื่องการใช้ถ่านชีวภาพยังมีอยู่น้อย ทำให้เสียโอกาสในการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ผู้ผลิตมักสนใจในการผลิตเชิงปริมาณมากกว่าเชิงคุณภาพทำให้คุณค่าทางอาหารได้รับลดลงไปการใช้ถ่านชีวภาพอาจใช้ไม่ได้กับดินทุกประเภท ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยรองรับเพียงพอจึงอาจนำไปใช้อย่างผิดๆแล้วไม่ประสบความสำเร็จ

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาการใช้ถ่านชีวภาพ (Biochar) ในการปรับปรุงคุณภาพดินสำหรับเพิ่มคุณภาพ หรือคุณค่าทางอาหาร (nutritional value) ของพืชผลโดยสะท้อนจากระดับน้ำตาลของพืชผลทางการเกษตรโดยการใช้ Brix refractometer เปรียบเทียบกับผลผลิตทางการเกษตรที่ใช้ถ่าน (Biochar) ผลการทดลองในแปลงทดลองปลูกผักโขมเขียวแดง

การดำเนินการลงแปลงปลูกทั้ง 16 แปลง และการเก็บเกี่ยวเพื่อนำมาทดสอบค่าน้ำตาลโดย Brix refractometer

ทดลองโดยการวัดขนาดน้ำหนัก และสุ่มตรวจระดับน้ำตาลจากการคั้นน้ำจากใบและลำต้นของพืชตามแปลงทดลอง

ผลการวิเคราะห์การวัดระดับค่าน้ำตาลในผักโขมเขียวแดงที่ปลูกในแปลงทดลองที่ผสมถ่านชีวภาพในระดับที่แตกต่างกัน แสดงผลของค่าต่างๆที่วัดได้ดังนี้

ค่า Brix Index

เมื่ออายุพืช 30 วัน T1=4.76 T2=4.78 T3=4.8 T4=4.9

และเพิ่มเติมค่าของน้ำหนักพืชเพื่อเป็นการช่วยยืนยันเชิงปริมาณและคุณภาพของผลผลิต โดยมีข้อมูลเพิ่มเติมดังนี้

น้ำหนักของต้น หน่วยเป็น กิโลกรัม

เก็บเกี่ยวตอนอายุ45วัน T1 =2.72 T2=2.99 T3=3.06 T4=3.22

น้ำหนักของราก หน่วยเป็น กิโลกรัม

เก็บเกี่ยวตอนอายุ45วัน T1 =0.33 T2=0.35 T3=0.36 T4=0.38

**วิเคราะห์ผลการทดลองนี้ค่าที่วัดได้ คือ**

ค่าระดับน้ำตาล จากBrix refractometer ได้ค่าเป็น Brix index โดยเปรียบเทียบจาก T1-4 พบว่าค่าที่วัดได้จากT4 มีค่าสูงสุด แต่จากการเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าเมื่อนำมาคำนวณหาค่า P-value พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติแต่นัยสำคัญทางสถิติไม่สูง (P-value มากกว่า 0.05) อาจเป็นผลมาจากจำนวนตัวอย่างที่ใช้ไม่มากเนื่องจากตัวเลขของข้อมูลมีจำกัดจึงทำให้ค่าของ P-value ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างชัดเจนแต่กล่าวได้ว่าถ่านชีวภาพสามารถปรับปรุงผลผลิตในเชิงคุณภาพได้จริง ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าน้ำตาลที่ได้จากการทดลอง T1-T4 มีค่าแตกต่างกัน โดยแปลงที่ได้รับการผสมถ่านชีวภาพ T2-T4 มีค่าสูงกว่า T1 แต่เมื่อนำมาคำนวณค่า P-value แล้วพบว่ายังไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติชัดเจน ซึ่งเราจะหาข้อมูลสนับสนุนว่าการใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มคุณภาพของผักโขมเขียว-แดงนี้ โดยใช้

ค่าน้ำหนักโดยรวมของผักโขมเขียวแดง ซึ่งพบว่ามีค่าสูงมากขึ้นตามปริมาณของถ่านชีวภาพที่มีสัดส่วนสูงขึ้นจึงอธิบายได้ว่าถ่านชีวภาพสามารถปรับปรุงคุณภาพดินให้

ดีขึ้นและปรับปรุงผลผลิตในเชิงปริมาณได้จริง จากตารางที่6, 7 และ 8 จะเห็นได้ว่า น้ำหนักของราก ลำต้น และน้ำหนักรวมของ T2-T4 มีค่าสูงขึ้นตามลำดับของปริมาณถ่านชีวภาพที่ผสมแตกต่างกันในแต่ละแปลง ซึ่งสอดคล้องกันว่า ในระดับปริมาณที่สูงที่สุด คือ ใน T4 ให้ผลลัพธ์ที่มากที่สุด และในระดับที่ต่ำที่สุด คือ T2 ได้ผลลัพธ์น้อยที่สุด แต่ก็ยังมากกว่าแปลงควบคุม คือ T1

เมื่อคำนวนหาคำนวณหาค่า P-value เพื่อเปรียบเทียบว่าค่าน้ำหนักของราก ลำต้น และน้ำหนักรวมที่วัดได้ ยังไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดูข้อมูลได้จากตารางที่ 6, 7 และ 8 อาจเป็นเพราะว่า เนื่องจากตัวอย่างที่สุ่มตรวจมีจำนวนไม่มากพอที่จะให้ค่าคำนวนทางสถิติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์เชิงยุทธ์ศาสตร์โดยใช้หลัก 4M ในการวิเคราะห์ปัญหาในการใช้ Brix refractometer เพื่อตรวจหาค่าระดับน้ำตาล

1. M man เรื่อง กำลังคนสำหรับในการใช้ Brix refractometer นั้น สามารถใช้คนที่มีความรู้มาฝึกปฏิบัติได้โดยไม่ยาก และสามารถใช้กำลังคนเพียง 1 คนก็สามารถทำการตรวจหาค่าน้ำตาลได้แล้ว
2. M money เรื่อง งบประมาณในการจัดหาราคาของ Brix refractometer ในท้องตลาดอยู่ที่ประมาณ 2,000 – 5,000 บาท ซึ่งถือว่าเป็นราคาที่ไม่สูงมากนักหน่วยสามารถจัดหาได้โดยง่าย
3. M material ในด้านอุปกรณ์เครื่องวัดน้ำตาล Brix refractometer สามารถจัดหาได้โดยไม่ยาก วิธีการใช้งานอุปกรณ์สามารถปฏิบัติได้โดยง่าย รวมถึงการปรนนิบัติบำรุงก็สามารถหาอุปกรณ์ซ่อมได้ไม่ยาก
4. M management การบริหารจัดการในการใช้อุปกรณ์ก็สามารถฝึกหัดได้จากคู่มือที่อยู่ในบรรจุภัณฑ์ สามารถศึกษาได้ด้วยตนเองได้ แต่เทคนิคการใช้อาจจะต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญมาแนะนำ และตรวจสอบการใช้งานว่าทำถูกวิธีหรือไม่ และหน่วยปฏิบัติจัดหาได้เพียงหน่วยละ 1 เครื่อง ก็สามารถเพียงพอต่อการใช้งาน

3. เพื่อเสนอแนวทางการใช้ถ่านชีวภาพสำหรับเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อความมั่นคงทางอาหารในหน่วยทหาร

โดยนำ Food security: ความมั่นคงทางอาหารทั้ง 3 ด้านที่นำมาวิเคราะห์

ด้านปริมาณที่พอเพียง (Quantity) วัดจากการเจริญเติบโตจากขนาด น้ำหนักราก และลำต้นพืชและอินทรีย์สารในดิน สะท้อนถึงความสมบูรณ์ของผลผลิตเชิงปริมาณ

ด้านคุณค่าทางอาหาร(Nutrition)วัดจากการที่พืชมีความสามารถในการเจริญเติบโตและสังเคราะห์แสงได้ดีซึ่งจะทำให้ได้น้ำตาลสะสมในเซลล์พืชสูงขึ้นโดยสามารถวัดได้จากอัตราสะสมของน้ำตาลจากการวัดค่าในBrix index และค่าของสารอาหารต่างๆ

ด้านความปลอดภัยของอาหาร (Food safety)โดยกรรมวิธีการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ที่ไม่ได้ใช้สารเคมี ยาฆ่าแมลง ปุ๋ยเคมีต่างๆ ทำให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยจากสารเคมีตกค้างในพืชผลทางการเกษตร จึงสามารถเรียกได้ว่าเกษตรอินทรีย์ได้

จากข้อมูลผลการทดลองสามารถเชื่อมโยงการวิเคราะห์ทางยุทธศาสตร์ได้ดังนี้

การวิเคราะห์สภาวะแวดล้อมแวดล้อมด้านความมั่นคงที่อาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหาร โดยสามารถอธิบายได้ตามมิติพลังอำนาจแห่งชาติ ดังนี้

1. มิติการเมืองเรื่อง พบปัญหาภัยคุกคามความมั่นคงต่างๆ รวมถึงภัยจากโรคระบาดใหม่ COVID-19 ทำให้มีความเสี่ยงในเรื่องความขาดแคลนอาหาร การเข้าถึงอาหารและการเข้าสู่สภาวะข้าวยากหมากแพง ทำให้ประชาชนเดือดร้อนในวงกว้างทำให้สั่นคลอนเสถียรภาพของรัฐบาลเป็นอย่างมาก

การที่เราเข้าสู่ยุคข้าวยากหมากแพง ค่าครองชีพที่สูงขึ้น ปุ๋ยเคมีที่ราคาสูงขึ้น ราคาอาหารที่สูงขึ้นและภัยธรรมชาติ ที่ทำให้ความมั่นคงทางอาหารแย่ลงส่งผลให้เกิดความระส่ำระสายในสังคม การส่งเสริมให้เกษตรกรและประชาชนผลิตอาหารที่มีคุณภาพด้วยตนเองจะเป็นการลด ความตึงเครียด ทางการเมือง ตัวอย่างเช่น ปัจจุบันอินโดนีเซียเลิก

ส่งออกน้ำมันปาล์ม ถ้าประเทศไทยสามารถเพิ่มผลผลิต ของน้ำมันปาล์ม โดยวิธีอินทรีย์ได้ ก็จะเพิ่มเสถียรภาพ ให้กับประเทศมากขึ้น

2. มิติสังคม ปัญหาความมั่นคงทางอาหารที่ส่งผลในด้านปริมาณและคุณภาพ รวมถึงความปลอดภัยในการบริโภค อีกทั้งแนวโน้มในการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพที่แพร่หลายมากขึ้นจากสังคมผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้น และ มีการระบาดของโรคระบาดอุบัติใหม่ที่เกิดขึ้น

3. มิติการทหาร สถานการณ์ด้านภัยพิบัติทั้งจากภัยธรรมชาติ อุทกภัย ภัยแล้ง ไฟป่า ภัยหนาว และโรคระบาดรุนแรงที่เกิดขึ้นนั้น อาจส่งผลกระทบในเรื่องการเตรียมกำลังและการระดมสรรพกำลังให้เกิดความพร้อมรบได้ ดังนั้นการส่งเสริมให้เกิดการใช้ถ่านชีวภาพหรือไบโอชาร์ในแปลงเกษตรของหน่วยทหาร ไม่ว่าจะเป็นในโครงการทหารพันธุ์ดี โครงการ โคก หนอง นา โมเดล โครงการทางด้านการเกษตรต่างๆที่ส่งเสริมความมั่นคงทางอาหารนั้น จะทำให้หน่วยมีความรู้ความชำนาญและประสบการณ์ในการใช้ถ่านชีวภาพ ทำให้เกิดภูมิต้านทานในการทำงานและขยายผลไปยังเครือข่ายในพื้นที่รับผิดชอบของหน่วยได้

4. มิติเศรษฐกิจ ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มจากการที่เพาะปลูกตามกรรมวิธีการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์โดยการใช้ถ่านชีวภาพเป็นสารในการปรับปรุงดินเพื่อช่วยปรับปรุงสภาพของดินและผลผลิตทางการเกษตรทั้งด้านปริมาณ คุณภาพ และ ปลอดภัย และในด้านการลดการใช้สารเคมีซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้ไม่ต้องเสียเงินการซื้อสารเคมีต่างๆ อีกทั้งร่างกายลดการรับสารพิษลงได้ ส่งผลให้สุขภาพโดยรวมดีขึ้น

# บทที่ 3
# บทอภิปรายผล

จากผลการตรวจวิเคราะห์ค่าดินพบว่าค่า อินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และค่า pH โดยค่าที่ได้ พบว่าในดินที่มีปริมาณถ่านชีวภาพในระดับสูงที่สุดมีค่ามากที่สุดหลังใส่ถ่านชีวภาพเพื่อปรับปรุงคุณภาพของดิน และผลการทดลองพบว่าลักษณะของดินที่แปลงทดลองมีปฏิกิริยาดินมีสภาพเป็นกลาง

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติไม่มากระหว่าง การบำบัดT1 การบำบัด T4 การใช้ถ่านชีวภาพ 176 กรัม/ตารางเมตร น้ำหนักสูงสุดของผักโขมเขียวแดงมีค่า 3.22 กก. ก็ไม่ต่างจากการบำบัด T2 และ T3 ที่มีน้ำหนักสดของผักโขมแดงต่ำกว่า 2.99 และ 3.06 กก. ตามลำดับ การบำบัดทั้งสามที่กล่าวมาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการบำบัด 4 น้ำหนักสดสูงสุดของผักโขมแดง(T4) ได้รับการยืนยันด้วยคุณสมบัติของดินในตารางที่ 4 ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงสุด ดังนั้น ถ่านชีวภาพในอัตรา 176 กรัม./ตารางเมตร แนะนำในศูนย์เรียนรู้ของกองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3 แห่งนี้

ผลการวิจัยพบว่าผลผลิต ความปลอดภัย และคุณภาพของพืชผลโดยรวมเพิ่มขึ้นตามที่ระบุโดยค่า Brix ผลการทดลองมีการเพิ่มทั้งปริมาณและคุณภาพจากระดับน้ำตาลใน Brix index ในทุกการทดลองเป็นไปตามสัดส่วนของถ่านชีวภาพ โดยผลลัพธ์เพิ่มต่ำสุดใน T2 และเพิ่มสูงสุดใน T4 แต่ตัวเลขที่เพิ่มขึ้นยังไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ซึ่งจะกล่าวได้ว่าดินในสภาพปัจจุบันของของกองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3 ควรมีการใช้ถ่านชีวภาพ สำหรับปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลิตผลทางการเกษตร โดยการกล่าวเสริมจากนิยามความมั่นคงทางอาหารของ FAO ทั้ง 3 ด้านมาเป็นตัวสนับสนุนกิจกรรมการปรับปรุงดินโดยในด้านแรกคือด้านปริมาณที่พอเพียง (Quantity) ที่วัดได้จากการเจริญเติบโตจากขนาด น้ำหนักรากและลำต้นพืชและอินทรีย์สารในดินที่วัดได้จากการทดลองในแบบบำบัดที่ 4 ซึ่งมีระดับของถ่านชีวภาพสูงที่สุด และ

ด้านคุณค่าทางอาหาร (Nutritional value) ที่วัดจากการที่พืชมีความสามารถในการเจริญเติบโตได้ดีและสังเคราะห์แสงได้ดีซึ่งจะทำให้ได้น้ำตาลสะสมในเซลล์พืชสูงขึ้นโดยสามารถวัดได้จากอัตราสะสมของน้ำตาลจากการวัดค่าในBrix index และค่าของสารอาหารต่างๆที่ตรวจพบว่ามีคุณภาพดีขึ้นและด้านความปลอดภัยของอาหาร (Food safety) โดยกรรมวิธีการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ที่ไม่ได้ใช้สารเคมี ยาฆ่าแมลง ปุ๋ยเคมีต่างๆ ทำให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยจากสารเคมีตกค้างในพืชผลทางการเกษตรได้

สำหรับการศึกษาการใช้ถ่านชีวภาพ (Biochar) ในการปรับปรุงคุณภาพดินสำหรับเพื่อเพิ่มคุณภาพ หรือคุณค่าทางอาหาร (nutritional value) ของพืชผลโดยสะท้อนจากระดับน้ำตาลของพืชผลทางการเกษตรโดยการใช้ Brix refractometer เปรียบเทียบกับผลผลิตทางการเกษตรที่ใช้ถ่านชีวภาพ (Biochar) จากการ วิเคราะห์ข้อมูลในศึกษา ผลการทดลองในแปลงทดลองปลูกผักโขมเขียวแดงสนับสนุนข้อมูลว่าค่า Brix index โดยสะท้อนว่าคุณภาพอาหารจากระดับน้ำตาลของพืชผลทางการเกษตรได้และการใช้งานในการตรวจไม่ซับซ้อนสามารถปฏิบัติได้โดยง่าย

สุดท้ายเพื่อเสนอเป็นแนวทางการใช้ถ่านชีวภาพในปริมาณที่เหมาะสมคือขนาด 176 กรัม/ตารางเมตร สำหรับเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อเสริมความมั่นคงทางอาหารในหน่วยทหารที่กองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 และการขยายผลการทดลองในด้านอื่นๆเช่นการวิเคราะห์สภาพดินในพื้นที่ต่างๆของประเทศไทย ในแง่การฟื้นฟูสภาพหลังเกิดภัยพิบัติต่างๆ เพื่อให้เกิดความมั่นคง ในด้านเตรียมความพร้อมและการระดมทรัพยากรต่อไป

โดยให้หน่วยในกองทัพนำไปศึกษาวิจัยต่อยอด ในการวิเคราะห์ค่าดินที่จะทำการเพาะปลูกและดำเนินการปรับปรุงดินโดยใช้ถ่านชีวภาพในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ค่าดินที่ดีเหมาะในการเพาะปลูก และทำการตรวจติดตามผลของคุณภาพดินเชิงคุณภาพโดยการใช้Brix refractometer ในการวัดค่า Brix Index เพื่อสะท้อนว่าคุณภาพอาหารจากระดับน้ำตาลในผลผลิตทางการเกษตรในหน่วยต่อไป

# บทที่ 4
# บทสรุป

ผลการทดลองการใช้ถ่านชีวภาพ (Biochar) ในการปรับปรุงดินทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นทำให้ค่าน้ำตาลสูงขึ้น และระดับของถ่านชีวภาพที่พึงใช้ในดินของค่ายทหารคือระดับT4 ซึ่งมีน้ำหนักของถ่านชีวภาพปริมาณ 176 กรัม ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร หรือน้ำหนัก 281.6 กิโลกรัมต่อไร่ นี่คือผลของการทดลองที่ได้จากการทดลองนี้ ยืนยันว่าสอดคล้องกับการทดลองที่อื่นๆ ว่าถ่านชีวภาพเพิ่มปริมาณของผลผลิตและเพิ่มคุณภาพของผลผลิต ในขณะเดียวกันการใช้ถ่านชีวภาพเป็นการผลิตระบบอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพไม่มีสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ สำหรับข้อจำกัดของการทดลอง (limitation of study) ซึ่งอธิบายได้ว่าว่าการทดลองนี้ทำในพื้นที่ ที่ขนาดไม่ใหญ่นักและทำกับพืชเพียงชนิดเดียว และการวัดค่าต่างๆ ไม่ได้วัดโดยนักวิจัยมืออาชีพ ส่วนในค่ายทหารอื่นๆ ซึ่งอาจมีดินแบบอื่นๆ ควรมีการทดลอง ในลักษณะเดียวกันเพื่อหาข้อมูลของถ่านชีวภาพในพื้นที่นั้นๆ ต่อไป

**ข้อเสนอแนะ :** เนื่องจากการทดลองครั้งนี้ทำในพื้นที่ที่จำกัด เนื่องจากหน่วยมีพื้นที่ให้ใช้สอยน้อย ส่งผลให้จำนวนของตัวอย่างที่จะใช้ในการทดลองมีไม่มากพอที่จะทำให้ผลการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้อย่างชัดเจน ประกอบกับระยะเวลาในการเก็บข้อมูลมีจำกัด อาจทำให้ไม่ครอบคลุมข้อมูลในบางมิติ และการขาดงบประมาณที่ต้องใช้ในการดำเนินการทดลอง ทำให้ผลการทดลองที่ได้ยังไม่สมบูรณ์ครบถ้วนตามที่คาดไว้

ถ่านชีวภาพช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและช่วยให้คุณภาพสูงขึ้นโดยดูจากน้ำตาลที่วัดจากBrix index บทการทดลองนี้ให้ผลคล้ายกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่กล่าวถึงความเข้มข้นของสารอาหาร (nutrient density) เป็นไปตามข้อมูลที่พบว่าถ่านชีวภาพสามารถเพิ่มผลผลิตทั้งในด้านปริมาณ คุณภาพ และปลอดภัย ตามนิยามของความมั่นคงทางอาหารได้ และมีข้อเสนอแนะว่าควรที่จะเอาไปใช้ในหน่วยทหารเพื่อเสริมความมั่นคง

ทางอาหารได้โดยใช้ ชีวมวลต่างๆ ที่อยู่ในพื้นที่ค่ายทหารได้ จำพวกเศษกิ่งไม้ต่างๆ ที่ต้องกำจัดทิ้งโดยสามารถนำมาเปลี่ยนจากขยะมาเป็นถ่านชีวภาพต่อไป โดยการส่งเสริมในค่ายทหารอาจจะดำเนินการผ่านโครงการที่มีอยู่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นโครงการทหารพันธุ์ดี โครงการ โคก หนอง นา โมเดล โดยสามารถต่อยอดจากโครงการดังกล่าวได้เลย กอปรกับการใช้เครื่องมือตรวจหาค่าน้ำตาล Brix refractometer การสามารถจัดหาได้ตามท้องตลาดทั่วไป และใช้งานได้ง่าย สามารถขยายผลต่อไปได้โดยไม่ยาก เนื่องจากการทดลองที่ทำนี้เป็นโครงการขนาดเล็ก สามารถขยายผลโครงการให้ใหญ่ขึ้นเพื่อศึกษาต่อในสภาพดินประเภทต่างๆในโครงการอื่นๆได้อีก

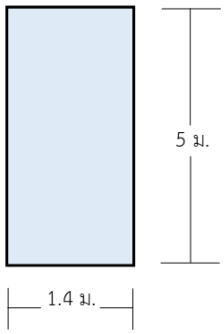
# ภาคผนวก

**<u>แปลงทดลอง</u>**

การใส่ Biochar + ปุ๋ยคอกมูลสัตว์ ในแปลงทดลอง

➡ N

| R1 | R2 | R3 | R4 |
|---|---|---|---|
| T1 | T2 | T3 | T4 |
| T2 | T3 | T4 | T1 |
| T3 | T4 | T1 | T2 |
| T4 | T1 | T2 | T3 |




ขนาดแปลงทดลอง

T1 = ไม่ใส่ Biochar + ปุ๋ยคอกมูลสัตว์ (ควบคุม)

T2 = ใส่ Biochar = 2 กก. + ปุ๋ยคอกมูลสัตว์ = 4 กก.

T3 = ใส่ Biochar = 3.5 กก. + ปุ๋ยคอกมูลสัตว์ = 4 กก.

T4 = ใส่ Biochar = 5 กก. + ปุ๋ยคอกมูลสัตว์ = 4 กก.

ภาพที่ 4

ภาพที่ 5 ภาพแปลงทดลองในกองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23

กองบัญชาการช่วยรบที่ 3

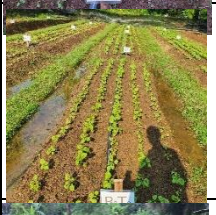
ที่มา : การทดลองภาคสนามระหว่าง เดือน กุมภาพันธ์ – เดือน มีนาคม 2565

ภาพเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักโขมเขียวแดง

| อายุผัก (วัน) | R1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | อัตราส่วน(กก.) Biochar : ปุ๋ยคอกมูลสัตว์ | | | |
| | 0 : 0 | 2 : 4 | 3.5 : 4 | 5 : 4 |
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 19 | | | | |
| 26 | | | | |
| 33 | | | | |
| 40 | | | | |
| 45 | | | | |
| ความหวานเฉลี่ย(Brix) | 4.16 | 4.12 | 4.49 | 4.43 |
| น้ำหนักเฉลี่ย(กก.) | 3 | 3.36 | 2.76 | 4.53 |

ภาพที่ 6 การเจริญเติบโตของผักโขมเขียว-แดง R1

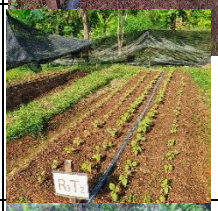
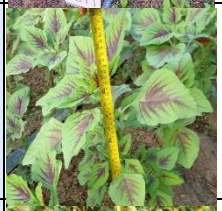
การเจริญเติบโตของผักโขมเขียว-แดง

| อายุผัก (วัน) | R2 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | อัตราส่วน(กก.) Biochar : ปุ๋ยคอกมูลสัตว์ | | | |
| | 0 : 0 | 2 : 4 | 3.5 : 4 | 5 : 4 |
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 19 | | | | |
| 26 | |  | | |
| 33 | | | | |
| 40 | | | | |
| 45 | | | | |
| ความหวานเฉลี่ย(Brix) | 4.35 | 4.88 | 4.76 | 4.45 |
| น้ำหนักเฉลี่ย(กก.) | 5.51 | 2.47 | 4 | 4.78 |

เก็บเกี่ยวเมื่ออายุผัก 45 วัน (สุ่มเลือกแปลงละ 35 ต้น)

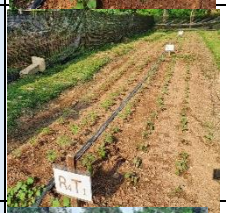
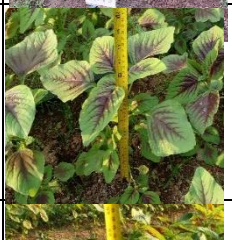
ภาพที่ 7 การเจริญเติบโตของผักโขมเขียว-แดง R2

การเจริญเติบโตของผักโขมเขียว-แดง

| อายุผัก (วัน) | R3 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | อัตราส่วน(กก.) Biochar : ปุ๋ยคอกมูลสัตว์ | | | |
| | 0 : 0 | 2 : 4 | 3.5 : 4 | 5 : 4 |
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 19 | | | | |
| 26 | |  | | |
| 33 | | | | |
| 40 |  | | | |
| 45 | | | | |
| ความหวานเฉลี่ย(Brix) | 4.98 | 4.96 | 5.16 | 5.10 |
| น้ำหนักเฉลี่ย(กก.) | 2.68 | 3 | 3.35 | 3 |

เก็บเกี่ยวเมื่ออายุผัก 45 วัน (สุ่มเลือกแปลงละ 35 ต้น)

ภาพที่ 8 การเจริญเติบโตของผักโขมเขียว-แดง R3

| อายุผัก (วัน) | R4 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | อัตราส่วน(กก.) Biochar : ปุ๋ยคอกมูลสัตว์ | | | |
| | 0 : 0 | 2 : 4 | 3.5 : 4 | 5 : 4 |
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 19 | | | | |
| 26 |  | | | |
| 33 | | | | |
| 40 | | |  | |
| 45 | | | | |
| ความหวานเฉลี่ย(Brix) | 5.14 | 5.14 | 5.08 | 5.14 |
| น้ำหนักเฉลี่ย(กก.) | 3.63 | 4 | 3.51 | 3.3 |

ภาพที่ 9 การเจริญเติบโตของผักโขมเขียว-แดง R4เก็บเกี่ยวเพียง 35 ต้น

ได้ดำเนินการเก็บเกี่ยวเพียง 35 ต้น เนื่องจากการทดลองยังไม่จบสมบูรณ์เพราะผลผลิตของผักโขมเขียวแดงสามารถกินได้ทั้งใบและเมล็ดโดยจะรอเก็บเกี่ยว ผลผลิตเมล็ดต่อไปในเดือนพฤษภาคม 2565

ภาพที่ 10 การชั่งน้ำหนักต้นของผักโขมเขียว-แดง

ภาพที่ 11 การชั่งน้ำหนักรากของผักโขมเขียว-แดง

ภาพที่ 12 การชั่งน้ำหนักรวมของผักโขมเขียว-แดง

รูปที่1.1 รูปของถ่านชีวภาพ

รูปที่ 1.2 รูปแปลงเพาะกล้า

รูปที่ 1.3 และ1.4 ขั้นตอนการเตรียมการหมักถ่านชีวภาพ

รูปที่ 1.5 และ 1.6 การหมักถ่านชีวภาพ

รูปที่ 1.7 และ 1.8 การออกแบบแปลง แบ่งเป็น 16 แปลง
แปลงละ 5 แถว แถวละ 23 ต้น

รูปที่ 1.9,1.10 การใส่ถ่านชีวภาพลงในแปลง

รูปที่ 1.11 การนำผักโขมเขียว-แดงลงปลูกในดินที่ผสมถ่านชีวภาพ

รูปที่ 1.12 การวัด pH ในดินก่อนใส่ถ่านชีวภาพ

รูปที่ 1.13 ผักโขมเขียวแดงที่เก็บเกี่ยวได้

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของดินก่อนการใส่ถ่านชีวภาพ

| Treatment | pH | OM (%) | P (mg/kg) | K (mg/kg) |
|---|---|---|---|---|
| T1 (n=12) | 6.6 | 5.19 | 43 | 160 |
| T2 (n=12) | 6.5 | 5.28 | 37.25 | 165 |
| T3 (n=12) | 6.6 | 4.86 | 45.33 | 144 |
| T4 (n=12) | 6.6 | 5.38 | 47.33 | 181.33 |

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของดินหลังใส่ถ่านชีวภาพ

| Treatment | pH | OM (%) | P (mg/kg) | K (mg/kg) |
|---|---|---|---|---|
| T1 (n=12) | 6.8 | 5.22 | 67.67 | 205.67 |
| T2 (n=12) | 6.6 | 5.77 | 43.75 | 209.5 |
| T3 (n=12) | 6.8 | 5.04 | 53 | 201 |
| T4 (n=12) | 6.8 | 6.02 | 56.67 | 220.67 |

ตารางที่ 3 ค่าน้ำตาลที่วัดจาก Brix refractometer

| Treatment | Brix (n=204) |
|---|---|
| T1 | 4.76 |
| T2 | 4.78 |
| T3 | 4.8 |
| T4 | 4.9 |

ตารางที่ 4 การคำนวณ p-value (t-test) ของค่าน้ำตาล

| | p-value (t-test) |
|---|---|
| T1-T2 | 0.455071079 |
| T1-T3 | 0.129150015 |
| T1-T4 | 0.119915193 |

หมายเหตุ ; เนื่องจากค่า p-value เกินกว่า 0.05 สามารถสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยในการเปรียบเทียบของแต่ละคู่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ตารางที่ 5 ค่าน้ำหนักและความยาวรากของต้นผักโขมเขียว-แดง

| Treatment | น้ำหนักราก | น้ำหนักต้น | น้ำหนักรวม |
|---|---|---|---|
| T1 | 0.33 | 2.72 | 3.1 |
| T2 | 0.35 | 2.99 | 3.21 |
| T3 | 0.36 | 3.06 | 3.37 |
| T4 | 0.38 | 3.22 | 3.49 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.36 | 3.09 | 3.35 |

ตารางที่ 6 การคำนวณ p-value (t-test) ของน้ำหนักราก

| | p-value (t-test) |
|---|---|
| T1-T2 | 0.715682418 |
| T1-T3 | 1 |
| T1-T4 | 0.924755665 |

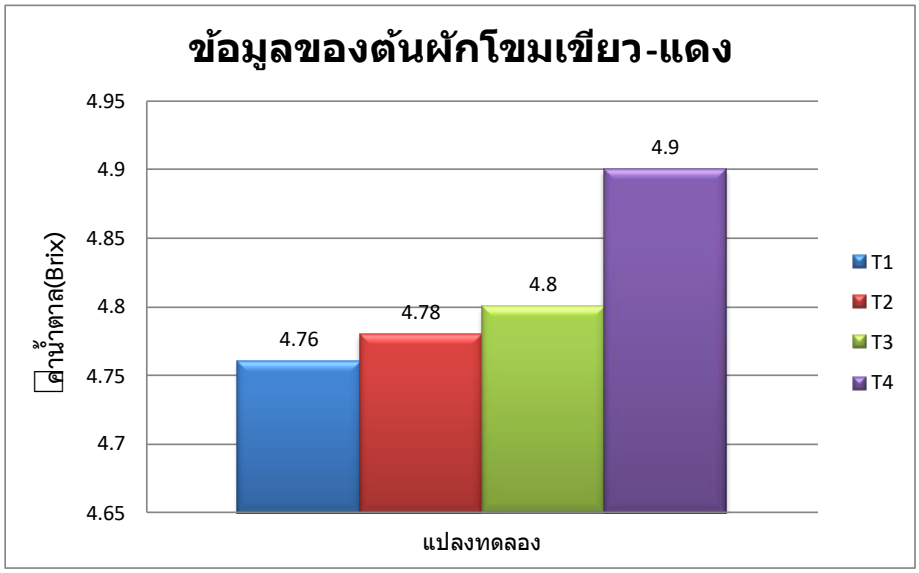
ตารางที่ 7 การคำนวณ p-value (t-test) ของน้ำหนักต้น

| | p-value (t-test) |
|---|---|
| T1-T2 | 0.761203856 |
| T1-T3 | 0.667127774 |
| T1-T4 | 0.816546415 |

ตารางที่ 8 การคำนวณ p-value (t-test) ของน้ำหนักรวม

| | p-value (t-test) |
|---|---|
| T1-T2 | 0.598470744 |
| T1-T3 | 0.553513387 |
| T1-T4 | 0.941831842 |

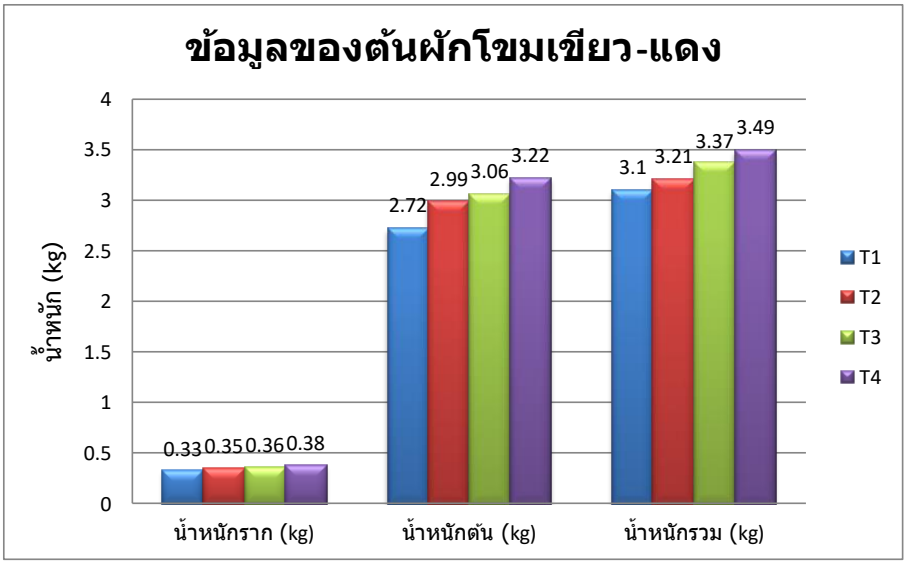
ตารางที่ 9 การวัดค่าน้ำตาล




วัดจากเครื่องตรวจระดับความหวานจากBrix refractometer

ข้อมูลที่สนับสนุนคุณภาพของพืชเชิงปริมาณและคุณภาพ

ตารางที่ 10 น้ำหนักต้นผักโขมเขียว-แดง



# เอกสารอ้างอิง


1. ยุทธศาสตร์ชาติ. ประกาศเรื่อง ยุทธศาสตร์ชาติ(พ.ศ.2561 - 2580). พุทธศักราช 2561. Available from: http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2561/A/082/T_001.PDF
2. ยุทธศาสตร์กองทัพบก 20 ปี พ.ศ.2560 – 2579. [Online]. Available from: https://fliphtml5.com/hpvu/sxei/basic
3. World Food Summit 1996 Rome, Italy
4. อรสา สุกสว่าง. 2552. เทคโนโลยีถ่านชีวภาพ: วิธีแก้ปัญหาโลกร้อน ดิน และความยากจนในภาคเกษตรกรรม. การประชุมวิชาการเรื่อง สภาวะโลกร้อน: ความหลากหลายทางชีวภาพและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน, 5-6 พฤศจิกายน 2552 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน.
5. การผลิตถ่านชีวภาพและแนวทางการใช้ประโยชน์ พ.ศ. 2562. [Online]. Available from: https://erp.mju.ac.th/acticleDetail.aspx?qid=1072
6. Kumar, S.. Loganathan, V.A.. Gupta, R.B. & Bamett, M.O. (2011). An Assessment of U (VI) removal from groundwater using biochar produced from hydrothermal carbonization. Journal of Environmental Management. 92(10), 2504 - 2512.
7. Lehmann, J. 2006; “Black is the new green”. NATURE, 442 : 624-626
8. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554
9. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2564. ขั้นตอนการซื้อขายคาร์บอนเครดิต. [Online]. Available from: http://ghgreduction.tgo.or.th/tver-step/tver-carbon-trading-procedure.html

10. ทยุด สุทาแปง. 2563. การประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่สีเขียวภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร. [Online]. Available from: https://www.agi.nu.ac.th/conference/agiscijournal_vol51_no1(suppl)/science/oral/OA-16%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%B8%E0%B8%9580-86.pdf

11. Robert Pavlis. 2019. Nutrient Density - Can it be Measured With a Brix Refractometer?. [Online]. Available From.; https://www.gardenmyths.com/nutrient-density-food-brix-refractometer/

12. Lehmann, J., Gaunt, J. & Rondon, M. 2006. Bio-char Sequestration in Terrestrial Ecosystems – A Review. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. March 2006, Volume 11, Issue 2, pp 403–427.

# ประวัติย่อผู้วิจัย

**ยศ ชื่อ** พันเอก เอกพล พิพัฒน์คุโณปการ

**วัน เดือน ปี เกิด** 29 กรกฎาคม 2516

**ประวัติสำเร็จการศึกษา**

| | |
|---|---|
| พ.ศ.2542 | ปริญญาตรีแพทย์ศาสตร์บัณฑิต<br>วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า รุ่นที่ 19 |
| พ.ศ.2548 | หลักสูตรแพทย์ประจำบ้าน สาขาศัลยศาสตร์ทั่วไป<br>โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า |
| พ.ศ.2551 | หลักสูตรชั้นนายพัน เหล่าทหารแพทย์ รุ่นที่ 53 |
| พ.ศ.2554 | หลักสูตรหลักประจำ โรงเรียนเสนาธิการทหารบก ชุดที่ 89 |

**ประวัติการทำงาน**

| | |
|---|---|
| พ.ศ.2542 – 2543 | อายุรแพทย์ กองร้อยเสนารักษ์สนับสนุน<br>กองพันเสนารักษ์ที่ 2 กองพลทหารราบที่ 2 รักษาพระองค์ |
| พ.ศ.2543 – 2544 | นายแพทย์กองพัน กองพันทหารราบที่ 1<br>กรมทหารราบที่ 12 รักษาพระองค์ |
| พ.ศ.2544 – 2548 | แพทย์ประจำบ้าน โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า |
| พ.ศ.2548 – 2549 | นายแพทย์ กองตรวจโรคนอก โรงพยาบาลค่ายวชิราวุธ |
| พ.ศ.2549 – 2551 | หัวหน้าแผนกศัลยกรรม โรงพยาบาลค่ายนวมินทราชินี |
| พ.ศ.2551 – 2552 | ผู้อำนวยการโรงพยาบาลค่ายอิงคยุทธบริหาร |
| พ.ศ.2553 – 2553 | จิตแพทย์ โรงพยาบาลค่ายสุรสีห์ |
| พ.ศ.2554 – 2555 | หัวหน้าแผนกสูตินรีเวชกรรม<br>โรงพยาบาลค่ายเทพสตรีศรีสุนทร |
| พ.ศ.2555 – 2559 | ผู้บังคับกองพันเสนารักษ์ที่ 5 กองพลทหารราบที่ 5 |

**ตำแหน่งปัจจุบัน**

| | |
|---|---|
| พ.ศ.2559 | ผู้บังคับกองพันทหารเสนารักษ์ที่ 23 กองบัญชาการช่วยรบที่ 3 |