สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1	คุณสมบัติของถ่านแต่ละระดับของการเผาไหม้ ของแบบจำลองความต่อเนื่องของการเผาไหม้ (combustion continuum model)	11
ภาพที่ 2.2	ส่วนของถ่านระดับต่างๆ ที่ถูกวิเคราะห์ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน	10
ภาพที่ 2.3	ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณ GBC โดยสรุป ของ Gelinas et al. (2001)	16
ภาพที่ 2.4	ความสัมพันธ์ระหว่าง GBC กับอินทรีย์คาร์บอนในตะกอน (Madeira R., SPM, Estuarine, WEC 216, WEC 219, WEC 204, MEX 313, Buffalo R., Saanich, MEX 305, L. Wash., MEX 305) และในแพลงตอนทะเล (Dobob Bay planlton)	17
ภาพที่ 2.5	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของ O/C กับ H/C ของถ่านที่ผลิตจากเซลลูโลส (C), จากพืช ตระกูลถั่ว (P), และจากไม้ (W) ที่ผลิตภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน คือ ถ่านเซลลูโลสที่ผลิตภายใต้อุณหภูมิ 300, 325, 350, 400, 450, และ 500°C (แทนด้วยสัญลักษณ์ C1 - C5); ถ่านของพืชตระกูลถั่วที่ผลิตภายใต้อุณหภูมิ 190, 220, 235, 250, 270, 310, 340, 370, 400, 440, 500, 600, และ 700° C (แทนด้วยสัญลักษณ์ P1- P14); และถ่านไม้ที่ผลิตภายใต้อุณหภูมิ 70, 120, 200, 250, 300, และ 350°C (แทนด้วยสัญลักษณ์ W1 - W6)	24
ภาพที่ 2.6	อัตราส่วนของ H/C, O/C, C/N, และ H/O ในถ่านที่ผลิตจากต้นเรดไพน์ (*Pinus resinosa*) ที่ผลิตภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน	25
ภาพที่ 2.7	เปอร์เซนต์การย่อยสลายอินทรีย์คาร์บอนของถ่านที่ผลิตภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบกับเปอร์เซนต์การย่อยสลายของกลูโคสและเซลลูโลสในวันที่ 120 ของการบ่ม	25
ภาพที่ 2.8	เปอร์เซนต์คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ในถ่าน [a] และ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของ O/C กับ H/C ของถ่านที่สุ่มมาจากดินป่าที่ถูกเผามาตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2413 (Historical BC), ถ่านที่สุ่มมาจากดินในป่าที่ถูกเผาไม่นาน (New BC), ถ่านที่เคลือบผิวด้วยกรดฮิวมิก (BC-HA), ถ่านที่บ่มที่อุณหภูมิ 30°C (BC30), ถ่านที่บ่มที่อุณหภูมิ 70°C (BC70) [b] โดยที่ BC30 และ BC70 ใช้ระยะเวลาในการบ่ม 12 เดือน	26

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 2.9	ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของสารอินทรีย์ศึกษาโดยใช้เทคนิค Carbon-13 NMR และมวลชีวภาพ และบทบาทหน้าที่ของจุลินทรีย์	34
ภาพที่ 2.10	(a) กิจกรรมของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase); (b) กิจกรรมของเอนไซม์ β-glucosidase; (c) กิจกรรมของเอนไซม์ฟอสเฟเตส (phosphatase); (d) กิจกรรมของเอนไซม์ยูรีเอส (urease) ระหว่างกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพโดยจุลินทรีย์และไส้เดือนดิน (Vermicomposting); (■) dry olive cake + biosolid, OB (●), dry olive cake, O; (x), มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ	38
ภาพที่ 2.11	อัตราการย่อยสลายของวัตถุดิบโดยกิจกรรมของเอนไซม์ถูกควบคุมโดยสภาวะแวดล้อมได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร ขณะเดียวกันกระบวนการย่อยสลายของอินทรียวัตถุส่งผลกลับต่อการผลิตกิจกรรมและการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการของเอนไซม์	41
ภาพที่ 3.1	กรรมวิธีการทดลองของการศึกษาอิทธิพลของถ่านต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน	45
ภาพที่ 4.1	ความสูงของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1 ใน (a) ชุดดินโคราช + TK-biochar (b) ชุดดินโคราช + FC-biochar (c) ชุดดินวาเฮียวา + TK-biochar และ (d) ชุดดินวาเฮียวา + FC-biochar โดยในแต่ละดินจะได้รับถ่านอัตราต่างๆ ประกอบด้วยดินที่ ไม่ใส่ถ่านและไม่ใส่ปุ๋ย (-Biochar – Fertilizer), ไม่ใส่ถ่านแต่ใส่ปุ๋ย (-Biochar + Fertilizer), ใส่ถ่าน 1% โดยน้ำหนัก (+1%Biochar + Fertilizer), ใส่ถ่าน 2% โดยน้ำหนัก (+2%Biochar + Fertilizer) และใส่ถ่าน 4% โดยน้ำหนัก	56
ภาพที่ 4.2	ความสูงของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1 ใน (a) ชุดดินโคราช + TK-biochar (b) ชุดดินโคราช + FC-biochar (c) ชุดดินวาเฮียวา + TK-biochar และ (d) ชุดดินวาเฮียวา + FC-biochar โดยในแต่ละดินจะได้รับถ่านอัตราต่างๆ ประกอบด้วยดินที่ ไม่ใส่ถ่านและไม่ใส่ปุ๋ย (-Biochar – Fertilizer), ไม่ใส่ถ่านแต่ใส่ปุ๋ย (-Biochar + Fertilizer), ใส่ถ่าน 1% โดยน้ำหนัก (+1%Biochar + Fertilizer), ใส่ถ่าน 2% โดยน้ำหนัก (+2%Biochar + Fertilizer) และใส่ถ่าน 4% โดยน้ำหนัก (+4%Biochar + Fertilizer)	57

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.3	น้ำหนักแห้งของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1 และ 2 ในชุดดินโคราช (a และ c) และชุดดินวาเฮียวา (b และ d)	59
ภาพที่ 4.4	กิจกรรมของเอนไซม์ β-glucosidase (mg *p*-nitrophenol g^{-1} soil DW h^{-1})	62
ภาพที่ 4.5	กิจกรรมของเอนไซม์ invertase (mg glucose equivalent (GE) g^{-1} soil DW h^{-1})	63
ภาพที่ 4.6	กิจกรรมของเอนไซม์ phenoloxidase (µmol dicq g^{-1} soil DW h^{-1})	64
ภาพที่ 4.7	กิจกรรมของเอนไซม์ peroxidase (µmol dicq g^{-1} soil DW h^{-1})	65
ภาพที่ 4.8	ปริมาณประชากรรา (abundance of fungi) ระหว่างกรรมวิธีที่มีการใส่สารอินทรีย์ (NRS, NGN, NDP และ NTM) เป็นระยะเวลา 16 ปี เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่สารอินทรีย์ (C-soil) โดยเทคนิค RT-PCR	66
ภาพที่ 4.9	รูปแบบ T-RFLP ของ PCR-amplified 18s rDNA โดยใช้เอนไซม์ HAE III (a) และเอนไซม์ MSP I (b) ในการตัดจำเพาะ ระหว่างกรรมวิธีที่มีการใส่สารอินทรีย์ (NRS, NGN, NDP และ NTM) เป็นระยะเวลา 16 ปี เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่สารอินทรีย์ (C-soil)	68
ภาพที่ 4.10	Pattern T-RFLP วิเคราะห์ Non-metric multidimensional scaling plot โดยวิธี Bray-curtis ที่ตัดโดยใช้ restriction enzyme คือ MSP I (a) และ HAE III (b) ; ● :C, ▲:RS, ▼:GN, ■ :DP, ◆ :TM	70
ภาพผนวกที่ 1	การทดลองปลูกพืช (ข้าวโพด) กับชุดดินชุดโคราชและชุดดินวาเฮียวา โดยใช้ถ่านเป็นสารปรับปรุงดิน	91
ภาพผนวกที่ 2	วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของชุดดินโคราชและชุดดิวาเฮียวา **(ก)** การวิเคราะห์เนื้อดิน (soil particle size distribution determination) โดยวิธี Pipette Method (Kroetsch and Wang, 2008) และ **(ข)** การวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (soil water holding capacity determination) โดยวิธี Maximum Water holding capacity (WHCmax) (Wilke, 2005) **(ค)** การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดินด้วยวิธีสกัดด้วยสารสกัด Bray-II และหา P โดยวิธี molybdenum blue	92

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพผนวกที่ 3	การศึกษาผลของสารอินทรีย์ต่างคุณภาพในดินทรายภายใต้สภาวะการบ่ม	93
ภาพผนวกที่ 4	การสกัด DNA ในการศึกษาโครงสร้างประชากรรา	94
ภาพผนวกที่ 5	การวัดปริมาณ DNA โดยเครื่อง Nanodrop	94
ภาพผนวกที่ 6	การเพิ่มชิ้นยีน (amplifications) โดย Real-time PCR	95