

การศึกษาการใช้ประโยชน์ด้วย จากถ่านอัดแท่งลิกในงานเกษตร

(The Utilization of Coal Briquette Ash in Agriculture Field)

บุญชรัคเม แก้ววิเชียร ชาคราภิช
ลดลง สนนิม และคณะทำงาน

บทคัดย่อ

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้ดำเนินการผลิตและเผยแพร่การใช้ถ่านอัดแท่งลิกในตระหง่านซึ่งเป็นการใช้เชื้อเพลิงดังกล่าวจะเหลือเก้าประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาการใช้ประโยชน์จากถ่านอัดแท่ง เป็นการศึกษาการใช้ประโยชน์จากถ่านอัดแท่งโดยการทดลองนำมาผสมกับดินและนำไปใช้ในการปลูกถั่วเหลืองในอัตราส่วน 1.30 ตันต่อไร่และแบ่งสำรองการทดลองเป็น 8 ตำรับการทดลอง

การเก็บข้อมูลทางกายภาพ และการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสารตอกด้วยของสารพิษทั้งในดินและพืช ได้ผลการทดลองดังนี้คือ

1. การใช้ถ่านอัดแท่งเพียงอย่างเดียวในอัตรา 1.30 ตันต่อไร่ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง และไม่ได้ช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

2. การผสมถ่านอัดแท่งลิกในตระหง่านกับดิน ในอัตราส่วน 1.30 ตันต่อไร่ และผสมสารอินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก (ในอัตราส่วน 4 ตันต่อไร่) จะส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยหนักเมื่อเทียบกับการปลูกด้วยดินล้วน

3. การผสมถ่านอัดแท่งลิกในตระหง่านกับดิน ในอัตราส่วน 1.30 ตันต่อไร่ไม่ส่งผลด้านความเป็นพิษในดินและการดูดกินจุลธาตุ (Trace Element) ของพืช

4. การผสมถ่านอัดแท่งลิกในตระหง่านกับดิน ในอัตราส่วน 1.30 ตันต่อไร่ ค่า pH ของดินจะเพิ่มขึ้นปริมาณเล็กน้อย ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่พืชเจริญเติบโตได้เหมือนดินปกติทั่วไป

บทนำ

โครงการพัฒนาและผลิตถ่านหินอัดแห่งทรงรังผึ้ง ภายใต้ความร่วมมือระหว่างองค์กรพัฒนาพลังงานใหม่ และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประเทศไทย (ภายหลังจะใช้ชื่อว่า “NEDO”) และกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ภายหลังจะใช้ชื่อว่า “กรอ.”) ซึ่งได้มอบหมายให้ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ภายหลังจะใช้ชื่อว่า “กฟผ.”) เป็นผู้ดำเนินโครงการดังกล่าว

กฟผ. ได้จัดตั้งโรงงานผลิตถ่านหินอัดแห่งที่ ตำบลห้วยเป็ด อำเภอแม่เมะ จังหวัดลำปาง โดยมีกำลังการผลิต 5 ตัน ต่อชั่วโมง หรือ 4,200 ก้อนต่อชั่วโมง และได้ทำการเผยแพร่ผลิตภัณฑ์ถ่านหินอัดแห่งที่ผลิตได้ไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานผลิตกระดาษสา โรงงานเพทีด นอกจากใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว ยังได้นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน ใช้ในการประกอบอาหาร และใช้ในร้านค้าอาหาร เช่น ร้านข้าวขาหมูน้ำทิพย์ อ.เมือง จ.ลำปาง

นอกจากผลิตถ่านหินอัดแห่งแล้ว สิ่งที่ กฟผ. ได้ทำควบคู่กันไป คือ การวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ถ่านหินอัดแห่งที่ให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น และยังได้ทำโครงการวิจัยที่เกี่ยวเนื่องจากการใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอีก เพื่อสร้างความมั่นใจแก่ผู้บริโภคว่าจะไม่เกิดอันตราย เช่น โครงการวิจัย เรื่อง การสำรวจปริมาณสารพิษในอาหารที่ประกอบขึ้นจากการปั้น ย่าง โดยใช้ผลิตภัณฑ์ถ่านหินอัดแห่งลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น

โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาการใช้ประโยชน์จากถ่านหินอัดแห่ง ในงานเกษตร เป็นงานวิจัยอีกโครงการหนึ่งของ กฟผ. โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำถ่านหินอัดจากการเผาไหม้ถ่านหินอัดแห่งลิกไนต์ซึ่งเหลือเก้าประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์มีส่วนประกอบของซิลิกาอะลูมิเนียม เหล็ก และแคลเซียมในปริมาณมาก นอกจากนี้ ยังประกอบด้วย แมกนีเซียม ซัลเฟอร์ โพแทสเซียม พอสฟอรัสและ โซเดียม ฯลฯ อีกทั้งมีลักษณะร่วน ซึ่งอาจจะมีส่วนช่วยปรับโครงสร้างของดินได้ จากรูปภาพถ่านหินอัดแห่งลิกไนต์ซึ่งเหลือเก้าประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์นี้ คณะกรรมการวิจัยจึงมีความเห็นตรงกันว่า น่าจะมีการศึกษาการนำถ่านหินอัดแห่งมาใช้ประโยชน์ทางการทำทรายและด้วย

คุณสมบัติที่กล่าวแล้วข้างต้น คณะกรรมการได้เลือกศึกษาการนำถ่านหินอัดแห่งลิกไนต์นี้มาใช้ทดลองผสมในดินสำหรับปลูกต้นถั่วเหลือง และศึกษาดูการเจริญเติบโตและสารตกค้างทั้งในดินและพืช เนื่องจากถ่านหินอัดแห่งลิกไนต์มีส่วนประกอบของโลหะหนักที่อาจเป็นพิษต่อพืช มนุษย์และสัตว์อื่น ๆ อยู่บ้าง ด้วยอย่างเช่น ตะกั่ว แคนเดเมียม สารหนู ทองแดงและสังกะสี จึงจำเป็นต้องศึกษาวิจัยให้ทราบผลแห่งด้วย หากนำถ่านหินอัดแห่งมาใช้แล้วจะไม่มีสารดังกล่าวแพร่กระจายออกไป หรือแพร่กระจายออกไปในปริมาณน้อยและอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

อุปกรณ์และวิธีการ การเลือกวิธีการทดลอง

ในงานทดลองนี้ได้มุ่งเน้นที่จะดูผลกระทบจากขี้ถ้าถ่านหินอัดแห่งลิกไนต์ต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยได้อศัยข้อมูลจากการวิจัยเรื่องการใช้ถ้าถ่านหินอัดแห่งมีภาวะปรับสภาพดิน (โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย รหัสวิจัยเลขที่ 70-67) ซึ่งคุณสมบัติทางด้านเคมีและปริมาณของธาตุต่างๆ ของขี้ถ้าถ่านหินอัดแห่งลิกไนต์ใกล้เคียงกับถ้าถ่านหินอัดแห่งลิกไนต์มาก และได้ใช้ข้อมูลการแนะนำอัตราการใช้ถ้าถ่านหินอัดแห่งลิกไนต์ในการปรับสภาพดินมาประยุกต์กับงานทดลองนี้ด้วย

1. การทดลองในกระถาง

งานวิจัยนี้เป็นงานทดลองในขั้นแรก ซึ่งต้องการศึกษาผลอย่างกว้าง ๆ โดยยังไม่ได้เน้นใช้ขี้ถ้าถ่านหินอัดแห่งลิกไนต์ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรในสภาพไร่รนา จึงได้เลือกการทดลองในกระถาง เพื่อง่ายต่อการดำเนินการเก็บข้อมูลและการสังเกตต่าง ๆ

2. การเลือกพืชทดลอง

เนื่องจากราษฎรที่อาศัยอยู่รอบ ๆ บริเวณ กฟผ. แม่เมะ อยู่ในโครงการส่งเสริมให้ใช้ถ่านหินอัดแห่งลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม ส่วนใหญ่มีอาชีพด้านการเกษตรและปลูกพืชไว้เป็นพืชหลัก และได้เลือกถั่วเหลืองเป็นพืชทดลอง เพราะเป็นพืชไว้เศรษฐกิจที่สำคัญและเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมภายในประเทศหลายชนิด

เช่น อุตสาหกรรมผลิตน้ำมันพืช, อุตสาหกรรมอาหารของมนุษย์และสัตว์

3. การเตรียมวัสดุในการทดลอง

1. กระถางดินเผาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร (ปริมาตรประมาณ 0.012 ลบ.ม.) จำนวน 80 กระถาง

2. ดินประมาณ 1 ลบ.ม.

3. Organic Matter (O.M) ในที่นี้ใช้มูลวัวในอัตรา 4 ตัน/ไร่

4. ชีวถ่านหินอัดแท่งลิกไนต์ ในอัตรา 1.30 ตัน/ไร่ หรือประมาณ 0.42%

5. ปุ๋ย NPK สูตร 15-15-15 ในอัตรา 45 กิโลกรัม/ไร่

6. Trace Element ได้แก่ Fe(0.018%), Mn(0.013%), Cu(0.0072%), Zn(0.0056%), B(0.0049%), Mo(0.0007%) อัตรา 200 กรัม/20 ลิตร ฉีดพ่นเมื่อต้นถ้วนหลังออกแล้ว

4. การผสมวัสดุลงกระถาง

1. นำดินมากองไว้บริเวณลานผสมดิน

2. นำดินใส่กระถางดินเผา 10 กระถาง เพื่อใช้สำหรับ 1 试验ที่ 1

3. กองดินที่เหลือผสมปุ๋ยตามอัตรา 4 ตัน/ไร่ และนำไปใส่กระถาง 30 กระถาง เตรียมไว้ใช้สำหรับ 3 试验ที่ทดลองต่อไป

4. กองดินผสมที่เหลือจากข้อ 3 ผสมด้วยชีวถ่านหินอัดแท่ง อัตรา 0.42% หรือ 1.30 ตัน/ไร่ นำไปใส่กระถาง 30 กระถาง ใช้สำหรับ 3 试验ที่ทดลอง

5. นำดินมาผสมกับชีวถ่านหินอัดแท่ง อัตรา 0.42% และใส่ในกระถาง 20 กระถาง ใช้สำหรับ 2 试验ที่ทดลอง

6. แบ่งกระถางที่ใส่ดินผสมออกเป็น 8 试验ที่ทดลองดังนี้

试验ที่ 1 Control คือดินดั้งเดิมไม่เพิ่มเติมวัสดุใด ๆ

试验ที่ 2 ดิน+oam (ปุ๋ยมูลวัว)

试验ที่ 3 ดิน+oam+NPK

试验ที่ 4 ดิน+oam+NPK+Trace Element

试验ที่ 5 ดิน+oam+NPK+ชีวถ่านหินอัดแท่ง

试验ที่ 6 ดิน+oam+NPK+Trace Element+ชีวถ่านหินอัดแท่ง

试验ที่ 7 ดิน+ชีวถ่านหินอัดแท่ง

试验ที่ 8 ดิน+oam+ชีวถ่านหินอัดแท่ง

5. การปลูกพืชลงกระถาง

นำเมล็ดถั่วเหลือง (พันธุ์ที่ใช้คือ สจ.4) ยอดลงกระถาง ๆ ละ 7 เมล็ดโดย试验ที่ต้องเติมปุ๋ย NPK จะทำการหยดปุ๋ยรองกันหลุมก่อนหยดเมล็ดและเมล็ดจะจะติดกันแน่นและแน่นหนา ให้เหลือต้นถั่วเหลืองที่แข็งแรงสมบูรณ์ไว้ 4 ตัน/กระถาง 试验การทดลองจะมีทั้งหมด 8 试验 试验ละ 10 กระถาง และ试验ที่ต้องเติมธาตุ (Trace Element) จะเริ่มนัดพ่นให้ต้นพืชหลังออกแล้ว 20 วัน และจะนัดพ่นอีก 3 ครั้ง เว้นระยะทุก 15 วัน รวมทั้งหมดเป็น 4 ครั้ง

6. ขั้นตอนการเก็บข้อมูลถั่วเหลืองค้านภายในภาพ

1. หลังจากเมล็ดเริ่มออกเก็บบันทึกส่วนสูงทุก ๆ 15 วันเป็นเวลา 5 สัปดาห์

2. สังเกตและบันทึกการเปลี่ยนแปลงของใบในกรณีที่มีความผิดปกติ เช่น กีดโรคหรือถูกแมลงรบกวน

7. ขั้นตอนการเก็บข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยวและการเตรียมตัวอย่างเพื่อส่งเข้าวิเคราะห์

1. บันทึกน้ำหนักของต้นถั่วพร้อมเมล็ดแล้วแยกบันทึก น้ำหนัก ลำต้น+ใบ, ฝัก+เมล็ด, ฝักและเมล็ด

2. อบแห้ง (ลำต้น+ใบ) และเมล็ด เพื่อเตรียมไปวิเคราะห์

3. ส่งตัวอย่างอบแห้ง ลำต้น+ใบ และเมล็ด วิเคราะห์หาราดูอาหารและธาตุ (Trace Element)

ผลการทดลอง

ผลการทดลองด้านกายภาพ

ตารางที่ 1 ผลการทดลองด้านกายภาพ

ตัวรับที่ใช้ทดลอง	ความสูงเมื่ออายุ 66 วัน (เซนติเมตร)	น้ำหนักตัวซึ่ง (กรัม)	น้ำหนักฝัก (กรัม)	น้ำหนักเมล็ด (กรัม)
CONTROL	32.6	157	251	123
OM	34	286	400	186
OM+NPK	34.5	229	246	91
OM+NPK+Tr	34.2	408	430	157
OM+NPK+ASH	32.3	236	332	129
OM+NPK+ASH+Tr	32.7	423	381	77
ASH	30.4	151	255	126
OM+ASH	33.7	405	462	170

ผลและวิจารณ์

จากการทดลองปลูกถั่วเหลือง 8 ตัวรับทดลองพบว่าการใช้ปุ๋ยคอกมูลวัวจะช่วยให้การเจริญเติบโตด้านความสูงของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น 34 เซนติเมตร เมื่อเทียบกับตัวรับ Control ที่มีความสูง 32.6 เซนติเมตร และเมื่อใช้ปุ๋ยคอกมูลวัวร่วมกับปุ๋ย NPK ก็จะทำให้ความสูงเพิ่มขึ้นเป็น 34.5 เซนติเมตร และ 34.2 เซนติเมตร เมื่อใช้ปุ๋ยคอกมูลวัวร่วมกับปุ๋ย NPK และธาตุอาหารเสริม ส่วนการใช้ถ่านจากถ่านอัดแห่งร่วมกับปุ๋ยคอกมูลวัวและปุ๋ย NPK หรือใช้ถ่านจากถ่านอัดแห่งร่วมกับปุ๋ยคอกมูลวัว NPK และธาตุอาหารเสริมไม่ได้ช่วยให้ความสูงเพิ่มขึ้นเทียบกับตัวรับ Control

ผลการทดลองปริมาณธาตุ (Trace Element) ในเมล็ดถั่วเหลือง และในลำต้น+ใบถั่วเหลือง

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุ (Trace Element) ในเมล็ดถั่วเหลือง

ตัวรับที่ใช้ทดลอง	ธาตุ (mg/kg)				
	Pb	As	Cu	Cd	Zn
ดินล้วน	ND	ND	11.23	ND	7.14
ดิน+OM	ND	ND	9.63	ND	8.27
ดิน+OM+NPK	0.25	ND	12.2	ND	10.00
ดิน+OM+NPK+Tr	ND	ND	10.53	ND	7.42
ดิน+OM+NPK+Ash	0.09	ND	12.79	ND	8.53
ดิน+OM+NPK+Ash+Tr	ND	ND	10.69	0.06	ND
ดิน+Ash	ND	ND	12.07	0.11	7.63
ดิน+OM+Ash	ND	0.03	13.2	0.07	13.22

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุ (Trace Element) ในลำต้น+ใบถั่วเหลือง

ตัวรับที่ใช้ทดลอง	ธาตุ (mg/kg)				
	Pb	As	Cu	Cd	Zn
ดินล้วน	0.03	0.02	9.85	0.04	14.02
ดิน+OM	ND	0.01	8.15	0.03	16.25
ดิน+OM+NPK	ND	0.02	9.1	0.04	11.96
ดิน+OM+NPK+Tr	ND	0.02	12.5	0.04	19.68
ดิน+OM+NPK+Ash	ND	0.03	8.92	0.09	11.94
ดิน+OM+NPK+Ash+Tr	ND	0.05	12.44	0.05	21.21
ดิน+Ash	ND	0.03	7.23	0.03	16.17
ดิน+OM+Ash	ND	0.02	11.88	ND	17.08

สำหรับการใช้ชี้เก้าถ่านอัดแท่งร่วมกับปุ๋ยคอกมูลวัว เพียงอย่างเดียว จะทำให้ความสูงเพิ่มขึ้นเป็น 33.7 เซนติเมตร แต่หากใช้ชี้เก้าถ่านอัดแท่งเพียงอย่างเดียว โดยไม่ผสมกับปุ๋ยชนิดใดกับทำให้ความสูงเพียง 30.4 เซนติเมตร ซึ่งน้อยเมื่อเทียบกับตัวรับ Control 32.6 เซนติเมตร

การใช้ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับชี้เก้าถ่านอัดแท่ง จะทำให้น้ำหนักตอซัง น้ำหนักผัก และน้ำหนักเมล็ด เพิ่มขึ้นเป็น 405 462 และ 170 กรัม มากกว่าตัวรับ Control ที่ไม่ได้ใส่อะไรเลย ซึ่งมีน้ำหนักเพียง 157 251 และ 123 กรัม การใช้ปุ๋ยคอกมูลวัวร่วมกับปุ๋ย NPK และชี้เก้าถ่านอัดแท่งทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 236 332 และ 129 กรัม เมื่อเทียบกับตัวรับ Control และจะมีน้ำหนักน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยคอกมูลวัวร่วมกับชี้เก้าถ่านอัดแท่ง แต่หากใช้ชี้เก้าถ่านอัดแท่งเพียงอย่างเดียวโดยไม่ผสมปุ๋ยอื่นจะไม่ได้ช่วยเพิ่มน้ำหนักตอซัง น้ำหนักผัก และน้ำหนักเมล็ด โดยยังคงมีน้ำหนักใกล้เคียงกับตัวรับ Control

สรุปผลการทดลองด้านกายภาพ

การใช้ชี้เก้าถ่านอัดแท่งเพียงอย่างเดียวในอัตรา 1.30 ตัน/ไร่ ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง และไม่ได้ช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแต่หากใช้ร่วมกับอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) เช่น ปุ๋ยคอกปุ๋ยหมัก จะส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเมื่อเทียบกับการปลูกตัวยอดินที่ไม่ได้ผสมวัสดุใด ๆ

วิเคราะห์ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณจุลธาตุ (Trace Element) ในเมล็ดลำต้นและใบของถั่วเหลือง

ปริมาณจุลธาตุ (Trace Element) ในตัวรับที่ 2 ถึงตัวรับที่ 8 ซึ่งมีการผสมถ่านและธาตุอาหารเข้าไปแล้วนั้น ในภาพรวมจะเห็นว่าปริมาณจุลธาตุ (Trace Element) มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณจุลธาตุ (Trace Element) ในต้นล้วน อธิบายได้ว่าการผสมธาตุอาหารหรือถ่าน (อัตราส่วน 1.30 ตันต่อไร่) ไม่เป็นการเพิ่มปริมาณจุลธาตุ (Trace Element) รวมถึงการไม่เพิ่มปริมาณ

ตารางที่ 4 ตารางปริมาณจุลธาตุ(Trace Element)
ในเมล็ดถั่วเหลือง

ปริมาณจุลธาตุ (Trace Element) ในเมล็ดถั่วเหลือง			
ธาตุ	มาตรฐานอาหาร (mg/kg)	ไม่มี Ash ผสม	มี Ash ผสม
Pb	1	ND-0.25	ND-0.09
As	2	ND	ND-0.03
Cu	20	10-12	11-13
Cd	-	ND	ND-0.1
Zn	100	7-10	ND-18

ตารางที่ 5 ตารางปริมาณจุลธาตุ (Trace Element) ในลำต้น-ใบถั่วเหลือง

ปริมาณจุลธาตุ (Trace Element) ในลำต้น-ใบถั่วเหลือง			
ธาตุ	มาตรฐานอาหาร (mg/kg)	ไม่มี Ash ผสม	มี Ash ผสม
Pb	1	ND-0.03	ND
As	2	0.01-0.02	0.02-0.05
Cu	20	8-13	7-12
Cd	-	0.03-0.04	ND-0.09
Zn	100	12-20	12-17

ความเป็นพิษ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลธาตุ (Trace Element) ในเมล็ดถั่วเหลืองและลำต้น + ใบถั่วเหลือง จำนวน 8 ตัวรับการทดลอง (ตารางที่ 2 และตารางที่ 3) พบร่วมปริมาณจุลธาตุ (Trace Element) ตั้งกล่าวมีปริมาณน้อยมาก

แต่อย่างไรก็ตามพบว่าถั่วเหลืองมีการสะสมจุลธาตุ (Trace Element) พวก ออกซิเจนิก แคลเดเมียม และสังกะสีในลำต้น + ใบมากกว่าการสะสมที่เมล็ดส่วนจุลธาตุ (Trace Element) พากะก้า และทองแดงมีปริมาณการสะสมไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้ เมื่อนำผลวิเคราะห์ปริมาณจุลธาตุในเมล็ด ลำต้น และใบของถั่วเหลืองมาเบริยนเทียบกับค่าที่ยอมรับได้ของมาตรฐานอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2539) และพบว่ามีค่าน้อยกว่า มาตรฐานที่กำหนดมาก

สรุปผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณจุลธาตุ (Trace Element) ในเมล็ด ลำต้นและใบถั่วเหลือง

การทดสอบถั่วจากถ่านอัดแห้งลิกไนต์ในอัตราส่วน 1.30 ตันต่อไร่ เมื่อส่งผลกระทบด้านความเป็นกรดในดิน และการสะสมจุลธาตุ (Trace Element) ของพืช ค่า pH ของดินจะเพิ่มขึ้นในปริมาณเล็กน้อย ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่

พืชเจริญเติบโตได้ตามปกติ ปริมาณจุลธาตุที่สะสมในลำต้น-ใบและเมล็ดของถั่วเหลืองที่ปลูกในวัสดุปูลูกพืชที่ผสมด้วยถ่านอัดแห้งในอัตราส่วน 1.30 ตันต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานอาหารแล้วสรุปว่าไม่เป็นอันตรายสามารถบริโภคได้ □

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณผู้บริหาร กฟผ. ที่มีส่วนช่วยสนับสนุนโครงการวิจัยนี้ให้เกิดขึ้น และขอบคุณโครงการศูนย์เรียนวิชาภูมิภาคในโดยการทำเหมืองธุรกิจเชื่อเพลิงที่สนับสนุนทุนวิจัย ขอบคุณ คณไฟโรจน์ อุนพันธุ์นันท์ ผู้จัดการกองธุรกิจวิทยา ที่กรุณาให้คำปรึกษา และขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่มีได้อุ่นใจในที่นี่ทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยให้งานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. รศ. ดร. ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, ภาควิชาปฏิพิธวิทยา, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, “ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี”, กันยายน 2539.
2. สำนักงานวิจัยและพัฒนา, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, “โครงการวิจัยรหัส 70-67 โครงการวิจัยการใช้ถั่วอยู่ลิกไนต์แม่มาะปรับสภาพดิน”, สิงหาคม 2544.
3. สำนักงานวิจัยและพัฒนา, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, “โครงการศึกษาผลของการใช้บีชมีจากร่องไฟพัลลิกไนต์ ที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของพืชไร่พืชสวน”, สิงหาคม 2544.