

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การใช้ผลิตภัณฑ์ พด. 12 ในการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2
ในชุดดินอุตรดิตถ์

โดย

นายพัฒนพงษ์ เกิดหล้า

นางชุดิมา จันทรเจริญ

นางทรายแก้ว อนาคต

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 53 54 01 08 040000 022 102 03 11

ส่วนวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8

กรมพัฒนาที่ดิน

มิถุนายน 2555

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง ก	
สารบัญตารางภาคผนวก ข	
บทคัดย่อ	1
หลักการและเหตุผล	2
วัตถุประสงค์	3
ขอบเขตการศึกษา	3
การตรวจเอกสาร	3
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินงาน	8
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	9
ผลการทดลองและวิจารณ์	11
สรุปผลการทดลอง	19
ประโยชน์ที่ได้รับ	20
ข้อเสนอแนะ	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	23

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สมบัติทางเคมีบางประการของดินก่อนการทดลองที่ระดับความลึก 0–15 เซนติเมตร	11
2	สมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว ปีที่ 1	11
3	สมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว ปีที่ 2	12
4	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) ข้าวอายุ 50 วัน ปีที่ 1	13
5	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) ข้าวอายุ 70 วัน ปีที่ 1	13
6	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) ข้าวอายุ 90 วัน ปีที่ 1	14
7	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) ข้าวอายุ 50 วัน ปีที่ 2	14
8	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) ข้าวอายุ 70 วัน ปีที่ 2	15
9	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) ข้าวอายุ 90 วัน ปีที่ 2	15
10	ค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าว ปีที่ 1 (11 ตารางเมตร)	16
11	ค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าว ปีที่ 2 (11 ตารางเมตร)	17
12	ค่าเฉลี่ยจำนวนต้น (1x1 เมตร)	17
13	ค่าเฉลี่ยจำนวนรวง (1x1 เมตร)	18
14	ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวง (1x1 เมตร)	18

สารบัญตารางภาคผนวก

ตาราง ภาคผนวกที่		หน้า
1	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดต่างของดินหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 1	24
2	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 1	24
3	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ หลังการเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 1	24
4	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ หลังการเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 1	24
5	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดต่างของดินหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 2	25
6	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 2	25
7	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ หลังการเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 2	25
8	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ หลังการเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 2	25
9	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโต(ความสูง)ข้าวอายุ 50วัน ปลุกข้าวปีที่ 1	26
10	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโต(ความสูง)ข้าวอายุ 70วัน ปลุกข้าวปีที่ 1	26
11	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโต(ความสูง)ข้าวอายุ 90วัน ปลุกข้าวปีที่ 1	26
12	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโต(ความสูง)ข้าวอายุ 50วัน ปลุกข้าวปีที่ 2	26
13	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโต(ความสูง)ข้าวอายุ 70วัน ปลุกข้าวปีที่ 2	27
14	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโต(ความสูง)ข้าวอายุ 90วัน ปลุกข้าวปีที่ 2	27
15	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตข้าว ปีที่ 1	27
16	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตข้าว ปีที่ 2	27
17	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนต้น)	28
18	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนรวง)	28
19	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนเมล็ดต่อรวง)	28
20	ตารางแสดงระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน	28
21	ตารางแสดงระดับอินทรีย์วัตถุในดิน	- -

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตาราง ภาคผนวกที่		หน้า
22	ตารางแสดงระดับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยวิธีการสกัดด้วย Bray II	29
23	ตารางแสดงปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยวิธีการสกัดด้วย ammonium acetate 1 N, pH 7 อัตราส่วน 1 ต่อ 20	29

ชื่อโครงการวิจัย การใช้ผลิตภัณฑ์ พด.12 ในการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ในชุดดินอุตรดิตถ์
Use of LDD.12 for cultivation of Phitsanulok 2 rice to variety in
Uttaradit soil series.

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 53 54 01 08 040000 022 102 03 11

กลุ่มชุดดินที่ 7 **ชุดดิน** อุตรดิตถ์ (Uttaradit soil series)

ผู้ดำเนินการ นายพัฒน์พงษ์ เกิดหล้า

Mr. Patpong Kirdlum

ผู้ร่วมดำเนินการ นางชุตินา จันทร์เจริญ

Mrs.Chutima Chancharean

นางทรายแก้ว อนากาศ

Mrs. Saikaew Anakad

บทคัดย่อ

การใช้ผลิตภัณฑ์ พด.12 ในการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการใช้ผลิตภัณฑ์ พด.12 ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี ในการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 กับกลุ่มชุดดินที่ 7 ชุดดินอุตรดิตถ์ และศึกษาสมบัติทางเคมีของดินจากการใช้ผลิตภัณฑ์ พด. 12 ร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำการวิจัยร่วมกับเกษตรกรเจ้าของแปลง ชื่อนายชัยกุล สุขก้อน หมอดินอาสาประจำตำบลวังแดง ที่ตั้งแปลงหมู่ที่ 5 ตำบลวังแดง อำเภอดรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ พิกัด E 617953 N 1931558 ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2552 ถึงเดือนกันยายน 2554 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 9 ดำรับการทดลอง ได้แก่ การปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 แบบนาหว่านน้ำตม ดำรับที่ 1 , 2 และ 3 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ดำรับ 2 ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 300 ก.ก./ไร่ ดำรับ 3 ใส่ปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด.12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่) ดำรับ 4 , 5 และ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน (ดำรับ 5 ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 300 ก.ก./ไร่ ดำรับ 6 ใส่ปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด.12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่) ดำรับ 7 , 8 และ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี 75% อัตราค่าวิเคราะห์ดิน (ดำรับ 8 ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 300 ก.ก./ไร่ ดำรับ 9 ใส่ปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด.12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่) สมบัติทางเคมีของดินแปลงทดลอง คือ ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 6.3 ซึ่งอยู่ในระดับกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คือ 1.31 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คือ 8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ คือ 56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกข้าวไม่ไผ่ต่อช่วงแสง ปริมาณธาตุอาหารตามคำแนะนำที่ต้องใส่ เท่ากับ 12-3-6 ก.ก. N-P₂O₅-K₂O / ไร่

ผลการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าว เมื่อข้าวมีอายุ 50,70 และ 90 วันหลังปลูก ทุกดำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบแนวโน้มคือการปลูกข้าวดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยเคมี 75% อัตราค่าวิเคราะห์ดิน จะมีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) มากกว่าการปลูกข้าวดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี การวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิต พบว่าจำนวนต้น จำนวนรวง และจำนวนเมล็ดต่อรวง ทุกดำรับทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบแนวโน้มคือดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าเฉลี่ยจำนวนต้น จำนวนรวง และจำนวนเมล็ดต่อรวง มากกว่าดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ผลผลิตจากการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ปีที่ 1 ดำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยเคมี 75% อัตราค่าวิเคราะห์ดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กับดำรับทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยเคมี 75% อัตราค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด.12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 692 และ 680 ก.ก./ไร่ ตามลำดับ

ผลผลิตจากการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ปีที่ 2 ดำรับทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กับดำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราค่าวิเคราะห์ดิน ดำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด. 12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่ และดำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี 75% ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด. 12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่ การใช้ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด.12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 575 ก.ก./ไร่

หลักการและเหตุผล

การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรเพื่อตอบสนองความต้องการของพลโลกที่เพิ่มขึ้น การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตได้อย่างเด่นชัด โดยใช้ระยะเวลาสั้น และไม่ต้องใช้เนื้อที่เพาะปลูกที่มีอย่างจำกัดเพิ่มขึ้น สำหรับผลผลิตทางการเกษตรนั้น นอกจากจะใช้เป็นอาหารของพลโลกแล้ว ยังใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมอีกหลายชนิด และใช้เป็นพืชพลังงานทดแทน

การใช้ปุ๋ยเคมีในประเทศไทย ในปี 2540 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 นำเข้าจากต่างประเทศ มีการใช้ปุ๋ยเคมีประมาณ 4 ล้านเมตริกตัน ซึ่งในจำนวนปุ๋ยที่ต้องการใช้ทั้งหมดนี้จะนำมาใช้ในการเพาะปลูกข้าวประมาณร้อยละ 40 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) และการที่ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มราคาสูงขึ้น เนื่องจากความต้องการใช้ปุ๋ยทั่วโลกเพิ่มขึ้นอย่างมาก สาเหตุจากการเร่งผลิตพืชเพื่อเป็นพลังงานทดแทนและนานาประเทศต้องเร่งผลิตพืชอาหาร โดยใช้ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการเพิ่มผลผลิต ประกอบกับปุ๋ยเคมีเป็นอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องกับน้ำมันปิโตรเลียมและแก๊สธรรมชาติ อาทิ แอมโมเนีย ยูเรีย ทำให้เกิดการแย่งซื้อในตลาดโลก ส่งผลให้ราคาปุ๋ยเคมีสูงขึ้น

ในสถานการณ์ที่ประเทศกำลังประสบปัญหาปุ๋ยเคมีราคาแพง ขณะที่เกษตรกรจำนวนมากตระหนักถึงความสำคัญของการใช้ปุ๋ยในการเพิ่มผลผลิตพืช ดังนั้นการใช้ปุ๋ยเคมีจึงไม่ควรเป็นทางออกทางเดียว เพราะหากภาคการเกษตรยังคงพึ่งพาการใช้ปุ๋ยเคมีอยู่จะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ทางออกที่เป็นไปได้คือการทดแทนปุ๋ยเคมีบางส่วนโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์/ปุ๋ยชีวภาพ กรมพัฒนาที่ดินได้คิดค้นนวัตกรรมเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพืชผลทางการเกษตร จำนวน 3 ชนิดคือ จุลินทรีย์สำหรับปรับปรุงดิน พด.11 ปุ๋ยคุณภาพสูง สูตรไนโตรเจน(N)และสูตรฟอสฟอรัส (P) และผลิตภัณฑ์ พด.12

ผลิตภัณฑ์ พด.12 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ ที่ประกอบด้วยกัน 4 ประเภท คือจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาเก็บไว้ในดินทำให้พืชนำไปเป็นธาตุอาหารไนโตรเจน , จุลินทรีย์ที่ละลายฟอสฟอรัสทำให้พืชดูดไปใช้ประโยชน์ , จุลินทรีย์ที่ละลายโพแทสเซียมให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันนานๆ อาจทำให้ธาตุอาหารบางตัวถูกตรึงไว้ในดิน พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นจุลินทรีย์เหล่านี้จะช่วยละลายธาตุอาหารให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และ จุลินทรีย์ที่สร้างฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตของรากและต้นพืช พร้อมกับเพิ่มประสิทธิภาพการดูดน้ำและธาตุอาหาร การใช้ผลิตภัณฑ์ พด.12 นั้น ต้องนำไปขยายเชื้อในปุ๋ยหมัก ใช้ได้กับพืชทุกชนิด ลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ 25 – 30 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน , 2551)

จากข้อดีของผลิตภัณฑ์ พด.12 ดังกล่าว เมื่อเกษตรกรนำมาใช้ในการปลูกพืช จะเป็นการลดต้นทุนการผลิตโดยใช้ผลิตภัณฑ์ พด.12 ทดแทนปุ๋ยเคมีเป็นการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะพืชเศรษฐกิจเช่น ข้าว เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมการปลูกข้าวพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูง ตอบสนองต่อปุ๋ย

ในเขตภาคเหนือตอนล่าง นิยมปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสงให้ผลผลิตสูงถึง 807 กิโลกรัมต่อไร่ ด้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ด้านทานต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียว มีคุณภาพการสีดีมาก การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในระดับ 6 – 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ และให้ผลผลิตสูงสุดที่ระดับ

12 – 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ (ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก, 2548) โดยเฉพาะในจังหวัดพิษณุโลก มีการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 กันมากในเขตอำเภอเมือง อำเภอพรหมพิราม สภาพดินที่ใช้ปลูกข้าวเป็นกลุ่มชุดดินที่ 7 ชุดดินนครปฐม อุดรดิตถ์ การปลูกข้าวใช้วิธีหว่าน ใช้ปุ๋ยเคมีและสารกำจัดแมลงและวัชพืช ใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้อย

สภาพปัญหาดังกล่าวจึงสมควรศึกษาหาแนวทางลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยอินทรีย์ที่มีการขยายเชื้อเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์กับพืชมาทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร จึงเป็นสาเหตุจำเป็นเร่งด่วนที่สมควรศึกษาวิจัยการใช้ผลิตภัณฑ์ พด.12 เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกพืชเศรษฐกิจ(ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2) แม้ว่าในเบื้องต้นการใช้ผลิตภัณฑ์พด. 12 จะสามารถทดแทนปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีได้บางส่วน แต่ในระยะยาวต้องมีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ พด.12 ยังมีประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดินให้ดินสามารถใช้ประโยชน์ได้ยาวนาน

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์ พด.12 เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมี ในการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 กับกลุ่มชุดดินที่ 7 ชุดดินอุดรดิตถ์
2. ศึกษาสมบัติทางเคมีของดินจากการใช้ผลิตภัณฑ์ พด.12 ร่วมกับปุ๋ยเคมี

ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาอัตราการใช้ผลิตภัณฑ์ พด.๑๒ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี ๒๕ เปอร์เซ็นต์ และศึกษาศึกษาสมบัติทางเคมีของดินจากการใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด. ๑๒ ในพื้นที่ของเกษตรกรที่ปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก ๒ ดินเป็นกลุ่มชุดดินที่ ๗ ชุดดินอุดรดิตถ์ เขตอำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์

ตรวจเอกสาร

ปุ๋ยอินทรีย์เป็นที่รู้จักกันมานานแล้ว ปัจจุบันได้มีการผลิตผลิตภัณฑ์ พด. 12 ที่สามารถขยายเชื้อจุลินทรีย์ให้เพิ่มจำนวนเพิ่มขึ้นได้ในปุ๋ยหมัก นำมาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน การนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถสร้างธาตุอาหาร หรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืชมากขึ้น ในผลิตภัณฑ์ พด. 12 ประกอบด้วยจุลินทรีย์ 4 ประเภท (กรมพัฒนาที่ดิน,2551)

1. จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุอาหารไนโตรเจน เป็นจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระในดินสามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศและเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแอมโมเนียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยกิจกรรมเอนไซม์ไนโตรจีเนส มีรายงานว่าเป็นแบคทีเรียอย่างน้อย 26 จีแนส ได้แก่ *Azotobacter* sp. , *Azospirillum* sp. , *Beijerinckia* sp. , *Derrxia* sp.และ *Bacillus* sp. เป็นต้น สามารถตรึงไนโตรเจนให้กับข้าวและพืชไร่ต่างๆ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ได้แก่ *Anabaena* sp. , *Calothrix* sp. , *Nostoc* sp. , *Scytonema* sp. และ *Tolypotrix* sp. เป็นต้น สามารถเจริญได้ดีในน้ำหรือที่ชื้นแฉะจึงมีความสำคัญต่อการตรึงไนโตรเจนในนาข้าว สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้เท่ากับยูเรีย 8-10 กิโลกรัมต่อไร่ ในหนึ่งฤดูปลูกข้าว ช่วยให้มีผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น 15-20 เปอร์เซ็นต์

2. จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุฟอสฟอรัส สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือกลุ่มจุลินทรีย์ที่ละลายสารประกอบฟอสเฟต กิจกรรมจุลินทรีย์พวก heterotroph และ chemolithotroph หลายชนิดสามารถละลาย อินทรีย์ฟอสเฟต โดยการผลิตกรดอินทรีย์ หรือกรดอินทรีย์ หรือ chelator เมื่อแคลเซียมฟอสเฟตถูกละลายโดยกระบวนการดังกล่าว แคลเซียมและฟอสฟอรัสจะถูกปลดปล่อยออกมา กลุ่มของจุลินทรีย์ที่สามารถ

ละลายสารประกอบฟอสเฟตที่อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ *Flavobacterium* sp. , *Athobacter* sp. , *Pseudomonas* sp. , *Bacillus* sp. , *Streptomyces* sp. , *Aspergillus* sp. , *Penicillium* sp. และยีสต์บางชนิดได้แก่ *Schwanniomyces* sp. จะผลิตกรดอินทรีย์บางชนิดขึ้นมา เช่น กรด formic, lactic, citric, succinic, malic, tartaric, และ glycolic เป็นต้น แนวทางการวิจัยในปัจจุบันได้มีการศึกษาการใช้จุลินทรีย์ที่ละลายฟอสเฟตมากขึ้นโดยนำไปประยุกต์กับการพัฒนาคุณภาพของดินโดยตรงเพื่อเพิ่มผลผลิตธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด และพืชตระกูลถั่ว

กลุ่มจุลินทรีย์อีกกลุ่มหนึ่งที่ช่วย ดูดซับธาตุฟอสฟอรัสให้กับพืช จุลินทรีย์พวกนี้ได้แก่ ไมโครไรซา ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในรากพืชในระบบพึ่งพาซึ่งกันและกัน ส่วนของเส้นใยที่พันอยู่กับรากพืชจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวรากและขนไชเข้าไปในดิน สัมผัสกับฟอสฟอรัสและจะดูดธาตุนี้อย่างตรงถ่ายทอดไปยังรากพืช ทำให้พืชที่ไม่โครไรซาอาศัยอยู่ด้วยได้รับฟอสฟอรัสในปริมาณที่เพียงพอ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันไม่ให้ฟอสฟอรัสที่ละลายออกมาถูกตรึงโดยปฏิกิริยาทางเคมีของดินด้วย เพราะเชื้อไมโครไรซาจะช่วยดูดซับเก็บไว้ในโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่าออบัสคูลและเวสซิเคิลที่อยู่ในเซลล์พืช

3. จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุโพแทสเซียม บทบาทสำคัญของจุลินทรีย์ดินต่อความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องอยู่กับกระบวนการ mobilization โดยการปลดปล่อยกรดอินทรีย์ เช่น กรดแลคติก กรดซิตริก กรดออกซาลิก เป็นต้น หรือกรดอินทรีย์ เช่น กรดคาร์บอนิก กรดไนตริก และกรดซัลฟูริก เป็นต้น ในการละลายแร่ และวัตถุดิบกำเนิดดินที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ จุลินทรีย์ที่สามารถปลดปล่อยกรดออกมาละลายแร่ลูมิโนซิลิเกต เช่น แบคทีเรียในกลุ่ม *Bacillus* และ *Pseudomonas* ราในกลุ่มของ *Aspergillus* , *Mucor*, *Penicill*

4. จุลินทรีย์ที่ผลิตฮอร์โมนและสารเสริมการเจริญเติบโตของพืช เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตฮอร์โมนและวิตามิน ซึ่งเป็นสารที่ช่วยกระตุ้นให้พืชเจริญงอกงามได้ดีขึ้น เช่น มีผลต่อการขยายขนาดของเซลล์ การเร่งเมล็ดให้งอก การก่อให้เกิดเนื้อเยื่อผลิตราก ช่วยการแบ่งเซลล์ของพืช และช่วยรักษาสมดุลของการเจริญเติบโต เป็นต้น สำหรับฮอร์โมนที่พบ ได้แก่ Auxin, Gibberellin และ Cytokinin ส่วนวิตามินที่พบ เช่น ไรโบฟลาวิน ไบโอติน ไบโอฟลาวัน ไพรีดอกซิน เป็นต้น ตัวอย่างจีนัสของแบคทีเรียกลุ่มนี้คือ *Azoapirillum* *Azotobacter* และ *Bacillus*

จุดเด่นของผลิตภัณฑ์ พด. 12 (ที่ขยายเชื้อในปุ๋ยหมัก)

1. เพิ่มไนโตรเจน
2. เพิ่มการละลายได้ของหินฟอสเฟต 12-30 เปอร์เซ็นต์
3. เพิ่มการละลายได้ของโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ 8 เปอร์เซ็นต์
4. สร้างฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตของรากและต้นพืช
5. เพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช

ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ พด. 12 (ที่ขยายเชื้อในปุ๋ยหมัก)

1. ลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ 25-30 เปอร์เซ็นต์
2. เพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน
3. เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย
4. ช่วยสร้างความสมดุลของธาตุอาหารพืชในดินทำให้รากพืชดูดใช้ได้ดีขึ้น
5. ส่งเสริมการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิตพืช

วิธีการใช้ผลิตภัณฑ์ พด. 12 (ที่ขยายเชื้อในปุ๋ยหมัก)

มีวิธีการใช้ 4 รูปแบบ

1. การแช่เมล็ดหรือต้นกล้าในสารละลายปุ๋ยชีวภาพ
2. การใส่สารละลายปุ๋ยชีวภาพลงไปในดินโดยตรง
3. การคลุกเมล็ด โดยการคลุกเมล็ดพันธุ์พืชก่อนปลูกด้วยปุ๋ยชีวภาพในรูปเชื้อผง
4. การขยายเชื้อชีวภาพในปุ๋ยหมัก โดยทำการขยายเชื้อปุ๋ยชีวภาพในปุ๋ยหมักก่อนแล้วจึงนำไปใส่ลงไปในดิน ข้าว พืชไร่ มีอัตราการใช้เชื้อขยายปุ๋ยหมักชีวภาพ 300 กิโลกรัม/ไร่

การขยายเชื้อผลิตภัณฑ์ พด.12 ในปุ๋ยหมัก ทำได้โดยผสมผลิตภัณฑ์ พด.12 จำนวน 1 ซอง (100กรัม) ราข้าว 3 กิโลกรัม และปุ๋ยหมัก 300 กิโลกรัม ปรับความชื้นให้ได้ 70 เปอร์เซ็นต์ กองไว้ในที่ร่ม ระยะเวลา 4 วัน นำไปใช้ได้

ส่วนใหญ่การวิจัยด้านการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์/ผลิตภัณฑ์พด. 12 (ที่ขยายเชื้อในปุ๋ยหมัก) มักจะเน้นในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งเกษตรกรจำเป็นต้องเติมปัจจัยต่างๆมากมายและใส่ในปริมาณสูง จึงส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตของพืช บางครั้งผลผลิตที่เกษตรกรได้รับอาจไม่คุ้มกับการลงทุน ซึ่งทำให้ไม่สามารถถ่ายทอดสู่เกษตรกรได้ สำหรับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางและสูงนั้นมีผู้ทำการศึกษาค่อนข้างน้อย ทั้งๆที่การใส่ปัจจัยเพียงบางประการและใส่ในปริมาณน้อยก็อาจส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูง ซึ่งเกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างจริงจัง

อินทรีย์วัตถุในเขตร้อนชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากการจัดการดินที่ไม่ดีพอและขาดแคลนการหมุนเวียนมวลชีวภาพทั้งในรูปวัสดุอินทรีย์หรือสารอินทรีย์กลับคืนสู่ดิน ขณะเดียวกันก็ถูกไมโครพรอนทำให้เกิด biological oxidation ของฮิวมัส การลดลงของอินทรีย์วัตถุจะมีผลโดยตรงต่อการลดลงของผลผลิตพืช (Sanchez, 1976)การเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินจึงเป็นผลดีทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืช ปุ๋ยหมักจัดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งสามารถให้ฮิวมัสแก่ดิน ดังนั้นจึงมีผลต่อการควบคุมและกำหนดสมบัติต่างๆของดิน สำหรับการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางชีวภาพของดินนั้นเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในดินอาทิเช่น การย่อยสลายอินทรีย์สารที่ผสมคลุกเคล้าลงไปในดินจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลส ซึ่งสามารถผลิตเอนไซม์ cellulose และ xylanase ผลสุดท้ายที่ได้จากการย่อยสลายจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรดอินทรีย์ต่างๆ และสารประกอบที่เป็นเมือก (Slimy material) ธาตุอาหารต่างๆ และฮิวมัส การแปรสภาพของอินทรีย์สารจากรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่นการเปลี่ยนรูปอนุโมลแอมโมเนียม ซึ่งอยู่ในรูปที่พืชดูดไปใช้ได้ยากให้อยู่ในรูปไนเตรตและเป็นไนเตรตซึ่งพืชสามารถดูดไปใช้ได้ง่ายโดยกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ nitrifying bacteria เช่น Nitrosomonas sp. และ Nitrobacter sp. (Gray และ William, 1971 ; Alexander, 1977)

การแปรสภาพของสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์บางชนิดที่สามารถผลิตกรดขึ้นมาละลายธาตุอาหารในดินให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น กรด lactic, citric, succinic และ glycolic ซึ่งสามารถละลายหินฟอสเฟตให้อยู่ในรูปของฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้เป็นการเพิ่มธาตุอาหารในดินให้สูงขึ้น (Kucey, 1983)การตรึงไนโตรเจนจากอากาศซึ่งอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรงให้อยู่ในรูปสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยจุลินทรีย์พวก nitrogen fixing bacteria ทั้งที่อยู่อย่างอิสระและอยู่ร่วมกับพืชตระกูลถั่ว สำหรับที่อยู่อย่างอิสระในดินที่สำคัญได้แก่ Azotobacter sp. เป็นแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ในเขตร้อน พืชที่สามารถจะได้รับประโยชน์จาก จุลินทรีย์พวกนี้ส่วนใหญ่จะเป็นพืชตระกูลหญ้า เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อยและหญ้าเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น (Alexander, 1977)การสร้างฮอโมนและสารเร่งการเจริญซึ่งเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด เช่น Azotobacter sp. และยีสต์สามารถสังเคราะห์ได้สำหรับฮอโมนที่พบมีทั้ง indole acetic acid (auxin), gibberellic acid, cytokinin และ trisporic acid

(Brown, 1972) หรือแม้กระทั่ง metabolite ที่จุลินทรีย์ขับออกมาซึ่งนับว่าเป็นธาตุอาหารที่สำคัญเช่น nucleotide และกรดอะมิโน เป็นต้น (Brock และคณะ, 1982)

ดินเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญที่เป็นแหล่งอาศัยและแหล่งอาหารที่สำคัญของพืช แต่เนื่องจากดินในแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นคุณสมบัติของดินจึงเป็นตัวแปรที่มีผลต่อการเพิ่มหรือลดศักยภาพการผลิตและการใช้ปุ๋ย จากการสำรวจและจำแนกดินของกรมพัฒนาที่ดินโดยทำการศึกษาสมบัติทางเคมีสามารถจัดระดับความอุดมสมบูรณ์ทางการเกษตรออกได้เป็น 3 ระดับ คือ ระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปานกลาง และสูง (เล็กและสุนันท์, 2535)

ดินในพื้นที่ทำการวิจัยของเกษตรกรอยู่ในเขตอำเภอตรอน จังหวัดอุดรธานี เป็นดินในกลุ่มชุดดินกลุ่มที่ 7 ชุดดินอุดรธานี (Uttaradit Series: Utt) จัดอยู่ใน Fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Aquic Haplustalfs เกิดจากการทับถมของตะกอนลำนํ้าบนลานตะพักลำนํ้าค่อนข้างใหม่ สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะราบเรียบ มีความลาดชัน 1 – 2 เปอร์เซ็นต์ ชุดดินนี้เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว ดินมีความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ช้า มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินประมาณ 1 – 1.20 เมตร ดินบนลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีพื้นเป็นสีน้ำตาลปนเทา สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนแดง ปฏิกริยาเป็นดินกรดจัดถึงกรดจัดมาก (pH 5.0 – 5.5) ดินล่างเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ดินร่วนเหนียว สีเป็นสีน้ำตาลปนแดง มีจุดประสีแดงปนเหลือง จะมีปริมาณน้อยลงตามความลึกของดิน และสีก็ไม่ค่อยชัดเจน ปฏิกริยาของดินเป็นกลางถึงต่างปานกลาง (pH 7.0 – 8.0) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

จากผลของการวิเคราะห์ดินและระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยพิจารณาเฉพาะผิวดินบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร สำหรับวิธีการประเมินใช้วิธีการในคู่มือการวินิจฉัยคุณภาพของดิน สำหรับประเทศไทย ปี 1973 (Interpretation Handbook for Thailand, 1973) ชุดดินอุดรธานี มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) 14.50 cmol_c/kg ค่าเปอร์เซ็นต์อิ่มตัวด้วยเบส (base saturation percentage, %BS) 37.00 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) 2.43% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avai.P) 24.50 mg/kg และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 50.00 mg/kg ระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณหรือความเข้มข้นของธาตุอาหารแต่ละชนิดที่มีความเพียงพอต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว ข้าวจะมีความต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เฉลี่ย 3.55 0.22 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณธาตุอาหารของแคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน 0.20 0.20 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีความต้องการทองแดง สังกะสี แมงกานีส เหล็ก โบรอน และโมลิบดีนัม ในปริมาณ 6.5 30 40 10.5 และ 0.40 mg/kg (พิชิตและปรีดา, 2535)

มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน (microbial biomass) เป็นตัวบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของดิน (Doran, 1987) จากรายงานของ Fraser et al. (1988) มวลชีวภาพคาร์บอนของจุลินทรีย์ในดินมีผลต่อการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของคาร์บอน ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารจากเศษพืชอินทรีย์วัตถุและการแพร่กระจายของราก การที่ดินมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการย่อยสลายธาตุอาหารและพืชดูดใช้ธาตุอาหารพืชในดินและปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารเพิ่มขึ้น และจุลินทรีย์ดินยังช่วยส่งเสริมการกระจายของรากพืชให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มวลของจุลินทรีย์ดินเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ การเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินช่วยกระตุ้นให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเกิดขึ้นมาก และกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินมีผลต่อการสร้างธาตุอาหารพืชในดิน นอกจากนี้ยังมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดินด้วย (Stevenson และ Elloit, 1989)

พันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกและการตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีแตกต่างกันอยู่ 2 กลุ่มได้แก่ พันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง และพันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง พันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงตอบสนองต่อปุ๋ย โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนได้ดี ปุ๋ยที่แนะนำคืออัตรา 12-12-12 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ (สำหรับนาดินร่วนหรือดินทราย) และอัตรา 12-12-0 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ (สำหรับนาดินเหนียว) อย่างไรก็ตามอัตราปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งสูญเสียได้ง่ายในดินนา ทำให้อัตราที่แนะนำอาจสูงได้ถึง 18-24 กิโลกรัม N/ไร่ และยังขึ้นอยู่กับลักษณะของพันธุ์ข้าวที่ตอบสนองต่อปุ๋ย มากน้อยต่างกันด้วย

ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 นิเวศวิทยาเป็นข้าวนาสวน นาชลประทาน ชนิดของพันธุ์ข้าวเป็นข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120 วัน แหล่งแนะนำให้ปลูก ภาคเหนือตอนล่าง ในพื้นที่นาชลประทาน หรือนาที่ควบคุมน้ำได้โดยเฉพาะพื้นที่ซึ่งมีการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ลักษณะประจำพันธุ์ พิษณุโลก 2 เป็นพันธุ์ข้าวค่อนข้างเตี้ย สูงประมาณ 114 ซม. ทรงกอตั้ง แดกกอดี ปล้องและกาบใบสีเขียว มีขนบนใบ ใบธงตั้งตรง ใบแก่ข้า รวงแน่นปานกลาง ระแนงค่อนข้างถี่ คอรวงสั้น เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง เมล็ดข้าวกล้องรูปร่างเรียวยาว 7.3 มม. กว้าง 2.1 มม. หยา 1.6 มม. ข้าวสุกร่วนแข็ง ระยะพักตัวประมาณ 8 สัปดาห์ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 807 กิโลกรัม/ไร่ ต้านทานต่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นสีเขียว ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในระดับ ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในระดับ 6 – 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ และให้ผลผลิตสูงสุดที่ระดับ 12 – 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ (ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก 2548)

จากรายงานผลการวิจัยของกิตติมา ศิวาภิธยกุล (2548) การปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ในกลุ่มชุดดินที่ 7 ชุดดินอุตรดิตถ์ ณ บ้านเขาสมอคร้า ตำบลพรหมพิราม อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก พบว่าชุดดินดังกล่าวมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะสมกับการปลูกข้าวอยู่แล้วคือมี pH 4.6-4.9 อินทรีย์วัตถุสูง (3.57-4.94 เปอร์เซ็นต์) มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 7-12 mg/kg และโพแทสเซียม 42-62 mg/kg เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-8-0 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ หรือการใช้ปุ๋ยพืชสด จะให้ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงในปีที่ 1 เมื่อดินมีความอุดมสมบูรณ์ลดลงในปีที่ 2 เนื่องจากข้าวดูดธาตุอาหารไปสะสมในต้นใบและเมล็ดที่ถูกนำออกไปจากดิน การใส่ปุ๋ยอัตราต่ำ (0-8-0 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่) หรือการใช้ปุ๋ยพืชสดอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะทดแทนธาตุอาหารพืชที่ถูกนำออกไปจากดินได้ จึงให้ผลผลิตข้าวต่ำและลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับผลผลิตในปีที่ 1 และให้ผลผลิตข้าวน้อยกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 8-8-0 และ 12-12-0 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ การใช้ปุ๋ยเคมีมีความจำเป็นในปีที่ 2 ซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 8-8-0 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ให้ผลผลิตตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด

คณะกรรมการดำเนินการโครงการวิจัยการจัดการดินเพื่อปลูกข้าว (2547) ให้ข้อมูลเกี่ยวกับธาตุอาหารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบของข้าวไว้ว่า ต้นข้าว ใบข้าว รากข้าวและเมล็ดข้าว เป็นสารประกอบที่เกิดมาจากการรวมตัวกันของธาตุในดินในน้ำและในอากาศ ธาตุเหล่านี้ได้แก่ ธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ซิลิกา (Si) โพแทสเซียม (K) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ซัลเฟอร์ (S) คลอรีน (Cl) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) สังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu) ธาตุอาหารนี้มีความสำคัญมากน้อยต่างกันตามบทบาท แต่ทุกธาตุต้นข้าวต้องการ ถ้ามีมากเกินไปก็เกิดพิษต่อต้นข้าวที่เรียกว่าธาตุอาหารเป็นพิษ (toxicity) หรือถ้ามีน้อยเกินไปก็เกิดพิษเช่นเดียวกันที่เรียกว่า โรคขาดธาตุอาหาร (deficiency) ซึ่งทั้ง 2 อาการทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติจนกระทั่งทำให้ตายได้

เมื่อถอนต้นข้าวทั้งต้นในระยะที่เมล็ดสุกแก่เต็มที่มาตากหรืออบให้แห้ง ก็จะไล่ไอน้ำ (H_2O) และก๊าซบางชนิดออกไปเช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) เอทิลีน (C_2H_4) หลังจากนั้นเมื่อนำไปวิเคราะห์จะพบว่าประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ หรือมากกว่าพบสารประกอบประเภทแป้งหรือเซลลูโลส มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือแป้ง ($C_6H_{12}O_6$) ซึ่งเกิดจากขบวนการสังเคราะห์แสง

ดังนั้นธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) จึงเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของต้นข้าวมากที่สุด ที่เกิดจากน้ำที่ดูดเข้าทางราก และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ดูดเข้าทางใบ ธาตุอาหารที่เคลื่อนย้ายได้จากดิน ธาตุซิลิกา (Si) พบมากเป็นอันดับ 4 โดยพบอยู่ในฟางข้าวประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ และในเมล็ดประมาณ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ธาตุซิลิกา มีอยู่มากมายในดินทุกชนิด

ธาตุโพแทสเซียม (K) เป็นธาตุที่พบมากเป็นอันดับ 5 พบในฟางประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ในเมล็ดประมาณ 0.7 เปอร์เซ็นต์ แร่ดินเหนียวเป็นแหล่งที่สำคัญของธาตุโพแทสเซียม ดินมีธาตุโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (Soluble K_2O) มากกว่า 150 ppm. อาจไม่จำเป็นต้องใส่ธาตุโพแทสเซียม

ธาตุไนโตรเจน (N) เป็นธาตุที่พบมากเป็นอันดับ 6 พบในฟางข้าวประมาณ 0.60 เปอร์เซ็นต์ ในเมล็ด 1.27 เปอร์เซ็นต์ อากาศเป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจนที่สำคัญที่สุด โดยจุลินทรีย์และพืชบางชนิดทำหน้าที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศลงสู่ดิน เมื่อย่อยสลายจะกลายเป็นอินทรีย์วัตถุและปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมไอออน และถูกข้าวดูดขึ้นไปใช้ ต้นข้าวต้องการธาตุไนโตรเจนมากเพื่อการเจริญเติบโตในการแบ่งเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระยะกำเนิดช่อดอก ดินนาในประเทศไทยส่วนมากมีธาตุไนโตรเจนไม่พอที่จะให้ข้าวได้ผลผลิตสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์

ธาตุอาหารที่พบมากเป็นลำดับที่ 7 คือธาตุฟอสฟอรัส (P) พบในฟางข้าว 0.09 เปอร์เซ็นต์ ในเมล็ด 0.42 เปอร์เซ็นต์ ดินมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P_2O_5) 10 – 15 ppm. หรือมากกว่า จึงจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าว

ธาตุอาหารอื่นๆ เช่น แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ซัลเฟอร์ (S) คลอรีน (Cl) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) สังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu) ถึงแม้จะพบน้อยมากในต้นข้าว แต่ก็มีความสำคัญในกระบวนการสร้างองค์ประกอบของข้าว (metabolism) ส่วนใหญ่ในดินนา มีแร่ดินเหนียวเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเป็นแหล่งของธาตุอาหารที่สำคัญมีธาตุต่างๆ เหล่านี้มากเพียงพอ นอกจากนี้ธาตุบางชนิดที่เคลื่อนย้ายได้ (mobile) ยังถูกพัดพาไปกับน้ำ ข้าวมีปลูกในนาซึ่งส่วนมากจึงไม่ขาดธาตุอาหารเหล่านี้ ดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินจากภูเขาหินปูน จากการทับถมของตะกอน จากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ จึงมีธาตุอาหารกลุ่มนี้ค่อนข้างสมบูรณ์สำหรับต้นข้าว และจากผลการวิจัยของสุนทร (2547) การจัดการดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ในกลุ่มดินชุดที่ 7 ชุดดินอุตรดิตถ์ พบว่าน้ำหนักแห้งของส่วนที่เป็นลำต้นและใบของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ระยะตั้งท้อง เฉลี่ย 667 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณธาตุอาหารในส่วนของต้นข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว มีเปอร์เซ็นต์ของธาตุอาหาร N-P และ K เฉลี่ย 0.78, 0.12 และ 0.94 ตามลำดับ / ปริมาณธาตุอาหารในส่วนที่เป็นลำต้นหรือตอซึ่งที่ระยะเก็บเกี่ยว มีเปอร์เซ็นต์ของธาตุอาหาร N-P และ K เฉลี่ย 0.55, 0.13 และ 1.70 ตามลำดับ / ปริมาณธาตุอาหารในส่วนที่เป็นใบของข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว มีเปอร์เซ็นต์ของธาตุอาหาร N-P และ K เฉลี่ย 0.92, 0.10 และ 0.57 ตามลำดับ / ปริมาณธาตุอาหารในรวงข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยวพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ของธาตุอาหาร N-P และ K เฉลี่ย 1.03, 0.26 และ 0.41 ตามลำดับ / จากการทดลองปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 จำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ได้น้ำหนักฟางแห้ง 939 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตข้าว 818 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ได้น้ำหนักฟางแห้ง 892 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตข้าว 695 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อหาค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวจากการปลูก 2 ครั้งพบว่าข้าวมีผลผลิตเฉลี่ย 695 กิโลกรัมต่อไร่ และสรุปผลการวิจัยครั้งนี้ว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 8-8-0 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการจัดการดินอุตรดิตถ์ กลุ่มดินชุดที่ 7 เพื่อการปลูกข้าว

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินงาน	เริ่มต้น	เดือนตุลาคม	พ.ศ. 25	52
สิ้นสุด เดือนกันยายน พ.ศ. 25				54

สถานที่ดำเนินงาน

1. สถานที่ตั้ง

หมู่ที่ 5 บ้านใหม่ยาวชน ตำบลวังแดง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรธานี
พิกัด E 617953 N 193155

2. สภาพพื้นที่

แปลงทดลองอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 7 ชุดดินอุดรธานี (Uttaradit Series: Utt) จัดอยู่ใน Fine , mixed , semiactive , isohyperthermic Aquic Haplustalfs เกิดจากการทับถมของตะกอนลำนํ้าบนลานตะพักลำนํ้าค่อนข้างใหม่ สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะราบเรียบ มีความลาดชัน 1 – 2 เปอร์เซ็นต์ ชุดดินนี้เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว ดินมีความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ช้า มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินประมาณ 1 – 1.20 เมตร ดินบนลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีพื้นเป็นสีน้ำตาลปนเทา สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนแดง ปฏิกริยาเป็นดินกรดจัดถึงกรดจัดมาก (pH 5.0 – 5.5) ดินล่างเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ดินร่วนเหนียว สีเป็นสีน้ำตาลปนแดง มีจุดประสีแดงปนเหลือง จะมีปริมาณน้อยลงตามความลึกของดิน และสีก็ไม่ค่อยชัดเจน ปฏิกริยาของดินเป็นกลางถึงด่างปานกลาง (pH 7.0 – 8.0) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

1. อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าว (พิษณุโลก 2)
2. ปุ๋ยหมัก
3. ร้าข้าว
4. ผลิตภัณฑ์ พด.12
5. ปุ๋ยเคมี (สูตร 46-0-0 , 0-46-0 และ 0-0-60)
6. สายวัดระยะทาง
7. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน เช่น สว่านเจาะดิน (soil auger) , ชุดอุปกรณ์ตอกเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้างดิน (soil core auger) , พลั่ว (spade) , กระป๋องเก็บตัวอย่างดิน (soil sample can) , ถังพลาสติก , ถุงพลาสติก , กระดาษขาว , ปากกาเมจิก
8. เครื่องชั่งน้ำหนัก
9. อุปกรณ์บันทึกข้อมูลความสูง เช่น ไม้บรรทัด ไม้วัด ตลับเมตร

2. วิธีดำเนินการ

2.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย ๙ ดำรับการทดลอง ดังนี้

1. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี
2. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี + ปุ๋ยหมักอัตรา 300 ก.ก. / ไร่
3. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี + ปุ๋ยหมัก (ที่ขยายเชื้อ พด.12) อัตรา 300 ก.ก./ไร่
4. ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน
5. ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยหมักอัตรา 300 ก.ก. / ไร่
6. ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยหมัก (ที่ขยายเชื้อ พด.12)อัตรา 300 ก.ก./ไร่
7. ใส่ปุ๋ยเคมี (75 % อัตราค่าวิเคราะห์ดิน)
8. ใส่ปุ๋ยเคมี (75 % อัตราค่าวิเคราะห์ดิน) + ปุ๋ยหมักอัตรา 300 ก.ก. / ไร่
9. ใส่ปุ๋ยเคมี (75 % อัตราค่าวิเคราะห์ดิน) + ปุ๋ยหมัก(ที่ขยายเชื้อ พด. 12) อัตรา 300 ก.ก./ไร่

2.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

- 2.2.1 คัดเลือกพื้นที่และวางแผนการดำเนินงาน โดยเลือกพื้นที่
- 2.2.2 เตรียมแปลงทดลอง และแบ่งแปลงย่อย
- 2.2.3 เตรียมปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยผลิตภัณฑ์ พด.12
- 2.2.4 ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยผลิตภัณฑ์ พด. 12 ตามดำรับทดลอง
- 2.2.5 ดำเนินการปลูกข้าวแบบหว่านน้ำตาม
- 2.2.6 ใส่ปุ๋ยเคมีตามดำรับทดลอง
- 2.2.7 ดูแลรักษาโดยมีการใช้สารกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชตามความเหมาะสม
- 2.2.8 เก็บเกี่ยวผลผลิต
- 2.2.9 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติ (ANOVA : Analysis of Variance) และหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan ' s New Multiple Range Test
- 2.2.10 แปรผลการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการทดลอง และเขียนรายงานผลการทดลอง

2.3 การเก็บข้อมูลดิน

2.3.1 เก็บตัวอย่างดินที่ใช้ทำการทดลองที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติของดินเบื้องต้น ทางเคมี ได้แก่ ปฏิกิริยาดิน อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

2.4 การเก็บข้อมูลพืช

- 3.2.1 บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต (ความสูง)
- 3.2.2 บันทึกข้อมูลผลผลิตข้าว และองค์ประกอบผลผลิต

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สมบัติทางเคมีของดิน

1.1 สมบัติของดินก่อนการทดลอง

จากการเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองที่ระดับความลึก 0 – 15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 6.3 ซึ่งอยู่ในระดับกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คือ 1.31 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คือ 8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ คือ 56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีบางประการของดินก่อนการทดลองที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร

สมบัติทางเคมีของดิน	ผลการวิเคราะห์
pH	6.3
OM	1.31 %
Avai.P	8 mgkg ⁻¹
Exch.K	56 mgkg ⁻¹

1.2 สมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว ปีที่ 1

จากการเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 1 ที่ระดับความลึก 0 – 15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน พบว่าดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 6.5-6.8 ซึ่งอยู่ในระดับกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คือ 1.09-1.52 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คือ 8-10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ คือ 47-57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 2)

ค่าความเป็นกรดต่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว ปีที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละดำรับทดลอง (ตารางภาคผนวกที่ 1 2 3 และ 4)

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว ปีที่ 1

ดำรับทดลอง	สมบัติทางเคมี			
	pH	OM(%)	Avai.P (mgkg ⁻¹)	Exch.K(mgkg ⁻¹)
T1	6.7	1.28	9	50
T2	6.7	1.35	10	56
T3	6.6	1.26	8	54
T4	6.6	1.21	8	50
T5	6.5	1.21	10	57
T6	6.6	1.15	10	56
T7	6.8	1.23	9	51
T8	6.6	1.09	8	54
T9	6.6	1.52	9	47

1.3 สมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว ปีที่ 2

จากการเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 ที่ระดับความลึก 0 – 15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน พบว่าดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5.6-6.0 ซึ่งอยู่ในระดับกรดปานกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง คือ 1.21-1.66 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง คือ 7-15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง คือ 80-95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 3)

ค่าความเป็นกรดต่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว ปีที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละดำรับทดลอง (ตารางภาคผนวกที่ 5 6 7 และ 8) แต่ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีแนวโน้มสูงขึ้น

ตารางที่ 3 สมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว ปีที่ 2

ดำรับทดลอง	สมบัติทางเคมี			
	pH	OM(%)	Avai.P (mgkg ⁻¹)	Exch.K(mgkg ⁻¹)
T1	5.9	1.44	7	89
T2	6.0	1.66	7	80
T3	6.0	1.55	11	89
T4	5.6	1.48	7	81
T5	6.0	1.61	7	87
T6	6.0	1.48	9	78
T7	6.0	1.21	9	86
T8	5.7	1.51	12	95
T9	6.2	1.59	15	87

2. การเจริญเติบโต (ความสูง)

การทดลองได้เริ่มปลูกข้าว พันธุ์พิษณุโลก 2 ปีที่ 1 เมื่อข้าวมีอายุ 50, 70 และ 90 วัน หลังปลูก การวิเคราะห์ การเจริญเติบโต (ความสูง) พบว่า การเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าว ทั้ง 3 ระยะดำรับทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน ใส่ปุ๋ยเคมี 75% อัตราค่าวิเคราะห์ดิน รวมทั้งดำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 300 กก./ไร่ หรือใส่ปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด.12 อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 9 10 และ 11) (ตารางที่ 4 5 และ 6) แต่พบแนวโน้มคือการปลูกข้าวดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยเคมี 75% อัตราค่าวิเคราะห์ดิน (T4 – T9) จะมีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) มากกว่าการปลูกข้าวดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (T1 – T3)

และจากการทดลองปลูกข้าวปีที่ 2 เมื่อข้าวมีอายุ 50 , 70 และ 90 วัน พบว่าการเจริญเติบโต (ความสูง) ทั้ง 3 ระยะ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 12 13 และ 14) (ตารางที่ 7 8 และ 9) แต่พบแนวโน้มคือการปลูกข้าวดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยเคมี 75% อัตราค่าวิเคราะห์ดิน (T4 – T9) จะมีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) มากกว่าการปลูกข้าวดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (T1 – T3) สอดคล้องกับการทดลองปลูกข้าว ปีที่ 1

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) ข้าวอายุ 50 วัน ปลุกข้าว ปีที่ 1

ลำดับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1	T4	49.80
2	T7	49.25
3	T6	49.15
4	T9	47.35
5	T8	46.90
6	T5	46.30
7	T3	45.45
8	T1	42.50
9	T2	39.70

F = 1.125^{ns} (Sig = .382)

CV = 13.61 %

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) ข้าวอายุ 70 วัน ปลุกข้าว ปีที่ 1

ลำดับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1	T7	66.44
2	T5	64.63
3	T6	64.19
4	T4	63.75
5	T3	63.37
6	T9	62.63
7	T8	61.19
8	T1	53.62
9	T2	52.25

F = 1.372^{ns} (Sig = .258)

CV = 13.86 %

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) ข้าวอายุ 90 วัน ปลุกข้าว ปีที่ 1

ลำดับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1	T8	93.90
2	T7	93.50
3	T5	93.20
4	T3	93.05
5	T6	92.70
6	T4	90.15
7	T9	88.20
8	T1	81.50
9	T2	79.80

F = 1.125^{ns} (Sig = .382)

CV = 13.61 %

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) ข้าวอายุ 50 วัน ปลุกข้าว ปีที่ 2

ลำดับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1	T4	49.07
2	T5	48.50
3	T6	48.40
4	T8	46.80
5	T9	46.15
6	T7	45.67
7	T3	44.70
8	T2	41.67
9	T1	38.96

F = .754^{ns} (Sig = .645)

CV = 16.97 %

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) ข้าวอายุ 70 วัน ปลุกข้าว ปีที่ 2

ลำดับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1	T4	65.48
2	T7	64.75
3	T5	64.45
4	T6	63.60
5	T9	61.60
6	T3	60.15
7	T8	55.65
8	T2	52.88
9	T1	51.22

F = 1.248^{ns} (Sig = .315)

CV = 16.16 %

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) ข้าวอายุ 90 วัน ปลุกข้าว ปีที่ 2

ลำดับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1	T6	93.65
2	T5	93.15
3	T4	92.95
4	T8	92.88
5	T7	92.78
6	T9	89.45
7	T3	87.93
8	T1	81.25
9	T2	79.60

F = 1.471^{ns} (Sig = .220)

CV = 9.96 %

3. ผลผลิตข้าว

จากผลการวิเคราะห์ผลผลิตจากการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ปีที่ 1 พบว่า ตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยเคมี 75% อัตราค่าวิเคราะห์ดิน (T4 – T9) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (T1 – T3) (ตารางภาคผนวกที่ 15) (ตารางที่ 10) การใช้ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน (T6) และใส่ปุ๋ยเคมี 75% อัตราค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด.12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่ (T9) ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 692 และ 680 ก.ก./ไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าว ปีที่ 1 (11 ตารางเมตร)

ลำดับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย (กรัม)	
1	T6	4,762.50	a
2	T9	4,680.00	a
3	T8	4,647.50	a
4	T5	4,512.50	a
5	T4	4,472.50	a
6	T7	4,310.00	a
7	T3	3,477.50	b
8	T1	3,170.00	b
9	T2	3,100.00	b

F = 8.162^{**} (Sig = .000)

CV = 11.50 %

และจากผลการวิเคราะห์ผลผลิตจากการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ปีที่ 2 พบว่า ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (T1, T2 และ T3) และตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี 75% ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน (T7) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราค่าวิเคราะห์ดิน (T4) ตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด. 12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่ (T6) และตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี 75% ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด. 12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่ (T9) (ตารางภาคผนวกที่ 16) (ตารางที่ 11) การใช้ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด. 12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 575 ก.ก./ไร่

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าว ปีที่ 2 (11 ตารางเมตร)

ลำดับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย (กรัม)	
1	T6	3,950.00	a
2	T4	3,675.00	a
3	T9	3,500.00	a
4	T5	3,975.00	b
5	T8	2,800.00	b
6	T7	2,750.00	bc
7	T3	2,600.00	bc
8	T2	2,550.00	bc
9	T1	2,225.00	c

F = 11.560^{**} (Sig = .000)

CV = 11.32 %

4. องค์ประกอบผลผลิตข้าว

จำนวนต้น จำนวนรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิตจากการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ปีที่ 1 พบว่าจำนวนต้น จำนวนรวง และจำนวนเมล็ดต่อรวง ทุกตำรับทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 17 18 และ 19) (ตารางที่ 12 13 และ 14) แต่พบแนวโน้มคือตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน (T4 T5 และ T6) มีค่าเฉลี่ยจำนวนต้น จำนวนรวง และจำนวนเมล็ดต่อรวง มากกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (T1 T2 และ T3)

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยจำนวนต้น (1x1 เมตร)

ลำดับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย
1	T6	440.75
2	T4	432.00
3	T5	427.25
4	T8	408.25
5	T9	396.75
6	T7	372.00
7	T3	353.75
8	T1	353.50
9	T2	350.50

F = 1.882^{ns} (Sig = .110)

CV = 13.49

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยจำนวนรวง (1x1 เมตร)

ลำดับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย
1	T4	421.25
2	T5	408.25
3	T6	403.75
4	T8	395.50
5	T9	390.50
6	T7	365.00
7	T2	350.25
8	T3	348.75
9	T1	348.25

F = 2.070^{ns} (Sig = .080)

CV = 10.38 %

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวง (1x1 เมตร)

ลำดับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย
1	T5	704.00
2	T6	686.25
3	T7	667.50
4	T4	625.00
5	T8	622.75
6	T9	621.25
7	T3	598.00
8	T2	566.00
9	T1	415.50

F = 2.120^{ns} (Sig = .074)

CV = 19.18 %

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์ พด.12 ในการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 กับกลุ่มชุดดินที่ 7 ชุดดินอุตรดิตถ์ ในปี พ.ศ.2553-2554 ได้ผลสรุปดังนี้

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 1 ค่าความเป็นกรดต่างของดิน เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับทดลอง

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 ค่าความเป็นกรดต่างของดินลดลง อยู่ในระดับกรดปานกลางปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับทดลอง แต่ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีแนวโน้มสูงขึ้น

การทดลองปลูกข้าว ปีที่ 1 และปีที่ 2 การเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าว เมื่อข้าวมีอายุ 50,70 และ 90 วันหลังปลูก ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบแนวโน้มคือการปลูกข้าวตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยเคมี 75% อัตราค่าวิเคราะห์ดิน จะมีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต (ความสูง) มากกว่าการปลูกข้าวตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

ผลผลิตจากการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ปีที่ 1 ตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยเคมี 75% อัตราค่าวิเคราะห์ดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยเคมี 75% อัตราค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด.12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่ (T9) ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 692 และ 680 ก.ก./ไร่ ตามลำดับ ผลผลิตจากการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ปีที่ 2 ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราค่าวิเคราะห์ดิน ตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด. 12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่ และตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี 75% ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด. 12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่ การใช้ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด. 12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 575 ก.ก./ไร่ ตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี 75% ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อ พด.12 อัตรา 300 ก.ก./ไร่ ให้ผลผลิต 509 ก.ก./ไร่ เปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ให้ผลผลิตเพียง 323 ก.ก./ไร่

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิต พบว่าจำนวนต้น จำนวนรวง และจำนวนเมล็ดต่อรวง ทุกตำรับทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบแนวโน้มคือตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าเฉลี่ยจำนวนต้น จำนวนรวง และจำนวนเมล็ดต่อรวง มากกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

ประโยชน์ที่ได้รับ

การศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์ พด. 12 ในการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 กับกลุ่มชุดดินที่ 7 ชุดดินอุตรดิตถ์ ในปี พ.ศ.2553-2554 ในครั้งนี้

1. ได้วิธีที่เหมาะสมที่สุดในการใช้ปุ๋ยชีวภาพ พด. 12 เพื่อปรับปรุงบำรุงดิน สำหรับการปลูกข้าวพันธุ์ พิษณุโลก 2 ในชุดดินอุตรดิตถ์ เกษตรกรที่ร่วมโครงการวิจัยได้เรียนรู้ร่วมกับผู้ทำการวิจัย และสามารถขยายผลไปยังพื้นที่ใกล้เคียง
2. สามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรในการปลูกข้าวเป็นข้อมูลทางวิชาการเพื่อให้นักวิชาการ นักวิจัย ใช้เป็นแนวทางในการศึกษา วิจัย ต่อไป
3. เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตและสามารถใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ในผลิตภัณฑ์ พด. 12 ประกอบด้วยจุลินทรีย์ 4 ประเภท จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุอาหารไนโตรเจนเป็นจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระในดินสามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศและเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแอมโมเนียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช สามารถเจริญได้ดีในน้ำหรือที่ชื้นแฉะ จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุฟอสฟอรัส สามารถละลายสารประกอบฟอสเฟตที่อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้และช่วยดูดซับธาตุฟอสฟอรัสให้กับพืช จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุโพแทสเซียมโดยการปลดปล่อยกรดอินทรีย์ในการละลายแร่และวัตถุดิบกำเนิดดินที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ จุลินทรีย์ที่ผลิตฮอร์โมนและสารเสริมการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นการใช้ผลิตภัณฑ์ พด. 12 ควรคำนึงถึงต้นทุนปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์กับพืช ที่จุลินทรีย์จะสามารถละลายเป็นธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์กับพืชได้
2. ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จำเป็นต้องเติมปัจจัยต่างๆมากมายและใส่ในปริมาณสูง จึงส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตของพืช อาจไม่คุ้มกับการลงทุน สำหรับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางและสูง การใส่ปัจจัยเพียงบางประการและใส่ในปริมาณน้อยก็อาจส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูง ดังนั้นการใช้ผลิตภัณฑ์พด. 12 น่าจะเหมาะสมสำหรับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางและสูง มากกว่าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เพื่อความคุ้มค่าในการลงทุน
3. วิธีการใช้ผลิตภัณฑ์ พด. 12 มีวิธีการใช้ 4 รูปแบบ คือการแช่เมล็ดหรือต้นกล้าในสารละลายปุ๋ยชีวภาพ การใส่สารละลายปุ๋ยชีวภาพลงในดินโดยตรงการคลุกเมล็ด โดยการคลุกเมล็ดพันธุ์พืชก่อนปลูกด้วยปุ๋ยชีวภาพในรูปเชื้อผง และการขยายเชื้อชีวภาพในปุ๋ยหมัก โดยทำการขยายเชื้อปุ๋ยชีวภาพในปุ๋ยหมักก่อนแล้วจึงนำไปใส่ลงในดิน ข้าว พืชไร่ มีอัตราการใช้เชื้อขยายปุ๋ยหมักชีวภาพ 300 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งวิธีการขยายเชื้อน่าจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด
4. การขยายเชื้อผลิตภัณฑ์ พด.12 ในปุ๋ยหมัก ทำได้โดยผสมผลิตภัณฑ์ พด.12 จำนวน 1 ชอง (100กรัม) รำข้าว 3 กิโลกรัม และปุ๋ยหมัก 300 กิโลกรัม ปรับความชื้นให้ได้ 70 เปอร์เซ็นต์ กองไว้ในที่ร่มระยะเวลา 4 วัน นำไปใช้ได้นั้น เป็นขั้นตอนที่สำคัญ ต้องให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญแพร่จำนวนมากที่สุด ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ ควรใช้ปุ๋ยหมักที่เป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์แล้ว วัสดุที่ทำปุ๋ยหมักควรเป็นวัสดุที่เป็นชนิดเดียวกับพืชที่ปลูก
5. ผลิตภัณฑ์ พด. 12 เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ ดังนั้นการใช้ต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน การใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช อาจเป็นอันตรายต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ ทำให้การใช้ผลิตภัณฑ์ พด.12 ไม่เกิดประโยชน์

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2546. คู่มือเจ้าหน้าที่รัฐ เรื่อง การใช้หญ้าแฝกเพื่อการพัฒนาที่ดิน กลุ่มวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกในการจัดการดิน สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 60 น.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 2 ดินบนพื้นที่ดอน. 229 น.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2549. รายงานการสำรวจดิน งานจัดการทรัพยากรดิน บริเวณ บ้านน้ำลอก หมู่ที่ 4, 13 ตำบลบ่อทอง อำเภอบางบาล จังหวัดอุตรดิตถ์. กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 64 น.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2551. เอกสารโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร การอนุรักษ์ดินและน้ำและการวางแผนพัฒนาที่ดินในไร่นา. กลุ่มพัฒนาบุคคล. กองการเจ้าหน้าที่.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2552. คู่มือการขยายพันธุ์และการปลูกหญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ. บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). 44 น.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ วิสุทธิ วีรสาร และ ปิยะ ดวงพัตรา. 2529. Terra-sorb กับ การอุ้มน้ำของดินและการอยู่รอดของพืชในสภาวะแห้งแล้ง วารสารดินและปุ๋ย 1: 48-93.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ ปิยะ ดวงพัตรา และธวัชชัย ณ นคร. 2534. ประสิทธิภาพของ Acryhope ในการเพิ่มความทนแล้งของพืช. วารสารเกษตรศาสตร์ 25(4): 407-413.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์. 2537. เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง สารปรับปรุงบำรุงดินทางการเกษตร. สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. 10 น.
- ธวัชชัย ณ นคร. 2540. เอกสารการฝึกอบรม เรื่อง สารปรับปรุงดินและการผลิต -การใช้ปุ๋ย. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 76-92
- ธวัชชัย ณ นคร. 2532. การทดสอบการอุ้มน้ำโพลีเมอร์ในห้องปฏิบัติการ. กลุ่มงานวิจัยปฐพีกายภาพ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900
- ประสพ วีระกรพานิช ธวัชชัย ณ นคร และ วิศิษฐ์ โซลิตกุล. 2535. ผลของสารดูดน้ำต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินทราย รายงานประชุมวิชาการประจำปี 2535. กลุ่มงานวิจัยปฐพีกายภาพ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.
- ปิยะ ดวงพัตรา. 2539. สารดูดน้ำโพลีเมอร์และศักยภาพทางการเกษตร. วารสาร ส.ก.ว. ปีที่ 1 ฉบับที่ 3 (มกราคม - กุมภาพันธ์ 2537) . 14- 19.
- ปิยะ ดวงพัตรา. 2553. สารปรับปรุงดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 256 น.
- พิทยอธร ไวยาวัฒน์ พิลาสลักษ์ ลุนลิว และภัจจ์ สิทธิโชค. 2553. รายงานผลการวิจัย เรื่องศึกษาผลของอัตราการใช้ และชนิดของสารโพลีเมอร์ ต่อการอยู่รอดของหญ้าแฝกกลุ่มพันธุ์ศรีลังกา ซึ่งขยายพันธุ์โดยการชำลงถุง ปลูกในกลุ่มดินเนื้อละเอียด. ส่วนพัฒนาที่ดิน และสถานีพัฒนาที่ดินพิจิตร สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 กรมพัฒนาที่ดิน. 21 น.
- เรวัต จิระสถาวร และประศาสน์ สุทธารักษ์. 2538. การศึกษาและพัฒนาการใช้หญ้าแฝกสำหรับพื้นที่ลาดชันภาคเหนือ. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33 สาขาพืช. กรุงเทพฯ. 325-333

- สุนทรียังษ์ชาวลย์. 2532. ผลของสารดูดน้ำไวเทรราต่อความเป็นประโยชน์ต่อพืชของน้ำในดินชุดกำแพงแสน. ศูนย์วิจัยพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม. 18 น.
- สนั่น รัตนานุกูล และ ปิยะ ดวงพัตรา. 2538. ผลของสารเทราคีอิตเต็มและสารดูดน้ำโพลิเมอร์ต่อการเจริญเติบโตและการทนแล้งของกล้าไม้ยืนต้น. วารสารเกษตร. ปีที่ 13. ฉบับที่ 3 . 175-185
- สนั่น รัตนานุกูล. 2540. ศักยภาพทางการเกษตรของสารดูดน้ำโพลิเมอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 250 น.
- Bhardwaj, A. K. , I.Shainberg, D. Goldstein, D.N.Warrington, and G.J.Levy. 2007. Water retention and hydraulic conductivity of cross-linked polyacrylamide in sandy soil. Soil Sci. Soc. Am. J. , 141: 328-333.
- Duangpatra, P. and T. Attanandana. 1988. Effect of high water absorbing polymer (acryhope) on growth and life extension of caschew nut, mango and para-rubber under tropical field conditions. Research report. Department of soil science, Kasetsart University, Bangkok. 19p.
- Eberpacher, L. 1982. Terra-sorb reduced watering requirements by a factor of three when used in soil mix, and provided excellent results with established turf. North Texas State University.
- Hensley, D. L. 1980. Transplant study with sugar maple on surface mined land. College of agriculture, University of Kentucky.
- Johnson, M.S. 1984. Effect of soluble salt on water absorption by gel-forming soil conditioners. J.Sci.Food Agr. , 35: 1063-1066
- Nemec, S. 1982. Inoculation of citrus in the field with Vericular Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Florida. Tropical agriculture. In press.
- Perry, F. B. Effect of terra-sorb on water retention, pH and nitrogen retention of an all pine bark medium. Auburn University.
- Pitchard, J. P. and J. J. Quinn. 1983. Terra-sorb : A water management “tool” for world crop production. Industrial services international, Inc., P. O. Box 10834, Bradenton, Florida 33507, USA

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดต่างของดินหลังการเก็บเกี่ยวข้าว
ปีที่ 1

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	.286	.095		
Treatment	8	.202	.025	.249 ^{ns}	.976
Error	24	2.432	.101		
Total	35	2.920			

CV = 4.79 %

ตารางภาคผนวกที่ 2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 1

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	.318	.106		
Treatment	8	.492	.061	1.636 ^{ns}	.167
Error	24	.902	.038		
Total	35	1.712			

CV = 15.47 %

ตารางภาคผนวกที่ 3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
หลังการเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 1

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	46.008	15.336		
Treatment	8	14.398	1.800	.349 ^{ns}	.937
Error	24	123.614	5.151		
Total	35	184.020			

CV = 25.18 %

ตารางภาคผนวกที่ 4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้
หลังการเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 1

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	227.000	75.667		
Treatment	8	396.000	49.500	.837 ^{ns}	.580
Error	24	1420.000	59.167		
Total	35	2043.000			

CV = 14.57 %

ตารางภาคผนวกที่ 5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดต่างของดินหลังการเก็บเกี่ยวข้าว
ปีที่ 2

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	4.091	1.364		
Treatment	8	.879	.110	.851 ^{ns}	.569
Error	24	3.100	.129		
Total	35	8.070			

CV = 6.06 %

ตารางภาคผนวกที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 2

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	.308	.103		
Treatment	8	.537	.067	1.563 ^{ns}	.188
Error	24	1.030	.043		
Total	35	1.875			

CV = 13.82 %

ตารางภาคผนวกที่ 7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
หลังการเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 2

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	31.249	10.416		
Treatment	8	227.021	28.378	2.248 ^{ns}	.060
Error	24	302.950	12.623		
Total	35	561.220			

CV = 38.40 %

ตารางภาคผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้
หลังการเก็บเกี่ยวข้าว ปีที่ 2

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	283.000	94.333		
Treatment	8	864.000	108.000	1.145 ^{ns}	.371
Error	24	2264.000	94.333		
Total	35	3411.000			

CV = 11.32 %

ตารางภาคผนวกที่ 9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโต(ความสูง)ข้าวอายุ 50 วัน ปีที่ 1

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	658.382	219.461		
Treatment	8	357.000	44.625	1.125 ^{ns}	.382
Error	24	851.658	39.652		
Total	35	1867.040			

CV = 13.61 %

ตารางภาคผนวกที่ 10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโต(ความสูง)ข้าวอายุ 70 วัน ปีที่ 1

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	2554.811	851.604		
Treatment	8	794.628	99.329	1.372 ^{ns}	.258
Error	24	1737.080	72.378		
Total	35	50865.519			

CV = 13.86 %

ตารางภาคผนวกที่ 11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโต(ความสูง)ข้าวอายุ 90 วัน ปีที่ 1

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	2484.516	828.172		
Treatment	8	928.269	116.034	1.148 ^{ns}	.369
Error	24	2426.824	101.118		
Total	35	10926.128			

CV = 11.23 %

ตารางภาคผนวกที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโต(ความสูง)ข้าวอายุ 50 วัน ปีที่ 2

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	47.788	15.929		
Treatment	8	360.630	45.079	.754 ^{ns}	.645
Error	24	1435.592	59.816		
Total	35	1844.010			

CV = 16.97 %

ตารางภาคผนวกที่ 13 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโต(ความสูง)ข้าวอายุ 70 วัน ปีที่ 2

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	311.028	103.676		
Treatment	8	938.265	117.283	1.248 ^{ns}	.315
Error	24	2254.609	93.942		
Total	35	3503.902			

CV = 16.16 %

ตารางภาคผนวกที่ 14 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโต(ความสูง)ข้าวอายุ 90 วัน ปีที่ 2

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	685.890	228.630		
Treatment	8	930.915	116.364	1.471 ^{ns}	.220
Error	24	1898.523	79.105		
Total	35	3515.328			

CV = 9.96 %

ตารางภาคผนวกที่ 15 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตข้าว ปีที่ 1

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	1268141.667	422713.889		
Treatment	8	14697900.000	1837237.500	8.162 ^{**}	.000
Error	24	5402033.333	225084.722		
Total	35	21368075.000			

CV = 11.50 %

ตารางภาคผนวกที่ 16 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตข้าว ปีที่ 2

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	216388.889	72129.630		
Treatment	8	10697222.222	1337152.778	11.560 ^{**}	0.00
Error	24	2776111.111	115671.296		
Total	35	13689722.222			

CV = 11.32 %

ตารางภาคผนวกที่ 17 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนต้น)

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	36591.194	12197.065		
Treatment	8	42273.000	5284.125	1.882 ^{ns}	.110
Error	24	67390.556	2807.940		
Total	35	146254.750			

CV = 13.49 %

ตารางภาคผนวกที่ 18 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนรวง)

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	17287.222	5762.407		
Treatment	8	25976.722	3247.090	2.070 ^{ns}	.080
Error	24	37647.278	2568.637		
Total	35	80911.222			

CV = 10.38 %

ตารางภาคผนวกที่ 19 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนเมล็ดต่อรวง)

SOV	df	SS	MS	F	sig.
Block	3	35148.750	11716.250		
Treatment	8	233405.389	29175.674	2.120 ^{ns}	.074
Error	24	330305.500	13762.729		
Total	35	598859.639			

CV = 19.18 %

ตารางผนวกที่ 20 ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

ระดับ	ค่าของ pH
กรดจัดมาก	<4.5
กรดจัด	4.5-5.0
กรดแก่	5.1-5.5
กรดปานกลาง	5.6-6.0
กรดเล็กน้อย	6.1-6.5
กลาง	6.6-7.3
ด่างอย่างอ่อน	7.4-7.8
ด่างปานกลาง	7.9-8.4
ด่างแก่	8.5-9.0
ด่างจัด	>9.0

ที่มา กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2548

ตารางภาคผนวกที่ 21 ระดับอินทรีย์วัตถุในดิน

ระดับ	อินทรีย์วัตถุ (%)	ไนโตรเจน (%)
ต่ำมาก	<0.5	<0.025
ต่ำ	0.5-1.0	0.025-0.05
ค่อนข้างต่ำ	1.0-1.5	0.05-0.075
ปานกลาง	1.5-2.5	0.075-0.125
ค่อนข้างสูง	2.5-3.5	0.125-0.175
สูง	3.5-4.5	0.175-0.225
สูงมาก	>4.5	>0.225

ที่มา กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2548

หมายเหตุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%) = ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%) $\times$ 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 22 ระดับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน
โดยวิธีการสกัดด้วยBray II

ระดับ	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm)
ต่ำมาก	<3
ต่ำ	3-6
ค่อนข้างต่ำ	6-10
ปานกลาง	10-15
ค่อนข้างสูง	15-25
สูง	25-45
สูงมาก	>45

ที่มา กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2548

ตารางภาคผนวกที่ 23 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน
โดยวิธีการสกัดด้วย ammonium acetate 1 N, pH 7 อัตราส่วน 1 ต่อ 20

ระดับ	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ppm)
ต่ำมาก	<30
ต่ำ	30-60
ปานกลาง	60-90
สูง	90-120
สูงมาก	>120

ที่มา กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2548