



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตได้ภายใต้การผลิตลำไยอินทรีย์
ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

Utilization of Phosphate Solubilizing Microorganism under Organic Longan
Production in the Northern Region of Thailand

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2555

จำนวน 350,000 บาท

หัวหน้าโครงการ

นางสาวจิราภรณ์ อินทसार

ผู้ร่วมโครงการ

นายปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร

นายจักรพงษ์ ไชยวงศ์

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

16 กันยายน 2556

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตได้ภายใต้การผลิตลำไยอินทรีย์ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (Utilization of Phosphate Solubilizing Microorganism under Organic Longan Production in the Northern Region of Thailand) ได้สำเร็จลุล่วง โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2555 ผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อนุเคราะห์เรื่องสถานที่ในการดำเนินการวิจัยให้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ เจ้าของสวนลำไยอินทรีย์ในเขตอำเภอค้อยสะเก็ด และอำเภอสันป่าตอง ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ศึกษาทำงานวิจัย และให้ความร่วมมือด้วยดีเสมอมา

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	๗
สารบัญภาพ	๓
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
ขอบเขตของโครงการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
การตรวจเอกสาร	7
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	15
ผลการวิจัย	19
วิจารณ์ผลการวิจัย	44
สรุปผลการวิจัย	48
เอกสารอ้างอิง	49
ภาคผนวก	53

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	ผลการทดสอบหาจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพต่อการย่อยสลายฟอสเฟตในอาหารแข็ง	19
ตารางที่ 2	ผลการทดสอบประสิทธิภาพการย่อยสลายฟอสเฟตในอาหารเหลว	21
ตารางที่ 3	ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อคุณสมบัติของดินบางประการ ก่อนการทดลอง ในเขตอำเภอคอยสะเก็ด	22
ตารางที่ 4	ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อคุณสมบัติของดินบางประการ ก่อนการทดลอง ในเขตอำเภอสันป่าตอง	23
ตารางที่ 5	ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อคุณสมบัติของดินบางประการ หลังการทดลอง ในเขตอำเภอคอยสะเก็ด	27
ตารางที่ 6	ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อคุณสมบัติของดินบางประการ หลังการทดลอง ในเขตอำเภอสันป่าตอง	32
ตารางที่ 7	ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อปริมาณธาตุอาหารในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผล อำเภอคอยสะเก็ด	34
ตารางที่ 8	ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อปริมาณธาตุอาหารในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผล อำเภอสันป่าตอง	35
ตารางที่ 9	ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อปริมาณธาตุอาหารในใบลำไยของกิ่งติดผล อำเภอสันป่าตอง	37
ตารางที่ 10	ปริมาณการสะสมธาตุอาหารหลักในผลลำไยของสวนลำไยในเขตอำเภอสันป่าตอง	39
ตารางที่ 11	ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ Total soluble solid (%Brix) ของลำไยในเขตอำเภอสันป่าตอง	40
ตารางที่ 12	ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อคุณภาพของลำไยจาก สวนของอำเภอสันป่าตอง	43

สารบัญภาคผนวก

ภาพที่ 1	การขยายเชื้อ	55
ภาพที่ 2	การเขย่าเชื้อ	55
ภาพที่ 3	ต้นลำไยสวนคอยสะเก็ด	56
ภาพที่ 4	ต้นลำไยสวนสันป่าตอง	57
ภาพที่ 5	ผลลำไยเตรียมวิเคราะห์	58
ภาพที่ 6	ผลลำไยอินทรีย์	58

การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตได้ภายใต้

การผลิตลำไยอินทรีย์ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

Utilization of Phosphate Solubilizing Microorganism under Organic Longan Production in
the Northern Region of Thailand

จิราภรณ์ อินทसार ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร และ จักรพงษ์ ไชยวงศ์

Jiraporn Inthasan Pathipan Sutigoolabud and Chackpong Chaiwong

คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

ศึกษาการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตได้ภายใต้การผลิตลำไยอินทรีย์ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ในพื้นที่ของเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของกลุ่มลำไยอินทรีย์จากอำเภอค้อยสะเก็ด และอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 – ตุลาคม 2555 โดยเก็บตัวอย่างดินบริเวณรากพืช มาแยกหาจุลินทรีย์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่าจุลินทรีย์ที่มีความสามารถแยกฟอสเฟตได้ทั้งหมด 3 กลุ่มคือแบคทีเรีย 31 Isolates เชื้อรา 147 Isolates และแอคติโนมัยซีท 6 Isolates คัดเลือกเชื้อแบคทีเรียโคโลนี B01 และ B04 ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยฟอสฟอรัสสูงที่สุดจากการวัดค่า Clear zone กว้างที่สุดคือ 4.72 และ 5.83 เซนติเมตรและปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารเหลว 446 และ 632 mg kg⁻¹ ตามลำดับ นำมาเป็นเชื้อจุลินทรีย์ในรูปหัวเชื้อเหลวเข้มข้นด้วยอาหาร Nutrient Broth โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ 1×10^9 เพื่อทำการใส่ดำรับทดลองในแปลงลำไยด้วยการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) 3 ซ้ำ (Replication) 6 ดำรับ คือ ดำรับที่ 1 ดำรับควบคุม ดำรับที่ 2 ใส่หินฟอสเฟตในอัตรา 30 กก./ไร่ (RP) ดำรับที่ 3 Isolate B01 ดำรับที่ 4 Isolate B01+RP ดำรับที่ 5 Isolate B04 และดำรับที่ 6 Isolate B04+RP จากงานทดลองในครั้งนี้พบว่าปริมาณความอุดมสมบูรณ์ของดินสวนลำไยในเขตอำเภอค้อยสะเก็ดมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่าสวนลำไยในเขตอำเภอสันป่าตอง โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในเขตค้อยสะเก็ดต่ำกว่าอำเภอสันป่าตอง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินไม่มีการตอบสนองต่อการใส่เชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยฟอสเฟต ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ร่วมกับหินฟอสเฟตในเขตอำเภอค้อยสะเก็ดเท่านั้น การตอบสนองของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยฟอสเฟตทำให้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ

โพแทสเซียมของตัวอย่างใบจากกิ่งติดผลและกิ่งไม้ติดผลสูงกว่าค่าควบคุมและการใช้หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว รวมทั้งผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในองค์ประกอบของเปลือก เมล็ด และเนื้อลำไย การใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายฟอสเฟตส่งผลทำให้ความหวานของลำไยสูงที่สุด แต่ไม่มีการตอบสนองต่อขนาดผล น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเปลือก และน้ำหนักของน้ำ

คำสำคัญ: ฟอสเฟต จุลินทรีย์ ลำไยอินทรีย์

Abstract

The utilization of phosphate solubilizing microorganism under organic longan production in the northern region was studied at site experiment of farmers, community of organic longan group in Doi Saket and San Patong district, Chiang Mai during October 2011-October 2012. Soil rhizosphere samples were collected for microbial population on efficiency P solubilizing. The result found bacteria 31 Isolates, fungi 47 Isolates and Actinomycete 6 Isolates. Bacteria Isolate B01 and B04 were selected as high efficiency of phosphate solubilizing microorganism from widely in clear zone at 4.72 and 5.83 cm and releasing concentration of phosphorus in both medium at 446 and 632 mg kg⁻¹, respectively. Both of bacteria were extended to 1×10^9 cell/ml for inoculation under longan canopies with randomized complete block design, 3 replicates. Six treatments were assigned: 1) control (C), 2) rock phosphate at the rate of 30 kg rai⁻¹ (RP), 3) Bacteria Isolate B01, 4) RP + Bacteria Isolate B01, 5) Bacteria Isolate B04 and 6) RP+ Bacteria Isolate B04. This experiment found that soil fertility under longan canopies at Doi Saket site lower than San Patong site with low in pH. Moreover, the result showed that percent of organic matter, and total phosphorus were not responded in the utilization of phosphate solubilizing microorganism at Doi Saket site experiment. However, at Doi Saket, only available phosphorus in top and sub soil was increased after treated RP + bacteria 01 and 04. In addition, applied bacteria isolate B01 and B04 caused the contents of nitrogen, phosphorus and potassium in non-bearing branches and bearing branches leave samples higher than control and applied only rock phosphate. The contents of nitrogen phosphorus and potassium in rind, seed and pomace were similar increased by applied bacteria isolate B01 and B04. Interestingly, application bacteria isolate B01 and B04 under longan

canopy provided the highest of %Brix in longan juice but not significant in the parameter of fruit-size, seed dry weight, pomace fresh weight, peel dry weight and juice.

Key words: Phosphate, Microorganism, Organic longan



คำนำ

ปัจจุบันมีข้อกำหนดมาตรฐานการผลิตเกษตรอินทรีย์ในระดับสากลและใช้บังคับอยู่แล้วในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา (Organic Food Production Act – OFPA) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 และแก้ไขเพิ่มเติมในปี พ.ศ. 2539 ตลาดร่วมยุโรป (European Union – EU), Codex Alimentarius สมาพันธ์ผู้ผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movement – IFOAM) ซึ่งมีสมาชิกทั่วโลกมากกว่า 100 ประเทศ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้ยึดหลักเกณฑ์เพื่อรับการสนับสนุนของกรมส่งเสริมการส่งออก กระทรวงพาณิชย์ จัดทำมาตรฐานการผลิตเกษตรอินทรีย์ฉบับร่างขึ้นมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 และผ่านการทำประชาพิจารณ์แก้ไขปรับปรุงครั้งสุดท้ายเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2543 โดยผ่านการเห็นชอบของคณะกรรมการบริหารงานวิจัยและพัฒนาเกษตรอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร ให้ใช้เป็นมาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของประเทศไทย (มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของประเทศไทย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ตุลาคม 2543) และคณะกรรมการวิจัยได้มุ่งเน้นพัฒนางานวิจัยให้สอดคล้องกับนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ(พ.ศ. 2551-2554) รวมทั้งความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559)

ดังนั้น พื้นที่ในเขตภาคเหนือที่มีการผลิตลำไยอินทรีย์จึงเป็นพื้นที่ที่น่าสนใจในการศึกษา และนำมาใช้เป็นพื้นที่ศึกษาหาความหลากหลายทางชีวภาพด้านจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายฟอสเฟต ทั้งนี้จะเห็นได้ชัดว่า มาตรฐานการยอมรับการใช้ปุ๋ยและวัสดุในแปลงเกษตรอินทรีย์มีข้อจำกัดมากมาย โดยเฉพาะพื้นที่ขาดธาตุฟอสฟอรัสที่ยอมรับให้สามารถนำการใช้หินฟอสเฟตทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสได้ (มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของประเทศไทย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ตุลาคม 2543) อย่างไรก็ตามพบว่าในประเทศไทยส่วนใหญ่มีดินที่เป็นกรดมากถึง 143 ล้านไร่หรือ 44% ของพื้นที่ทั้งประเทศ ดินกรดในประเทศไทยส่วนใหญ่มักจะประกอบด้วยดินในอันดับ Ultisols Alfisols และ Oxisols โดยมีการกระจายของดินในอันดับเหล่านี้ทั่วทุกภาครวมทั้งภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการขาดฟอสฟอรัส เนื่องจากการตรึงฟอสเฟตในดิน โดยการจัดการดินเพื่อแก้ปัญหาคาดฟอสฟอรัสนั้น สามารถทำได้ด้วยการยกระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้อยู่ในช่วง 6-7 ด้วยการเติมอินทรีย์วัตถุหรือการเติมวัสดุปูน

จากมาตรฐานการจัดการเกษตรอินทรีย์ที่ได้กล่าวไปเบื้องต้นจะพบว่า การผลิตลำไยอินทรีย์ในเขตภาคเหนือกำลังได้รับการยอมรับจากเกษตรกรมากขึ้น โดยปฏิบัติตามข้อจำกัดด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินและการจัดการธาตุอาหารนั้น ยอมรับที่การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ การเติมปูนโดโล

ไม้ท์ และการใช้หินฟอสเฟต ดังนั้นแปลงลำไยอินทรีย์ที่ต้องมีการจัดการใช้หินฟอสเฟตเพื่อทดแทนปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชต้องการจึงเป็นเรื่องที่ควรศึกษาอีก เนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติละลายฟอสฟอรัสในแต่ละพื้นที่มีความหลากหลายและยังขาดข้อมูลด้านประสิทธิภาพของจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าว ขณะเดียวกันจะพบว่า การนำหินฟอสเฟตมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตโดยตรงยังคงไม่แพร่หลายต่อเกษตรกรมากเท่าไร (วิศิษฐ์ และ มนุเวชย์, 2520) การทำให้ประสิทธิภาพของหินฟอสเฟตมีมากขึ้นจึงมุ่งเน้นไปในด้านการนำจุลินทรีย์ที่มีความสามารถย่อยฟอสเฟตออกมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ให้มากขึ้น (Sperber, 1958; Louw and Weber, 1959; Gerretsen, 1984) ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะ ศึกษาปริมาณและการกระจายของจุลินทรีย์ที่ละลายฟอสเฟตได้ในแปลงลำไยอินทรีย์ที่มีการจัดการที่แตกต่างกัน เพื่อคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการละลายฟอสเฟตในแปลงลำไยอินทรีย์ที่มีการใช้หินฟอสเฟตทดแทนปุ๋ยเคมีฟอสเฟตให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณและการกระจายของจุลินทรีย์ที่ละลายฟอสเฟตได้ในแปลงลำไยอินทรีย์ที่มีการจัดการที่แตกต่างกัน
2. เพื่อคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟตในแปลงลำไยอินทรีย์ที่มีการใช้หินฟอสเฟตแทนปุ๋ยเคมีฟอสเฟต

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. การสำรวจข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตลำไยอินทรีย์ภาคเหนือที่ใช้หินฟอสเฟตในแปลงลำไยอินทรีย์ในการตัดสินใจเลือกพื้นที่สำหรับวางดำรับทดลอง
2. การวางดำรับทดลองจากสวนลำไยอินทรีย์ภาคเหนือที่มีความแตกต่างของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อปริมาณและการกระจายของจุลินทรีย์ที่ย่อยฟอสเฟต และทดสอบหาประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้ในแปลงลำไยอินทรีย์ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลปริมาณและการกระจายตัวของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายฟอสเฟตในการผลิตลำไยอินทรีย์เพื่อนำมาใช้ประโยชน์กับการผลิตลำไยอินทรีย์ในอนาคต
2. ได้ข้อมูลพื้นฐานประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในแปลงลำไยอินทรีย์เพื่อนำมาจัดการการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และการใช้หินฟอสเฟตที่เหมาะสม
3. ได้สายพันธุ์ของจุลินทรีย์ที่สลายฟอสเฟตเพื่อนำมาผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่ตอบสนองในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไยอินทรีย์
4. ได้องค์ความรู้ด้านความหลากหลายทางชีวภาพภายใต้การผลิตลำไยอินทรีย์โดยการแบ่งเขตกรรมตามศักยภาพของลักษณะดินในแปลงลำไยอินทรีย์
5. เกษตรกรในกลุ่มผู้ผลิตลำไยอินทรีย์สามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ได้และสามารถเผยแพร่ข้อมูลให้กลุ่มเกษตรกรลำไยอินทรีย์นอกกลุ่มเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในอนาคต

การตรวจเอกสาร

ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัส (P) เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เพราะเป็นองค์ประกอบของโปรตีนและเซลล์ เช่น เป็นองค์ประกอบของ Deoxyribonucleic acid (DNA), Ribonucleic acid (RNA) เป็นส่วนสำคัญของยีน (gene) บนโครโมโซม ซึ่งกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต และ Adenosine triphosphate (ATP) ที่เป็นแหล่งของพลังงานเนื่องจากฟอสฟอรัสในดินไม่มีการหมุนเวียนและแลกเปลี่ยนกับบรรยากาศ เมื่อพืชดูดใช้ฟอสฟอรัสจากสารละลายดิน ทำให้ฟอสเฟตมีปริมาณลดลง ฟอสฟอรัสจากส่วนอื่นจะละลายออกมาทดแทน ในขณะเดียวกันฟอสเฟตในสารละลายดินสามารถตกตะกอนเป็นของแข็งที่ละลายน้ำยากได้เช่นกัน ฟอสเฟตที่อยู่ในรูปอินทรีย์วัตถุจะปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาโดยกระบวนการ Mineralization ให้ฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์แก่ดิน ในทางกลับกันฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินถูกจุลินทรีย์ดินนำไปใช้ทำให้ฟอสฟอรัสส่วนนั้นไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช กระบวนการนี้ เรียกว่า Immobilization ในส่วนของฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับบนผิวอนุภาคคอลลอยด์ดินสามารถแลกเปลี่ยนกับฟอสฟอรัสในสารละลายดิน ฟอสฟอรัสในดินทั่วไปมีประมาณ 0.03-0.22% ซึ่งน้อยกว่าธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม ในประเทศไทยมีปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยอยู่ที่ 0.021% และในภาคเหนือมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available-P) 6-12 ppm นับว่ามีปริมาณค่อนข้างต่ำ ปริมาณของฟอสฟอรัสในดินแตกต่างกันตามชนิดของวัตถุดิบกำเนิดดิน การกร่อนของดิน (Erosion) อัตราการชะล้างดิน (Leaching) และการใช้ที่ดิน หากดินมีแหล่งกำเนิดจากวัตถุดิบกำเนิดชนิดเดียวกัน ดินเนื้อละเอียดจะมีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่าดินเนื้อหยาบ ดินที่เกิดมานานจะมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยกว่าดินเกิดใหม่ ดินชั้นบนจะมีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่าดินชั้นล่าง ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ไวต่อการทำปฏิกิริยาสูงมาก และจะรวมตัวกับธาตุออกซิเจนเมื่อสัมผัสกับอากาศ โดยทั่วไปมักพบอยู่ในรูปออร์โทฟอสเฟต (Orthophosphate) สารประกอบฟอสฟอรัสในดินนั้นมีอยู่หลายรูปแบบ แต่อาจจะแบ่งได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ คือ ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ (Organic phosphorus) เป็นสารที่ประกอบด้วยโมเลกุลขนาดใหญ่ของสารอินทรีย์ มีมากในดินชั้นบนที่มีการทับถมของเศษซากพืชหรือตะกอนที่ถูกพัดพา สารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในดินเป็นสารประกอบหลายชนิด โดยทั่วไป คือ

1. Phytin โดยเฉพาะ Inositol hexaphosphate ส่วน Inositol hexaphosphate อื่นๆ ก็มีอยู่ในดินเช่นกัน พบประมาณ 30-45% ของอินทรีย์ฟอสฟอรัสในดิน
2. Nucleic acid และ Nucleotides พบประมาณ 2% ของอินทรีย์ฟอสฟอรัสในดิน

3. Phospholipids พบประมาณ 1% ของอินทรีย์ฟอสฟอรัสในดิน

นอกจาก Organic phosphorus 3 รูปใหญ่ที่กล่าวมาแล้วยังมีอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ว่าเป็นสารประกอบใด พบประมาณมากกว่า 62% ของอินทรีย์ฟอสฟอรัสในดิน อีกกลุ่มหนึ่งคือ ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของสารประกอบอนินทรีย์ (Inorganic phosphorus) มีอยู่มากมายหลายชนิด ทั้งนี้เพราะ Phosphate Ion สามารถทำปฏิกิริยากับ Mineral และ Cation ต่างๆ ในดินได้ง่ายมาก และกลายเป็นสารประกอบที่ละลายในน้ำได้ยาก ซึ่งสารประกอบที่เกิดขึ้นก็แตกต่างกันออกไปจนไม่อาจระบุชื่อเรียกให้ครบหมดทุกสารประกอบ อย่างไรก็ตาม Inorganic phosphorus ที่มีอยู่ในดินอาจจะแบ่งออกเป็น 3 พวกใหญ่ๆ คือ

1. Inorganic phosphorus ที่อยู่ในรูปของแร่ Apatite
2. ฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินในรูปของ Calcium phosphate ที่ไม่ละลายน้ำ
3. ฟอสฟอรัสในดินที่อยู่ในรูปที่ถูกดูดซับหรือตรึงอยู่ตามพื้นผิวของ Hydrrous oxide ของ Fe และ Al และ Silicate clay mineral ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปนี้จะยากต่อการปลดปล่อยกลับลงไปในสารละลายดิน (จิราภรณ์, 2554)

แหล่งสำคัญของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

1. ซากพืชที่ไถลงไปในดิน ฟอสฟอรัสในซากพืชจะถูกจุลินทรีย์ดินย่อยสลายให้อยู่ในรูปของฮิวมัสในดิน และหากมีมากกว่าความต้องการของจุลินทรีย์ ฟอสฟอรัสจะเปลี่ยนรูปกลับไปเป็นอนินทรีย์ฟอสเฟตส่วนที่เหลือจะถูกปลดปล่อยให้กับพืช
2. อินทรีย์ฟอสฟอรัสในฮิวมัสจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายไปเป็นอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอย่างช้าๆ แต่มีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับแหล่งอื่น
3. แร่ฟอสเฟตในดิน แบ่งตามความเป็นประโยชน์ได้ 3 ชนิด คือ ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ได้ช้ามาก ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์อย่างช้าๆ และฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ได้ง่าย
4. ปุ๋ยฟอสเฟต ได้แก่ ปุ๋ยคอก (มีปริมาณฟอสฟอรัสประมาณ 0.1-0.4) ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตชนิดต่างๆ อย่างไรก็ตามปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำได้เมื่อไถลงไปในดินอาจถูกตรึงในดินทำให้ความเป็นประโยชน์ต่อพืชลดลง แต่ปุ๋ยที่ตกค้างในดินสามารถกลับมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ใน pH ที่เหมาะสม

การเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสในดิน

ฟอสฟอรัสในดินจะย่อยสลายมาจากแร่อะพาไตร์ และเปลี่ยนรูปมาเป็นฟอสเฟตตามช่วงระยะเวลาการเกิดดินการเปลี่ยนแปลงรูปต่างๆ ของฟอสฟอรัสขึ้นอยู่กับระยะเวลาและสิ่งแวดล้อมในการพัฒนาการกำเนิดดิน (Walker and Syers, 1976) ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ช้ามากเมื่อเทียบกับ ไนโตรเจนและโพแทสเซียม (Glendinning, 1999) และมักเคลื่อนตัวด้วยกระบวนการ Diffusion (การแพร่) ทำให้ส่วนที่เคลื่อนที่ได้ช้าเหล่านี้เกิดความเป็นประโยชน์ต่อพืชยาก จะผันแปรไปตามชนิดของดิน ความชื้น ความลึกของระดับปุ๋ยที่ใส่ และความต้องการของพืชในแต่ละสายพันธุ์

การสูญเสียฟอสฟอรัสในดิน

ฟอสฟอรัสในดินสามารถสูญเสียไปจากดินได้หลายวิธีโดยส่วนใหญ่จะติดไปกับส่วนของพืชที่ออกไปจากดิน (Crop removal) เมื่อมีการเก็บเกี่ยวผลผลิต ฟอสฟอรัสที่อยู่ในเมล็ด คอซัง ดันและใบของพืชจะติดไปด้วย ปริมาณที่สูญเสียในรูปนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนและชนิดของพืช นอกจากนี้ฟอสฟอรัสในสารละลายดินอาจถูกชะละลายลงไปในดินชั้นล่าง (Leaching) หากดินนั้นมีเนื้อดินที่เป็นทรายมากกว่าลุ่มดินเหนียว ส่วนการระเหย (Volatilization) โดยทั่วไปในสภาพดินไร่จะไม่พบการระเหยของสารประกอบฟอสเฟต แต่สำหรับดินน้ำจืดอาจมีการสูญเสียในรูปของ Phosphine (PH_3) ในกรณีของการกร่อนของดิน (Soil erosion หรือ Run off) ดินที่เกิดการกัดกร่อนเมื่อน้ำพัดพาหรือลมพัดดินไปจากแหล่งเดิมจะมีฟอสฟอรัสติดไปด้วย โดยเฉพาะดินในสภาวะอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งฟอสฟอรัสที่ไหลบ่าไปกับหน้าดินมีทั้งรูปอินทรีย์และแร่อนินทรีย์ปะปนกันไปด้วยอย่างเช่น ในประเทศออสเตรเลีย รัฐ Victoria พบว่า ในพื้นที่ 3.6 ha มีน้ำไหลบ่าสูงถึง 660 ล้านลิตร โดยมีฟอสฟอรัสเป็นสัดส่วน 5.2 มิลลิกรัม/ลิตร (จิราภรณ์, 2554)

การจัดการฟอสฟอรัสในดิน

เนื่องจากฟอสฟอรัสในดินทั่วไปมีน้อยและไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช และปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดินเพื่อยกระดับ Available P ในดินนั้น 80-90% มักจะถูกตรึงในดินยากต่อการที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ ดังนั้นปัญหาเกี่ยวกับการจัดการและควบคุมระดับของฟอสเฟตและการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก การที่จะควบคุมให้ Available P ในดินอยู่ในระดับที่สูงเมื่อได้รับปุ๋ยฟอสเฟต อาจทำได้ ดังนี้

1. รักษาระดับ pH ของดินให้อยู่ระหว่าง 6-7

2. ใส่ปุ๋ยโดยวิธีโรยเป็นแถวขนานกับแถวของพืชที่ปลูก (Row หรือ Banding application) ให้ใกล้กับบริเวณรากพืช ซึ่งจะช่วยลดการตรึงของฟอสฟอรัส และทำให้ประสิทธิภาพของการใส่ปุ๋ยเพิ่มสูงขึ้น จากงานทดลองของ Glendinning (1999) จะเห็นว่าข้าวโพดที่เจริญเติบโตในดินแต่ละประเภทจะมีความสามารถในการดูดฟอสฟอรัสไปใช้ไม่เท่ากัน โดยการใส่แบบแถวจะทำให้ประสิทธิภาพการดูดฟอสฟอรัสดีกว่าการใส่แบบหว่าน

3. หาวิธีลดจำนวนพื้นที่สัมผัสที่จะเกิดขึ้นระหว่างปุ๋ยฟอสเฟตกับดิน เพื่อลดปฏิกิริยาการตรึงฟอสเฟต เช่น ทำปุ๋ยให้เป็นก้อน (Pellet) ก่อนที่จะใส่ลงไปในดิน

4. รักษาระดับอินทรีย์วัตถุให้สูงอยู่เสมอ หรือใส่ปุ๋ยฟอสเฟตพร้อมกับปุ๋ยคอก

5. การใส่ปุ๋ยที่ละลายช้า เช่น หินฟอสเฟต ในดินกรดเพราะจะทำให้การปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เกิดอย่างสม่ำเสมอและทำให้ค่าความเป็นกรดต่างของดินสูงขึ้นเป็นผลดีต่อการเปลี่ยนรูปของฟอสเฟตที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

6. เพิ่มจุลินทรีย์กลุ่มที่มีศักยภาพในการย่อยละลายฟอสเฟต เมื่อตรวจสอบพบว่าปริมาณทั้งหมดของฟอสฟอรัสสูงแต่ความเป็นประโยชน์ต่ำ ซึ่งเป็นแนวทางที่มีบทบาทมากขึ้นในปัจจุบันเพราะมีการนำมาใช้ร่วมกับการใส่หินฟอสเฟตและการใส่อินทรีย์วัตถุในดิน โดยมีจุลินทรีย์หลายกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็น เชื้อรา แบคทีเรีย และแอคติโนมัยซีท

หินฟอสเฟต

หินฟอสเฟต คือ แร่อะพาไทต์ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของแร่ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยฟอสเฟตชนิดต่าง หรือนำหินฟอสเฟตนี้มาใช้โดยตรงก็ได้ ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นแร่กลุ่ม คาร์บอเนต-ไฮดรอกซิลอะพาไทต์ ฟลูอออะพาไทต์ เป็นต้น โดยจะมีการนำหินฟอสเฟตมาผ่านกระบวนการบดให้มีขนาดเล็กเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของฟอสเฟตหรือคุณสมบัติการละลาย หินฟอสเฟตในแต่ละที่จะมีปริมาณฟอสฟอรัสไม่เท่ากันผันแปรตามองค์ประกอบแร่ดั้งเดิม เฉลี่ยอยู่ในช่วง 12-15%P ซึ่งหินฟอสเฟตสามารถจำแนกได้เป็นประเภทต่างๆ โดยอาศัย แหล่งกำเนิดของหิน จำแนกตามคุณภาพของหินฟอสเฟต และจำแนกตามชนิดของแร่ (ขงยุทธ และคณะ, 2551)

การใช้หินฟอสเฟตควรคำนึงถึงคุณค่าของปุ๋ย คือศักยภาพในการใช้กับพืช เป็นสมบัติในการปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาให้พืชได้ประโยชน์ เมื่อปลูกพืชในสภาพแวดล้อมแบบหนึ่ง และจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับสภาพการละลายได้ของหินฟอสเฟตแต่ละชนิด อีกประการหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคือประสิทธิภาพของการใช้กับพืช เป็นผลที่แท้จริงของหินฟอสเฟตต่อพืช จึงเกี่ยวข้องกับศักยภาพในการใช้กับพืช และอิทธิพลของสภาพแวดล้อมขณะที่ใส่ในแปลงพืช จะเห็นได้ว่าการใส่หินฟอสเฟตในดินโดยตรง จะสามารถช่วยในการประหยัดพลังงานที่จะแปรสภาพหินฟอสเฟตโดย

กระบวนการทางเคมี และยังประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำอีกด้วย แต่หินฟอสเฟตจะใช้เวลาในการปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาให้เป็นประโยชน์ได้ช้า เนื่องจากหินฟอสเฟตละลายน้ำได้ยากและปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้น้อยและช้า

จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายหินฟอสเฟต

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทสำคัญในการทำให้เกิดกระบวนการหรือกิจกรรมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุด ซึ่งจุลินทรีย์ดินหลายชนิด เช่น Bacteria, Actinomycetes และเชื้อราชนิดต่างๆ มีความสามารถในการละลายสารประกอบฟอสเฟตได้ (Kucey *et al.*, 1989) ซึ่งเชื้อราไมคอร์ไรซา (mycorrhiza fungi) เป็นราที่อาศัยอยู่กับรากพืชและช่วยให้พืชดูดซับธาตุฟอสฟอรัสจากดินให้กับพืชอาศัยได้มากกว่าเดิม นอกจากนี้ยังมีจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยหินฟอสเฟต (Phosphat solubilizing microorganism) โดยจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะสร้างเอนไซม์หรือกรดอินทรีย์บางชนิดแล้วปลดปล่อยออกมาช่วยหินฟอสเฟตที่ตกตะกอนในดิน กรดอินทรีย์เหล่านี้ได้แก่ lactic acid, citric acid, ketogluconic acid, malic acid, oxalic acid, malic acid, tartaric acid และ succinic acid หรือในรูปหินฟอสเฟตให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ เช่น Aspergillus, Bacillus, Pseudomonas, Bacteria, Actinomycetes และ เชื้อรา เป็นต้น ขณะที่ Kucey (1983) พบว่าเชื้อรามีความสามารถในการย่อยหินฟอสเฟตได้มากกว่า Bacteria ประมาณ 3-100 เท่า โดยเชื้อราละลายฟอสฟอรัสได้ประมาณ 1-30% ในขณะที่ Bacteria ละลายฟอสฟอรัสได้ 0.01-11.0 % ในช่วงเวลาเดียวกัน เชื้อราที่พบว่ามีประสิทธิภาพในการย่อยหินฟอสเฟต ได้แก่ Aspergillus และ Penicillium ในส่วนของ Bacteria ได้แก่ Arthrobacter sp., Bacillus sp. เป็นต้น (Banik, 1982) จากงานวิจัยของ Sundara *et al.* (2002) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยฟอสเฟตร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีฟอสเฟตต่อปริมาณจุลินทรีย์ ผลผลิตและคุณภาพของอ้อย ซึ่งพบว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ทำให้ผลผลิต ความหวานและปริมาณน้ำตาลสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ ยุพิน และคณะ (2531) ได้ทำการศึกษาการใส่หินฟอสเฟตลงไปในพื้นที่หมักเพื่อให้จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในปุ๋ยหมักช่วยย่อยละลายหินฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ต่อพืชออกมา โดยพบว่าถ้าใส่หินฟอสเฟตลงไป ในอัตรา 1 ส่วนต่อปุ๋ยหมักจากบ่อก๊าซชีวภาพ 20 ส่วนจะทำให้ความเป็นประโยชน์ของหินฟอสเฟตเพิ่มสูงขึ้นภายใน 1 เดือน โดยมีฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ละลายออกมามากตั้งแต่ 29-71 % ของหินฟอสเฟตจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย และเมื่อนำไปใส่ในดินแล้วปลูกข้าวโพดทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นพอๆ กับการใช้ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต แสดงว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในปุ๋ยหมักปลดปล่อยกรดอินทรีย์ออกมาช่วยละลายหินฟอสเฟตได้ นอกจากนี้ Kucey *et al.* (1989) ยังได้ศึกษาถึงจุลินทรีย์ละลายสารอนินทรีย์ฟอสเฟตจากดินรอบผิวรากของพืชหลายชนิด เช่น ชับเทอรา เนียนโคเลเวอร์ หนุ้า

ไรย์และข้าวสาลีมี 26-39% ของประชากรจุลินทรีย์ทั้งหมด หากจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในดินรอบ ผีวรากพืชเพิ่มขึ้น จำนวนจุลินทรีย์ละลายสารอนินทรีย์ฟอสเฟตมักจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนด้วย

ลำไย

ลำไย (Longan) เป็นไม้ผลกิ่งเมืองร้อนและเขตร้อนที่มีลักษณะบางอย่างคล้ายลิ้นจี่ และเงาะ มีชื่อสามัญว่า longan, lunngan, dragon's eye หรือ eyeball จัดอยู่ใน Order Sapindales, Family Sapindaceae นอกจากนี้ยังมีพืชที่อยู่ในวงศ์ (Family) เดียวกันอีกหลายชนิด ได้แก่ ลิ้นจี่ ลำไย เครือหรือลำไยเถา เงาะขนสั้น ลำไยป่า ฯลฯ (อนันต์, 2547) ลำไยมีชื่อวิทยาศาสตร์อยู่หลายชื่อคือ *Euphoria longana* Lamk, *Dimocarpus longana* Lour. หรือ *Nephelium longana* Camb. ลำไยเป็นพืชที่ นิยมปลูกทางตอนใต้ของประเทศไทย พื้นที่ปลูกลำไยส่วนใหญ่ปลูกกันมากในมณฑลฟูเจี้ยน กวางตุ้ง กวางสี ไต้หวัน และเสฉวน การแพร่กระจายของลำไยจากประเทศจีนนี้ได้แพร่กระจายเข้าไปสู่อินเดีย ลังกา พม่า ฟิลิปปินส์ ยุโรป สหรัฐอเมริกา (มลรัฐฮาวายและฟลอริดา) คิวบา หมู่เกาะอินเดียตะวันตก และเกาะมาดากัสการ์ ส่วนในประเทศไทยนั้นพบลำไยตามป่าในจังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย จนกระทั่ง พ.ศ.2439 มีชาวจีนผู้หนึ่งนำกิ่งตอนลำไย 5 กิ่ง จากประเทศจีนมาถวายเจ้าดารารัศมี พระชายาของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 เจ้าดารารัศมี ได้แบ่งลำไยไว้ปลูกที่กรุงเทพฯ 2 กิ่ง ส่วนอีก 3 กิ่งได้มอบให้เจ้าน้อยคั่น ณ เชียงใหม่ ผู้เป็นน้องชายนำไปปลูกที่จังหวัดเชียงใหม่ ณ บ้านน้ำไทรงามลสบแม่ข่า อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ต่อมาได้แพร่กระจายพันธุ์ไปยังพื้นที่อื่นในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดใกล้เคียง โดยเฉพาะจังหวัดลำพูน ในอดีตการขยายพันธุ์ลำไยทำโดยเพาะเมล็ด จึงทำให้มีการกลายพันธุ์เกิดขึ้น (จำเนียร, 2546)

สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมในการเพาะปลูก

ลำไยจะเจริญเติบโตได้ดีในที่ราบลุ่มจนถึงพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 1,000 เมตร พื้นที่ปลูกลำไยเป็นการค้าควรอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15-28 องศาเหนือได้ สำหรับเชียงใหม่และลำพูนอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 17-19 องศาเหนือ

ดินที่เหมาะสมกับการปลูกลำไยคือดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงถึงปานกลาง เนื่องจากดินเป็นแหล่งที่ให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและออกดอกติดผลของลำไย สามารถปลูกลำไยได้ตั้งแต่ ดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนเหนียว ลำไยต้องการดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.0 – 7.0 และต้องเป็นดินที่มีการระบายน้ำดีเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงควรปลูกลำไยในพื้นที่สูงพอสมควร เพราะมีการระบายน้ำที่ดีกว่าในพื้นที่ต่ำ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของลำไย โดยทั่วไปลำไยต้องการอากาศค่อนข้างต่ำ อุณหภูมิประมาณ 20-25 องศาเซลเซียส แต่ในช่วงก่อนออกดอกต้องการอุณหภูมิต่ำเพื่อช่วยชักนำให้เกิดตาดอก เพราะฉะนั้นในช่วงก่อนออกดอกลำไยต้องการอุณหภูมิ ประมาณ 15-22 องศาเซลเซียส นานประมาณ 8-10 สัปดาห์ ยิ่งอากาศหนาวเย็น ลำไยจะออกดอกติดผลมาก ซึ่งจะสังเกตว่าถ้าปีไหนอากาศหนาวเย็นนานๆ โดยไม่มีอากาศอบอุ่นเข้าแทรก ลำไยจะมีการออกดอก ติดผลดี (อนันต์, 2547)

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการเจริญเติบโตของต้นลำไย เพราะน้ำเป็นปัจจัยที่กำหนดการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์ของต้นลำไยได้ ลำไยเป็นพืชที่ชอบน้ำขังและในแหล่งปลูกลำไย ควร มีปริมาณน้ำฝนอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยประมาณ 1,200-1,400 มิลลิเมตรต่อปีและจะต้องมีการให้น้ำช่วย ด้วย ส่วนจำนวนวันและการกระจายของฝนที่ตกเป็นสิ่งสำคัญไม่น้อยกว่าปริมาณรวมน้ำฝนที่ตกทั้งปี ควรมีการกระจายตัวของฝนดีประมาณ 100 - 150 วันต่อปี แต่อย่างไรก็ตามในบางช่วงลำไยต้องการ น้ำน้อย คือในช่วงก่อนออกดอกแต่ในช่วงออกดอกติดผลลำไยต้องการน้ำในปริมาณมากโดยทั่วไป แล้วลำไยต้องการความชื้นสูงขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-เดือนมิถุนายน ซึ่งในช่วงนี้ ถ้าลำไยขาดความชื้นในดิน ดอกที่ได้มักจะแห้งหรือดอกจะร่วง ในกรณีที่มีฝนตกในเดือนเมษายนที่เรียกกันว่า “ฝนชะซ่อมมะม่วง” มักจะทำให้ผลลำไยร่วงมาก ในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม จะต้องมีการให้น้ำ เพราะในระยะนี้เป็นช่วงที่มีความชื้นในดินและความชื้นในอากาศต่ำ ในฤดูหนาวความชื้นในอากาศจะลดลงตามลำดับและจะลดลงในเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายนซึ่งเป็นช่วงที่อันตราย เพราะจะทำให้การระเหยของน้ำในใบมีมากขึ้น ความชื้นในอากาศที่ต่ำจึงมีส่วนทำให้ผลผลิตลำไยเสียหายไม่น้อยเช่นกัน (โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยและลิ้นจี่, 2543)

โดยปกติลำไยจะออกดอกที่ปลายยอดบริเวณที่ได้รับแสง ส่วนกิ่งที่ไม่ได้รับแสงจะ ดอกน้อย ดังนั้นพื้นที่ปลูกลำไยส่วนใหญ่ต้องการแสงแดดตลอดเวลา เพื่อใช้ในการปรุงอาหารโดยการสังเคราะห์แสง ดังนั้นการปลูกลำไยที่เหมาะสมควรปลูกในพื้นที่โล่งแจ้ง ถ้าอยู่ในที่ร่มหรือที่ทึบแสงลำไยจะแทงช่อดอกน้อย

เกษตรอินทรีย์

ปัจจุบันเกษตรอินทรีย์ได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นทั้งในประเทศและต่างประเทศ ขณะเดียวกันภาครัฐและเอกชนมีการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพกันมากขึ้น และ ยังมีการสนับสนุนให้ลดการใช้ปุ๋ยเคมี เพื่อเป็นการลดการเกิดสารพิษในผลผลิตทางการเกษตร และ สืบเนื่องมาจากได้เห็นพิษภัยของสารเคมีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสารเคมีที่ใช้ในทางการเกษตร หรือ กิจกรรมอื่นๆ ได้ส่งผลกระทบต่อดิน แหล่งน้ำและสภาพแวดล้อมและเกิดพิษภัยอันตรายต่อชีวิต

มนุษย์ (อภิชาติ, 2549) ด้วยเหตุนี้เอง จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้เกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์และชีวภาพมากขึ้น และคำนึงถึงสภาพแวดล้อมรักษาสมดุลของธรรมชาติ และความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเน้นการใช้อินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยชีวภาพในการปรับปรุงบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ การปลูกพืชหมุนเวียน รวมทั้งใช้หลักการควบคุมศัตรูพืชโดยชีวภาพ และเน้นการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Wookey, 1987)

เกษตรอินทรีย์คือระบบการปลูกพืชที่คำนึงถึงหลักธรรมชาติบนพื้นที่การเกษตรที่ไม่มีสารพิษตกค้าง และหลีกเลี่ยงจากการปนเปื้อนของสารเคมีทางดิน น้ำ และอากาศเพื่อส่งเสริมความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศ และฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมให้กลับคืนสู่สมดุลธรรมชาติโดยมีระบบการจัดการนิเวศวิทยาที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติ ไม่ใช่สารเคมีสังเคราะห์หรือสิ่งที่ได้มาจากการตัดต่อพันธุกรรม รวมถึงการนำภูมิปัญญาชาวบ้านมาใช้ประโยชน์ด้วย ซึ่งการผลิตพืชอินทรีย์ที่ได้มาตรฐาน ต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ 9 ประการ โดยเริ่มจากการเลือกพื้นที่ วางแผนจัดการ การเลือกพันธุ์ การปรับปรุงดิน การจัดการศัตรูพืช การเก็บเกี่ยว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษา การขนส่งและการแปรรูป (Plotto and Nariso, 2006; กรมวิชาการเกษตร, 2543)

มาตรฐานเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้กำหนดมาตรฐานเกษตรอินทรีย์(ด้านพืช)แห่งชาติขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2545 และได้กำหนดวงดรารับรองที่มีชื่อว่า “Organic Thailand” ขึ้นเพื่อใช้ในการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของประเทศไทย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการตรวจรับรองการผลิตเกษตรอินทรีย์ซึ่งเป็นก้าวใหม่การผลิตทางการเกษตรของประเทศ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ทำเป็นโครงการนำร่องการผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์ (ชนวน, 2550) โดยหลักการ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) มีอำนาจและหน้าที่ในการรับรองการผลิตให้เป็นไปตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ที่กำหนด นอกจากนี้จะรับผิดชอบกำกับการในด้านมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แล้ว และยังรับผิดชอบในการกำกับการในด้านการรับรองระบบการผลิตแบบการปฏิบัติการเกษตรที่ดี GAP, GMP และ HACCP อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ศึกษาการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตได้ภายใต้การผลิตลำไยอินทรีย์ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน โดยทำการศึกษาในพื้นที่ของเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของกลุ่มลำไยอินทรีย์ภาคเหนือโดยเลือกศึกษาในแปลงลำไยอินทรีย์ อำเภอคอสระก่อก และอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ระยะเวลาทำการทดลอง ในช่วงเดือนตุลาคม 2554 – ตุลาคม 2555 เป็นระยะเวลา 1 ปี

แผนการทดลองและดำรับการทดลอง

ทำการรวบรวมและคัดเลือกแปลงเกษตรกรลำไยอินทรีย์จากกลุ่มลำไยอินทรีย์ภาคเหนือ โดยสัมภาษณ์และแยกประเภทของเกษตรกรจากกลุ่มเพื่อหาสวนลำไยที่ใช้หินฟอสเฟตในแปลงลำไยอินทรีย์ เพื่อศึกษาปริมาณและการกระจายของจุลินทรีย์ที่ย่อยฟอสเฟตในแปลงผลิตลำไยอินทรีย์ โดยเก็บตัวอย่างดินบริเวณรากพืช(ลำไย) เพื่อนำมาแยกจุลินทรีย์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ สำหรับแบคทีเรียและเชื้อรา จากนั้นนำเชื้อมาจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตเบื้องต้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อตามวิธีของ Katznelson and Boss (1959) เพื่อเก็บรวบรวมเชื้อเดี่ยวที่แสดงความกว้างของไฮ เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพขั้นต่อไป

ศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ต่อการละลายหินฟอสเฟต โดยนำเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้มาเลี้ยงในอาหารเหลว Pikovskaya's medium เพื่อวัดปริมาณการปลดปล่อยฟอสเฟตด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตของลำไยอินทรีย์

นำเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้มาผลิตเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ในรูปหัวเชื้อเหลวเข้มข้นด้วยอาหารเหลว Nutrient Broth โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ 1×10^9 ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (Replication) โดยวางแผนการทดลองไว้ 6 ดำรับ คือ

ดำรับที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์

ดำรับที่ 2 ใส่หินฟอสเฟตในอัตรา 30 กก./ไร่

ดำรับที่ 3 ใส่เชื้อที่ 1 ในอัตรา 500 มิลลิลิตร/ 6 ตารางเมตร (ต้น)

ดำรับที่ 4 ใส่เชื้อที่ 1 ในอัตรา 500 มิลลิลิตร/ 6 ตารางเมตร (ต้น)+ ใส่หินฟอสเฟตในอัตรา 30 กก./ไร่

ดำรับที่ 5 ใส่เชื้อที่ 2 ในอัตรา 500 มิลลิลิตร/ 6 ตารางเมตร (ต้น)

ตำรับที่ 6 ใส่เชื้อที่ 2 ในอัตรา 500 มิลลิลิตร/ 6 ตารางเมตร (ต้น) + ใส่หิน
ฟอสเฟตในอัตรา 30 กก./ไร่

การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดิน 2 ครั้ง คือ ก่อนการเติมตำรับการทดลองและหลังเก็บผลผลิต ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15 – 30 เซนติเมตร โดยเก็บตัวอย่างดินได้ทรงพุ่มลำไย ทำให้แห้งโดยผึ่งไว้ในที่ร่ม (air - dried) แล้วนำไปบด และผ่านตะแกรงร่อนดินขนาด 0.5 และ 2 มิลลิเมตร

2.2 การเก็บตัวอย่างพืช

เก็บตัวอย่างใบ โดยทำการเก็บตัวอย่างใบที่ 3 และ 4 ในระยะก่อนออกดอก และระยะติดผล นำใบลำไยมาล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วชะล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง ก่อนนำไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดให้ละเอียด เพื่อการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ได้แก่ N, P และ K

การเก็บตัวอย่างผลลำไยในการวิเคราะห์ทางด้านเคมีและด้านคุณภาพ โดยทำการสุ่ม 30 เมล็ดในแต่ละซ้ำ (Replication)

การวิเคราะห์ดินทางเคมี

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน โดยชั่งดิน 10 กรัมค่อน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร(1:1) คนให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 5 นาที ทำซ้ำกัน 2 ครั้ง ครั้งที่ 3 ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที แล้ววัดโดยใช้เครื่องมือ pH – meter (Wayne,1980)

ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Soil organic mater) นำมาวิเคราะห์โดยวิธี Walkley and Black (1947) โดยชั่งดินที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.5 มิลลิเมตร จำนวน 1 กรัมเทลงในขวดขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ 10 มิลลิลิตรเขย่าเบาๆให้เข้ากันและเติม H_2SO_4 เข้มข้น 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 30 นาที (ในตู้ดูดควัน) เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร หยดน้ำยาอินดิเคเตอร์ 3-4 หยด โดยมี O-phenanthroline เป็น indicator แล้วไตเตรดด้วย 0.5 N Ferrous sulphate จนเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลปนแดงบันทึกค่าปริมาตรของ $FeSO_4$ ที่ใช้ไป เพื่อนำมาคำนวณหาค่าที่แท้จริง

ปริมาณไนโตรเจนในดิน Total Nitrogen ทำการย่อยตัวอย่างดิน โดยวิธีของ Kjeldahl Method เติม Potassium Sulphate-catalyst mixture เป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา ลงไปในหลอดแก้วสำหรับย่อยที่มีตัวอย่างพืช เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น แล้วย่อยสลายที่อุณหภูมิไม่ควรเกิน

400 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3-5 ชั่วโมง จากนั้นนำมากลั่น โดยการจับก๊าซแอมโมเนียที่เกิดขึ้น แล้วนำไปไตเตรตด้วย 0.05 N HCl (นงลักษณ์, 2548)

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorous) ทำการย่อยตัวอย่างดินโดยใช้วิธีการ (wet digestion method) โดยนำตัวอย่างดิน 1 กรัม เติม Mix acid (HNO_3 : HClO_4) 6:1 จำนวน 15 มิลลิลิตร แล้วทำการย่อยบน Hot plate ที่อุณหภูมิ 80-150 °C จนกระทั่งตัวอย่างเกิดควันขาวขึ้น หลังจากนั้นทิ้งไว้ให้ตัวอย่างเย็น จึงนำมากรองและปรับปริมาตรให้ได้ 25 มิลลิลิตร จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้มาพัฒนาสีด้วย ascorbic acid ตามวิธีการของ Watanabe and Olsen (1962) แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง spectrophotometer

ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (Extractable phosphorous) โดยวิธี BrayII ซึ่งตัวอย่างดินหนัก 2.5 กรัม ใส่ในหลอดเซนติฟิวส์ สกัดด้วยน้ำยา BrayII จำนวน 25 มิลลิลิตร ปิดฝาให้มิดชิด เขย่านาน 1 นาที นำเข้าเครื่องเซนติฟิวส์ให้ดินตกตะกอน แล้วกรองสารละลายที่ได้ไปพัฒนาสีน้ำเงินแกรมน้ำด้วย ascorbic acid ตามวิธีการของ Watanabe and Olsen (1962) แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง spectrophotometer

ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (Extractable potassium) สกัดตัวอย่างดิน 5 กรัม ใส่ในหลอดเซนติฟิวส์ สกัดด้วยสารละลาย 1 N NH_4OAc , pH 7 จำนวน 25 มิลลิลิตร ปิดฝาให้มิดชิด เขย่าเป็นเวลา 30 นาที นำเข้าเครื่องเซนติฟิวส์ให้ดินตกตะกอน กรองสารละลายที่ได้ไปอ่านค่าด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) (Wayne, 1980)

การวิเคราะห์พืช

ปริมาณไนโตรเจน โดยการย่อยตัวอย่างใบและผลลำไย ตามวิธีการของ Jackson (1967) ด้วยกรด H_2SO_4 เข้มข้น หลังจากนั้นจึงทำการกลั่นหาปริมาณไนโตรเจน

ตัวอย่างใบพืชจะถูกเผา (Dry ashing) ที่อุณหภูมิ 550°C ประมาณ 6-8 ชั่วโมง จากนั้นเติมสารผสม (HCl 2 N : น้ำกลั่น ในอัตราส่วน 15 : 15 มิลลิลิตร) กรองด้วยกระดาษกรอง เก็บสารละลายไว้ในขวดสต็อก เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หา P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn and Zn (เนาวรัตน์, 2527)

ปริมาณฟอสฟอรัส นำสารละลายที่ได้จากการเผาตัวอย่างใบ และผลของลำไยโดยดูดจากขวดสต็อก 5 มิลลิลิตร (อาจจะน้อยกว่านี้ได้ในกรณีพืชที่มี P สูง เช่น อาจจะดูด 1 หรือ 2 มิลลิลิตร) ใส่ลงไปในขวดปรับปริมาตร ขนาด 25 มิลลิลิตร เติม Mixed Reagent 5 มิลลิลิตร ในขวดโวลูเมตริกฟลาส รอให้ครบ 20 นาที จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น อ่านค่าด้วยเครื่อง Spectrophotometer

ปริมาณโพแทสเซียม นำสารละลายที่ได้จากการกรองตัวอย่างหลังจากการเผาตัวอย่างใบและผลของลำไย (Dry Ashing) ไปหาค่าโพแทสเซียม จากการอ่านค่าด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (เนาวรัตน์, 2527)

ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solids, TSS) ตัวอย่างผลลำไยที่จะถูกแยกส่วนเนื้อลำไย บดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร (blender) แล้วกรองผ่านกระดาษกรอง No. 93 วัดปริมาณ TSS ในสารละลายที่กรองได้ด้วย Hand refractometer

เกรดของผลลำไยสามารถแยกเกรดได้โดยใช้อุปกรณ์เวอร์เนียในการวัดซึ่งวัดในตำแหน่งเส้นผ่าศูนย์กลางของผลลำไย

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มลงในบล็อกอย่างสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) เมื่อพบความแตกต่างกันในทางสถิติจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธีจัดกลุ่มของสิ่งทดลอง (Least significant difference, LSD)

ผลการวิจัย

การคัดเลือกและศึกษาเชื้อ

จากการสำรวจกลุ่มเกษตรกรที่จัดการปลูกกล้วยในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ยังมีการใช้หินฟอสเฟตเพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารนํ้ายมมาก โดยส่วนมากเกษตรกรมักมีความเข้าใจว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปของปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกน่าจะทำให้มีปริมาณธาตุอาหารที่ครบถ้วนอยู่แล้ว โดยครั้งนี้สามารถคัดเลือกสวนกล้วยอินทรีย์จากกลุ่มเกษตรกรไม่ต่ำกว่า 6 อำเภอมาทำการคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟต โดยแบ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียจำนวน 31 Isolates (B01-B31) เชื้อราจำนวน 47 Isolates และแอคติโนมัยซิท จำนวน 6 Isolates เมื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อโดยวัดลักษณะวงรอบของโคโลนี พบว่าจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียมีแนวโน้มของประสิทธิภาพการย่อยฟอสเฟตสูงกว่ากลุ่มเชื้อราและแอคติโนมัยซิท (ตารางที่ 1) โดยการคัดเลือกครั้งนี้พบว่าแบคทีเรียโคโลนี B01 และ B04 ให้ค่า Clear zone กว้างที่สุดคือ 4.72 และ 5.83 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบหาจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพต่อการย่อยสลายฟอสเฟตในอาหารแข็ง

แบคทีเรีย	clear zone	เชื้อรา	clear zone	แอคติโนมัยซิท	clear zone
B1	4.72	F1	1.53	A1	2.64
B2	1.78	F2	0.00	A2	1.00
B3	4.09	F3	1.33	A3	2.56
B4	5.83	F4	2.31	A4	1.00
B5	2.70	F5	3.17	A5	1.00
B6	1.79	F6	3.08	A6	2.88
B7	0.67	F7	0.47		
B8	1.67	F8	4.30		
B9	1.95	F9	3.44		
B10	0.00	F10	0.00		
B11	2.87	F11	2.58		
B12	2.99	F12	3.05		
B13	1.64	F13	4.44		
B14	0.78	F14	0.00		
B15	2.57	F15	2.56		

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบหาจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพต่อการย่อยสลายฟอสเฟตในอาหารแข็ง (ต่อ)

แบคทีเรีย	clear zone	เชื้อรา	clear zone	แอคติโนมัยซิส	clear zone
B16	0.00	F16	1.92		
B17	4.50	F17	3.58		
B18	1.00	F18	2.14		
B19	1.70	F19	2.79		
B20	1.00	F20	2.89		
B21	2.00	F21	2.04		
B22	1.76	F22	2.23		
B23	2.54	F23	2.02		
B24	4.00	F24	1.00		
B25	1.70	F25	1.57		
B26	1.00	F26	1.00		
B27	3.18	F27	2.95		
B28	1.59	F28	1.00		
B29	2.00	F29	4.33		
B30	1.00	F30	1.00		
B31	2.38	F31	2.88		
		F32	1.00		
		F33	2.80		
		F34	1.00		
		F35	4.09		
		F36	1.75		
		F37	1.00		
		F38	1.00		
		F39	1.00		
		F40	1.00		
		F41	1.30		
		F42	1.00		
		F43	1.00		
		F44	2.05		
		F45	1.00		
		F46	1.00		
		F47	1.00		

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการย่อยสลายฟอสเฟตในอาหารเหลว

จากการคัดเลือกแบคทีเรียที่มีแนวโน้มจากการเกิดวงรอบใสมากที่สุดจำนวน 5 Isolates จาก 31 Isolates เพื่อนำมาวัดค่าปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธีดูดกลืนคลื่นแสงรวมทั้งวัดประสิทธิภาพในการเกิดวงรอบใสในระยะเวลา 3, 5 และ 7 วัน พบว่าแบคทีเรีย Isolate B01 มีปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารเหลวอยู่ที่ระดับ 446, 232 และ 171 mg kg⁻¹ ตามลำดับ และ B04 มีปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารเหลว 632, 434 และ 197 mg kg⁻¹ ตามลำดับ โดยแบคทีเรียทั้งสอง Isolate ให้ปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารเหลวสูงกว่า Isolate อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ขณะที่การเกิดวงรอบใสของโคโลนีเดี่ยวของแบคทีเรีย Isolate B04 กว้างและเร็วกว่า Isolate B01 อย่างมีนัยสำคัญ โดยส่งผลทำให้ความกว้างของวงรอบใสสูงที่สุดในระยะ 7 วัน มีความกว้างอยู่ที่ 5.2 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการย่อยสลายฟอสเฟตในอาหารเหลว

Treatment	P (mg kg ⁻¹)			Colony		
	3 day	5 day	7 day	3 day	5 day	7 day
Control	88 ^d	61 ^d	34 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c
Isolate B01	446 ^b	232 ^b	171 ^b	2.5 ^b	3.3 ^b	4.3 ^b
Isolate B03	183 ^c	175 ^c	150 ^c	1.0 ^d	1.4 ^d	1.9 ^d
Isolate B04	632 ^a	434 ^a	197 ^a	3.1 ^a	3.9 ^a	5.2 ^a
Isolate B17	232 ^c	79 ^d	51 ^d	1.1 ^{cd}	1.9 ^c	2.4 ^c
Isolate B24	190 ^c	91 ^d	56 ^d	1.3 ^c	2.0 ^c	2.5 ^c
Grand Mean	295	178	110	1.51	2.08	2.73
CV (%)	16.04	11.72	7.45	9.64	6.50	3.77
F-test	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ: Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD **=0.01,

*=0.05 and ns= Nonsignificant

คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง

คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนทำการทดลองจากสวนลำไยอินทรีย์ในเขตอำเภอดอยสะเก็ด

จากการศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ต่อการละลายหินฟอสเฟต โดยวางแผนการเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง ซึ่งแบ่งออกเป็นสองระดับความลึก คือดินบนที่ระดับความลึก 0-15 ซม. และดินล่างที่ระดับความลึก 15-30 ซม. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนทำการทดลองจากสวนลำไยอินทรีย์ ในเขตอำเภอดอยสะเก็ด พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยอยู่ที่ 5.99 ซึ่งดินระดับบนมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 5.70 ขณะที่ดินระดับล่างมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 6.28 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจากสวนลำไยในเขตอำเภอดอยสะเก็ดพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.5% โดยที่ระดับความลึก 0-15 ซม. มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ที่ 4.5% และที่ระดับความลึก 15-30 ซม. มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ที่ 2.5% ปริมาณไนโตรเจนในดินก่อนการทดลองในดินระดับบนคือ 0.85%N ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าดินระดับล่าง ในดินระดับล่างปริมาณไนโตรเจนเพียง 0.28%N ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินระดับบนคือ 5.0 mgP kg⁻¹ และในดินระดับล่างอยู่ที่ 2.1 mgP kg⁻¹ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 410 mgP kg⁻¹ โดยในดินระดับบนมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินอยู่ที่ 437 mgP kg⁻¹ ขณะที่ดินระดับล่างมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดคือ 383 mgP kg⁻¹ ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินก่อนการทดลองพบว่าในดินระดับบนมีปริมาณโพแทสเซียมคือ 303 mgK kg⁻¹ ส่วนดินระดับล่างมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้คือ 199 mgK kg⁻¹ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อคุณสมบัติของดินบางประการ ก่อนการทดลอง ในเขตอำเภอดอยสะเก็ด

ระดับ ความลึก	pH	Organic matter	Nitrogen (%)	Available P	Total P (mg kg ⁻¹)	Extractable K
0-15 cm.	5.70	4.5	0.85	5.0	437	303
15-30 cm.	6.28	2.5	0.28	2.1	383	199
Grand Mean	5.99	3.5	0.57	3.6	410	251

คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนทำการทดลองจากสวนลำไยอินทรีย์ ในเขตอำเภอสันป่าตอง

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนทำการทดลองจากสวนลำไยอินทรีย์ ในเขตอำเภอสันป่าตอง โดยทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม. และ 15-30 ซม. พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยอยู่ที่ 7.01 ซึ่งดินระดับบนมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 6.92 ขณะที่ดินระดับล่างมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 7.10 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.48% โดยที่ระดับความลึก 0-15 ซม. มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ที่ 2.26% และที่ระดับความลึก 15-30 ซม. มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ที่ 0.70% ปริมาณไนโตรเจนในดินก่อนการทดลองในดินระดับบนคือ 0.11%N ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าดินระดับล่าง ในดินระดับล่างบนปริมาณไนโตรเจนเพียง 0.04%N ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินระดับบนอยู่ที่ 146 mgP kg^{-1} และในดินระดับล่างอยู่ที่ 33 mgP kg^{-1} ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 386 mgP kg^{-1} โดยในดินระดับบนมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินอยู่ที่ 484 mgP kg^{-1} ขณะที่ดินระดับล่างมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดคือ 287 mgP kg^{-1} ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินก่อนการทดลองพบว่าในดินระดับบนมีปริมาณโพแทสเซียมคือ 151 mgK kg^{-1} ส่วนดินระดับล่างมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้คือ 85 mgK kg^{-1} (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อคุณสมบัติของดินบางประการ ก่อนการทดลอง ในเขตอำเภอสันป่าตอง

ระดับ ความลึก	pH	Organic matter	Nitrogen (%)	Available P	Total P (mg kg^{-1})	Extractable K
0-15 cm.	6.92	2.26	0.11	146	484	151
15-30 cm.	7.10	0.70	0.04	33	287	85
Grand Mean	7.01	1.48	0.08	90	386	118

คุณสมบัติของดินหลังการทดลอง

คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังทำการทดลองจากสวนลำไยอินทรีย์ในเขตอำเภอดอยสะเก็ด

จากการศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ต่อการละลายหินฟอสเฟต โดยเก็บตัวอย่างดินหลังการทำลอง เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีของดินจากสวนลำไยอินทรีย์ ในเขตอำเภอดอยสะเก็ด พบว่าดินระดับบนที่ระดับความลึก 0-15 ซม. ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เฉลี่ยอยู่ที่ 5.48 ซึ่งค่ารับควบคุมมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุดคือ 5.72 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับดินก่อน การทดลอง รองลงมาคือค่ารับที่มีการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 และ ค่ารับที่ใส่เชื้อ Isolate B01 คือ 5.54 และ 5.53 ตามลำดับ ขณะที่ค่ารับที่มีการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุดคือ 5.23 แต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติทุกค่ารับทดลอง ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างในดินระดับล่าง 15-30 ซม. พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจากดินก่อน การทดลองเล็กน้อย โดยค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวและค่ารับควบคุมมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุดคือ 6.08 รองลงมาคือค่ารับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 และ Isolate B01 คือ 6.00 และ 5.91 ตามลำดับ ขณะเดียวกันการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 หรือ Isolate B04 มีผลทำให้ค่า ความเป็นกรด-ด่างในดินระดับล่างต่ำกว่าทุกค่ารับทดลอง ซึ่งการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุดคือ 5.78 ซึ่งทุกค่ารับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังการทดลองโดยภาพรวมแล้วมีปริมาณลดลงเล็กน้อย จากดินก่อนการทดลอง พบว่าที่ระดับความลึก 0-15 ซม. มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยอยู่ที่ 3.86% ค่ารับที่ใส่เชื้อ Isolate B01 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดคือ 4.26% รองลงมาคือค่ารับที่ใส่หิน ฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ที่ 4.17% ขณะที่ค่ารับที่ใส่เชื้อ Isolate B01 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าค่ารับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 ส่วนค่ารับที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำที่สุดคือ ค่ารับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียว (3.24%) แต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติทุกค่ารับทดลอง ส่วนค่ารับที่มีการใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยกว่าค่ารับที่ใส่หิน ฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองเชื้อไม่ว่าจะเป็น Isolate B04 หรือ Isolate B01 ขณะที่ดินระดับ ล่าง 15-30 ซม. มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเฉลี่ยอยู่ที่ 2.37% ซึ่งภาพรวมแล้วมีปริมาณลดลงเล็กน้อย เช่นเดียวกับดินระดับบน ค่ารับที่มีการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ สูงที่สุดอยู่ที่ 2.67% รองลงมาคือค่ารับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียวคือ 2.42% ขณะที่ค่ารับที่ ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำที่สุดคือ 2.23% แต่ไม่มีความแตกต่าง ในทางสถิติกับทุกค่ารับทดลอง แต่จะสังเกตได้ว่าการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 หรือ

Isolate B04 ก็ตามมีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าการใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวหรือดำรับควบคุม (ตารางที่ 5)

ปริมาณไนโตรเจนในดินหลังการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมากทั้งในดินระดับบนและดินระดับล่าง โดยปริมาณไนโตรเจนในดินระดับบนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.193 %N ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าดินระดับล่าง ในดินระดับล่างปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยเพียง 0.118%N ดำรับที่มีการใส่เชื้อ Isolate B01 มีปริมาณไนโตรเจนในดินสูงที่สุด 0.213%N รองลงมาคือดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 และดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 คือ 0.207 และ 0.200%N ตามลำดับ ขณะเดียวกันดำรับที่มีการใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียวมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนในดินมีปริมาณน้อยที่สุดคือ 0.163%N ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกดำรับทดลอง ส่วนในดินระดับล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 ซม.) ดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 มีปริมาณไนโตรเจนในดินสูงที่สุด 0.130%N รองลงมาคือดำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 และดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 คือ 0.120%N ส่วนการใส่เชื้อ Isolate B01 เพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีปริมาณไนโตรเจนในดินน้อยกว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ร่วมกับใส่หินฟอสเฟต ขณะเดียวกันการใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนในดินน้อยที่สุดคือ 0.110%N ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกดำรับทดลอง

ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลองพบว่าในดินระดับบน (0-15 ซม.) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.4 mgP kg⁻¹ ดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงที่สุด 14.97 mgP kg⁻¹ ซึ่งมีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกดำรับทดลองอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ยกเว้นดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ที่ 10.73 mgP kg⁻¹ ขณะที่การใช้หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพียง 8.07 mgP kg⁻¹ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 และดำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B01 เพียงอย่างเดียว ขณะที่ดำรับควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุดซึ่งพบเพียง 3.97 mgP kg⁻¹ จะเห็นได้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในทุกดำรับทดลองมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด ไม่ว่าจะเป็นดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว ดำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์เพียงอย่างเดียว หรือดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ก็ตาม ส่วนในดำรับควบคุมปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลงอย่างเด่นชัดเช่นกัน ขณะที่ในระดับล่าง (15-30 ซม.) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลองลดลงเล็กน้อยจากดินก่อนการทดลองทุกดำรับยกเว้นดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 มีซึ่งดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 มีปริมาณสูงที่สุดคือ 2.1 mgP kg⁻¹ ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว ดำรับที่ใส่หินฟอสเฟต

ร่วมกับเชื้อ Isolate B01 และดำรับใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียวคือ 1.87, 1.53 และ 1.47 mgP kg⁻¹ ตามลำดับ (P<0.01) ส่วนดำรับควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำที่สุดคือ 0.80 mgP kg⁻¹

ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินระดับบนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 506 mgP kg⁻¹ โดยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นจากดินก่อนการทดลอง ซึ่งดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุดคือ 554 mgP kg⁻¹ รองลงมาคือดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 คือ 536 mgP kg⁻¹ และดำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียวคือ 503 mgP kg⁻¹ โดยจะพบว่า การใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ Isolate B04 ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินมีปริมาณสูงกว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B01 และสูงกว่าดำรับควบคุม โดยที่ดำรับควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินต่ำที่สุดคือ 444 mgP kg⁻¹ ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติทุกดำรับทดลอง ขณะที่ดินระดับล่างมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดหลังการทดลองเฉลี่ยคือ 277 mgP kg⁻¹ ดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินสูงที่สุดอยู่ที่ 405 mgP kg⁻¹ ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติอย่างเด่นชัดกับดำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B01 เพียงอย่างเดียว ดำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียว และดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 (337, 313 และ 275 mgP kg⁻¹ ตามลำดับ) (P<0.01) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินที่ต่ำที่สุดพบในดำรับควบคุมคือ 149 mgP kg⁻¹ (ตารางที่ 5)

ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินหลังการทดลองพบว่าในดินระดับบนมีปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยอยู่ที่ 282 mgK kg⁻¹ ดำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B04 เพียงอย่างเดียวมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินสูงที่สุดคือ 301 mgK kg⁻¹ รองลงมาคือดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 ดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 และดำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B01 เพียงอย่างเดียวคือ 297, 291, 288 mgK kg⁻¹ ตามลำดับ ส่วนดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ต่ำที่สุดคือ 247 mgK kg⁻¹ โดยที่ทุกดำรับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ ส่วนดินระดับล่าง (15-30 ซม.) มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้เฉลี่ยอยู่ที่ 171 mgK kg⁻¹ ดำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B04 เพียงอย่างเดียวมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินสูงที่สุดเช่นเดียวกับดินระดับบนคือ 182 mgK kg⁻¹ รองลงมาพบในดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวคือ 173 mgK kg⁻¹ ขณะที่ดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินต่ำที่สุดคือ 161 mgK kg⁻¹ ซึ่งทุกดำรับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ

ตารางที่ 5 ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อคุณสมบัติของดินบาง
ประการหลังการทดลอง ในเขตอำเภอดอยสะเก็ด

Treatment	pH	Organic matter	Nitrogen	Available P	Total P	Extractable K
		(%)			(mg kg ⁻¹)	
Top soil 0-15 cm.						
Control	5.72	3.63	0.180	3.97 ^c	444	267
Rock Phosphate (RP)	5.39	3.86	0.193	8.07 ^{bc}	554	247
Isolate B01	5.53	4.26	0.213	7.47 ^{bc}	497	288
RP+ Isolate B01	5.23	4.17	0.207	10.73 ^{ab}	501	291
Isolate B04	5.45	3.24	0.163	5.20 ^c	503	301
RP+ Isolate B04	5.54	4.03	0.200	14.97 ^a	536	297
Grand Mean	5.48	3.86	0.193	8.4	506	282
CV (%)	3.44	11.86	11.66	21.89	12.02	7.56
F-test	ns	ns	ns	**	ns	ns
Sub soil 15-30 cm.						
Control	6.08	2.26	0.113	0.80 ^c	149 ^c	174
Rock Phosphate (RP)	6.08	2.23	0.110	1.87 ^{ab}	185 ^{bc}	173
Isolate B01	5.91	2.28	0.113	1.23 ^{bc}	337 ^a	166
RP+ Isolate B01	5.78	2.36	0.120	1.53 ^{ab}	405 ^a	161
Isolate B04	6.00	2.42	0.120	1.47 ^{ab}	313 ^{ab}	182
RP+ Isolate B04	5.84	2.67	0.130	2.10 ^a	275 ^{abc}	169
Grand Mean	5.95	2.37	0.118	1.50	277	171
CV (%)	2.79	13.42	12.94	16.78	20.49	13.73
F-test	ns	ns	ns	**	**	ns

หมายเหตุ: Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD **=0.01,

*=0.05 and ns= Nonsignificant

คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังทำการทดลองจากสวนลำไยอินทรีย์ในเขตอำเภอสันป่าตอง

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังทำการทดลองจากสวนลำไยอินทรีย์ ในเขตอำเภอสันป่าตอง โดยทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม. และ 15-30 ซม. พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินระดับบนเฉลี่ยอยู่ที่ 7.01 ค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุดคือ 7.12 ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกค่ารับทดลอง ($P < 0.01$) ยกเว้นค่ารับควบคุม ขณะเดียวกันการใส่เชื้อจุลินทรีย์เพียงอย่างเดียว หรือการใส่เชื้อจุลินทรีย์ร่วมกับใส่หินฟอสเฟต ส่งผลให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่าการใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวแต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนค่ารับควบคุมมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุดคือ 6.77 ขณะที่ดินระดับล่างในค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุดเช่นเดียวกับดินระดับบนคือ 7.28 ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 และใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง อย่างไรก็ตามจะสังเกตได้ว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ไม่ว่าจะเป็น Isolate B04 หรือ Isolate B01 ลงไปส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดต่ำกว่าค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุดพบในค่ารับควบคุมคือ 7.06 ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับค่ารับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B04 หรือ Isolate B01 เพียงอย่างเดียว โดยภาพรวมแล้วค่าความเป็นกรด-ด่างของดินจากสวนลำไยในเขตอำเภอสันป่าตองที่ทำการเก็บตัวอย่างดินหลังการเก็บเกี่ยวอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเป็นกลาง

ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินหลังการทดลองจากสวนลำไยในเขตอำเภอสันป่าตอง ที่ระดับความลึก 0-15 ซม. พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยอยู่ที่ 2.30% ในค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดคือ 2.47% ขณะที่รองลงมาพบในค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว และค่ารับควบคุม คือ 2.41% และ 2.31% ตามลำดับ สำหรับค่ารับที่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B01 เพียงอย่างเดียวส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำที่สุดคือ 2.16% ซึ่งทุกค่ารับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ นอกจากนั้นค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ที่ 2.47% และ 2.19% ตามลำดับ ขณะเดียวกันจะเห็นได้ว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B04 ทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าค่ารับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B01 และในขณะเดียวกันการใส่เชื้อจุลินทรีย์ไม่ว่าจะเป็น Isolate B04 หรือ Isolate B01 ร่วมกับหินฟอสเฟตส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีมากกว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์เพียงอย่างเดียว สำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินระดับล่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.65% ในค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดเช่นเดียวกับดินระดับบนคือ 0.74% ขณะที่รองลงมาพบในค่ารับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียว ค่ารับที่ใส่เชื้อ Isolate B01 และค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 คือ 0.73%, 0.69% และ

0.69% ตามลำดับ ส่วนดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินระดับล่างต่ำที่สุดคือ 0.43% ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกดำรับทดลอง ขณะที่ดำรับควบคุมพบปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ที่ 0.60% (ตารางที่ 6)

ปริมาณไนโตรเจนในดินหลังการทดลองพบว่าปริมาณไนโตรเจนในดินระดับบนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.116 %N ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าดินระดับล่าง ในดินระดับล่างปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยเพียง 0.033%N ซึ่งในดินระดับบนดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 และดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว มีปริมาณไนโตรเจนในดินสูงที่สุด 0.123%N รองลงมาคือดำรับควบคุมดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 และดำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียวคือ 0.117, 0.113 และ 0.113%N ตามลำดับ ขณะเดียวกันดำรับที่มีการใส่เชื้อ Isolate B01 เพียงอย่างเดียวมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนในดินมีปริมาณน้อยที่สุดคือ 0.107%N ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกดำรับทดลอง ส่วนในดินระดับล่าง (ที่ระดับความลึก 15-30 ซม.) ดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 มีปริมาณไนโตรเจนในดินสูงที่สุด 0.037%N รองลงมาคือดำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียวคือ 0.036%N จะเห็นได้ว่าการใส่เชื้อ Isolate B04 ทำให้ไนโตรเจนในดินมีปริมาณสูงกว่าการใส่เชื้อ Isolate B01 เล็กน้อย โดยไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกดำรับทดลอง ขณะเดียวกันการใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนในดินน้อยที่สุดคือ 0.022%N ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกดำรับทดลอง

ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลองพบว่าในดินระดับบน (0-15 ซม.) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 177 mgP kg⁻¹ ดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงที่สุด 207 mgP kg⁻¹ ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกดำรับทดลองอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ยกเว้นดำรับควบคุม ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุดเพียง 133 mgP kg⁻¹ ขณะที่ดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงรองมาจากดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 คือ 205 mgP kg⁻¹ สำหรับดำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์เพียงอย่างเดียวไม่ว่าจะเป็น Isolate B01 หรือ Isolate B04 ก็ตามมีผลทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินน้อยกว่าการใส่เชื้อ ร่วมกับการใส่หินฟอสเฟต ส่วนดำรับที่มีการใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ที่ 196 mgP kg⁻¹ ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินระดับล่าง (15-30 ซม.) มีทิศทางไปในแนวเดียวกันกับดินระดับบน ซึ่งดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ Isolate B01 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุดคือ 45 mgP kg⁻¹ โดยมีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกดำรับทดลองอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ยกเว้นดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ Isolate B04 และดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว (42 และ 35 mgP kg⁻¹ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามการใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฟอสเฟตลงไปเพียงอย่าง

เดียวทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อยกว่าการใส่เชื้อร่วมกับหินฟอสเฟตอย่างเด่นชัด สำหรับค่ารับควบคุมยังคงมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุดซึ่งพบเพียง 21 mgP kg^{-1} (ตารางที่ 6)

ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินระดับบนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 629 mgP kg^{-1} โดยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นจากดินก่อนการทดลอง ซึ่งค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุดคือ 814 mgP kg^{-1} รองลงมาคือค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว คือ 811 mgP kg^{-1} และค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 คือ 786 mgP kg^{-1} โดยจะพบว่า การใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ ไม่ว่าจะเป็น Isolate B04 หรือ Isolate B01 ส่งผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินมีปริมาณสูงกว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B01 หรือ Isolate B04 เพียงอย่างเดียว สำหรับค่ารับควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินต่ำที่สุดคือ 382 mgP kg^{-1} ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับค่ารับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B01 หรือ Isolate B04 เพียงอย่างเดียว โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินอยู่ที่ 480 และ 440 mgP kg^{-1} ตามลำดับ ขณะที่ดินระดับล่าง (15-30 ซม.) มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดหลังการทดลองเฉลี่ยคือ 314 mgP kg^{-1} ค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินสูงที่สุดอยู่ที่ 384 mgP kg^{-1} มีความแตกต่างในทางสถิติอย่างเด่นชัดกับค่ารับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียว และค่ารับควบคุม ($P < 0.01$) อย่างไรก็ตามพบว่า การใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวมีผลทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินมีน้อยกว่าการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ที่ 344 mgP kg^{-1} (ตารางที่ 6) ขณะที่ค่ารับควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินน้อยที่สุดคือ 207 mgP kg^{-1}

ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินหลังการทดลองพบว่าในดินระดับบนมีปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยอยู่ที่ 119 mgK kg^{-1} ค่ารับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B04 เพียงอย่างเดียวมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินสูงที่สุดคือ 129 mgK kg^{-1} รองลงมาคือค่ารับควบคุม ค่ารับที่ใส่เชื้อ Isolate B01 เพียงอย่างเดียว ค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 และค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว คือ 128, 123, 113 และ 133 mgK kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 ส่งผลให้มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ต่ำที่สุดคือ 110 mgK kg^{-1} โดยที่ทุกค่ารับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ ส่วนดินระดับล่าง (15-30 ซม.) มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้เฉลี่ยอยู่ที่ 49 mgK kg^{-1} ค่ารับควบคุมมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินสูงที่สุดคือ 58 mgK kg^{-1} รองลงมาคือค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ Isolate B04 ค่ารับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ Isolate B01 ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินอยู่ที่ 56 และ 51 mgK kg^{-1} อย่างไรก็ตามการใส่เชื้อจุลินทรีย์ไม่ว่าจะเป็น Isolate B01 หรือ Isolate B04 ส่งผลให้มี

ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินต่ำกว่าทุกคำรับทดลอง แต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ ขณะที่ถ้าใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์จะส่งผลให้มีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าการใส่เชื้อเพียงอย่างเดียว สำหรับคำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ B04 เพียงอย่างเดียวมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ต่ำที่สุดคือ 42 mgK kg^{-1} (ตารางที่ 6)



ตารางที่ 6 ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อคุณสมบัติของดินบาง
ประการหลังการทดลอง ในเขตอำเภอสันป่าตอง

Treatment	pH	Organic	Nitrogen	Available	Total P	Extractable
		matter		P		K
		(%)			(mg kg ⁻¹)	
Top soil 0-15 cm.						
Control	6.77 ^b	2.31	0.117	133 ^b	382 ^b	128
Rock Phosphate (RP)	7.12 ^a	2.41	0.123	196 ^a	811 ^a	113
Isolate B01	7.09 ^a	2.16	0.107	165 ^{ab}	480 ^b	123
RP+ Isolate B01	7.05 ^a	2.19	0.113	207 ^a	786 ^a	113
Isolate B04	6.94 ^{ab}	2.26	0.113	154 ^{ab}	440 ^b	129
RP+ Isolate B04	7.09 ^a	2.47	0.123	205 ^a	877 ^a	110
Grand Mean	7.01	2.30	0.116	177	629	119
CV (%)	1.06	8.20	8.56	11.83	14.56	8.51
F-test	**	ns	ns	**	**	ns
Sub soil 15-30 cm.						
Control	7.06 ^b	0.60	0.030	21 ^c	207 ^c	58
Rock Phosphate (RP)	7.28 ^a	0.43	0.022	35 ^{abc}	344 ^{ab}	45
Isolate B01	7.07 ^b	0.69	0.035	28 ^{bc}	329 ^{ab}	44
RP+ Isolate B01	7.14 ^{ab}	0.69	0.035	45 ^a	384 ^a	51
Isolate B04	7.08 ^b	0.73	0.036	27 ^{bc}	269 ^{bc}	42
RP+ Isolate B04	7.18 ^{ab}	0.74	0.037	42 ^{ab}	353 ^{ab}	56
Grand Mean	7.14	0.65	0.033	33	314	49
CV (%)	0.83	22.56	21.21	19.27	11.84	23.27
F-test	**	ns	ns	**	**	ns

หมายเหตุ: Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD **=0.01,

*=0.05 and ns= Nonsignificant

ปริมาณธาตุอาหารไนโบลาไลของกิ่งไม้ติดผล อำเภอดอยสะเก็ด

จากการศึกษาผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อปริมาณธาตุอาหารไนโบลาไลของกิ่งไม้ติดผล อำเภอดอยสะเก็ดพบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.88%N ดาร์บีที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 ส่งผลให้มีปริมาณไนโตรเจนในใบลาไลของกิ่งไม้ติดผลสูงที่สุดคือ 0.93%N รองลงมาพบในดาร์บีที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 ขณะที่ในดาร์บีควบคุมมีปริมาณไนโตรเจนในใบลาไลของกิ่งไม้ติดผลน้อยที่สุดคือ 0.82%N ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติทุกดาร์บีทดลอง ส่วนดาร์บีที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวปริมาณไนโตรเจนในใบลาไลของกิ่งไม้ติดผลเพียง 0.84%N มีปริมาณที่น้อยกว่าดาร์บีที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟตลงไปเล็กน้อย อย่างไรก็ตามการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับการใส่เชื้อ Isolate B04 หรือ Isolate B01 ส่งผลให้มีปริมาณไนโตรเจนในใบลาไลของกิ่งไม้ติดผลสูงกว่าการใส่เชื้อเดี่ยวๆ หรือการไม่ใส่เชื้อลงไป ปริมาณฟอสฟอรัสในใบลาไลพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.38%P ดาร์บีที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 ส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบลาไลของกิ่งไม้ติดผลสูงที่สุดคือ 0.41%P รองลงมาคือดาร์บีที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 ซึ่งพบปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ที่ 0.40%P ขณะที่การใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียว การใส่เชื้อ Isolate B01 เพียงอย่างเดียว และการใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบลาไลอยู่ที่ 0.38%P, 0.37%P และ 0.36%P ตามลำดับ ขณะที่ดาร์บีควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบลาไลต่ำที่สุดคือ 0.35%P แต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกดาร์บีทดลอง สำหรับปริมาณโพแทสเซียมในใบลาไลของกิ่งไม้ติดผลพบว่าในดาร์บีที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 มีปริมาณสูงที่สุดคือ 0.89%K ดาร์บีที่มีปริมาณโพแทสเซียมในใบลาไลของกิ่งไม้ติดผลน้อยที่สุดพบในดาร์บีควบคุมคือ 0.84%K ซึ่งปริมาณโพแทสเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.86%K จะพบว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ร่วมกับหินฟอสเฟตส่งผลให้มีปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มมากขึ้น ขณะเดียวกันการใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B04 มีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่า การใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B01 แต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกดาร์บีทดลอง (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อปริมาณธาตุอาหารในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผล อำเภอคอยสะเกิด

Treatment	N	P	K
	(%)		
Control	0.82	0.35	0.84
Rock Phosphate (RP)	0.84	0.36	0.86
Isolate B01	0.89	0.37	0.81
RP+ Isolate B01	0.93	0.40	0.88
Isolate B04	0.90	0.38	0.87
RP+ Isolate B04	0.92	0.41	0.89
Grand Mean	0.88	0.38	0.86
CV (%)	13.20	23.04	18.21
F-test	ns	ns	ns

หมายเหตุ: Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD **=0.01, *=0.05 and ns= Nonsignificant

ปริมาณธาตุอาหารในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผล อำเภอสันป่าตอง

ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผลอำเภอสันป่าตองมีแนวโน้มสูงกว่าในโตรเจนในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผลของอำเภอคอยสะเกิด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.71%N ดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 ส่งผลให้มีปริมาณไนโตรเจนในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผลสูงที่สุดคือ 1.82%N รองลงมาพบในดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 คือ 1.81%N ขณะที่ในดำรับควบคุมมีปริมาณไนโตรเจนในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผลน้อยที่สุดคือ 1.57%N ซึ่งไม่มีความแตกต่างในทางสถิติทุกดำรับทดลอง ส่วนดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวปริมาณไนโตรเจนในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผลเพียง 1.62%N มีปริมาณที่น้อยกว่าดำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟตลงไปเล็กน้อย อย่างไรก็ตามการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับการใส่เชื้อ Isolate B04 หรือ Isolate B01 ส่งผลให้มีปริมาณไนโตรเจนในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผลสูงกว่าการใส่เชื้อเดี่ยวๆ หรือการไม่ใส่เชื้อลงไป ขณะที่ภาพรวมของปริมาณฟอสฟอรัสในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผลเขตอำเภอสันป่าตองกลับพบว่า มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผลน้อยกว่าสวนของอำเภอคอยสะเกิด ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสในใบลำไยของอำเภอสันป่าตองค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.25%P ดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 ส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผลสูงที่สุดคือ 0.28%P รองลงมา

คือดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 ซึ่งพบปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ที่ 0.27%P ขณะที่การใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียว การใส่เชื้อ Isolate B01 เพียงอย่างเดียว และการใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบลำไยอยู่ที่ 0.23%P, 0.23%P และ 0.26%P ตามลำดับ ขณะที่ดำรับควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบลำไยอยู่ที่ 0.24%P แต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกดำรับทดลอง สำหรับปริมาณโพแทสเซียมในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผลพบว่าในดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 มีปริมาณสูงที่สุดคือ 0.98%K ดำรับที่มีปริมาณโพแทสเซียมในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผลน้อยที่สุดพบในดำรับควบคุมคือ 0.79%K ซึ่งปริมาณโพแทสเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.91%K จะพบว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ร่วมกับหินฟอสเฟตส่งผลให้มีปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มมากขึ้น ขณะเดียวกันการใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B01 มีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B04 แต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกดำรับทดลอง (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อปริมาณธาตุอาหารในใบลำไยของกิ่งไม้ติดผล อำเภอสันป่าตอง

Treatment	N	P	K
	(%)		
Control	1.57	0.24	0.79
Rock Phosphate (RP)	1.62	0.26	0.93
Isolate B01	1.78	0.23	0.91
RP+ Isolate B01	1.82	0.28	0.98
Isolate B04	1.65	0.23	0.87
RP+ Isolate B04	1.81	0.27	0.96
Grand Mean	1.71	0.25	0.91
CV (%)	8.00	20.12	13.61
F-test	ns	ns	ns

หมายเหตุ: Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD **=0.01, *=0.05 and ns= Nonsignificant

ปริมาณธาตุอาหารไนโบลาไลของกิ่งติดผล อำเภอสันป่าตอง

จากผลการศึกษาปริมาณธาตุอาหารไนโบลาไลของกิ่งติดผลในอำเภอสันป่าตอง พบว่าปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างไนโบลาไลของตำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B01 มีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุดคือ 1.64%N รองลงมาพบในตำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 และตำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวคือ 1.57%N และ 0.56%N ตามลำดับ ขณะที่การใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟต Isolate B04 ส่งผลให้มีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าการใส่เชื้อ Isolate B01 อย่างไรก็ตามทุกตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสในไนโบลาไลของกิ่งที่ติดผลพบว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟตลงไปมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในไนโบลาไลมีปริมาณสูงกว่าตำรับที่ไม่มีการใส่เชื้อ รวมทั้งตำรับที่มีการใส่หินฟอสเฟตรวมกับการใส่เชื้อ Isolate B01 และ Isolate B04 อีกด้วย ซึ่งพบว่าการใส่เชื้อ Isolate B01 ร่วมกับหินฟอสเฟตทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในไนโบลาไลสูงที่สุดคือ 0.36%P รองลงมาคือตำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟต Isolate B01 เพียงอย่างเดียวคือ 0.32%P ขณะที่การใส่เชื้อ Isolate B04 ร่วมกับหินฟอสเฟตมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบสูงกว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟต Isolate B04 เพียงอย่างเดียวคือ 0.26%P และ 0.25%P ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสในไนโบลาไลต่ำที่สุดคือ 0.17%P สำหรับปริมาณโพแทสเซียมไนโบลาไลของกิ่งติดผลในอำเภอสันป่าตองพบว่า ตำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว และตำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 ร่วมกับหินฟอสเฟตมีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุดคือ 0.67%K รองลงมาคือตำรับที่ใส่ Isolate B01 เพียงอย่างเดียวและตำรับควบคุมคือ 0.56%K ส่วนตำรับที่มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำที่สุดพบในตำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 พบเพียง 0.49%K อย่างไรก็ตามทุกตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อปริมาณธาตุอาหารในใบลำไยของกิ่งติดผล อำเภอสันป่าตอง

Treatment	N	P	K
	(%)		
Control	1.32	0.17	0.56
Rock Phosphate (RP)	1.56	0.21	0.67
Isolate B01	1.36	0.32	0.56
RP+ Isolate B01	1.64	0.36	0.67
Isolate B04	1.42	0.25	0.49
RP+ Isolate B04	1.57	0.26	0.53
Grand Mean	1.48	0.26	0.58
CV (%)	9.27	17.34	30.04
F-test	ns	ns	ns

หมายเหตุ: Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD **=0.01,

*=0.05 and ns= Nonsignificant

การสะสมธาตุอาหารหลักในส่วนของเปลือก (Rind) ของสวนลำไยอำเภอสันป่าตอง

จากผลการศึกษาปริมาณการสะสมธาตุอาหารหลักในผลลำไยที่สะสมในส่วนเปลือกของสวนลำไยอำเภอสันป่าตอง โดยทำการเก็บตัวอย่างผลลำไยมาวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนพบว่ามีความเฉลี่ยอยู่ที่ 1.01%N ดำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B01 ร่วมกับหินฟอสเฟต และดำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว มีปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในส่วนเปลือกสูงที่สุดคือ 1.07%N ขณะที่การใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีปริมาณไนโตรเจนที่พบในเปลือกต่ำที่สุดคือ 0.89%N ทุกดำรับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่พบในส่วนเปลือกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.14%P โดยดำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียว และดำรับควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุดคือ 0.15%P ขณะที่การใส่เชื้อ Isolate B01 เพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีปริมาณการสะสมของฟอสฟอรัสในเปลือกต่ำที่สุดคือ 0.12%P ปริมาณโพแทสเซียมที่สูงที่สุดพบในดำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 ร่วมกับหินฟอสเฟตคือ 2.44%K รองลงมาพบในดำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียวคือ 2.27%K ส่วนดำรับที่มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำที่สุดพบในดำรับที่ใส่ Isolate B01 เพียงอย่างเดียวคือ 1.95%K อย่างไรก็ตามทุกดำรับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ โดยปริมาณโพแทสเซียมในเปลือกลำไยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.17%K (ตารางที่ 10)

การสะสมธาตุอาหารหลักในส่วนของเมล็ด (Seed) ของสวนลำไยอำเภอสันป่าตอง

การสะสมธาตุอาหารหลักในส่วนของเมล็ดลำไยโดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณไนโตรเจนในเมล็ดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.10%N ลำดับที่มีการใส่เชื้อ Isolate B01 ร่วมกับหินฟอสเฟตส่งผลให้มีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุดคือ 1.20%N รองลงมาพบในลำดับที่ใส่ Isolate B04 ร่วมกับหินฟอสเฟตคือ 1.11%N ขณะที่การใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวมีปริมาณไนโตรเจนในเมล็ดอยู่ที่ 1.10%N นอกจากนั้นการใส่เชื้อจุลินทรีย์เพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในเมล็ดสูงกว่าลำดับควบคุม ซึ่งลำดับควบคุมพบปริมาณไนโตรเจนต่ำที่สุดพบเพียง 1.03%N แต่ทุกลำดับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในเมล็ดในลำดับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดสูงที่สุดคือ 0.21%P ส่วนลำดับที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในเมล็ดน้อยที่สุดพบในลำดับที่ใส่ Isolate B04 เพียงอย่างเดียวคือ 0.15%P โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในเมล็ดลำไยอยู่ที่ 0.18%P ซึ่งทุกลำดับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมในเมล็ดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.95%K ลำดับที่ใส่ Isolate B01 ร่วมกับหินฟอสเฟต มีปริมาณโพแทสเซียมสะสมในเมล็ดมากที่สุดคือ 1.00%K รองลงมาคือลำดับที่ใส่เชื้อ Isolate B01 และลำดับที่ใส่หินฟอสเฟตมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ที่ 0.98%K และ 0.97%K ตามลำดับ อย่างไรก็ตามทุกลำดับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ (ตารางที่ 10)

การสะสมธาตุอาหารหลักในส่วนของเนื้อ (Pomace) ของสวนลำไยอำเภอสันป่าตอง

ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในส่วนของเนื้อลำไยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.96%N ลำดับที่ใส่เชื้อ Isolate B01 เพียงอย่างเดียวมีปริมาณไนโตรเจนสะสมอยู่สูงที่สุดคือ 1.02%N ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนของเนื้อลำไยที่ทำการศึกษายู่ในช่วง 0.12-0.17%P ซึ่งลำดับที่มีการใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อ Isolate B04 ส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสสะสมมากที่สุดคือ 0.17%P ขณะที่การใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวมีปริมาณการสะสมของฟอสฟอรัสในเนื้อรองลงมาคือ 0.16%P อย่างไรก็ตามการใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟตร่วมกับหินฟอสเฟตส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในเนื้อสูงกว่าการใส่เชื้อเดี่ยวๆหรือสูงกว่าลำดับควบคุม แต่ทุกลำดับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ สำหรับปริมาณโพแทสเซียมในเนื้อลำไยพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.25%K ลำดับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวมีการสะสมของปริมาณโพแทสเซียมในเนื้อลำไยสูงที่สุดคือ 1.53%K รองลงมาคือลำดับที่มีการใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียวและใส่ร่วมกับหินฟอสเฟต นอกจากนั้นลำดับที่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟต Isolate B04 พบการสะสมของปริมาณโพแทสเซียมในเนื้อลำไยสูงกว่าลำดับที่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟต Isolate B01 อีกด้วย ขณะที่ลำดับควบคุมมีปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมในเนื้อลำไยน้อยที่สุด (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ปริมาณการสะสมธาตุอาหารหลักในผลลำไยของสวนลำไยในเขตอำเภอสันป่าดอง

Fruit	Treatment	N	P	K
		————— (%)		
Rind	Control	1.00	0.15	2.24
	Rock Phosphate (RP)	1.07	0.14	2.06
	Isolate B01	0.98	0.12	1.95
	RP+ Isolate B01	1.07	0.14	2.08
	Isolate B04	0.89	0.15	2.27
	RP+ Isolate B04	1.03	0.14	2.44
	Grand Mean	1.01	0.14	2.17
	CV (%)	13.63	12.33	9.96
	F-test	ns	ns	ns
Seed	Control	1.03	0.19	0.92
	Rock Phosphate (RP)	1.10	0.21	0.97
	Isolate B01	1.08	0.18	0.98
	RP+ Isolate B01	1.20	0.19	1.00
	Isolate B04	1.08	0.15	0.88
	RP+ Isolate B04	1.11	0.17	0.95
	Grand Mean	1.10	0.18	0.95
	CV (%)	9.33	13.06	6.70
	F-test	ns	ns	ns
Pomace	Control	0.97	0.12	1.03
	Rock Phosphate (RP)	1.02	0.16	1.53
	Isolate B01	1.02	0.12	1.07
	RP+ Isolate B01	0.93	0.13	1.24
	Isolate B04	0.92	0.12	1.28
	RP+ Isolate B04	0.92	0.17	1.32
	Grand Mean	0.96	0.14	1.25
	CV (%)	9.84	31.81	16.02
	F-test	ns	ns	ns

หมายเหตุ: Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD **=0.01,

*=0.05 and ns= Nonsignificant

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ Total soluble solid (%Brix)

จากการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้พบว่า การใส่เชื้อ Isolate B01 ร่วมกับ หินฟอสเฟตมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุดคือ 19.1% รองลงมาพบในตำรับที่ใส่เชื้อ Isolate B04 ร่วมกับหินฟอสเฟตซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 19.0% เมื่อเทียบกับตำรับควบคุมพบว่าการใส่เชื้อ Isolate B01 หรือใส่เชื้อ Isolate B04 ร่วมกับหินฟอสเฟตก็ตามส่งผลให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่า ในทางกลับกันพบว่าเมื่อใส่เชื้อ Isolate B01 หรือใส่เชื้อ Isolate B04 เพียงอย่างเดียวกลับทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีปริมาณน้อยลง ซึ่งทุกตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 18.0% (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ Total soluble solid (%Brix) ของลำไยในเขตอำเภอสันป่าตอง

Treatment	Total Soluble solid (%Brix)
Control	18.0
Rock Phosphate (RP)	17.8
Isolate B01	16.8
RP+ Isolate B01	19.1
Isolate B04	17.2
RP+ Isolate B04	19.0
Grand Mean	18.0
CV (%)	6.97
F-test	ns

หมายเหตุ: Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD **=0.01,

*=0.05 and ns= Nonsignificant

คุณภาพของลำไยจากสวนของอำเภอสันป่าตอง

ขนาดผลของลำไยจากสวนของอำเภอสันป่าตองพบว่าค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของผลลำไยทุกตำรับการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 24.6 มิลลิเมตร ตำรับที่มีการใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวมีขนาดของผลลำไยใหญ่ที่สุดวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้คือ 26.5 มิลลิเมตร รองลงมาพบในตำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟต Isolate B01 และตำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟต Isolate B04 คือ 24.7 และ 24.5 มิลลิเมตร ขณะเดียวกันการใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟตไม่ว่าจะเป็น Isolate B04 หรือ Isolate B01 ร่วมกับหินฟอสเฟตส่งผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางขนาดผลของลำไยลดลงเล็กน้อยคือ 24.4 และ 23.9 มิลลิเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างในทางสถิติแต่อย่างใด ขณะที่ตำรับควบคุมพบขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำที่สุดคือ 23.3 มิลลิเมตร (ตารางที่ 12)

น้ำหนักของเมล็ด เนื้อ และเปลือก ของลำไย

น้ำหนักของลำไยผลสด โดยแยกออกเป็นส่วนๆ คือ เมล็ด เนื้อ เปลือก กากเนื้อ ปริมาณน้ำในผลลำไย และน้ำหนักทั้งหมดของผลสดต่อหนึ่งผล ซึ่งพบว่าน้ำหนักรวมของผลลำไย (Total Seed) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10.1 กรัม/ผล โดยตำรับที่ใส่หินฟอสเฟตส่งผลให้น้ำหนักรวมของผลลำไยสูงที่สุดคือ 11.1 กรัม/ผล รองลงมาพบในตำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟต Isolate B04 ซึ่งมีน้ำหนักของผลคือ 10.7 กรัม/ผล ขณะที่ตำรับควบคุมน้ำหนักของผลต่ำที่สุดคือ 8.8 กรัม/ผล อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างในทางสถิติทุกตำรับทดลอง

สำหรับน้ำหนักสดของเนื้อลำไย (Pomace) นั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.2 กรัม/ผล ตำรับที่ใส่หินฟอสเฟตส่งผลให้น้ำหนักสดของเนื้อลำไยสูงที่สุดคือ 6.7 กรัม/ผล รองลงมาพบในตำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟต Isolate B04 และตำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟต Isolate B04 เพียงอย่างเดียว ซึ่งมีน้ำหนักสดของเนื้อคือ 6.5 กรัม/ผล ส่วนตำรับที่มีน้ำหนักสดของเนื้อลำไยต่ำที่สุดพบในตำรับควบคุมคือ 5.3 กรัม/ผล ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ขณะที่น้ำหนักแห้งของเนื้อลำไย (Pomace) หลังจากการอบที่อุณหภูมิ 70°C พบว่าตำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟต Isolate B04 เพียงอย่างเดียวส่งผลให้น้ำหนักแห้งของเนื้อลำไยสูงที่สุดคือ 0.13 กรัม/ผล และตำรับควบคุมน้ำหนักของผลต่ำที่สุดคือ 0.09 กรัม/ผล อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างในทางสถิติทุกตำรับทดลอง ซึ่งน้ำหนักแห้งของเนื้อลำไยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.11 กรัม/ผล

การศึกษาปริมาณน้ำในผลของลำไยและกากเนื้อของลำไย โดยทำการแยกในส่วน ของปริมาณน้ำในผลลำไยและกากเนื้อของลำไยออกจากกัน โดยการคั้นแยกน้ำกับกากของเนื้อลำไย ซึ่งพบว่าปริมาณของน้ำจากผลลำไยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.3 กรัม/ผล ตำรับที่มีปริมาณน้ำที่คั้นได้สูงที่สุดพบในตำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวคือ 5.8 กรัม/ผล ตำรับควบคุมมีปริมาณน้ำในผลลำไยต่ำ

ที่สุดคือ 4.6 กรัม/ผล ทุกคำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ แสดงในตาราง 10 ขณะที่กากเนื้อของลำไยก่อนนำไปอบแห้งพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.91 กรัม/ผล คำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ข่อยฟอสเฟต Isolate B04 เพียงอย่างเดียว ส่งผลให้มีปริมาณของกากเนื้อสดของลำไยสูงที่สุดคือ 1.04 กรัม/ผล รองลงมาพบในคำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ข่อยฟอสเฟต Isolate B04 ร่วมกับหินฟอสเฟตคือ 0.97 กรัม/ผล อย่างไรก็ตามทุกคำรับทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติยกเว้นคำรับควบคุมซึ่งพบน้ำหนักของกากเนื้อสดต่ำที่สุดคือ 0.66 กรัม/ผล ($P<0.05$)

น้ำหนักสดในส่วนของเปลือกลำไย (Rind) นั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.2 กรัม/ผล คำรับควบคุมมีน้ำหนักต่ำที่สุดคือ 1.9 กรัม/ผล ส่วนคำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีน้ำหนักสูงที่สุดคือ 2.7 กรัม/ผล ทุกคำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ สำหรับน้ำหนักของเปลือกแห้งนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.92 กรัม/ผล โดยคำรับที่มีน้ำหนักสูงที่สุดคือคำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวคือ 1.02 กรัม/ผล และคำรับควบคุมมีน้ำหนักแห้งของเปลือกต่ำที่สุดคือ 0.83 กรัม/ผล เช่นเดียวกับน้ำหนักแห้งของเปลือก (ตารางที่ 12)

น้ำหนักสดในส่วนของเมล็ดลำไย (Seed) นั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.4 กรัม/ผล คำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว และคำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ Isolate B01 มีน้ำหนักสดของเมล็ดต่ำที่สุดคือ 1.3 กรัม/ผล ส่วนคำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B04 เพียงอย่างเดียว คำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B04 ร่วมกับหินฟอสเฟต คำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B01 เพียงอย่างเดียว ส่งผลให้มีน้ำหนักของเมล็ดลำไยสูงที่สุดคือ 1.5 กรัม/ผล ทุกคำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างในทางสถิติแต่อย่างใด สำหรับน้ำหนักแห้งของเมล็ดลำไยนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.87 กรัม/ผล โดยคำรับที่มีน้ำหนักสูงที่สุดคือคำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ Isolate B04 คือ 0.97 กรัม/ผล ซึ่งมีความแตกต่างในทางสถิติทุกคำรับทดลองยกเว้นคำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B04 เพียงอย่างเดียว ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเมล็ดรองลงมาคือ 0.92 กรัม/ผล ขณะที่คำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ Isolate B01 ไม่มีความแตกต่างของน้ำหนักแห้งของเมล็ดกับคำรับที่ใส่หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว คำรับควบคุม หรือ คำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ Isolate B01 แต่อย่างใด ($P<0.05$) สำหรับคำรับที่ใส่หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ Isolate B01 มีน้ำหนักแห้งของเมล็ดลำไยต่ำที่สุดคือ 0.81 กรัม/ผล (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ผลของการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตต่อคุณภาพของลำไยจากสวนของอำเภอสันป่าตอง

Treatment	Size	Total Seed (g)		Pomace (g)		กากเนื้อ	น.น.น้ำในผล	Seed (g)		Rind (g)	
	(mm)	Wet weight		Wet weight	Dry weight	(g)	(g)	Wet weight	Dry weight	Wet weight	Dry weight
Control	23.3	8.8		5.3	0.09	0.66 ^b	4.6	1.4	0.85 ^{bc}	1.9	0.83
Rock Phosphate (RP)	26.5	11.1		6.7	0.12	0.93 ^a	5.8	1.3	0.82 ^c	2.7	1.02
Isolate B01	24.7	10.5		6.3	0.11	0.94 ^a	5.4	1.5	0.87 ^{bc}	2.4	0.98
RP+ Isolate B01	23.9	9.3		5.9	0.12	0.90 ^a	5.0	1.3	0.81 ^c	1.9	0.82
Isolate B04	24.5	10.2		6.5	0.13	1.04 ^a	5.5	1.5	0.92 ^{bb}	2.1	0.91
RP+ Isolate B04	24.4	10.7		6.5	0.11	0.97 ^a	5.5	1.5	0.97 ^a	2.3	0.98
Grand Mean	24.6	10.1		6.2	0.11	0.91	5.3	1.4	0.87	2.2	0.92
CV (%)	4.68	9.25		9.94	15.09	13.09	10.97	8.86	5.82	14.53	12.09
F-test	ns	ns		ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns

หมายเหตุ: Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD **=0.01, *=0.05 and ns= Nonsignificant

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการคัดเลือกและศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยฟอสเฟตพบว่า มีกลุ่มเชื้อแบคทีเรีย 31 Isolates เชื้อราจำนวน 47 Isolates และแอคติโนมัยซีท จำนวน 6 Isolates นั้นใกล้เคียงกับงานทดลองของ ธงชัย และคณะ (2535) ที่ได้ทำการศึกษาจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยฟอสเฟต ใน 4 ชุมดินในเขตภาคกลาง โดยพบปริมาณของเชื้อราสูงกว่าแบคทีเรียเช่นกัน แบ่งเป็นเชื้อรา 63 Isolates และแบคทีเรีย 42 Isolates ขณะที่สมพร (2549) ทำการศึกษาก่อนจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยฟอสเฟตในพื้นที่เกษตรกรรมของภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีประสิทธิภาพในการย่อยฟอสเฟตเป็นกลุ่มเชื้อราทั้งหมด โดยแบ่งเป็น 116, 25 และ 71 Isolates ในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบความผันแปรของปริมาณจุลินทรีย์โดยพบประชากรของเชื้อราตั้งแต่ $2.2 \times 10^2 - 4.5 \times 10^7$ CFU/กรัมดินแห้ง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรใกล้เคียงกับงานทดลองครั้งนี้ 3×10^4 CFU/กรัมดินแห้ง รวมทั้งใกล้เคียงกับงานทดลองของธงชัย และคณะ (2535) ที่ตรวจสอบประชากรของแบคทีเรียและเชื้อราโดยมีค่าเฉลี่ยคือ 4.3×10^5 CFU/กรัมดินแห้ง และ 7.0×10^4 CFU/กรัมดินแห้ง ในดินที่ดอนและ 1.6×10^5 CFU/กรัมดินแห้งและ 3.5×10^5 CFU/กรัมดินแห้งในดินที่ลุ่ม สำหรับประสิทธิภาพของการย่อยฟอสเฟตในอาหารแข็งโดยวัดจากค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของ Clear Zone พบว่าแบคทีเรียโคโลนี 01 และโคโลนี 04 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มเชื้อราและแอคติโนมัยซีท อย่างไรก็ตาม McLaren and Cameron (1996) พบว่าจุลินทรีย์กลุ่มเชื้อรามีประสิทธิภาพในการย่อยฟอสฟอรัสสูงกว่าแบคทีเรีย 3-100 เท่า นอกจากนี้สมพร (2549) พบความกว้างของ Clear Zone ในเชื้อราเพียง 0.2-0.97 มิลลิเมตร ขณะที่งานทดลองครั้งนี้พบค่าเฉลี่ยของ Clear Zone ของเชื้อราตั้งแต่ 0-4.44 เซนติเมตร สำหรับการตรวจสอบความสามารถในการปลดปล่อยฟอสฟอรัสในอาหารเหลวพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสจะถูกปลดปล่อยมากที่สุดในช่วง 3 วันโดยมีค่าเฉลี่ย 295 mg kg^{-1} และลดลงในวันที่ 5 และ 7 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของชรินทร์ และคณะ (2554) ที่รายงานผลของแบคทีเรียกลุ่มอะซิโอสไปริลัมของดินบริเวณรอบรากข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินลพบุรีและดินในเขตคณะเกษตร วิทยาเขตกำแพงแสน มีความสามารถในการปลดปล่อยฟอสเฟตในช่วงระยะเวลา 24 และ 32 ชั่วโมงสูงถึง $262-274 \text{ mg L}^{-1}$ และจะลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ขณะที่สมพร (2549) ตรวจสอบประสิทธิภาพของฟอสฟอรัสในเชื้อราเมื่อทำการปลูกเชื้อสูงที่สุดในวันที่ 7 ถึง 9 โดยตรวจสอบได้เพียง 4 mg kg^{-1} ใกล้เคียงกับงานทดลองของแบคทีเรียที่มีความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟตในประเทศอิหร่านที่พบปริมาณฟอสฟอรัสปลดปล่อยออกมาจากอาหารเหลวสูงที่สุดที่ $4.0-4.5 \text{ mg L}^{-1}$ (Alikhani *et al.*, 2006)

ข้อมูลดังกล่าวทำให้เห็นได้ชัดว่าความหลากหลายของชนิดจุลินทรีย์มีความผันแปรไปตามสภาพพื้นที่และพืชที่ปลูก

คุณสมบัติทางเคมีดินหลังการเก็บเกี่ยวลำไยพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ดอยสะเก็ดลดลงเล็กน้อยโดยมีค่าเฉลี่ยของดินบนและดินล่าง 5.48-5.95 ตามลำดับ ขณะที่ดินในเขต อำเภอสันป่าตองไม่มีความเปลี่ยนแปลงในตามค่าความเป็นกรด-ด่างเมื่อเทียบกับดินก่อนการ ทดลองทั้งนี้อาจเป็นเพราะดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าดินในเขตดอยสะเก็ด รวมทั้งความ เปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุซึ่งไม่มีความแตกต่างจากดินก่อนและหลังการทดลองในทั้ง สองพื้นที่ทดลอง ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ หรือปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ใน พื้นที่ดอยสะเก็ดจะตอบสนองต่อการทดลองอย่างเด่นชัด อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากค่าความเป็น กรด-ด่างที่ต่ำเกิดจากการถูกตรึงด้วยพวก ไฮดรอกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม (Lindsay, 1989) จึงมีผลทำให้การใช้หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถย่อยฟอสเฟต สามารถทำให้ ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้นจากดินก่อนการทดลองสูงกว่าค่ารับควบคุมถึง 3 เท่า สอดคล้องกับงานทดลองของสุภาพร และคณะ (2553) ที่พบว่าการใช้หินฟอสเฟตร่วมกับ เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟตมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และฟอสฟอรัสทั้งหมดใน ดิน สูงกว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว รวมทั้งงานทดลองของ Sundara *et al.* (2002) ที่ทดสอบการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ในการผลิตอ้อยพบว่า ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินเพิ่มสูงขึ้นไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยในรูปของ Super phosphate หรือ Rock Phosphate แม้ว่างานทดลองครั้งนี้จะไม่พบความผันแปรของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ในดินทั้งก่อนและหลังการทดลองแต่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณฟอสฟอรัส ทั้งหมดในดินของทั้งสองพื้นที่ก็มีการตอบสนองเมื่อมีการเติมเชื้อจุลินทรีย์ที่มีการย่อยสลาย ฟอสฟอรัสสูงกว่าค่ารับควบคุมทั้งสองพื้นที่ทดสอบ ขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ไม่มี ความเปลี่ยนแปลงระหว่างค่ารับทดลองเช่นกัน

ปริมาณธาตุอาหารของตัวอย่างใบของกิ่งไม่ติดผลและกิ่งติดผลของตัวอย่างลำไย พบว่าปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของใบลำไยในเขตอำเภอดอยสะเก็ดไม่มีความแตกต่างในทางสถิติระหว่างค่ารับทดลองและยังคงมีปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในใบของธาตุ ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับสูงเฉลี่ย 0.38% แต่ไม่มีผลทำให้เกิดการติดดอกออกผลในเขตอำเภอดอย สะเก็ดจึงไม่สามารถทำให้เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในตัวอย่างใบของกิ่งที่ติดผลได้ นอกจากนี้ Brady and Weil (2008) กล่าวว่าปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่างใบที่มีความเข้มข้นต่ำหรือ อยู่ในระดับไม่เพียงพออาจทำให้การเจริญเติบโตชะงักและมีผลต่อการออกดอกและติดเมล็ดของ พืช อย่างไรก็ตามยังคงพบว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟตรวมทั้ง

การใช้เชื้อดังกล่าวร่วมกับหินฟอสเฟตมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัส ในโตรเจน และโพแทสเซียม สูงกว่าค่ารับควบคุมเล็กน้อย สำหรับในตัวอย่างใบในเขตอำเภอสันป่าตองนั้นพบว่าค่าวิเคราะห์จาก ใบลำไยที่ไม่ติดผลจะมีค่าสูงกว่าลำไยจากกิ่งติดผล ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของตัวอย่างในไม้ผล ทั่วไปไม่ว่าจะเป็น ลำไย มะม่วง ลิ้นจี่ และส้ม (นิวัฒน์ และคณะ 2541; Menzel *et al.*, 1992) สำหรับ ปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างของผลผลิตลำไยที่แยกองค์ประกอบเป็นส่วนเปลือก เมล็ด และเนื้อ ลำไยพบว่าค่าวิเคราะห์ของธาตุอาหารทั้ง 3 สูงกว่าจากทดลองปณิศา (2555) ที่ทำการทดสอบการ คอบสนองของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆของลำไยอินทรีย์ในเขตอำเภอสันป่าตองซึ่งให้ค่าวิเคราะห์ของ ในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมจากส่วนประกอบต่างๆของผลผลิตลำไย มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่างาน ทดลองครั้งนี้ แต่ไม่มีความแตกต่างจากค่ารับควบคุมมากนักทั้งนี้อาจเป็นผลสืบเนื่องจากการ รับ ทดลองที่มีการใช้หินฟอสเฟตและการใช้หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์มีส่วนช่วยทำให้การ สะสมของธาตุอาหารดังกล่าวสูงกว่างานทดลองของปณิศา (2555) โดยเฉพาะปริมาณฟอสฟอรัสที่ วิเคราะห์ได้ในตัวอย่างขององค์ประกอบของเปลือกและเนื้อสูงขึ้นตั้งแต่ 20-30% สำหรับปริมาณ ของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 18%Brix ซึ่งสูงกว่างานทดลองของปณิศา (2555) ที่ค่าเฉลี่ย เพียง 13.20 %Brix ในขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลวัวนั้นมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุดคือ 16.5 และค่าที่สุดคือในคาร์บอนอินทรีย์มีค่าเฉลี่ยอยู่ 15.4 %Brix เมื่อเทียบกับงานทดลองของ พิทยา และ คณะ (2548) ได้ทดลองการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 10 กก./คัน/3เดือน พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ ละลายน้ำได้อยู่ที่ 17.14 ซึ่งใกล้เคียงกับงานทดลองครั้งนี้ ขณะที่งานทดลองของพาวิน และคณะ (2546) ได้วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ สูงถึง 21.05 และ 21.75 %Brix เนื่องจากได้ใช้ปุ๋ย โพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตรา 10 และ 20 กรัม/ตร.ม. ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากงานทดลองครั้งนี้ พบว่าการใช้หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟตส่งผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ได้มีค่าสูงที่สุดคือ 19.1%Brix ส่วนงานทดลองของ Sundara *et al.* (2002) ไม่พบการตอบสนองของ การใส่ปุ๋ยฟอสฟอสร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ต่อความหวานของอ้อยในรูปของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%TTS) ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงในด้านของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งขององค์ประกอบ ต่างๆของผลลำไยนั้น พบว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฟอสเฟตในรูปเชิงเดี่ยวหรือการใช้ร่วมกับ หินฟอสเฟตไม่มีความแตกต่างของค่ารับทดลอง อย่างไรก็ตามมีเพียงปริมาณน้ำหนักแห้งของเมล็ด เท่านั้นที่พบว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์ร่วมกับหินฟอสเฟตทำให้น้ำหนักแห้งสูงกว่าค่ารับควบคุม โดย การตอบสนองทางด้านการเจริญเติบโตของอ้อยในด้านน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งจะเพิ่มสูงขึ้น เมื่อมีการใช้ปุ๋ยเคมีในรูปของ Super phosphate หรือ Rock Phosphate ร่วมกับการใช้เชื้อจุลินทรีย์ (Sundara *et al.*, 2002) ขณะที่ไตรธานี และคณะ (2555) พบว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟต ร่วมกับหินฟอสเฟตในการปลูกอ้อยในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีผลทำให้ปริมาณความสูง

น้ำนักสด น้ำนักแห้ง อัตราส่วนของน้ำนักส่วนเหนือดินและรากเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งปริมาณ ฟอสฟอรัสในตัวอย่างพืชเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ส่วนงานทดลองของสุภาพร และคณะ (2553) พบว่าการ ใช้ปุ๋ยในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อย ฟอสเฟต ไม่มีผลต่อความสูงของข้าวโพด ขณะที่การใช้หินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ย่อย ฟอสเฟตและปุ๋ยในโตรเจน โพแทสเซียม มีผลทำให้ความสูงของต้นข้าวโพดสูงกว่าการใช้ปุ๋ย ในโตรเจน โพแทสเซียม ร่วมกับเชื้อเพียงอย่างเดียว แต่ไม่มีผลต่อขนาดลำต้นของข้าวโพด ส่วน การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟตมีผลทำให้ฟอสฟอรัสในใบสูงกว่าการไม่ใส่ เชื้อจุลินทรีย์ ขณะที่ Babana and Antoun (2006) พบว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟตมีผลทำให้ ปริมาณเมล็ดและส่วนเหนือดินของต้นข้าวสาลีสูงกว่าค่าควบคุมรวมทั้งมีผลต่อปริมาณ ฟอสฟอรัสในองค์ประกอบเมล็ดสูงขึ้นเมื่อมีการใช้เชื้อจุลินทรีย์ร่วมกันกับหินฟอสเฟตอีกด้วย ส่วนการตอบสนองของต้นยูคาลิปตัสต่อจุลินทรีย์ย่อยฟอสเฟตเปลี่ยนเทียบกับการใช้เชื้อไมครอไร ซ่านั้นพบว่าจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยฟอสฟอรัสส่งผลทำให้ความสูงของลำต้นน้ำนัก แห้งโดยรวม น้ำนักส่วนเหนือดิน น้ำนักรากสูงกว่าค่าควบคุมและเชื้อจุลินทรีย์ที่มี ความสามารถในการย่อยฟอสฟอรัสบางสายพันธุ์ยังตอบสนองต่อการเจริญเติบโตของต้นยูคา ลิปตัสสูงกว่าการใช้เชื้อไมครอไรซาอีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

จากงานทดลองการคัดเลือกกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟตจากสวณลำไยอินทรีย์ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน พบว่าจุลินทรีย์ที่คัดเลือกจากแปลงลำไยอินทรีย์ในเขตภาคเหนือเป็นจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพสูงกว่ากลุ่มเชื้อราและแอคติโนมัยซิท มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียจำนวน 31 Isolates (B01-B31) เชื้อราจำนวน 47 Isolates และ แอคติโนมัยซิท จำนวน 6 Isolates พบแบคทีเรียโคโลนี B01 และ B04 มีประสิทธิภาพในการย่อยฟอสฟอรัสสูงที่สุดคือให้ค่า Clear zone กว้างที่สุดคือ 4.72 และ 5.83 เซนติเมตรและปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารเหลว 446 และ 632 mg kg⁻¹ ตามลำดับ

จากงานทดลองในครั้งนี้พบว่าปริมาณความอุดมสมบูรณ์ของดินสวณลำไยในเขตอำเภอคอยสะเกิดมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่าสวณลำไยในเขตอำเภอสันป่าตอง โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในเขตคอยสะเกิดต่ำกว่าอำเภอสันป่าตอง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินไม่มีการตอบสนองต่อการใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยฟอสเฟต ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการใช้เชื้อจุลินทรีย์ร่วมกับหินฟอสเฟตในเขตอำเภอคอยสะเกิดเท่านั้น

การตอบสนองของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยฟอสเฟตทำให้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของตัวอย่างใบจากกิ่งติดผลและกิ่งไม่ติดผลสูงกว่าได้รับควบคุมและการใช้หินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว รวมทั้งผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในองค์ประกอบของเปลือก เมล็ด และเนื้อลำไย การใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายฟอสเฟตส่งผลทำให้ความหวานของลำไยสูงที่สุด แต่ไม่มีการตอบสนองต่อขนาดผล น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเปลือก และน้ำหนักของน้ำ

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2543. **มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของประเทศไทย**.กระทรวงเกษตรและสหกรณ์กรุงเทพฯ.
- โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยและลิ้นจี่ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543. **การผลิตลำไย**. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและการผลิตลำไย. 128 น.
- จิราภรณ์ อินทสาร. 2554. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. เชียงใหม่: คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 288 น.
- จำเนียร ทองพันชั่ง. 2546. **การปลูกลำไย**. นนทบุรี. เกษตรสาสน์. 128 น.
- ชนวน รัตนวราหะ. 2550. **เกษตรอินทรีย์**. สำนักวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ชรินทร์ พุกเกษม, ศุภชัย อำคา และ ธงชัย มาลา. 2554. **การคัดเลือกเชื้ออะโซสไปริลัมที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน การสร้างออกซิน และละลายฟอสเฟต**. วิทยาลัยการกำแพงแสน ปีที่ 9 ฉบับที่ 2.
- ไทรธานี เข้มม่อน, นันทวัน ฤทธิเดช, ประสิทธิ์ ใจสิด และ โสภณ บุญลือ. 2555. **การส่งเสริมการเจริญเติบโตของอ้อยด้วยแบคทีเรียละลายฟอสเฟตในสภาพเรือนทดลอง**. **แก่นเกษตร 40** ฉบับพิเศษ 3 : 185-193. 185-19
- ธงชัย มาลา สุภาพ บุรณากาญจน์ และ วันทนีย์ พึ่งแสง. 2535. **ปริมาณและการกระจายของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตได้ ในดินต่างๆ**. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 30 สาขาพืช. กรุงเทพฯ, 2535, หน้า 587-595 (752 หน้า)
- นงลักษณ์ ปุระณะพงษ์. 2548. **คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช**. เชียงใหม่: ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 286 น.
- นิวัฒน์ หิรัญบุรณะ, ภิญญู ศิรินันท์ และจิราภรณ์ อินทสาร. 2541. **ข้อมูลพื้นฐานทางด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืชของส้มเขียวหวานในเขตภาคเหนือของประเทศไทย**. รายงานการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรม ฉบับสมบูรณ์. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- เนาวรัตน์ ศิวะศิลป์. 2527. **คู่มือวิเคราะห์ดิน พืช และปุ๋ย**. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ ปณิศา พันธุ์ชนะ. 2555. **ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อผลผลิตและคุณภาพของลำไยในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 91 น.

พาวิน มะโนชัย, เสกสันต์ อุสหาตานนท์, ปฏิกานต์ สุทธิกุลบุตร, นกมล จรัสสัมฤทธิ์ และ วริน สุทนต์. 2546. **การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสและความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของยอดพันธุ์ดี และการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโตรเจนในใบลำไย.** สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. ลำปาง.

พิทยา สรวมศิริ, สมศักดิ์ จิรัตน์, เขียวเรศ ไชยกันทา และ เกียรติวิ พันธุ์ไชยศรี. 2548. **รายงานการวิจัยอิทธิพลของปุ๋ยต่อผลผลิตและคุณภาพของลำไยพันธุ์ดอกก้านแข็ง.** สถานีวิจัยศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหิชะ. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

ภาวนา ภิขณานนท์, วิทยา รัตนสุนทร, ประพิศ แสงทอง และ สุปรานี มั่นหมาย. 2549. **การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตในการเกษตร.** สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.

ขงบุทร โอสดสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ชงประบุร. 2551. **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 519 น.

ยุพิน สรวิสูตร, เพ็ญศรี ชูรวา, ลัดดาวัลย์ มีสุข และ เรวดี ดีมาก. 2531. **ผลของปุ๋ยหมักจากบ่อก๊าซชีวภาพของพืชบำรุงดิน.** กรมส่งเสริมการเกษตร หน้า 1-15.

วิศิษฐ์ ไชยกุลและ มนุเวทย์ ศรีเลน. 2520. **ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียม.** รายงานการสัมมนาทางวิชาการเรื่องอุตสาหกรรมปุ๋ยกับการเกษตร. หน้า 85-130.

สมพร ขุนหลือชานนท์. 2549. **การผลิตปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพเพื่อเพิ่มธาตุอาหารพืช.** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สุภาพร จันรุ่งเรือง, เบญจมาศ สโสภา และ กรรณิการ์ สัจจาพันธ์. 2553. **ผลของแบคทีเรียละลายฟอสเฟต *Burkholderia* sp. สายพันธุ์ Rs01 ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2.** วิทยาสารกำแพงแสน ปีที่ 8 ฉบับที่ 1

อนันต์ ดำรงสุข. 2547. **ลำไย.** กรุงเทพฯ: อักษรสยามการพิมพ์. 152 น.

อภิชาติ ศรีสะอาด. 2549. **เกษตรอินทรีย์ชุดอาหารปลอดภัย.** สำนักพิมพ์ดอกกาน. สมุทรสาคร

Alikhani, H.A., N. Saleh-Rastin and H. Antoun. 2006. Phosphate solubilization activity of rhizobia native to Iranian soils. **Plant and Soil** 287:35-41.

Babana, A and H. Antoun. 2006. Effect of Tilemsi phosphate rock-solubilizing microorganisms on phosphorus uptake and yield of field-grown wheat (*Triticum aestivum* L.) in Mali.

Plant and Soil, Volume 287, Numbers 1-2, pp. 51-58(8)

Banik, S. and B.K. Dey. 1983. Alluvial soil microorganisms capable of utilizing insoluble aluminium phosphate as a sole source of phosphorus. **Zbl. Microbiol.** 138, 437-442.

- Brady, N. C. and R. R. Weil. 2008. **The nature and properties of soils**. 14th ed. Pearson Education, Inc, Upper Saddle River, New Jersey. 960 p.
- Gerretsen, F.E. 1984. The influence of microorganisms on the phosphate uptake by plant. **Plant Soil**, 1: 51-81.
- Glendinning, J.S. 1999. **Australian Soil Fertility Manual**. Fertilizer Industry Federation Australia, Inc. 126p.
- Jackson, M.L. 1967. **Soil chemical analysis**. Prentice-Hall, New Delhi. 498p.
- Katznelson, H. and B. Boss. 1959. Metabolic activity and phosphate dissolving capability of bacterial isolates from wheat roots: rhizosphere and non-rhizosphere soil. **Can. J. Microbiol.** 5: 79-85
- Kucey, R.M.N., H.H. Janzen and M.E. Leggett, 1989. Microbially mediated increases in plant-available phosphorus. **Ad. Agron.**, 42: 199–228
- Kucey, R.M.N. 1983. Phosphate-solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils. **Can. J. Soil Sci.** 63: 671-678.
- Lindsay, W. L., Vlek, P. L. and S. H. Chien. 1989. Phosphate minerals. pp. 1089–1130. **In** : J.B. Dixon and S. B. Weed (eds.), **Minerals in Soil Environment**. Soil Science Society of America Inc., Wisconsin.
- Louw, H.A. and Webley. 1959. A study of soil bacteria dissolving certain mineral phosphate fertilizers and related compounds. **J. Appl. Bacteriol.** 22:171-196.
- McLaren, R.G. and Cameron, K.C. 1996. **Soil Science. Sustainable production and environmental protection**. Oxford University press. 304p.
- Menzel, C.M., Barry, G.A. and D.R. Simpson, 1992. Observations on the concentrations of soil nutrients in lychee orchards in subtropical Australia. **Journal of the South African Society of Horticultural Science**. 2:36-40.
- Plotto, A. and J.A. Nariso. 2006. Guidelines and acceptable postharvest practices for organically grown produce. **HortScience**. 42(2): 287-291.
- Sperber, J.I. 1958. The incidence of apatite-solubilizing organisms in the rhizosphere and soil. **Aust. J. Agriic. Res.** 9:778-781.

- Sundara B., V.Natarajan and K. Hari. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane and sugar yields. **Field Crops Research**. 77: 43-49.
- Walker, T. and Syers, J. 1976. **The fate of phosphorus during pedogenesis**. *Geoderma*, 15, 1–19.
- Walkley, A. and I.A. Black, 1947. Chromic acid Titration Method for Determination of Soil Organic Matter. **Soil. Sci. Amer. Proc.** 63: 257.
- Watanabe, F.S. and S. R. Olsen. 1962. Calorimetric Determination of Phosphorus in Water Extracts of Soil. **Soil Sci.** 93: 183-188.
- Wayne E. S. 1980. **Handbook on Reference Methods for Soil Testing**. Council on soil testing and plant Analysis Ed. Athens: University of Georgia. 130 p.
- Wookey, B. 1987. **Rushall: The Story of an Organic Farm**. New York: Basil Blackwell. 209 p.







ภาพที่ 1 การขยายเชื้อ



ภาพที่ 2 การเขย่าเชื้อ



ภาพที่ 3 ต้นลำไยสวนดอยสะเก็ด



ภาพที่ 4 ต้นลำไยสวนสันป่าตอง



ภาพที่ 5 ผลลําไยเตรียมวิเคราะห์



ภาพที่ 6 ผลลําไยอินทรีย์