บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การรวบรวมและคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์

4.1.1 การเก็บตัวอย่างดิน

จากเก็บตัวอย่างดินจากแหล่งปลูก ข้าว ข้าวโพด และอ้อย บริเวณภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อนำมาแยกหาเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน พบว่า

4.1.1.1 แหล่งเก็บตัวอย่างดิน

4.1.1.1.1 ภาคเหนือ ทำการเก็บตัวอย่างดินจำนวน 44 ตัวอย่าง จากจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง ตาก กำแพงเพชร และนครสวรรค์ (ตารางที่ 5)

4.1.1.1.2 ภาคกลาง ทำการเก็บตัวอย่างดินจำนวน 39 ตัวอย่าง จากจังหวัดชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นครปฐม สุพรรณบุรี ราชบุรี และเพชรบุรี (ตารางที่ 6)

4.1.1.1.3 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำการเก็บตัวอย่างดินจำนวน 30 ตัวอย่าง จากจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด สุรินทร์ ยโสธร บุรีรัมย์ ศรีษะเกษ นครราชสีมา และ อุบลราชธานี (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 5 สถานที่เก็บตัวอย่างดินเพื่อแยกหาจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนใน ภาคเหนือ

ตัวอย่างดินที่	สถานที่		พืชที่ปลูก
	จังหวัด	หมู่บ้าน, ตำบล, อำเภอ	
1	เชียงใหม่	ต. สันโป่ง อ. แม่ริม	ข้าวโพด
2	เชียงใหม่	บ. หนองป่าคา ต. สันโป่ง อ. แม่ริม	ข้าวโพด
3	เชียงใหม่	บ. วังหมุ้น ต. สันโป่ง อ. แม่ริม	ข้าวโพด
4	เชียงใหม่	บ. คงเหนือ ต. สันโป่ง อ. แม่ริม	ข้าวโพด
5	เชียงใหม่	บ. คงใต้ ต. คงใต้ อ. แม่ริม	ข้าวโพด
6	เชียงใหม่	บ. สันมหาพน ต. คงใต้ อ. แม่ริม	ข้าวโพด
7	เชียงใหม่	ต. อินทขิล อ. แม่แตง	ข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ตัวอย่างดินที่	สถานที่		พืชที่ปลูก
	จังหวัด	หมู่บ้าน, ตำบล, อำเภอ	
8	เชียงใหม่	บ. ป่าจี้ ต. ทุ่งหลวง อ. พร้าว	ข้าวโพด
9	เชียงใหม่	ต. โหล่งขอด อ. พร้าว	ข้าวโพด
10	เชียงใหม่	บ. ล้องเกิด ต. สันโป่ง อ. แม่ริม	ข้าวโพด
11	เชียงราย	บ. สันสลี ต. สันสลี อ. เวียงป่าเป้า	ข้าวโพด
12	เชียงราย	บ. ต้นดอย ต. แม่สรวย อ. แม่สรวย	ข้าวโพด
13	เชียงราย	บ. สันต้นปุย ต. ห้วยไคร้ อ. แม่สรวย	ข้าว
14	เชียงราย	บ. แม่ข้าวต้มท่าสุด ต. ท่าสุด อ.เมือง	อ้อย
15	เชียงราย	บ. แม่ข้าวต้มท่าสุด ต. ท่าสุด อ.เมือง	ข้าว
16	เชียงราย	บ. ป่าสักน้อย ต. ป่าสักน้อย อ. เชียงแสน	ข้าวโพด
17	เชียงราย	บ. แม่คำ ต. แม่คำ อ. แม่จัน	ข้าวโพด
18	เชียงราย	บ. สันทรายบวกขอน ต. เวียงซ้าย อ. เวียงซ้าย	ข้าวโพด
19	ลำพูน	ต. อุโมงค์ อ. เมือง	ข้าว
20	ลำพูน	ต. ศรีบัวบาน อ. เมือง	ข้าว
21	ลำพูน	ต. ท่าสบแล้ง อ. แม่ทา	ข้าว
22	ลำปาง	ต. แม่พริก อ. แม่พริก	ข้าว
23	ลำปาง	ต. แม่วะ อ. เถิน	ข้าว
24	ลำปาง	ต. วังพร้าว อ. เกาะคา	ข้าว
25	ลำปาง	ต. - อ. เกาะคา	อ้อย
26	ลำปาง	ต. สบเติน อ. สบปราบ	ข้าว
27	ลำปาง	ต. สบปราบ อ. สบปราบ	ข้าว
28	ลำปาง	ต. แม่กั๊ว อ. สบปราบ	ข้าว
29	ลำปาง	ต. ยางคก อ.ห้างฉัตร	ข้าว
30	ตาก	ต. เชียงทอง กิ่ง อ.วังเจ้า	ข้าว
31	ตาก	ต. วังเจ้า กิ่งอ. วังเจ้า	ข้าว
32	ตาก	ต.ตากออก อ.บ้านตาก	ข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ตัวอย่างดินที่	สถานที่		พืชที่ปลูก
	จังหวัด	หมู่บ้าน, ตำบล, อำเภอ	
33	กำแพงเพชร	ต. ลานดอกไม้ตก กิ่งอ. โกสัมพี	อ้อย
34	กำแพงเพชร	ต. ลานดอกไม้ตก กิ่ง อ.โกสัมพี	ข้าวโพด
35	กำแพงเพชร	ต. เพชรชมภู กิ่ง อ. โกสัมพี	ข้าวโพด
36	กำแพงเพชร	ต. ทรงธรรม อ. เมือง	ข้าว
37	กำแพงเพชร	ต. นครชุม อ. เมือง	ข้าวโพด
38	กำแพงเพชร	ต. นครชุม อ.เมือง	ข้าว
39	กำแพงเพชร	ต. สลกบาตร อ. ขาณุวรลักษบุรี	ข้าว
40	นครสวรรค์	ต. ย่านมัทรี อ. พยุหะคีรี	ข้าว
41	นครสวรรค์	ต. หนองกระโดน อ. เมือง	ข้าว
42	นครสวรรค์	ต. บางแก้ว อ. บรรพตพิสัย	ข้าว
43	นครสวรรค์	ต. อ่างทอง อ. บรรพตพิสัย	ข้าว
44	นครสวรรค์	ต. บางศาล อ. โกรกพระ	ข้าวโพด

ตารางที่ 6 สถานที่เก็บตัวอย่างดินเพื่อแยกหาจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนในภาคกลาง

ตัวอย่างดินที่	สถานที่		พืชที่ปลูก
	จังหวัด	หมู่บ้าน, ตำบล, อำเภอ	
1	ชัยนาท	ต. หาดอาษา อ. สรรพยา	ข้าว
2	ชัยนาท	ต. ท่าฉนวน อ. มโนรมย์	ข้าว
3	ชัยนาท	ต. ชัยนาท อ. เมือง	ข้าว
4	ชัยนาท	ต. ชัยนาท อ. เมือง	ข้าวโพด
5	ชัยนาท	ต. แพรกศรีราชา อ. สรรคบุรี	อ้อย
6	สิงห์บุรี	ต. บ้านหม้อ อ. พรมบุรี	ข้าว
7	สิงห์บุรี	ต. หัวไผ่ อ. เมือง	ข้าว
8	สิงห์บุรี	ต. น้ำตาล อ. อินท์บุรี	ข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ตัวอย่างดินที่	สถานที่		พืชที่ปลูก
	จังหวัด	หมู่บ้าน, ตำบล, อำเภอ	
9	อ่างทอง	ต. ชัยฤทธิ์ อ. ไชโย	ข้าว
10	อ่างทอง	ต. ชัยภูมิ อ. ไชโย	ข้าว
11	อ่างทอง	ต.- อ. วิเศษไชยชาญ	ข้าว
12	อยุธยา	ต. บ้านหว้า อ. บางปะอิน	ข้าว
13	อยุธยา	ต. - อ. บางปะอิน	ข้าว
14	อยุธยา	ต. ขยาย อ. บางปะอิน	ข้าว
15	ปทุมธานี	ต. คูบางหลวง อ. ลาดหลุมแก้ว	ข้าว
16	ปทุมธานี	อ. คลองหลวง	ข้าว
17	นครปฐม	ต. ห้วยขวาง อ. กำแพงแสน	อ้อย
18	นครปฐม	ต. กระตีบ อ. กำแพงแสน	อ้อย
19	นครปฐม	ต. ห้วยขวาง อ. กำแพงแสน	ข้าวโพด
20	นครปฐม	ต. ห้วยม่วง อ. กำแพงแสน	อ้อย
21	สุพรรณบุรี	ต. ทุ่งคอก อ. สองพี่น้อง	ข้าว
22	สุพรรณบุรี	ต. ทุ่งคอก อ. สองพี่น้อง	อ้อย
23	สุพรรณบุรี	ต. บางพลับ อ. สองพี่น้อง	ข้าว
24	สุพรรณบุรี	ต. ทุ่งคอก อ. สองพี่น้อง	ข้าว
25	สุพรรณบุรี	ต. ปากน้ำ อ. เดิมบางนางบวช	ข้าว
26	สุพรรณบุรี	ต. มะขามล้ม อ. บางปลาม้า	ข้าว
27	ราชบุรี	ต. ลมไทร อ. โพธาราม	ข้าวโพด
28	ราชบุรี	ต. วังมะนาว อ. ปากท่อ	ข้าว
29	ราชบุรี	ต. ดอนกระเบื้อง อ. บ้านโป่ง	อ้อย
30	ราชบุรี	ต. ดอนกระเบื้อง อ. บ้านโป่ง	ข้าวโพด
31	ราชบุรี	ต. อ่างทอง อ. เมือง	อ้อย
32	ราชบุรี	ต. อ่างทอง อ. เมือง	ข้าว
33	ราชบุรี	ต. บางแพ อ. บางแพ	อ้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ตัวอย่างดินที่	สถานที่		พืชที่ปลูก
	จังหวัด	หมู่บ้าน, ตำบล, อำเภอ	
34	ราชบุรี	ต. บางแพ อ. บางแพ	ข้าวโพด
35	เพชรบุรี	ต. เขาย้อย อ. เขาย้อย	ข้าว
36	เพชรบุรี	ต. คลองข่อย อ. ปากเก็ด	ข้าว
37	เพชรบุรี	ต. ท่ายาง อ. ท่ายาง	ข้าว
38	เพชรบุรี	ต. สมอพรือ อ. บ้านลาด	ข้าว
39	เพชรบุรี	ต. นายาง อ. ชะอำ	ข้าว

ตารางที่ 7 สถานที่เก็บตัวอย่างดินเพื่อแยกหาจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตัวอย่างดินที่	สถานที่		พืชที่ปลูก
	จังหวัด	หมู่บ้าน, ตำบล, อำเภอ	
1	ข่อนแก่น	บ. หอย ต. ไชยสอ อ. ชุมแพ	ข้าว
2	ขอนแก่น	ต. ท่าพระ อ.เมือง	อ้อย
3	ขอนแก่น	ต. หญ้าแพรก อ. ดอนหัน	ข้าว
4	ข่อนแก่น	ต. หญ้าแพรก อ. ดอนหัน	ข้าว
5	ข่อนแก่น	บ. หนองบัว ต. บ้านฝาง อ. เมือง	อ้อย
6	ข่อนแก่น	บ. ฝาง ต. ฝาง อ. เมือง	ข้าว
7	ร้อยเอ็ด	ต. กลาง อ. เสลภูมิ	ข้าว
8	ร้อยเอ็ด	บ. โคกพิลา ต. กนองใหญ่ อ. ศรีสมเด็จ	ข้าว
9	ร้อยเอ็ด	บ. หัวบ่อ ต. ไพศาล อ. ธวัชบุรี	ข้าว
10	สุรินทร์	ต. บ้านไทร อ. สังขระบุรี	ข้าว
11	สุรินทร์	บ. ตาเดียว อ. ปราสาท	ข้าว
12	สุรินทร์	บ. ตานี อ. ปราสาท	ข้าว
13	ยโสธร	ต. เวียง อ. เมือง	ข้าว
14	ยโสธร	ต. ดงแคนใหญ่ อ. เขื่อนคำแก้ว	ข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ตัวอย่างดินที่	สถานที่		พืชที่ปลูก
	จังหวัด	หมู่บ้าน, ตำบล, อำเภอ	
15	บุรีรัมย์	ต. นางรอง อ. นางรอง	ข้าว
16	บุรีรัมย์	บ. หนองมัน อ. หนองกี่	ข้าว
17	บุรีรัมย์	บ. ดงหนองแหน อ. เฉลิมพระเกียรติ	ข้าว
18	อุบลราชธานี	บ. โนนใหญ่ อ. เบญจลักษณ์	ข้าว
19	อุบลราชธานี	บ. ดอนสาย อ. วารินชำราบ	ข้าว
20	อุบลราชธานี	ต. ตะแซง อ. กันทรลักษณ์	ข้าว
21	อุบลราชธานี	บ. หนองสามเขา อ. โนนคุณ	ข้าว
22	นครราชสีมา	บ. คลองสารเพ็ชร ต. หนองหัวแรด อ. หนองบุญนาค	ข้าวโพด
23	นครราชสีมา	ต. ด่านเกวียน อ. โชคชัย	อ้อย
24	นครราชสีมา	ต. ท่าเยี่ยม อ. โชคชัย	ข้าว
25	มหาสารคาม	บ. โนนตาล ต. ท่าสองคอน อ. เมือง	ข้าว
26	มหาสารคาม	บ. หนองทุ่งเต่า ต. ท่าสองคอน อ.เมือง	อ้อย
27	มหาสารคาม	บ. หมี่ ต. เขวา อ. เมือง	ข้าว
28	มหาสารคาม	บ. แพง ต. แพง อ. โกสุมพิสัย	ข้าว
29	ศรีสะเกษ	ต. ไพร อ. ขุนหาญ	ข้าวโพด
30	ศรีสะเกษ	ต. โสน อ. ขุขันธ์	ข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.2 การแยกเชื้อและศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน

4.1.2.1 จุลินทรีย์ในกลุ่ม *Azotobacter*

สามารถแยกและรวบรวมเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่สามารถเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับเชื้อ *Azotobacter* ได้ดังนี้ ตัวอย่างดินภาคเหนือรวบรวมได้ 93 isolate มีขนาด และลักษณะของโคโลนีแตกต่างกัน และพบว่าจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้มีปริมาณ ตั้งแต่ 6.3×10^4 cfu ถึง 1.9×10^7 cfu / g dry soil (ตารางที่ 8) ในตัวอย่างดินจากภาคกลางสามารถรวบรวมเชื้อจุลินทรีย์ได้ 60 isolate มีปริมาณตั้งแต่ 2.5×10^4 ถึง 1.1×10^7 cfu / g dry soil (ตารางที่ 9) สำหรับดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถรวบรวมเชื้อจุลินทรีย์ได้ 58 isolate มีปริมาณเชื้อตั้งแต่ 1.9×10^4 ถึง 1.4×10^6 cfu / g dry soil (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 8 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ *Azotobacter* sp. ที่แยกได้จากตัวอย่างดินในภาคเหนือ

ตัวอย่าง	cfu/g dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
1	2.15×10^6	NAB 001	0.40	สีขาวขุ่น นูนตรงกลาง
		NAB 002	0.30	กลม สีขาวขุ่น นูนเล็กน้อย
		NAB 003	0.50	ค่อนข้างกลม สีขาว นูนเล็กน้อย
		NAB 004	0.80	ค่อนข้างกลม ใส
2	1.67×10^6	NAB 005	0.50	กลม สีขาวขุ่น เรียบ
		NAB 006	0.50	กลม สีขาวขุ่น นูนตรงกลาง
		NAB 007	0.60	กลม สีขาวขุ่น เรียบ
3	2.10×10^6	NAB 008	0.50	ค่อนข้างกลม สีขาวใส ยืดเล็กน้อย
		NAB 009	0.40	กลม ใส นูน
		NAB 010	0.80	ค่อนข้างกลม มีสีน้ำตาลดำตรงกลาง รอบ ๆ มีสีขาวน้ำนม
		NAB 011	0.60	ค่อนข้างกลม มีสีเหลืองตรงกลาง รอบๆ มีสีขาว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ตัวอย่าง	cfu/g dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
4	1.78×10^{6}	NAB 012	0.50	ค่อนข้างกลม มีสีน้ำตาลดำตรงกลาง รอบ ๆ มีสีขาว
		NAB 013	0.50	ค่อนข้างกลม มีสีน้ำตาลดำตรงกลาง รอบ ๆ มีสีขาว
		NAB 014	0.70	ค่อนข้างกลม มีสีน้ำตาลตรงกลาง รอบ ๆ มีสีขาว
		NAB 015	0.50	กลม ใส เรียบ ยืดมาก
5	1.38×10^{6}	NAB 016	0.60	ค่อนข้างกลม มีสีเหลืองตรงกลาง รอบๆ มีสีขาว
		NAB 017	0.40	ค่อนข้างกลม มีสีเหลืองอ่อน ๆ
8	8.76×10^{5}	NAB 018	0.20	กลม ใส ยืดเล็กน้อย
9	1.24×10^{6}	NAB 019	0.30	กลม สีขาวขุ่น
		NAB 020	0.40	กลม สีขาวขุ่น
10	1.45×10^{6}	NAB 021	0.50	กลม ใส ยืดเล็กน้อย
		NAB 022	0.80	กลม ใส ยืด
11	1.51×10^{6}	NAB 023	0.80	ค่อนข้างกลม ใส
		NAB 024	0.90	กลม ใส
12	1.27×10^{6}	NAB 025	0.80	กลม ใส
14	2.04×10^{6}	NAB 026	0.80	กลม ใส
		NAB 027	0.40	กลม ใส นูน
16	1.03×10^{6}	NAB 028	0.30	กลม นูน สีขาวขุ่น
		NAB 029	0.50	กลม นูน ใส
		NAB 030	0.50	กลม นูน สีขาวขุ่น
17	1.92×10^{7}	NAB 031	0.70	กลม นูน สีขาวน้ำนม
		NAB 032	0.80	กลม ใส
		NAB 033	0.80	กลม สีขาวขุ่น
18	1.62×10^{6}	NAB 034	0.60	กลม ใส เรียบ
		NAB 035	0.40	กลม ใส เรียบ
		NAB 036	0.90	กลม นูน ใส
19	2.97×10^{6}	NAB 037	0.30	กลม สีขาวขุ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ตัวอย่าง	cfu/g dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
20	1.80×10^6	NAB 038	0.30	กลม สีขาวขุ่น
		NAB 039	0.50	กลม สีขาวขุ่น
		NAB 040	0.50	กลม ใส
21	3.59×10^6	NAB 041	0.20	กลม นูน สีขาวขุ่น
		NAB 042	0.30	กลม นูน ใส
		NAB 043	0.30	กลม สีขาวขุ่น
		NAB 044	0.30	กลม สีขาวขุ่น เรียบ
		NAB 045	0.30	กลม สีขาวขุ่นเล็กน้อย เรียบ
22	1.62×10^6	NAB 046	0.80	กลม ใส
		NAB 047	1.00	กลม ใส
		NAB 048	0.80	กลม ใส เรียบ
		NAB 049	0.50	กลม ใส เรียบ
23	5.80×10^5	NAB 050	0.50	กลม นูน ใส ยืด
		NAB 051	0.40	กลม นูน ใส
		NAB 052	0.50	กลมกลม นูน ใส
24	1.96×10^6	NAB 053	0.50	กลม นูน ใส
		NAB 054	0.40	กลม นูน สีขาวขุ่นเล็กน้อย
		NAB 055	0.50	กลม ใส ค่อนข้างนูน
		NAB 056	0.40	กลม ใส
		NAB 057	0.80	ค่อนข้างกลม ใส
25	6.84×10^6	NAB 058	0.80	ค่อนข้างกลม ใส
		NAB 059	0.80	กลม ใส
		NAB 060	1.00	กลม ใส
		NAB 061	0.50	กลม ใส เรียบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ตัวอย่าง	cfu/g dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
26	1.07×10^{6}	NAB 062	0.30	กลม สีขาวขุ่น
		NAB 063	0.70	กลม ใส
		NAB 064	0.80	กลม ใส เรียบ
		NAB 065	0.10	กลม สีขาวขุ่น ขนาดเล็กมาก
27	5.46×10^{6}	NAB 066	0.30	กลม ใส
		NAB 067	0.90	กลม นูน ใส
30	1.39×10^{5}	NAB 068	0.20	โคโลนีกลม ใส เล็ก ๆ
32	3.81×10^{6}	NAB 069	0.80	กลม สีขาวขุ่น
		NAB 070	0.40	กลม ใส
33	5.50×10^{5}	NAB 071	0.30	กลม ใส นูน
		NAB 072	0.70	กลม ใส เรียบแบน
34	3.62×10^{5}	NAB 073	0.80	กลม ใส นูน.
		NAB 074	0.90	กลม ใส เรียบ
35	4.18×10^{6}	NAB 075	0.40	กลม สีขาวขุ่นเล็กน้อย
		NAB 076	0.50	กลม ใส
		NAB 077	0.80	กลม ใส เรียบแบน
36	1.14×10^{6}	NAB 078	0.40	กลม สีขาวขุ่น
		NAB 079	0.80	กลม ใส
37	3.97×10^{5}	NAB 080	0.60	กลม นูน ใส
38	6.33×10^{4}	NAB 081	0.30	กลม ใส นูนเล็กน้อย
39	1.01×10^{6}	NAB 082	0.60	กลม ใส ค่อนข้างนูน
40	7.26×10^{5}	NAB 083	0.80	กลม ใส ค่อนข้างนูน
		NAB 084	0.80	ค่อนข้างกลม นูน มีสีเหลืองตรงกลาง รอบๆ สีขาว
		NAB 085	1.30	ค่อนข้างกลม นูน มีสีเหลืองตรงกลาง รอบๆ สีขาว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ตัวอย่าง	cfu/g dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
41	5.60×10^{6}	NAB 086	1.20	ข้างกลม นูน มีสีน้ำตาลตรงกลาง รอบๆ สีขาว
		NAB 087	1.00	ค่อนข้างกลม นูน มีสีน้ำตาลตรงกลาง รอบๆ สีขาว
		NAB 088	0.80	ค่อนข้างกลม นูน มีสีน้ำตาลตรงกลาง รอบๆ สีขาว
		NAB 089	0.50	กลม นูน ใส
42	1.73×10^{7}	NAB 090	0.50	กลม นูน ใส
		NAB 091	0.40	ค่อนข้างกลม นูน ใส
43	1.86×10^{5}	NAB 092	0.30	กลม สีขาวขุ่น
44	5.32×10^{6}	NAB 093	0.30	กลม นูน ใส

หมายเหตุ: ตัวอย่างดินที่ 6, 7, 13, 15, 28, 29 และ 31 ไม่พบเชื้อ

ตารางที่ 9 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ *Azotobacter* sp. ที่แยกได้จากตัวอย่างดินในภาคกลาง

ตัวอย่าง	cfu/g dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
1	1.06×10^{7}	CAB 001	0.80	กลม ใส เรียบ
		CAB 002	0.30	กลม นูน ใส
2	8.78×10^{6}	CAB 003	0.70	กลม นูน ใส
		CAB 004	0.20	กลม สีขาว เรียบแบน
3	1.12×10^{6}	CAB 005	0.50	กลม ใส
4	6.52×10^{5}	CAB 006	0.30	กลม ใส
		CAB 007	0.50	กลม ใส
5	1.58×10^{5}	CAB 008	0.80	กลม ใส เรียบ
		CAB 009	0.40	ค่อนข้างกลม สีขาว
		CAB 010	0.80	กลม นูน ใส
6	6.62×10^{5}	CAB 011	1.00	กลม นูน ใส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ตัวอย่าง	cfu/g. dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
7	5.09×10^5	CAB 012	0.20	กลม นูน ใส
8	5.49×10^5	CAB 013	0.80	กลม นูน สีขาวขุ่นเล็กน้อย
9	3.32×10^5	CAB 014	0.60	ค่อนข้างกลม สีน้ำตาลปนสีขาว
10	1.40×10^6	CAB 015	0.30	กลม สีขาวขุ่น
		CAB 016	0.80	กลม ใส เรียบ
15	1.23×10^6	CAB 017	0.50	ค่อนข้างกลม ตรงกลางมีสีดำ รอบๆ สีขาวขุ่น
		CAB 018	0.20	กลม สีขาวขุ่น แบน
16	3.00×10^6	CAB 019	0.60	ค่อนข้างกลม ตรงกลางมีสีเหลือง รอบ ๆ สีขาวขุ่น
		CAB 020	1.50	ค่อนข้างกลมใหญ่ ตรงกลางมีสีดำ รอบๆ สีขาวขุ่น
		CAB 021	1.00	ค่อนข้างกลม ตรงกลางมีสีดำ รอบๆ สีขาวขุ่น
		CAB 022	0.50	กลม นูน ใส
17	2.30×10^5	CAB 023	0.60	กลม นูน ใส
		CAB 024	0.50	กลม นูน สีขาว
		CAB 025	0.40	ค่อนข้างกลม สีขาว
18	7.96×10^6	CAB 026	0.40	ค่อนข้างกลม สีขาวขุ่น
19	2.98×10^4	CAB 027	0.50	กลม ใส นูน เด่ง
		CAB 028	0.70	ค่อนข้างกลม ขอบหยัก สีขาวใส
		CAB 029	0.40	กลม ใส แบน
21	6.99×10^5	CAB 030	0.50	กลม ใส แบน
		CAB 031	0.30	กลม สีขาว
		CAB 032	0.30	กลม สีขาวใส ขุ่นเล็กน้อย
22	3.20 x 105	CAB 033	0.70	ค่อนข้างกลม ตรงกลางมีสีเหลือง รอบ ๆ สีขาวขุ่น
		CAB 034	0.40	กลม ใส
23	2.51 x 104	CAB 035	0.50	กลม นูน ใส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ตัวอย่าง	cfu/g dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
24	5.27×10^{5}	CAB 036	0.50	กลม นูน ค่อนข้างขุ่น
		CAB 037	0.60	กลม นูน ใส
25	1.94×10^{5}	CAB 038	1.00	กลมใหญ่ สีเหลืองอ่อน ๆ
		CAB 039	1.00	ค่อนข้างกลม ตรงกลางมีสีดำ รอบๆ สีขาวขุ่น
		CAB040	0.80	กลม ใส นูน
26	6.19×10^{5}	CAB 041	0.80	ค่อนข้างกลม ใส
		CAB 042	0.60	กลม ใส
27	4.32×10^{5}	CAB 043	0.70	กลม นูน ใส
		CAB 044	0.20	กลม ใส เล็ก
		CAB 045	0.40	กลม นูน ใส
		CAB 046	0.60	ค่อนข้างกลม สีขาวขุ่น
28	1.77×10^{6}	CAB 047	0.80	ค่อนข้างกลม ตรงกลางมีสีน้ำตาล รอบๆ สีขาว
29	3.63×10^{6}	CAB 048	0.80	กลม ใส
30	8.12×10^{5}	CAB 049	0.70	กลม ใส นูน
		CAB 050	1.00	ค่อนข้างกลม ตรงกลางสีน้ำตาล รอบ ๆ สีขาว
		CAB 051	0.60	ค่อนข้างกลม ตรงกลางสีน้ำตาล รอบ ๆ สีขาว
31	6.35×10^{5}	CAB 052	0.50	กลม นูน สีขาวขุ่น
32	5.36×10^{4}	CAB 053	0.50	กลม นูน สีขาวขุ่นมาก
33	2.26×10^{5}	CAB 054	0.70	กลม ใส นูน
34	3.12×10^{5}	CAB 055	0.50	กลม นูน สีขาวขุ่น
		CAB 056	0.50	กลม นูน สีขาวขุ่น ยืดมาก
35	7.08×10^{5}	CAB 057	0.50	กลม ใส นูน
36	1.62×10^{6}	CAB 058	0.70	ค่อนข้างกลม ใส เรียบ
39	1.08×10^{5}	CAB 059	0.80	กลม ใส เรียบ
		CAB 060	0.50	กลม ใส

หมายเหตุ: ตัวอย่างดินที่ 11, 12, 13, 14, 20,37 และ 38 ไม่พบเชื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 10 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ *Azotobacter* sp. ที่แยกได้จากตัวอย่างดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตัวอย่าง	cfu/g dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
1	7.58×10^{4}	NEAB 001	0.60	ค่อนข้างกลม ขอบหยัก ใส
		NEAB 002	1.00	กลมใหญ่ นูน ใส
		NEAB 003	0.30	กลม สีขาวขุ่น
2	1.42×10^{5}	NEAB 004	0.50	กลม ใส นูนเล็กน้อย
		NEAB 005	0.50	กลม ใส นูนเต่ง
		NEAB 006	1.00	ค่อนข้างกลมใหญ่ ใส เรียบ
3	5.22×10^{5}	NEAB 007	0.50	กลม ใส
		NEAB 008	0.80	กลมใหญ่ ใส
		NEAB 009	0.30	กลม สีขาว ขุ่น
4	2.07×10^{5}	NEAB 010	1.00	ค่อนข้างกลม นูน ตรงกลางสีเหลือง รอบ ๆ ขาวน้ำนม
		NEAB 011	1.00	ค่อนข้างกลม นูน ตรงกลางสีน้ำตาล รอบ ๆ ขาว
5	6.54×10^{5}	NEAB 012	0.60	กลม สีขาวขุ่น
		NEAB 013	0.50	กลม ใส
6	3.97×10^{5}	NEAB 014	0.60	กลม ใส เรียบ
		NEAB 015	0.70	กลม ใส
7	2.36×10^{4}	NEAB 016	1.00	กลมใหญ่ ใส
8	2.68×10^{5}	NEAB 017	0.50	กลม ใส
		NEAB 018	0.20	กลม ใส นูน เล็ก
		NEAB 019	0.30	กลม ใส นูน
11	1.92×10^{4}	NEAB 020	0.30	กลมใส
13	1.59×10^{5}	NEAB 021	0.40	ค่อนข้างกลม สีขาว ขุ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ตัวอย่าง	cfu/g dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
15	9.43×10^{4}	NEAB 022	0.50	กลม ใส
16	1.80×10^{5}	NEAB 023	0.60	กลมใหญ่ ใส เรียบแบน
		NEAB 024	0.30	กลมเล็ก ใส นูน
		NEAB 025	0.90	กลมใหญ่ ใส นูน
		NEAB 026	0.80	กลมใหญ่ ใส นูน
17	2.78×10^{5}	NEAB 027	0.30	กลม ใส
18	6.87×10^{4}	NEAB 028	0.80	กลมใหญ่ ใส
		NEAB 029	0.30	กลม ใส นูน
19	2.06×10^{5}	NEAB 030	0.30	กลม ใส นูน
		NEAB 031	0.60	กลม ใส นูนเล็กน้อย
		NEAB 032	0.60	ค่อนข้างกลม ขุ่น
		NEAB 033	0.50	ค่อนข้างกลม ขุ่น
20	2.49×10^{4}	NEAB 034	0.40	กลม นูนเต่ง สีขาวขุ่น
		NEAB 035	0.70	กลม ใส
		NEAB 036	0.30	กลม ใส นูน
21	4.57×10^{4}	NEAB 037	0.40	กลม เรียบแบน สีขาวขุ่น
22	6.98×10^{4}	NEAB 038	0.30	กลม ใส
		NEAB 039	0.50	กลม ใส นูน
		NEAB 040	0.50	กลม ใส
23	3.67×10^{4}	NEAB 041	0.10	กลม เล็ก
24	1.38×10^{6}	NEAB 042	0.50	ค่อนข้างกลม ใส
		NEAB 043	0.40	กลม สีขาวขุ่น
		NEAB 044	0.40	กลม ใส นูน
25	1.18 x 105	NEAB 045	0.50	กลม นูน ใส ขุ่นกลาง
		NEAB 046	0.50	กลม ใส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ตัวอย่าง	cfu/g dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
26	1.92×10^4	NEAB 047	0.30	กลม ใส
		NEAB 048	0.50	ค่อนข้างกลม ใส
27	4.75×10^4	NEAB 049	0.30	กลม ใส
28	2.63×10^5	NEAB 050	0.30	กลม ใส
		NEAB 051	0.50	กลม สีขาวขุ่น แบน
29	5.18×10^4	NEAB 052	0.30	กลม นูน ขุ่น
		NEAB 053	0.50	กลม ใส ขุ่น
30	4.69×10^4	NEAB 054	0.70	กลมใส
		NEAB 055	0.50	กลม ขุ่น
		NEAB 056	0.50	กลม ใส ขุ่นตรงกลางเล็กน้อย
		NEAB 057	0.40	ค่อนข้างกลม ใส
		NEAB 058	0.50	กลม ใส นูน ยึดเล็กน้อย

หมายเหตุ: ตัวอย่างดินที่ 9, 10, 12 และ 14 ไม่พบเชื้อ

4.1.2.2 จุลินทรีย์ในกลุ่ม *Beijerinckia*

สามารถแยกและรวบรวมเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตบนอาหารสำหรับเชื้อ *Beijerinckia* ได้ดังนี้ ในดินที่เก็บจากภาคเหนือ รวบรวมได้ 20 isolate มีปริมาณเชื้อตั้งแต่ 7.5×10^4 ถึง 2.1×10^6 cfu / g dry soil (ตารางที่ 11) ในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคกลางสามารถรวบรวมได้ 17 isolate มีปริมาณตั้งแต่ 3.1×10^4 ถึง 1.0×10^7cfu / g dry soil (ตารางที่ 12) สำหรับดินที่เก็บมาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือรวบรวมเชื้อได้ 32 isolate มีปริมาณ ตั้งแต่ 2.1×10^3 ถึง 1.4×10^5 cfu / g. dry soil (ตารางที่ 13)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 11 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ *Beijrinckia* sp. ที่แยกได้จากตัวอย่างดินในภาคเหนือ

ตัวอย่าง	cfu/g dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
1	8.16×10^5	NBJ001	0.50	กลม สีขาวขุ่น
4	1.06×10^6	NBJ002	0.60	กลม ใส เรียบ
8	1.89×10^5	NBJ003	0.60	กลม ใส เรียบ แบน
		NBJ004	0.30	กลม สีขาวขุ่น
10	5.79×10^5	NBJ005	0.50	กลม ใส
12	7.62×10^5	NBJ006	0.50	กลม ใส
14	4.91×10^5	NBJ007	0.80	กลม สีขาวขุ่น
16	1.15×10^5	NBJ008	0.80	กลมใหญ่ ใส นูน
17	2.07×10^6	NBJ009	0.70	กลม ใหญ่ ใส นูน
		NBJ010	0.50	กลม ใส
		NBJ011	0.30	กลม ใส
18	1.82×10^6	NBJ 012	1.00	ค่อนข้างกลม ใหญ่ ขอบหยัก ใส
		NBJ013	0.50	กลม นูน สีขาวขุ่น
35	6.72×10^5	NBJ014	0.50	กลม ใส นูน
39	7.55×10^4	NBJ015	0.60	กลม ใส นูนมาก
40	2.66×10^5	NBJ016	0.50	กลม ใส นูน
41	1.10×10^6	NBJ017	0.50	กลม ใส นูน
42	6.10×10^5	NBJ018	0.80	กลม ใหญ่ นูน ใส
		NBJ019	1.00	กลม ใหญ่ นูน ใส
44	7.32×10^5	NBJ020	0.20	กลมเล็ก ใส

หมายเหตุ: ตัวอย่างดินที่ 2, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 15, 19-34, 36, 37,38 และ 43 ไม่พบเชื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 12 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ *Beijrinckia* sp. ที่แยกได้จากตัวอย่างดินในภาคกลาง

ตัวอย่าง	cfu/g dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
1	1.52×10^{5}	CBJ001	0.50	ใส แบน ยืดมาก
2	1.03×10^{7}	CBJ002	0.30	กลม สีขาวขุ่น แบน
4	1.88×10^{5}	CBJ003	0.60	กลม สีขาว แบน
5	1.18×10^{5}	CBJ004	0.50	กลม ใส
		CBJ005	0.50	กลม ใส นูน
6	7.95×10^{4}	CBJ006	0.50	กลม เล็ก ใส นูน
8	6.59×10^{4}	CBJ007	0.60	ค่อนข้างกลม ใส
		CBJ008	0.50	กลม ใส นูน
24	1.82×10^{5}	CBJ009	0.30	กลม สีขาวขุ่น
		CBJ010	0.30	กลม ใส นูน
27	3.06×10^{4}	CBJ011	0.30	กลม เล็ก ใส นูน
30	4.45×10^{4}	CBJ012	0.30	กลม ใส นูน
31	1.59×10^{5}	CBJ013	0.50	กลม ใส นูน
		CBJ014	0.50	กลม ใส ขุ่นเล็กน้อย
33	1.23×10^{5}	CBJ015	0.50	กลม ใส นูน
		CBJ016	0.60	กลม นูน สีขาวขุ่น
34	5.50×10^{4}	CBJ017	0.50	กลม นูน สีขาวขุ่นเล็กน้อย

หมายเหตุ: ตัวอย่างดินที่ 3, 7, 9-23, 25, 26, 28, 29, 32 และ35-39 ไม่พบเชื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 13 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ *Beijrinckia* sp. ที่แยกได้จากตัวอย่างดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตัวอย่าง	cfu/g dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
1	1.33×10^4	NEBJ001	0.50	กลม ใส
		NEBJ002	0.20	กลม ใส เล็ก
2	1.04×10^5	NEBJ003	0.40	กลม ใส นูน
		NEBJ004	0.30	กลม นูน มีสีขาวตรงกลาง
3	1.33×10^5	NEBJ005	0.50	กลม นูน ใส
		NEBJ006	0.30	กลม นูน ขุ่นกลาง
		NEBJ007	0.30	กลม สีขาวขุ่น
4	3.62×10^4	NEB 008	0.50	กลม สีขาวขุ่น
8	2.46×10^4	NEBJ009	0.30	กลม สีขาวขุ่น
9	1.29×10^4	NEBJ010	0.40	กลม ใส
		NEBJ011	0.50	กลม ขุ่น
13	1.41×10^5	NEBJ012	0.50	กลม ใส
		NEBJ013	0.50	กลม ขุ่น
14	2.50×10^3	NEBJ014	0.60	ค่อนข้างกลม ใส
16	4.50×10^4	NEBJ015	0.60	กลม ใส เรียบ
		NEBJ016	0.50	กลม ขุ่น
		NEBJ017	0.60	กลม ใส นูน
17	6.26×10^4	NEBJ018	0.30	กลม ขุ่น
		NEBJ019	0.50	กลม ขุ่น
18	8.84×10^3	NEBJ020	0.50	ค่อนข้างกลม สีขาวขุ่น
19	1.14×10^4	NEBJ021	0.30	กลม ขุ่น
21	9.12×10^3	NEBJ022	0.50	กลม นูน ใส
22	1.93×10^4	NEBJ023	0.30	กลม ใส
		NEBJ024	0.40	กลม ใส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ตัวอย่าง	cfu/g dry soil	code No.	ขนาด colony (cm)	ลักษณะโคโลนี
23	7.70×10^3	NEBJ025	0.10	กลม ใส เล็ก
24	1.48×10^4	NEBJ026	0.30	ค่อนข้างกลม ใส
		NEBJ027	0.60	กลม นูน ใส ยืด
26	0	NEBJ028	0.80	กลม ใส
		NEBJ029	0.50	กลม ใส นูน
		NEBJ030	0.10	กลม ใส เล็ก ๆ
29	3.86×10^3	NEBJ031	0.40	กลม นูน ขุ่น
30	2.11×10^3	NEBJ032	0.30	กลม สีขาวขุ่น

หมายเหตุ: ตัวอย่างดินที่ 5, 6, 7, 10, 11, 12, 15, 20, 25, 27 และ 28 ไม่พบเชื้อ

4.1.2.3 จุลินทรีย์ในกลุ่ม *Azospirillum*

ทำการแยกเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ semi-sold medium จากตัวอย่างดินที่เก็บรวบรวมมาจาก ภาคเหนือ 47 ตัวอย่าง ภาคกลาง 39 ตัวอย่าง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 31 ตัวอย่าง สามารถรวบรวมเชื้อได้ดังนี้ ภาคเหนือ 18 isolates มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนได้ระหว่าง 0.030 ถึง 17.76 nmoleC_2H_4/tube/hr โดย isolate NAZS 004 ตรึงไนโตรเจนได้สูงสุด (ตารางที่ 14) ภาคกลางรวบรวมเชื้อได้ 6 isolates มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนได้ระหว่าง 0.021 ถึง 17.88 nmoleC_2H_4/tube/hr โดย isolate CAZS 022 ตรึงไนโตรเจนได้สูงสุด (ตารางที่ 15) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือรวบรวมเชื้อได้ 26 isolateมีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนได้ระหว่าง 0.012 ถึง 16.21 nmoleC_2H_4/tube/hr โดย isolate NEAZS 027 ตรึงไนโตรเจนได้สูงสุด (ตารางที่ 16)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 14 การคัดแยกเชื้อ *Azospirillum* และความสามารถในการตรึงไนโตรเจนของเชื้อในภาคเหนือ

ตัวอย่างดินที่	**เชื้อ *Azospirillum***		**Code No.**	**ความสามารถในการตรึงไนโตรเจน ($nmoleC_2H_4$/tube/hr)**
	พบ	**ไม่พบ**		
1		/		-
2	/		NAZS 001	1.35
3	/		NAZS 002	0.07
4		/		-
5		/		-
6		/		-
7	/		NAZS 003	0.06
8	/		NAZS 004	17.76
9	/		NAZS 005	0.02
10	/		NAZS 006	0.03
			NAZS 007	0.05
11		/		-
12		/		-
13		/		-
14		/		-
15		/		-
16		/		-
17		/		-
18		/		-
19		/		-
20		/		-
21		/		-
22		/		-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ตัวอย่างดินที่	เชื้อ *Azospirillum*		Code No.	ความสามารถในการตรึงไนโตรเจน ($nmoleC_2H_4$/tube/hr)
	พบ	ไม่พบ		
23		/		-
24		/		-
25		/		-
26	/		NAZS 008	0.03
27		/		-
28	/		NAZS 009	0.16
29	/		NAZS 010 NAZS 011	16.60 0.03
30		/		-
31		/		-
32		/		-
33	/		NAZS 012	0.11
34	/		NAZS 013	0.17
35	/		NAZS 014	0.08
36	/		NAZS 015	0.10
37	/		NAZS 016	0.13
38		/		-
39	/		NAZS 017	4.31
40		/		-
41		/		-
42		/		-
43	/		NAZS 018	0.14
44		/		-
45		/		-
46		/		-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 15 การคัดแยกเชื้อ *Azospirillum* และความสามารถในการตรึงไนโตรเจนของเชื้อในภาคกลาง

ตัวอย่างดินที่	เชื้อ *Azospirillum*		Code No.	ความสามารถในการตรึงไนโตรเจน ($nmoleC_2H_4$/tube/hr)
	พบ	ไม่พบ		
1	/		CAZS 019	0.05
2		/		-
3		/		-
4		/		-
5		/		-
6		/		-
7		/		-
8	/		CAZS 020	0.02
9	/		CAZS 021	0.80
10		/		-
11		/		-
12		/		-
13		/		-
14		/		-
15		/		-
16		/		-
17		/		-
18		/		-
19		/		-
20		/		-
21		/		-
22		/		-
23		/		-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ตัวอย่างดินที่	เชื้อ *Azospirillum*		Code No.	ความสามารถในการตรึงไนโตรเจน ($nmoleC_2H_4$/tube/hr)
	พบ	ไม่พบ		
24		/		-
25		/		-
26		/		-
27		/		-
28		/		-
29		/		-
30	/		CAZS 022	17.88
31		/		-
32		/		-
33		/		-
34		/		-
35	/		CAZS 023	0.02
36		/		-
37		/		-
38		/		-
39	/		CAZS 024	0.05
24		/		-
25		/		-
26		/		-
27		/		-
28		/		-
29		/		-
30		/		-
31		/		-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 16 การคัดแยกเชื้อ *Azospirillum* และความสามารถในการตรึงไนโตรเจนของเชื้อในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตัวอย่างดินที่	เชื้อ *Azospirillum*		Code No.	ความสามารถในการตรึงไนโตรเจน (nmoleC_2H_4/tube/hr)
	พบ	ไม่พบ		
1	/		NEAZS 025	0.05
			NEAZS 026	0.04
2		/		-
3		/		-
4		/		-
5		/		-
6	/		NEAZS 027	16.21
7		/		-
8	/		NEAZS 028	0.02
			NEAZS 029	0.01
9		/		-
10		/		-
11	/		NEAZS 030	0.07
			NEAZS 031	0.02
12		/		-
13	/		NEAZS 032	0.24
			NEAZS 033	0.09
14	/		NEAZS 034	-
15		/		-
16	/		NEAZS 035	0.14
			NEAZS 036	0.07
17		/		-
18	/		NEAZS 037	0.03

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ตัวอย่างดินที่	เชื้อ *Azospirillum*		Code No.	ความสามารถในการตรึงไนโตรเจน ($nmoleC_2H_4$/tube/hr)
	พบ	ไม่พบ		
19	/		NEAZS 038	0.61
20	/		NEAZS 039	0.23
21	/		NEAZS 040	0.07
			NEAZS 041	0.18
			NEAZS 042	0.01
22	/		NEAZS 043	0.06
			NEAZS 044	0.12
			NEAZS 045	0.12
23		/		-
24		/		-
25	/		NEAZS 046	0.24
26	/		NEAZS 047	0.13
			NEAZS 048	0.06
27	/		NEAZS 049	0.08
28	/		NEAZS 050	0.03
29		/		-
30		/		-
31	/		NEAZS 051	0.09

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.3 การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน

4.1.3.1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยวิธีวัดความขุ่น (optical density)

เนื่องจากจุลินทรีย์ที่แยกได้ในแต่ละภาคมีจำนวน isolate ที่มากจึงได้ทำการคัดเลือกเบื้องต้นด้วยการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเชื้อ โดยเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน 2 ชนิดคือ *Azotobacter* และ *Beijerinckia* ให้ได้ความเข้มข้น 10^8 cfu/ml. ในอาหารเหลวที่ปราศจากไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ ซึ่งจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ในอาหารชนิดนี้จะได้ไนโตรเจนจากการตรึงไนโตรเจนเท่านั้น การเปรียบเทียบใช้วิธีวัดความขุ่น (optical density) โดยเครื่อง spectrophotometer ที่ wave length 550 nm เมื่อเลี้ยงเชื้อนาน 7 วัน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 17 และ ตารางที่ 18

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ *Azotobacter* sp. (ค่า optical density)

ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินในภาคเหนือ		ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินภาคกลาง		ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
No. of sample	**optical density***	**No. of sample**	**optical density***	**No. of sample**	**optical density***
NAB 001	nd	CAB 001	nd	NEAB 001	0.09 rs
NAB 002	nd	CAB 002	0.39 c-h	NEAB 002	0.20 k-s
NAB 003	nd	CAB 003	nd	NEAB 003	0.29 g-l
NAB 004	nd	CAB 004	0.16 n-s	NEAB 004	0.26 h-o
NAB 005	nd	CAB 005	0.39 b-h	NEAB 005	0.19 k-s
NAB 006	nd	CAB 006	nd	NEAB 006	0.16 m-s
NAB 007	0.41 e-n	CAB 007	0.16 m-s	NEAB 007	0.20 k-s
NAB 008	nd	CAB 008	0.11 p-s	NEAB 008	0.27 g-n
NAB 009	0.51 d-i	CAB 009	0.53 ab	NEAB 009	0.31 g-k
NAB 010	1.45 a	CAB 010	0.32 f-l	NEAB 010	0.25 i-q
NAB 011	0.23 l-q	CAB 011	nd	NEAB 011	0.18 l-s
NAB 012	1.18 b	CAB 012	nd	NEAB 012	0.93 b

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินในภาคเหนือ		ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินภาคกลาง		ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
No. of sample	**optical density***	**No. of sample**	**optical density***	**No. of sample**	**optical density***
NAB 013	0.24 l-q	CAB 013	0.10 q-s	NEAB 013	1.18 a
NAB 014	nd	CAB 014	0.21 l-s	NEAB 014	0.21 k-s
NAB 015	0.54 d-h	CAB 015	nd	NEAB 015	0.28 g-m
NAB 016	0.22 m-q	CAB 016	nd	NEAB 016	0.20 k-s
NAB 017	nd	CAB 017	0.24 j-q	NEAB 017	0.56 d
NAB 018	0.62 de	CAB 018	nd	NEAB 018	nd
NAB 019	nd	CAB 019	nd	NEAB 019	nd
NAB 020	0.31 i-q	CAB 020	0.09 r-s	NEAB 020	0.22 j-r
NAB 021	nd	CAB 021	0.17 m-s	NEAB 021	0.14 o-s
NAB 022	0.31 i-q	CAB 022	0.29 g-m	NEAB 022	0.13 o-s
NAB 023	nd	CAB 023	0.16 m-s	NEAB 023	0.27 g-m
NAB 024	0.42 e-m	CAB 024	0.20 l-s	NEAB 024	0.15 n-s
NAB 025	nd	CAB 025	nd	NEAB 025	0.13 p-s
NAB 026	0.20 n-q	CAB 026	0.37 d-j	NEAB 026	nd
NAB 027	0.23 l-q	CAB 027	0.22 l-r	NEAB 027	nd
NAB 028	0.88 c	CAB 028	0.08 s	NEAB 028	nd
NAB 029	0.64 d	CAB 029	0.50 a-d	NEAB 029	0.20 k-s
NAB 030	1.39 a	CAB 030	0.46 a-f	NEAB 030	0.17m-s
NAB 031	1.03 bc	CAB 031	nd	NEAB 031	0.48 d-f
NAB 032	nd	CAB 032	nd	NEAB 032	0.39 e-g
NAB 033	nd	CAB 033	0.36 e-k	NEAB 033	0.60 cd
NAB 034	nd	CAB 034	nd	NEAB 034	nd
NAB 035	0.47 d-j	CAB 035	nd	NEAB 035	0.16 m-s

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินในภาคเหนือ		ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินภาคกลาง		ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
No. of sample	**optical density***	**No. of sample**	**optical density***	**No. of sample**	**optical density***
NAB 036	nd	CAB 036	0.58 a	NEAB 036	0.16 m-s
NAB 037	nd	CAB 037	0.24 i-p	NEAB 037	0.98 b
NAB 038	0.20 n-q	CAB 038	0.13 p-s	NEAB 038	0.19 k-s
NAB 039	nd	CAB 039	0.22 l-r	NEAB 039	0.15 m-s
NAB 040	0.26 l-q	CAB 040	nd	NEAB 040	0.12 q-s
NAB 041	0.22 m-q	CAB 041	0.22 k-r	NEAB 041	0.14 n-s
NAB 042	0.40 f-o	CAB 042	0.57 a	NEAB 042	0.38 e-h
NAB 043	0.25 l-q	CAB 043	0.37 d-j	NEAB 043	0.70 c
NAB 044	nd	CAB 044	0.15 n-s	NEAB 044	0.50 de
NAB 045	nd	CAB 045	0.47 a-e	NEAB 045	0.34 g-j
NAB 046	0.40 f-o	CAB 046	0.38 d-i	NEAB 046	nd
NAB 047	0.23 l-q	CAB 047	0.23 k-q	NEAB 047	0.09 s
NAB 048	0.46 d-k	CAB 048	nd	NEAB 048	nd
NAB 049	0.15 g	CAB 049	0.26 h-o	NEAB 049	nd
NAB 050	nd	CAB 050	nd	NEAB 050	nd
NAB 051	nd	CAB 051	0.14 o-s	NEAB 051	nd
NAB 052	nd	CAB 052	0.33 f-l	NEAB 052	0.14 o-s
NAB 053	nd	CAB 053	nd	NEAB 053	nd
NAB 054	nd	CAB 054	0.16 m-s	NEAB 054	0.19 k-s
NAB 055	nd	CAB 055	0.43 b-g	NEAB 055	nd
NAB 056	nd	CAB 056	0.52 a-c	NEAB 056	0.35 g-I
NAB 057	0.18 pq	CAB 057	0.28 h-n	NEAB 057	0.25 i-p
NAB 058	0.36h-p	CAB 058	0.45 a-f	NEAB 058	0.37 f-I
NAB 059	0.43 e-l	CAB 059	nd	-	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินในภาคเหนือ		ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินภาคกลาง		ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
No. of sample	**optical density***	**No. of sample**	**optical density***	**No. of sample**	**optical density***
NAB 060	nd	CAB 060	nd	-	-
NAB 061	0.28 j-q	-	-	-	-
NAB 062	nd	-	-	-	-
NAB 063	0.36 g-p	-	-	-	-
NAB 064	0.33 i-q	-	-	-	-
NAB 065	nd	-	-	-	-
NAB 066	0.23 l-q	-	-	-	-
NAB 067	nd	-	-	-	-
NAB 068	nd	-	-	-	-
NAB 069	nd	-	-	-	-
NAB 070	nd	-	-	-	-
NAB 071	0.35 h-q	-	-	-	-
NAB 072	0.29 j-q	-	-	-	-
NAB 073	nd	-	-	-	-
NAB 074	0.64 d	-	-	-	-
NAB 075	0.26 k-q	-	-	-	-
NAB 076	0.30 i-q	-	-	-	-
NAB 077	nd	-	-	-	-
NAB 078	0.59 d-f	-	-	-	-
NAB 079	0.57 d-g	-	-	-	-
NAB 080	nd	-	-	-	-
NAB 081	0.20 o-q	-	-	-	-
NAB 082	0.28 j-q	-	-	-	-
NAB 083	0.29 j-q	-	-	-	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินในภาคเหนือ		ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินภาคกลาง		ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
No. of sample	**optical density***	**No. of sample**	**optical density***	**No. of sample**	**optical density***
NAB 084	nd	-	-	-	-
NAB 085	0.35 h-q	-	-	-	-
NAB 086	nd	-	-	-	-
NAB 087	0.26 k-q	-	-	-	-
NAB 088	nd	-	-	-	-
NAB 089	0.40 f-o	-	-	-	-
NAB 090	0.21 n-q	-	-	-	-
NAB 091	nd	-	-	-	-
NAB 092	0.22m-q	-	-	-	-
NAB 093	nd	-	-	-	-
CV(%)	0.45		0.55		0.42

หมายเหตุ : ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

[1] nd = not determined

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ *Beijerinckia* sp. (ค่า optical density)

ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินในภาคเหนือ		**ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินภาคกลาง**		**ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**	
No. of sample	**Optical density***	**No. of sample**	**optical density***	**No. of sample**	**Optical density***
NBJ 001	nd	CBJ 001	nd	NEBJ 001	nd
NBJ 002	0.22 b	CBJ 002	1.01 a	NEBJ 002	nd
NBJ 003	nd	CBJ 003	nd	NEBJ 003	0.08 f
NBJ 004	0.14 b	CBJ 004	nd	NEBJ 004	nd
NBJ 005	nd	CBJ 005	0.16 c	NEBJ 005	0.11 ef
NBJ 006	nd	CBJ 006	nd	NEBJ 006	0.28 b-e
NBJ 007	1.39 a	CBJ 007	nd	NEBJ 007	0.37 bc
NBJ 008	nd	CBJ 008	nd	NEBJ 008	nd
NBJ 009	nd	CBJ 009	nd	NEBJ 009	0.66 a
NBJ 010	0.14 b	CBJ 010	0.15 c	NEBJ 010	0.25 b-f
NBJ 011	0.11 b	CBJ 011	0.30 bc	NEBJ 011	0.13 d-f
NBJ 012	nd	CBJ 012	0.15 c	NEBJ 012	0.23 b-f
NBJ 013	0.20 b	CBJ 013	0.12 c	NEBJ 013	0.40 b
NBJ 014	0.18 b	CBJ 014	0.22 bc	NEBJ 014	nd
NBJ 015	nd	CBJ 015	0.19 c	NEBJ 015	0.20 c-f
NBJ 016	nd	CBJ 016	0.09 c	NEBJ 016	0.26 b-f
NBJ 017	nd	CBJ 017	0.43 b	NEBJ 017	0.19 c-f
NBJ 018	0.19 b	-	-	NEBJ 018	0.29 b-d
NBJ 019	0.16 b	-	-	NEBJ 019	0.33 bc
NBJ 020	0.34 b	-	-	NEBJ 020	0.41 b
-	-	-	-	NEBJ 021	0.29 b-d
-	-	-	-	NEBJ 022	nd

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินในภาคเหนือ		ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินภาคกลาง		ตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
No. of sample	**Optical density***	**No. of sample**	**optical density***	**No. of sample**	**Optical density***
-	-	-	-	NEBJ 023	nd
-	-	-	-	NEBJ 024	nd
-	-	-	-	NEBJ 025	nd
-	-	-	-	NEBJ 026	nd
-	-	-	-	NEBJ 027	nd
-	-	-	-	NEBJ 028	nd
-	-	-	-	NEBJ 029	nd
-	-	-	-	NEBJ 030	nd
-	-	-	-	NEBJ 031	nd
-	-	-	-	NEBJ 032	nd
CV(%)	17.08		3.39		1.83

หมายเหตุ : ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

[1] nd = not determined

จากนั้นทำการเลือก isolate ที่มีการเจริญเติบโตสูง (มีค่าความขุ่นมาก) ใน 10 อันดับแรกของเชื้อในแต่ละภาค โดยกลุ่มที่เจริญในอาหารสำหรับ *Azotobacter* ได้ผลดังนี้คือ ในภาคเหนือประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ NAB012, NAB010, NAB030, NAB031, NAB028, NAB029, NAB074, NAB018, NAB078, และNAB079 ภาคกลางประกอบด้วย CAB036, CAB042, CAB009, CAB056, CAB029, CAB045, CAB058, CAB030, CAB055 และCAB005 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือประกอบด้วย NEAB013, NEAB037, NEAB012, NEAB043, NEAB033, NEAB017, NEAB044, NEAB031, NEAB032 และ NEAB042

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับจุลินทรีย์ในกลุ่ม Beijerinckia มีดังนี้คือ ภาคเหนือประกอบด้วย NBJ007, NBJ020,NBJ002, NBJ013, NBJ018, NBJ004, NBJ010, NBJ011, NBJ014, และNBJ019 ภาคกลางประกอบด้วย CBJ002, CBJ017, CBJ011, CBJ015, CBJ005, CBJ010, CBJ012, CBJ013, และCBJ016 และภาคตะวันออกเฉียงเหนือประกอบด้วย NEBJ009, NEBJ020, NEBJ013, NEBJ007, NEBJ019, NEBJ021, NEBJ018, NEBJ006, NEBJ010 และ NEBJ016

4.1.3.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของเชื้อแบคทีเรีย โดยวิธี Acetylene Reduction Assay (ARA)

เมื่อได้เชื้อที่มีความสามารถในการเจริญเติบโตสูงที่สุด 10 อันดับแรกในแต่ละภาค โดยเปรียบเทียบด้วยวิธีวัดความขุ่นในการทดลองข้างต้นแล้ว จึงทำการทดสอบประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนอีกครั้งโดยทำการวัดการตรึงไนโตรเจนของเชื้อโดยวิธี Acetylene Reduction Assay (ARA) ตามวิธีของ Weaver and Danso (1994) โดยทำการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์บน slant agar ในหลอดทดลองแล้วบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 9 วันพบว่า จุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารสำหรับ *Azotobacter* ทุก isolate มีประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่รวบรวมได้จากดินในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยในภาคเหนือเชื้อจุลินทรีย์มีประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 0.95 ถึง 2.10 lognmoleC_2H_4/tube/hr ซึ่ง isolate NAB 012 มีแนวโน้มในการตรึงไนโตรเจนได้สูงสุดคือ 2.10 lognmoleC_2H_4/tube/hr ส่วนในภาคกลางมีประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.92 lognmoleC_2H_4/tube/hr และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนระหว่าง 1.01 ถึง 1.47 lognmoleC_2H_4/tube/hr (ตารางที่ 19)

สำหรับจุลินทรีย์ในกลุ่มที่เจริญในอาหารสำหรับ *Beijerinckia* มีแนวโน้มเช่นเดียวกับ *Azotobacter* กล่าวคือประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่รวบรวมได้จากดินในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยในภาคเหนือเชื้อจุลินทรีย์มีประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 0.34 ถึง 2.48 lognmoleC_2H_4/tube/hr ซึ่ง isolate NBJ007 มีแนวโน้มในการตรึงไนโตรเจนได้สูงสุดคือ 2.48 lognmoleC_2H_4/tube/hr ส่วนในภาคกลางมีประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 1.50 lognmoleC_2H_4/tube/hr และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนระหว่าง 0.07 ถึง 1.14 lognmoleC_2H_4/tube/hr (ตารางที่ 20) ส่วนเชื้อ *Azospirillum*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพด้วยวิธี ARA ไปแล้วในการทดลองที่ 4.1.2.3 โดยมีปริมาณการตรึงไนโตรเจนของเชื้อในแต่ละภาคโดยสรุปดังตารางที่ 21

ตารางที่ 19 แสดงปริมาณการตรึงไนโตรเจนของเชื้อจุลินทรีย์ *Azotobacter* sp. (lognmole C_2H_4 / tube / hr) ที่คัดเลือกจากตัวอย่างดินภาคละ 10 ตัวอย่าง

Code No.	ภาคเหนือ	Code No.	ภาคกลาง	Code No.	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
NAB 012	2.10	CAB 036	0.21	NEAB 013	0.54
NAB 010	1.67	CAB 042	0.71	NEAB 037	0.72
NAB 030	1.15	CAB 009	1.06	NEAB 012	0.89
NAB 031	1.19	CAB 056	1.18	NEAB 043	0.90
NAB 028	1.23	CAB 029	1.49	NEAB 033	1.44
NAB 029	1.18	CAB 045	1.06	NEAB 017	0.65
NAB 074	1.39	CAB 058	1.15	NEAB 044	1.47
NAB 018	1.35	CAB 030	1.38	NEAB 031	1.01
NAB 078	1.27	CAB 055	0.94	NEAB 032	1.03
NAB 079	0.95	CAB 005	0.94	NEAB 042	0.57
Mean	1.36		1.01		0.90
F-test	ns		ns		ns
%CV	46.66		67.99		66.46

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 20 แสดงปริมาณการตรึงไนโตรเจนของเชื้อจุลินทรีย์ *Beijerinckia* sp. (lognmole C_2H_4 / tube / hr) ที่คัดเลือกจากตัวอย่างดินภาคละ 10 ตัวอย่าง

Code No.	**ภาคเหนือ**	**Code No.**	**ภาคกลาง**	**Code No.**	**ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**
NBJ 007	2.48 a	CBJ 002	0.92	NEBJ 009	1.27
NBJ 020	1.07 b	CBJ 017	0.85	NEBJ 020	0.01
NBJ 002	0.85 b	CBJ 011	0.78	NEBJ 013	0.61
NBJ 013	0.26 b	CBJ 014	0.72	NEBJ 007	0.99
NBJ 018	0.41 b	CBJ 015	0.71	NEBJ 019	1.05
NBJ 004	0.18 b	CBJ 005	0.73	NEBJ 021	0.77
NBJ 010	0.34 b	CBJ 010	0.79	NEBJ 018	0.01
NBJ 011	0.34 b	CBJ 012	0.02	NEBJ 006	1.14
NBJ 014	0.64 b	CBJ 013	1.02	NEBJ 010	0.07
NBJ 019	0.36 b	CBJ 016	1.50	NEBJ 016	1.05
Mean	0.72		0.80		0.69
F-test	*		ns		ns
%CV	45.15		72.22		80.38

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 21 แสดงปริมาณการตรึงไนโตรเจนของเชื้อจุลินทรีย์ *Azospirillum* sp. (nmole C_2H_4/ tube / hr) ที่คัดเลือกได้จากตัวอย่างดิน

Code No.	ภาคเหนือ	Code No.	ภาคกลาง	Code No.	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
NAZS001	1.35	CAZS 019	0.05	NEAZS 025	0.05
NAZS002	0.07	CAZS 020	0.02	NEAZS 026	0.04
NAZS003	0.06	CAZS 021	0.80	NEAZS 027	16.21
NAZS004	17.76	CAZS 022	17.88	NEAZS 028	0.03
NAZS005	0.02	CAZS 023	0.02	NEAZS 029	0.01
NAZS006	0.03	CAZS 024	0.05	NEAZS 030	0.07
NAZS007	0.05	-	-	NEAZS 031	0.02
NAZS008	0.03	-	-	NEAZS 032	0.24
NAZS009	0.16	-	-	NEAZS 033	0.10
NAZS010	16.60	-	-	NEAZS 035	0.14
NAZS011	0.03	-	-	NEAZS 036	0.07
NAZS012	0.11	-	-	NEAZS 037	0.03
NAZS013	0.17	-	-	NEAZS 038	0.61
NAZS014	0.08	-	-	NEAZS 039	0.23
NAZS015	0.10	-	-	NEAZS 040	0.07
NAZS016	0.13	-	-	NEAZS 041	0.18
NAZS017	4.31	-	-	NEAZS 042	0.01
NAZS018	0.14	-	-	NEAZS 043	0.06

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 21 (ต่อ)

Code No.	ภาคเหนือ	Code No.	ภาคกลาง	Code No.	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
-	-	-	-	NEAZS 044	0.12
-	-	-	-	NEAZS 045	0.12
-	-	-	-	NEAZS 046	0.24
-	-	-	-	NEAZS 047	0.13
-	-	-	-	NEAZS 048	0.06
-	-	-	-	NEAZS 049	0.08
-	-	-	-	NEAZS 050	0.03
-	-	-	-	NEAZS 051	0.10

4.2 ทดสอบประสิทธิภาพและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนในกระบวนการผลิตปุ๋ย

ทดสอบประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ในปุ๋ยหมัก โดยทำการคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนดีที่สุดในกลุ่มจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อ *Azotobacter, Beijeinnckia* และ *Azospirillum* กลุ่มละ 1 isolate สำหรับปลูกเชื้อ (inoculate) ลงในปุ๋ยหมักที่ปรับความชื้นเป็น 2 ระดับ คือ 60% และ 80% WHC ใส่เชื้อเริ่มต้นที่ประมาณ 10^8 cfu / g dry compost แบ่งออกเป็น ใส่เชื้อเดี่ยว ใส่รวมกัน 2 เชื้อ และใส่รวมกัน 3 เชื้อ บ่มทิ้งไว้ แล้วเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์หา ไนโตรเจน การเปลี่ยนแปลง pH และปริมาณการตรึงไนโตรเจนทุก 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ พบว่าการบ่มเชื้อที่ความชื้น 80% ทำให้ปริมาณไนโตรเจนโดยเฉลี่ยสูงกว่าที่ 60% โดยปริมาณไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.4% ในส่วนของประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนพบว่า ปุ๋ยหมักที่ความชื้น 60% มีแนวโน้มสูงกว่า 80% โดยเฉพาะในสัปดาห์ที่ 8 ที่ตรึงไนโตรเจนได้ 12.43 nmoleC_2H_4 / g dw /hr โดยค่า pH เปลี่ยนแปลงไม่มากนักถึงแม้ว่าจะบ่มเชื้อไว้นานก็ตาม (ตารางที่ 22) เมื่อแยกดูในแต่ละความชื้นการบ่มปุ๋ยหมักร่วมกับจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนทั้ง 3 กลุ่ม ทั้งเชื้อเดี่ยวและเชื้อผสม ทำให้ปุ๋ยหมักมีปริมาณไนโตรเจน และการตรึงไนโตรเจนไม่ต่างกันมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มีปริมาณลดลงเมื่อบ่มนานขึ้น ทั้ง *Azotobacter* , *Beijerinckia* ยกเว้น *Azospirillum* ที่พบในปริมาณที่มากกว่า รวมทั้งยังพบเชื้อนี้ในปุ๋ยหมักที่ไม่ได้ใส่เชื้อด้วย ทั้งนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เพราะเชื้อ *Azospirillum* เป็นเชื้อ endophyte ที่ต้องการออกซิเจนน้อยในการเจริญเติบโต ซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ในเนื้อเยื่อพืชติดมากับซากพืชที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก จึงทำให้พบการตรึงไนโตรเจนด้วย อย่างไรก็ตามปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนในปุ๋ยหมักที่บ่มในความชื้น 60% WHC มีแนวโน้มสูงกว่าที่ความชื้น 80%WHC (ตารางที่ 25)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 22 เปรียบเทียบระดับความชื้นที่เหมาะสมต่อการบ่มเชื้อจุลินทรีย์ในปุ๋ยหมัก ที่มีผลต่อค่า pH , ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณการตรึงไนโตรเจนของจุลินทรีย์ ในปุ๋ยหมักที่ได้ จากการเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์

ระดับความชื้น (%)	**ค่า pH**				**ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%)**				**ปริมาณการตรึงไนโตรเจน (nmoleC_2H_4/gdwt/hr)**			
	2 week	**4 week**	**6 week**	**8 week**	**2 week**	**4 week**	**6 week**	**8 week**	**2 week**	**4 week**	**6 week**	**8 week**
60 %	6.26 a	6.18 a	6.08 a	6.01 b	0.37 b	0.36 b	0.37 b	0.43 a	6.53 a	9.20	6.43	12.43 a
80 %	6.04 b	5.97 b	5.89 b	6.19 a	0.41 a	0.39 a	0.40 a	0.38 b	2.99 b	8.56	6.72	10.67 b
Mean	6.15	6.07	5.98	6.10	0.39	0.38	0.39	0.40	4.76	8.88	6.58	11.55
F-test	**	**	**	**	**	**	*	**	**	ns	ns	*
C.V. (%)	0.7	0.3	0.3	0.5	5.5	8.3	10.5	7.0	81.0	15.9	22.9	25.9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ยทั้งหมดของ pH , ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณการตรึงไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในปุ๋ยหมักหลังจากใส่เชื้อจุลินทรีย์เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	ค่า pH				ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%)				ปริมาณการตรึงไนโตรเจน (n moleC_2H_4/gdwt/hr)			
	2 week	4 week	6 week	8 week	2 week	4 week	6 week	8 week	2 week	4 week	6 week	8 week
1. ปุ๋ยหมัก + NAB012	6.16 a	6.08 b	6.02 a	6.14 a	0.38 ab	0.38 ab	0.39	0.42	8.98 ab	9.33	6.76	9.64
2. ปุ๋ยหมัก + NBJ007	6.16 a	6.11 abc	6.00 a	6.13 a	0.38 ab	0.41 a	0.39	0.40	11.37 a	9.40	6.67	11.17
3. ปุ๋ยหมัก + CAZS022	6.20 a	6.12 a	6.02 a	6.10 a	0.39ab	0.40 a	0.38	0.40	2.93 b	9.30	7.19	12.87
4. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + NBJ007	6.15 ab	6.10 abc	6.01 a	6.12 a	0.39 ab	0.39 a	0.38	0.39	2.93 b	7.89	6.42	12.19
5. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + CAZS022	6.19 a	6.11 abc	6.01 a	6.13 a	0.36 c	0.37 ab	0.38	0.40	3.41 b	8.74	5.40	12.02
6. ปุ๋ยหมัก + NBJ007 + CAZS022	6.19 a	6.11 abc	6.01 a	6.13 a	0.39ab	0.37 ab	0.39	0.40	2.80 b	9.11	5.66	11.07
7. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + NBJ007 + CAZS022	6.07 b	5.99 c	5.90 b	6.03 b	0.41 a	0.38 ab	0.38	0.40	2.41 b	8.14	7.97	12.95
8. ปุ๋ยหมัก	6.06 b	5.98 c	5.89 b	6.03 b	0.40ab	0.35 b	0.40	0.39	3.26 b	9.15	6.55	10.51
Mean	6.15	6.07	5.98	6.10	0.39	0.38	0.39	0.40	4.76	8.88	6.58	11.55
F-test	*	**	**	**	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	0.7	0.3	0.3	0.5	5.5	8.3	10.5	7.0	81.0	15.9	22.9	25.9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 24 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความชื้นและการใส่เชื้อจุลินทรีย์ในปุ๋ยหมักที่มีผลต่อค่า pH , ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณการตรึงไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในระยะต่างๆ

ระดับความชื้น	ตำรับการทดลอง	ค่า pH				ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%)				ปริมาณการตรึงไนโตรเจน (n moleC_2H_4/gdwt/hr)			
		2 week	4 week	6 week	8 week	2 week	4 week	6 week	8 week	2 week	4 week	6 week	8 week
60 %	1. ปุ๋ยหมัก + NAB012	6.32 a	6.21 b	6.16 a	6.00	0.36	0.35	0.41	0.40 b	13.85 a	9.94	6.27	9.09
	2. ปุ๋ยหมัก + NBJ007	6.33 a	6.23 ab	6.12 a	6.02	0.34	0.38	0.39	0.43 ab	18.58 a	9.27	5.94	10.42
	3. ปุ๋ยหมัก + CAZS022	6.36 a	6.25 a	6.13 a	5.98	0.37	0.37	0.37	0.46 a	4.10 b	9.45	6.93	13.47
	4. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + NBJ007	6.30 a	6.24 ab	6.14 a	6.01	0.36	0.39	0.36	0.44 ab	3.60 b	7.51	6.29	15.20
	5. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + CAZS022	6.32 a	6.24 a	6.13 a	6.02	0.35	0.35	0.32	0.43 ab	4.14 b	9.05	6.51	14.85
	6. ปุ๋ยหมัก + NBJ007 + CAZS022	6.29 a	6.24 a	6.13 a	6.02	0.38	0.36	0.41	0.44 ab	2.87 b	9.67	4.98	10.45
	7. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + NBJ007 + CAZS022	6.08 b	5.99 c	5.91 b	6.02	0.40	0.38	0.37	0.41 ab	1.44 b	8.84	8.16	14.71
	8. ปุ๋ยหมัก	6.04 b	5.99 c	5.90 b	6.01	0.37	0.34	0.38	0.40 b	3.67 b	9.89	6.40	11.29
	Mean	6.26	6.18	6.08	6.01	0.37	0.36	0.37	0.43	6.53	9.20	6.43	12.43
	F-test	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**	*	ns	ns	ns
	C.V. (%)	0.7	0.3	0.3	0.5	5.5	8.3	10.5	7.0	81.0	15.9	22.9	25.9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ระดับความชื้น	ตำรับการทดลอง	ค่า pH				ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%)				ปริมาณการตรึงไนโตรเจน (n moleC_2H_4/gdwt/hr)			
		2 week	4 week	6 week	8 week	2 week	4 week	6 week	8 week	2 week	4 week	6 week	8 week
80 %	1. ปุ๋ยหมัก + NAB012	6.00 b	5.96 b	5.88	6.27 a	0.39	0.42	0.38	0.43 a	4.10	8.71	7.25	10.19
	2. ปุ๋ยหมัก + NBJ007	5.99 b	5.98 ab	5.88	6.24 a	0.43	0.43	0.39	0.37 bc	4.16	9.53	7.41	11.93
	3. ปุ๋ยหมัก + CAZS022	6.04 ab	5.99 a	5.90	6.22 a	0.41	0.43	0.40	0.34 c	1.77	9.15	7.46	12.27
	4. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + NBJ007	6.00 b	5.96 ab	5.88	6.23 a	0.42	0.40	0.39	0.35 bc	2.25	8.26	6.54	9.18
	5. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + CAZS022	6.07 ab	5.97 ab	5.89	6.25 a	0.37	0.38	0.43	0.38 bc	2.67	8.44	4.30	9.18
	6. ปุ๋ยหมัก + NBJ007 + CAZS022	6.03 ab	5.98 ab	5.89	6.25 a	0.40	0.37	0.38	0.36 bc	2.73	8.54	6.34	11.69
	7. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + NBJ007 + CAZS022	6.07 ab	5.98 ab	5.89	6.04 b	0.42	0.38	0.40	0.40 ab	3.38	7.44	7.78	11.19
	8. ปุ๋ยหมัก	6.08 a	5.98 ab	5.88	6.04 b	0.42	0.35	0.42	0.38 abc	2.86	8.40	6.70	9.73
	Mean	6.04	5.97	5.89	6.19	0.41	0.39	0.40	0.38	2.99	8.56	6.72	10.67
	F-test	**	**	ns	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
	C.V. (%)	0.7	0.3	0.3	0.5	5.5	8.3	10.5	7.0	81.0	15.9	22.9	25.9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบระดับความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในปุ๋ยหมักที่ได้จากการเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์

ระดับความชื้น (%)	***Azotobacter* sp. (log cfu.g dry compost^{-1})**				***Beijerinckia* sp. (log cfu.g dry compost^{-1})**				***Azospirillum* sp. (log cfu.g dry compost^{-1})**			
	2 week	**4 week**	**6 week**	**8 week**	**2 week**	**4 week**	**6 week**	**8 week**	**2 week**	**4 week**	**6 week**	**8 week**
60 %	3.29 a	2.93	1.42	1.01	3.61 a	0.44	0.94	0	1.55 b	2.78 a	4.19 a	1.79 a
80 %	0.72 b	2.31	1.27	0.90	2.01 b	0.47	0.50	0	1.94 a	2.01 b	2.69 b	1.08 b
Mean	2.01	2.62	1.34	0.95	2.81	0.46	0.72	0	1.75	2.40	3.44	1.43
F-test	**	ns	ns	ns	*	ns	ns	-	**	**	**	**
C.V. (%)	56.0	41.1	115.5	157.4	54.9	242.0	146.2	-	6.3	12.8	3.1	5.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 26 แสดงค่าเฉลี่ยทั้งหมดของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนในปุ๋ยหมักหลังจากบ่มเชื้อจุลินทรีย์เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	***Azotobacter* sp.** (log cfu.g dry compost^{-1})				***Beijerinckia* sp.** (log cfu.g dry compost^{-1})				***Azospirillum* sp.** (log cfu.g dry compost^{-1})			
	2 week	**4 week**	**6 week**	**8 week**	**2 week**	**4 week**	**6 week**	**8 week**	**2 week**	**4 week**	**6 week**	**8 week**
1. ปุ๋ยหมัก + NAB012	2.93 a	3.24 ab	3.16 a	1.36	-	-	-	-	-	-	-	-
2. ปุ๋ยหมัก + NBJ007	-	-	-	-	2.01	1.12	1.49 a	0	-	-	-	-
3. ปุ๋ยหมัก + CAZS022	-	-	-	-	-	-	-	-	1.90 a	2.54 ab	4.34 a	2.23 a
4. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + NBJ007	3.04 a	3.40 ab	2.13 ab	0.84	4.02	0.42	0.42 ab	0	-	-	-	-
5. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + CAZS022	1.19 ab	4.04 a	1.06 bc	1.38	-	-	-	-	2.13 a	3.03 a	2.80 b	2.18 a
6. ปุ๋ยหมัก + NBJ007 + CAZS022	-	-	-	-	3.65	0.74	1.70 a	0	1.99 a	2.63 ab	2.80 b	1.23 b
7. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + NBJ007 + CAZS022	2.88 a	2.42 b	0.37 bc	1.20	2.67	0.00	0.00 b	0	1.73 b	2.22 b	2.94 b	0.79 c
8. ปุ๋ยหมัก	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.00	1.73	0.00	0.00 b	0	0.98 c	1.56 c	4.34 a	0.73 c
Mean	2.01	2.62	1.34	0.95	2.81	0.46	0.72	0	1.75	2.40	3.44	1.43
F-test	*	**	*	ns	ns	ns	*	-	**	**	**	**
C.V. (%)	56.0	41.1	115.5	157.4	54.9	242.0	146.2	-	6.3	12.8	3.1	5.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 27 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความชื้นและการใส่เชื้อจุลินทรีย์ในปุ๋ยหมักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระยะต่างๆ

ระดับความชื้น	ตำรับการทดลอง	*Azotobacter* sp. (log cfu.g dry compost^{-1})				*Beijerinckia* sp. (log cfu.g dry compost^{-1})				*Azospirillum* sp. (log cfu.g dry compost^{-1})			
		2 week	4 week	6 week	8 week	2 week	4 week	6 week	8 week	2 week	4 week	6 week	8 week
60 %	1. ปุ๋ยหมัก + NAB012	5.03 a	3.80	3.05	2.71	-	-	-	-	-	-	-	-
	2. ปุ๋ยหมัก + NBJ007	-	-	-	-	2.95	0.74	2.15	0	-	-	-	-
	3. ปุ๋ยหมัก + CAZS022	-	-	-	-	-	-	-	-	1.91 a	2.68	4.19	3.58 a
	4. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + NBJ007	4.29ab	3.15	2.25	0.84	3.85	0.00	0.00	0	-	-	-	-
	5. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + CAZS022	2.38 b	4.15	1.07	0.74	-	-	-	-	1.58 b	3.39	4.19	2.48 a
	6. ปุ๋ยหมัก + NBJ007 + CAZS022	-	-	-	-	3.55	1.48	2.55	0	1.58 b	3.39	4.19	1.58 c
	7. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + NBJ007 + CAZS022	4.76 a	3.56	0.74	0.74	4.26	0.00	0.00	0	1.58 b	2.76	4.19	0.71 d
	8. ปุ๋ยหมัก	0.00 c	0.00	0.00	0.00	3.46	0.00	0.00	0	1.09 c	1.71	4.19	0.58 d
	Mean	3.29	2.93	1.42	1.01	3.61	0.44	0.94	0	1.55	2.78	4.19	1.79
	F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	**	ns	ns	**
	C.V. (%)	56.0	41.1	115.5	157.4	54.9	242.0	146.2	-	6.3	12.8	3.1	5.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 27 (ต่อ)

ระดับความชื้น	ตำรับการทดลอง	*Azotobacter* sp. (log cfu.g dry compost^{-1})				*Beijerinckia* sp. (log cfu.g dry compost^{-1})				*Azospirillum* sp. (log cfu.g dry compost^{-1})			
		2 week	4 week	6 week	8 week	2 week	4 week	6 week	8 week	2 week	4 week	6 week	8 week
80 %	1. ปุ๋ยหมัก + NAB012	0.84	2.68	3.27	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
	2. ปุ๋ยหมัก + NBJ007	-	-	-	-	1.07	1.51	0.84	0	-	-	-	-
	3. ปุ๋ยหมัก + CAZS022	-	-	-	-	-	-	-	-	1.88 c	2.40	4.49 a	0.88 b
	4. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + NBJ007	1.78	3.65	2.01	0.84	4.18	0.84	0.84	0	2.68 a	2.68	1.41 c	1.88 a
	5. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + CAZS022	0.00	3.94	1.04	2.01	-	-	-	-	-	-	-	-
	6. ปุ๋ยหมัก + NBJ007 + CAZS022	-	-	-	-	3.75	0.00	0.84	0	2.40 b	1.88	1.40 c	0.88 b
	7. ปุ๋ยหมัก + NAB012 + NBJ007 + CAZS022	1.00	1.27	0.00	1.66	1.07	0.00	0.00	0	1.88 c	1.68	1.68 b	0.88 b
	8. ปุ๋ยหมัก	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.88 d	1.41	4.49 a	0.88 b
	Mean	0.72	2.31	1.27	0.90	2.01	0.47	0.50	0	1.94	2.01	2.69	1.08
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	**	ns	**	**
	C.V. (%)	56.0	41.1	115.5	157.4	54.9	242.0	146.2	-	6.3	12.8	3.1	5.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 ทดสอบประสิทธิภาพและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ในกระบวนการผลิตปุ๋ย

จากผลการศึกษาพบว่าความอยู่รอดของจุลินทรีย์โดยเฉพาะจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนในปุ๋ยหมักมีปริมาณน้อย ซึ่งคาดว่าอาจเกิดจากปริมาณสารประกอบคาร์บอนที่เป็นประโยชน์ในปุ๋ยหมักไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ จึงได้ทำการทดลองเพิ่มเติมโดยการเพิ่มกากน้ำตาล (molasses) ลงไปในปุ๋ยหมัก เพื่อให้จุลินทรีย์ใช้เป็นแหล่งคาร์บอนในการเจริญเติบโต แล้วตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของปุ๋ยหมักและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หลังบ่มเป็นระยะๆ และได้ทำการทดสอบความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยหมักโดยการบ่มเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายโพแทสเซียม โดยใช้แร่เฟลด์สปาร์และจุลินทรีย์ย่อยละลายแร่เพื่อปลดปล่อยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ร่วมด้วย โดยการทดลองประกอบด้วยการทดสอบผลของน้ำตาลในปุ๋ยหมักที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อและไม่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อจากการบ่มจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่ม คือ จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนประกอบด้วย *Azotobacter* , *Azospirillum* และ *Beijerinckia* จุลินทรีย์ย่อยสลายหินฟอสเฟต และจุลินทรีย์ย่อยสลายแร่เฟลด์สปาร์ โดยมีตำรับการทดลองประกอบด้วย 14 ตำรับการทดลอง ดังนี้

ตำรับที่ 1. ปุ๋ยหมัก+molass+NAB012+NBJ007+CAZS022

ตำรับที่ 2. ปุ๋ยหมัก+molass+NEPS033+NEPS065

ตำรับที่ 3. ปุ๋ยหมัก+molass+NAB012+NBJ007+CAZS022 +NEPS033+NEPS065

ตำรับที่ 4. ปุ๋ยหมัก+molass+*bacillus*

ตำรับที่ 5. ปุ๋ยหมัก+molass+*bacillus*+$NaNO_3$

ตำรับที่ 6. ปุ๋ยหมัก+molass+$NaNO_3$

ตำรับที่ 7. ปุ๋ยหมัก+ molass

ตำรับที่ 8. ปุ๋ยหมัก+NAB012+NBJ007+CAZS022

ตำรับที่ 9. ปุ๋ยหมัก+NEPS033+NEPS065

ตำรับที่ 10. ปุ๋ยหมัก+NAB012+NBJ007+CAZS022 +NEPS033+NEPS065

ตำรับที่ 11. ปุ๋ยหมัก+*bacillus*

ตำรับที่ 12. ปุ๋ยหมัก+*bacillus*+$NaNO_3$

ตำรับที่ 13. ปุ๋ยหมัก+$NaNO_3$

ตำรับที่ 14. ปุ๋ยหมัก

โดย NAB012, NBJ007 และ CAZS022 เป็นเชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน , NEPS033 และ NEPS065 เป็นเชื้อราย่อยหินฟอสเฟต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำการเก็บตัวอย่างหลังจากบ่มนาน 2 และ 4 สัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์หาอัตราการตรึงไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ พร้อมทั้งตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่ม ผลการทดลองปรากฏดังนี้คือ

4.3.1 ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน

การประเมินการตรึงไนโตรเจนโดยวิธี Acetylene Reduction Assay (ARA) พบว่ามีเอทิลีนเกิดขึ้นทุกตำรับการทดลองแต่อยู่ในปริมาณที่น้อยมากโดยตำรับที่ใส่จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับกากน้ำตาลแล้วนึ่งฆ่าเชื้อก่อนใส่เชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน มีการตรึงไนโตรเจนได้สูงกว่าตำรับอื่นๆ คือ 0.67 nmoleC_2H_4/กรัมปุ๋ยแห้ง/ชั่วโมง ในสัปดาห์ที่ 2 ส่วนในสัปดาห์ที่ 4 อัตราการตรึงไนโตรเจนไม่แตกต่างกันโดยอยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.30 nmoleC_2H_4/กรัมปุ๋ยแห้ง/ชั่วโมง (ตารางที่ 28) สำหรับในปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่มีการนึ่งฆ่าเชื้อ พบว่ามีอัตราการตรึงไนโตรเจนโดยเฉลี่ยสูงกว่าในตำรับที่นึ่งฆ่าเชื้อ (ตารางที่ 29 และ 30) ในส่วนของจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน พบว่าในวัสดุที่นึ่งฆ่าเชื้อมีปริมาณจุลินทรีย์มากกว่าไม่นึ่งฆ่าเชื้อโดยมี *Azospirilum* มากที่สุดอยู่ที่ประมาณ 10^3 เซลล์ต่อกรัมปุ๋ยแห้ง (ตารางที่ 31)

4.3.2 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพที่นึ่งฆ่าเชื้อและไม่นึ่งฆ่าเชื้อหลังจากหมัก 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่าปริมาณไนโตรเจนไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ยกเว้นในตำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายแร่เฟลด์สปาร์ที่ปริมาณไนโตรเจนลดลงค่อนข้างมาก (ตารางที่ 28 และ 29) แต่อย่างไรก็ตามโดยเฉลี่ยแล้วปุ๋ยหมักที่ไม่นึ่งฆ่าเชื้อมีอัตราการตรึงไนโตรเจนและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่าปุ๋ยหมักที่นึ่งฆ่าเชื้อ (ตารางที่ 30) ส่วนการใส่กากน้ำตาลนั้นไม่ทำให้อัตราการตรึงไนโตรเจนและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดแตกต่างกันมากนัก (ตารางที่ 32)

4.3.3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

การย่อยสลายหินฟอสเฟตหลังจากบ่มปุ๋ยหมักด้วยหินฟอสเฟตกับจุลินทรีย์พบว่ามีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปลดปล่อยออกมาแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือในปุ๋ยหมักที่บ่มด้วยเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายหินฟอสเฟตและจุลินทรีย์ย่อยสลายแร่เฟลด์สปาร์ ทำให้มีฟอสฟอรัสละลายออกมามากกว่าที่ไม่ใส่เชื้อทั้ง 2 ชนิด (ตารางที่ 28) โดยที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อบ่มปุ๋ยไว้นาน 4 สัปดาห์ แต่โดยเฉลี่ยแล้วการนึ่งและไม่นึ่งฆ่าเชื้อวัสดุก่อนบ่มด้วยจุลินทรีย์ไม่ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 30) และยังพบอีกว่าการบ่มปุ๋ยโดยไม่ใส่กากน้ำตาลมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากกว่าในตำรับที่ใส่น้ำตาล (ตารางที่ 32) ในส่วนของจุลินทรีย์ย่อยสลายหินฟอสเฟตนั้นพบว่า ใน 2 สัปดาห์แรกในวัสดุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ไม่นึ่งฆ่าเชื้อมีมากกว่าวัสดุที่นึ่งฆ่าเชื้อ แต่ในสัปดาห์ที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์ในวัสดุที่ไม่นึ่งฆ่าเชื้อมีปริมาณลดลง ส่วนในวัสดุที่นึ่งฆ่าเชื้อมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก โดยอยู่ที่ประมาณ 10^2 เซลล์ต่อกรัมปุ๋ยแห้ง (ตารางที่ 31) และการใส่น้ำตาลทำให้มีปริมาณเชื้อมากกว่าไม่ใส่น้ำตาล (ตารางที่ 33)

4.3.4 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีความแปรปรวนแตกต่างกันค่อนข้างมากทั้งในปุ๋ยหมักนึ่งฆ่าเชื้อและไม่นึ่งฆ่าเชื้อ (ตารางที่ 28 และ 29) แต่อย่างไรก็ตามปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยเฉลี่ยจะมีสูงสุดประมาณ 6.43% จากโพแทสเซียมทั้งหมด(TotalK) (แร่เฟลด์สปาร์มี Total K ประมาณ 8% K_2O) โดยเฉพาะในตำรับการทดลองที่ใส่กากน้ำตาล (ตารางที่ 32) ซึ่งนับว่ามีการปลดปล่อยไม่มากนัก

โดยสรุปแล้วการนึ่งฆ่าเชื้อและไม่นึ่งฆ่าเชื้อปุ๋ยหมักพบว่าการนึ่งฆ่าเชื้อไม่ช่วยทำให้มีอัตราการตรึงไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ดีกว่าการไม่นึ่งฆ่าเชื้อ (ตารางที่ 30) แต่การนึ่งฆ่าเชื้อวัสดุจะทำให้จุลินทรีย์ที่ใส่ลงไปส่วนใหญ่มีมากกว่าวัสดุที่ไม่นึ่งฆ่าเชื้อ (ตารางที่ 31)

ในการทดลองใส่กากน้ำตาล (molasses) เพื่อเพิ่มปริมาณแหล่งคาร์บอน (carbon source) ให้กับจุลินทรีย์พบว่า การใส่กากน้ำตาลไม่ทำให้ปริมาณการตรึงไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีมากกว่าไม่ใส่น้ำตาล แต่ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด (ตารางที่ 32) สำหรับผลของกากน้ำตาลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ พบว่ามีผลต่อจุลินทรีย์ย่อยสลายหินฟอสเฟต แต่ไม่มีผลต่อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน (ตารางที่ 33)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 28 ปริมาณการตรึงไนโตรเจน, ไนโตรเจนทั้งหมด, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ , pH และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ในปุ๋ยหมักที่นึ่งฆ่าเชื้อหลังจากบ่มเชื้อ

ตำรับการทดลอง	การตรึงไนโตรเจน (n moleC_2H_4/ gdwt / hr)		ไนโตรเจนทั้งหมด (%)		ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ($mg.kg^{-1}$)		pH		โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($mg.kg^{-1}$)	
	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์
1	0.67 a	0.30	0.56 ab	0.44 cd	3406.79 c	4760.65 c	7.14 e	7.17 c	1503.92 d	1698.99 de
2	0.34 b	0.26	0.54 abc	0.41 cde	4192.98 b	4832.10 c	7.15 e	7.55 a	1971.56 c	2128.31 abc
3	0.27 bcd	0.31	0.44 cd	0.49 abc	4265.27 b	4930.35 bc	7.73 a	7.22 c	2136.14 bc	2002.90 bcd
4	0.29 bc	0.27	0.35 de	0.35 ef	4337.56 b	4805.31 c	7.76 bc	7.54 a	2021.19 c	1972.43 cd
5	0.22 b-e	0.27	0.36 de	0.38 de	4265.27 b	4805.31 c	7.62 e	7.41 b	2163.14 bc	2291.15 abc
6	0.16 b-e	0.27	0.62 a	0.48 abc	3560.41 c	3474.49 e	7.08 d	7.13 c	2239.77 b	2523.66 a
7	0.06 de	0.29	0.52 abc	0.56 a	2819.40 d	3804.96 de	7.35 g	6.80 d	2456.61 a	2422.65 ab
8	0.05 de	0.22	0.52 abc	0.47 bc	4084.54 b	3796.03 de	6.48 f	6.44 ef	764.58 e	1433.38 e
9	0.07 cde	0.29	0.51 bc	0.48 abc	5033.39 a	3804.96 de	6.71 f	6.36 fg	660.08 ef	901.60 f
10	0.02 e	0.28	0.52 abc	0.42 cde	5042.42 a	5269.76 ab	6.61 f	6.48 e	720.17 e	702.75 f
11	0.02 e	0.22	0.31 e	0.28 f	5205.08 a	5251.89 ab	6.66 f	6.28 g	480.69 f	576.48 f
12	0.04 de	0.24	0.36 de	0.37 de	5196.05 a	5439.45 a	6.66 f	6.45 ef	518.13 f	618.28 f
13	0.03 e	0.26	0.56 ab	0.55 a	3560.41 c	4037.18 d	6.44 g	6.29 g	826.41 e	812.47 f
14	0.06 de	0.25	0.55 ab	0.53 ab	3515.23 c	4046.12 d	6.45 g	6.27 g	841.21 e	845.57 f
Mean	0.19	0.27	0.48	0.44	4177.49	4504.18	7.01	6.81	1378.83	1495.02
F-test	*	ns	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	49.5	17.1	12.3	9.2	5.5	5.2	1.0	0.9	7.6	16.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 29 ปริมาณการตรึงไนโตรเจน, ไนโตรเจนทั้งหมด, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ , pH และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ในปุ๋ยหมักที่ไม่นึ่งฆ่าเชื้อ หลังจากบ่มเชื้อ

ตำรับการทดลอง	การตรึงไนโตรเจน (n moleC_2H_4/ gdwt / hr)		ไนโตรเจนทั้งหมด (%)		ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg.kg^{-1})		pH		โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg.kg^{-1})	
	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์
1	0.42 a-d	0.78 cd	0.49 bc	0.61 ab	3672.34 de	3631.97 f	7.21 d	6.45 e	2385.83 bc	2293.96 a
2	0.43 a-d	0.74 d	0.43 cde	0.55 bc	3937.93 cd	4629.86 c	7.49 bc	6.93 a	2433.84 ab	2235.42 a
3	0.51 ab	0.00 f	0.44 b-e	0.52 c	4240.15 bc	4647.84 c	7.38 c	6.77 c	2345.14 bc	2286.80 a
4	0.45 abc	0.76 d	0.36 ef	0.38 d	3888.98 cd	4486.02 cd	7.53 b	6.82 ab	2293.76 bc	2024.67 a
5	0.48 ab	0.00 f	0.36 ef	0.38 d	4020.35 bcd	4486.04 cd	7.78 a	6.91 ab	2184.91 c	2167.59 a
6	0.45 abc	0.62 e	0.37 def	0.64 a	3956.24 cd	3667.93 f	7.87 a	6.54 d	2228.45 c	2471.47 a
7	0.54 a	0.00 f	0.50 bc	0.57 abc	3324.32 e	3573.69 f	7.53 b	6.61 d	2598.56 a	2068.22 a
8	0.18 e	0.62 e	0.54 abc	0.52 c	3855.50 cd	3802.78 ef	5.75 g	5.84 h	852.54 d	809.86 b
9	0.18 e	0.92 b	0.46 b-e	0.51 c	5275.05 a	4782.69 bc	6.04 e	6.00 g	712.33 d	737.58 b
10	0.28 b-e	0.00 f	0.47 bcd	0.52 c	5256.73 a	5277.14 a	6.08 e	6.10 f	706.24 d	735.85 b
11	0.16 e	0.98 b	0.28 f	0.31 d	5339.15 a	5151.28 ab	6.15 e	6.16 f	484.17 e	552.97 b
12	0.19 e	1.55 a	0.60 a	0.37 d	3988.72 cd	5313.10 a	5.83 fg	6.41 e	807.25 d	537.29 b
13	0.23 cde	0.89 bc	0.50 bc	0.56 abc	4414.16 b	4162.38 de	5.89 f	5.83 h	698.40 d	817.70 b
14	0.21 de	0.00 f	0.54 ab	0.55 bc	3589.91 de	4189.35 de	5.79 fg	5.81 h	722.78 d	739.33 b
Mean	0.34	0.56	0.45	0.50	4196.75	4413.15	6.74	6.37	1532.51	1462.75
F-test	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	49.5	17.1	12.3	9.2	5.5	5.2	1.0	0.9	7.6	16.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 30 เปรียบเทียบผลการบ่มเชื้อระหว่างในปุ๋ยหมักที่นึ่งฆ่าเชื้อและไม่นึ่งฆ่าเชื้อ

ปุ๋ยหมัก	การตรึงไนโตรเจน (n moleC_2H_4/ gdwt / hr)		ไนโตรเจนทั้งหมด (%)		ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยนช์ (mg.kg^{-1})		pH		โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg.kg^{-1})	
	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์
ไม่นึ่งฆ่าเชื้อ	0.34 a	0.56 a	0.45 a	0.54 a	4196.76	4413.15	7.01 a	6.81 a	1532.51 a	1462.75
นึ่งฆ่าเชื้อ	0.16 b	0.27 b	0.48 b	0.44 b	4177.49	4505.18	6.74 b	6.37 b	1378.83 b	1495.02
ค่าเฉลี่ย	0.25	0.41	0.47	0.47	4187.49	4458.67	6.88	6.59	1455.67	1478.89
F-Test	**	**	**	**	ns	ns	**	**	**	ns
C.V.(%)	49.5	17.1	12.3	9.2	5.5	5.2	1.0	0.9	7.6	16.1

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 31 เปรียบเทียบผลการบ่มเชื้อระหว่างในปุ๋ยหมักที่นึ่งฆ่าเชื้อและไม่นึ่งฆ่าเชื้อต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

ปุ๋ยหมัก	***Azotobacter*** (log cfu.g dry compost^{-1})		***Azospiriilum*** (log cfu.g dry compost^{-1})		***Beijerinckia*** (log cfu.g dry compost^{-1})		**phosphate solubilizer** (log cfu.g dry compost^{-1})		***Bacillus*** (log cfu.g dry compost^{-1})	
	2 สัปดาห์	**4 สัปดาห์**	**2 สัปดาห์**	**4 สัปดาห์**	**2 สัปดาห์**	**4 สัปดาห์**	**2 สัปดาห์**	**4 สัปดาห์**	**2 สัปดาห์**	**4 สัปดาห์**
ไม่นึ่งฆ่าเชื้อ	0.56 a	0.43 b	1.84 b	2.42 b	0.00 b	0.42	4.33 a	1.06 b	0.00 b	0.00 b
นึ่งฆ่าเชื้อ	0.46 b	1.95a	3.85 a	3.48 a	0.67 a	0.51	2.32 b	2.73 a	2.98 a	4.29 a
ค่าเฉลี่ย	0.51	1.19	2.85	2.95	0.34	0.46	3.33	1.90	1.44	2.14
F-Test	ns	**	**	**	**	ns	**	**	**	**
C.V.(%)	144.8	20.0	64.4	81.1	130.7	93.3	58.3	107.2	75	15.5

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 32 เปรียบเทียบผลการบ่มเชื้อระหว่างในปุ๋ยหมักที่ใส่ molass และไม่ใส่ molass

ปุ๋ยหมัก	การตรึงไนโตรเจน (n moleC_2H_4/ gdwt / hr)		ไนโตรเจนทั้งหมด (%)		ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg.kg^{-1})		โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg.kg^{-1})		pH	
	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์
ใส่ molass	0.379	0.348 b	0.45 b	0.48 a	3849.14	4322.75 b	2211.70 a	2184.86 a	7.50 a	6.99 a
ไม่ใส่ molass	0.123	0.479 a	0.48 a	0.46 b	4525.10	4594.58 a	699.64 b	772.92 b	6.25 b	6.19 b
ค่าเฉลี่ย	0.251	0.414	0.46	0.47	4187.12	4458.66	1455.67	1478.89	6.88	6.59
F-Test	ns	**	**	*	ns	**	**	*	**	**
C.V.(%)	46.5	17.1	12.3	9.2	5.5	5.2	7.6	16.1	1.0	0.9

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

* ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 33 เปรียบเทียบผลการบ่มเชื้อระหว่างในปุ๋ยหมักที่ใส่ molass และไม่ใส่ molass ต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (log cell/gdw)

ปุ๋ยหมัก	***Azotobacter*** **(log cfu.g dry compost^{-1})**		***Azospiriilum*** **(log cfu.g dry compost^{-1})**		***Beijerinckia*** **(log cfu.g dry compost^{-1})**		**Phosphate solubilizer (log cfu.g dry compost^{-1})**		***Bacillus*** **(log cfu.g dry compost^{-1})**	
	2 สัปดาห์	**4 สัปดาห์**	**2 สัปดาห์**	**4 สัปดาห์**	**2 สัปดาห์**	**4 สัปดาห์**	**2 สัปดาห์**	**4 สัปดาห์**	**2 สัปดาห์**	**4 สัปดาห์**
ใส่ molass	0.00	1.42 b	3.08	2.91	0.15 b	0.07	3.12	2.14 a	0.99	1.46
ไม่ใส่ molass	1.34	1.68 a	3.12	2.94	0.75 a	1.25	1.68	0.97 b	0.85	1.49
ค่าเฉลี่ย	0.37	1.55	3.10	2.92	0.45	0.66	2.45	1.56	0.92	1.48
F-Test	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns
C.V.(%)	144.8	20.0	64.4	81.1	130.7	93.3	58.3	107.2	75.0	15.5

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 34 ระดับน้ำตาลที่เหมาะสมต่อปริมาณการตรึงไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และค่า pH ในปุ๋ยหมักหลังบ่ม 4 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	การตรึงไนโตรเจน (n moleC_2H_4/ gdwt / hr)	ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg.kg^{-1})	pH
1	0.066 c	0.40 bc	4999.56 a	5.92 c
2	0.071 abc	0.40 bc	4534.64 c	6.15 b
3	0.071 abc	0.36 c	4626.19 bc	6.18 b
4	0.074 ab	0.43 ab	4826.53 ab	6.38 a
5	0.070 bc	0.39 bc	4861.13 ab	5.92 c
6	0.071 abc	0.43 ab	4844.75 ab	5.96 c
7	0.079 a	0.46 a	4562.44 c	6.16 b
8	0.078 a	0.43 ab	4944.92 a	6.28 ab
Mean	0.07	0.41	4775.27	6.12
F-test	*	*	**	**
C.V. (%)	8.5	7.1	3.0	1.0

หมายเหตุ

1. ปุ๋ยหมัก+molass 0%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065
2. ปุ๋ยหมัก+molass 25%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065
3. ปุ๋ยหมัก+molass 50%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065
4. ปุ๋ยหมัก+molass 75%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065
5. ปุ๋ยหมัก+molass 0%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065+$NaNO_3$
6. ปุ๋ยหมัก+molass 25%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065+$NaNO_3$
7. ปุ๋ยหมัก+molass 50%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065+$NaNO_3$
8. ปุ๋ยหมัก+molass 75%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065+$NaNO_3$

โดย NAB012, NBJ007 และ CAZS022 เป็นเชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน NEPS033 และ NEPS065 เป็นเชื้อราย่อยหินฟอสเฟต

* ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 35 ระดับน้ำตาลที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในปุ๋ยหมักหลังบ่ม 4 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	***Azotobacter* sp.** (log cfu.g dry compost^{-1})	***Beijerinckia* sp.** (log cfu.g dry compost^{-1})	***Azospirillum* sp.** (log cfu.g dry compost^{-1})	**Phosphate solubilizer** (log cfu.g dry compost^{-1})
1	3.31 ab	1.43	2.68	3.08
2	3.20 ab	1.94	3.68	3.08
3	3.15 ab	1.39	3.38	5.41
4	3.37 a	1.82	2.81	5.41
5	1.61 c	1.55	3.81	4.85
6	2.08 c	1.94	2.69	4.85
7	3.09 bc	1.70	3.59	4.85
8	3.17 ab	1.78	2.91	3.90
Mean	3.10	1.69	3.19	4.43
F-test	**	ns	ns	ns
C.V. (%)	48.1	22.5	23.1	26.1

หมายเหตุ

1. ปุ๋ยหมัก+molass 0%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065
2. ปุ๋ยหมัก+molass 25%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065
3. ปุ๋ยหมัก+molass 50%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065
4. ปุ๋ยหมัก+molass 75%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065
5. ปุ๋ยหมัก+molass 0%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065+$NaNO_3$
6. ปุ๋ยหมัก+molass 25%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065+$NaNO_3$
7. ปุ๋ยหมัก+molass 50%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065+$NaNO_3$
8. ปุ๋ยหมัก+molass 75%+NAB012+NBJ007+CAZS022+NEPS033+NEPS065+$NaNO_3$

โดย NAB012, NBJ007 และ CAZS022 เป็นเชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน NEPS033 และ NEPS065 เป็นเชื้อราย่อยหินฟอสเฟต

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 ทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจได้แก่ ข้าว ข้าวโพด และอ้อย

เป็นการทดลองที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพที่ผลิตโดยใช้กากหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล (filter cake) ผสมหินฟอสเฟต แร่เฟลด์สปาร์ และเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่ม อัตราของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพที่ใช้มี 3 ระดับ คือ 500, 1,000 และ 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราแนะนำของแต่ละพืช โดยปุ๋ยเคมีที่ใส่คำนวณร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ให้มี N-P-K รวมกันเท่ากับปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำโดยปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ มีคุณสมบัติดังนี้ คือ total N 0.53 %, total P 24,922.68 $mg.kg^{-1}$, available P 6776.35 $mg.kg^{-1}$, total K 4186.72 $mg.kg^{-1}$ และ exchangeable K 749.17 $mg.kg^{-1}$

4.4.1 ผลของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

แต่ละกระถางปักดำข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ที่มีอายุกล้า 25 วัน ผลการทดลอง พบว่า ความสูงของต้นข้าว (ตารางที่ 36) ในระยะ 30 วันหลังปักดำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่ตอบสนองตามอัตราปุ๋ยที่ใส่เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโดยไม่ใส่ปุ๋ย แต่ที่อายุ 60 วัน ความสูงของต้นข้าวในตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพร่วมกับกับปุ๋ยเคมีมีความสูงมากกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอย่างเดียว ในทุกอัตราที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ส่วนการใส่แหนแดงแห้งเป็นแหล่งของไนโตรเจน และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ AG1 ทำให้ความสูงของข้าวไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี ส่วนในระยะ 90 วัน ซึ่งเป็นระยะข้าวออกรวงแล้ว ความสูงของต้นข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงอยู่ระหว่างประมาณ 89 ถึง 95 เซนติเมตร

สำหรับจำนวนต้นต่อกอ (ตารางที่ 37) ทั้ง 3 ระยะที่เก็บข้อมูล คือ 30, 60 และ 90 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกตำรับการทดลอง โดยจำนวนต้นต่อกระถางเมื่อข้าวอายุ 60 วัน มีค่าเฉลี่ยมากกว่าข้าว อายุ 30 และ 90 วัน โดยสาเหตุที่ต้นข้าวอายุ 90 วัน มีจำนวนน้อยกว่าที่อายุ 60 วัน เนื่องจากลูกข้าวที่แตกออกมาจากกอไม่เจริญเติบโต และตายไปในที่สุด เมื่อพิจารณาถึงจำนวนต้นต่อกระถางในระยะ 90 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ ร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้ข้าวมีจำนวนต้นมากกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอย่างเดียว และอยู่ในระดับเดียวกันกับการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ยกเว้นเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพในอัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ที่ทำให้จำนวนต้นต่อกระถางมากที่สุด แต่ในระยะเก็บเกี่ยวความสูงและจำนวนต้นต่อระถางไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นจำนวนรวงที่พบว่าต้องใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีจึงจะทำให้ข้าวมีจำนวนรวงในระดับเดียวกันกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำอย่างเดียว (ตารางที่ 38) ในส่วนของน้ำหนักของต้นข้าวในระยะเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 39) นั้นพบว่า น้ำหนักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพในระดับต่ำ (500 และ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

มีน้ำหนักสดสูงกว่าใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว และน้ำหนักต้นเพิ่มสูงขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอย่างเดียวตั้งแต่อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ขึ้นไป เช่นเดียวกันกับน้ำหนักต้นแห้งที่ผลวิเคราะห์ทางสถิติมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักต้นแห้งอยู่ในระดับเดียวกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนช่วยให้พืชมีไนโตรเจนใช้ในการเจริญเติบโตมากขึ้น ซึ่งผลการทดลองเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการทดลองของ Mirza *et al*. (2000) ที่พบว่า การใช้เชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน *Azospirillum lipoferum* ในการปลูกข้าวในสภาพควบคุม ทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวเพิ่มขึ้น 6.7 กรัมต่อกระถาง และทำให้น้ำหนัดสดของข้าวเพิ่มขึ้น 0.9 ตันต่อเฮกตาร์ เมื่อมีการใส่เชื้อ *Azotobacter* sp. ร่วมกับการปลูกข้าว (Yanni and El-Fattah,1999) สำหรับผลผลิตนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งต่างจากการทดลองของ Mirza *et al*. (2000) ที่พบว่า การใช้เชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน *Herbaspirillum spp.* ร่วมกับการปลูกข้าวในสภาพควบคุม ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น 7.5 กรัมต่อกระถาง และทำให้ผลผลิตรวมทั้งหมดของข้าวเพิ่มขึ้น 22 มิลลิกรัมต่อต้น เมื่อมีการใช้เชื้อ *Burkholderia* spp. ร่วมกับการปลูกข้าวในสภาพปลอดเชื้อในห้องปฏิบัติการ (Baldani *et al*., 2000)

แต่มีข้อสังเกตตรงที่ว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ที่ปลูกในการทดลองครั้งนี้มีเมล็ดลีบสูงมาก ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลการทดลองมีความแปรปรวนมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 36 ผลของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตราต่างๆ ต่อความสูงของต้นข้าวที่อายุ 30, 60 และ 90 วัน

ตำรับที่	ความสูง (เซนติเมตร)		
	30 วัน	**60 วัน**	**90 วัน**
1	32.00 ab	64.55 abc	94.22
2	32.67 ab	62.44 bc	93.78
3	32.44 ab	64.22 abc	95.11
4	34.11 a	61.56 c	93.00
5	34.78 a	65.00 abc	93.67
6	30.22 b	57.33 d	89.00
7	30.22 b	66.44 ab	93.44
8	30.56 b	65.78 abc	91.22
9	34.89 a	67.44 a	94.78
10	33.11 ab	64.34 abc	92.44
ค่าเฉลี่ย	32.530	63.91	93.07
F-test	**	**	ns
C.V. (%)	9.9	6.4	5.4

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 5.44-4.65-3.65 กก. $N-P_2O_5- K_2O$/ไร่

2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมีอัตรา 2.70-1.30-3.30 กก.$N-P_2O_5- K_2O$/ไร่

4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-0-2.95 กก. $N-P_2O_5- K_2O$/ไร่

6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่

7.ปุ๋ยเคมีเกรด 8-8-4 กก. $N-P_2O_5- K_2O$/ไร่

8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี 0-8-4 กก. $N-P_2O_5- K_2O$/ไร่

9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี 8-8-4 กก. $N-P_2O_5- K_2O$/ไร่

10.control

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 37 ผลของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆ ต่อจำนวนต้นต่อกระถางของข้าวที่อายุ 30, 60 และ 90 วัน

ตำรับที่	จำนวนต้น (ต้น/กระถาง)		
	30 วัน	60 วัน	90 วัน
1	10.56 b	28.33 ab	22.56 ab
2	11.56 b	25.33 b	18.00 c
3	11.56 b	28.44 ab	22.56 ab
4	11.56 b	27.33 ab	21.56 abc
5	14.22 a	30.56 ab	23.89 ab
6	11.78 b	29.67 ab	24.44 a
7	10.44 b	28.67 ab	23.89 ab
8	10.11b	32.11 a	23.78 ab
9	11.89 b	30.56 ab	21.89 abc
10	11.78 b	27.67 ab	19.56 bc
ค่าเฉลี่ย	11.54	28.87	22.21
F-test	*	*	*
C.V. (%)	20.2	17.4	18.7

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 5.44-4.65-3.65 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่
2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่
3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมีอัตรา 2.70-1.30-3.30 กก.N-P_2O_5- K_2O/ไร่
4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่
5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-0-2.95 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่
6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่
7.ปุ๋ยเคมีเกรด 8-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่
8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี 0-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่
9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี 8-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่
10.control

* ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 38 ผลของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของข้าวในกระถางที่ระยะเก็บเกี่ยว (120 วัน)

ตำรับที่	ความสูง (เซนติเมตร)	จำนวนต้น(ต้น/กระถาง)	จำนวนรวง(รวง/กระถาง)
1	88.56	19.89	19.44 ab
2	94.00	18.78	18.00 b
3	92.22	21.00	19.56 ab
4	86.22	20.11	18.00 b
5	88.67	21.00	21.33 ab
6	87.44	21.00	18.00 b
7	90.56	21.33	19.22 ab
8	91.00	23.44	23.00 a
9	90.44	21.33	21.56 ab
10	87.22	17.89	17.56 b
ค่าเฉลี่ย	89.63	20.58	19.57
F-Test	ns	ns	*
C.V.(%)	6.19	17.79	18.83

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 5.44-4.65-3.65 กก. $N-P_2O_5-K_2O$/ไร่

2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมีอัตรา 2.70-1.30-3.30 กก.$N-P_2O_5-K_2O$/ไร่

4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-0-2.95 กก. $N-P_2O_5-K_2O$/ไร่

6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่

7.ปุ๋ยเคมีเกรด 8-8-4 กก. $N-P_2O_5-K_2O$/ไร่

8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี 0-8-4 กก. $N-P_2O_5-K_2O$/ไร่

9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี 8-8-4 กก. $N-P_2O_5-K_2O$/ไร่

10.control

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

* ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 39 ผลของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตราต่างๆ ต่อน้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งเมล็ด และน้ำหนักแห้งรวมของต้นและเมล็ดข้าว หลังเก็บเกี่ยว

ตำรับที่	**น้ำหนักแห้งต้น (กรัม/กระถาง)**	**น้ำหนักเมล็ดแห้ง (กรัม/กระถาง)**	**น้ำหนักแห้งรวม (กรัม/กระถาง)**
1	57.66 bc	25.45	83.11
2	51.78 c	22.27	74.04
3	56.75 bc	25.17	81.92
4	51.99 c	20.93	72.92
5	66.68 ab	20.52	87.01
6	62.31 abc	17.63	79.93
7	61.75 abc	22.37	84.12
8	67.45 ab	19.66	87.11
9	72.26 a	21.66	93.62
10	57.12 bc	19.66	76.79
ค่าเฉลี่ย	60.58	21.53	82.11
F-test	*	ns	ns
c.v. (%)	24.2	24.79	19.95

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 5.44-4.65-3.65 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมีอัตรา 2.70-1.30-3.30 กก.N-P_2O_5- K_2O/ไร่

4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-0-2.95 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่

7.ปุ๋ยเคมีเกรด 8-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี 0-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี 8-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

10.control

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

* ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อนำต้นข้าวมาวิเคราะห์หาปริมาณการสะสมธาตุอาหารหลักของพืชตาม ตารางที่ 40 พบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีมีการสะสมไนโตรเจนในระดับเดียวกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัม ต่อไร่ ทั้งที่ใช้อย่างเดียวและใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวแสดงว่าไนโตรเจนที่สะสมในต้นข้าวนั้นส่วนหนึ่งได้มาจากปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Yanni and El-Fattah (1999) ที่พบว่าการใส่เชื้อ *Azotobacter* sp. ร่วมกับการปลูกข้าวทำให้ข้าวมีการสะสมไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 15 kg ha^{-1} ในส่วนของการสะสมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในต้นข้าวนั้น พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตรา 1500 กิโลกรัม/ไร่ ทั้งใส่ร่วมและไม่ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้มีการสะสมธาตุทั้ง 2 ชนิดมากกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อนำดินหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้วมาวิเคราะห์สมบัติบางประการ (ตารางที่ 41) พบว่า ดินที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพในอัตรา 1500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำมีไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่าการใส่ปุ๋ยในอัตราอื่นๆ อย่างชัดเจน กล่าวคือ มีไนโตรเจนทั้งหมด 0.67 และ 0.65% ตามลำดับ

สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 1000 และ 1500 กิโลกรัม/ไร่ ทั้งที่ใส่ร่วมและไม่ใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี พบว่า มีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (Bray II) ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีปริมาณสูงสุด ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกตำรับการทดลองแต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าในดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย เช่นเดียวกับค่า pH และ ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกตำรับการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 40 การสะสมธาตุอาหารพืชในต้นข้าวในกระถางโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตราต่างๆ

ตำรับที่	ปริมาณธาตุอาหารพืช (กรัม/กระถาง)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
1	0.2219 cd	0.029 c	0.836 de
2	0.1794 d	0.026 c	0.649 e
3	0.3234 b	0.029 c	0.734 e
4	0.3028 bc	0.052 b	1.204 bc
5	0.3959 ab	0.077 a	1.572 a
6	0.4081 a	0.078 a	1.479 ab
7	0.4129 a	0.054 b	1.111 cd
8	0.4074 a	0.064 ab	0.770 e
9	0.4119 a	0.069 a	0.828 de
10	0.3321 b	0.050 b	0.778 e
ค่าเฉลี่ย	0.3396	0.053	0.996
F-test	**	**	**
C.V.	28.49	27.78	36.58

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 5.44-4.65-3.65 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมีอัตรา 2.70-1.30-3.30 กก.N-P_2O_5- K_2O/ไร่

4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-0-2.95 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่

7.ปุ๋ยเคมีเกรด 8-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี 8-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี 8-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

10.control

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 41 สมบัติบางประการของดินหลังปลูกข้าวในกระถางทดลองโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆ

ตำรับที่	ปริมาณธาตุอาหารพืช								
	Total N (%)		Total P ($mg.kg^{-1}$)		Available P ($mg.kg^{-1}$)		Exchangeable K ($mg.kg^{-1}$)	pH	%OM
1	0.12	b	160.29	bc	7.51	c	35.54	6.25	2.57
2	0.20	b	173.24	bc	6.02	d	24.65	5.97	2.47
3	0.28	b	437.65	ab	7.67	abc	24.10	6.23	2.46
4	0.30	b	430.64	ab	6.51	bc	29.50	6.12	2.50
5	0.67	a	580.72	a	10.91	a	30.18	6.31	2.33
6	0.26	b	294.70	abc	6.02	c	31.51	6.20	2.58
7	0.65	a	44.42	c	8.96	ab	31.77	6.00	2.37
8	0.41	b	25.01	c	6.25	bc	23.32	6.13	2.34
9	0.27	b	37.30	c	6.67	abc	23.06	6.01	2.25
10	0.26	b	130.26	bc	7.33	b	19.61	5.93	2.33
ค่าเฉลี่ย	0.34		231.84		7.62		27.46	6.1	2.42
F-test	*		*		*		ns	ns	ns
C.V.	16.21		27.38		17.76		23.68	3.29	9.51

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 5.44-4.65-3.65 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมีอัตรา 2.70-1.30-3.30 กก.N-P_2O_5- K_2O/ไร่

4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-0-2.95 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่

7.ปุ๋ยเคมีเกรด 8-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี 8-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี 8-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

10.control

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

* ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนของการเก็บตัวอย่างดินหลังจากเก็บเกี่ยวข้าว เพื่อนำมาตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มต่างๆที่ใส่ลงไปในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ โดยวิธี Dilution Plating Technique ในกลุ่มของ *Azotobacter, Beijerinckia, Bacillus* และ Phosphate Solubilizer ตรวจนับเชื้อจากการสังเกตุลักษณะของ colony บนอาหารวุ้น ส่วน *Azospirillum* ใช้วิธีประเมินปริมาณ โดยวิธี MPN ในอาหารกึ่งเหลวจำเพาะของ *Azospirillum* ตรวจนับ positive tube โดยดูลักษณะการเปลี่ยนแปลงสีอาหารและการเกิด pellicle ในหลอดทดลอง พบว่าในดินที่ปลูกข้าว (ตารางที่ 42) มีเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Azotobacter* มีปริมาณแตกต่างกันตั้งแต่ 1.84 ถึง 2.92 log cfu g^{-1} dry soil แต่บางตำรับไม่มีเชื้อกลุ่มนี้เจริญขึ้นมาได้แก่ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีและตำรับปุ๋ยอินทรีย์ที่ทำจากแกลบ จุลินทรีย์ในกลุ่ม *Beijerinckia* มีปริมาณแตกต่างกันตั้งแต่ 0 ถึง 2.57 log cfu g^{-1} dry soil และจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Azospirillum* มีปริมาณแตกต่างกันตั้งแต่ 3.96 ถึง 4.70 log cfu g^{-1} dry ส่วนจุลินทรีย์กลุ่มอื่นได้แก่ *Bacillus* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ช่วยย่อยสลายปลดปล่อยโพแทสเซียมจากแร่เฟลด์สปาร์ ก็สามารถพบได้ในทุกตัวอย่างดิน โดยมีปริมาณอยู่ระหว่าง 1.40 ถึง 2.15 log cfu g^{-1} dry soil เช่นเดียวกับจุลินทรีย์ในกลุ่ม Phosphate Solubilizer ก็สามารถพบได้ในทุกตัวอย่างดินโดยมีปริมาณอยู่ระหว่าง 3.59 ถึง 4.80 log cfu g^{-1} dry soil

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 42 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆในดินปลูกข้าวที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ

ตำรับ	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (log cfu. g^{-1} dry soil)				
	Azotobacter	*Azospirillum*	*Beijerinckia*	*Bacillus*	Phosphate solubilizer
1	2.80	4.19	2.57 a	1.45	4.25
2	2.84	3.94	0.00 d	1.65	4.20
3	2.19	4.61	2.29 a	1.50	4.35
4	1.87	4.09	2.41 a	1.82	4.13
5	0.00	4.21	2.09 ab	2.14	4.27
6	2.92	3.96	2.22 a	1.89	4.75
7	0.00	4.59	0.73 cd	2.15	4.80
8	0.00	4.04	0.82 bcd	1.74	3.59
9	2.43	4.70	1.71 abc	1.40	3.73
10	1.84	4.58	2.34 a	2.08	3.98
ค่าเฉลี่ย	2.35	4.29	1.72	1.78	4.20
F-test	ns	ns	**	ns	ns
C.V. (%)	16.22	13.04	42.12	49.70	22.81

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 5.44-4.65-3.65 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมีอัตรา 2.70-1.30-3.30 กก.N-P_2O_5- K_2O/ไร่

4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-0-2.95 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่

7.ปุ๋ยเคมีเกรด 8-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี 8-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี 8-8-4 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

10.control

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.2 ผลของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด

ทำการทดลองโดยมีตำรับการทดลองเช่นเดียวกันกับการทดลองในข้าว แต่อัตราการใส่ปุ๋ยเคมีใส่ให้เท่ากับอัตราแนะนำของการปลูกข้าวโพดคือ 10-10-5 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ ผลการทดลองมีดังนี้ คือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพทั้งที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีและใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอย่างเดียวทั้งอัตรา 500, 1,000 และ 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่ทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมี ทั้งที่ระยะ 30, 60 และ 75 วัน (เก็บเกี่ยว) แต่ก็ยังมีความสูงมากกว่าการปลูกข้าวโพดโดยไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 43) ในส่วนของผลผลิตนั้นไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้เนื่องจากในช่วงเวลาที่ข้าวโพดออกดอกเป็นช่วงที่มีอากาศร้อนและแห้งมากทำให้ข้าวโพดไม่ติดเมล็ด ต่างจากการทดลองของ Okan and Labandera-Gonzalez (1994) ที่พบว่า การใช้เชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน *Azospirillum brasilanse* ทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้น 30% ในตำรับที่มีการใส่เชื้อร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 50-60 kgN ha^{-1} ส่วนในตำรับที่ใสปุ๋ยเคมีอัตราสูงกว่าคือ 110-170 kgN ha^{-1} ทำให้ผลผลิตไม่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Dobbelaera *et al.*, 2001) นั่นแสดงให้เห็นว่าการใช้เชื้อ *Azospirillum* ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ ทำให้ข้าวโพดมีผลผลิตเพิ่มขึ้น เป็นการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยเคมีด้วยการใช้เชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพ (Ivan *et al.*, 2004) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dobbelaera *et al.* (2001) ที่ศึกษาผลของเชื้อ *A. brasilanse* ต่อผลผลิตข้าวโพดที่ปลูกในเมือง Quintana Roo ประเทศ Maxico พบว่าการใส่เชื้อร่วมด้วยทำให้ผลผลิตพืชเพิ่มขึ้น 24% และเมื่อใส่เชื้อร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 30 kg ha^{-1} ทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นถึง 78% เมื่อเทียบกับตำรับควบคุม ในส่วนของการสะสมน้ำหนักทั้งต้นและฝักพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี ทั้งในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ต้นข้าวโพดมีการสะสมน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว การใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอย่างเดียวนั้น การใส่อัตรา 1,000 และ 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักสดรวมไม่ต่างจากปุ๋ยเคมีเช่นเดียวกัน แต่น้ำหนักแห้งรวมจะน้อยกว่าเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ 1,000 กิโลกรัม และเมื่อแยกพิจารณาในส่วนของต้น และฝัก มีแนวโน้มให้ผลเช่นเดียวกับน้ำหนักรวม อย่างไรก็ตามน้ำหนักรวมของข้าวโพดในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพในอัตราต่างๆ มีปริมาณที่มากกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 44) สอดคล้องกับการศึกษาของ Hegazi *et al.* 1998 ที่พบว่าการใส่เชื้อ *Azotobacter* spp. ทำให้น้ำหนักรวมของข้าวโพดเพิ่มขึ้น 0.65 กรัมต่อต้น ($p \leq 0.05$) และการใส่เชื้อ *Bacillus* spp. ทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดเพิ่มขึ้น 0.78 กรัมต่อต้น อีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 43 ผลของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆต่อความสูงของต้นข้าวโพดที่อายุ 30, 60 และ 75 วัน

ตำรับที่	ความสูง (เซนติเมตร)		
	30 วัน	60 วัน	75 วัน
1	90.33 ab	184.00	191.33
2	76.67 bc	188.67	188.67
3	91.67 ab	168.33	171.67
4	78.67 bc	185.00	186.33
5	91.00 ab	172.33	173.33
6	92.67 ab	198.33	205.00
7	107.00 a	225.00	228.33
8	82.33 bc	170.00	175.33
9	88.33 b	196.67	198.33
10	70.00 c	166.67	166.67
ค่าเฉลี่ย	86.83	185.50	188.39
F-test	**	ns	ns
C.V. (%)	10.5	8.9	9.4

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่
3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมี
4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่
5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่
7.ปุ๋ยเคมีเกรด 10-10-5 กก. $N-P_2O_5-K_2O$/ไร่
8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
10.control

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 44 ผลของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆ ต่อค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวโพด

ตำรับที่	น้ำหนักต้น + ฝัก (กรัม)		น้ำหนักต้น (กรัม)		น้ำหนักฝัก (กรัม)	
	น.น.สด	น.น.แห้ง	น.น.สด	น.น.แห้ง	น.น.สด	น.น.แห้ง
1	488.84 a	153.31 a-d	356.60 ab	121.72 abc	132.24 abc	31.59 bcd
2	340.76 bc	121.17 d	233.05 cd	91.77 cd	107.71 bc	29.40 bcd
3	502.07 a	157.56 abc	296.58 abc	105.46 bc	205.49 a	52.10 ab
4	417.80 ab	134.57 bcd	269.58 bcd	99.79 bcd	148.22 ab	34.78 abc
5	472.22 ab	155.15 a-d	298.26 abc	110.79 abc	173.96 ab	44.35 abc
6	427.64 ab	146.34 a-d	305.00 abc	117.25 abc	122.64 abc	29.09 bcd
7	511.72 a	179.11 a	320.87 abc	123.49 ab	190.85 ab	55.61 a
8	420.18 ab	128.61 cd	287.81 a-d	93.27 bcd	132.37 abc	35.35 abc
9	501.30 a	164.54 ab	369.34 a	137.27 a	131.96 abc	27.28 cd
10	255.71 c	86.43 e	201.37 d	75.16 d	54.34 c	11.27 d
ค่าเฉลี่ย	434.03	142.55	293.46	107.26	140.57	35.29
F-test	**	**	**	**	*	**
C.V.(%)	23.80	18.41	23.53	21.08	48.02	48.78

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมี

4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่

7.ปุ๋ยเคมีเกรด 10-10-5 กก. $N-P_2O_5-K_2O$/ไร่

8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

10.control

* ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนของการสะสมธาตุอาหารในต้นข้าวโพด (ตารางที่ 45) พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตรา 500 , 1,000 และ 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ต้นข้าวโพดสะสมไนโตรเจนอยู่ในระดับเดียวกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ ส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอย่างเดียวมีการสะสมไนโตรเจนน้อยกว่าแต่ก็ยังมากกว่าตำรับการทดลองควบคุม สำหรับการสะสมฟอสฟอรัสพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพในระดับต่ำคือ 500 และ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ต้นข้าวโพดมีการสะสมฟอสฟอรัสมากกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอย่างเดียว และอยู่ในระดับเดียวกับการใส่ปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนของการสะสมโพแทสเซียมนั้นมีลักษณะคล้ายกับการสะสมฟอสฟอรัส กล่าวคือการใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้การสะสมโพแทสเซียมมากกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเชื้อจุลินทรีย์ในปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพที่ทำให้ข้าวโพดสามารถดูดใช้ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้เพิ่มขึ้น โดยสารประกอบที่ได้จากเชื้อจุลินทรีย์จะไปกระตุ้นการทำงานของระบบรากทำให้พืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้ดีขึ้น (Gala *et al*,2000 and Panwar and Singh, 2000) และจากการศึกษาของ El-Komy *et al.* (2001) พบว่าการใส่เชื้อ *A. lipoferum* ร่วมกับการปลูกข้าวโพดทำให้ข้าวโพดมีปริมาณรากเพิ่มขึ้น 0.17 กรัมต่อกระถาง และพืชมีการสะสมธาตุไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 19 ไมโครกรัมต่อกระถาง

เมื่อทำการเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดมาวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมี (ตารางที่ 46) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในทุกตำรับการทดลองไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีปริมาณไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 0.04 ถึง 0.64% ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสนั้นขึ้นอยู่กับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพในอัตราตั้งแต่ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอย่างเดียวทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินมากกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ และการวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกตำรับการทดลอง สำหรับค่า pH และปริมาณอินทรียวัตถุในดินไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 45 การสะสมธาตุอาหารพืชในข้าวโพดที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆ ในกระถาง

ตำรับที่	ปริมาณธาตุอาหาร (กรัมต่อกระถาง)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
1	1.58 a	0.64 a	2.66 b
2	0.84 bc	0.49 bc	1.63 e
3	1.69 a	0.52 ab	2.65 b
4	1.16 abc	0.46 bc	1.97 cde
5	1.46 a	0.44 bc	2.28 bcd
6	0.77 bc	0.53 ab	1.92 de
7	1.55 a	0.53 ab	2.47 bc
8	1.47 a	0.55 ab	3.17 a
9	1.25 ab	0.47 bc	2.27 bcd
10	0.61 c	0.08 d	1.81 de
ค่าเฉลี่ย	1.24	0.47	2.32
F-test	**	**	**
C.V (%)	24.74	16.54	10.64

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมี

4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่

7.ปุ๋ยเคมีเกรด 10-10-5 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

10.control

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 46 สมบัติบางประการของดินหลังปลูกข้าวโพดในกระถางทดลองโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆ

ตำรับที่	ปริมาณธาตุอาหาร				
	Total N (%)	Available P (mg.kg^{-1})	Exchangeable K (mg.kg^{-1})	pH	% OM
1	0.27	180.17 c	73.92	6.52 ab	2.08
2	0.64	134.91 c	70.41	6.32 abc	2.16
3	0.40	399.55 ab	63.06	6.55 ab	2.18
4	0.20	470.55 a	71.06	6.69 ab	2.43
5	0.16	428.11 a	64.38	6.64 ab	2.25
6	0.20	407.61 a	69.96	6.61 ab	2.35
7	0.04	28.01 d	68.34	6.14 c	2.35
8	0.10	25.86 d	92.75	6.14 c	2.50
9	0.10	309.04 b	81.35	6.61 ab	2.18
10	0.06	7.48 d	82.31	6.28 b	2.35
ค่าเฉลี่ย	0.25	233.32	73.88	6.45	2.28
F-test	ns	**	ns	*	ns
C.V (%)	21.83	22.41	15.90	3.00	7.35

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมี

4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่

7.ปุ๋ยเคมีเกรด 10-10-5 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่

8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

10.control

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

* ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนของการติดตามปริมาณเชื้อในตัวอย่างดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพดเพื่อนำมาตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มต่างๆที่ใส่ลงไปในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ โดยวิธี Dilution Plating Technique ในกลุ่มของ *Azotobacter, Beijerinckia, Bacillus* และ Phosphate Solubilizer ตรวจนับเชื้อจากการสังเกตลักษณะของ colony บนอาหารวุ้น ส่วน *Azospirillum* ใช้วิธีประเมินปริมาณ โดยวิธี MPN ในอาหารกึ่งเหลวจำเพาะของ *Azospirillum* ตรวจนับ positive tube โดยดูลักษณะการเปลี่ยนแปลงสีอาหารในหลอดทดลอง ผลการทดลองพบว่า เชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Azotobacter* มีปริมาณแตกต่างกันตั้งแต่ 1.70 ถึง 4.12 log cfu. g^{-1} dry soil และ *Beijerinckia* มีปริมาณแตกต่างกันตั้งแต่ 0.73 ถึง 2.57 log cfu. g^{-1} dry soil ในตัวอย่างดินปลูกข้าวโพด ส่วนจุลินทรีย์กลุ่มอื่นได้แก่ จุลินทรีย์คล้าย *Azospirillum* พบในทุกตัวอย่างดินมีปริมาณแตกต่างกันตั้งแต่ 2.08 ถึง 4.46 log cfu. g^{-1}dry soil และจุลินทรีย์อีกกลุ่มที่ตรวจพบคือ *Bacillus* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ช่วยย่อยสลายปลดปล่อยโพแทสเซียมจากแร่เฟลด์สปาร์ ก็สามารถพบได้ในทุกตัวอย่างดิน โดยมีปริมาณอยู่ระหว่าง 1.03 ถึง 3.78 log cfu. g^{-1} dry soil เช่นเดียวกับจุลินทรีย์ในกลุ่ม Phosphate Solubilizer ก็สามารถพบได้ในทุกตัวอย่างดินและมีปริมาณอยู่ระหว่าง 0.70 ถึง 3.23 log cfu. g^{-1} dry soil (ตารางที่ 47)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 47 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆในดินปลูกข้าวโพดที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ

ตำรับที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (log cfu. g^{-1} dry soil)				
	Azotobacter	***Azospirillum***	***Beijerinckia***	***Bacillus***	**Phosphate solubilizer**
1	2.02 ef	2.69 cd	2.57 ab	3.56 a	3.12 a
2	2.66 cde	3.29 bc	1.53 bcd	3.58 a	1.95 abc
3	2.57 def	2.58 cd	1.63 bcd	3.78 a	1.83 bc
4	3.20 bcd	3.38 bc	1.49 bcd	3.67 a	2.77 ab
5	3.81 ab	3.92 ab	2.84 a	2.06 ab	3.23 a
6	3.08 bcd	2.08 d	2.25 abc	1.13 b	0.75 c
7	2.78 cde	3.26 bc	1.02 d	1.36 b	0.70 c
8	3.56 abc	4.46 a	1.25 cd	2.73 ab	0.80 c
9	4.12 a	3.42 bc	2.78 a	1.03 b	2.25 ab
10	1.70 f	2.60 cd	0.73 d	2.11 ab	2.81 ab
ค่าเฉลี่ย	2.95	3.17	1.81	2.02	2.50
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	24.82	25.1	49.91	48.3	59.3

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมี

4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่

7.ปุ๋ยเคมีเกรด 10-10-5 กก. $N-P_2O_5-K_2O$/ไร่

8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

10.control

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.3 ผลของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของอ้อย

ปลูกอ้อยในกระถางที่มีดิน 40 กิโลกรัม ใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500, 1,000 และ 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยคำนวณให้เท่ากับอัตราแนะนำ คือ 12-12-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี และวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากแหนแดงแห้ง และปุ๋ยอินทรีย์AG1 ผลการทดลองพบว่า ความสูงของอ้อยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกตำรับการทดลอง ทั้งที่อายุ 30, 60 และ 90 วัน (ตารางที่ 48) ในส่วนของการแตกกอ พบว่าที่อายุ 90 วัน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อย่างเดียว อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้จำนวนต้นต่อกอของอ้อยอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ รองลงมา ได้แก่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อย่างเดียว อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 49)

ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อความสูงของอ้อยที่อายุ 4 ถึง 8 เดือน (ตารางที่ 50) พบว่า ต้นอ้อยมีความสูงในแต่ละเดือนไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกตำรับการทดลอง เช่นเดียวกับจำนวนต้นต่อกระถาง (ตารางที่ 51) แต่อย่างไรก็ตามการปลูกอ้อยในตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยมีจำนวนต้นต่อกระถางน้อยที่สุด สำหรับผลผลิตและความหวานของอ้อยเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 8 เดือน (ตารางที่ 52) พบว่าผลผลิตในส่วนของน้ำหนักสดในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ผลผลิตมีระดับเดียวกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวในอัตรา 1,000 และ 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่อย่างเดียวให้ผลผลิตใกล้เคียงกับตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย และในส่วนของน้ำหนักแห้งก็ให้ผลใกล้เคียงกับน้ำหนักสด ยกเว้นในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอย่างเดียวอัตรา 1,00 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ให้ผลระดับเดียวกับการใส่ปุ๋ยเคมี เมื่อนำอ้อยมาวิเคราะห์หาความหวานพบว่า ความหวานของอ้อยในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่อย่างเดียว และตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเลยมีค่าน้อยกว่าในตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 52)

ในส่วนของการสะสมธาตุอาหารในต้นอ้อย (ตารางที่ 53) พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอย่างเดียว การใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตรา 500, 1000 และ 1500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ต้นอ้อยมีการสะสมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสอยู่ในระดับเดียวกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ สำหรับการสะสมโพแทสเซียมพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1000 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเมีทำให้ต้นอ้อยมีการสะสมโพแทสเซียมมากที่สุดคือ การสะสมโพแทสเซียมในต้นพืชทั้งหมด 1.05% ซึ่งมากกว่าตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทำการเก็บตัวอย่างดินในระยะเก็บเกี่ยวมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีในดิน (ตารางที่ 54) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในทุกตำรับการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.22% ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์นั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำมีการสะสมฟอสฟอรัสในดินมากที่สุด ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำมีการสะสมโพแทสเซียมในดินมากที่สุด เช่นเดียวกับการสะสมฟอสฟอรัสในดิน สำหรับค่า pH และปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

เมื่อเก็บตัวอย่างดินที่ปลูกอ้อยมาหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (ตารางที่ 55) พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Azotobacter* มีปริมาณแตกต่างกันตั้งแต่ 0.68 ถึง 4.58 log cfu g^{-1} dry soil จุลินทรีย์ในกลุ่ม *Beijerinckia* มีปริมาณแตกต่างกันตั้งแต่ 1.98 ถึง 2.27 log cfu g^{-1} dry soil และจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Azospirillum* มีปริมาณแตกต่างกันตั้งแต่ 4.31 ถึง 4.88 log cfu g^{-1} dry ส่วนจุลินทรีย์กลุ่มอื่นได้แก่ *Bacillus* ก็สามารถพบได้ในทุกตัวอย่างงดิน โดยมีปริมาณอยู่ระหว่าง 4.93 ถึง 5.54 log cfu g^{-1} dry soil และจุลินทรีย์ในกลุ่ม Phosphate Solubilizer ก็สามารถพบได้ในทุกตัวอย่างดินโดยมีจำนวนอยู่ระหว่าง 1.38 ถึง 4.65 log cfu g^{-1} dry soil

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 48 ผลของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆ ต่อความสูงของต้นอ้อยที่อายุ 30, 60 และ 90 วัน

ตำรับที่	ความสูง (เซนติเมตร)		
	30 วัน	60 วัน	90 วัน
1	25.33	40.33	53.33
2	23.00	40.33	59.00
3	22.33	39.00	65.33
4	25.67	41.67	70.00
5	24.00	47.00	96.33
6	21.00	42.67	79.67
7	24.67	41.67	78.00
8	24.67	43.27	61.66
9	24.67	39.00	56.67
10	21.33	43.00	71.67
ค่าเฉลี่ย	23.67	41.80	69.17
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	8.0	6.7	15.2

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมี

4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่

7.ปุ๋ยเคมีเกรด 12-12-12 กก. $N-P_2O_5-K_2O$/ไร่

8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

10.control

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 49 ผลของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆ ต่อจำนวนต้นต่อกอของอ้อยที่อายุ 30, 60 และ 90 วัน

ตำรับที่	จำนวนต้น		
	30 วัน	60 วัน	90 วัน
1	6.33 abc	11.00	11.33 a
2	4.67 bc	7.67	6.67 bc
3	7.00 a	11.67	9.33 ab
4	5.67 abc	9.00	7.67 bc
5	4.67 bc	8.33	8.33 abc
6	5.00 abc	8.67	9.00 abc
7	6.00 abc	11.00	8.00 abc
8	6.00 abc	9.67	9.00 abc
9	6.67ab	10.00	10.00 ab
10	4.33 c	9.00	5.67 c
ค่าเฉลี่ย	5.63	9.60	8.50
F-test	*	ns	*
C.V. (%)	24.7	24.3	29.1

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่
3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมี
4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่
5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่
7.ปุ๋ยเคมีเกรด 12-12-12 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่
8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
10.control

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

* ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 50 ผลของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆ ต่อความสูงของอ้อยที่อายุ 4 , 5 , 6 , 7 และ 8 เดือน

ตำรับที่	ความสูง (เซนติเมตร)				
	4 เดือน	**5 เดือน**	**6 เดือน**	**7 เดือน**	**8เดือน**
1	86.00	128.33	157.67	186.67	200.33
2	101.33	132.33	162.00	192.67	204.67
3	103.33	136.00	165.67	189.00	207.33
4	103.33	125.33	151.67	179.67	189.00
5	129.00	155.67	176.00	198.33	208.67
6	109.67	135.67	160.00	186.67	198.67
7	108.67	132.33	163.67	197.67	215.33
8	105.33	129.00	153.00	180.00	192.00
9	90.00	117.67	147.33	169.00	183.00
10	93.67	129.00	155.33	181.00	201.00
ค่าเฉลี่ย	103.03	132.13	159.23	186.07	200.00
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	18.77	12.89	9.55	8.85	8.48

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่
3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมี
4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่
5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่
7.ปุ๋ยเคมีเกรด 12-12-12 กก. $N-P_2O_5-K_2O$/ไร่
8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
10.control

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 51 ผลของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆ ต่อจำนวนต้นต่อกระถางของอ้อยที่อายุ 4 , 5 , 6 , 7 และ 8 เดือน

ตำรับที่	**จำนวนต้นต่อกระถาง**				
	4 เดือน	**5 เดือน**	**6 เดือน**	**7 เดือน**	**8 เดือน**
1	6.50	4.50	4.50 bc	3.00	5.33
2	7.33	6.67	5.33 abc	5.00	2.33
3	6.33	6.00	5.67 ab	4.00	3.33
4	8.00	7.00	6.33 ab	5.33	4.33
5	7.67	6.33	5.67 abc	4.00	2.67
6	7.33	6.33	5.00 abc	4.00	3.67
7	8.00	6.67	7.00 ab	4.00	3.33
8	6.67	7.00	6.33 ab	4.67	3.67
9	7.67	7.00	7.33 a	5.33	4.33
10	5.67	4.00	3.33 c	2.00	2.33
ค่าเฉลี่ย	7.14	6.21	5.69	4.17	3.53
F-test	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	22.99	23.13	22.51	32.99	47.03

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่
3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมี
4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่
5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่
7.ปุ๋ยเคมีเกรด 12-12-12 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่
8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
10.control

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

* ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 52 ผลของปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆ ต่อผลผลิต และ % ความหวาน (%Brix) ของอ้อย

ตำรับที่	น้ำหนักสด (กรัม/กระถาง)	น้ำหนักแห้ง (กรัม/กระถาง)	%Brix
1	2493.33 a	1528.47 a	19.24 ab
2	1518.00 bc	798.58 c	16.78 c
3	2443.33 a	1532.13 a	19.93 a
4	2231.00 ab	1411.58 a	18.55 ab
5	2674.00 a	1644.45 a	18.89 ab
6	2174.67 abc	1326.75 ab	18.93 ab
7	2725.67 a	1565.24 a	19.40 ab
8	1981.67 abc	1196.39 abc	19.31 ab
9	2335.67 a	1429.68 a	19.13 ab
10	1444.33 c	871.62 bc	17.56 bc
ค่าเฉลี่ย	2202.17	1330.49	18.77
F-test	*	*	**
C.V.(%)	18.59	20.71	5.26

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมี

4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่

7.ปุ๋ยเคมีเกรด 12-12-12 กก. $N\text{-}P_2O_5\text{-} K_2O$/ไร่

8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

10.control

* ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

* * ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 53 การสะสมธาตุอาหารพืชในอ้อยที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆ ในกระถาง

ตำรับ	ปริมาณธาตุอาหารพืช (%)		
	Total N	Total P	Total K
1	0.41	0.07	0.76 bc
2	0.41	0.06	0.72 c
3	0.41	0.08	0.81 bc
4	0.37	0.05	0.82 bc
5	0.40	0.06	0.92 abc
6	0.34	0.06	0.82 bc
7	0.37	0.05	0.86 bc
8	0.39	0.03	0.78 bc
9	0.32	0.08	1.05 a
10	0.45	0.06	0.99 ab
ค่าเฉลี่ย	0.39	0.06	0.86
F-test	ns	ns	*
CV.(%)	22.50	28.87	14.24

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมี

4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่

7.ปุ๋ยเคมีเกรด 12-12-12 กก. $N-P_2O_5-K_2O$/ไร่

8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี

10.control

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

* ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 54 สมบัติบางประการของดินหลังปลูกอ้อยในกระถางทดลองโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆ

ตำรับ	ปริมาณธาตุอาหารในดิน					
	Total N (%)	Total P (mg.kg^{-1})	Available P (mg.kg^{-1})	Exchangeable K (mg.kg^{-1})	pH	%OM
1	0.23	380.00de	127.17 d	50.42 b	5.56	3.15
2	0.21	347.50def	66.88 ef	66.92 a	5.81	2.84
3	0.22	396.25de	148.50 d	19.13 d	5.71	3.03
4	0.24	725.63 b	249.75 b	11.95 de	6.01	3.14
5	0.21	579.22bc	198.50 c	51.25 b	5.92	2.87
6	0.23	506.10cd	276.50 b	5.33 ef	5.94	3.12
7	0.22	266.04ef	33.25 fg	39.13 c	5.18	2.99
8	0.22	184.69f	6.96 g	nd	5.30	2.85
9	0.22	331.25ef	70.62 e	35.42 c	5.61	3.01
10	0.25	1628.44a	487.50 a	6.55 ef	6.16	2.95
ค่าเฉลี่ย	0.22	534.51	166.56	28.51	5.72	3.00
F-test	ns	**	**	**	ns	ns
C.V.	8.50	17.29	12.38	2.25	6.91	5.77

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่
3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมี
4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่
5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่
7.ปุ๋ยเคมีเกรด 12-12-12 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่
8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
10.control

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

nd not determined

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 55 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆในดินปลูกอ้อยปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตราต่างๆ

ตำรับที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (log cfu. g^{-1} dry soil)				
	Azotobacter	***Azospirillum***	***Beijerinckia***	***Bacillus***	**Phosphate solubilizer**
1	0.68 c	4.31	2.26	4.94	4.45 a
2	2.09 b	4.53	2.11	4.93	4.14 a
3	4.48 a	4.46	2.03	5.02	4.65 a
4	4.44 a	4.70	2.14	5.05	2.46 bc
5	4.20 a	4.86	2.27	5.14	4.64 a
6	1.82 b	4.88	2.24	5.54	3.51 ab
7	4.58 a	4.68	2.12	5.14	4.19 a
8	4.48 a	4.85	2.03	5.05	1.38 c
9	2.36 b	4.60	2.25	5.03	4.58 a
10	2.66 b	4.86	1.98	5.15	4.34 a
ค่าเฉลี่ย	3.18	4.67	2.14	5.10	3.83
F-test	**	ns	ns	ns	**
C.V. (%)	18.32	35.71	25.48	31.96	96.88

หมายเหตุ: 1.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
2.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่
3.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่+ปุ๋ยเคมี
4.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่
5.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
6.ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่
7.ปุ๋ยเคมีเกรด 12-12-12 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่
8.แหนแดงแห้งอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
9.ปุ๋ยหมักจากแกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยเคมี
10.control

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณประชากรของจุลินทรีย์ในกระบวนการแปรรูปปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ

เนื่องจากการอัดเม็ดปุ๋ยโดยใช้เครื่องอัดเม็ดนั้นจะเกิดความร้อนค่อนข้างสูง ซึ่งอาจจะมีผลต่อการอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ จึงได้ทำการทดสอบเพื่อหาปริมาณเชื้อที่เหมาะสมสำหรับการคลุกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพลงในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพในการอัดเม็ดปุ๋ยโดยทำการคลุกเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิดได้แก่ *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Azospirillum*, *Bacillus* และ Phosphate solubilizer ลงในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพในอัตราประมาณ 10^7 cfu g^{-1} dry compost ก่อนอัดเม็ดและหลังอัดเม็ดเปรียบเทียบกับปุ๋ยที่ไม่ได้อัดเม็ด ผลการทดลองพบว่า หลังจากคลุกเชื้อแล้วตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทันที เชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนได้แก่ *Azotobacte* และ *Beijerinckia* มีอยู่ในปริมาณ 10^4 cfu g^{-1} dry compost โดยไม่มีความแตกต่างระหว่างปริมาณเชื้อในปุ๋ยไม่อัดเม็ดและคลุกเชื้อก่อนและหลังอัดเม็ด ($p \leq 0.05$) และไม่พบเชื้อทั้ง 2 ชนิดนี้ในปุ๋ยที่ไม่ได้คลุกเชื้อทั้งอัดเม็ดและไม่ได้อัดเม็ด ส่วน *Azospirillum* พบในปริมาณที่น้อยกว่า *Azotobacter* และ *Beijerinckia* คือพบปริมาณ 10^3 cfu g^{-1} dry compost ในปุ๋ยที่คลุกเชื้อโดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างคลุกเชื้อก่อนและหลังอัดเม็ด นอกจากนี้ยังพบเชื้อในกลุ่ม *Azospirillum* ในปุ๋ยที่ไม่ได้คลุกเชื้ออีกด้วยในปริมาณประมาณ 10^2 cfu g^{-1} dry compost ทั้งนี้อาจเนื่องจากเชื้อ *Azospirillum* เป็นจุลินทรีย์ที่จัดอยู่ในกลุ่ม endophyte ที่อาจติดมากับซากพืชที่นำมาทำปุ๋ยอินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวัสดุพลอยได้จากโรงงานน้ำตาล ส่วนเชื้อ Bacillus ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ช่วยย่อยสลายโพแทสเซียมพบอยู่ประมาณ 10^3 cfu g^{-1} dry compost ในปุ๋ยผงที่คลุกเชื้อและ 10^5 cfu g^{-1} dry compost ในปุ๋ยที่คลุกเชื้อทั้งก่อนและหลังอัดเม็ด

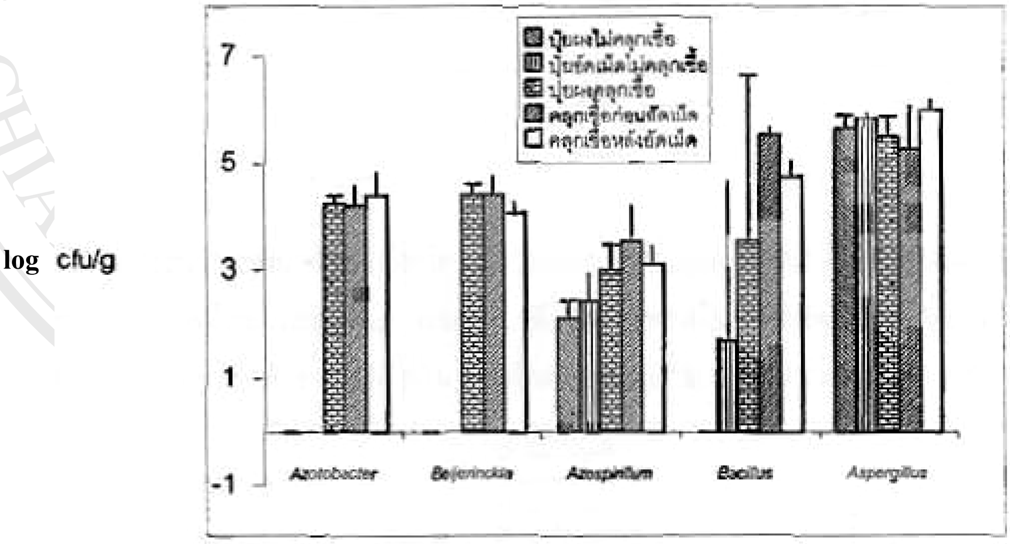
สำหรับเชื้อรา Phosphate solubilizer ที่ช่วยสลายหินฟอสเฟตปรากฏว่า พบเชื้อในปริมาณ 10^5 cfu g^{-1} dry compost โดยมีปริมาณใกล้เคียงกันในทุกตำรับการทดลอง สาเหตุที่พบเชื้อในลักษณะเดียวกันในตำรับที่ไม่ได้คลุกเชื้อด้วยอาจเนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ไม่ได้ทำให้ปลอดเชื้อก่อน จึงอาจทำให้มีเชื้อราในลักษณะเดียวกันหรือใกล้เคียงกันกับเชื้อที่ใช้ในการทดลองปนเปื้อนทั้งในรูปของมปอร์และเส้นใยเจริญขึ้นมาได้ด้วย

ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบภายหลังจากคลุกเชื้อแล้วทิ้งไว้นาน 8 สัปดาห์ โดยทำการตรวจนับปริมาณเชื้อในสัปดาห์ที่ 1, 2 , 3 , 4, 6, และ 8 (รูปที่ 2-7) พบว่า ปริมาณเชื้ออยู่ในระดับและลักษณะใกล้เคียงกับเมื่อคลุกเชื้อแล้วตรวจนับทันทีกล่าวคือ ไม่พบความแตกต่างระหว่างการคลุกเชื้อก่อนและหลังอัดเม็ดปุ๋ย นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณเชื้อลดลงไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกันในสัปดาห์แรกและสัปดาห์ที่ 8 (รูปที่8-12) ยกเว้นเชื้อ *Azotobacter* และ *Beijerinckia* ที่ลดลงเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 6 และ 8 (รูปที่8 และ 9)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

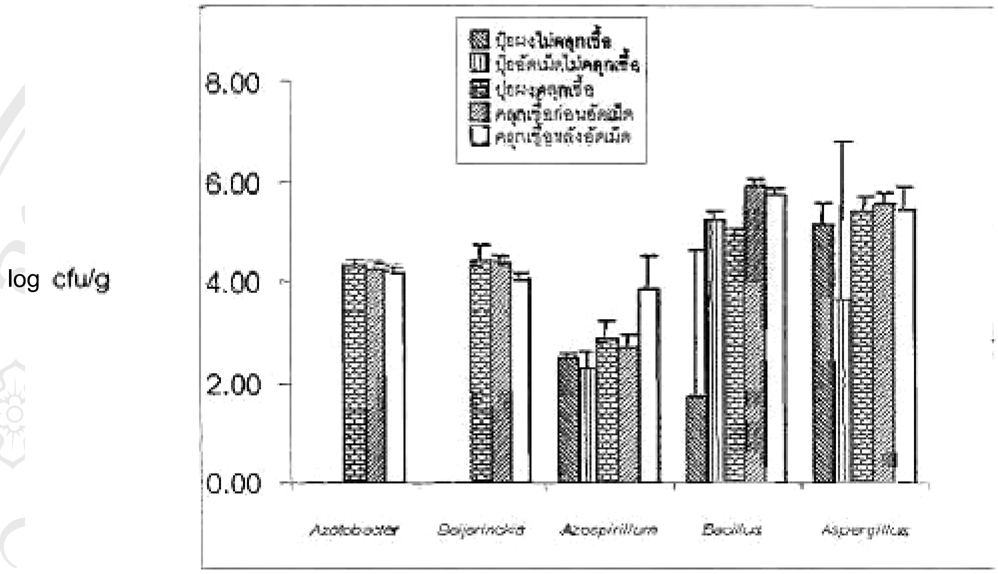
เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิดที่คลุกลงไปในปุ๋ยอินทรีย์มีรวมกันค่อนข้างสูงคือเริ่มต้นที่ประมาณ 10^7 cfu g^{-1} dry compost ของแต่ละชนิดจุลินทรีย์ และเมื่อคลุกเชื้อลงไปในปุ๋ยแล้วตรวจนับทันทีพบว่าจุลินทรีย์ลดลงมาอยู่ที่ประมาณ 10^4 cfu g^{-1} dry compost ของจุลินทรีย์แต่ละชนิด แสดงว่าจุลินทรีย์สามารถปรับตัวให้อยู่ในปุ๋ยอินทรีย์ได้ประมาณชนิดละ 10^4 cfu g^{-1} dry compost เท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามปริมาณเชื้อทั้งในปุ๋ยผงที่ไม่อัดเม็ดและอัดเม็ดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการอัดเม็ดไม่มีผลต่อการอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ถึงแม้ว่าจะคลุกเชื้อก่อนอัดเม็ดก็ตาม

รูปที่ 1 จำนวนประชากรจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน (*Azotobacter,Beijerinckia,Azospirillum*) จุลินทรีย์ย่อยสลายโพแทสเซียม (*Bacillus*) และจุลินทรีย์ย่อยสลายหินฟอสเฟต (Phosphate solubilizer) ในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพหลังจากใส่เชื้อในปุ๋ยแล้วตรวจนับปริมาณเชื้อทันที

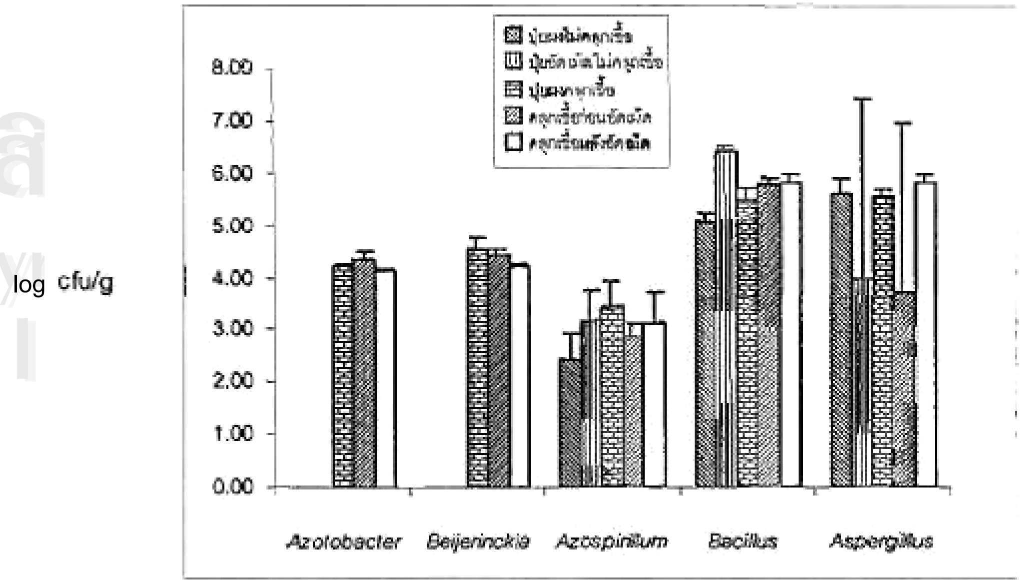


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

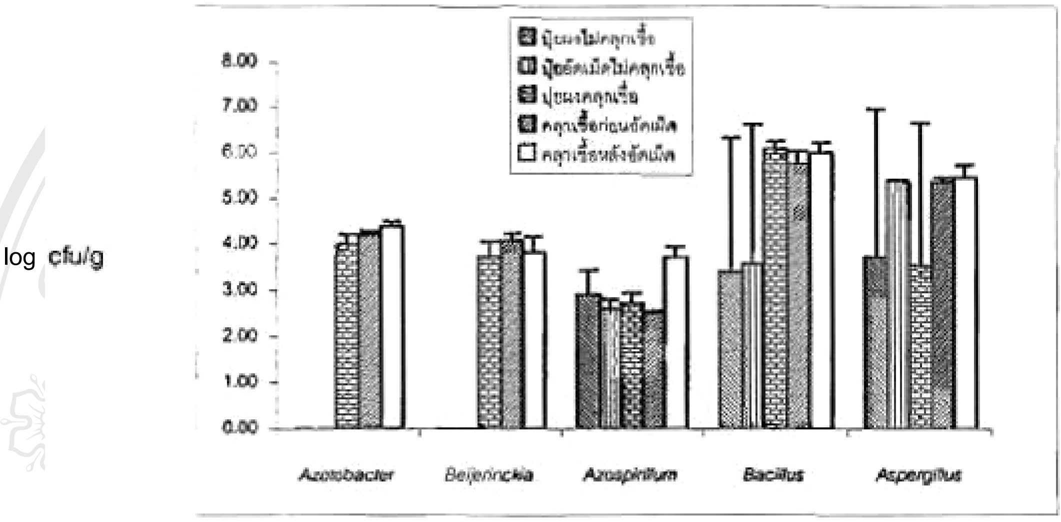
รูปที่ 2 จำนวนประชากรจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน (*Azotobacter,Beijerinckia,Azospirillum*) จุลินทรีย์ย่อยสลายโพแทสเซียม (*Bacillus*) และจุลินทรีย์ย่อยสลายหินฟอสเฟต (Phosphate solubilizer) ในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพหลังจากใส่เชื้อในปุ๋ยแล้วตรวจนับปริมาณเชื้อในระยะเวลา 1 สัปดาห์



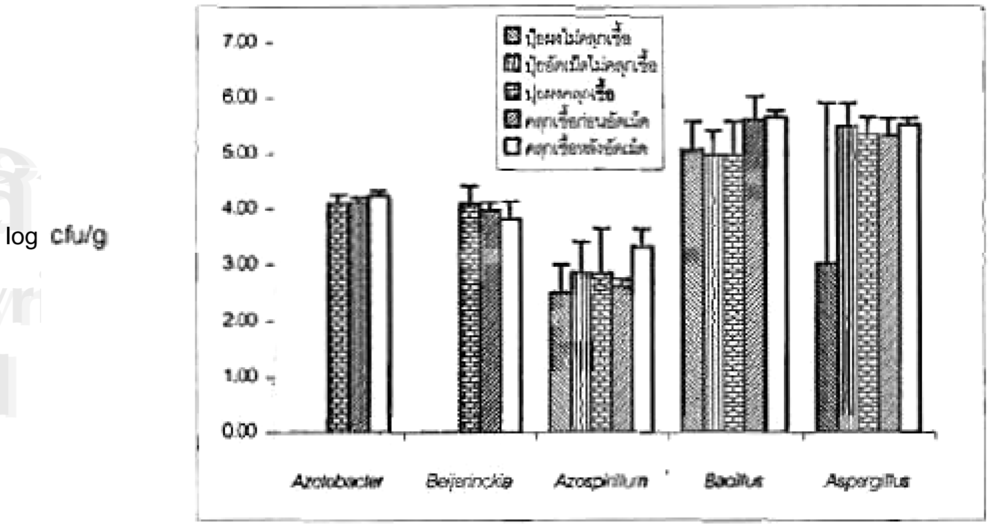
รูปที่ 3 จำนวนประชากรจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน (*Azotobacter,Beijerinckia,Azospirillum*) จุลินทรีย์ย่อยสลายโพแทสเซียม (*Bacillus*) และจุลินทรีย์ย่อยสลายหินฟอสเฟต (Phosphate solubilizer) ในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพหลังจากใส่เชื้อในปุ๋ยแล้วตรวจนับปริมาณเชื้อในระยะเวลา 2 สัปดาห์



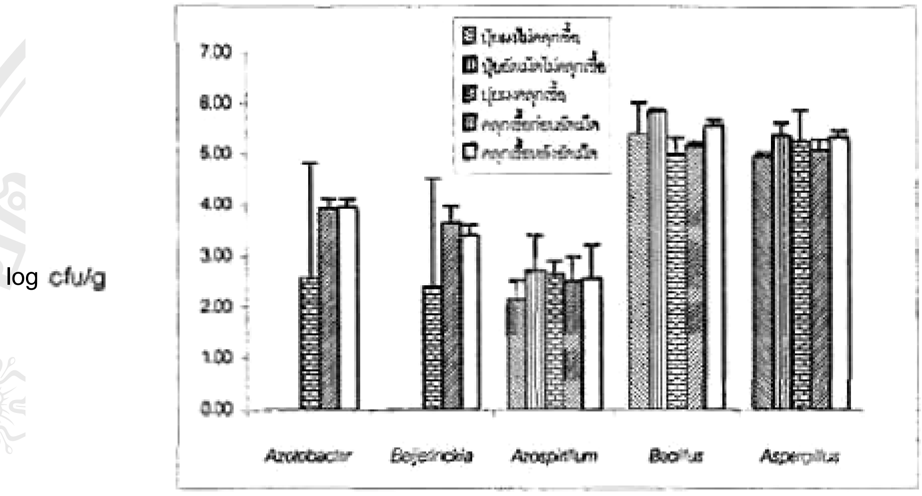
รูปที่ 4 จำนวนประชากรจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน (*Azotobacter*,*Beijerinckia*,*Azospirillum*) จุลินทรีย์ย่อยสลายโพแทสเซียม (*Bacillus*) และจุลินทรีย์ย่อยสลายหินฟอสเฟต (Phosphate solubilizer) ในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพหลังจากใส่เชื้อในปุ๋ยแล้วตรวจนับปริมาณเชื้อในระยะเวลา 3 สัปดาห์



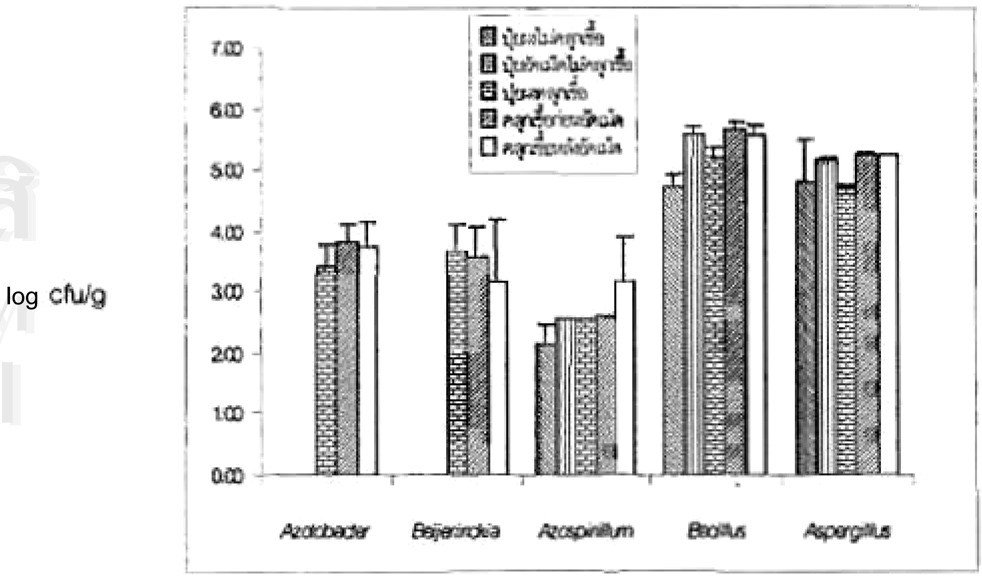
รูปที่ 5 จำนวนประชากรจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน (*Azotobacter*,*Beijerinckia*,*Azospirillum*) จุลินทรีย์ย่อยสลายโพแทสเซียม (*Bacillus*) และจุลินทรีย์ย่อยสลายหินฟอสเฟต (Phosphate solubilizer) ในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพหลังจากใส่เชื้อในปุ๋ยแล้วตรวจนับปริมาณเชื้อในระยะเวลา 4 สัปดาห์



รูปที่ 6 จำนวนประชากรจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน (*Azotobacter,Beijerinckia,Azospirillum*) จุลินทรีย์ย่อยสลายโพแทสเซียม (*Bacillus*) และจุลินทรีย์ย่อยสลายหินฟอสเฟต (Phosphate solubilizer) ในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพหลังจากใส่เชื้อในปุ๋ยแล้วตรวจนับปริมาณเชื้อในระยะเวลา 6 สัปดาห์

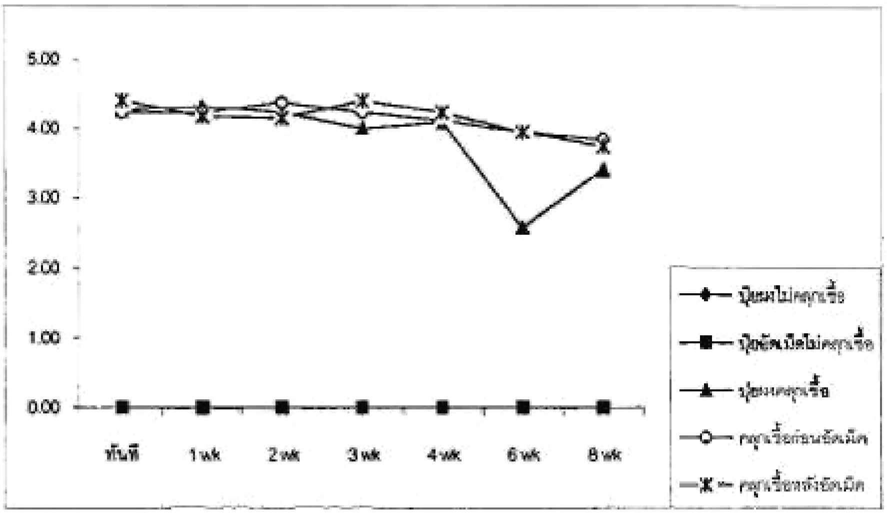


รูปที่ 7 จำนวนประชากรจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน (*Azotobacter,Beijerinckia,Azospirillum*) จุลินทรีย์ย่อยสลายโพแทสเซียม (*Bacillus*) และจุลินทรีย์ย่อยสลายหินฟอสเฟต (Phosphate solubilizer) ในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพหลังจากใส่เชื้อในปุ๋ยแล้วตรวจนับปริมาณเชื้อในระยะเวลา 8 สัปดาห์



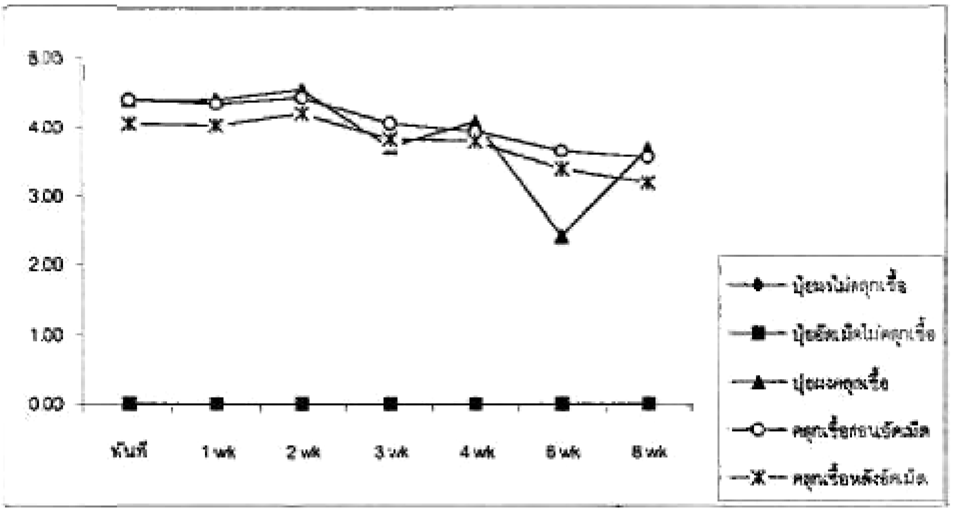
รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงประชากรของ *Azotobacter* ในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ หลังจากใส่เชื้อนาน 1 ถึง 8 สัปดาห์

log cfu/g

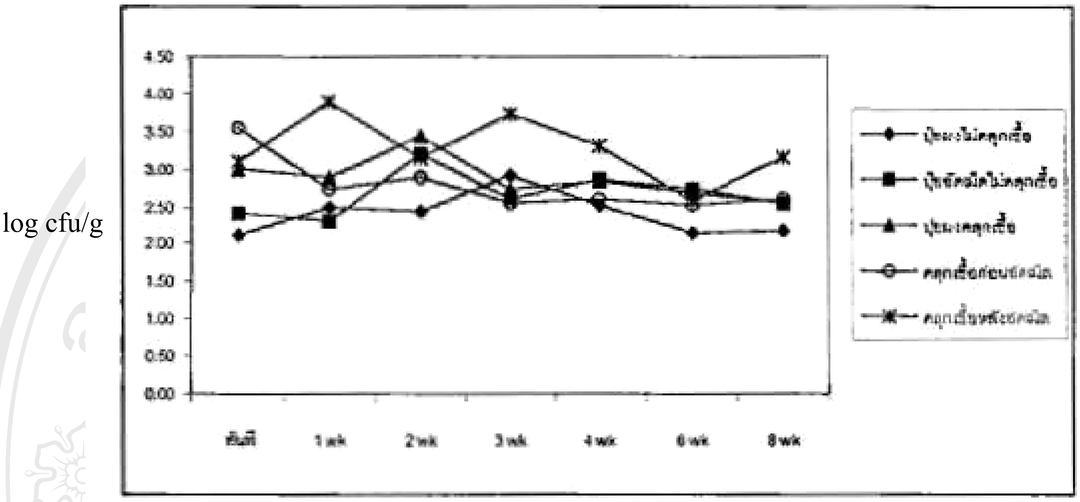


รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงประชากรของ *Azospirillum* ในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ หลังจากใส่เชื้อนาน 1 ถึง 8 สัปดาห์

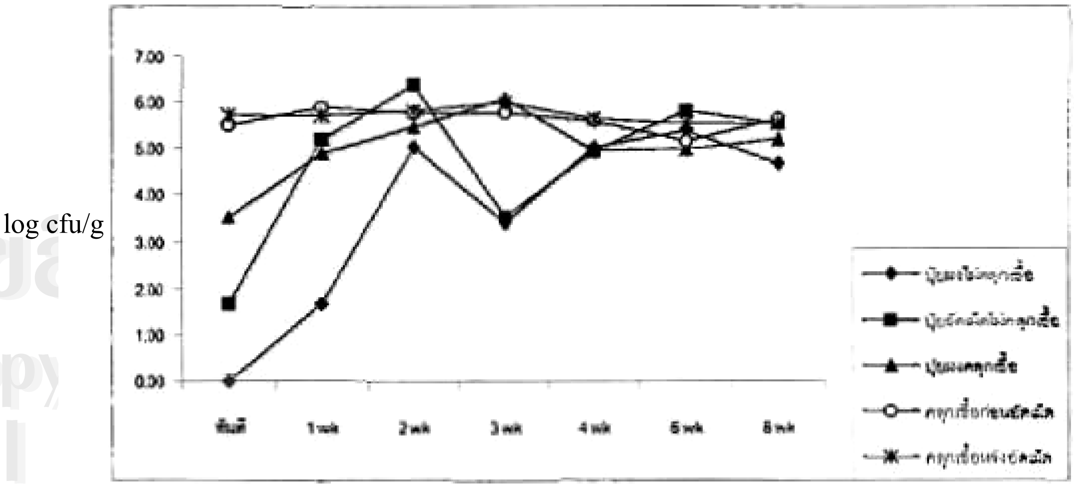
log cfu/g



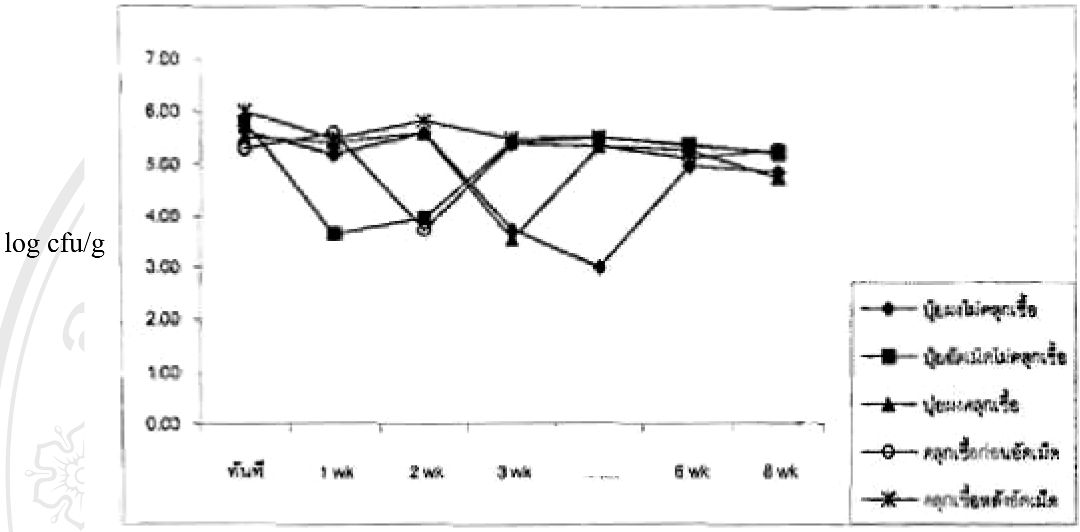
รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงประชากรของ *Beijerinckia* ในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ หลังจากใส่เชื้อนาน 1 ถึง 8 สัปดาห์



รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงประชากรของ *Bacillus* ในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ หลังจากใส่เชื้อนาน 1 ถึง 8 สัปดาห์



รูปที่ 12 การเปลี่ยนแปลงประชากรของ Phosphate solubilizer ในปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ หลังจากใส่เชื้อนาน 1 ถึง 8 สัปดาห์



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved